



„MIRCEA CEL BĂTRÂN” NAVAL ACADEMY SCIENTIFIC BULLETIN

Volume 8 - 2005

**ACADEMIA NAVALĂ „MIRCEA CEL BĂTRÂN”
BULETIN ȘTIINȚIFIC**

ISSN 1454 - 864X

Published by
„MIRCEA CEL BĂTRÂN” NAVAL ACADEMY PRESS
Constanta, ROMANIA

**ACADEMIA NAVALĂ „MIRCEA CEL BĂTRÂN”
CONSTANȚA
BULETIN ȘTIINȚIFIC
Volume 8 - 2005
COLEGIUL DE REDACȚIE**

Redactor responsabil:

Comandor prof. univ. dr. ing. AUREL ȘERB

Comandantul (rectorul) Academiei Navale „Mircea cel Bătrân”

Membri:

Academician RADU P. VOINEA - Academia Română

Prof. univ. dr. ing. LORIN CANTEMIR - Universitatea Tehnică „Gh. Asachi” Iași

Prof. univ. dr. ing. GHEORGHE BOBESCU - Universitatea „Transilvania” Brașov

Prof. univ. dr. ing. VASILE CĂTUNEANU - Universitatea „Politehnica” București

Redactori:

Cpt. cdor. conf. univ. dr. ROMEO BOȘNEAGU

Prof. univ. dr. ing. ANASTASE PRUIU

Cdor. prof. univ. dr. ing. ALEXANDRU DRAGALINA

Conf. univ. dr. ION COLȚESCU

Prof. univ. dr. ing. ALEXANDRU SOTIR

Cdor. prof. militar ILIE POPA

Cdor. prof. militar dr. VIRGIL ASOFIE

Cpt. cdor. conf. univ. dr. ing. MIHAI PRICOP

Cpt. cdor. prof. militar dr. MARIAN SÂRBU

Conf. univ. dr. DELIA LUNGU

Adresa redacției:

Str. Fulgerului nr.1

900218 Constanța

tel: 0241/626200/1149; fax; 0241/643096; e-mail: relpub@navedu.anmb.ro

CUPRINS

NAVIGAȚIE ȘI TRANSPORT NAVAL

NECULAI TĂTARU , <i>Introducerea cutiilor negre la bordul navelor</i>	7
FRANCISC BOZIANU, VERONICA BOZIANU , <i>New Series of Gyro-Compass</i>	12
CONSTANTIN MARALOI , <i>Mathematical Models and Optimizations of Naval Sail Systems</i>	21
CONSTANTIN MARALOI , <i>Sails Systems with Flaps for Optimization of Ships Propulsion</i>	34
ION MILAN , <i>Interacțiunile ocean-atmosferă-litosferă și climatul global sub spectrul amenințărilor poluării</i>	41
ION MILAN, MIRABELA MILAN , <i>Probleme ecologice ridicate de poluarea atmosferei, cu referiri la sursele navale</i>	52

INGINERIE MECANICĂ

ILARE BORDEAȘU, IONEL BACIU, VICTOR BĂLĂȘOIU, RODICA BĂDĂRĂU, VERGIL CHIȚAC , <i>A Methode for Calculating of the Characateristic Curves of Cavitational Erosion</i>	62
IONEL BACIU, VERGIL CHIȚAC, VICTOR BĂLĂȘOIU, ILARE BORDEAȘU , <i>Tests in Wind Tunnel, for an Axial Cascade Profile</i>	72

INGINERIE ELECTRICĂ

SILVIU GHEORGHIU , <i>The Orthogonal Model of Synchronous Machine</i>	79
SILVIU GHEORGHIU , <i>The Modeling of the Asynchronous Machine</i>	85
ALEXANDRU SOTIR, MIRCEA CONSTANTINESCU, GHEORGHE SAMOILESCU, VASILE SOLCANU , <i>The Modeling of the Secondary Radiation Emitted by the Different Metallic Walls on Board the Military Ship</i>	92
ALEXANDRU SOTIR, MIRCEA CONSTANTINESCU, GHEORGHE SAMOILESCU, VASILE SOLCANU , <i>The Analysis of the Electromagnetic Field Measurements on a Navy</i>	101

MAȘINI TERMICE ȘI INSTALAȚII NAVALE

ILIE PATRICHI, BEAZIT ALI , <i>The Fatigue Testing Equipment and the Method Used for a Shell Plating Element (I)</i>	118
BEAZIT ALI, ILIE PATRICHI, LEVENT ALI , <i>Theoretical Matters Regarding the Energetic Conversion in Pumps and Rotary Hydraulic Engines</i>	125
TRAIAN FLOREA, ALEXANDRU DRAGALINA, ELISABETA FLOREA, SANDA DRAGALINA, TRAIAN VASILE FLOREA , <i>Stockage du froid par nodules spheriques encapsules: Experiences et modeles</i>	133
TRAIAN FLOREA, ALEXANDRU DRAGALINA, ELISABETA FLOREA, SANDA DRAGALINA, TRAIAN VASILE FLOREA , <i>Caractérisation de détendeurs thermostatiques pour machine frigorifique au R407c</i>	147

MATEMATICĂ

IULIAN ANTONESCU, ANTON BĂTĂTORESCU , <i>On a Transportation Problem with Mixed Type Variables</i>	161
ION COLȚESCU, DAN LASCU , <i>Singularly Perturbed Ordinary Differential Equations: Theorem on Passage to the Limit. Asymptotic Algorithm</i>	169

ION COLȚESCU, DAN LASCU, Singularly Perturbed Partial Differential Equations. The Method of Vishik – Lyusternik	183
PAUL VASILIU, IOAN POPOVICIU, An Optimization Model of the Multiple Attribute Decision Making	197
IOAN POPOVICIU, PAUL VASILIU, The Optimization of the Simplex Method.....	208
CAMELIA CIOBANU, About Lie p-Algebras Which are $\mathbb{F}_p$-Free and Applications.....	218
CAMELIA CIOBANU, Some Structural Properties for p-Lie Algebras	224

ȘTIINȚE SOCIO-UMANE

VASILE NAZARE, Legitimacy, Popularity And Political Effectiveness.....	232
VASILE NAZARE, The Organizational Dilemma: Leaders or Managers?	242
VIRGIL ENE-VOICULESCU, Endurance and Sprint Trening.....	249
GEORGE STÂNCULESCU, CECILIA GEVAT, MIRELA DAMIAN, CARMEN ENE-VOICULESCU, VIRGIL ENE-VOICULESCU, CONSTANTIN RIZESCU, ALIN LARION, CRISTIAN POPA, ALEXANDRU STRATON , The Influence of the Principal Indicators Volume from the Girls Cadets 100m. Flat Sprint Event, on the Running Speed on 7 Secunds in the Preparatory Period	256
AUREL BEJAN, Modern Basketball Tehniques For Naval Academy Team	260
MARIAN SÂRBU, Les espaces maritimes- voies de communications et théâtres des guerres	266
CĂTĂLIN C. POPA, Capitalizarea costurilor îndatorării în întreprinderea de transport maritim. Armonizare cu prevederile standardului internațional de contabilitate I.A.S 23.....	272
CĂTĂLIN C. POPA, Mecanismul funcționării vectorului forțelor de piață în cadrul sistemului monetar-financiar internațional	281
HARALAMBIE BEIZADEA, Impactul tehnologiei informționale asupra transportului și comerțului maritim.....	297
DUMITRU CORDUNEANU, Evoluția flotei maritime românești, în sec. xx.....	307

LIMBI STRĂINE

DANA-CARMEN ZECHIA, Adult Learning Theories	324
ALINA BARBU, „La France se nomme diversité”	331
EDITH KAITER, Conformity, Authenticity, Uniqueness, Religiosity, Happiness Identity – Where To?.....	337
LAURA CIZER, Celebrating Halloween in France... ..	342
RALUCA-AURORA MATEȘ, Simbolul mitic al eroului	345

INTRODUCEREA CUTIILOR NEGRE LA BORDUL NAVELOR

Cpt. asist. univ. drd. ing. Neculai TĂTARU

Academia Navală „Mircea cel Bătrân”, Constanța

Abstract

For many years, data and cockpit voice recorders have been required on all commercial aircraft. These "black boxes" - which of course are not really black but bright orange - have been invaluable tools for investigating accidents and determining remedial actions. In the 1980s, several major maritime disasters, most notably the sinking of the passenger ship Estonia with loss of more than 900 lives, led the marine industry to consider adopting similar technology for ships. As a result, during the 1990s the International Maritime Organization (IMO) developed specifications for a marine "black box," which would record and store vital data for retrieval after an accident or incident at sea. The present paper presents a model of VDR.

Introducere

De mulți ani, înregistratoarele de date de zbor FDR și înregistratoarele de voce CVR sunt implementate la aeronave. Aceste „cutii negre” – care desigur nu sunt chiar negre, ci portocalii au un rol primordial în anchetarea accidentelor aviatice, în mentenanța, cercetarea și dezvoltarea noilor tehnologii în domeniu.

În anii'80, câteva sinistre navale majore, cea mai cunoscută fiind scufundarea unei nave de pasageri estoniene cu pierderea a circa 900 de vieți omenești, au determinat pe constructorii navali să ia în considerare adoptarea de tehnologii similare pentru nave. Ca rezultat, în anii'80 90 Organizația Maritimă Internațională (IMO) a dezvoltat specificațiile tehnice pentru „cutii negre navale”,

care dau posibilitatea recuperării datelor importante pentru investigatorii accidentelor navale. Acestea, în terminologia internațională sunt denumite VDR, de la Voyage Data Recorder.

În prezent, VDR joacă un rol foarte important în siguranța maritimă, furnizând importante date pentru analiza scufundărilor, eșuărilor, coliziunilor și altor tipuri de sinistre navale. Aceste date incontestabile ajută, de asemenea, pe armatori la intensificarea pregătirii echipajelor și la implementarea procedurilor de siguranță navală.

VDR trebuie să fie capabil să înregistreze secvențial date de al senzorii de navigație, radare, cârmă, mașină, sisteme de alarmare, senzori meteorologici, starea ușilor și deschiderilor în punți și bordaj, convorbirile din posturile importante de lucru, convorbirile efectuate pe radiotelefon, trebuie să memoreze aceste date pentru minim ultimele 12 ore din perioada voiajului și să permită persoanelor autorizate să vizualizeze aceste date printr-o interfață grafică sugestivă.

Datele în format video sunt de înaltă rezoluție (4000 x 4000 pixeli) similare aparaturii medicale, iar cele audio trebuie protejate prin parolă și accesate numai în cazul unui sinistru naval pentru a asigura intimitatea personalului din cart.

Datele trebuie să fie stocate într-o memorie protejată la șocuri, temperaturi înalte și la presiunea apei. Capsula trebuie să fie colorată strălucitor, să fie dotată cu un echipamente de descoperire.

VDR, fiind un sistem relativ nou introdus la bordul navelor, necesită îmbunătățiri și optimizări în funcție de cerințele armatorilor, ale personalului de la bord, constructorilor navali și ale anchetatorilor sinistrelor navale.

Specificații tehnice

Specificațiile tehnice pentru VDR sunt cuprinse în rezoluția IMO A. 861, “Standards for Shipborne Voyage Data Recorders”. Conform acestei rezoluții pentru ajutorul anchetatorilor sinistrelor navale trebuie să fie dotate cu cutii negre navale următoarele nave: pasagerele, navele tip ro-ro și toate navele cu tonaj mai mare de 3000 de tone construite începând cu anul 2002.

Date minimale ce trebuie înregistrate de către VDR – Rezoluția IMO A.861:1997

Date înregistrate	Sursa de înregistrare
Date și ora	GPS
Latitudinea și longitudinea	GPS
Viteza	Loch sau GPS
Drumul	Girocompas
Convorbirile de pe punte	Microfoane

Convorbirile cu exteriorul	VHF Radiotelefon
Date despre ținte	Radar
Adâncimea	Sonda ultrason
Activarea alarmelor la bord	Pupitrul de monitorizare al alarmelor
Comanda la cârmă și răspunsul	Axiometre, și pilot automat dacă nava are în dotare
Comanda la mașină și răspunsul	Telegrafe sau telecomenzi precum și comenzile la bow sau stern thruster dacă nava are în dotare
Situația deschiderilor în corp (închis-deschis)	Sistemul de monitorizare al deschiderilor în corp
Închiderea și deschiderea ușilor de incendiu și uși etanșe	Sistemul de monitorizare al ușilor de incendiu și al ușilor etanșe
Tensiuni normale și tangențiale în corp	Sistemul de monitorizare a tensiunilor normale și tangențiale în corp
Viteza și direcția vântului	Anemogiruetă

Compunerea sistemului

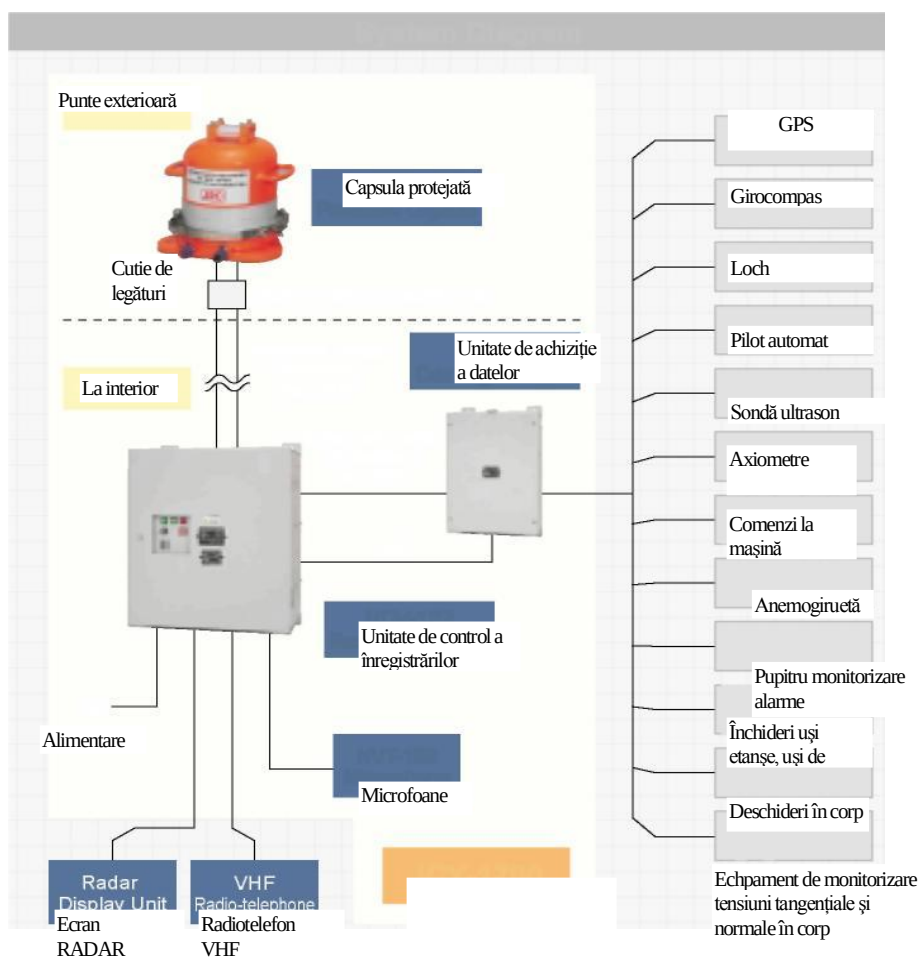
Sistemul este compus din senzori pentru datele ce urmează a fi înregistrate, o unitate de achiziție a datelor, unitate de control al înregistrărilor, capsulă protejată, sistemele de alimentare de bază și de rezervă.

Unitatea de control înregistrărilor analizează datele primite de la unitatea de achiziție a datelor sau direct de la anumite echipamente de la bord și trimite apoi datele la capsula protejată. Comandantul navei sau armatorul are posibilitatea să vizualizeze aceste date printr-o interfață ușor accesibilă astfel încât pot folosi aceste date în conducerea eficientă a navei.

La unitatea de control a înregistrărilor se poate cupla echipamentul de verificare a bunei funcționări a VDR, echipament cu care sunt dotate firmele atestate de IMO pentru a efectua verificările anuale obligatorii.

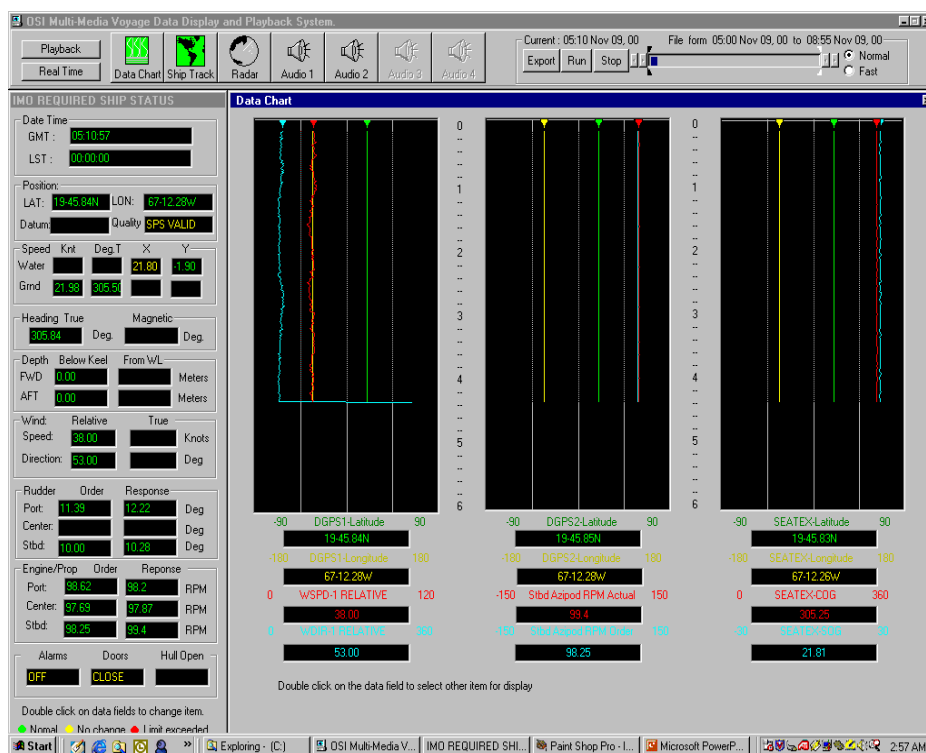
Capsula protejată este, de fapt, acea cutie neagră navală ce conține în final datele necesare analizării cauzelor sinistrului naval. Aceasta trebuie să poată memora datele pentru ultimele 24 de ore din voiaj, să reziste în apa mării timp de 30 de zile la o presiune de minim 60 Mpa (6000m adâncime) și expunere la temperatură 1100 °C pentru o oră și 260 °C pentru 10 ore.

Trebuie, de asemenea, să reziste la o presiune obținută în urma căderii unei bare de oțel de 250 kilograme de la 3 metri înălțime, având diametrul secțiunii de 100 mm.



VDR - schema bloc

VDR își dovedește utilitatea și în domeniul supravegherii traficului maritim de către armator, în controlul executării cartului de navigație de către comandant, precum și în studiul asupra funcționării unor sisteme de la bord, cele mai multe sisteme deținând și un sistem de vizualizare a datelor înregistrate.



Afișarea datelor înregistrate

BIBLIOGRAFIE

1. *** IEC Regulation 61996;
2. *** IMO Resolution A861;
3. *** www.sperrzmarine.northroprogramman.com

NEW SERIES OF GYRO-COMPASS

Prof. univ. dr. ing. Francisc BOZIANU

Veronica BOZIANU

Academia Navală „Mircea cel Bătrân”, Constanța

Abstract

The work presents a particular method on the determination of ship's course by optical fibre laser gyro-compass. The laser gyro-compass qualitatively differs from all the other types of gyro-compasses, so that the angular momentum carrier under the form of a flywheel and the other afferent parts have been given up. The measurement of absolute speed of rotation is performed by two coherent light beams propagating in the opposite along circular outline of optical fibre. Due to the ring rotation, the two rays cover the path in different times, the time difference being directly proportional to the rotation speed of optical fibre ring. Taking into account that the gyro-laser doesn't determine the rotation direction, for determining the ship's course we use three gyro/lasers, each of them determines the component on an axis rotation, that is the problem treated in this work.

1 THE OPERATING PRINCIPLE OF OPTICAL FIBRE GYRO-LASER

The optical fibre gyroscope is a laser gyroscope having as its annular propagating medium the optical fibre; it has the advantage over the triangular mirror gyro-laser that it isn't subject to the capture (blocking) phenomenon of radiation. The capture phenomenon of radiation is present to the mirror gyro-laser and it is a consequence of interpenetration of energy of the two radiating beams propagating in opposite directions and a result of laser radiation dispersion (spreading) on the mirror surfaces so that at low rotation speed of the system, the frequency difference is zero[2].

The laser gyroscope is performed by an optical fibre ring of radius R (fig.1.a) in which two monochromatic light rays are propagated in opposite directions with the propagation speed c , starting at once (simultaneously) from the point M .

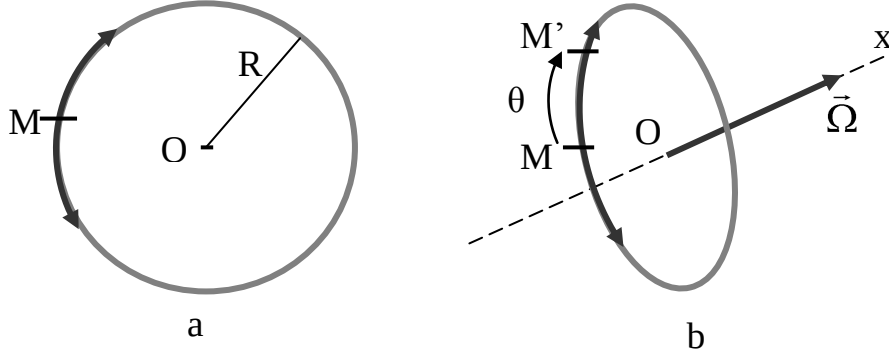


Fig.1 - The optical fibre gyro-laser

The propagation time of the two laser rays is measured by a very sensitive detector also arranged in point M , so that the path travelled by the two rays is the circle circumference, $L = 2\pi R$ and the propagation time is [3]:

$$T = L/c \quad (1)$$

At the same time, the ring turns round at the angular speed $\vec{\Omega}$ making the angle:

$$\theta = \Omega \cdot T \quad (2)$$

or it travels through the length, see fig.1.b.

$$l = R \cdot \theta \quad (3)$$

The ray propagating in the rotation direction of the ring will travel through the distance:

$$L_+ = L + l \quad (4)$$

And the ray propagating in reverse direction of the ring rotation will travel through the path:

$$L_- = L - l \quad (5)$$

Consequently, the two rays will travel through a difference of distance:

$$\Delta L = L_+ - L_- = 2l = 2R\Phi \quad (6)$$

The difference of distance induces a phase difference (shift) of the two laser rays. Considering the wavelength γ , equivalent to a phase difference (shift)

equal to 2π corresponding with a path difference ΔL , it will correspond to it a phase shift $\Delta\phi$ of the two laser rays:

$$\Delta\phi = \frac{2\pi \cdot \Delta L}{\lambda} \quad (7)$$

Substituting ΔL from the previous relations, it results:

$$\Delta\phi = \frac{4\pi R L}{\lambda c} \Omega = \frac{8\pi^2 R^2}{\lambda c} \Omega = \frac{8\pi A}{\lambda c} \Omega \quad (8)$$

Where:

A = area of optical fibre ring

R = radins of ring

λ = wavelength of laser rays

c = velocity of light

Ω = angular speed of gyro-laser (roll and pitch ship's.

It has been found that the phase shift of laser rays is direct proportional to the angular rotation speed of optical fibre ring.

Taking into account the relations between the difference of time Δt and the frequency difference Δf and between the difference of time Δt and the difference in phase $\Delta\phi$, we have[1]:

$$\Delta f = f \frac{\Delta t}{t}; \quad \Delta t = \frac{\Delta\phi}{2\pi f}; \quad t = \frac{2\pi R}{c}; \quad (9)$$

and considering the relation (8) it results:

$$\Delta f = \frac{2R}{\gamma} \Omega = \frac{2A}{\pi R \gamma} \Omega \quad (10)$$

It has been found that the frequency difference Δf of laser rays is direct proportional to the angular rotation speed of optical fibre ring.

The optical fibre gyro-laser as a sensor of angular rotation speed has a wide measuring range. The theoretical value of maximum limit of measurement is determined by the band-pass width of the optical fibre ring and the theoretical value of the minimum limit is determined by the width of vibrational spectrum generated by the annular laser.

2 THE CONSTRUCTION PRINCIPLE OF OPTICAL FIBRE GYRO-LASER

If the vector $\vec{\Omega}$ has any orientation to the measuring axis $\vec{n}$ of the gyro-laser (fig.2), taking into account the relation (10), the output signal can be written:

$$\Delta f = \frac{4A}{L\lambda} \vec{\Omega} \cdot \vec{n} = \frac{4A}{L\lambda} \Omega \cos \alpha = k \Omega \cos \alpha \quad (11)$$

where:

α is the angle between $\vec{\Omega}$ and $\vec{n}$.

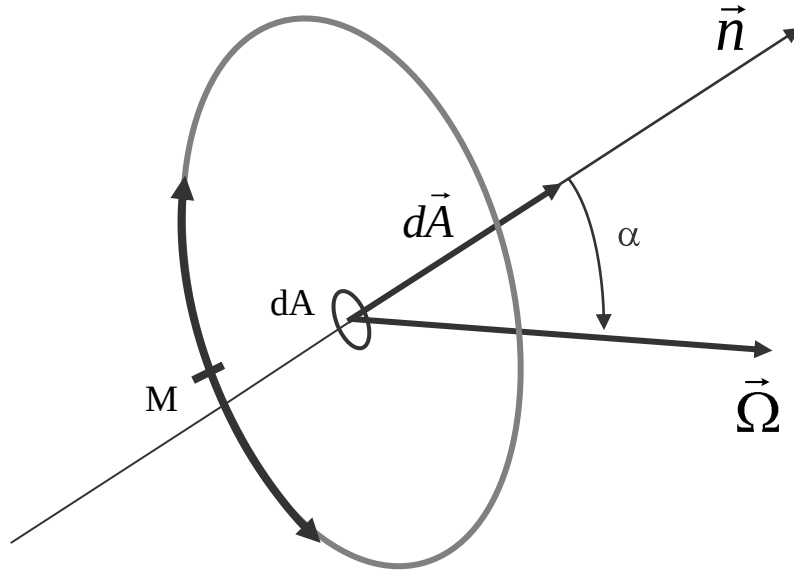


Fig. 2 – The rotation of the ring to any direction

In general, if $d\vec{A} = \vec{n} \cdot dA$ is the oriented area element, A being the area of the surface limited by the length of the optical fibre ring (fig.2), the relation (11) can also be written:

$$\Delta f = \frac{4}{L\lambda} \int_A \vec{\Omega} \cdot d\vec{A} = \frac{4\Omega}{L\lambda} \int_A dA \cos \alpha \quad (12)$$

From the relation (12) it has been found that if the vector which is to be measured, $\vec{\Omega}$, doesn't coincide with the measuring axis when $\cos \angle(\vec{\Omega}, d\vec{A}) \neq 1$, then for measuring the vector $\vec{\Omega}$ of any direction, having three orthogonal components $\vec{\Omega}_x$, $\vec{\Omega}_y$, $\vec{\Omega}_z$ it is necessary to use three ring-shaped gyro-lasers having their measuring axes oriented to the axes of trihedron (trihedral angles) Oxyz (fig.3).

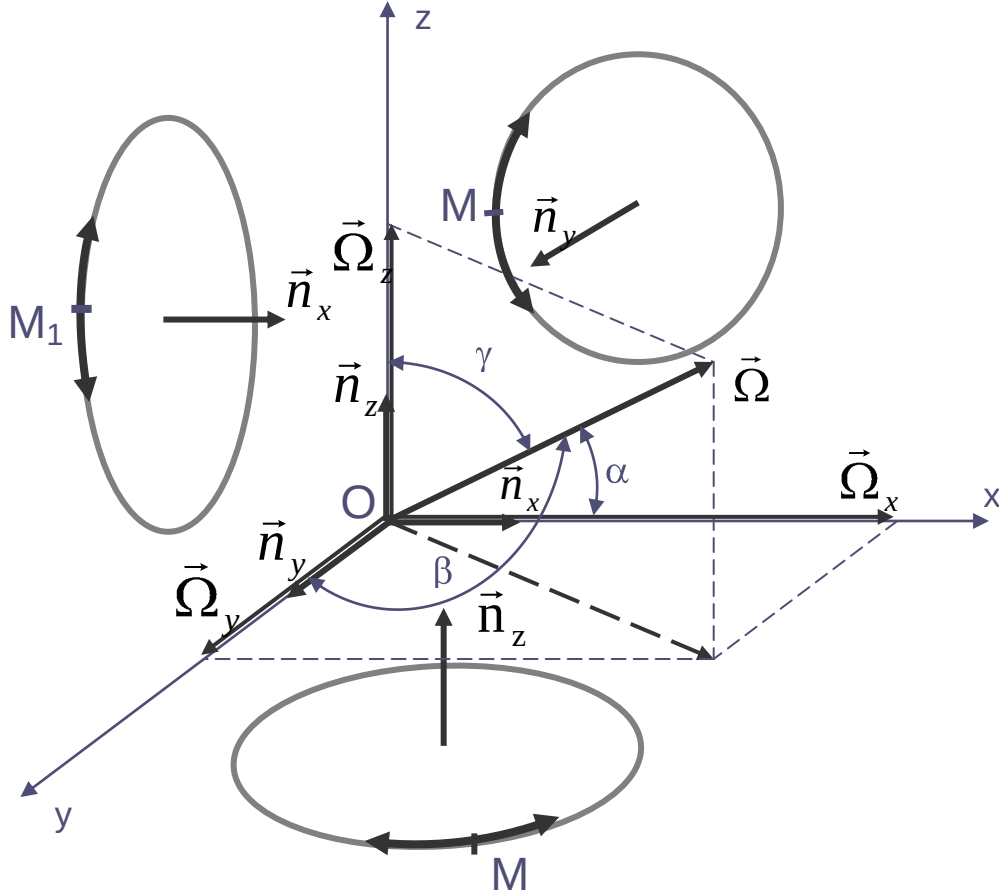


Fig. 3 – Gyrometer with three gyro-lasers

If the orientation of the vector $\vec{\Omega}$ to the axes of the reference system Oxyz is given by the angles α , β and γ according to the relation (11) it can be written:

$$\begin{cases} \Delta f_x = k_x \Omega \cos \alpha \\ \Delta f_y = k_y \Omega \cos \beta \\ \Delta f_z = k_z \Omega \cos \gamma \end{cases} \quad (13)$$

where:

$\Delta f_x, \Delta f_y$ and Δf_z are the useful signals from the three gyro-lasers and k_x, k_y and k_z are the proper proportionality factors.

As:

$$\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2 \gamma = 1$$

it results that:

$$\Omega = \sqrt{\left(\frac{\Delta f_x}{k_x}\right)^2 + \left(\frac{\Delta f_y}{k_y}\right)^2 + \left(\frac{\Delta f_z}{k_z}\right)^2} \quad (14)$$

The direction of the vector $\vec{\Omega}$ is determined by calculating the angles α, β and γ by means of the relations:

$$\cos \alpha = \frac{\Delta f_x}{k_x \Omega}; \cos \beta = \frac{\Delta f_y}{k_y \Omega}; \cos \gamma = \frac{\Delta f_z}{k_z \Omega} \quad (15)$$

The vector $\vec{\Omega}$ represents the vector resulted between the angular velocity of the Earth rotation $\vec{\omega}_t$ and the vector of the ship's angular speed $\vec{\omega}_N$ (fig.4 and 5):

$$\vec{\Omega} = \vec{\omega}_t + \vec{\omega}_N \quad (16)$$



Fig. 4 – The angular speed measured by the optical fibre laser gyro-compass

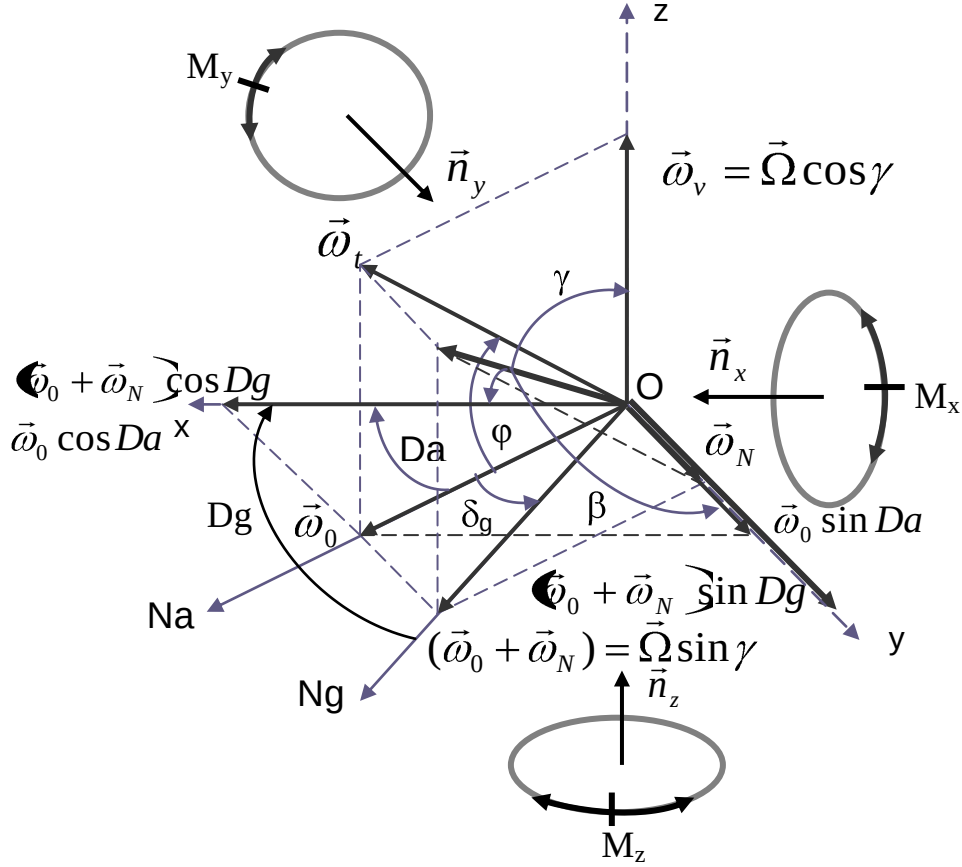


Fig. 5 – The optical fibre laser gyro-compass

The gyro-laser M_x measures the angular speed on Ox axis, $(\vec{\omega}_0 + \vec{\omega}_N) \cos Dg = \vec{\Omega} \cos \alpha$, resulting the frequency difference Δf_x :

$$\Delta f_x = k_x \cdot |\vec{\omega}_0 + \vec{\omega}_N| \cos Dg = k_x \cdot \Omega \cos \alpha \quad (17)$$

The gyro-laser M_y measures the angular speed on Oy axis, $(\vec{\omega}_0 + \vec{\omega}_N) \sin Dg = \vec{\Omega} \cos \beta$, resulting the frequency difference Δf_y :

$$\Delta f_y = k_y \cdot |\vec{\omega}_0 + \vec{\omega}_N| \sin Dg = k_y \cdot \Omega \cos \beta \quad (18)$$

The gyro-laser M_z measures the angular speed on O_z axis, $\vec{\omega}_v = \vec{\omega}_t \sin \varphi = \vec{\Omega} \cos \gamma$, resulting the frequency difference Δf_z :

$$\Delta f_z = k_z \cdot \omega_t \sin \varphi = k_z \cdot \Omega \cos \gamma \quad (19)$$

The modulus of the vector $\vec{\omega}_0 + \vec{\omega}_N$ is calculated by means of the relation:

$$|\vec{\omega}_0 + \vec{\omega}_N| = \Omega \sin \gamma \quad (20)$$

From the relations (17, 18, 19, 20) it results:

$$\cos Dg = \frac{\Delta f_x}{k_x \cdot \Omega \sin \gamma}; \quad \sin Dg = \frac{\Delta f_y}{k_y \cdot \Omega \sin \gamma} \quad (21)$$

As a result, the optical fibre gyro-laser indicates the gyro-compass course obtained by solving the expressions (21):

$$\begin{cases} Dg = \arccos \frac{\Delta f_x}{k_x \cdot \Omega \sin \gamma} \\ Dg = \arcsin \frac{\Delta f_y}{k_y \cdot \Omega \sin \gamma} \end{cases} \quad (22)$$

REFERENCES

1. Aron, I., Racicovschi, D. V., *Giromotoare electrice și giroscopice neconvenționale*. Editura Tehnică, București, 288-291 (1986).
2. Belea, C., *Sisteme Giroscopice și aplicațiile lor*, Editura Scrisul Românesc, Craiova, 135-149, (1986).
3. Bozianu Fr., *Construcția neconvențională a girocompaselor navale*, Editura Academiei Navale "Mircea cel Bătrân", Constanța, 2001.
4. Lungu, R., *Echipamente și sisteme giroscopice*, Editura Universitaria, Craiova, 1997.

MATHEMATICAL MODELS AND OPTIMIZATIONS OF NAVAL SAIL SYSTEMS

Cpt. cdor. prof. mil. dr. ing. Constantin MARALOI

Academia Navală „Mircea cel Bătrân”, Constanța

Abstract

The paper presents mathematical models and methods for the optimization of wind propelled sail profiles. In order to solve limit issues, direct or inverse methods have been used. Both cases of wind circulation around the sail profile and circulation-free cases have been approached. For sail optimization purposes, flaps sails are considered assimilated to a point-vortex.

Key words and phrase: Direct and inverse problem; Jensen's inequality; current tubes methods; optimization problem.

1 Introduction

In this paper aerodynamique profiles theory we will use in order to solve and optimization mathematical models for naval sail systems. We consider rigide sails, plates rights or curves and search optimal shape for maximal propulsion in two limit cases, wind rectangular on the plate and wind paralel with profile chord. For optimization of performances, we study flaps sail model. These researches have start point theoretical and practical experiments of Naval Academy "Mircea cel Batran". I present now theoretical model for plate sail used the hidrodynamic potential theory with free surfaces. The stationary potential plane flow of an inviscid fluid is considered in the absence of mass forces.

Relating the velocity field $\vec{v} = u\vec{i} + v\vec{j}$, $u = u(x, y)$, $v = v(x, y)$ to the frame in the physical flow domain D_z , $z = x + iy$, then within the hypothesis as well as from the continuity equation $\text{div} \vec{v} = 0$ and the condition for an irrotational flow $\text{rot} \vec{v} = 0$ [3] [9], we have.

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0, \quad \frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

In this case, $\vec{v} = \text{grad}\varphi(x, y)$, and the velocity potential $\varphi = \varphi(x, y)$ is a harmonic function, $\Delta\varphi = 0$ in D_z . By introducing the stream function $\psi = \psi(x, y)$, the harmonic conjugate of φ in D_z , $\Delta\psi = 0$ in D_z , the relations (2) are obtained:

$$u = \frac{\partial\varphi}{\partial x} = \frac{\partial\psi}{\partial y}, \quad v = \frac{\partial\varphi}{\partial y} = -\frac{\partial\psi}{\partial x} \quad (2)$$

Thus, the complex potential of the flow is considered to be $f = f(z)$ and the complex velocity $w = w(z)$:

$$f(z) = \varphi(x, y) + i\psi(x, y), \quad w = \frac{df}{dz} = u - iv \quad (3)$$

In the hodograph plane (V, θ) , where $V = \sqrt{u^2 + v^2}$ is the magnitude of the velocity and $\theta = \arg w = \arctg \frac{v}{u}$ the complex velocity angle with $x'Ox$ axis, the following relations can be written:

$$W = V + i\theta, \quad u = V \cos\theta, \quad v = V \sin\theta, \quad w = Ve^{i\theta} \quad (4)$$

With (4), the transition relation $f = f(z)$ is obtained:

$$d\varphi + i d\psi = (u - iv)(dx + idy) \quad (5)$$

In the case of free surface flow, the domain D_z is generally bounded by polygonal rigid walls, curvilinear obstacles and stream lines detaching from walls or obstacles. Along these free lines the velocity, the pressure and the density are $V^0, p^0, \rho = \rho^0 = \text{const}$. Applying Bernoulli's law for incompressible fluids [$\rho = \text{const}$] along a streamline [3], [9], $\psi = \text{const}$, we have.

$$\frac{1}{2}V^2 + \frac{p}{\rho} = \frac{1}{2}V^{02} + \frac{p^0}{\rho} \quad (6)$$

In the hypothesis (Hyp), we generally consider the plane parallel to infinity flow of an inviscid fluid which encounters a curvilinear obstacle $\lim_{|z| \rightarrow \infty} \vec{v} = V^0 \vec{i}$. The Ox axis is the symmetry axis. This is the "Helmholtz model" of the symmetrical obstacle in unlimited fluid. The repose zone is downstream and is delimited by obstacle and free lines. In the case of a curvilinear domain D_z it is generally difficult to obtain directly $f = f(z)$ and

$w = w(z)$ by solving the boundary problem, therefore, it should be introduced a canonic auxiliary domain $D_\zeta = \xi + i\eta$. In this paper, we choose the half-plane $D_\zeta^+ = \xi + i\eta, \eta > 0$, as canonic domain, we give some theoretic and applied results and we emphasize the computation techniques for analytic functions or nonlinear operators. We try to determine the analytic function $f = f \zeta^-$ which is the conformal mapping $D_f^+ \leftrightarrow D_\zeta^+$, with:

$$f(\zeta) = 0, \quad \xi = \psi_\eta, \quad \eta = \psi_\xi \quad (7)$$

In order to obtain the analyticity conditions for the velocity $W(V, \theta)$ in D_ζ^+ , we introduce the Jukovski's function ω [6], by considering $V \rightarrow V^0$ along the free lines:

$$\omega = t + i\theta, \quad V = V^0 e^{-i\omega}, \quad t = \ln \frac{V^0}{V}, \quad 0 \leq V \leq V^0 \quad (8)$$

$$\theta_\psi = t, \quad \theta = t_\psi, \quad \theta = \psi_t, \quad t = \psi_\theta, \quad \omega_{\bar{f}} = 0, \quad f_{\bar{\omega}} = 0 \quad (9)$$

Now, we consider the following theorems.

THEOREM 1 *In the hypothesis (Hyp), if there is a conformal mapping $f = f \zeta^-$, $f = 0$, with $D_f^+ \leftrightarrow D_\zeta^+$, then $z = z \zeta^-$ is analytic with $D_\zeta^+ \leftrightarrow D_\zeta^+$.*

THEOREM 2 *In the hypothesis (Hyp), if the function f is analytic in ζ and realizes a conformal mapping $D_f^+ \leftrightarrow D_\zeta^+$, then $\omega = \omega \zeta^-$ is analytic and it is the conformal mapping $D_\omega^+ \leftrightarrow D_\zeta^+$.*

Writing the relation (5) along a stream line $\psi = \text{const}$ and using Theorem 1, one obtains the equations of this stream line (obstacle, free lines) and with: $\eta = 0 \quad \frac{\partial}{\partial \eta} \Big|_{\eta=0} = 0$, we have

$$x(\xi) = \int_{\xi_0}^{\xi} \xi \frac{\cos \theta}{V} d\xi + x_0, \quad y(\xi) = \int_{\xi_0}^{\xi} \xi \frac{\cos \theta}{V} d\xi + y_0 \quad (10)$$

In order to obtain the functions $V = V \zeta^-$ and $\theta = \theta \zeta^-$, we carry out Theorem 2 and solve a mixed Riemann-Hilbert or Volterra problem for $\omega = \omega \zeta^-$, [2], [9]. By (8), we then obtain $w = w \zeta^-$. Thus, the movement $f = f \zeta^-$, $w = w \zeta^-$ (or parametric $f = f \zeta^-$, $w = w \zeta^-$) is obtained by the composition $D_f^+, D_z^+, D_\omega^+ \leftrightarrow D_\zeta^+$. Next, we realize Theorems 1 and 2 for the "Helmholtz model" obtaining the integral singular equations for direct and inverse problems too. So, in the conditions stated above, we consider the plane

flow of an unlimited fluid, moving infinitely upstream in an uniform translation movement of velocity $V^{\bar{0}} = V^{0\bar{i}}$. The fluid hits a symmetrical curvilinear obstacle (BOB') and in the points B and B' , the free streamlines (BC) and $(B'C')$ of $V^{\bar{0}}$ velocity are detached. The $x'Ox$ axis is the symmetry axis A_oO . The point A_o is at infinity upstream, $V^{\bar{0}} = V^{0\bar{i}}$. The free lines arc asymptotically parallels to $x'Ox$ axis, $V^{\bar{0}} = V^{0\bar{i}}$. $(CBOB'C')$ will be the repose zone behind the obstacle and $V^{\bar{0}} = 0$. We consider the correspondence between the domains D_z^+, D_f^+, D_w^+ with the half-plane $D_{\zeta}^+, \eta > 0$, so that the boundary (A_oOBC) will be replaced by the $\eta = 0$ axis,

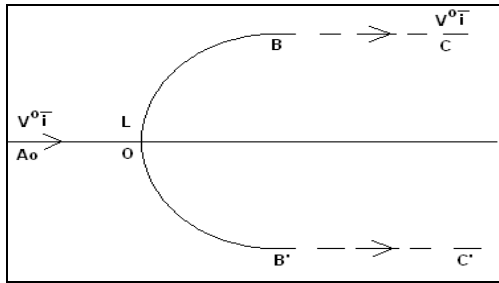


Fig. 1

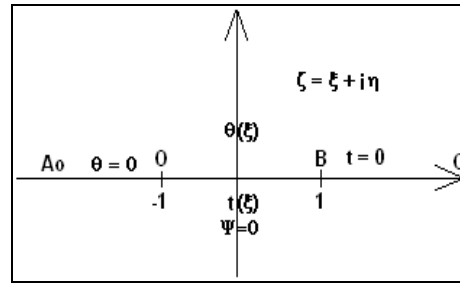


Fig. 2

$\xi \in (-\infty, \infty)$, $A_o \in (-\infty, 0)$, $0 \in (0, 1)$, $B \in (1, \infty)$, $C \in (-\infty, \infty)$ (Fig.2). So, the obstacle (OB) is the segment $(-1, 1)$ and, in the physical plane D_z , the length of (OB) is L .

2 The deduction of the integral equations for plate sails with rectangular wind on plate

In order to determine the complex potential $f = \varphi + i\psi$ in the half-plane $D_{\zeta}^+, \eta > 0$, we have to solve the following Dirichlet problem: find an analytic function $f(\zeta) = \varphi + i\psi$ in $\eta > 0$ such that $\psi = 0$ on $\eta = 0, \xi \in (-\infty, \infty)$. The solution of this problem is:

$$f(\zeta) = A\zeta, A > 0, \frac{\partial}{\partial \xi} \Big|_{\eta=0} = A, \frac{\partial}{\partial \eta} \Big|_{\eta=0} = 0 \quad (11)$$

We determine $\omega = \omega(\zeta)$ in two manners. We have to find the analytic function $\omega = \omega(\zeta) = t + i\theta$ in $\eta > 0$ knowing the following values on the boundary $\eta = 0$: $\theta = 0, \xi \in (-\infty, -1)$, $\theta = \theta(\xi)$ or $t = t(\xi), \xi \in (-1, 1)$, $t = 0, \xi \in (1, \infty)$. These are mixed problems and we transform them into Dirichlet problems for the analytic functions S_1, S_2 in $\eta > 0$.

$$S_1(\zeta) = R_1 + iI_1 = \frac{\omega(\zeta)}{\sqrt{(\zeta+1)}}:$$

$$R_1 = 0, \zeta \in (-\infty, -1) \cup (-1, +\infty); R_1 = \frac{t(\zeta)}{\sqrt{\zeta+1}}, \zeta \in (-1, 1)$$

$$S_2(\zeta) = R_2 + iI_2 = \frac{\omega(\zeta)}{\sqrt{(\zeta-1)}}:$$

$$R_2 = 0, \zeta \in (-\infty, 1) \cup (1, +\infty); R_2 = \frac{t(\zeta)}{\sqrt{1-\zeta}}, \zeta \in (-1, 1)$$

From the Cisotti formula we have:

$$\omega(\zeta) = \frac{\sqrt{\zeta+1}}{\pi i} \int_1^{\infty} \frac{t(s)}{\sqrt{s+1}} \frac{ds}{s-\zeta} + C_1 i, \zeta \in D_{\zeta}^+ \quad (12)$$

or:

$$\omega(\zeta) = \frac{\sqrt{\zeta-1}}{\pi i} \int_1^{\infty} \frac{\theta(s)}{\sqrt{1-s}} \frac{ds}{s-\zeta} + C_2 i, \zeta \in D_{\zeta}^+ \quad (13)$$

with the constants $C_1 = 0, C_2 = 0$ if $V = -1 = 0$ and $t = -1 = +\infty$.

Applying the Sohotski-Plemelj formula [2], [3] to the Cauchy integrals (12), (13) when $\zeta = \xi, \eta = 0^+$ for $\xi \in (-1, 1)$ we obtain:

$$\theta(\xi) = \frac{\sqrt{\xi+1}}{\pi} \int_1^{\infty} \frac{t(\xi)}{\sqrt{s+1}} \frac{ds}{s-\xi}, \xi \in (-1, 1) \quad (14)$$

$$t(\xi) = \frac{\sqrt{\xi-1}}{\pi} \int_1^{\infty} \frac{\theta(\xi)}{\sqrt{1-s}} \frac{ds}{s-\xi}, \xi \in (-1, 1) \quad (15)$$

The singular integrals are taken in the sense of Cauchy's principal value. By (5), the arc element on $\{OB\}$ is:

$$ds = \frac{d\xi}{V(\xi)} S = \int_1^{\infty} A \frac{d\xi}{V(\xi)}, \xi \in (-1, 1) \quad (16)$$

and from (16) and (8) the length (OB) is:

$$L = A \int_1^{\infty} \frac{d\xi}{V(\xi)} = \frac{A}{V^0} \int_1^{\infty} e^{t(s)} ds \quad (17)$$

If the length L and the distribution of the velocity along (OB) are given, then the parameter A can be found. With these results we can emphasize the inverse problems for the "Helmholtz model" with curvilinear obstacle. If the distribution of the velocity $V = V(\xi)$, i.e. $t = t(\xi)$, or the pressure $p = p(\xi)$ on the profile (OB) are given, then (15) is a singular integral equation with the unknown function $\theta = \theta(\xi)$. Next, the functions $\omega = \omega(\xi)$, $w = w(\xi)$ may be deduced (see (12), (13)). The relations (10) give us the equation of the profile (OB) : $z = z(\xi) = \int_{\xi_0}^{\xi} \xi \frac{e^{i\theta}}{V} d\xi + z_0$. We remark that the relations (14), (15) are inversion formulae for: $\theta(\xi) \leftrightarrow t(\xi), \xi \in [1, 1]$.

2.1 The problem of the normal plate in unlimited flow

Let us consider in the same hypothesis the plane flow of an unlimited fluid, moving infinitely upstream in an uniform translation movement of velocity $V^0 = V^{0i}$ which encounters the symmetric plate (BOB') . Similarly, the free streamlines (BC) and $(B'C')$ are detached in the points B and B' . This is the Helmholtz's problem. We will solve this direct problem by means of the results of Sections 2 and 3 prescribing along the plate $\theta(\xi) = \frac{\pi}{2}, \xi \in [1, 1]$.

Due to the symmetry, we consider the physical half-plane $D_z^+, y > 0$, delimited by (A_0OBC) with the same correspondence in the half-plane $D_\zeta^+, \eta > 0$. Thus, replacing $\theta(\xi) = \frac{\pi}{2}$ in (15) we get the distribution of the velocity on the plate (OB)

$$t(\xi) = \frac{1}{2} \ln \frac{\sqrt{2} + \sqrt{1-\xi}}{\sqrt{2} - \sqrt{1-\xi}}, V(\xi) = V^0 \frac{\sqrt{2} - \sqrt{1-\xi}}{\sqrt{2} + \sqrt{1-\xi}}^{\frac{1}{2}}, \xi \in (1, 1) \quad (18)$$

It's clear that $V(\xi) = V(\xi) = -1 = 0$ and $V(B) = V(\xi = 1) = V^0$. Computing length of the plate (BOB') and using the relations (18), (17) we have $L = \frac{A}{V^0} \frac{\pi + 4}{2}, A = \frac{2LV^0}{\pi + 4}$. Knowing F and V^0 one determines the parameter A . To compute the distribution of the velocity along (A_0O) with $\theta = 0$, we remake the computations of Section 3 with distribution (18) and we get

$$t(\xi) = \frac{\sqrt{1-\xi}}{\pi} \int_1^{\frac{1}{\xi}} \frac{t(s)}{\sqrt{1+s}} \frac{ds}{s} = \frac{1}{2} \ln \frac{\sqrt{1-\xi} + \sqrt{2}}{\sqrt{1-\xi} - \sqrt{2}}, \xi \in (0, 1) \quad (19)$$

$$V = V^0 \frac{\sqrt{1-\xi} - \sqrt{2}}{\sqrt{1-\xi} + \sqrt{2}}^{\frac{1}{2}}, \xi \in (0, 1) \quad (20)$$

$$P = \frac{\rho V^{0^2}}{2} \int_1^{\frac{1}{\xi}} \left(1 - \frac{V}{V^0}\right)^2 \frac{A}{V(\xi)} d\xi = \frac{\rho V^{0^2}}{2} A \int_1^{\frac{1}{\xi}} \sqrt{\frac{1-\xi}{1+\xi}} d\xi = \pi A \frac{\rho V^{0^2}}{2} \quad (21)$$

Then using (19), the drag coefficient is given by

$$C_x^P = \frac{2\pi}{\pi + 4} = 0,87980 \quad (22)$$

Propulsion force will be equal with $C_x^P S$, where S is plate area.

2.2 The problem of the curve plate in unlimited flow

Let us consider that the unlimited fluid encounters the symmetrical, curvilinear, upstream convex obstacle (BOB'). The free lines (BC), ($B'C'$) are detached in the points B , B' and will be infinitely downstream parallel to the Ox axis. Our purpose is to find the shape of the obstacle with maximal drag. The length of the curve ($B'OB$) is given and is equal to $2L$. These profiles of maximal drag are called "deflectors" or "impermeable parachutes", and they still correspond to the "Helmholtz model". They are very important in relation with applications to the thrust reversal devices or the direction control of the reactive vehicles. We notice also other applications to the slowing by fluid jets or to the jet flaps systems from the airplanes wings.

Within the hypothesis of Section 3 and V^0 , L being given we ask the condition of maximum P in (26) and we want to determine the distribution of the velocity on the profile (OB), i.e. $V = V(\xi)$ or $t = t(\xi)$, $\xi \in (0, 1]$. The resultant P [3] is,

$$P = \frac{i\rho V^{0^2} L}{2} \frac{\oint k_\xi e^{i\omega(s)} d\xi}{\int_1^{\frac{1}{\xi}} e^{i\omega(s)} ds} = \frac{\rho V^{0^2} L}{2\pi} \frac{\int_1^{\frac{1}{\xi}} \frac{t(s)}{\sqrt{1+s}} ds}{\int_1^{\frac{1}{\xi}} e^{i\omega(s)} ds} \quad (23)$$

We write: $P = \frac{\rho V^{0^2} L}{2} J[t]$ where the nonlinear functional:

$$J(t) = \frac{\int_1^t \frac{t(s)}{\sqrt{1+s}} ds}{\int_1^t e^{t(s)} ds} \quad (24)$$

must be maximized. To assure the convergence of the integrals and using (17) and $V(\xi) = -1 \Rightarrow 0$ we put $V(\xi) = \frac{(1+\xi)^\alpha}{2} g(\xi)$ with $0 < \alpha < 1$ and $g(\xi) \neq 0$.

Without losing the generality, we choose $\alpha = \frac{1}{2}$. From $t(\xi) = \ln \frac{V^0}{V(\xi)}$ we have:

$$t(\xi) = G(\xi) + \ln \sqrt{\frac{2}{1+\xi}}, \xi \in (-1, 1), \quad (25)$$

where the term $G(\xi)$ is generated by $g(\xi)$. Introducing (25) in (24) we get

$$J[G] = \frac{\int_1^t \frac{G(s)}{\sqrt{1+s}} ds + 2\sqrt{2}}{\sqrt{2} \int_1^t \frac{e^{G(s)}}{\sqrt{1+s}} ds} \quad (26)$$

In order to find $G(\xi)$, the functional $J[G]$ is maximized to a functional $H[U] \geq H[G]$ whose maximum point may be easily computed and where the two functionals have the same value. The Jensen's inequality [7] is: if $f(\xi) \geq 0, g(\xi)$ are integrable functions on $[a, b]$, then:

$$\int_a^b f(x) e^{g(x)} dx \geq \left(\int_a^b f(x) dx \right) e^{\frac{\int_a^b f(x) g(x) dx}{\int_a^b f(x) dx}} \quad (27)$$

where the equality case holds if and only if $g(x)$ is a constant function.

Applying the Jensen's inequality for (26) we have:

$$J[G] \leq \frac{2(U+1)^2}{e^U} \equiv H[U(G)], U(G) \equiv \frac{\sqrt{2}}{4} \int_1^t \frac{G(s)}{\sqrt{1+s}} ds \quad (28)$$

In (28), the equality holds if and only if $G(\xi) \equiv G_0 = \text{const.}$ The functional $H[U]$ has a maximum point in $U_0 \equiv 1$, obtained by differentiation and $H_{\max} = H[U_0 = 1] = 8/e$. For $G(\xi) \equiv G_0 = 1$ in (28) we have equality and then $J_{\max} = J[G_0 = 1] = 8/e$. Using (25) we obtain:

$$t(\xi) = 1 + \ln \sqrt{\frac{2}{1+\xi}}, V(\xi) = \frac{V^0}{e} \sqrt{\frac{1+\xi}{2}}, \xi \in (-1, 1) \quad (29)$$

The result will be $P_{\max} = \frac{\rho V^{0^2} L}{2\pi} J_{\max} = \frac{4\rho V^{0^2} L}{\pi e}$. The maximal drag coefficient will be $C_x^{\Pi} = \frac{2P}{\rho v^{0^2} L}$, i.e:

$$C_x^{\Pi} = \frac{8}{\pi e} = 0,936797 \quad (30)$$

This result is in agreement with that obtained in [6] by Maklakov using the Levi-Civita method.

2.3 The deduction of the plate sail for maxim lift in a wind parallel with profil chord

We consider a simmetrical curve plate (AB) axa $x'x$ on profile chord and O in the middle of the chord and the wind is parallel with the chord. Let be $L(AB)$ length of (AB) and l length of chord knowns again, A_0A_1, BB_0 free lines with A_0AMB_0 stream line $\psi = 0$. We denote by $k = \frac{L-l}{l}$ and we will must determine optimal geometrical shape for maximum lift P (rectangular on chord)[6]. We consider T1, T2 theorems with integral equations (14), (15) and we will determine potential function $f = f(\zeta)$ and $\omega = \omega(\xi)$ in the upper half plane, $\eta \geq 0$; the plate (AB) being lateral acting of wind with the speed $V^0 i$. Let be $f(\zeta)$ complex potential and $\omega = \frac{df}{dx} = \frac{df}{d\zeta} \frac{d\zeta}{dz}$,

$$f(\zeta) = AV^0 \zeta; dz = \xi e^{i\theta} d\xi; \psi = 0, \eta = 0 \quad (31)$$

$$z(\xi) \int_1^\xi \varphi \xi \frac{e^{i\theta}}{V(\xi)} d\xi, dS = \varphi \xi \frac{d\xi}{V(\xi)} \quad (32)$$

$$L = AV^0 \int_1^1 \frac{d\xi}{V(\xi)} = A \int_1^1 e^{t(S)} dS, \quad (33)$$

The resultant of pressures is:

$$X + iY = i\rho V^{0^2} A \oint e^{\omega(\zeta)} d\zeta, \quad (34)$$

and because the simetry, $X = 0, Y = \rho V^0{}^2 A \int_1^l t(S) dS$.

The lift will be:

$$Y = \rho V^0{}^2 L J(t); J(t) = \frac{2 \int_1^l t(S) dS}{\int_1^l e^{t(S)} dS}, \quad (35)$$

Applying the Jensen's inequality at denominator of $J \leq I$. we search the velocity distribution on (AB) so that the functional $J(t)$ to be maximum; if:

$$1 \quad TJ$$

we note: $H = \int_1^l t(S) dS$ we will obtain: $J \leq I = H e^{-\frac{H}{2}}$ in the case equal the functional is $I_{\max}$.

For the maximum, the derived $I'(H) = 0$, with $H > 0$,
 $I' = e^{-\frac{H}{2}} (1 - \frac{H}{2})$.

For $H=2$, $I_{\max} = \frac{2}{e}$ and $t(\xi) = 1$. With (14), (12) we obtain:

$$A = \frac{L}{2e}, V = \frac{V^0}{e}, \theta(\xi) = -\frac{\sqrt{\xi+1}}{\pi} \int_1^\xi \frac{dS}{\sqrt{S+1}(S-1)} = \frac{1}{\pi} \ln \frac{\sqrt{2} + \sqrt{1+\xi}}{\sqrt{2} - \sqrt{1+\xi}}, \xi \in (-1, 1)$$

and with $\frac{1}{L} = \int_1^l \cos \theta(\xi) d\xi = \frac{2e}{e^2 - 1}$, $k = \text{sh}(e-1)$ [6].

From Y with $I_{\max}$ we obtain the lift coefficient:

$$C_y = \frac{Y}{\rho V^0{}^2 L} \leq C_{y\max}, C_{y\max} = \frac{2}{e} (1 + k). \text{ The optimal lift for plate will be:}$$

$$P_{\max} = C_{y\max} \times S, k = 0,175, C_{y\max} \approx 0,876$$

Wu and Whitney have studied this problem [6] with application at the flight of "para-slope". Also, Maklakov [6] has found this solution.

3 The problem of sail with flaps assimilated to a point-vortex

We consider the sail with an airfoil kind shape, having one third of the extrados toward the one flap attack board. Between the sail and the flap there is a breach through which a part, of the air flow is passing. Since the breach is narrow the air flow speed through it is greater than the speed of the

incidental flow on the sail and according to Bernoulli's relationship, the pressure is dropping on the extrados and a certain raise of the sail lift appear. We are considering the circulation movement around the sail and around the flap. This flap can be simulated by a vortex placed in the vicinity of the attack board toward the extrados. If the Jukovski transformation is applied, the profile becomes a circle in the (Z) plane and we have a translation potential $f_1(Z)$;

hence, the vortex potential is: $f_2(Z) = \frac{I_0}{2\pi i} \ln(Z - Z^*)$, in the presence of the circle. We obtain, with the help of Caius Tacob [1], [3] extended circle theorem, for sources and vortexes, the full potential of the incompressible fluid movement in the presence of the circle. By applying the Jukovski theory stating that in the stagnation points on the circle we must have zero speed, we obtain the flow's value on the profile and the hydrodynamic resultant. [1], [2], [3].

We consider the sail profile in a form of a thin ellipse.

We use the conformal representation principle to determine the complex potential of the fluid's movement which, at great distances, has the speed $V_0 e^{-i\alpha}$, in the presence of an obstacle with the exterior that we know to represent conformal on a circle exterior. In the obstacle vicinity, in the second quarter, there is a vortex having the intensity I , placed in a point z_1 ; the obstacle can have an angular point at the run board. The conformal transformation $Z = Z(z)$, according to the known theory, fulfils the conditions $Z(\infty) = \infty, Z'(\infty) = \lambda$ [1].

We consider the translation movement having the potential $f_1(Z) = V_0 e^{-i\alpha} Z$ and the vortex with $f_2(Z) = \frac{I}{2\pi i} \ln(Z - Z_1)$, Z_1 exterior to the circle C . Give $f_0(Z) = f_1(Z) + f_2(Z) + f_3(Z)$, where $f_3(Z) = \frac{-\Gamma}{2\pi i} \ln Z$, Γ being the flow on the circle $|z| = R$.

Knowing I, Γ can be determined from the study of the speed on the circle in the points corresponding to the stagnation points z^* on the profile [1], [3]. Hence, determining the complex potential $F = F(Z)$ and the speed $W = \frac{dF}{dZ} \frac{dz}{dz}$, $W_p = W_c \left(\frac{dz}{dZ}\right)^{-1}$, where $W_p(z^*) = 0$ the flow Γ can be obtained by placing the condition $\frac{dz}{dZ}\bigg|_C = 0$ [3]. If we assume that the circle C has the center in the origin, $f_1(Z) = V_0 e^{-i\alpha} Z$ and $F_0(Z) = \frac{\Gamma}{2\pi i} \ln(Z - Z_1)$, then the complex potential $F(Z)$ which has the same singularities as F_0 and f_1 , with $F(z)\big|_C = 0$, is [3].

$$F(Z) = f_1(Z) + f_1\left(\frac{R^2}{Z}\right) + F_0(Z) + F_0\left(\frac{R^2}{Z}\right) - \frac{\Gamma}{2\pi i} \ln \frac{Z}{R} + C, C \in \mathbb{R} \quad (36)$$

$$F(Z) = V_0 e^{-i\alpha} Z + \frac{V_0 e^{i\alpha}}{Z} + \frac{-\Gamma + I}{2\pi i} \ln Z + \frac{I}{2\pi i} \ln \frac{Z - Z_1}{Z - Z_1'} + C_1 \quad (37)$$

$$\frac{dF}{dZ} = V_0 \left(e^{-i\alpha} - \frac{e^{i\alpha}}{Z^2} \right) + \frac{-\Gamma + I}{2\pi i} \frac{1}{Z} + \frac{I}{2\pi i} \left(\frac{1}{Z - Z_1} - \frac{1}{Z - Z_1'} \right) \quad (38)$$

The stagnation points can be obtained from a forth degree equation.

For the ellipse $Z = \frac{z + \sqrt{z^2 - c^2}}{a + b}$ having the plate $b = 0$.

REFERENCES

- [1] Malaroi C, *Contribuții la optimizarea sistemului de vele al navelor*, teza de doctorat, Academia Română, București, 2005.
- [2] Maraloi C, *Experimental Researches For Determining The Propulsion parameters of the Hybrid-sail Ships*, Revue Roum. Sci.Tech. – Mec.Appl., Tome 50, n^o 3-4, P, Bucarest, 2005
- [3] Maraloi C, *Sisteme de hipersustentație cu volet-fantă la bordul de atac al velor hibrid*, Conferința Academiei Navale "Mircea cel Bătrân", Constanța, Proceedings CD, 2005.
- [4] Maraloi C, *Theoretical And Experimental Researches On The aerodynamics of the Ship's Sail System*, Conferința Caius Iacob, București, 2005.
- [5] Dragos L, *Fluid Mechanics* Ed. Academiei. Romane, București, 1999 (Romanian).
- [6] Elizarov A, Il'inski. B, Potashev V, *Inverse Boundary Value Problems In Aerohydrodynamics*, Fiz-Mat, Moskva, 1994 (Russian)
- [7] Lupu M, Nedelcu Ș, Poatelnicu A, *Mathematical Models And Optimizations of Nava Sail Systems*, Conferința Caius Iacob, București, 2005.
- [8] Iacob C, *Introduction mathematique a la mecanique des fluides*, Gauthier - Villars, Bucharest - Paris, 1959
- [9] Lupu M, Scheiber E, *Analytical Methods For Airfoils Optimization In the Case of Nonlinear Problems In Jet Aerodynamics*. Math. Reports. Academia Română, 1 (2001), pp. 33-43
- [10] Lupu M, Scheiber E, *Exact Solution For An Optimal Impermeable Parachute Problem*. J. Comput. and Applied Math., Elsevier, 147(2002), pp 227 - 286
- [11] Maklakov V, *Nonlinear Problems In Hydrodynamics*. Nonlinear problems in hydrodynamics.

- [12] Marcov N, Carabineanu A, *The Study Of The Fluid Flows With Free Lines by Nonlinear Integral Equations*, Math. Reports. Academia Română, 3(1999). pp. 359-377.
- [13] Nedelcu S, *O metodă numerică de calcul pentru turbinele de vânt cu ax vertical*, Revista Academiei Forțelor Aeriene, Braşov, 1(2005), pp. 7-10.

SAILS SYSTEMS WITH FLAPS FOR OPTIMIZATION OF SHIPS PROPULSION

Cpt. cdor. prof. mil. dr. ing. Constantin MARALOI

Academia Navală „Mircea cel Bătrân”, Constanța

Abstract

The aerodynamic shape of a sail, with an optimum curvature, assures a high performance in using the power of the wind. The paper describes the models and the practical methods to increase the wind pressure consumption, as well as to make easier the flowing of the consumed wind pressure. From the oldest times, the man used the wind as a propelling means for crafts. For a long time, they could sail before the wind as the sail propelling plants were primitive and at these times they didn't know the modern system of building and trimming of sails. In order to use the wind force for propelling a ship or craft, it is necessary a special arrangement that shored allow the spread of a cloth exposed to the wind.

1 Introduction

In our times, the problem of sail propulsion comes again ever more being of present interest and requires the development of some rules and principles more or less known till now from different persons.

The sail propulsion (sailing) must represent, at any rate, the prerogative of the sailing yacht owners or those who want to practice yachting but it must represent a main concern in looking for some new unconventional sources of unpolluted and endless propulsion.

2 A numerical method to determine the propulsion force obtained from wind energy by a rigid sail with aerodynamic profile

We suppose that the lift and drag coefficients for aerodynamic profile of sail are known functions of incidence angle, $C_L(i)$, $C_D(i)$, respective. We

consider that the motion direction of ship is reference axis and the position of sail and wind direction in relation with that are known by the angles β and γ_∞ . In sail's neighborhood wind velocity is smaller than at the great distance, $U < V_\infty$. We apply the current tubes method for to calculate U on the all sail's height [9]. We divide the sail in elements with the length Δh . We suppose rectangular form for the current tube with sizes Δh and $C_k \sin(\gamma_\infty - \beta)$ where C_k is chord's length of sail aerodynamic profile for k element. If the ship's velocity is $\vec{V}_n$, then the relative velocity of wind is the result of $\vec{U}$ and $-\vec{V}_n$, $\vec{U}_r = \vec{U} - \vec{V}_n$.

The incidence angle and U_r are:

$$\alpha_i = \arctan g \frac{U \cos \gamma_\infty + V_n}{U \sin \gamma_\infty} - \beta \quad (39)$$

$$U_r = \sqrt{U^2 + V_n^2 + 2UV_n \cos \gamma_\infty} \quad (40)$$

The aerodynamic forces that operate in a current tube and on the sail's element are: $\vec{L}$ (lift), $\vec{D}$ (drag), $\vec{F}_t$ (drive force), $\vec{F}_\infty$ (element's force on air in tube). The expression of those forces are:

$$L = \frac{1}{2} \rho C_k \Delta h C_L U_r^2; D = \frac{1}{2} C_k \Delta h C_D U_r^2;$$

$$F_t = L \cos x + D \sin x; F_\infty = L \cos(\gamma_\infty - x) - D \sin(\gamma_\infty - x)$$

where $x = -\arctan g \frac{U \cos \gamma_\infty + V_n}{U \sin \gamma_\infty}$. The force of air current in tube on sail's element is: $F_a = \rho C_k \sin(\gamma_\infty - \beta) \Delta h U (V_\infty - u)$. From equality of F_∞ and F_a the relation for the velocity in current tube result:

$$2 \sin(\gamma_\infty - \beta) \frac{U}{V_\infty} \left(1 - \frac{U}{V_\infty}\right) = \left[\left(\frac{U}{V_\infty}\right)^2 + \left(\frac{V_n}{V_\infty}\right)^2 + 2 \frac{UV_n}{V_\infty^2} \cos \gamma_\infty\right] \cdot [C_L \cos(\gamma_\infty - x) - C_D \sin(\gamma_\infty - x)] \quad (41)$$

The equation (41) is nonlinear for $\frac{U}{V_\infty}$. We apply an iterative method

for solving it. We consider a new variable, $a = 1 - \frac{U}{V_\infty}$ in (41) and from the obtained relation separate "a" of the rest: $a = f(a)$. The relation of iteration "n" and "n + 1" is: $A^{(n+1)} = f(a^{(n)})$, $a^{(1)} = 0$. If $|a^{(N+1)} - a^{(N)}| \leq \varepsilon$ (given) then

$a \approx a^{(N+1)}$. We calculate now U , x , i , L , D and Ft for k element. The drive force on the all element is: $F = \sum_{k=1}^{N1} (F_t)_k$.

3 The theoretical study of a Jukovski type profile-sail. Critical points analysis

From Jukovski theory we suppose that the conformal transformation unit circle profile was found.

$$z = Z + \frac{q^2}{Z} + \frac{q_2}{Z^2} + \dots \quad (42)$$

$$\frac{1}{\frac{dz}{dZ}} = 1 + \frac{q^2}{Z^2} + \frac{m}{Z^3} + \frac{n}{Z^4} + \dots \quad (43)$$

The speed on the circle will be calculated from $F(Z) = \Phi(Z) + i\psi(Z)$

$$W_C = \left. \frac{dF}{dZ} \right|_{Z=e^{i\theta}}; V_t \Big|_C = \frac{\partial \Phi}{\partial S} = \frac{\partial \Phi}{\partial \theta} \Big|_{Z=e^{i\theta}} \quad (44)$$

We have:

$$F(Z) = V_0 (Ze^{-i\alpha} + \frac{1}{Z^2} e^{i\alpha}) + \frac{\Gamma + I}{2\pi i} \ln Z + \frac{I}{2\pi i} \ln \frac{Z - Z_0}{Z - Z_0'} + C$$

$$\frac{dF}{dZ} = V_0 (e^{-i\alpha} - \frac{e^{i\alpha}}{Z^2}) + \frac{\Gamma + I}{2\pi i} \frac{1}{Z} + \frac{I}{2\pi i} (\frac{1}{Z - Z_0} - \frac{1}{Z - Z_0'}) \quad (45)$$

where: $Z_0 = de^{i\beta}$, $Z_0' = \frac{1}{d}e^{i\beta}$

$$W_C = V_0 e^{-i\alpha} \frac{(Z - Z_1)(Z - Z_2)(Z - Z_3)(Z - Z_4)}{Z^2 (Z - Z_0)(Z - Z_0')} \quad (46)$$

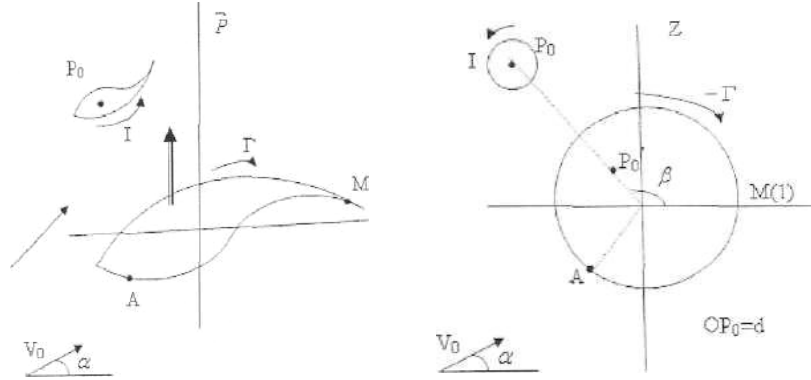
We have four critical points, and the numerator relation from $W_C \equiv 0$ gives us the following roots:

$$Z_j = r_j e^{i\theta_j}, j = 1, 2, 3, 4 \quad (47)$$

$$\begin{aligned}
 & Z^4 + Z^3 \left(\frac{-\Gamma + I}{2\pi i V_0} e^{i\alpha} + Z_0 + Z_0' \right) + \\
 & + Z^2 \left[\frac{\Gamma - I}{2\pi i V_0} (Z_0 + Z_0') e^{i\alpha} + Z_0 Z_0' - e^{2i\alpha} + \frac{\Gamma}{2\pi i V_0} e^{i\alpha} (Z_0 + Z_0') \right] + \quad (48) \\
 & + Z \left[\frac{I - \Gamma}{2\pi i V_0} e^{i\alpha} Z_0 Z_0' + (Z_0 + Z_0') e^{2i\alpha} \right] - Z_0 Z_0' e^{2i\alpha} \equiv 0
 \end{aligned}$$

$$r_1 r_2 r_3 r_4 = 1, \theta_1 + \theta_2 + \theta_3 + \theta_4 = 2\alpha + 2\beta + N\pi \quad (49)$$

Considering that $V_0, \alpha, \beta, d, \theta^*$ are known, with the unknown quantities Γ, I , hence, a system with four equations and two unknown quantities which enforce that the stagnation points $Z_1 = 1, Z_2 = e^{i\theta^*}$ and $Z_3 = r_3 e^{i\theta_3}, Z_4 = r_4 e^{i\theta_4}$ in the inversion position $r_3 r_4 = 1, r_3, r_4 = 1/r_3$, also $\theta_3 = \theta_4$. To obtain a big carrying capacity (the propulsion) is a must that the circulation $-\Gamma < 0, I > 0$ where the vortex is on the outside, in the vicinity of the attack board (quarter II) and $A(Z_2)$ in quarter III.



$$\theta^* + 2\theta_3 = 2(\alpha + \beta) + \pi \quad (50)$$

$$(Z^2 - S_1 Z + P_1)(Z^2 - S_2 Z + P_2) = 0, S_1 = 1 + e^{i\theta^*},$$

$$P_1 = e^{i\theta^*}, S_2 = \left(\frac{1}{r_3} + r_3 \right) e^{i\theta_3}, P_2 = e^{i\theta_3},$$

$$\theta_3 = (\alpha + \beta) - \frac{\theta^*}{2} + \frac{\pi}{2}, \beta = \frac{\pi}{2} + \beta', \theta^* = \pi + \varepsilon \quad (51)$$

Here, we choose $N = 1$; for $N = 2$ the position of Z_3, Z_4 will ask for a very big circulation $I + \Gamma$. Stream lines are outlined: $\Psi = \text{const}$, $\Phi = \text{const}$. for $x_0 = 1$, $\Gamma = 2\pi$, $I = \pi/2$, $d = 7/6$.

$$\Phi(e^{i\theta}) = 2V_0 \cos(\theta - \alpha) + \frac{\Gamma - I}{2\pi} \theta + \frac{I}{2\pi} \arctg \frac{(1 - d^2) \sin(\theta - \beta)}{(d^2 + 1) \cos(\theta - \beta) - 2d} \quad (52)$$

$$\frac{\partial \Phi}{\partial \theta} = -2V_0 \sin(\theta - \alpha) + \frac{\Gamma - I}{2\pi} + \frac{I}{2\pi} \frac{1 - d^2}{1 + d^2 - 2d \cos(\theta - \beta)} \quad (53)$$

$$V_t(C) = \frac{\partial \Phi}{\partial \theta} \Big|_C \equiv 0 \quad (54)$$

$$W_k \equiv -2iV_0 \sin(\theta_k - \alpha) + \frac{I - \Gamma}{2\pi i} + \frac{I}{2\pi} \frac{1 - d^2}{1 + d^2 - 2d \cos(\theta_k - \beta)} \quad (55)$$

Considering:

$$2V_0 \sin(\theta - \alpha) = -a_j, \quad 2\pi \frac{d^2 - 1}{d^2 + 1 - 2d \cos(\beta - \theta_j)} = b_j$$

$$\frac{\Gamma}{2\pi} + b_j I = a_j I = a_j, (j = 1, \dots, 4) \quad (56)$$

We have the system (56) with four equations and two unknown quantities Γ, I the requested grade must be 2 resulting that a Jukovski type profile can not be obtained for any prescribed parameters. Considering two equations with $a_1, b_1, a_2, b_2, b_2 \neq b_1$ we have:

$$\Gamma = \frac{a_1 b_2 - a_2 b_1}{b_2 - b_1}, I = \frac{a_1 - a_2}{b_1 - b_2} \quad (57)$$

$$\Gamma = 4\pi V_0 \sin \alpha + 2I \frac{1 - d \cos \beta}{d^2 + 1 - 2d \cos \beta}, \Gamma - I = 4\pi V_0 \alpha - \frac{I(d^2 - 1)}{d^2 + 1 - 2d \cos \beta} \quad (58)$$

for $z = 1$ and for $\theta = \theta_* = \pi = \varepsilon$ in (53):

$$\Gamma = 4\pi V_0 \sin(\varepsilon - \alpha) + 2I \frac{1 - d \cos(\alpha - \varepsilon)}{d^2 + 1 + 2d \cos(\alpha - \varepsilon)} \quad (59)$$

So, from (58), (59) if the movement would have been vortex free $I = 0$, $r = 4\pi V_0 \sin \alpha$ and in order to have a bigger Γ is a must that $1 - d \cos \beta > 0$, $\cos \beta < 1/d < 1$ hence, justifying the choice for $\beta \in (\arccos 1/d, \pi)$

effective in the second quadrant. By solving (58), (59), Γ and I can be obtained.

3.1 Aero-dynamic forces calculus

$$R_x - iR_y = \frac{i\rho}{2} \oint_{\mathcal{C}} \left(\frac{dF}{dz}\right)^2 \frac{1}{\frac{dz}{dZ}} dZ \quad (60)$$

$$M = -R \frac{\rho}{2} \oint_{\mathcal{C}} \left(\frac{dF}{dz}\right)^2 \frac{1}{\frac{dz}{dZ}} z(Z) dZ \quad (61)$$

Doing the math for (60), (61) with $F(Z)$, (45), (42), (43), we obtain (calculating the ∞ residuum):

$$R_x - iR_y = iqe^{-i\alpha} \left[4\pi V_0^2 \sin \alpha + \frac{IV_0(d^2 - 1)}{d^2 + 1 - 2d \cos \beta} \right] \quad (62)$$

where Γ is listed depending on I from (58), q is given by the Jukovski trasformation (42), (43) for efective profiles (elipse, plate, half-moon, thin wing). Saying that $K_1 = 2 \frac{1 - d \cos \beta}{d^2 + 1 - 2d \cos \beta}$, $K_2 = 2 \frac{1 - d \cos(\beta - \theta_*)}{d^2 + 1 - 2d \cos(\beta - \theta_*)}$ we obtain:

$$\Gamma = 4\pi V_0 \frac{K_1 \sin \alpha + K_2 \sin(\beta - \theta_*)}{K_1 - K_2}, \quad I = 4\pi V_0 \frac{\sin \alpha + \sin(\theta_0 - \alpha)}{K_2 - K_1} \quad (63)$$

For the elipse or the plate we have $Z = \frac{z + \sqrt{z^2 - c^2}}{a + b}$

$$z = \frac{1}{2} \left[(a + b)Z + \frac{a - b}{Z} \right]; \quad z = \frac{a}{2} \left(z + \frac{1}{z} \right) \quad (64)$$

$$\frac{dz}{dZ} = \frac{a + b}{2} \left[1 - \frac{a - b}{a + b} \frac{1}{Z^2} \right]; \quad \frac{dz}{dZ} = \frac{a}{2} \left(1 - \frac{1}{Z^2} \right); \quad Z(z_0) = Z_0 \quad (65)$$

The potential $F = F(Z)$ and the speed (45) with (52)

$$\Phi(e^{i\theta}) = (a + b)V_0 \cos(\theta - \alpha) + \frac{\Gamma - I}{2\pi} \theta + \frac{I}{2\pi} \operatorname{arctg} \frac{(1 - d^2) \sin(\theta - \beta)}{(d^2 + 1) \cos(\theta - \beta) - 2d} \quad (66)$$

$$V_k(e^{i\theta}) = -(a+b)V_0 \sin(\theta - \alpha) + \frac{\Gamma - I}{2\pi} \theta + \frac{I}{2\pi} \frac{1-d^2}{d^2 + 1 - 2d \cos(\theta - \beta)} \quad (67)$$

From the Kuta-Jukovski conditions for $\theta = 0$, $\theta = 0^*$, $V(0) = 0$, $V(\theta^*) = 0$ we determine Γ and I and then R , M .

REFERENCES

[1] Maraloi C, *Aspect On Endowing With A Shutter And Its Orientation For Increasing The Propelling Force Of Hybrid Sails*, 3-rd International conference on electrical and power engineering Epe 2004, october 7-8, 2004, Iași – Romania

[2] Maraloi C, *Sisteme de Hipersustentație cu Volet-fantă la Bordul de Atac al Velelor Hibrid*, Conferința Academiei Navale "Mircea cel Bătrân", Constanța, Proceedings CD, 2005.

[3] Maraloi C, *Theoretical and Experimental Researches On The Aerodynamics of the Ship's Sail System*, Conferința Caius Iacob, București, 2005.

[4] Dragos L, *Fluid Mechanics* Ed. Academiei. Romane, București, 1999 (Romanian).

[5] Elizarov A, Il'inski. B, Potashev V, *Inverse Boundary Value Problems In Aerohydrodynamics*, Fiz-Mat, Moskva, 1994 (Russian)

[6] Lupu M, Nedelcu Ș, Poatelnicu A, *Mathematical Models and Optimizations of Nava Sail Systems*, Conferința Caius Iacob, București, 2005.

INTERACȚIUNILE OCEAN-ATMOSFERĂ-LITOSFERĂ ȘI CLIMATUL GLOBAL SUB SPECTRUL AMENINȚĂRILOR POLUĂRII

Lect. univ. drd. Ion MILAN

Academia Navală „Mircea cel Bătrân”, Constanța

Abstract

The global climate and ocean-atmosphere-lithosphere interactions are predominantly determined by the natural factors. The oceanic and terrestrial climate is changing at all time as a consequence of natural changes. But the climate changes, we see now, are, in the opinion of the UN climate panel, also partly due to man-made influences. Emissions of the so-called greenhouse gases from human activity are so big that they affect temperatures and the climate on earth. The average temperature on earth will continue to rise, and we will have the greenhouse effect. Although the average temperature on earth is expected to rise, it will not get warmer everywhere. Some places will become warmer and drier, while other places will have a colder or wetter climate. Ocean temperature is also in growth. When climate changes happen rapidly, nature will have great difficulties in adapting, and the effects are more dramatic. Polar regions will be affected early, in the form of melting icebergs in some places and growing glaciers in others. Ocean-atmosphere-lithosphere interactions is affected and determine any major anomalies on the climate map such as: stronger hurricanes, violent storms, monsoon storms, extension of E.N.S.O., catastrophic floods and prolonged droughts.

1 CONSIDERAȚII GENERALE

Studiul poluării mediului marin se impune astăzi cu tot mai multă necesitate, dată fiind evoluția dramatică a ecosistemului Oceanului Planetar în decursul unei perioade istorice relativ scurte, în care revoluția industrială, explozia demografică și o serie de alți factori antropici au indus transformări profunde în echilibrul naturii.

Conștientizarea pericolului pe care îl prezintă poluarea marină la scară planeteară sau regională și a gravității impactului acesteia asupra unor componente majore ale ecosferei ni se înfățișează ca un proces ale cărui începuturi sunt de dată recentă, proces ce a cunoscut o evoluție semnificativă abia în ultimele trei decenii ale secolului al XX-lea și care constituie pentru omenire un imperativ major în anii ce urmează.

Complexitatea interacțiunilor ocean-litosferă, ocean-atmosferă, litosferă-atmosferă și a legăturilor conexe ce rezultă din aceste interacțiuni determină extinderea la scară planeteară a unor consecințe ale poluării fiecărei componente a biosferei. Astfel, așa cum o arată studii recente, sunt alterate sub o formă mai mult sau mai puțin extinsă, aproape toate circuitele biogeochimice din natură și se produc transformări cu efecte negative în toate ecosistemele. Mai mult, poluarea diverselor medii, dar mai ales a mediului marin în ansamblul său, asociată cu alte acțiuni antropice dezastruoase, precum defrișarea masivă a pădurilor, desecarea unor întinse regiuni, irigarea masivă a suprafețelor agricole, amenajările hidrotehnice complexe ce întrerup cursul natural al râurilor ș.a., constituie factori ce au influențat decisiv schimbările climatice din ultimul secol, cu urmări din ce în ce mai catastrofale.

Paradoxal, odată cu progresul societății umane și aplicarea celor mai noi descoperiri ale științei și tehnicii, în epoca modernă și contemporană fenomenul poluării a cunoscut o amploare fără precedent, atingând deopotrivă mediul terestru, atmosfera și mediul acvatic. Sursele, cauzele și formele poluării marine s-au multiplicat proporțional cu ritmul dezvoltării economice a statelor lumii. Din rândul surselor cu o pondere deosebită în poluarea mediului marin sunt citate ca având cel mai mare impact, în primul rând, activitățile industriale, agricultura și activitățile menajere, ale căror poluanți sunt aduși în mări și oceane îndeosebi prin intermediul apelor curgătoare, dar și prin deversările din zonele costiere, iar în al doilea rând, transportul maritim, exploatarea resurselor marine (în special a hidrocarburilor) și aglomerările urbane din zonele costiere, ca surse de poluare cu deversări directe în mediul marin. Totodată, prin intermediul curenților de aer din troposferă, poluanții proveniți din diverse surse terestre, antrenăți de aerosoli sau de vaporii de apă, sunt transportați pe distanțe mari, cauzând și, pe această cale, poluarea ecosistemelor marine. De altfel, poluarea transfrontalieră se manifestă atât dinspre uscat spre mare, cât și în sens invers, ceea ce face ca și poluarea generată de sursele marine să aibă efecte asupra ecosistemelor terestre.

Consecințele poluării marine se resimt pe multiple planuri, iar în anumite privințe se dovedesc a fi deosebit de grave. Poluarea cu hidrocarburi a unor întinse suprafețe ale mărilor și oceanelor, poluarea cu substanțe chimice și radioactive, cu deșeuri industriale sau cu ape uzate, introducerea speciilor străine prin deversarea în mare a apelor de balast etc. au provocat transformări nefaste în habitatele costiere, pelagice sau bentale, ceea ce a dus la deteriorarea echilibrului ecologic în cazul multor ecosisteme marine. Fenomene ca eutrofizarea, scăderea

biodiversității prin dispariția sau amenințarea cu dispariția a unor populații sau specii marine cu valoare ecologică ridicată, proliferarea necontrolată a unor specii invadatoare în dauna altor specii gazdă, moartea albă a corailor, ecotoxicitatea, bioacumularea și bioamplificarea cu efecte extinse asupra unor întregi lanțuri trofice sunt consecințe directe ale poluării mediului marin sub diverse forme.

Și mai grave par a fi consecințele privind schimbările climatice majore, la a căror origine sunt puse în cauză atât sursele poluării marine, cât și sursele poluării terestre și atmosferice. Fenomenul încălzirii globale, multiplicarea fenomenelor hidrometeorologice cu manifestări extreme (furtuni, uragane, cicloane tropicale, inundații, secete catastrofale), eroziunile și alunecările de teren, E.N.S.O. (El Nino) etc. constituie, în opinia multor oameni de știință, urmările cele mai probabile ale poluării globale, la care suntem martori în zilele noastre.

Este îmbucurător faptul că, în ultimile două decenii, atitudinea generală a societății umane față de mediul înconjurător și, în special, față de mediul marin s-a modificat de o manieră semnificativă, creându-se un adevărat curent sănătos, ce atrage mase largi de oameni, instituții, organisme regionale, mass-media de pretutindeni și resurse nebănuite, pentru depășirea actualei crize ecologice pe care o cunoaște actualmente omenirea. În paralel, s-au accentuat preocupările științifice, politice, legislative, tehnice și educaționale pentru elaborarea de soluții noi și eficiente în domeniul protecției mediului marin, dezvoltându-se tehnologii, instrumente și strategii adecvate stadiului actual al crizei ecologice. În acest sens, au fost propuse sau implementate metodologii și standarde privind monitoringul ecologic, îndeosebi în zonele costiere și în zonele maritime speciale, elaborarea studiilor de impact, managementul prevenirii și combaterii poluării marine de către nave, cooperarea regională în cazul producerii accidentelor ecologice marine, conservarea biodiversității și reabilitarea ecosistemelor marine aflate în pericol etc.

2 INTERACȚIUNILE OCEAN – ATMOSFERĂ – LITOSFERĂ ȘI CLIMATUL GLOBAL

Funcțiile vitale ale ecosferei depind, în bună măsură, de interacțiunile ocean - atmosferă – litosferă, care se răsfrâng direct asupra climatului global, iar prin mediul climatic și asupra biosferei. În tot acest angrenaj, oceanul este un “actor important”.

Influența Oceanului Planetar asupra climei Pământului este un fenomen bine cunoscut. Întinse regiuni din apropierea mărilor și oceanelor beneficiază de un “climat oceanic”, bucurându-se de atenuarea temperaturilor extreme ale aerului sau de un nivel optim al umidității relative din straturile joase ale atmosferei, care favorizează și regimul precipitațiilor. Un exemplu tipic în acest sens îl oferă climatul din Arhipelagul Hawaii, denumit și “Insulele Primăverii Veșnice”, deoarece aici temperatura nu scade niciodată sub 18°C, dar nici nu depășește 26°C.

În oricare regiune a uscatului de pe glob, situată în vecinătatea mediului marin, climatul local poartă amprenta interacțiunii oceanului (mării) cu uscatul, calea de legătură dintre cele două medii fiind realizată prin intermediul atmosferei. Atât regimul anemobaric, cât și cel termohigrometric din regiunile costiere, precum și din zonele adiacente situate până la 100 – 200 km și chiar mai mult, în adâncimea uscatului, reflectă influența mai puternică pe care o exercită climatul oceanic față de cel continental. Curenții oceanici imprimă maselor de aer de deasupra lor temperaturile caracteristice ale apelor, ceea ce face ca în zonele de uscat din apropiere, excesele climei să fie moderate în toate anotimpurile anului și mai ales în timpul iernii și verii. Circulația musonică, determinată esențialmente de marile formațiuni barice de deasupra Oceanului Indian și Pacificului de Vest, aflate în contrast cu formațiunile barice de deasupra continentului asiatic, influențează hotărâtor climatul unor întinse regiuni din Sudul și Sud-Estul Asiei. De asemenea, depresiunile barice ce se formează în troposfera joasă a regiunilor tropicale ale oceanelor, atunci când temperatura apei mării depășește valoarea de 27°C, sunt responsabile de puternicele cicloane tropicale, care se abat adeseori și asupra unor regiuni de uscat, provocând adevărate dezastre.

Dinamica atmosferei la scară globală și regională, în cadrul căreia se disting mișcări ale maselor de aer în cadrul unor celule bine definite, dar și în afara acestora, este cauzată, pe de o parte, de încălzirea inegală a suprafeței oceanelor și a uscatului, iar pe de altă parte, de factori care țin de legile fizice ale mecanicii cerești (mișcările de rotație și de revoluție ale Pământului, legea atracției universale, gravitația, efectul Coriolis), dar și de alți factori mai puțin reprezentativi. Circulația maselor de aer și a curenților atmosferici este și ea responsabilă de climatul global întrucât asigură transportul formațiunilor noroase, determinând astfel regimul precipitațiilor pe glob, iar prin energia calorică pe care o poartă, influențează regimul temperaturilor. Totodată, această circulație constituie vectorul transportului la distanță al elementelor ce leagă mediul marin cu cel terestru, în cadrul circuitelor globale ale materiei.

Disproporția evidentă dintre suprafața Oceanului Planetar și cea a uscatului, cumulată cu capacitatea calorică ridicată a oceanului (care stochează în primii 5 m de la suprafață aproape tot atât de multă căldură ca și întreaga atmosferă) și cu efectul de “remanență” al temperaturii apei oceanice față de temperaturile de la suprafața uscatului, constituie condiții hotărâtoare în evoluția și caracteristicile factorilor climatici la scară întinsă și chiar la nivel global. Dacă în emisfera nordică, suprafața oceanului reprezintă 60,7% față de 39,3% cât reprezintă uscatul, în emisfera sudică raportul ocean – uscat este și mai evident (83%, respectiv 17%). Această repartiție a apei și uscatului în cele două emisfere influențează major clima și pune în evidență rolul hotărâtor al oceanului. Cu atât mai mult, în emisfera sudică parametrii climatului oceanic se manifestă mult mai pronunțat decât în emisfera nordică, ceea ce se răsfrânge și asupra ecosferei,

generând anumite fenomene specifice (de exemplu, El Niño, circulația musonică ș.a.), care se răsfrâng și asupra ecosistemelor marine.

Oceanul și atmosfera interacționează, așadar, în tandem pentru a repartiza energia calorică acumulată de regiunile care au beneficiat de un plus de radiație solară, spre regiunile cu un deficit de energie, prin intermediul circulației atmosferice și a curenților oceanici. Atmosfera transportă, de asemenea, sub formă de vapori și nori, cantități importante de apă din imensul rezervor oceanic spre continente, unde ea este atât de necesară vieții. Totuși, interacțiunile oceanului cu atmosfera și litosfera sunt din ce în ce mai mult afectate de fenomenul poluării și de alte intervenții antropice, ceea ce are repercusiuni negative asupra climatului global și implicit asupra ecosferei în ansamblu.

Perturbarea interacțiunii ocean-atmosferă și amenințarea climatului global

Amplificarea, în cursul secolului XX și mai ales al ultimelor decenii, a gravității manifestării unor fenomene meteorologice, hidrologice sau climatice a atras atenția oamenilor de știință, care s-au aplecat cu mai multă atenție asupra studiului cauzelor producerii acestor anomalii.

Multitudinea de date culese, utilizarea tehnologiilor mai avansate pentru cercetarea, observarea și monitorizarea proceselor și fenomenelor din atmosferă și din oceane, precum și progresele interpretărilor oferite de modelarea matematică și de evoluția științelor au permis formularea unor teorii, ipoteze și concluzii care să explice sensul și esența schimbărilor climatice, percepute astăzi ca având tendința de globalizare.

În studiul climatului global și al schimbărilor fenomenologice legate de acesta, părerea celor mai mulți experți, chiar dacă există și opinii contrare, este că perturbarea fenomenelor naturale este rezultatul atingerii unui prag maxim de poluare în istoria Pământului, pe care ecosfera nu îl mai poate suporta fără repercusiuni majore ce se întorc asupra sa și, în primul rând, asupra biosferei. Alterarea, ca efect al poluării mediului marin, a schimburilor dintre ocean și atmosferă explică multe din perturbările produse în plan hidrometeorologic și climatologic, dar există și legături de feedback, prin care unele fenomene ce se datorează poluării atmosferei, ca de exemplu efectul de seră amplificat, influențează interacțiunile ocean-atmosferă.

De aceea, în studierea perturbațiilor care afectează interacțiunile ocean-atmosferă trebuie luați în calcul atât factorii de influență datorati poluării mediului marin, cât și cei generați de poluarea atmosferei.

Poluarea stratului superficial al mărilor și oceanelor cu diverse substanțe alterează interacțiunile ocean-atmosferă, influențând negativ, pe de o parte, transferurile de materie în ambele sensuri din cadrul circuitelor biogeochimice, iar pe de altă parte, fluxurile de energie calorică la nivelul interfeței dintre cele două medii.

Așa cum au arătat unele studii, s-a evaluat că anual circa 6 milioane tone de hidrocarburi sunt introduse în Oceanul Planetar ca rezultat al activităților umane și că o tonă de petrol poate acoperi 12 km^2 de ocean. Dintr-un calcul estimativ, se poate aprecia că, anual, suprafața marină contaminată prin această formă de poluare ar reprezenta zeci de milioane de km^2 . François Ramade nota că numai în oceanele Atlantic și Indian suprafața contaminată anual cu petrol, dispersat de curenții marini, este estimată la peste 50 milioane de km^2 , ceea ce ar reprezenta cca 30% din suprafața celor două oceane (n.a.). Chiar și în absența unor experimente sau cercetări direcționate privind impactul acestei poluări asupra interacțiunii ocean-atmosferă, putem formula ipoteza că orice schimb de materie și energie dintre cele două medii este puternic afectat în interfața ariilor poluate cu hidrocarburi.

Nu numai hidrocarburile pun probleme serioase interacțiunilor ocean-atmosferă, ci și alți poluanți, în special cei de natură chimică. Referindu-se la acest aspect, Jean-Marie Pérès remarcă: „De puțin timp se cunoaște că stratul superficial al apelor oceanice deține de cincizeci, până la o sută de ori mai mulți detergenți și pesticide (acestea din urmă transportate de curenții aerieni), decât apele denumite de suprafață, dar situate de exemplu la unu sau doi metri adâncime, ca de altfel și unele hidrocarburi ușoare. Această adevărată „otrăvire” a interfeței prin care se fac schimburile dintre ocean și atmosferă ar putea avea grave consecințe, evaluate, de altfel, într-un mod cu totul imperfect la ora actuală. Se tot repetă, firește natural, că dacă poluarea oceanelor, dar mai ales a stratului extrem de suprafață, ar împiedica mâine fitoplanctonul să-și exercite funcția sa clorofiliană, procentul de oxigen din atmosferă ar scădea cu cca 10% în următorii douăzecișicinci de ani...” [7], ceea ce ar afecta și chimia atmosferei, conducând implicit la perturbații meteorologice.

O altă consecință negativă a poluării marine este faptul că, datorită concentrației actuale de poluanți de la suprafață, oceanul - care are un rol important în schimbul de gaze cu atmosfera, absorbind o parte din acestea - preia cantități tot mai mici de CO_2 atmosferic, astfel că excesul de CO_2 de origine antropică participă la amplificarea efectului de seră. În același timp, suprafețele oceanice poluate cu hidrocarburi, dar și cu alte categorii de poluanți (detergenți, pesticide, PCB etc), reduc procesele de evaporare și de formare a aerosolilor marini, al căror rol în circulația atmosferică și în susținerea unor fenomene hidrometeorologice este determinant (R. Kandel, 1999).

Asupra climatului global și a interacțiunilor ocean-atmosferă, cel mai mare impact îl au, însă, două fenomene considerate foarte grave, și anume, amplificarea efectului de seră și reducerea concentrației de ozon din stratosferă, ambele fiind provocate de poluarea atmosferei cu o serie de compuși gazoși rezultați din activități umane, ce suplimentează considerabil gazele provenite din natură și perturbând astfel echilibrul acestora.

Efectul de seră, datorat prezenței în atmosferă a anumitor gaze (CO_2 , CH_4 , CFC, NO, N_2O), care au proprietatea de a absorbi și de a retransmite radiațiile infraroșii (calorice) spre Pământ, încălzindu-l, este un fenomen necesar. Fără acest efect, temperatura medie la suprafața globului ar fi de -20°C . Valoarea medie a temperaturii, ca urmare a efectului de seră natural, este apreciată ca fiind de 13°C , valoare pe care unii experți o consideră optimă pentru echilibrul ecosferei (Y. Gautier, 1999), temperatura medie la suprafața Terrei fiind actualmente de 15°C (F. Ramade, 1999).

Specialiștii susțin că secolul XXI va avea o climă mai caldă decât cea pe care o cunoaștem și că această încălzire globală are drept cauză intensificarea efectului de seră. S-a constatat că, din 1750 și până în prezent, activitățile antropice au determinat o creștere alarmantă a concentrației atmosferice a bioxidului de carbon (de la 280 ppm, la 360 ppm) și a metanului (de la 800 ppb, la 1700 ppb) și este cert că efectul de seră s-a amplificat în cursul secolului al XX-lea, când industria, agricultura și transporturile au suplimentat aportul de gaze cu efect de seră, celor două gaze alăturându-li-se și emisiile antropice de oxizi de azot (NO și N_2O), iar după 1940 și cele de CFC. În plus, conform unor estimări, concentrația de CO_2 atmosferic ar putea depăși nivelul de 660 ppm, chiar înainte de anul 2100 (R. Kandel, 1999) [81].

Din raportul IPCC, prezentat în cadrul Conferinței de la Kyoto în decembrie 1997, au reieșit câteva concluzii importante ce privesc schimbările climatice, dintre care merită a fi evidențiate următoarele:

- Creșterea cantității de aerosoli antropici provoacă reducerea radiațiilor solare absorbite de suprafața Terrei în unele regiuni, compensând parțial intensificarea efectului de seră. În anumite regiuni, acest efect de „umbrelă” este predominant în raport cu efectul de seră adițional. Această opoziție a efectelor, având o repartitie inegală a contrastelor termice pe regiuni geografice mari, conduce la modificarea hărții climatelor.
- Climatul global a cunoscut o încălzire de cca $0,5^\circ\text{C}$, în medie pentru ultimul secol, iar creșterea nivelului mării s-a cifrat la 10-25 centimetri. Încălzirea climei a fost întreruptă semnificativ ca urmare a erupției vulcanului Pinatubo (Filipine), din 1991, care a injectat în atmosferă cca 20-30 milioane tone de sulfați, provocând o răcire climatică temporară. Secolul XX a fost cel mai cald, cel puțin în raport cu ultimele șase secole, ca medie globală.
- Luând în considerare distribuția geografică a fluctuațiilor climatice în funcție și de aerosolii de origine antropică și de gazele cu efect de seră, evoluția determinată prin simulare corespunde destul de bine evoluției reale a climei pentru ultimul secol. Aceasta confirmă impactul activităților umane asupra climei și face ca modelele să fie credibile.

- Riscul unei schimbări climatice majore datorat activităților omenirii este confirmat. Conform previziunilor (pentru un scenariu larg acceptat de o serie de oameni de știință), se estimează o încălzire globală medie cu 1-3,5°C până în anul 2100, însoțită de o creștere a nivelului mării cu 15-95 centimetri.

Unii experți au încercat să construiască diverse scenarii privind consecințele pe care le-ar avea o încălzire a climatului Terrei, la creșteri ale temperaturii medii cu 1-5°C. Astfel, s-a estimat că nivelul mărilor ar putea crește cu 70 metri în cazul topirii tuturor ghețarilor antarctici, cu 7 metri în ipoteza topirii ghețarilor Groenlandei și cu 35 centimetri în cazul topirii ansamblului ghețarilor montani. Pe termen scurt, un asemenea deznodământ este puțin credibil dar, pe termen lung, riscul topirii parțiale a unei mase importante de ghețari nu trebuie neglijat. Totuși, chiar și în situația creșterii nivelului mărilor cu aproape un metru, posibilă la sfârșitul secolului al XXI-lea, dacă nu se vor întreprinde măsuri severe de stopare a efectului de seră, consecințele vor fi dezastruoase atât datorită inundării unor imense suprafețe continentale joase, cât și datorită perturbărilor majore pe care le va provoca încălzirea globală în regimul climatic și dinamica atmosferei și a apelor marine (Y. Gautier, 1999). Totuși, se impune mențiunea că evoluția viitoare a climei depinde de varianta materializării scenariilor emisiilor de gaze.

Din evoluția fenomenelor hidrometeorologice și a tendințelor sau modificărilor climatice produse în cursul secolului XX și mai ales în ultimele decenii ale acestuia, mulți specialiști afirmă că în prezent trăim deja schimbări climatice semnificative, care confirmă gravitatea fenomenului încălzirii globale, ca o primă consecință a efectului de seră sau a alterării stratului de ozon. În sprijinul acestor opinii sunt invocate interpretările modelelor matematice rezultate din date statistice sau experimentale, dar și numeroase exemple reale ale fenomenelor petrecute în ultimul secol, culminând cu anomalii climatice la scară globală, din care am selectat câteva mai reprezentative pentru climatul oceanic sau determinate de acesta, astfel:

- Din datele statistice ale Organizației Meteorologice Mondiale, frecvența și intensitatea cicloanelor tropicale ce se manifestă, în principal, în opt regiuni oceanice, au înregistrat o creștere considerabilă, multe dintre acestea provocând adevărate dezastre. Numai în provinciile chineze, în decurs de 30 ani s-au produs 262 taifunuri, iar media anuală a crescut aproape de la un deceniu la altul, în ultimii treizeci de ani. Geneza acestor mari perturbații atmosferice este condiționată de încălzirea suprafeței apei oceanice pe arii întinse, la temperaturi ale mării de peste 26-27°C, condiție esențială pentru formarea depresiunilor barice ciclonice, iar în contextul încălzirii globale actuale, temperaturile unor vaste arii oceanice înregistrează adesea valori de peste 30°C. Forța devastatoare a cicloanelor tropicale este probată an de an prin

imensele pagube și pierderi de vieți omenești pe care le produc, efectul lor putând determina creșterea nivelului mării cu 8-10 metri, acoperind astfel regiunile continentale joase, așa cum s-a întâmplat adesea în Bangladesh sau pe coastele sudice ale SUA, exemplul ciclonului Katrina, ce a distrus New Orleans în septembrie 2005, fiind unul din cele mai recente.

- Vânturile musonice au înregistrat, de asemenea, perturbații importante în ultimii ani, manifestându-se cu o forță mai mare, în condițiile intensificării vântului la valori de peste 10-12 pe Scara Beaufort, cu o abundență a precipitațiilor peste mediile obișnuite, de multe ori torențiale, provocând inundații puternice în unele regiuni cum ar fi Golful Bengal, Indonezia sau coastele sud-estice ale Asiei etc.
- Inundațiile devastatoare cauzate de cicloanele tropicale, de fenomenul musonic sau de perturbațiile atmosferice tot mai frecvente lovesc regiuni întinse, situate uneori în afara cadrului obișnuit, producând dezastre ieșite din comun. În noiembrie 1970, inundațiile ce au avut loc în Bangladesh, ca urmare a acțiunii unui ciclon de maximă intensitate (vântul atingând peste 250 km/h), au provocat moartea a sute de mii de oameni (după unele estimări, între 300 000 – 1 000 000 locuitori). Componentele ciclon-inundații-epidemii sunt strâns legate și provoacă de cele mai multe ori numeroase victime: 300 000 în 1916; 40 000 în 1942; 22 000 în 1963; 55 000 în 1965; 10 000 în 1978; 40 000 în 1985; 12 000 în 1988; între 300 000-1 000 000 în 1991 și 1994 (Y. Gautier, 1999).
- Fenomenul de încălzire a climei determină desprinderea tot mai multor ghețari plutitori (aisberguri) din calota de gheață a Groenlandei sau din ghețarii de shelf ai Antarctidei, a căror prezență este semnalată destul de frecvent pe rutele de navigație din Atlanticul de Nord, chiar la latitudini curpinse între 40°-50°N, iar în emisfera sudică, în toate cele trei bazine oceanice, uneori fiind observate aisberguri și la latitudini de 31-40°S.
- Anomaliile climatice la scară globală s-au manifestat cu o mai clară reprezentativitate în ultimii patruzeci de ani. Statisticile evidențiază două anomalii climatice majore pentru această perioadă, și anume, cele din anii 1972 și 1983, când au fost înregistrate simultan mari perturbații severe, în regiuni întinse atât oceanice, cât și continentale, multe dintre aceste fenomene fiind caracterizate ca excepționale de către climatologi, însă în condițiile intensificării încălzirii globale, specialiștii întrevăd o creștere a frecvenței anomaliilor climatice în anii care urmează (R. Kandel, 1998).
- Fenomenul El Niño (ENSO), ce pune în evidență o nouă fațetă a interacțiunilor dintre ocean și atmosferă, caracterizat de anomalii

climatice și oceanologice provocate de oscilațiile perturbațiilor barice manifestate relativ periodic în Pacificul Central-Sudic, prezintă tendința de extindere și la nivelul bazinelor centrale ale Atlanticului și Oceanului Indian, având totodată repercusiuni ce ating aproape jumătate din suprafața globului terestru [5]. El Niño a înregistrat 8 episoade majore de la începutul secolului XX, însă cele mai puternice au fost seriile din anii 1972, 1982/1983 și 1997/1998, ultimul episod fiind apreciat ca unul ieșit din comun prin consecințele deosebit de negative asupra climatului oceanic și al regiunilor din vecinătatea bazinelor oceanice afectate. Perturbațiile meteorologice provocate de episoadele majore ale lui El Niño sunt diferite, manifestându-se, spre exemplu, prin taifunuri în Tahiti, ploi și inundații catastrofale în Peru, secetă în Indonezia, uragane și tornade în California sau înlocuirea curentului rece Humboldt cu micul curent cald în zona coastelor peruvienne sau ecuadoriene (R. Kandel, 1999). În cursul episodului din 1982/1983, El Niño a fost marcat de unele teleconexiuni importante: secetă în Nord-Estul Braziliei și Venezuela, în Estul Australiei, în Africa de Vest și în unele provincii chineze. Totodată, s-a observat că temperaturile anormal de ridicate de la suprafața oceanului în largul coastelor peruvienne sunt legate direct de dispariția fenomenului de up-welling, care ar trebui, în mod normal, să se producă în această zonă. Această perturbație provoacă o cădere dramatică a producției de pește în anii anomaliilor cauzate de El Niño. Recent, fenomenul ENSO a fost pus în evidență pentru prima oară în regiuni tropicale din Oceanul Indian și din Oceanul Atlantic, constatându-se influența pe care acest fenomen o exercită și asupra altor regiuni întinse ale Terrei, ceea ce face ca acest fenomen să fie considerat ca un fenomen global (R. Kandel, Y. Tourre, 1999) [5]. Acest fenomen constituie un exemplu frapant al interacțiunilor dintre ocean și atmosferă și al consecințelor pe care efectul de seră și încălzirea globală le au asupra climatului oceanic și continental, ale căror cauze nu pot fi ignorate, impunându-se punerea în ecuația determinativă și a fenomenului poluării din epoca contemporană.

BIBLIOGRAFIE

1. BROWN L.(coordonator), „*Starea lumii – 1996*”, Editura Tehnică, București, 1998;
2. GAUTIER Y., „Inondations”, D.E., Encyclopaedia Universalis et Albin Michel, Paris, 1999;
3. KANDEL R., FOUCUART Y., „Aerosols et evolution du climat”, D.E., Encyclopaedia Universalis et Albin Michel, Paris, 1999;
4. KANDEL R., „L’Incertitude des climates”, Edit. Hachette, Paris, 1998;
5. KANDEL R., TOURRE Y., „E.N.S.O. (El Nino Southern Oscillation)”, D.E., Encyclopaedia Universalis et Albin Michel, Paris, 1999;
6. KANDEL R., „Transformation de l’environnement global”, D.E., Encyclopaedia Universalis et Albin Michel, Paris, 1999;
7. PERES J.M., „Oceans et mers”, D.E., Encyclopaedia Universalis et Albin Michel, Paris, 1999;
8. RAMADE F. et al., „Pollution”, D.E., Encyclopaedia Universalis et Albin Michel, Paris, 1999;
9. RAMADE F., „Ecosphere”, D.E., Encyclopaedia Universalis et Albin Michel, Paris, 1999;

PROBLEME ECOLOGICE RIDICATE DE POLUAREA ATMOSFEREI, CU REFERIRI LA SURSELE NAVALE

Lect. univ. drd. Ion MILAN

Academia Navală „Mircea cel Bătrân”, Constanța

Prof. Mirabela MILAN

Grup Școlar Oraș Ovidiu

Abstract

Atmospheric emissions from different sources generate today noxious effects for our environment. The greenhouse effect, the acid rains, the affectation of the ozone layer and anomalous phenomena are caused by the atmospheric pollution. Atmospheric emissions from ships usually originate from fuel consumption. Several factors are important in reducing such emissions: energy efficiency, fuel quality and engine technology. Shipping's contribution to the greenhouse effect is mainly CO₂ emissions. These are caused by fuel combustion. The sulphur content of fuel determines the sulphuric emissions (SO_x) from ships. Nitrogen emissions (NO_x) depend on the engine's speed, pressure and temperature. Emissions of gases which deplete the ozone layer are halons and CFCs. Non Methane Volatile Organic Compounds (NMVOC) have several adverse effects on the environment. Among other things, they cause the formation of ground-level ozone, which has negative effects on both vegetation and human health. Atmospheric emissions from ships are regulated by the IMO MARPOL Convention. MARPOL Annex VI regulates the emissions referred to in this section.

1 CONSIDERAȚII GENERALE

Provocată de emisiile de diverse substanțe în aer, poluarea atmosferei terestre constituie, fără îndoială, cea mai evidentă dintre degradările mediului înconjurător. Poluanții atmosferici induc o multitudine de efecte nefaste, nu numai asupra speciilor vii expuse, inclusiv asupra omului, dar și ansamblului

ecosistemelor și chiar la scară globală, perturbând marile circuite biogeochimice și provocând transformări în atmosfera Terrei.

Poluarea aerului este rezultanta unui complex de factori care caracterizează civilizația contemporană: creșterea consumului de energie; dezvoltarea industriilor extractivă, chimică, metalurgică; amploarea circulației rutiere; incinerarea resturilor menajere; deșeurile industriale ș.a. Între sursele poluării aerului se numără și transportul maritim și fluvial, chiar dacă ponderea emisiilor navale de gaze în atmosferă este mult mai redusă în comparație cu celelalte surse.

Principalii poluanți atmosferici care provin de la nave sunt:

- compuși gazoși ai carbonului (CO ; CO_2 ; compuși organici volatili);
- compuși gazoși ai sulfului (SO_x);
- compuși gazoși ai azotului (NO_x);
- compuși gazoși ai fluorului;
- particule solide (pulberi, funingine, fum) eliberate în atmosferă.

Acești poluanți pot rezulta din: arderea combustibililor lichizi utilizați în sistemele termoeenergetice navale (motoarele principale ale sistemului de propulsie, diesel-generatoarele); transportul pe mare al țițeiului și al altor hidrocarburi și produse chimice (emisii de gaze datorate unor procese chimice produse la mărfurile periculoase, accidente de navigație la navele care transportă încărcături volatile, transferul și tratamentul termic al acestor produse pe timpul transportului și operării navelor în porturi); incendiile produse la nave și, îndeosebi, la navele care transportă combustibili; utilizarea instalațiilor de stins incendiu cu emisii de gaze, arderea deșeurilor de la nave etc.

Cea mai mare parte a poluanților atmosferici care provin de la nave își are sursa în procesele de combustie. Cantitatea, natura și compoziția emisiilor provenite din arderea combustibililor navali depind de eficiența sistemului termoeenergetic folosit, tehnologia aparatului propulsor, calitatea combustibilului, factori de navigație: viteza de marș, balastarea navei, asietă, drumul navei în raport cu factorii hidrometeorologici etc. Mai mult sau mai puțin, fiecare din acești factori influențează consumul de energie și emisiile de gaze, unii având chiar o contribuție majoră la reducerea poluanților atmosferici. Spre exemplu, o viteză economică a navei în anumite condiții de navigație, poate conduce la reducerea considerabilă a consumului de energie (uneori de peste 50%) și a emisiilor de gaze în atmosferă.

2 POLUAREA ATMOSFEREI CU COMPUȘI GAZOȘI AI CARBONULUI

Arderea incompletă a combustibililor lichizi, utilizați în sistemele termoeenergetice navale și gazele de ardere rezultate din procesul de combustie, constituie sursa poluanților atmosferici ce se prezintă sub forma **compușilor gazoși ai carbonului: CO și CO_2** . Pe lângă acești poluanți, transportul naval este

și sursa **compuşilor organici volatili**, o altă categorie de poluanți gazoși ai atmosferei, care provin din transportul pe mare al hidrocarburilor și al altor derivați organici volatili.

Monoxidul de carbon (CO), produs al arderii incomplete a combustibililor, reprezintă principalul poluant al aerului. El este prezent în atmosfera urbană poluată în concentrații de 20-40 ppm, pragul de toxicitate fiind stabilit la 100 ppm. Peste acest prag el provoacă o intoxicație respiratorie foarte puternică, ce blochează fixarea oxigenului prin intermediul hemoglobinei, combinându-se cu aceasta din urmă într-un mod ireversibil.

Motoarele principale ale navelor și diesel-generatoarele constituie surse ale emisiilor de CO întrucât utilizează drept combustibili fracțiuni grele ale petrolului ca păcura și motorina. Cu cât calitatea acestor combustibili este mai scăzută, cu atât emisiile de CO sunt mai mari.

Bioxidul de carbon (CO₂), deși este un constituent normal al atmosferei Pământului, provenind în mare parte din procese naturale, este și rezultatul unor emisii antropice generate îndeosebi de utilizarea combustibililor fosili.

Din măsurătorile efectuate pe plan global s-a observat o creștere continuă a concentrației de CO₂ din aer, cu un ritm actual de 1,5 ppm pe an. Astfel, dacă în anii 1850 concentrația măsurată în calotele polare era de cca 270 ppm (debutul civilizației industriale), în prezent aceasta se ridică la peste 350 ppm. Civilizația tehnologică a perturbat deja circuitul carbonului la scară mondială, iar această creștere a concentrației de CO₂ în atmosferă este susceptibilă să provoace importante modificări climatice. CO₂ este și el responsabil pentru efectul de seră, alături de alte gaze, reținând în apropierea solului radiațiile infraroșii, calorice.

Orice creștere a concentrației de CO₂ în atmosferă induce automat o încălzire a straturilor joase ale troposferei. S-a putut calcula că o dublare a concentrației sale în aer ar putea duce la creșterea temperaturii medii la suprafața Terrei cu 2,8⁰C, actualmente aceasta fiind de cca 15⁰C. Simultan s-ar produce o scădere medie a precipitațiilor cu circa 15% pe două fâșii cuprinse, pe de o parte, între 30⁰-50⁰ N și, pe de altă parte, între ecuator și 20⁰S. După unii experți în climatul global, încălzirea generală și alte modificări climatice asociate cu această creștere a concentrației de CO₂ în atmosferă sunt deja perceptibile.

Emisiile de CO₂ provenind de la nave reprezintă cca 2% din emisiile globale de CO₂. Ca și în cazul CO, emisiile de CO₂ de la nave sunt rezultatul arderii combustibililor lichizi utilizați pentru sistemele termoelectrice navale. În opinia specialiștilor în combustie, cel mai bun raport energie- randament trebuie privit prin prisma reducerii emisiilor de gaze. De aceea, în domeniul transportului maritim există preocupări tot mai multe pentru a perfecționa tehnologia sistemelor de propulsie, tipurile de combustibili și alte metode de creștere a eficienței energetice, asigurând concomitent și o reducere a poluării atmosferei.

Compușii organici volatili (VOC) sunt printre substanțele cu ponderea cea mai mare în formarea ozonului troposferic. Chiar dacă transportul maritim contribuie într-o măsură foarte mică la emisiile totale de VOC în troposferă, această sursă de poluare nu poate fi neglijată și este în atenția IMO, ale cărei inițiative sunt în pas cu prevederile Convenției ECE privind reducerea emisiilor de VOC.

Întrucât compușii organici volatili au o contribuție semnificativă la poluarea aerului, fiind legați de poluarea cu ozon a troposferei, se impune a prezenta câteva date despre **ozonul troposferic**. Este foarte important să facem distincție între ozonul stratosferic și cel troposferic. Ozonul (O_3) conținut în stratosferă protejează viața pe Pământ întrucât legătura destul de slabă dintre cel de-al treilea atom de oxigen și ceilalți doi permite absorbția fotonilor din radiațiile ultraviolete, care rup această legătură. Dar, din aceeași rațiune, ozonul se combină ușor cu alte molecule sau atomi. Această reacție poate induce o anumită toxicitate, ceea ce este uneori util. Spre exemplu, pentru a distruge microbii, pentru a purifica apele de balast sau apa din piscine se folosește ozonul în locul clorului sau altor substanțe.

În troposferă, mai precis în troposfera joasă, al cărei aer îl respirăm, ozonul este adesea asociat altor poluanți atmosferici întrucât este un gaz periculos pentru sănătatea ființelor vii și a plantelor. Asupra organismului uman, ozonul poate produce tulburări ale funcțiilor respiratorii, iritații nazale și ale ochilor, afecțiuni ale plămânilor, slăbirea rezistenței la infecții ș.a.

Dintre gazele a căror abundență provoacă poluarea troposferei cu ozon se numără în primul rând metanul (CH_4), apoi oxizii de azot (NO_x), monoxidul de carbon (CO) și compușii organici volatili fără metan (NMVOC).

Metanul este compusul organic volatil cu cea mai mare pondere în formarea ozonului troposferic, fiind totodată și un gaz cu puternic efect de seră. El se formează atât pe cale naturală (activitatea bacteriilor în medii private de oxigen), cât și din exploatarea puțurilor de petrol. Transportul maritim este un poluator neînsemnat cu metan, o asemenea poluare fiind posibilă în cazul accidentelor la navele de transport al acestui produs sau la încărcarea/descărcarea petrolului de către tancurile de stocaj și transport pe mare, precum și la terminalele de petrol din porturi. Astăzi, la scară planetară, mai mult de 60% din emisiile de CH_4 , CO și NO_x sunt antropice.

Compușii organici volatili fără metan (NMVOC) au o pondere mai redusă în formarea ozonului troposferic decât CH_4 și NO_x , dar nu neglijabilă. O parte din acești compuși sunt, de asemenea, de origine antropică, printre aceștia numărându-se hidrocarburile, mai ales cele aromatice, cum ar fi benzenul. Spre exemplu, mai mult de jumătate din emisiile norvegiene de NMVOC provin din încărcarea/descărcarea petrolului extras de pe platforma continentală a Norvegiei, iar aceste cantități sunt considerabile. Cantitatea emisiei de NMVOC depinde de caracteristicile petrolului brut din diferite câmpuri de extracție. Navele

comerciale pot fi o sursă de poluare a troposferei cu NMVOC în situația în care transportă asemenea produse, fie ca urmare a emisiilor de gaze pe timpul operării și transportului, fie a unor incidente la instalațiile navei sau a unor accidente de navigație, la tancurile chimice.

Emisiile de compuși organici volatili de la nave constituie obiectul unor prevederi ale Anexei VI a Convenției MARPOL. Se intenționează ca prin normele ce vor fi aplicate, să se impună navelor cerința de a avea echipamente pentru colectarea VOC, în conexiune cu instalațiile de operare a încărcăturilor, iar în porturi să se creeze facilități de prelucrare a cantităților de VOC colectate de nave.

Există și alte preocupări, unele cu realizări avansate, pentru crearea de noi tehnologii de reducere a emisiilor. Printre acestea se numără metoda de reinjectare a VOC în țigări sau utilizarea acestuia ca aditiv la combustibilii navali destinați sistemelor de propulsie. Asemenea soluții implică angajarea unui potențial tehnologic avansat, dar se apreciază că vor asigura importante reduceri ale emisiilor.

3 POLUAREA ATMOSFEREI CU COMPUȘI GAZOȘI AI SULFULUI, AZOTULUI ȘI FLUORULUI

Printre poluanții atmosferici cu efecte dintre cele mai nocive se numără bioxidul de sulf (SO_2), oxizii de azot și diverși compuși ai fluorului. Fie prin ploile acide pe care le generează, fie prin acțiunea directă a aerosolilor care conțin astfel de substanțe sau prin reducerea stratului de ozon al atmosferei, acești poluanți sunt cotați printre cei mai periculoși.

Ploile acide sunt precipitații atmosferice cu un ridicat grad de nocivitate, cauzate în principal de emisiile de **bioxid de sulf (SO_2) și oxizi de azot (NO_x)**. Se admite, în general, că amplificarea acidității atmosferei este provocată de utilizarea masivă, în procesele de combustie, a cărbunelui, petrolului și benzinei. Cei doi compuși acizi mai importanți din atmosferă sunt acidul sulfuric (H_2SO_4) și acidul azotic (HNO_3). Ei sunt produși ca urmare a arderii compușilor care conțin sulf. În acest proces, sulful și azotul sunt oxidați în principal la bioxid de sulf (SO_2) și oxizi de azot (NO și NO_2), gaze emise în atmosferă. Aciditatea apei de ploaie este determinată de concentrația în ioni de hidrogen (H^+), pentru că acizii se disociază în soluție apoasă. Spre exemplu, acidul sulfuric (H_2SO_4) este disociat în doi ioni pozitivi de hidrogen și un ion sulfat (SO_4^{2-}). Scara pH este logaritmică: aceasta înseamnă că pH-ul variază cu o unitate atunci când concentrația în ioni de hidrogen variază cu factorul 10. Un pH de 4 indică o aciditate de o mie de ori mai puternică decât cea a apei pure, știut fiind că pH-ul acesteia este 7.

Aciditatea normală a precipitațiilor oscilează în jurul valorii de 5,6, din cauza cantității relativ importante de CO_2 prezent în mod normal în atmosferă și, în consecință, în ploi. Dar valorile acidității precipitațiilor scad uneori și sub 4, așa cum s-a observat prin măsurători, în cazul unor ploi acide căzute în Europa și America de Nord. Efectele nocive ale pH-ului sunt nefaste: dacă în apa unui lac

sau râu pH-ul scade sub 4,5 majoritatea peștilor mor; asupra vegetației, ploile acide provoacă perturbarea fotosintezei și afectează capacitatea de asimilare prin atacarea frunzelor. O degradare puternică a pădurilor s-a observat în Europa, cauza fiind ploile acide, care au lăsat arborii fără frunziș. Poluarea florei de către ploile acide se răsfrânge și asupra speciilor animale care, hrănindu-se cu plante afectate de substanțele poluante, suferă o serie de tulburări. Amenințările potențiale asupra omului pot veni dinspre alimentele contaminate provenite din zonele agricole atinse de ploile acide, dar și dinspre sursele de apă contaminate.

Emisiile de oxizi de sulf (SO_x) de la nave

Conținutul în sulf al combustibililor navali determină emisii de oxizi de sulf în procesul de combustie din sistemele termoeenergetice ale navelor. Cu alte cuvinte, gradul de poluare a atmosferei cu emisii de sulf depinde de concentrația în sulf a combustibilului, factor dependent de calitatea acestuia.

Problema emisiilor de sulf de la nave constituie obiectul unor reglementări cuprinse în Anexa VI a Convenției MARPOL, anexă ce a fost aprobată în cadrul IMO și urmează să devină efectivă după ce un număr de cel puțin 15 state maritime, reprezentând cel puțin 50% din tonajul flotei mondiale, vor ratifica textul acordului.

Prevederile Anexei VI impun o limită maximă de 4,5% conținut în sulf al combustibililor utilizați de nave. Convenția mai prevede instituirea unor „regiuni de control al emisiilor de SO_x ” în care se impune aplicarea unor cerințe severe conținutului în oxizi de sulf al emisiilor de la nave. Marea Baltică constituie deja o asemenea regiune în care limita maximă admisă a emisiilor de sulf este de 1,5%. Norvegia, împreună cu alte state, depun eforturi pentru impunerea unui statut similar în Marea Nordului. Comitetul pentru Protecția Mediului Marin al IMO s-a decis de curând să sprijine acest demers și încurajează și statele altor regiuni maritime să aibă astfel de inițiative.

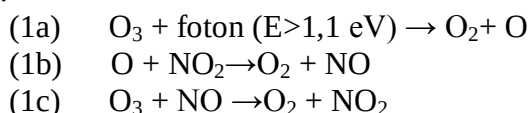
Actualmente există neconcordanțe pe tema emisiilor de SO_x între unele instituții internaționale. Astfel, potrivit hotărârii U.E., combustibilii navali sunt exceptați de la directiva privind conținutul în sulf al hidrocarburilor grele folosite drept combustibil. U.E. a considerat că aceasta este singura excepție, care însă nu va fi definitivă, urmând a fi întreprinși pași pentru alinierea cât de curând, a domeniului naval la normele generale. În același timp, conform prevederilor Convenției ECE, privind poluarea transfrontalieră de anvergură a atmosferei (long-range transboundary air pollution), Norvegia și alte țări europene au trecut la reducerea semnificativă a emisiilor de SO_x .

Emisiile de oxizi de azot (NO_x) de la nave

Emisiile de oxizi de azot de la navele flotei mondiale nu sunt supuse prevederilor Convenției ECE și de aceea acestea fac obiectul reglementărilor cuprinse în Anexa VI MARPOL.

Emisiile de NO_x depind de turația motoarelor navale (la motoarele principale aceasta este direct proporțională cu viteza navei), presiune și temperatură. Convenția MARPOL stabilește limitele maxime admise ale emisiilor de NO_x per KWh. Deși nu au devenit efective, cerințele Anexei VI referitoare la emisiile de NO_x vor avea efect retroactiv începând cu 1 ianuarie 2000, conform acordului încheiat în cadrul Adunării Generale IMO. Astfel, această prevedere încurajează deja o navigație cât mai puțin poluantă a atmosferei, în ciuda intrării în vigoare a Anexei VI la o dată ulterioară. Ca și emisiile de sulf, oxizii de azot contribuie la formarea ploilor acide, a smogului din atmosfera aglomerărilor urbane și a ozonului din troposfera joasă, fiind un factor important de poluare atât prin efecte directe, cât și indirecte.

Dintre multiplele combinații în care sunt implicați oxizii de azot prezenți în atmosferă, se cuvine a menționa ciclul de reacții (1), prin care este distrus ozonul:

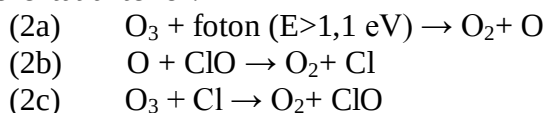


Totodată trebuie subliniat faptul că reacția oxizilor de azot cu hidrocarburile nearse, emise în aer în urma proceselor de combustie ale motoarelor, produce PAN (peroxiacilnitrați), poluanți secundari mult mai nocivi decât poluanții primari din care provin. Contribuția transportului maritim la poluarea cu emisii de NO_x a atmosferei, emise per tonă/kilometru, comparativ cu alte modalități de transport (rutier, aerian) este relativ scăzută.

Poluarea atmosferei cu compuși gazoși ai fluorului

În 1974, Molina și Rowland, demonstau că produsele din categoria clorofluorocarburilor (CFC) duc la creșterea cantității de clor și de oxizi de clor din stratosferă, participanți cu o mare pondere la reducerea stratului de ozon.

Clorofluorocarburile (denumite și freoni) se acumulează în stratosferă unde se descompun sub acțiunea radiațiilor ultraviolete, eliberând clor, care reacționează la rândul său cu ozonul, disociindu-l în oxigen. Clorul și oxizii de clor din atmosferă pot distruge ozonul printr-un ciclu de reacții (2), analog ciclului (1), prezentat anterior:



Se observă cum, și în cadrul acestei succesiuni de reacții, două molecule de O_3 sunt transformate în trei molecule de O_2 , iar clorul eliberat poate reintra în reacții de zeci de mii de ori (R. Kandel, 1999).

S-a calculat că menținerea producției de CFC la nivelul celei atinse în anii 1980 ar putea provoca o adevărată catastrofă ecologică datorată unei reduceri semnificative a stratului de ozon din atmosferă. Mai mult chiar, din 1987, în

fiecare an deasupra Antarctidei se produce distrugerea stratului de ozon, îndeosebi în lunile de primăvară australă, care se întinde pe o suprafață de peste 20 milioane de Km pătrați (de două ori suprafața Europei), fenomen care începe la sfârșitul lunii iulie și durează până la finele lunii noiembrie.

Reducerea păturii de ozon din atmosferă este însoțită de o creștere a intensității radiațiilor ultraviolete cu lungime de undă mare, la suprafața oceanelor și continentelor, creștere a cărei nocivitate ar putea distruge întreaga viață pe Terra (F. Ramade, 1999).

Transportul maritim este implicat în poluarea atmosferei cu CFC, întrucât unii freoni sunt utilizați în instalațiile frigorifice ale navelor, iar în cantități mai mari, la cargourile frigorifice pentru transportul produselor alimentare perisabile. Totodată, navele de transport al compușilor CFC sunt o sursă de poluare cu freoni. Riscul de poluare cu aceste substanțe este foarte mare dacă avem în vedere și pericolul potențial al producerii unor accidente de navigație la navele de transport încărcate cu CFC.

Emisiile de gaze care afectează stratul de ozon sunt reglementate pe plan internațional prin Protocolul de la Montreal din 1987. Controlul acestor emisii privește și navele flotei mondiale, iar categoriile de emisii cele mai recente pentru nave, supuse controlului, sunt halonii și freonii. Halonii sunt întrebuințați încă la unele instalații de stingere a incendiilor, dar asemenea instalații nu au mai fost permise a se folosi la navele construite după 1992.

Noua anexă a Convenției MARPOL (Anexa VI) va interzice orice instalație sau echipament care conține substanțe ce contribuie la afectarea stratului de ozon, cu excepția hidroclorofluorocarburilor (HCFC), care mai sunt permise până la 1 ianuarie 2020.

Este demnă de remarcat preocuparea deosebită a Organizației Maritime Internaționale pentru prevenirea poluării atmosferei de către nave. În cadrul formelor și surselor de poluare prezentate mai sus am făcut dese referiri la Anexa VI a Convenției MARPOL. Spiritul în care a fost elaborată și aprobată, chiar dacă ea nu a devenit încă efectivă, demonstrează creșterea semnificativă a responsabilității statelor lumii pentru soarta mediului înconjurător, cheia de boltă a menținerii vieții pe Terra.

Conferința IMO din septembrie 1997 de la Londra, care a aprobat Anexa VI ca amendament la Convenția MARPOL, a adoptat, la propunerea Comitetului pentru Protecția Mediului Marin, rezoluții deosebit de importante pentru protecția atmosferei terestre:

1. Codul tehnic privind controlul emanației de oxizi de azot de la motoarele Diesel navale;
2. Revizuirea limitelor emanației de oxizi de azot;
3. Supravegherea conținutului mondial de sulf din combustibili livrați pentru a fi utilizați în sistemele termoelectrice de la nave;

4. Examinarea măsurilor luate în legătură cu emisiile de sulf în Europa de NW;
5. Emanațiile de oxizi de carbon la nave;
6. Restricții privind utilizarea compușilor CFC la bordul navelor;
7. Introducerea în Anexa VI/MARPOL a sistemului armonizat de inspectare și certificare a navelor privind emisiile de gaze.

BIBLIOGRAFIE

1. Chirilă E., „*Protecția mediului*”, Editura Ovidius University Press, Constanța, 2000.
2. Dop H.V., „*Pluies acides*” D.E., Encyclopaedia Universalis et Albin Michel, Paris, 1999.
3. Kandel R., „*Ozon atmosphérique*”, D.E., Encyclopaedia Universalis et Albin Michel, Paris, 1999.
4. Moroianu C., „*Arderea combustibililor lichizi în sistemele de propulsie navală*”, Editura Academiei Navale „Mircea cel Bătrân”, Constanța, 2001.
5. Pérès J. M., „*Océans et mers*”, D.E., Encyclopaedia Universalis et Albin Michel, Paris, 1999.
6. Ramade F., „*Pollution*”, D.E., Encyclopaedia Universalis et Albin Michel, Paris, 1999.
7. Toulemon R., „*Environnement*”, D.E., Encyclopaedia Universalis et Albin Michel, Paris, 1999.
8. * * * „*Environmental Shipping*”, Environmental Policy for The Norwegian Shipowners Association, Oslo, 2002.

A METHODE FOR CALCULATING OF THE CHARACATERISTIC CURVES OF CAVITATIONAL EROSION

Ilare BORDEAȘU

Ionel BACIU

Victor BĂLĂȘOIU

Rodica BĂDĂRĂU

Universitatea POLITEHNICĂ, Timișoara

Vergil CHIȚAC

Academia Navală "Mircea cel Bătrân", Constanța

Abstract

In this paper we present a new method of obtaining the characteristic curves of cavitation erosion: the cumulated cavitationaly eroded mass depending on time $m(t)$ and the cavitation erosion speed depending on time $v(t)$. For determining the coefficients being part of the analytic function $m(t)$ and $v(t)$ the method of least squares was used taking into consideration the experimental results obtained for the I-RNR carbon naval steel [2], as well as Mac Laurin series development and then a rectifying of these was made.

1 INTRODUCTION

The propelling screws are subjected to cavitation erosion, and from this perspective it is important to know the behaviour at cavitation of the materials which these are made of.

This behaviour is described by the characteristic curves of cavitation erosion, obtained on the cavitation trials basis carried out on the nickel piped magnetostrictive device (parameters: amplitude $A = 47 \mu\text{m}$, frequency $f = 7 \text{ kHz}$, sample diameter $d = 14$

mm) belonging to the Hydraulic Machines Laboratory in Timisoara. The tested material was I-RNR carbon steel (chemical composition: 0.4 % C; 1.1 % Mn; 0.06 % Cr; 0.04 % Ni; 0.15 % Mo, 0.3 % Cu; 0.6 % Si; 0.04 % S and Fe = rest; mechanical properties: $T = 500 \text{ N/mm}^2$, $\text{BHN} = 156 \text{ daN/mm}^2$, $Y = 280 \text{ N/mm}^2$), and the working environment was standard marine water [1], [3]. The proposed method for determining the analytical expressions of the characteristic curves of cavitational erosion is simple and easily applicable taking into account the calculation programs elaborated in this sense in FORTRAN programming language.

2 THE MATHEMATICAL MODEL

Let $m(t)$ be the mass of erosion material. The experimental dates, figure 1, suggest that the variation of mass is almost linear [3].

Then, $m(t)$ is the solution of linear differential equation:

$$\frac{dm}{dt} = \frac{m}{t} + Kte^{-Bt}, t \geq 0 \quad (1)$$

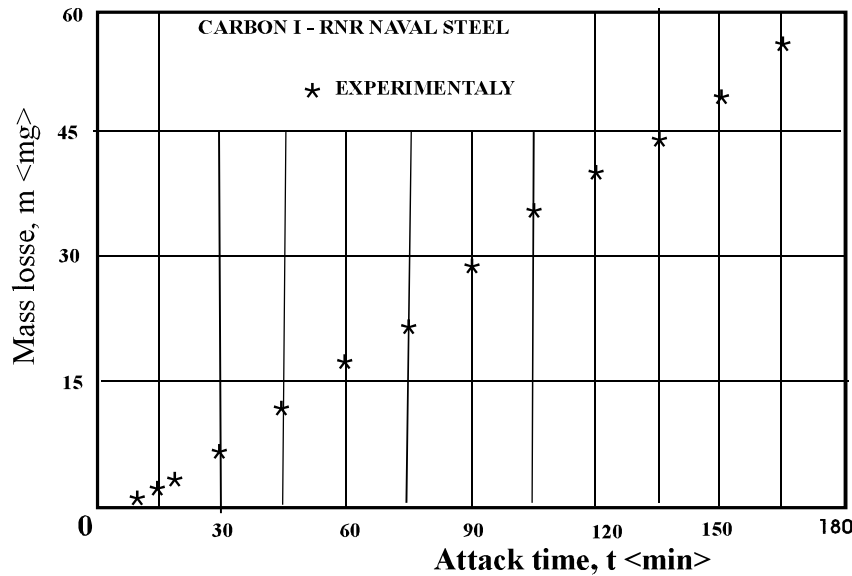


Fig 1 The cumulated cavitationally eroded mass

I. If $K > 0$, for simplify the calculus we can write $K = B \frac{K}{B}$ and taking $\frac{K}{B} = A > 0$, the mass of erosion material is the solution of differential equation:

$$\frac{dm}{dt} = \frac{1}{t} m + ABte^{-Bt}, t \geq 0 \quad (2)$$

We know that the general solution of this differential equation is:

$$m(t) = e^{\int_t^1 \frac{1}{t} dt} (C + AB \int_t^1 te^{-Bt} e^{-\int_t^1 \frac{1}{t} dt} dt) = e^{\ln t} (C + AB \int te^{-Bt} e^{-\ln t} dt) =$$

$$t(C + AB \int te^{-Bt} \frac{1}{t} dt) = t(C + A \int Be^{-Bt} dt) = t(C - Ae^{-Bt}) \quad (3)$$

$$\text{i.e.} \quad m(t) = t(C - Ae^{-Bt}) \quad (4)$$

Then, the speed of erosion is:

$$v(t) = \frac{dm(t)}{dt} = C + Ae^{-Bt} (Bt - 1) \quad (5)$$

II. If $K < 0$, we can write also $K = B \frac{K}{B}$ and taking $\frac{K}{B} = -A$, with $A > 0$, the mass of erosion material is the solution of differential equation:

$$\frac{dm}{dt} = \frac{1}{t} m - ABte^{-Bt}, t \geq 0 \quad (6)$$

The general solution of this differential equation is:

$$m(t) = t(C + Ae^{-Bt}) \quad (7)$$

the speed of erosion is:

$$v(t) = \frac{dm(t)}{dt} = C + Ae^{-Bt} (Bt - 1) \quad (8)$$

Within the mathematical model is applied the method of least squares [2] and the determined coefficients are corrected with the help of a correcting factor.

For e^{-Bt} the Mac Laurin series development is used from which first three terms of the series are considered:

$$e^{-Bt} \cong 1 - \frac{Bt}{1!} + \frac{B^2 t^2}{2!} \quad (9)$$

On the basis of the method of least squares, knowing that the sum:

$$S = \sum_{i=1}^N \left[At_i \left(Bt_i - \frac{B^2 t_i^2}{2} \right) - m_i \right]^2 \quad (10)$$

has to be minimum, meaning:

$$\frac{\partial S}{\partial A} = 0; \quad \frac{\partial S}{\partial B} = 0 \quad (11)$$

results a system of two equations, where the variables are A, B coefficients. The value coefficient B is obtained by solving the following equations:

$$B^3 C_3 + B^2 C_2 + BC_1 + C_0 = 0 \quad (12)$$

where the coefficients C_j $j = 0, 1, 2, 3$ are equivalent to the expressions:

$$\begin{aligned} C_3 &= S_{3m}^* S_6 - S_{3m} S_6^* \\ C_2 &= S_{2m} S_6^* + S_{3m} S_5^* - S_{3m}^* S_5 - S_{2m}^* S_6 \\ C_1 &= S_{3m}^* S_4 + S_{2m}^* S_5 - S_{2m} S_5^* - S_{2m} S_4^* \\ C_0 &= S_{2m} S_4^* - S_{2m}^* S_4 \end{aligned} \quad (12)$$

and A's value is obtained from:

$$A = \frac{S_{2m} - BS_{3m}}{B^3S_6 - B^2S_5 + BS_4} \quad (13)$$

With then following explanation:

$$S_6^* = 2S_6; S_5^* = \frac{3}{2}S_5; S_4^* = 2S_4; S_{3m}^* = 2S_{3m}; S_{2m}^* = S_{2m} \quad (14)$$

$$S_6 = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^N t_i^6; S_5 = \sum_{i=1}^N t_i^5; S_4 = \sum_{i=1}^N t_i^4; S_{3m} = \sum_{i=1}^N t_i^3 m_i; S_{2m} = \sum_{i=1}^N t_i^2 m_i \quad (15)$$

and m_i represents the cumulated mass of material cavitationaly eroded at time t_i , this being acquired experimentally. If we keep in mind (11), (12) and (14) it results that $C_3 = 0$, $C_0 = 0$ and if $B \neq 0$, from (11) the solution is:

$$B_1 = -\frac{C_1}{C_2} \quad (16)$$

and from (13) A_1 results. The coefficients A and B are finally obtained based on the following:

$$A = \frac{A_1}{K}; B = K^2 B_1 \quad (17)$$

in which $K = t_{\max}/t_{\min}$ is calculated according to figure 3.

3 CALCULUS PROGRAMS FOR OBTAINING THE CHARACTERISTICS OF CAVITATIONAL EROSION

For analytically calculating the characteristic curves of cavitational erosion were developed in FORTRAN language, for IBM PC computers or compatible IBMs, the programs: CALCSUM and COF. The CALCSUM program allows calculating sums specified in (14) and (15), and COEF determines values A_1 , B_1 , the cumulated cavitationaly eroded mass $MAC1(i)$ at time $t(i)$, then coefficients A , B . With these coefficients the cumulated cavitationaly eroded mass $MEC(i)$ is calculated and the

cavitationnal erosion speed $VEC(i)$ at time $t(i)$. In figure 2 a, b logical diagrams corresponding to the mentioned programs are presented.

4 APPLICATION I-RNR CARBON STEEL

The trials at cavitation of I-RNR Carbon Steel were done on the magnetostrictive device belonging to the Hydraulic Machines Laboratory [Grenoble, anton]. The results to the trials at cavitation like: cavitationnal attack time t <min>, cavitationally erosion cumulated mass m <mg>, time difference Δt <min> and cavitationally eroded mass toward the previous moment Δm <mg>, cavitationnal erosion speed v <mg/min>, were centered in Tab.1

With the help of CLCSUM program, as previously mentioned, the specified sums in (9), (10) are calculated, and then with COEF program the following were determine: $B_1 = 0,79 \cdot 10^{-2}$ <min⁻¹>, $A_1 = 0,7 \cdot 10^{-3}$ <g/min>. With these values $m(t)$ was graphically represented taking into account (1), there were also written the values experimentally obtained figure 3.

Tab.1 Experimental results

No. Crt.	Trial minute t <min>	Cumulated cavitationally eroded mass m <mg>	Δt_j <min>	$\Delta m_j = m_j - m_{j-1}$ $j = 2 \dots 15$ <mg>	Cavitationnal erosion Speed $v = \Delta m_j / \Delta t_j$ <mg/min>
1	0	0	0	0	0
2	5	0,94	5	0,94	0,188
3	10	1,68	5	0,74	0,148
4	15	2,96	5	1,28	0,256
5	20	4,37	5	1,41	0,282
6	30	7,02	10	2,65	0,265
7	45	11,12	15	4,1	0,273
8	60	17,39	15	6,27	0,418
9	75	23,43	15	6,04	0,403
10	90	28,94	15	5,51	0,367
11	105	35,11	15	6,17	0,411
12	120	39,81	15	4,7	0,313
13	135	44,72	15	4,91	0,327
14	150	50,09	15	5,37	0,358
15	165	54,67	15	4,58	0,305

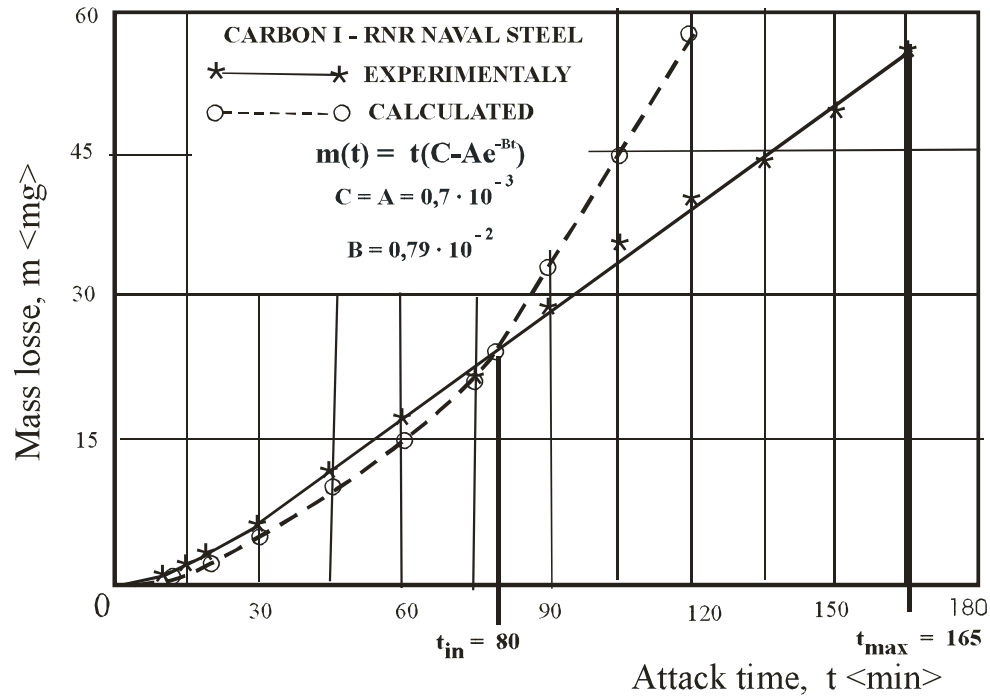


Fig.3 The cumulated cavitationally eroded mass depending on time calculated with values A_1 and B_1

At the crossing of $m(t)$ with the obtained graphic results $t_{in} = 80$ <min>. Taking into consideration that $t_{max} = 165$ <min> results $K = 2,0625$. Knowing that by dividing the total duration of the cavitation attack determined with the magnetostrictive device to the time from which the stabilizing of the erosion speed starts we obtain $k = 2 \div 4$ [Ilare Grenoble], we appeal again to the COEF program. Next to determine: $A = 0,34 \cdot 10^{-3}$ <g/min> and $B = 0,0336$ <min $^{-1}$

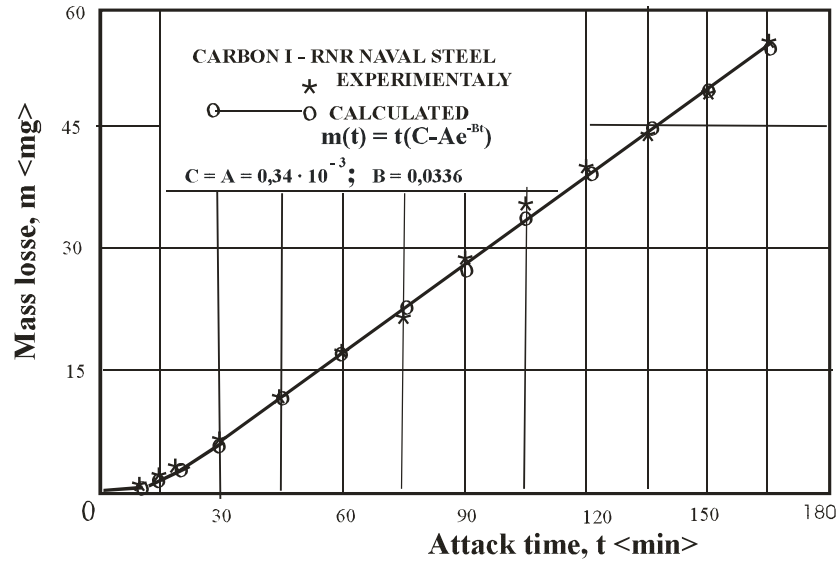


Fig.4 The cumulated cavitationally eroded mass depending on time calculated with coefficients A and B

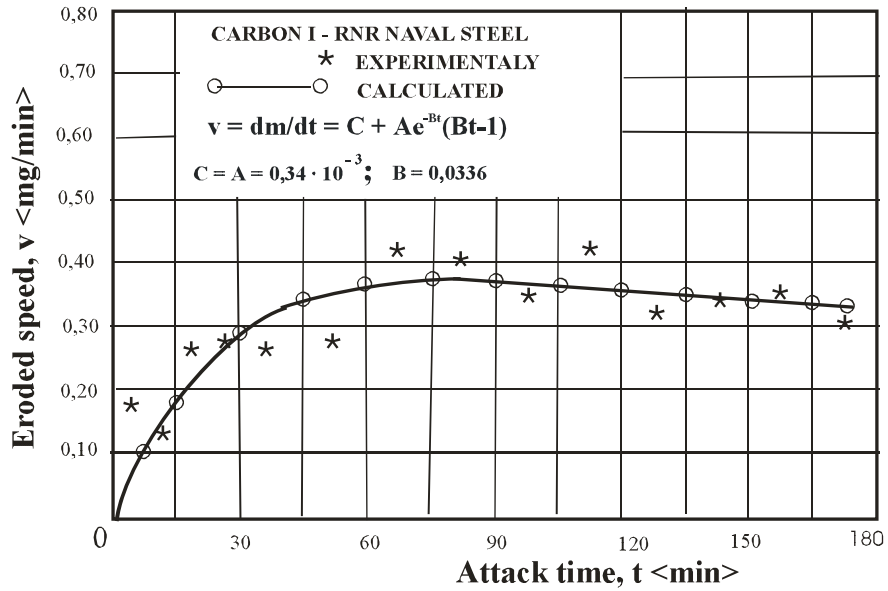


Fig.5 Cavitation erosion speed depending on time calculated with coefficient A and B

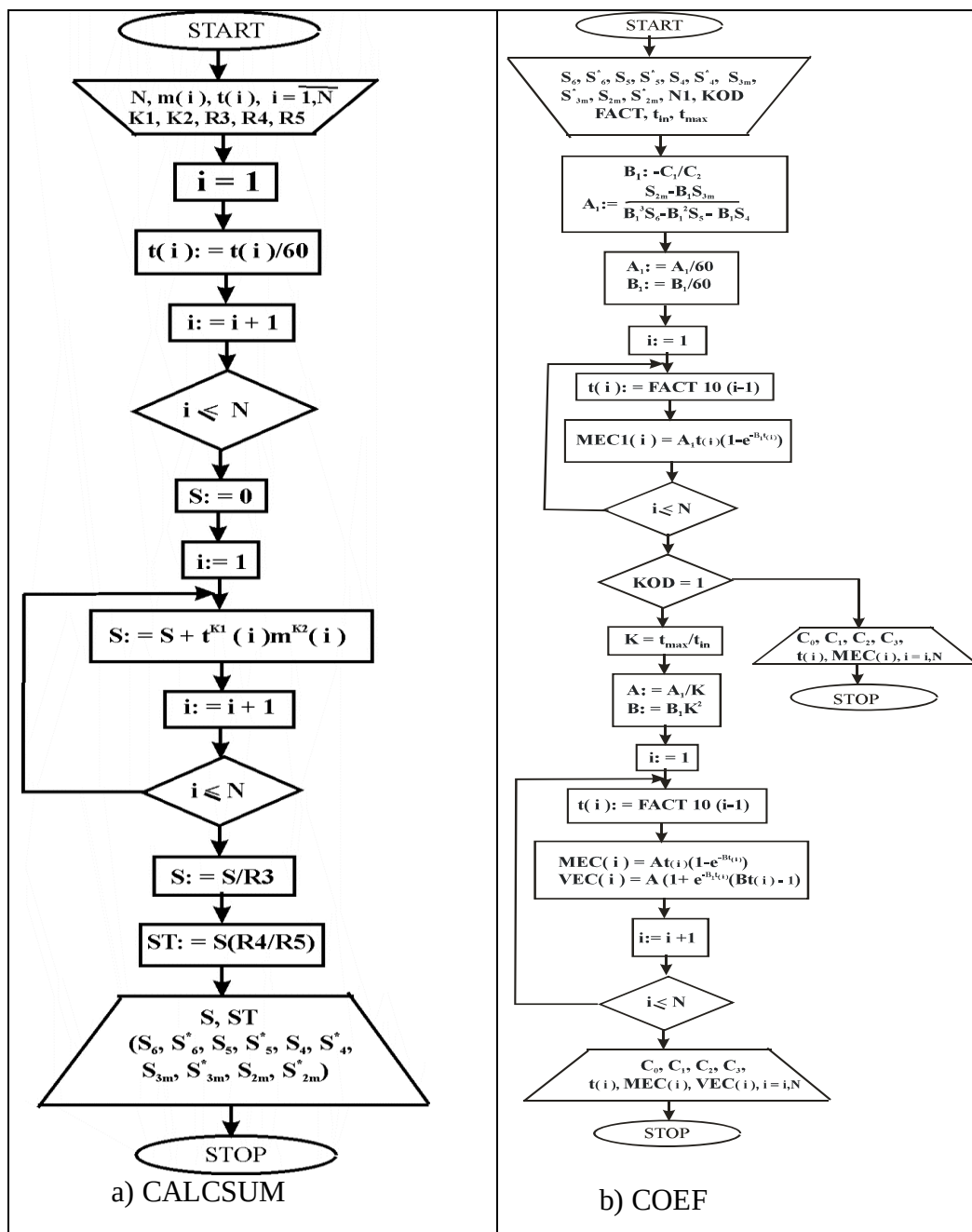


Fig.2 The logical calculation diagram for programs

5 CONCLUSION

From figure 4 we draw the conclusion that the cumulated cavitationaly eroded mass dependent on time $M(t)$, calculated with coefficients A and B closely, approximates the experimental values, and from figure 5 the cavitational erosion speed $v(t)$ calculated analytically with same coefficients also leads to a close approximation of experimental values.

Based on the fore mentioned statements we can affirm that this developed method is very useful for obtaining the characteristic curves of cavitational erosion analytically.

REFERENCES

1. Bordeasu I, Anton I., - *Correlation Between Cavitation Erosion Rate with Both the Parameters of the Vibratory Apparatus and the Physico-mechanical properties of the Material*, Third International Symposium on Cavitation, april 1998, Grenoble, France, p. 199-202;
2. Dancea I., - *Programarea calculatoarelor numerice pentru rezolvarea problemelor cu caracter tehnic și de cercetare științifică*, Editura Dacia, Cluj-Napoca, 1973;
3. Popoviciu M, Bordeasu I, - *Consideration Regarding the Total Duration of Vibratory Cavitation Erosion tests*, Third International Symposium on Cavitation, April 1998, Grenoble, France, p. 221-225;
4. Rosculet M., - *Analiză matematică*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1984.

TESTS IN WIND TUNNEL, FOR AN AXIAL CASCADE PROFILE

Ionel BACIU

Victor BĂLĂȘOIU

Ilare BORDEAȘU

Universitatea POLITEHNICĂ, Timișoara

Vergil CHIȚAC

Academia Navală "Mircea cel Bătrân", Constanța

ABSTRACT

In this paper, we deal with a small part of the experimental attempts over an axial network of reversible profiles, NCA in S. the experiments were made in the aerodynamic tunnel of the Hydraulic Machines Department in Timisoara.

In the first part, our goal is to present the aerodynamic tunnel planned for the testing of the singular profiles and adapted for testing the axial networks of the profiles.

The paper also presents part of the experimental results obtained after testing the axial network of the profiles, in direct current.

The experimental results are shown in the graphics.

1 INTRODUCTION

For experimental knowledge of aerodynamic characteristics of profiles, are accomplished the aerodynamic tunnels. A tunnel of this kind was accomplished at Hydraulic Machine Department in Timisoara. Initially, this was conceived for studying the singular profiles, but, then, was adopted for studying the cascades of profiles.

The reversible profiles in S were conceived to accomplish a higher effective power, to performance a hydraulic machine in turbine regime, as well as in pump

regime. The aerodynamics' characteristics can be determined by computer simulation, through different methods: the method of carrying capacity, the finite element method, the boundary element method, etc.

2 EXPERIMENTAL EQUIPMENT

The experimental equipment is the wind tunnel of limit layer and turbulence, from the aerodynamic laboratory of Hydraulic Machines Laboratory in Timisoara (fig.1).

The tunnel is an aerodynamic one in opened circuit, working through aspiration. The tunnel work room is rectangular (parallelepiped with the next dimensions: $L=0.7$ m, $B=0.6$ m and $H=0.3$ m).

The tunnel's working is assured by two axial ventilators (bench-marks 1 and 2, from fig.1), having the following characteristics: $P=7.5$ kw, $n=1500$ rpm and $Q=25000$ m³/h. These can work singular or together, assuring, in the experimental work area, maximum speeds of approximate 40 m/s.

To adjust the speed in work zone, the tunnel is scheduled with adjustable lateral slots (4), situated in lateral walls of air circuit.

The equable distribution of speed and turbulence fields, in the experimental zone, is assured by the loudspeaker bold, having the shrinkage rapport $n=9$, together with the screeches system (6).

The maneuver operations are made from the command desk (7), in the next sequence:

- the command desk is connected to the network, putting the switch "I" on 1 position; in this moment the control bulbs „BC" are lighting;
- there are checking the switch's positions from the wattmeter device „TW", so that these will correspond with the ones from fig.1;
- there are putting the „II" switch, on 1 position;
- for starting / stopping the ventilators, there are pushing the afferent buttons to each ventilator (buttons "V₁", "V₂"), from right, left ;
- after stopping the ventilators, there are putting, successively, the switches „II" and „I" on 2 position.

3 PRESSURE COEFFICIENT ESTIMATION

For graphic representation there is application the Bernoulli relation, from which is calculated the pressure coefficient c_p .

$$\frac{v^2}{2g} + \frac{p}{\gamma} + z = \frac{v_{am}^2}{2g} + \frac{p_{am}}{\gamma} + z_{am} \quad (1)$$

where: v is the velocity on the profile;
 v_{am} is the velocity up steam of the profile.

$$\text{but: } z = z_{am} \quad (2)$$

$$\text{so: } \frac{v^2}{2} + \frac{p}{\rho} = \frac{v_{am}^2}{2} + \frac{p_{am}}{\rho} \quad (3)$$

and, the pressure coefficient c_p is defined:

$$c_p = 1 - \left(\frac{v}{v_{am}} \right)^2 \quad (4)$$

4 EXPERIMENTAL TESTS

The experimental tests were made on a NACA profile in S, situated in axial cascade, in aerodynamic tunnel, having 260 mm the chord length.

There were made pressure measurements on the sniffs from trailing and leading edges, on the 22-th sniffs from suction side, respective on the 21-th sniffs from pressure side. The dynamic and static pressure from upstream of network were measured, as well.

The measurements were made for four steps of a cascade of 140, 160, 180 and 200 mm and for each step, four speed values are realized.

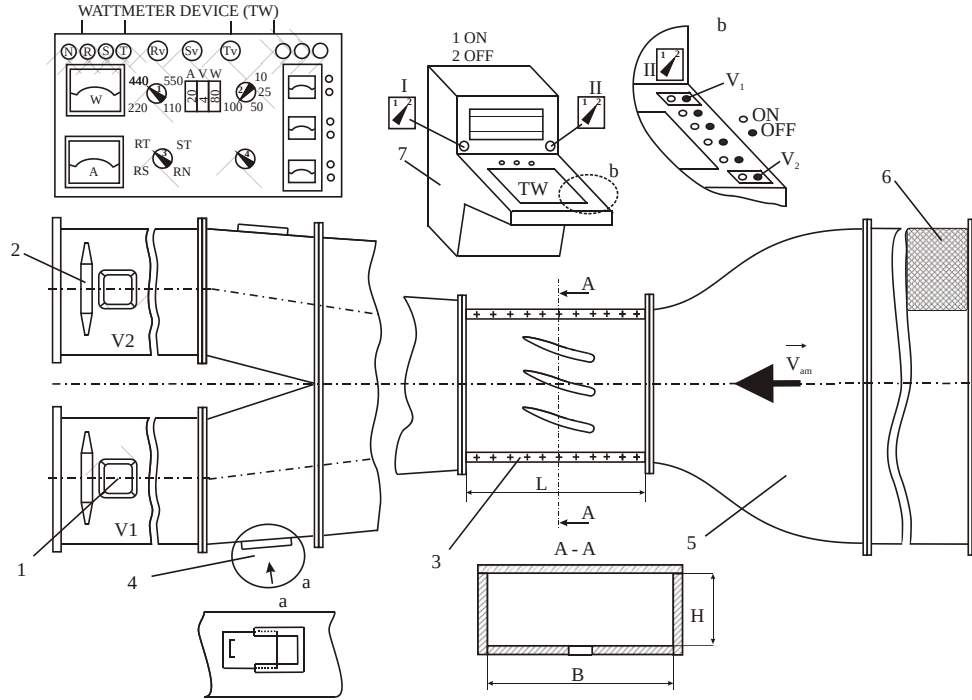


Fig.1 The wind tunnel of limit layer and turbulence

In fig.2, 3, 4 and 5 are represented the values of pressure coefficient measurement on the profile for steps 140, 160, 180 and 200 mm and attack angle 25° .

5 CONCLUSIONS

1. We noticed that the measurements points and calculation by pressure coefficient are aligned well on the shape of the curves.
2. There are still points which are not aligned; on the suction side about at 25% from the leading edge, and 30 and 70% from the leading edge, for the pressure side.
3. By decrease of step cascade, pressure coefficient curves are flattening.

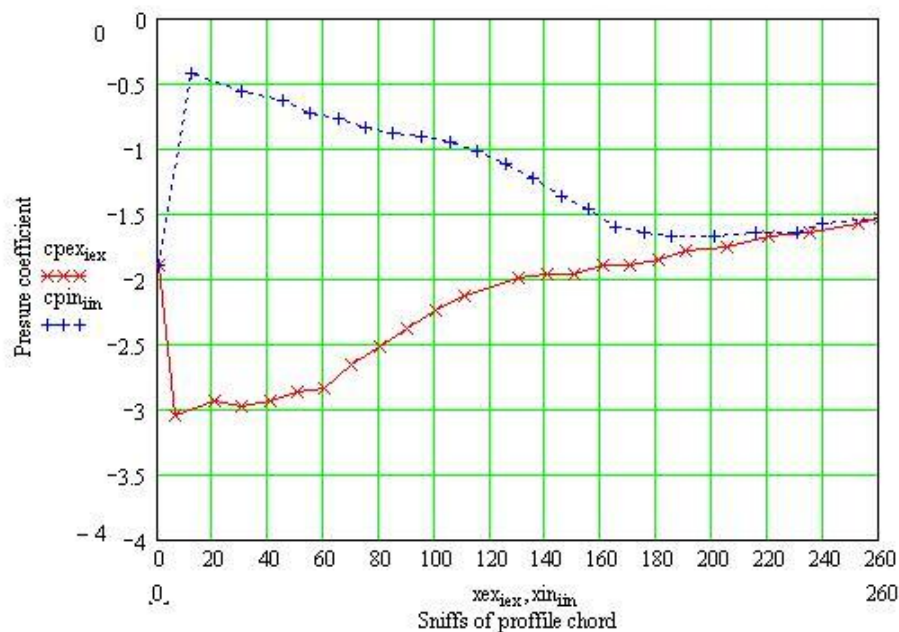


Fig. 2 Variation of pressure coefficient along chord profile for $t=140\text{mm}$, $\alpha=25^\circ$, and $V_{am}=10.03\text{ m/s}$

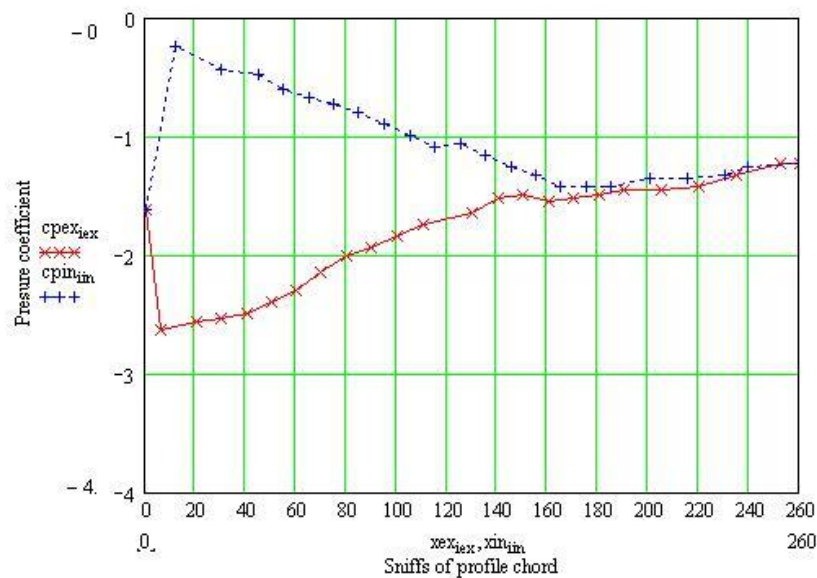


Fig. 3 Variation of pressure coefficient along chord profile for $t=160\text{mm}$, $\alpha=25^\circ$, and $V_{am}=9.70\text{ m/s}$

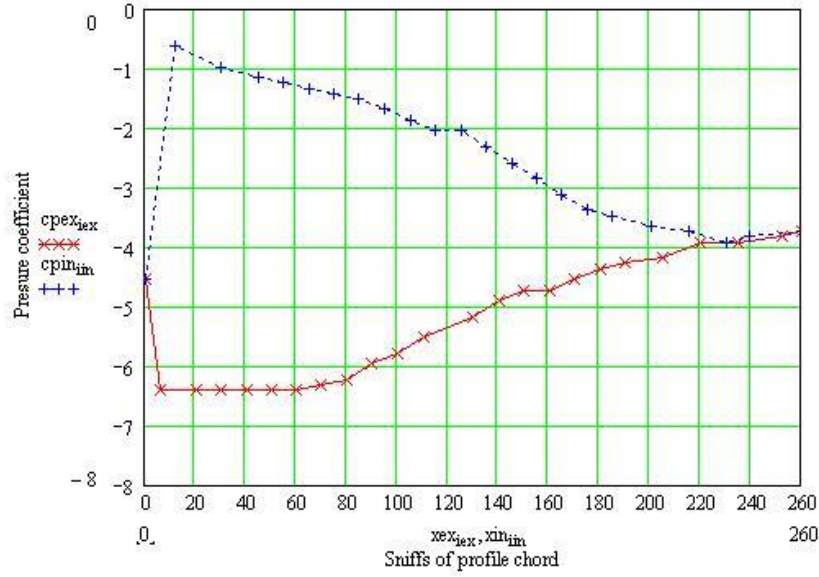


Fig. 4 Variation of pressure coefficient along chord profile for $t=180\text{mm}$, $\alpha=25^\circ$, and $V_{am}=7.05/\text{s}$

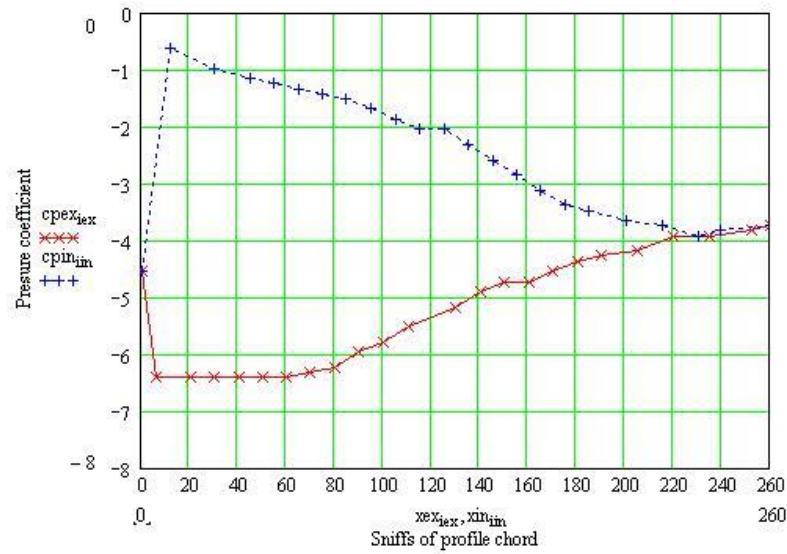


Fig. 5 Variation of pressure coefficient along chord profile for $t=200\text{mm}$, $\alpha=25^\circ$, and $V_{am}=11.44\text{m/s}$

REFERENCE

1. I.D. Baci, M. Bărglăzan, I. Bordeasu, E. Dodandă, R. Bădărau - *Contribuții asupra generării profilelor Betz-Keunne*, Știință și inginerie, vol.8, Lucrările celei de a V-a Conferințe Naționale multidisciplinare – cu participare internațională – Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești, SEBEȘ, 2005, pag. 79-84, Editura Agir, ISBN 973-8130-82-4, ISBN 973-720-015-2, București 2005.
2. I.N. Carte – BFEM in *Hydrodynamic of Reversible Axial Profile Cascades*, Prima Conferință a hidroenergeticienilor din România, 26—27 mai, 2000, București.
3. Carte, I.N., Baci I.D. – *Velocity and Pressure Field on the Profile Boundary of the Reversible Profile Cascades*, Fifth International Conference on Hydraulic Machinery and Hydrodynamics., vol.I October 2000, pag.23-30, Timisoara, Romania.
4. Galeriu C. D. – *Mișcări potențiale și hidrodinamica rețelelor de profile*, Îndrumător de laborator, partea II-a, Poligrafia Institutului Politehnic "Traian Vuia" Timișoara, Timișoara, 1986.

THE ORTHOGONAL MODEL OF SYNCHRONOUS MACHINE

Prof. univ. dr. ing. Silviu GHEORGHIU
Academia Navală „Mircea cel Bătrân”, Constanța

Abstract

The electrical machines shaped in the d-q system can be studied in any kind of transitory regime. In the following paper, they are given original contributions to the orthogonal system d-q equations for the motor and generator regime. The physical model of electrical synchronous machine gives the base of these equations. Solving these equations by a computer makes possible to obtain the electrodynamics forces which act over the machine in transitory regime. This work establishes the theoretical bases for the whole eletroenergetical system.

The transitory regimes of the electrical machines can be studied by quality and quantity, by shaping them through the orthogonal system or the d-q system.


$$\begin{bmatrix} U_d \\ U_q \\ U_E \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_1 + pL_d & -\omega_m L_q & pM_{dE} & -\omega M_{dQ} \\ \omega_m L_d & R_1 + pL_q & \omega_m M_{qE} & pM_{qQ} \\ pM_{Ed} & 0 & R_E + pL_E & 0 \\ pM_{Dd} & 0 & pM_{ED} & 0 \\ 0 & pM_{Qq} & 0 & R_Q + pL_Q \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} I_d \\ I_q \\ I_E \\ I_D \\ I_Q \end{bmatrix}$$

The transfer function for PI regulator is:

$$H(p) = K(1 + \frac{1}{pT_i}) = \frac{U_E}{E_r}$$

Where:

T_i is the time of the regulator;

$E_r = U^* - U$ is the voltage error;

U^* is the nominal voltage

U is the terminal voltage

K is the amplification of the regulator.

Using the derivative ($p = \frac{d}{dt}$), the relation becomes:

$$KT_i \frac{dE_r}{dt} + KE_r = T_i \frac{dU_e}{dt}$$

By adding this equation, the system of the differentiated equation that defines the GS and the voltage regulator behavior, in short-circuit, is:

$$1.6X + 0.079 \frac{dX}{dt} - 0.055 \frac{dW}{dt} - 21.038Z + 18.21Q - 1.21 \frac{dU}{dt} = 0$$

$$24.806X - 379.94U - 17.27W - 0.058 \frac{dQ}{dt} + 1.6Z + 0.067 \frac{dZ}{dt} = 0$$

$$+ 1.21 \frac{dX}{dt} + 41.3U + 18.51 \frac{dU}{dt} + 0.621 \frac{dW}{dt} = 41.3 + 20t$$

$$- 0.058 \frac{dZ}{dt} + 30.22Q + 0.25 \frac{dQ}{dt} = 0$$

$$- 0.55 \frac{dX}{dt} + 7.95W + 0.067 \frac{dW}{dt} + 0.621 \frac{dU}{dt} = 0$$

$$X(0) = 0$$

$$Z(0) = 0$$

$$Q(0) = 0$$

$$W(0) = 0$$

$$U(0) = 0$$

The current variation I_d is given in figure 2.

$$\begin{aligned} X(t) = & 7.381t + 8.6453 + 1.2995e^{-212.6t} + 2.1017 \times 10^{-2} \exp(-152.41t) - \\ & - 9.0151 \exp(-20.297t) \cos 312.11t + 0.28214 \exp(-20.297t) \sin 312.11t - (5) \\ & - 0.95079 \exp(-1.1189t) \end{aligned}$$

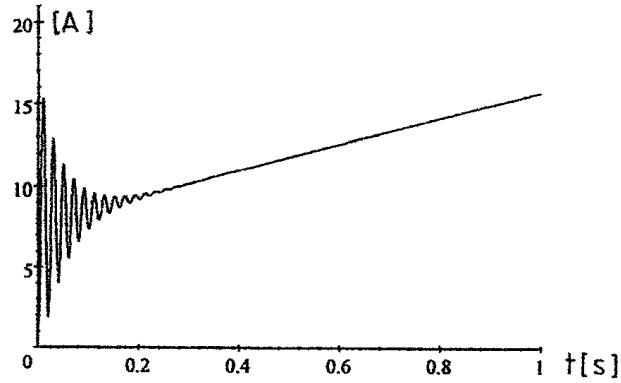


Fig.2 The current variation through stator winding on d axis

I_D current, by winding amortization on d axis, presents important variations in the first 0.2 seconds, and became lower after that (figure 3).

$$W(t) = 1.3236 \times 10^{-2} + 14.594e^{-212.6t} - 0.32056\exp(-152.41t) - \\ -14.288\exp(-20.297t)\cos 312.11t + 8.8551\exp(-20.297t)\sin 312.11t + (6) \\ + 1.9195 \times 10^{-3} \exp(-1.1189t)$$

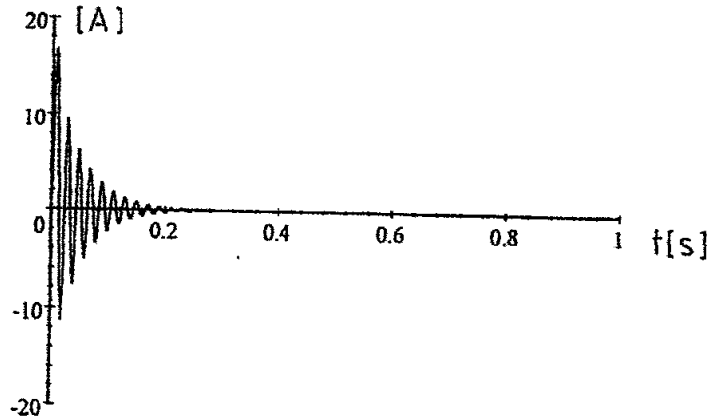


Fig.3 The current variation through winding amortization on d axis

The initial value of the current by winding excitation was 1 A. In figure 4 is represented the current variation by winding excitation.

$$U(t) = 0.48426t + 0.56672 - 0.58066e^{-212.6t} + 9.5201 \times 10^{-3} \exp(-152.41t) + \\ + 1.0669\exp(-20.297t)\cos 312.11t - 0.32327\exp(-20.297t)\sin 312.11t - (7) \\ - 6.2453 \times 10^{-3} \exp(-1.1189t)$$

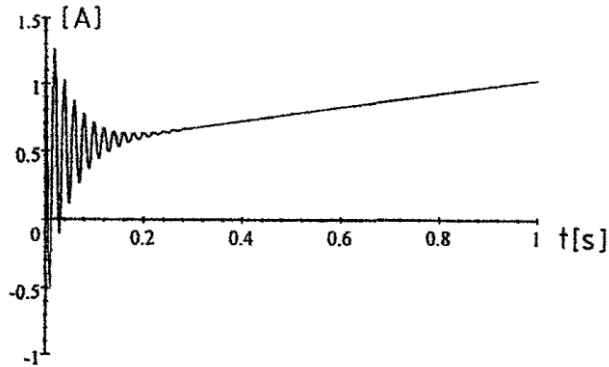


Fig.4 The current variation through coiling excitation

The electromagnetic torque has the form:

$$M_{GS} = p_1[I_d I_q (L_d - L_q) + I_Q I_E M_{EQ} - I_d I_Q M_{Qd} + I_q I_D M_{Dq}] \quad (8)$$

And for our problem we obtain:

$$M_{GS} = 0.0123 I_d I_q + 1.21 I_Q I_E - 0.05878 I_d I_Q + 0.0558 I_q I_D \quad (9)$$

In order to represent graphically this expression, we solve the system with Laplace transform. For each function, we give the graph extended on the time interval between the initial moment $t=0$ and $t=0.3$ seconds after the short-circuit.

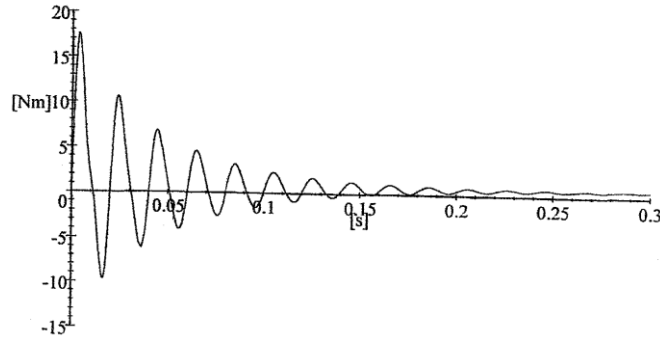


Fig.5 The electromagnetic torque for synchronous generator at short-circuit

Conclusions:

In this paper, it was finalized, originally, the analysis of d-q model for the synchronous generator. The analyzed regime was a regime of three phases symmetrical short-circuit.

From our analysis the following conclusions result:

1. the maximum value of the electro magnetically torque is eleven times greater than electro magnetically torque of steady-state;
2. The maximum current and the maximum torque appear at 0.005 second after the appearance of short-shift;
3. The maximum current represents 1.5 from steady-state current;
4. The transient state lasts 0.15 seconds;
5. Taking into considerations these phenomena, the synchronous generator must be correspondingly dimensioned .

BIBLIOGRAPHY

1. ADKINS, B. *The General Theory of Electrical Machines*. New York: John Wiley, 1959
2. BARRET, Ph. *Régimes Transitoires des Machines Tournantes Electriques*, Editure Eyrolles, Paris 1982
3. BABESCU, M. *Determinarea caracteristicilor mecanice la motoarele asincrone cu efect pelicular*. În *Buletinul Științific al I.P.T. Timișoara*, T26/40, 72. 1981, p 59-65
4. BABESCU M. *Mașini electrice – Modelul ortogonal*, Editura Politehnică, Timișoara 2000.
5. BOLDEA, I. ATANASIU Ghe. *Analiza unitară a mașinilor electrice.*: Editura Academiei, București 1983
6. BOLDEA, I *Parametrii mașinilor electrice.*: Editura Academiei, București, 1991
7. CÂMPEANU, A. *Mașini electrice – Probleme fundamentale.*: Editura Scrisul Românesc, Craiova, 1988.
8. DAVIDOVICI, I. *Parametrii mașinilor electrice de curent alternativ*. Editura Tehnică, București 1968
9. FEETE, M. *Modeling of Synchronous Machines For Stability Studies*. University of Soderbom, Departament of Electrical Engineering, 1999.
10. GHEORGHIU, S. *Sisteme de acționare electrică a propulsorului naval*. Editura Academiei Navale, Constanța 1999
11. PARK, R.H. *Two Reaction Theory of Synchronous Machines (I+II)*. Trous-A, IEE 48, 716-727 (1929) and 52 (1933).

THE MODELING OF THE ASYNCHRONOUS MACHINE

Prof.univ.dr. ing. Silviu GHEORGHIU
Academia Navală “Mircea cel Bătrân”, Constanța

Abstract

The electrical machines shaped in the d-q system can be studied in any kind of transitory regime. In the following paper, they are giving original contributions to the orthogonal system d-q equations the asynchronous machine. The solution of these equations is made by computer, obtaining all the electrodynamics forces which act over the machine in transitory regime. The settlement of the equations of the orthogonal model is based on the physical model of the asynchronous machine. The results of the transitory regime of asynchronous machine are presented starting from the equations of the orthogonal model.

The orthogonal model (or d-q model) is one of the most well known models and it is presented, for the asynchronous machine, in figure 1.

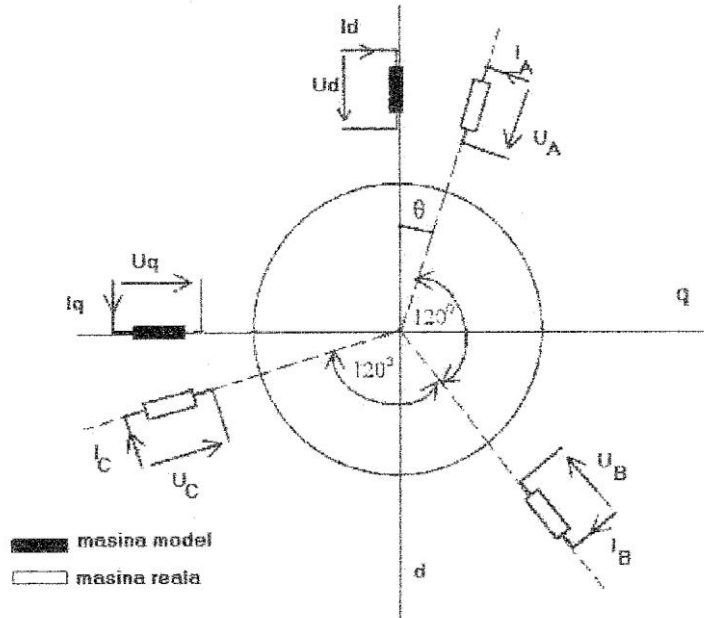


Fig.1. The d-q model of asynchronous machine

The d-q model's equations for the asynchronous machine with the rotor in shortcircuit are wrote as it follows:

$$\begin{bmatrix} U_d \\ U_q \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_1 + pL_1 & -\omega_1 L_1 & pM & -\omega_1 M \\ \omega_1 L_1 & R_1 + pL_1 & \omega_1 L_1 & pM \\ pM & -(\omega_1 - \omega_m)M & R_2 + pL_2 & -(\omega_1 - \omega_m)L_2 \\ (\omega_1 - \omega_m)M & pM & -(\omega_1 - \omega_m)L_2 & R_2 + pL_2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} I_d \\ I_q \\ I_{dr} \\ I_{qr} \end{bmatrix} \quad (1)$$

The model's inductances are given in figure 2:

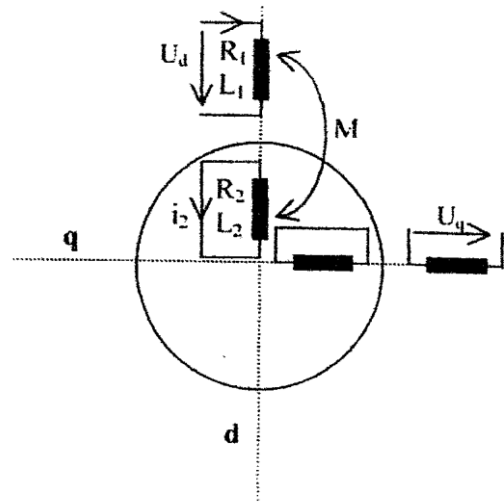


Fig. 2 The inductances of the d-q model of asynchronous machine

Solving the arthogonal model's equations by a computer with the „Maple” program, we have as a result the electromagnetic forces which act over asynchronous machine in the transitory regime represented bellow:

$$U(t) = B(t) - Y(t) \quad (2)$$

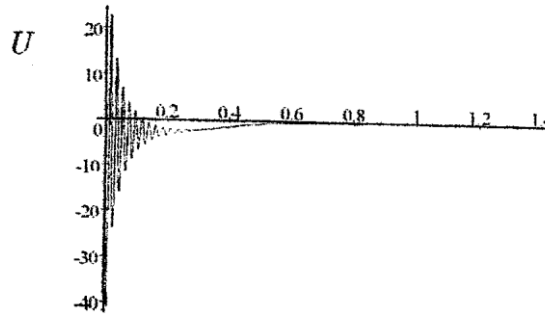


Fig. 3 The I_{qr} current variation

$$I(t) = X(t) \cos 314t - Y(t) \sin 314t \quad (3)$$

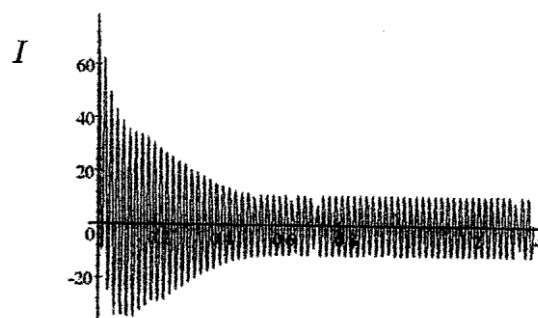


Fig. 4 The I current variation

$$M(t) = -0.08X(t)U(t) + 0.08Y(t)Z(t) \quad (4)$$

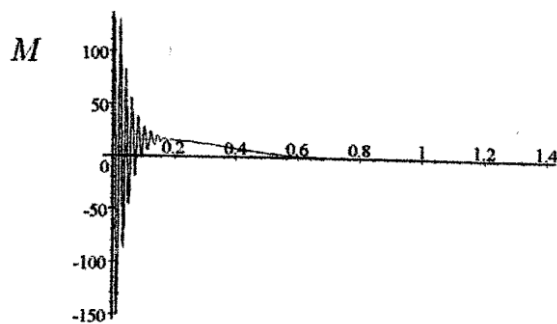


Fig. 5 The motor torque variation

$$X(t) = 3.333(1 - s(t))B(t) + 0.5A(t) + 38 \quad (5)$$

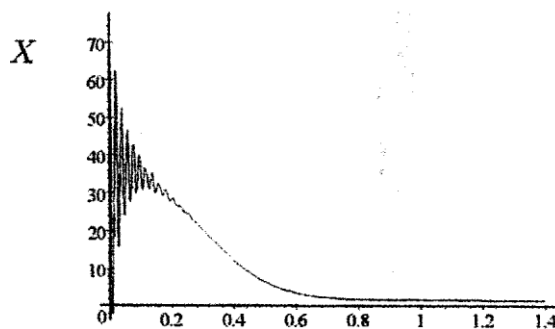


Fig. 6 The I_d current variation

$$Y(t) = -3.333(1 - s(t))A(t) + 0.5B(t) \quad (6)$$

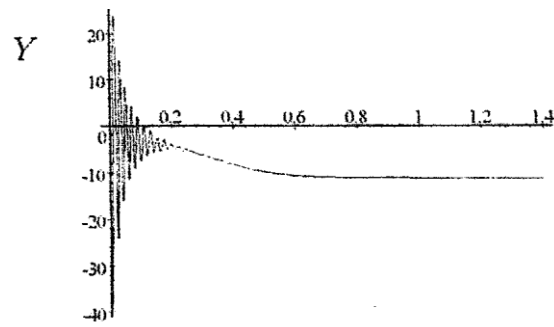


Fig. 7 The I_q current variation

$$Z(t) = A(t) - X(t) \quad (7)$$

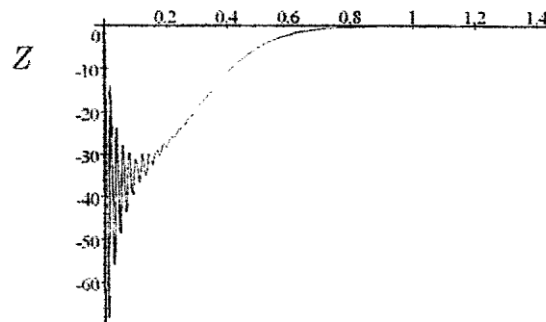


Fig. 8 The I_{dr} current variation

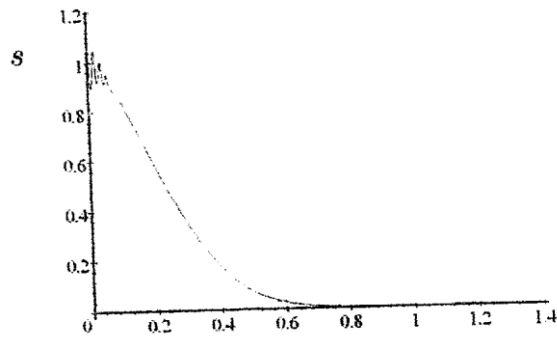


Fig. 9 The time-slide at the starting point

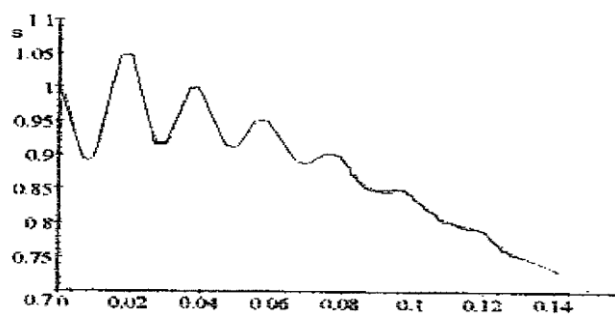


Fig. 10 Variation of the slide (detail)

$$n(t) = 1500 - 1500s(t) \quad (8)$$

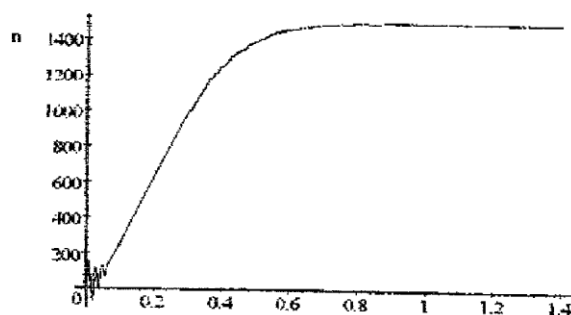


Fig. 11 The speed's variation

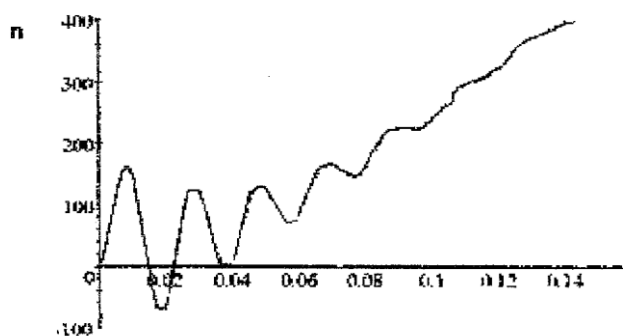


Fig. 12 The speed's variation (detail)

$$(-0.08X(t)U(t) + 0.08Y(t)Z(t), n(t)) \quad (9)$$

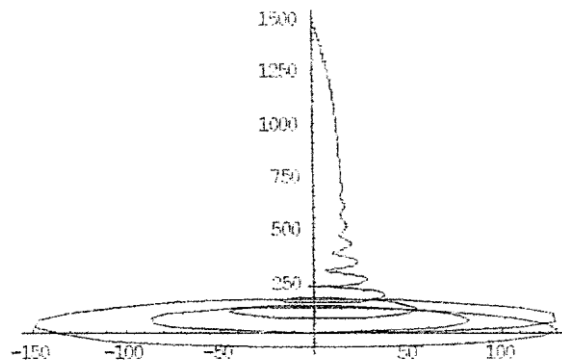


Fig. 13 The dynamic – mechanic characteristics

Conclusions:

1. The transitory process at the starting moment of the asynchronous machine lasts approximately 1 second.
2. The important oscillations in speed, torque and current appear in the first 0.1 seconds.
3. The electromagnetic torque at lower speed (under 250 rot/min) has „picks” near ten times more than M_N .

BIBLIOGRAPHY

1. BOLDEA, I.; ATANASIU, Ghe. *Analiza unitară a mașinilor electrice.*: Editura Academiei, București 1983.
2. BABESCU, M. Determination of the Parameters of the Ortogonal Model of Electrical Machines. În *Buletinul Științific al UPT*, T42 (56), 2, 1997.
3. BARRET, Ph. *Regimes Transitoires des Machines Toutnantes Electriques*, Editure Eyrolles, Paris 1852
4. DRĂGĂNESCU, O. *Încercările mașinilor electrice*, Editura Tehnică, București 1988
5. GHEORGHIU, S. *Sisteme de acționare electrică a propulsorului naval*. Editura Academiei Navale, Constanța 1999
6. PARK, R.H. Two Reaction Theory of Synchronous Machies (I+II). *Trousa*, IEE 48, 715-727 (1929) and 52 (1933).
7. PĂUNESCU, M.D., BABESCU, M. *The Dynamic of System Synchronous Generator –Asynchronous Motor*. În *Buletinul Științific al I.P. Iași*.
8. PĂUNESCU, M.D., BABESCU, M. *The Electromagnetically Solicitation on Synchronous Generator in Short-circuit State (II)*. În *Buletinul Științific al UPT*.

THE MODELLING OF THE SECONDARY RADIATION EMITTED BY THE DIFFERENT METALLIC WALLS ON BOARD THE MILITARY SHIP

Prof. univ. dr. ing. Alexandru SOTIR
Conf. univ. dr. ing. Mircea CONSTANTINESCU
Conf. univ. dr. ing. Gheorghe SAMOILESCU
Asist. univ. drd. ing. Vasile SOLCANU
Academia Navală "Mircea cel Bătrân", Constanța

Abstract

An important problem related to the evaluation of the on board personnel protection against the radiation fields effects, emitted by the radiation sources (the antennas), refers to the secondary radiation of the metallic structures of the military ship [4]. Thus, as a result of the radiation fields influence, the metallic walls, or other metallic structures on the decks, become, in their turn, secondary radiation sources, that can be a supplementary danger for the on board personnel that work on these decks. The paper presents a calculus model with an associated program elaborated to determine the radiated electromagnetic power density, emitted by the metallic walls of different materials: iron, copper, aluminium, graphite. For this reason, they used the calculus method of the flat-parallel shield, based on solving the Helmholtz equation; the metallic wall being considered to belong fictitiously to a parallelepiped shield of finite dimensions. Because the metallic structures of the ship are usually manufactured by iron, the model for the other materials have taken in account, supposing that these ones should cover the analyzed surface with thin layers. The results of the modeling are useful to identify the adequate protection solutions for the on board personnel against the secondary radiation.

1 INTRODUCTION

The elaborating of this model involved the using of the shielding method for the plane-parallel screen.

It is emphasized that the plane-parallel shield is the only type of shield which can be precisely determined (shielding factor and attenuation) by means of both the *Helmholtz* equation and *impedances method*.

It is specified that, in this case, the procedure is no longer used up to the attenuation calculus, but only up to the determination of the reaction field in the shield wall.

There must be specified three essential aspects ab initio:

- the analyzed metal is considered to be a part of a parallelepiped shield of finite dimension (i.e. the outer wall on the command bridge of the transmitter compartment);
- the computation takes into account a finite dimension wall, in which case:
 - it cannot be disregarded the gauge shield effect;
 - intensity of the induced electric field does not keep to the conservation of tangential components law on the outer side of the shield¹;
- it is considered the displacement current because the incident wave frequency is very high (the radio and radar equipments, that *attack* the shield, have frequencies values between 200 MHz and 9 GHz).

2 MODELLING PHASES. INNER SHIELD FIELD ESTIMATION

Modelling of the armature reaction field use the *Helmholtz* methodology of the plane-parallel screen and has three phases: 1. inner shield field estimation; 2. outer shield field estimation; 3. field estimation within the shield.

Inside the shield/screen $\sigma=0$ (air – radio compartment), $\Gamma_i = j\Gamma_0$ and the *Helmholtz* equation turns into:

$$\frac{d^2 Hy_i}{dx^2} = \Gamma_i^2 \cdot Hy_i; Hy_i = Hy_i(x); \Gamma_i = j\Gamma_0 = j \frac{2\pi}{\lambda_0} \quad (1)$$

The solution of this equation is:

$$Hy_i \left(\overleftarrow{x} \right) = C_1 \cdot e^{j\Gamma_0 x} + C_2 \cdot e^{-j\Gamma_0 x}; x \leq x_0, \quad (2)$$

where x_0 is the distance from the centre of the shield and the internal wall. For symmetry reasons it can be expressed as follows:

$$Hy_i \left(\overleftarrow{x} \right) = Hy_i \left(\overrightarrow{x} \right); C_1 = C_2 = C \quad (3)$$

Inner magnetic field becomes:

$$Hy_i(x) = 2C \cos(\Gamma_0 x); x \leq x_0 \quad (4)$$

¹ This is because the screen currents imply the presence of electric charges on the screen surface.

The inner electric field is [1]:

$$dEz_i = j\omega\mu_0 Hy_i dx; Ez_i = Ez_i(x); \quad (5)$$

$$Ez_i(x) = j\omega\mu_0 Hy_i \cdot x + C \quad (6)$$

The propagation equations are linear and the *stimulus* (the incident wave on the shield) is considered to be harmonic, the inner field must be harmonic too, therefore:

$$C = 0; Ez_i(x) = j\omega\mu_0 Hy_i(x) \quad (7)$$

Designating the field in the screen centre (on the longitudinal axis) with $Hy_i(0)$, we obtain:

$$Hy_i(0) = 2C = Hi_0(\text{constant}) \quad (8)$$

$$\text{and } Hy_i(x) = Hi_0 \cdot \cos(k_0 x) \quad (9)$$

respectively.

Relation (9) describes the irregularity of the inner field, which has a stationary wave character, as opposed to the case of disregarding the displacement current, in which the field is constant.

In this case the inner electric field can be formulated as follows:

$$Ez_i(x) = j \frac{\omega\mu_0}{\Gamma_0} Hi_0 \cdot \sin(k_0 x) + C, \quad (10)$$

$$\text{and } Ez_i(x) = j \frac{\omega\mu_0}{\Gamma_0} Hi_0 \sin(k_0 x); C = 0, \quad (11)$$

respectively, seeing that the field is assumed to be harmonic.

Noticing that:

$$\frac{\mu_0}{\Gamma_0} = \frac{\mu_0}{\frac{2\pi}{\lambda_0}} = \frac{\mu_0 \cdot \lambda_0}{2\pi} = \frac{\mu_0}{2\pi} c_0 \cdot T = \frac{\mu_0}{2\pi f} c_0 = \frac{\mu_0}{\omega} \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} = \frac{1}{\omega} \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} = \frac{Z_0}{\omega}, \quad (12)$$

$$\text{where } Z_0 = 120\pi = 377(\Omega), \quad (13)$$

we obtain:

$$Ez_i(x) = j\omega \frac{Z_0}{\omega} Hi_0 \sin(k_0 x) = jZ_0 Hi_0 \sin(k_0 x); x \leq x_0 \quad (14)$$

3 OUTER SHIELD FIELD ESTIMATION

Starting from the *Helmholtz* equation:

$$\frac{d^2 Hy_e}{dx^2} = \Gamma_e^2 \cdot Hy_e, \sigma=0; \Gamma_e = j\Gamma_0 = \Gamma_i, \quad (15)$$

it results that:

$$Hy_e \stackrel{\sim}{=} C_1 e^{j\Gamma_0 x} + C_2 e^{-j\Gamma_0 x}; |x| \leq x_0 + d. \quad (16)$$

The field being not of infinite value, it can be expressed as follows:

$$\lim_{x \rightarrow \infty} Hy_e \stackrel{\sim}{=} finite. \quad (17)$$

It results that:

$$C_1 = 0. \quad (18)$$

Thus:

$$Hy_e \stackrel{\sim}{=} C_2 e^{-j\Gamma_0 x}; \quad (19)$$

and: $|Hy_e(x)| = C_2 = He$ (constant),

where He is the emitted field by the source, at great distance from the screen, being of a known constant value by measurements. The outer magnetic field becomes:

$$Hy_e \stackrel{\sim}{=} He \cdot e^{-j\Gamma_0 x}; |x| \geq x_0 + d. \quad (20)$$

The outer screen magnetic field but in its proximity shall be affected by the reaction field (within the screen wall) owing to the extremity effect (finite dimension shield); the determination of the armature reaction field (the same as the field within the shield's wall) is the object of phase 3.

The outer electric field becomes(according to (5)) :

$$dE_e \stackrel{\sim}{=} j\omega\mu_0 Hy_e \stackrel{\sim}{=} dx; \quad (21)$$

$$E_e \stackrel{\sim}{=} j\omega\mu_0 He \int e^{-j\Gamma_0 x} dx = -\frac{\omega\mu_0}{\Gamma_0} He \cdot e^{-j\Gamma_0 x} + C. \quad (22)$$

The field being harmonic, $C=0$, it leads to:

$$E_e \stackrel{\sim}{=} -Z_0 He \cdot e^{-j\Gamma_0 x}; He=ct; |x| \geq x_0 + d \quad (23)$$

4 FIELD ESTIMATION WITHIN THE SHIELD WALL

The propagation equation (*Helmholtz*) is determined from the relation:

$$\frac{d^2 Hy_p}{dx^2} = \Gamma^2 \cdot Hy_p; \Gamma = \Gamma_p \quad (24)$$

and has the following solution:

$$Hy_p \left(\left[x_0, x_0 + d \right] \right) = Ae^{\Gamma_p x} + Be^{-\Gamma_p x}; \quad x_0 \leq x \leq x_0 + d, \quad (25)$$

with $\sigma \neq 0$, $\Gamma_p \neq 0$.

The electric field is in the form:

$$Ez_p \left(\left[x_0, x_0 + d \right] \right) = \frac{\Gamma_p}{\sigma} \left(Ae^{\Gamma_p x} - Be^{-\Gamma_p x} \right) = Zs \left(Ae^{\Gamma_p x} - Be^{-\Gamma_p x} \right), \quad (26)$$

where Zs is the shield's impedance (*intrinsic impedance*).

For constants determination there are the constraints:

$$Ht \left(x_0 \right)^- = Ht \left(x_0 \right)^+ \quad (27)$$

$$Ht \left(x_0 + d \right)^- = Ht \left(x_0 + d \right)^+ \quad (28)$$

$$Et \left(x_0 \right)^- = Et \left(x_0 \right)^+ \quad (29)$$

Observation

In case of taking into account the extremity effect (screen of finite proportion) there can not be a similar constraint for $Et(x_0 + d)^+$ - respectively the outer electric field.

In the above equations:

$Ht(x_0)^-$ - the field $Hy_i(x)$, for $x=x_0$;

$Ht(x_0)^+$ - the field $Hy_p(x)$, for $x=x_0$;

$Ht(x_0 + d)^-$ - the field $Hy_p(x)$, for $x=x_0 + d$;

$Ht(x_0 + d)^+$ - the field $Hy_e(x)$, for $x=x_0 + d$;

$Et(x_0)^-$ - the field $Ez_i(x)$, for $x=x_0$;

$Et(x_0)^+$ - the field $Ez_p(x)$, for $x=x_0$.

Taking these constraints into account, the following relations are obtained:

$$\begin{cases} Hi_0 \cos \left(\Gamma_0 x_0 \right) = Ae^{\Gamma_p x_0} + Be^{-\Gamma_p x_0} \\ Ae^{\Gamma_p (x_0 + d)} + Be^{-\Gamma_p (x_0 + d)} = He \cdot e^{-j\Gamma_0 (x_0 + d)} \\ jZ_0 Hi \sin \left(\Gamma_0 x_0 \right) = Zs \left(Ae^{\Gamma_p x_0} - Be^{-\Gamma_p x_0} \right) \end{cases} \quad (30)(31)(32)$$

Regularizing these equations, we obtain:

$$\begin{aligned} Ae^{\Gamma_p x_0} + Be^{-\Gamma_p x_0} &= Hi_0 \cdot \cos \left(\Gamma_0 x_0 \right) \\ Ae^{\Gamma_p (x_0 + d)} + Be^{-\Gamma_p (x_0 + d)} &= He \cdot e^{-j\Gamma_0 (x_0 + d)} \end{aligned} \quad (33)$$

$$Ae^{\Gamma_p x_0} - Be^{-\Gamma_p x_0} = j \frac{Z_0}{Z_s} H_{i_0} \cdot \sin(\epsilon_0 x_0) = K_0 \cdot H_{i_0} \cdot \sin(\epsilon_0 x_0),$$

$$\text{where: } K_0 = \frac{\mu_0}{\mu} \frac{\Gamma}{\Gamma_0} = j \frac{Z_0}{Z_s}. \quad (34)$$

There are three unknown variables in relations (33), namely A , B , H_{i_0} , where $H_{i_0} = ct$ (in the centre of the screen).

Another equation for these parameters it can be obtained as follows too:

There is applied the conservation of tangential components theorem for the electric field of the interphase between the screen wall and the free space (the inner screen) [2]:

$$Ez_{pt} = Ez_{it} \quad (35)$$

Observation

The application of the theorem is possible due to the consideration that the parallelepiped shield is completely sealed, so that there are no other electric sources on the inner side of the shield.

$$\text{As: } \vec{E} = Ez \vec{k}, \quad (36)$$

$$\text{it is calculated: } \text{rot} \vec{E} = -j \left(\frac{\partial Ez}{\partial x} \vec{j} \right). \quad (37)$$

The law of electromagnetic induction is written:

$$\text{rot} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}, \quad (38)$$

which in the complex is formulated:

$$\text{rot} \vec{E} = -j\omega B_y \vec{j} = -j\omega\mu H_y \vec{j}. \quad (39)$$

By comparing relations (37) and (39) we obtain:

$$\frac{dEz(x)}{dx} = j\omega\mu H_y(x), \quad (40)$$

$$\text{or: } dEz = j\omega\mu H_y dx. \quad (41)$$

Relation (41) is valid in any of the three areas: the inner shield, the shield wall, the outer shield (as a consequence of a general law).

For the inner shield, near the inner wall, there are known:

$$\mu = \mu_0 \quad (42)$$

$$H_{y_i} = H_{i_0} \cos(\epsilon_0 x_0); \quad x = x_0. \quad (43)$$

Following, relation (41) becomes:

$$dEz = j\omega\mu_0 H_{i_0} \cos(\epsilon_0 x_0) dx, \quad (44)$$

from which it results by integration:

$$Ez(x) = j\omega\mu_0 Hi_0 \cos(\Gamma_0 x_0) x + C. \quad (45)$$

For the given reasons (linear propagation equations, harmonic stimulus), the inner field is harmonic as well, therefore $C=0$ and:

$$Ez(x) = j\omega\mu_0 Hi_0 \cos(\Gamma_0 x_0) x \quad (46)$$

Relation (46) indicates that $Ez(x)$ is an odd function and for $x=0$ (in the yOz plane, at the middle of the screen), field $Ez(x)=0$.

In other terms, if $Hy(x)$ is substituted in relation (43) with its relation within the wall, we obtain:

$$dEz_p(x) = j\omega\mu (Ae^{\Gamma_p x} + Be^{-\Gamma_p x}) dx, \quad (47)$$

for: $x_0 \leq |x| \leq x_0 + d$ (within the wall).

By integrating and designating $j\omega\mu = \Gamma_p^2/\sigma$, it results:

$$Ez(x) = \frac{\Gamma_p}{\sigma} (Ae^{\Gamma_p x} - Be^{-\Gamma_p x}) \quad (48)$$

$$Ez_p(x_0) = j\omega\mu_0 Hi_0 \cos(\Gamma_0 x_0) x_0 \quad (49)$$

$$Ez_p(x) = \frac{\Gamma_p}{\sigma} (Ae^{\Gamma_p x_0} - Be^{-\Gamma_p x_0}) \quad (50)$$

Using the conservation of tangential components theorem (the two relations have equal absolute values) and that Γ^2 is:

$$\Gamma^2 = j\omega\sigma\mu \text{ (constant of propagation within the wall)}, \quad (51)$$

we obtain a forth equation:

$$Ae^{\Gamma_p x_0} - Be^{-\Gamma_p x_0} = K Hi_0 \cos(\Gamma_0 x_0) x_0, \quad (52)$$

$$\text{where: } K = \frac{\mu_0}{\mu} \Gamma_p x_0. \quad (53)$$

The system consisted of for equations, (33), (52), where it has been indicated:

$$K_0 = \frac{\mu_0}{\mu} \frac{\Gamma_p}{\Gamma_0} = j \frac{Z_0}{Z_s}; \quad K = \frac{\mu_0}{\mu} \Gamma_p x_0; \quad \Gamma_e = j\Gamma_0 = \Gamma_i.$$

From these equations it is calculated the field H_{i_0} , in the centre of the screen, as well as the constants A and B . By replacing A and B in relation (25) and making $x=x_0+d$, it is obtained the magnetic reaction field at the wall surface:

$$Hy_{p_e} = Ae^{\Gamma_p \epsilon_{0+d}} + Be^{-\Gamma_p \epsilon_{0+d}} \quad (54)$$

- **The estimation of the electric field induced within the wall**

Now it is determined the induced electric field in the screen in the form of:

$$Ez_p(x) = \frac{\Gamma_p}{\sigma} (Ae^{\Gamma_p x} - Be^{-\Gamma_p x}), \quad (55)$$

where: $x_0 \leq |x| \leq x_0 + d$

On the outer side of the screen, the induced electric field shall be:

$$Ez_{p_e}(x) = \frac{\Gamma_p}{\sigma_{Fe}} (Ae^{\Gamma_p \epsilon_{0+d}} - Be^{-\Gamma_p \epsilon_{0+d}}) = Z_s (Ae^{\Gamma_p \epsilon_{0+d}} - Be^{-\Gamma_p \epsilon_{0+d}}) \quad (56)$$

The constants A and B are obtained by relations (33), (52).

- **The determination of the induced current density within the screen wall**

As the magnetic field within the wall is:

$$\overline{Hy_p} \hat{e}_y = jHy_p \hat{e}_y, \quad (57)$$

it results that the only non-zero components of $\overline{rotHy}$ are directional to the Oz axis, parallel with the screen axis and perpendicular to Hy direction, respectively:

$$\overline{Jz_p} \hat{e}_z = \overline{rotHy_p} \hat{e}_z = kJz_p \hat{e}_z \quad (58)$$

By developing the rotor, it is obtained:

$$Jz_p \hat{e}_z = -\frac{\partial Hy_p \hat{e}_y}{\partial x} = -\frac{\partial}{\partial x} (Ae^{\Gamma_p x} + Be^{-\Gamma_p x}) \hat{e}_y = \Gamma_p (Ae^{\Gamma_p x} + Be^{-\Gamma_p x}) \hat{e}_z \quad (59)$$

This current shall create the reaction field within the screen wall, $H_{z_p}(x)$, which is contrariwise to the outer stimulus field [3].

5 THE DETERMINATION OF THE RADIATED POWER BY THE WALL'S REACTION FIELD

There are determined the components of the reaction field, Hy_p and Ez_p , for $x=x_0+d$, by relations (25) and (26), respectively:

$$Hy_{pe}(x) = Ae^{\Gamma_p \epsilon_0 + d} + Be^{-\Gamma_p \epsilon_0 + d} \quad (60)$$

$$Ez_{pe}(x) = Z_s \left(Ae^{\Gamma_p \epsilon_0 + d} - Be^{-\Gamma_p \epsilon_0 + d} \right) \quad (61)$$

where Z_s is the screen's intrinsic impedance (relative to the radiation field).

Thereby, the reaction electromagnetic power radiated outwards by the wall shall be:

$$Sr_{pe} = Ez_{pe} \cdot Hy_{pe} = Z_s \left(Ae^{\Gamma_p \epsilon_0 + d} + Be^{-\Gamma_p \epsilon_0 + d} \right) \left(Ae^{\Gamma_p \epsilon_0 + d} - Be^{-\Gamma_p \epsilon_0 + d} \right) \text{ (W/m}^2\text{)},$$

or:

$$Sr_{pe} = Z_s \left(A^2 e^{2\Gamma_p \epsilon_0 + d} - B^2 e^{-2\Gamma_p \epsilon_0 + d} \right) \text{ (W/m}^2\text{)}$$

6 OBTAINED RESULTS BY MODELLING

For: $S_e = 100 \text{ (W/m)}, f = 10^9 \text{ (Hz)}, Z_{sFe} = 2.82 \cdot 10^{-5} \cdot \sqrt{f} \text{ (}\Omega\text{)},$
 $Z_{sCo} = 3.68 \cdot 10^{-7} \cdot \sqrt{f} \text{ (}\Omega\text{)}, \rho_{Fe} = 0.12 \cdot 10^{-6} \text{ (}\Omega\text{m)}, \rho_{Co} = 0.017 \cdot 10^{-6} \text{ (}\Omega\text{m)},$
 $Z_0 = 377 \text{ (}\Omega\text{)},$

$\mu_{rFe} = 1000, \mu_{rCo} = 1, \Gamma_0 = \frac{2\pi}{\lambda_0}$, the reflected magnetic field is:

a. Iron: $H_{ype} = 0.3026 \text{ (A/m)}$; b. Copper: $H_{ype} = 0.3027 \text{ (A/m)}$.

It can be noticed that this one is bigger for copper, and it has an important value comparatively with H_e .

REFERENCES

- [1] Radu, S., *Introducere în Compatibilitatea electromagnetică*, vol.1, *Ecranarea aparaturii electronice*, Editura Gheorghe Asachi, Iași, 1995
- [2] Mocanu, C.I., *Teoria câmpului electromagnetic*, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1981
- [3] Goedbloed, J. J., *Electromagnetic Compatibility*, Philips Research Laboratories, Eindhoven, Holand
- [4] Sotir, A., *Interferențe electromagnetice perturbatoare. Baze teoretice*, Editura Militară, București, 2005

THE ANALYSIS OF THE ELECTROMAGNETIC FIELD MEASUREMENTS ON A NAVY

Prof. univ. dr. ing. Alexandru SOTIR
Conf. univ. dr. ing. Mircea CONSTANTINESCU
Conf. univ. dr. ing. Gheorghe SAMOILESCU
Asist. univ. drd. ing. Vasile SOLCANU
Academia Navală "Mircea cel Bătrân", Constanța

Abstract

The paper presents an analysis of the results of the radiated electromagnetic power density measurement, upon a military ship belonging to a Corvette family, by comparison with the EMC national and international existing standards, to protect the health of the on board personal. They present an electromagnetic map of a ship too, contenting the distribution of this power on an important number of navy points (50), highlighting them where the density levels are over the standard levels, to implement some special measures of protection. To evaluate the effects of the secondary radiation against the on board personal, they compute the level of the reflected electromagnetic waves on the metallic structures of the decks, using an algorithm, respectively an program, especially conceived with this aim, on the basis of Helmholtz equations.

1 INTRODUCTION

To identify radiation risk for the personnel on a military ship, a study of the electromagnetic radiated power levels was made in different ship *points*, comparing the results with the legal levels.

In the same, the quality parameters of the energy from the ship's electro-energetic network were verified to identify the deformation regime and the harmonics level on the network, capable to aggravate the negative effects on the ship's personnel.

2 MEASUREMENT RESULTS ON THE DISTRIBUTION ELECTRICAL NETWORK

2.1 The aim of the measurements. Reference documents

For the analysis were used the results of the measurements made in the power supply installation on board the ship with the opportunity of modernizing it, the results presented in The Technical Report “Parameter’s Measurement of The Power Supply Installation on Board Frigate X“, made in 2003 by the Center of Research for Military Technique and Technologies, Constanta.

To establish, define, calculate and measure the technical parameters that need to be guaranteed by the power distribution network, on board military ships, they take into account the prescriptions of the military standard *STANAG 1008 NAV (EDITION) - Characteristics of Shipboard Electrical Power Systems in Warships of The North Atlantic Treaty Navies*.

According with these prescriptions they have in view to assure the compatibility, including the electromagnetic point of view, between the electro-energetic system of the ship (generators, transformers, distribution networks) and electrical consumers on board.

2.2 The defining of the electrical parameters according to stanag 1008

The military standard STANAG 1008[1] is made to assure interoperability and compatibility of NATO forces level, with a view to using the electrical installations on board military ships.

The parameters which are defined in this standard, like their admitted limits of variation are stated in the action’s conditions of some perturbation factors, external (temperature, humidity, vibrations, ship’s bending) and internal (electrical charge shocks, conduction and field perturbations).

From the consumer’s point of view, the energy’s production and distribution system is considered as an automatic system of frequency and tension, in stationary regime as in transitory regime, at the variations made by the internal and external perturbations.

The range of these parameters is wider; from these, in the present, contract we are interested only in those involving in the CEM problem, like:

- tension or frequency’s modulation
- tension or frequency’s transitory permission
- tension or frequency’s transitory return time
- tension’s top
- total harmonically distortion
- individual harmonic
- deviation factor.

In STANAG 1008 the parameters for the next cases are :

- main power distribution at $U_n = 440V$ or $115V$, $f_n = 60Hz$;

- special power distribution at $U_n = 440V$ or $115V$, $f_n = 400Hz$;
- damage distribution in direct current, $U_n = 24/28V$.

The standard can be applied and the distribution networks on board the Romanian Naval Forces ships to, with $U_n = 380/220V$, $f_n = 50Hz$; this thing is possible because the electrical parameters are defined as relative values (%), regarding the nominal values.

2.3 The structure of the navy energetic system

The structure elements of the navy's energetic system are made by:

- synchrony diesel – generators, Romanian manufactured, 3 x 400V, 50Hz with power of hundreds of kVA- MVA, with auto excitation systems and tension automatic regulator.
- triphase electrical transformers, with power of tens of kVA, 380/22V;
- triphase subsystem with isolated null, 3 x 220V, 50Hz, for auxiliary installations (illumination and radio-communications);
- distribution subsystem in d.c., 24V, for damage supply (illumination, navigation, guns);
- main and damage distributions electrical panels.

2.4 The apparatus for measurement, acquisition and processing of data

For data measurement and acquisition the next device were used:

- triphase resistive tension divisor, star connexion, like a tension converter;
- measurement and calculus portable system, type Compaq 1500, with data acquisition card DAQ Card AI16- National Instruments SUA, 8 channels, that assures the conversion A/N on 12 bytes (measurement precision $\pm 0.1V$), staggering frequency 60kHz- connected to the resistive divisor. The signal acquisition was made on minute intervals, being simultaneously recorded the tension's snap values on the 3 phases.

For acquisition and processing data was used Lab VIEW 6.0 software.

2.5 The conditions of measurement

From the CEM's point of view we were interested in the parameters variation only under the influence of internal perturbation factors, condition realized through the ship's stop on the embankment.

The energetically system was powered in turn by a station (TPD1), respectively another station (TPD2).

Only one generator functioned in every station, at different charging levels, with tension socks between (250-450) A, obtained by starting of some asynchronous engines.

2.6 The obtaining results

The measurements show the existence of a deformed regime at function with both the prow and bow, in an stationary regime (with tension socks).

In these conditions, the filtration of undesirable harmonics are required, eventually using a mixed filtration – compensation system (of the power factor), for assuring the compatibility with STANAG.

3 THE MEASUREMENT RESULTS OF THE ELECTROMAGNETIC FIELD

The measurements to determine power flux density of the electromagnetic field on board of the ship were made by specialists ANMB, UPB and ICPE-CA. S.A. Advanced Studies, in collaboration with specialists from the Testing Laboratory from the Military Technologies and Technique Research Agency of Bucharest, as well as of navy specialists.

To measure the power density flux a Narda complex measuring system, type 8718, series 1507, USA, with sounding lines in the scale of 300kHz-30GHz, type 8741/D, series 01037 (metrological test, Bulletin no.M020422 from the 16th of June 2003).

The measurement's results are presented in the situation transmitted by Naval Academy to the Research Agency (fax no.1/25th of May 2005) being attested through The Measurement Bulletin no.16 from the 02nd of June 2005, emitted in the Testing Laboratory from the Military Technologies and Technique Research Agency of Bucharest.

The ship's electromagnetic map was made based on the data obtained.

In the document containing the measurements, submitted by the Naval Academy to the Testing Laboratory, are highlighted over the Measurements Bulletin no. 166, information regarding the station's **work frequencies** (radio and/or radar) in function at the moment of the measurements, as well as the **top values** of the field's power density in the points of the measurement.

4 THE COMPARATIVE ANALYSIS OF THE MEASUREMENT DATA GIVEN TO EMC EXISTING STANDARDS

For this experiment, more than one measurement were made, during one day, as well as from day to day, in the main measuring points, establishing identical or similar radiant electromagnetic power density values in the same sources context.

From analyzed data from the 19th of May and 20th of May 2005 we established the following:

a) measured data from the same point (for example on the artillery bow deck), in both days, between same hours (9-13), and in the same perturbation

context and with the same functioning sources were not very different: 13,1 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ and 12,5 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$;

b) measured values in the two days have the same order of size.

An important conclusion was shown on these facts: **measured data as medium values on 6 minutes can be considered valuable for 8 hours of functioning , in the same context**, with the same sources in function.

It was not possible to measure the electromagnetic power density flux on a ship for 8 hours because of the navy regime and of the special program on board the ship - one side- and - other side - because of the very high fuel consumption.

So, taking into account the values measured in an 8 hours period and comparing them with the limits stated in the *General Standards for Work Protection*, 48/1996 Annex, edited by the Minister of Work and Protection, we established that in 22 measurements points the maximum legal level of 12.5 $\mu\text{W}/\text{cm}^2/8$ hours is exceeded or it is very close to this.

These points, as well as the functioning sources at the measurement time are presented in table 4.1.

In table 4.2 the standardized values of electromagnetic power density flux are presented according with the General Standards of Work Protection, for a wide frequency band, between 10MHz and 300GHz (microwaves).

In table 4.3 the legal limits from Narda 8718, SUA measuring system are presented.

Table 4.1 The measurements points and the functioning sources $\text{UM:W}/\text{m}^2$

No. Crt	Place of measurement	Station/stations in function	Medium value	Top value
¼	Boats deck	4 stations US	0.150	
2/11	Bow artillery deck	2 stations US	0.131	
3/12	Bow artillery deck	4stations US	0.168	
4/13	Bow artillery deck	2 stations US	0.137	
5/14	Bow artillery deck	1 stations US	0.125	
6/15	Bow artillery deck	4 stations US	0.131	
7/19	Port main deck(torpedoes)	4stationsUS) + 5 stations UUS.	0.144	
8/20	Heliport central deck	Idem	0.168	
9/21	Port bow Heliport deck	Idem	0.156	
10/22	Starboard bow heliport deck	Idem	0.146	
11/32	Prow mast	2 stations US 2 nav. radars	1.162	
12/33	Central upper deck	2 stations US 2 stations US 2 nav. radars + 1 radar MR 302	0.218	
13/34	Starboard upper deck	Idem	0.143	
14/38	Port bridge	Idem	0.125	
15/39	Starboard bridge	Idem	0.118	

16/41	Central boats deck	Idem	0.150	
17/42	Central artillery upper deck	Idem	0.123	
18/43	Bow upper deck	Idem	0.125	
19/44	Starboard upper deck (torpedoes)	All radio stations+ 2 navigation radars.	0.128	
20/47	Upper deck-near FUTB transmitter compartment wall	Idem	0.187	
21/52	Upper deck, at 50cm from the wall	Idem	0.607	
22/53	Upper deck, at 2m from the wall	Radio stations are stopped radars are in function	0.187	

Table 4.2 Maximum radiant power levels admitted

No. crt.	Frequen cy range	Maximum admitted level W/cm ² /6min	Maximum admitted level μ W/cm ² /8 ore	Observations
1.	10MHz-400MHz	1	12.5	At values bigger than 1 protection suits are necessary
2.	400MHz-2GHz	f/400	12.5-62.5	
3.		Limits: 1-5		
	2GHz-300GHz	5	62.5	
Observation. For frequencies lower than 10MHz, the limits are taken from the table, in μ W/cm ²				

Table 4.3 Maximum levels admitted according with Narda system's documents

No. crt.	Frequency range	Maximum admitted level mW/cm ² /6min	Observations
1.	3kHz-400MHz	56 μ W/cm ² /6min-4,5mW/cm ² /6min	Stock level: 56 μ W/cm ²
2.	300kHz-19Hz	8-39 μ W/cm ² /6 min	
3.	300MHz-40GHz	57-520 μ W/cm ² /6min	

Excepting a few values for measurement points inside the ship, like: dining rooms, passages, operator room MR302, FU-TB transmitters compartment, GARPUN compartment, all the other top values exceeded or are close to the maximum level admitted of 12.5 μ W/cm²/6min. It is normal that this values to be in an 8 hours period too, in the same functioning regime.

The top values of the power density flux were measured on the upper deck, at 50cm, from the metallic wall, with almost all installations in function, all radio stations and 2 navigation radars. So, the measured values of 60 μ W/cm² in

average and $66 \mu\text{W}/\text{cm}^2/6\text{min}$ for top are approximately 5 times higher than the legal levels admitted.

The lowest values were measured in nonfunctional spaces inside the ship: passage SD- $0.6 \mu\text{W}/\text{cm}^2/6\text{min}$, dining compartments from port and starboard- $1.25 \mu\text{W}/\text{cm}^2/6\text{min}$, PO prow passage- $1.32 \mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{min}$. prow passage to the main bridge- $1.28 \mu\text{W}/\text{cm}^2/6\text{min}$.

The power density flux values were measured too into the inside functional compartments, like: MR 302 station operator's compartment- $0.6 \mu\text{W}/\text{cm}^2/6\text{min}$; C.O.C- $1.28 \mu\text{W}/\text{cm}^2/6 \text{ min}$ or PIL- $4.20 \mu\text{W}/\text{cm}^2/6\text{min}$.

Another important finding was that they didn't notice a big difference between the measured values in a ship's point when only one or more emission station were functioning in the same frequency band.

Power density values under the maximum level, but close to it, were recorded on the Bridge- $11.8 \mu\text{W}/\text{cm}^2/6\text{min}$.

5 CONCLUSIONS

The measured data shows that the electromagnetic radiant power density levels in 22 points (especially on the decks) exceeded or are close with the legal limits. So, protection measurements are necessary to be taken for the personnel in these points (areas), consisting in protection equipments and protection shields.

BIBLIOGRAPHY

[1] *** STANAG 1008 NAV(EDITION-Characteristics on Shipboard Electrical Power Systems in Warships of The North Atlantic Treaty Navies)

[2] Carstensen, R.V., *EMI Control in Boats and Ships*, Don White Consultants Inc., 1979

[3] Norme generale de protecția muncii, Anexa 48/1996, Ministerul Muncii și Protecției Sociale

[4] The Technical Report "Parameter's Measurement of The Power Supply Installation on Board Frigate X", Center of Research for Military Technique and Technologies, Constanta, 2003.

[5] The Measurement Bulletin no.16, The Testing Laboratory from the Military Technologies and Technique Research Agency of Bucharest, the 02nd of June 2005

SIMULATORUL DE CÂMP MAGNETIC DE FORMĂ CIRCULARĂ

Prof. univ. dr. ing. Alexandru SOTIR
Conf. univ. dr. ing. Mircea CONSTANTINESCU
Conf. univ. dr. ing. Gheorghe SAMOILESCU
Asist. univ. drd. ing. Vasile SOLCANU
Academia Navală "Mircea cel Bătrân", Constanța

Abstract

The circular coil is used for the local magnetic compensation of same equipments, from the endowment of the ship, such ordnances, the pumps of the engine room, magazines and so on.

This work presents the mathematical form of the stationary magnetic field created by the circular live coil and relieve its particularity.

Gradul de omogenitate dorit al câmpului magnetic, în planul de măsurare, se obține adoptând corespunzător diametrul bobinei circulare și solenația, iar din condiția satisfacerii erorilor de compensare admisibile și a verificării câmpului după formă, se stabilește poziția acesteia față de sursa de câmp magnetic supusă compensării.

De menționat este faptul că, în al doilea război mondial, dar și în prezent, sunt utilizate simulatoare de câmp magnetic de formă circulară, tractate de elicoptere, în scopul distrugerii câmpurilor de mine la mare și fluviu.

Pentru analiza câmpului magnetic staționar și deducerea relațiilor finale de calcul s-a considerat circuitul electric, de formă circulară, liniar și filiform, situat în aer.

Deoarece distribuția densității de curent este cunoscută, determinarea câmpului magnetic constă în a calcula potențialul magnetic vector și, în continuare, intensitatea câmpului magnetic.

Se consideră sistemul de coordonate cilindric (r, α, z) cu originea în centrul spirei și axa Oz dispusă perpendicular pe planul acesteia. Fie $P(r, \alpha, z)$ punctul de observație, P' proiecția sa pe planul spirei, iar Q un punct curent pe conturul (Γ) . Punctul arbitrar P se află la distanța r de axa Oz și la distanța z de planul conturului circular [1]. Se consideră că distanța R este mare în comparație cu dimensiunile liniare ale secțiunii transversale a conductorului (fig.1).

La început, se determină expresia și direcția componentei potențialului magnetic vector $\vec{A}$, corespunzător curentului I prin elementul de conductor liniar $d\vec{l}$. Conform figurii 1, distanța de la elementul de curent $I d\vec{l}$ până în punctul de observație arbitrar este R ($R \gg dl$). Din expresia cunoscută:

$$d\vec{A} = \frac{\mu_0 \vec{j} dV}{4\pi r},$$

rezultă:

$$\vec{j} dV = \vec{j} ds d\vec{l} = I d\vec{l},$$

unde ds este suprafața secțiunii transversale a conductorului.

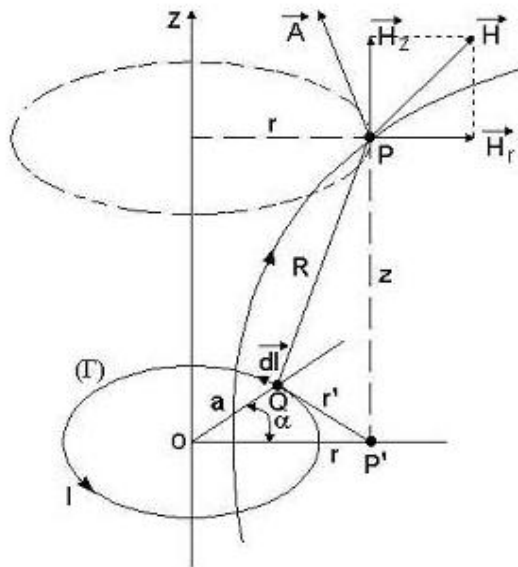


Fig.1 Privind calculul câmpului magnetic staționar creat de conturul circular

Ca urmare:

$$\vec{dA} = \frac{\mu_0 I d\vec{l}}{4\pi r}, \quad (1)$$

Componenta potențialului magnetic vector determinată de elementul de curent are același sens, în spațiu, ca și curentul în elementul de conductor.

Expresia potențialului magnetic vector determinată de întregul circuit electric parcurs de curent, va fi de forma [1,2,3]:

$$\vec{A} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \oint \frac{d\vec{l}}{R}, \quad (2)$$

în care integrarea se face de-a lungul întregului contur parcurs de curent.

Ca urmare a simetriei câmpului magnetic, față de axa Oz, izoliniile potențialului magnetic vector $\vec{A}$ sunt cercuri dispuse în planuri paralele cu planul conturului parcurs de curent și care au centrele pe axa Oz. Astfel, vectorul $\vec{A}$ are numai componentă tangențială $A_\alpha \neq 0$, iar componentele radială și axială sunt nule $A_z = A_r = 0$ (Proiecțiile lui $\vec{A}$ pe r și z sunt nule, $\vec{A}$ fiind tangent la izoliniile, în cazul de față cercuri, situate în plane paralele cu planul spirei Γ).

Expresia componentei tangențiale a potențialului magnetic vector va fi de forma:

$$A_\alpha = \vec{A} \vec{\alpha}_0 = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \oint \frac{d\vec{l} \vec{\alpha}_0}{R}, \quad (3)$$

Din figura 2, în care $\vec{\alpha}_0$ și $\vec{r}_0$ sunt versorii după coordonatele α și r , rezultă:

$$d\vec{l} = a d\alpha, \quad (4)$$

$$d\vec{l} \cdot \vec{\alpha}_0 = d\vec{l} \cos \alpha = a \cos \alpha d\alpha, \quad r' = \sqrt{a^2 + r^2 - 2ar \cos \alpha}, \quad (5)$$

$$R^2 = a^2 + r^2 - 2ar \cos \alpha + z^2, \quad (6)$$

Cu luarea în considerare a relațiilor (5) și (6), expresia (3) devine [1,3]:

$$A_\alpha = \frac{\mu_0 I a}{4\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \frac{\cos \alpha d\alpha}{\sqrt{r^2 + a^2 + z^2 - 2ar \cos \alpha}},$$

respectiv:

$$A_\alpha = \frac{\mu_0 I a}{2\pi} \int_0^\pi \frac{\cos \alpha d\alpha}{\sqrt{r^2 + a^2 + z^2 - 2ar \cos \alpha}}, \quad (7)$$

Prin substituția $\alpha = \pi - 2\beta$, care permite schimbarea limitelor de integrare de la $(0, \pi)$ la $(0, \pi/2)$, deci $d\alpha = -2d\beta$, iar $\cos \alpha = 2\sin^2 \beta - 1$, și având în vedere

limitele de integrare: pentru $\alpha=0$ corespunde $\beta=\pi/2$, iar pentru $\alpha=\pi$ corespunde $\beta=0$, relația (7) devine [1]:

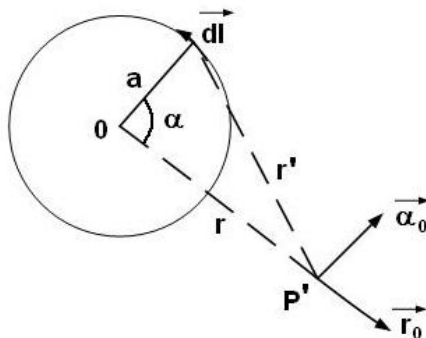


Fig.2 Privind determinarea componentei A_α

$$A_\alpha = \frac{\mu_0 I a}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{2 \sin^2 \beta - 1}{\sqrt{r^2 + a^2 + z^2 - 2ar \cos \alpha}} d\beta. \quad (8)$$

Relația (6) se aduce la forma:

$$R^2 = \sqrt{r^2 + z^2} \left[1 - \frac{4ar}{\sqrt{r^2 + z^2}} \sin^2 \beta \right], \quad (9)$$

Introducând relația (9) în expresia (8), potențialul magnetic vector ia forma:

$$A_\alpha = \frac{\mu_0 a I}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{2 \sin^2 \beta - 1}{\sqrt{\sqrt{r^2 + z^2} \left[1 - \frac{4ar}{\sqrt{r^2 + z^2}} \sin^2 \beta \right]}} d\beta, \quad (10)$$

Se notează:

$$k^2 = \frac{4ar}{\sqrt{r^2 + z^2}}, \quad 0 \leq k \leq 1, \quad (11)$$

și atunci relația (10) devine:

$$A_{\alpha} = \frac{\mu_0 I k}{2\pi} \sqrt{\frac{a}{r}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{2 \sin^2 \beta - 1}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2 \beta}} d\beta. \quad (12)$$

Integrala din (12) se poate exprima cu ajutorul integralelor eliptice complete de speța întâi și a doua, în forma trigonometrică a lui Legendré, parametrul k , subunitar în valoare absolută, fiind modulul acestor integrale. Se notează integralele eliptice complete prin $F(k)$, respectiv $E(k)$, expresiile acestora fiind [1,3]:

$$F\left(\frac{\pi}{2}, k\right) = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\beta}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2 \beta}}, \quad |k^2| < 1,$$

$$F\left(\frac{\pi}{2}, k\right) = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sqrt{1 - k^2 \sin^2 \beta} \, d\beta, \quad |k^2| \leq 1.$$

Expresia potențialului magnetic vector devine:

$$A_{\alpha} = \frac{\mu_0 I}{\pi k} \sqrt{\frac{a}{r}} \left[\left(1 - \frac{k^2}{2}\right) F(k) - E(k) \right]. \quad (13)$$

Pentru componentele inducției magnetice, în coordonate cilindrice (r, α, z), din relațiile:

$$\vec{B} = \text{rot } \vec{A}, \quad \vec{A} = \vec{\alpha}_0 A_{\alpha}, \quad (14)$$

rezultă:

$$\begin{aligned} B_{\alpha} &= 0, \\ B_r &= -\frac{\partial A_{\alpha}}{\partial z} = -\frac{\partial A_{\alpha}}{\partial k} \cdot \frac{\partial k}{\partial z}, \\ B_z &= \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial r} (r A_{\alpha}) \end{aligned} \quad (15)$$

În continuare sunt utilizate relațiile [1,3]:

$$\begin{aligned}
\frac{\partial E(k)}{\partial k} &= \frac{E(k) - F(k)}{k} \\
\frac{\partial F(k)}{\partial k} &= \frac{1}{k} \left[\frac{1}{1-k^2} E(k) - F(k) \right], \\
\frac{\partial k}{\partial z} &= -\frac{zk^3}{4ra}, \quad \frac{\partial k}{\partial r} = \frac{k}{2r} - \frac{(r+a)k^3}{4ra}.
\end{aligned} \tag{16}$$

Având în vedere relațiile (13)-(16) se obțin componentele inducției magnetice:

$$\begin{aligned}
B_r &= \frac{\mu_0 I}{2\pi} \frac{z}{r\sqrt{(r+a)^2 + z^2}} \left[-F(k) + \frac{r^2 + a^2 + z^2}{(r-a)^2 + z^2} E(k) \right], \\
B_z &= \frac{\mu_0 I}{2\pi} \frac{1}{\sqrt{(r+a)^2 + z^2}} \left[F(k) - \frac{r^2 - a^2 + z^2}{(r-a)^2 + z^2} E(k) \right],
\end{aligned} \tag{17}$$

și respectiv ale intensității câmpului magnetic:

$$H_r = \frac{I}{2\pi} \frac{z}{r\sqrt{(r+a)^2 + z^2}} \left[-F(k) + \frac{r^2 + a^2 + z^2}{(r-a)^2 + z^2} E(k) \right], \tag{18}$$

$$H_z = \frac{I}{2\pi} \frac{1}{\sqrt{(r+a)^2 + z^2}} \left[F(k) - \frac{r^2 - a^2 + z^2}{(r-a)^2 + z^2} E(k) \right], \tag{19}$$

Pentru obținerea unor relații generalizate se exprimă componentele intensității câmpului magnetic în funcție de coordonatele relative λ și ν , definite astfel:

$$\lambda = \frac{z}{a}, \quad \nu = \frac{r}{a}, \tag{20}$$

Pentru o scriere mai compactă a relațiilor (18) și (19), componentele H_r și H_z sunt raportate la intensitatea câmpului magnetic în centrul spirei, notată cu H_0 :

$$H_0 = \frac{I}{2a}. \tag{21}$$

Având în vedere (20) și (21), relațiile (18) și (19) devin:

$$\frac{2H_r}{H_0} = \frac{\lambda}{\pi\nu\sqrt{\lambda^2 + \nu^2}} \left\{ \frac{E(k)}{1-k^2} - \left[F(k) - E(k) \right] \right\}, \tag{22}$$

$$\frac{2H_z}{H_0} = \frac{1}{\pi \cdot \sqrt{\lambda^2 + \nu^2}} \left[2F(k) - E(k) - \left(1 - \frac{k^2}{\nu}\right) \frac{E(k)}{1 - k^2} \right]. \quad (23)$$

Se constată că în relațiile (22), (23) valorile componentelor intensității câmpului magnetic, într-un punct oarecare din spațiu, raportate la valoarea câmpului H_0 , din centrul spirei, sunt funcții de coordonate.

În relațiile (22), (23) modulul integralelor eliptice este exprimat în funcție de coordonatele relative și are expresia:

$$k = \frac{2\sqrt{\nu}}{\sqrt{\lambda^2 + \nu^2}}, \quad (24)$$

În baza proprietăților integralelor $F(k)$ și $E(k)$, rezultă că formulele (22) și (23) permit determinarea câmpului magnetic pentru punctele din spațiu în care $0 < k < 1$, deci nu sunt utilizate pentru calculul câmpului în punctele dispuse pe axa care trece prin centrul circuitului de formă circulară, parcurs de curent electric, precum nici în punctele dispuse pe circuit. Intensitatea câmpului în punctele dispuse pe axa Oz se calculează cu relația cunoscută [1,2], care, exprimată în funcție de λ , ν și raportată la valoarea H_0 , primește forma:

$$\frac{2H_z}{H_0} = \frac{2}{(\lambda^2 + \nu^2)^{3/2}}, \quad (25)$$

Utilizând relațiile (22), (23) în care H_0 este exprimat prin relația (21), obținem rezultatele în S.I.

Mai trebuie menționat faptul că utilizarea relațiilor (22) și (23) pentru calcule este comodă deoarece majoritatea mediilor matematice conțin funcțiile $E(k)$ și $F(k)$. De asemenea, funcțiile $E(k)$ și $F(k)$ sunt tabelate, aspect important atunci când nu se dispune de un mediu matematic adecvat [3].

Relațiile (22) și (23) pot fi redată sub forma:

$$\frac{2H_r}{H_0} = h_r(\lambda, \nu), \quad (26)$$

$$\frac{2H_z}{H_0} = h_z(\lambda, \nu). \quad (27)$$

Pe baza relațiilor (26), (27), se pot trasa următoarele caracteristici parametrice ale câmpului magnetic creat circuitul de formă circulară:

- Caracteristicile magnetice longitudinale:

$$h_r(\lambda, \nu) = h_r(\lambda, \nu), \text{ pentru } \lambda = \text{ct.}$$

$$h_z(\varphi) = h_z(\varphi, \lambda), \text{ pentru } \lambda = \text{ct.}$$

- Caracteristicile magnetice verticale:

$$h_r(\varphi) = h_r(\varphi, \lambda), \text{ pentru } v = \text{ct.}$$

$$h_z(\varphi) = h_z(\varphi, \lambda), \text{ pentru } v = \text{ct.}$$

Pentru a evidenția proprietățile caracteristicilor magnetice longitudinale, s-au calculat și reprezentat grafic următoarele funcții:

- funcția $h_z(\varphi)$, pentru $\lambda = 1.0, 1.5, 3.0$, în figura 3;
- funcția $h_z(v)$, pentru $\lambda = 5.00, 5.50, 6.00$, în figura 4;
- funcția $h_r(\varphi)$, pentru $\lambda = 1.0, 1.5, 3.0$, în figura 5;

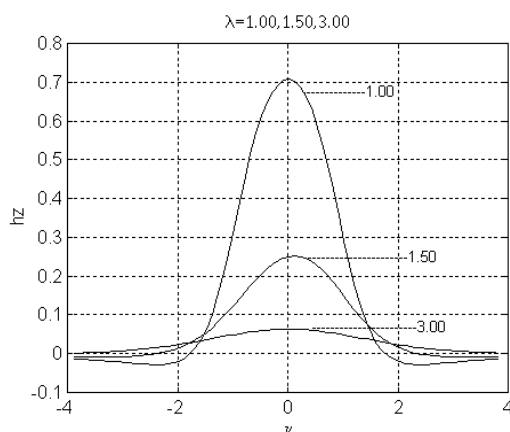


Fig.3 Caracteristica magnetică longitudinală $h_z(v)$ pentru adâncimile $\lambda = 1.00, 1.5, 3.0$

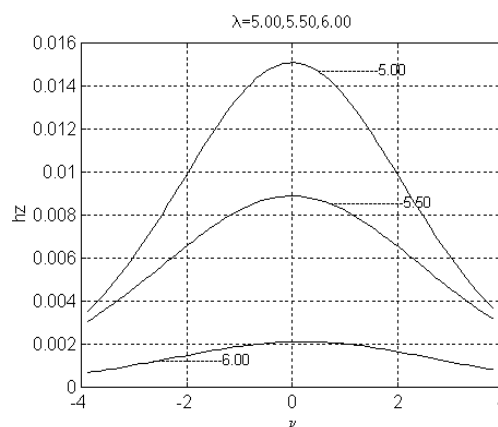


Fig.4 Caracteristica magnetică longitudinală $h_z(v)$ pentru adâncimile $\lambda = 1.00, 1.5, 3.0$

Sunt redată variațiile gradientului de câmp $\frac{dh_r(\varphi)}{dv}$, pentru $\lambda = 1.00, 1.50, 2.50$ (fig. 6) și respectiv $\frac{dh_z(\varphi)}{dv}$, pentru aceleași valori ale coordonatei relative λ (fig. 7).

Calculule efectuate și reprezentările grafice menționate conduc la următoarele concluzii privind caracteristicile magnetice longitudinale:

- Caracteristica $h_r(\varphi)$:
 - funcția $h_r(\varphi)$ este impară în raport cu coordonata v ;
 - funcțiile $h_r(\varphi)$ pentru $\lambda < 2.5$ sunt caracterizate prin valori mari ale câmpului și gradientilor de câmp;
 - pentru $\lambda > 2.5$, valorile câmpului sunt foarte mici și utilizarea circuitului presupune o creștere considerabilă a solenației.

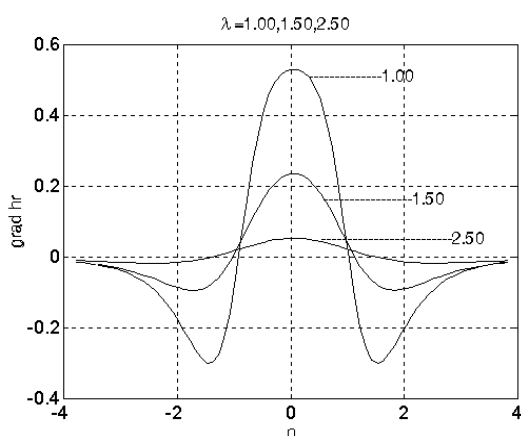


Fig.6 Gradientul $\frac{dh_r}{dv}$ pentru adâncimile $\lambda=1.00, 1.50, 2.50$

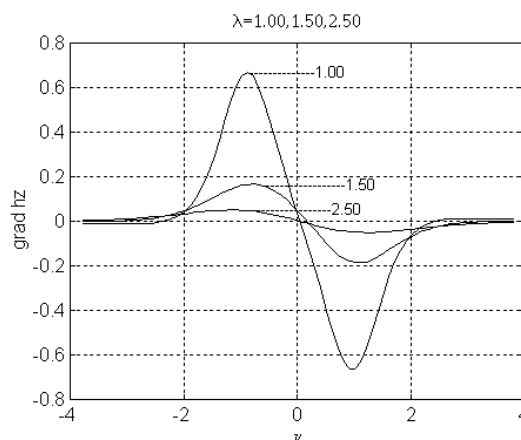


Fig.7 Gradientul $\frac{dh_z}{dv}$ pentru adâncimile $\lambda=1.00, 1.50, 2.50$

- Caracteristica h_z :
 - funcția h_z este pară în raport cu coordonata v ;
 - funcțiile h_z , pentru $v < 2.5$, au valori importante, dar gradientii de câmp sunt mari;
 - pentru $\lambda > 2.5$, utilizarea circuitelor pentru obținerea unui câmp compensator vertical, de asemenea necesită adoptarea corespunzătoare a solenației.

În mod asemănător se pot calcula și construi pe baza relațiilor (22) și (23), caracteristicile verticale ale circuitului electric.

Din calculele și graficele prezentate rezulta că pentru adâncimi mici bobina de formă circulară poate fi utilizată cu succes ca simulator de câmp magnetic pentru dragarea minelor, soluție adoptată în flotele militare ale țărilor dezvoltate, iar la navele cu înălțimea de construcție mică este utilizată pentru crearea câmpului magnetic compensator în cazul când masele feromagnetice ale corpurilor ocupă un volum redus.

Coroborând constatările prezentate pentru circuitele analizate se mai pot face și următoarele considerații generale:

- Caracteristicile magnetice longitudinale h_x și h_z ale circuitului dreptunghiular sunt asemănătoare ca formă cu caracteristicile longitudinale h_r și h_z ale circuitului de formă circulară;
- Gradul de neomogenitate al câmpului magnetic creat de cele două circuite este ridicat, dar circuitul de formă circulară prezintă caracteristici superioare față de cel dreptunghiular;

- Câmpul magnetic creat de circuitul de formă circulară este aproximativ identic cu cel creat de circuitul în forma de pătrat [4];
- Câmpul magnetic creat de circuitul de formă circulară prezintă interes și în calcule de compatibilitate electromagnetică, atunci când se pune problema determinării câmpului magnetic perturbator creat de transformatoare electrice monofazate și trifazate [5].

BIBLIOGRAFIE

1. NOVACU, Valer. *Culegere de probleme de electrodinamică*, București, ED. Tehnică, 1964;
2. MOCANU C.I. *Teoria câmpului electromagnetic*, București, E.D.P., 1981;
3. BESSONOV L.A. *Bazele teoretice ale electrotehnicii. Câmpul electromagnetic*, ED. Vâșăia Școla, Moscova, 1986;
4. AFANASIEV I.V., ș.a.. *Sredstva izmerenii parametrov magnitnovo polia*, ED. Energhia, Leningrad, 1979;
5. RUSIN I.S. *Electropitanie hidroacusticescoi aparaturâ*, ED. Sudostraenie, Leningrad, 1975.

THE FATIGUE TESTING EQUIPMENT AND THE METHOD USED FOR A SHELL PLATING ELEMENT (I)

Conf.univ.dr.ing. ILIE PATRICHI

Conf.univ.dr.ing. BEAZIT ALI

Academia Navala "Mircea cel Bătrân" Constanța

Abstract

The researches performed and the lack of the design data for the hulls made of glass fibre reinforced plastics are presented in the first part of this paper.

The fatigue testing equipment both from the point of view of construction and practicability is presented in the second part of this paper.

The experimental technology by indicating the plate number, the testing types and the plotting way of the fatigue endurance curves are presented in the third part of the paper.

Key words: composite materials, material fatigue, fatigue testing machine, fatigue life/endurance curves.

1 INTRODUCTION

As it results from the paper "The strength structure and the stresses of the shell plating made of glass fibre reinforced plastics", it is necessary to test the GFRP laminated plates forming the shell plating element placed between the structural members. The use of glass fibre reinforced plastics (GFRP), for building the high-speed crafts has reduced both the shell plating thickness and the structural weight of these crafts.

Supposing that the installed power is constant when the structural weight of the craft decreases, the speed increases inducing an increase of the slamming pressure acting on this craft.

Because of the lack of published data regarding the bending fatigue properties of GFRP laminated plates, it is necessary a mechanical testing program for determining the bending fatigue strength of the laminated plates used for craft building and made of Romanian materials.

The conditions used for bending fatigue test of the laminated plates must be like the actual operating conditions of the craft. In this sense, the laminated plates must be tested both in dry and in wet conditions. In this case we shall take into account:

- the number of cycles inducing the breaking at a given stress level;
- the breaking stress after a given cycle number.

Because of the lack of published data regarding the fatigue properties of GFRP, Du Pont de Hemouras in co-operation with Lloyd's Register performed a mechanical testing program named "Project X". The team led by Du Pont involved: reinforcement and resin manufacturers, independent advisers and members of Lloyd's Register and Congar Holding Ltd shipyard. The mechanical testing program was intended to analyse the bending fatigue properties plotting the curves S – N for some laminated plates. They selected three types of laminated plates, out of which the rectangular test samples were taken according to ISO 178. The samples were tested at bending based on the high strain theory (the membrane theory) by two methods:

1. the three point method (two end links and a middle load);
2. with a load distributed on 10 points (two links and 8 points through which the calculated load at 10% of total load was transmitted).

The method used was to compare the fatigue life/endurance of the laminated plate with the fatigue effect on the final strength of the elements eliminating the difficult determination of fatigue failure by visual observation of cracks. Comparing the results of the two testing methods, it results a big difference confirming the doubts of Rymill and Course [1] concerning the validity of the three point method for determining the bending properties of composites used for the hull building by the membrane theory.

For testing, two impregnating types for the outside layer of the laminated plate were used:

1. the traditional plate in which the outside layer/coat was impregnated with polystyrene resin;
2. an improved plate in which the outside layer/coat was impregnated with a mixture of isopolystyrene and flexible urea-acrylic resin.

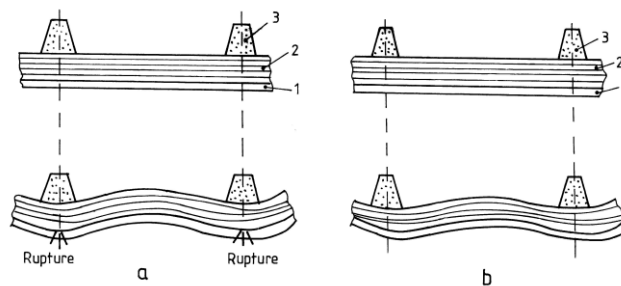


Figure1 – The strain of a shell plating element

a) a traditional shell plating element formed by: 1- a waterproof mat layer; 2 - strength mat and plied layers; 3- stiffening elements. b) an improved shell plating element formed by: 1- a minimum of mat layers with small thickness impregnated with an elastic resin (gel coat) forming the waterproof barrier; 2- glass fibre and Kevlar strength layers; 3 - strength structure.

It was noted that:

- the laminated plate thickness has an important role on the stiffness limiting the strains.
- the load type applied on the test sample and its value should be according to the load type applied on the shell plating (uniformly distributed or according to a certain law);
- fixing the test sample at ends should be according to the shell plating fixing on the strength structure; it was noted that the stress in the rigid fixing is two times (double) higher than in the centre of the sample, and therefore, the cracks appear in front of the sample fixing on the testing machine.

2 THE PRINCIPLE OF THE USED METHOD AND DESCRIPTION OF THE FATIGUE TESTING MACHINE

The fatigue calculation procedure proposed presents different ways of solving the problem:

- (a) Starting from the rated stresses and using the fatigue-stress concentration factors;
- (b) Starting from the local specific strains;
- (c) Applying the breaking mechanics processes.

The choice of the proper method depends on the information available to the designer, on the stage of the studied element (project, prototype, in operation), on the specific features of the element and particularly, on the consequences of creeping during operation.

The necessary equipments connected to the fatigue testing machines are:

- a control system of force, deflection or specific strains;
- a cycle counter;
- a two-coordinate recording system, optional, for recording the hysteresis loop, if any;
- an integrated load control system, if required, providing a constant amplitude of the test sample strain.

The schematic diagram of the testing machine is shown in Figure 2 and it is composed of:

- A. a driver (an exciting unit) formed by a device in which the fluid pulsates in resonator;
- B. a resonator formed by a fastening device of panel and a measuring system of deflection, stresses, etc.

Driver (exciting unit). The driver is a refrigerating compressor changed into an oil pump, removing its suction and discharge valves. By travelling the piston stroke in “S” it is determined a volume, V , of oil discharged and sucked in resonator inducing the variable stress of plate. The oil volume circulated by the pump into the resonator depends on :

- the ratio of the plate element sides;
- the deflection of variable plate with the binding types on the contour line;
- the plate's thickness.

The necessary maximum oil volume, V , resulted from the calculation of the plate side dimensions and its deflection are given in Table 1:

Type of plate side links	$V [dm^3]$ necessary for a 400x400 plate	$V [dm^3]$ necessary for a 400x800 plate
Rigid fixing	1.6	3.2
Supporting, jointing	5.33	10.67

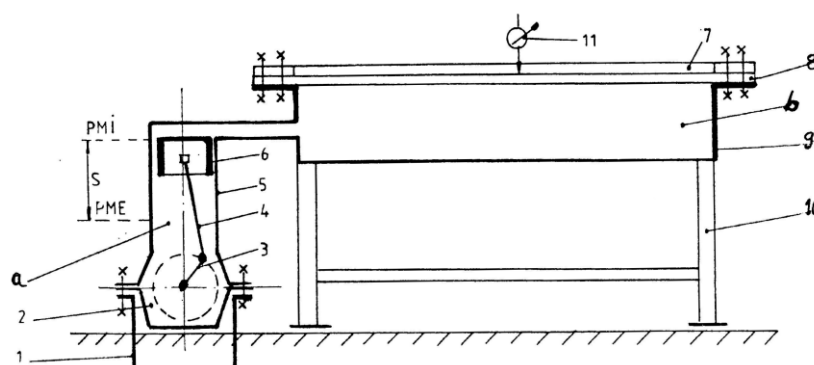


Figure 2 – Schematic diagram of the fatigue testing machine

a – driver, b – resonator

1. bed plate, 2. crankcase, 3. crankshaft, 4. connecting rod, 5. cylinder, 6. piston, 7. fixing frame of studied plate, 8. tested plate, 9. tank, 10. tank holder, 11. controlling comparator of deflection in different pre-established points

The types of refrigerating compressor recommended to be changed into drivers (exciting unit) are:

- for a square plate: 1AV-20; 2AV-10; K 902; K 1202;
- for a rectangular plate: 2AV-20; 3AV-20; MCA 3.

The changes made to these compressors are:

- removing the suction and discharge valves if they are in the cylinder cover and their locking if they are in the piston barrel;
- increasing the oil passing sections between the driver and the resonator;
- changing of crankshaft so that all the compressor cylinders should phased run followed by the balancing of crank and connecting-rod assembly with counterweights on the crankshaft webs;
- changing of crankshaft web (of piston stroke) so that the desired oil quantities can circulate for a certain deflection (a certain stress) of the plate; there are necessary as many crankshafts as the oil volumes for the plate stress or a subassembly allowing the change of crankthrow.

We can note that the crankshaft of 3AV-20 compressor is supported on four base bearings and it can run independently with each cylinder suspending the other cylinders.

The lubrication of the compressor is made with refrigerating pressure oil (F7...F24) circulated by a gear wheel pump build in the compressor. This type of oil is recommended to be also used for the resonator because it may induce leakages on the segments (in case of their wear) reaching the crankcase from where it is taken over for lubrication.

The driving motor of compressor pump must be an asynchronous triangle-radial starting alternomotor. The synchronism speeds of electric motors are: 500,600,750,1000 rot/min.

The speed variation of pump is performed by changing the V-belt driving pulleys or if the electric motor is connected through the pump, this variation will be made by a variable voltage regulator and the change of frequency is made by static converters or other electric/electronic devices.

The cycle index can be a mechanical or electric counter placed on the crankshaft of pump with an electric control contact to the electric motor which turns off after an pre-established number of cycles.

Resonator. The schematic diagram of building and running the resonator (the fatigue testing machine) is shown in Figure 3 and it must allow fixing the non-stiffened plate element which is fatigue tested as near as possible the binding way of shell plating panel.

The resonator is formed by a tank (1) of metal sheet of 8mm thickness, fastened on the tank by brackets. In the flange it is cut a trapezoidal slot in which a frame is placed for fixing the oil sealing membrane to the test sample. The test sample (6) is fixed with a thick upper frame (3) by M12x80 screws arranged in double spacing. The shape of the contact area between the frame and the test sample is performed in such a way that it can achieve the binding type of sides (rigid fixing, supporting, jointing) by the ways shown in Figure 3 b,c,d. The test sample (the reference panel), so the resonator tank area should be of square shape ($a/b=1$) according to the distance provided by the classification societies (300, 400, 450mm). Due to the arrangement way of the bottom longitudinals, of the side longitudinals and the craft's shapes, the distance can be changed. Therefore, the measurement area for the resonator was established to be of 400x800mm.

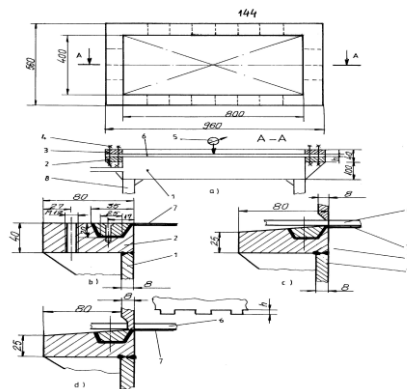


Figure 3 – The fastening device of the plate (the resonator)

- a) top view and A-A section
- b) flange of the rigid fixing device
- c) flange of the supporting device
- d) flange of the jointing device

- 1- tub
- 2- tub collar
- 3- board rand
- 4- bolts
- 5- comparator
- 6- composite plate for probation
- 7- membrane
- 8- tub strut

The control system of force, deflection or stresses must be adopted to the testing type performed. In case of the resonator, the uniformly distributed pressure acting on the panel must be measured by a pressure gauge. Due to the pressure pulses, the pressure gauge will be quickly out of order. For this reason, the pressure will be measured in the beginning to determine the load and then it is sealed with a cock.

To have under control the stresses generated on the tensile side (the upper side of panel), the tensometric marks will be set. The tensometric marks and the cycle counter will be connected to a recording system to read the values of $\varepsilon = f(N)$ or $\sigma = f(N)$.

Many times, a mechanical comparator must be set in the middle of the plate to determine the maximum deflection in different stress stages. To stop the system when the panel broke, an electric switch mechanically operated must be set in the breaking region at a distance bigger than the maximum deflection of the panel, doubled by a minimum pressure indicator in the oil tank.

The following cycles can be performed by the fatigue testing machine:

- pulsating cycle;
- symmetrical and unsymmetrical alternating cycle;
- oscillating cycle.

The pulsating cycle is performed when the piston is in the outer dead centre (ODC, Fig.2); the air at atmospheric pressure is exhausted through a duct starting from the upper side of tank (under the membrane) connected to an air cock nozzle; at the travelling of piston in the inner dead centre (IDC, Fig.2), the oil is discharged by the driver (exciting unit/pump) in the resonator performing the pulsating cycle at a rotation of crankshaft.

The symmetrical alternating cycle is achieved when the piston is at a half-stroke between IDC and ODC and the air exhaust is performed through the air cock nozzle at the atmospheric pressure; the condition that the composite plate should follow the membrane is to provide a good sealing on the contour line and to be elastic enough.

The unsymmetrical alternating cycle can be achieved by placing the piston in an intermediate position depending on the asymmetry degree of cycle.

The oscillating cycle can be achieved when the piston is in the outer dead centre (ODC), the air from the tank is exhausted and a certain pressure in the tank is induced; performing $p_{\min}$ with the air nozzle by means of a pump adjacent to the resonator. By travelling the piston the pressure will increase up to $p_{\max}$ given by the pump stroke.

The binding types which can be performed on the fatigue testing machine are:

- rigid fixing (Figure 3b) when the areas of tank flange (2) and fixing frame (3) are plane and by securing with screws (4) this fixing way is achieved;
- supporting (Figure 3c) when the top flange is worked up in such a way that an edge supports the panel and fixing the upper frame is performed by screws set on the outside of the tank flange; in this way, the panel edge can be moved and rotated;

- jointing (Figure 3d) when the upper frame is worked up in a comb shape allowing only the panel rotation and the edge movement is locked; the upper frame is fixed on the lower frame by screws.

BIBLIOGRAPHY

1. R.F.Pinzelli, J.C. Howson, R.J. Rymill: Fatigue Performance Marine Laminates Reinforced with Kevlar Aramid Fibre. Composites,nr.3 May-June 1992.
2. Gibbs & Cox: Marine Design Manual for Fiberglass Reinforced Plastics. Mc Grow Hill Book Co.Inc.1960
3. Ilie Patrichi: Contributii la constructia si calculul structurilor navale din material plastic armat cu fibre de sticlă, Teză de doctorat, Universitatea din Galați, 1998.
4. Lloyd's Register of Shipping, 1996, England, Rules and Regulations for the classification of yachts and small craft, 1998.
5. ISO 178 – 1975 (E): Determination of flexural properties of rigid plastics.

THEORETICAL MATTERS REGARDING THE ENERGETIC CONVERSION IN PUMPS AND ROTARY HYDRAULIC ENGINES

Conf.univ.dr.ing. ILIE PATRICHI

Conf.univ.dr.ing. BEAZIT ALI

Student Ali LEVENT

Academia Navală “Mircea cel Bătrân”, Constanța

ABSTRACT

The hydraulic driving systems transmit, through a liquid, the mechanical energy from a source to a work mechanism. The transmission is made possible due to the double energy conversion, attained in the first stage by the pump, which transforms the mechanical energy in hydraulic energy, and, finally, by the hydraulic motor, which realises the conversion of hydrostatic energy in mechanical energy. The work presents theoretical considerations regarding the conversion of energy in rotating hydraulic pumps and motors, the conversion process is approached in an original way, being analysed all categories of losses and efficiencies associated with it.

1 INTRODUCTION

Any form of energy can change following a conversion process into another form energy; but this conversion is carried out with specific losses, called conversion losses. The amount of these losses is influenced by conceiving and choosing the elements used for achieving the conversion, a problem that must be taken into account especially for its economical influence.

If E is the energy subject to conversion, then $P = \frac{dE}{dt}$ is the instantaneous power

which corresponds to it. But a part of this power is not used for the purposed aim and, therefore, it is not found in the end of the process; this amount of power ΔP is called power loss, although this name doesn't properly characterised the phenomenon. The

ratio between the power output P_2 and the power input P_1 of the conversion process defines the process performance.

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_1 - \Delta P}{P_1} = 1 - \frac{\Delta P}{P_1} \quad (1)$$

The improvement of energetic indicators of driving systems can be achieved by choosing properly the elements, carrying out the energy conversion so, interfering on the energetic losses.

2 CONVERSION AND TRANSMISSION OF ENERGY IN HYDROSTATIC DRIVING SYSTEMS

Any hydrostatic driving system includes a set of elements which produce/generate and control the potential energy (hydrostatic) that will be stored into the mass of motive fluid, a fluid guided inside the system of the generator to the hydrostatic energy converter (hydraulic motor). This type of system represents, in fact, a plant transmitting through a fluid, the mechanical energy from a source to a working unit: transmission is possible owing to the double energetic conversion achieved by the pump first which converts the mechanical energy into the hydrostatic energy and finally, by the hydraulic motor which achieves the reconversion of the hydrostatic energy into the mechanical energy.

In order to perform these systems, a great construction variety of rotary hydraulic motors is used, some of them performing the function of a pump and the others of a hydromotor.

3 ENERGY LOSSES IN THE ROTARY HYDRAULIC MOTORS

The operation of rotary motors and pumps is accompanied by the volume losses (flow) and the mechanical-hydraulic losses (of pressure and of torque, respectively).

These losses are due to the clearances between moving elements and to the difference of pressure between the high pressure areas and low pressure areas, to the Newtonian viscous frictions which, as a rule, are directly proportional to the speed, respectively, to the dry frictions which, as a rule, are reduced and therefore, sometimes negligible.

3.1 VOLUME LOSSES

They are due both to the leakage of a fluid at the sealed points, proportional to pressure p and viscosity ν , and to the incomplete filling with fluid of the working spaces of pump in the stage of suction, proportional to the speed n and viscosity ν .

The volume losses dependent on pressure ΔQ_p , representing the difference between theoretical flow Q_p and real one Q_p delivered under pressure by the pump, respectively between the real flow Q_M and the theoretical one Q_{tM} necessary for supplying the motor are due to the leakage's of the fluid at the sealed points.

$$\Delta Q_p = Q_{tp} - Q_p = n_a V_p - Q_p \quad (2)$$

respectively

$$\Delta Q_{pM} = Q_M - Q_{tM} = Q_M - n_r V_M \quad (3)$$

where:

n_a and n_r - driving speed and resultant speed

V_p and V_M - pump cylinder volume and motor cylinder volume

The loss of flow dependent on the pressure ΔQ_p can be also determined by the relation:

$$\Delta Q_p = p \text{grad} \Delta Q_p = p \frac{\partial Q}{\partial p} \quad (4)$$

which is non-linear.

For usual operation areas, the dependence ΔQ_p is quasi-linear and therefore it is accepted the operation of rotary units, as accurate enough, under a linear type law $Q \sim p$ decreasing for pumps and increasing for hydro-motors.

As for the dependence of speed the volume losses are decreasing when the unit runs as a motor and increasing when the unit runs as a pump. In certain limits, the volume loss ΔQ_ω is considered linear with speed ω and dependent on pressure p . The flow loss dependent on speed is determined by the relation:

$$\Delta Q_\omega = \omega \text{grad} \Delta Q_\omega = \omega \frac{\partial Q}{\partial \omega} \quad (5)$$

If we take into account both categories of losses, the flow delivered under pressure by the pump and consumed by the hydromotor, can be determined by the following relation

$$\text{- for pump: } Q_p = Q_{tp} - \left(p \frac{\partial Q}{\partial p} + \omega \frac{\partial Q}{\partial \omega} \right) \quad (6)$$

$$\text{- for motor: } Q_M = Q_{tM} + \left(p \frac{\partial Q}{\partial p} + \omega \frac{\partial Q}{\partial \omega} \right) \quad (7)$$

in which the terms isolated in parenthesis represent the total volume losses of the rotary hydraulic motor.

3.2 MECHANICAL-HIDRAULIC LOSSES

These include both the hydraulic losses (pressure) and the mechanical ones (torque) that can be represented by an additional pressure required for overcoming the resistant torque due to the inside mechanical frictions.

The hydraulic losses are pressure losses owing to resistance's opposed by the internal construction of pump, flowing of fluid, being dependent on the physico-chemical properties of driving agent, on the flow and supplying delivery pressure of the hydraulic motor and on the quality and shape of the areas coming into contact with the fluid. The influence of the parameters mentioned above being very well known, the observation of the restrictions imposed by the designing operating and employment directions makes as the amount of these losses to be very small.

That is why the hydraulic losses of rotary motors are negligible on are included in the category of mechanical ones.

The mechanical losses of rotary hydraulic motors are due to the losses by Columbian friction dependent on speed $\Delta M_{p\omega}$ and pressure ΔM_p as well as by fluid frictions simultaneously dependent on speed and density ΔM_ω and viscosity $\Delta M_{\nu\zeta}$, perspectively.

The mechanical losses dependent on speed ΔM_ω can be calculated by the relation:

$$\Delta M_\omega = \omega \text{grad} \Delta M_\omega = \omega \frac{\partial M}{\partial \omega} \quad (8)$$

being conclusive only for high-speed pumps and motors.

We consider only the mechanical losses dependent on speed, the consumed by a pump and generated by a hydraulic motor is determined by the relation:

$$\text{- for pump:} \quad M_{\omega p} = M_{tp} + \Delta M_{\omega p} \quad (9)$$

$$\text{- for motor:} \quad M_{\omega M} = M_{tM} - \Delta M_{\omega M} \quad (10)$$

where M_{tp} and M_{tM} represent the theoretical consumed moment, delivered by a pump and a hydromotor. The mechanical losses dependent on pressure ΔM_p have the analytical expression in the form of:

$$\Delta M_p = k_{fp} \frac{V}{2\pi} (p - p_0) \quad (11)$$

where:

k_{fp} - frictional coefficient proportional to pressure

- V - cylinder volume of motor
 p - feed/delivery pressure of pump/hydromotor
 p_0 - supply circuit/return line pressure of pump/motor

The characteristics of the torque dependent on the pressure $M(p)$ can be determined by the relation:

- for pump:
$$M_{pM} = M_{tp} + \Delta M_{pP} \quad (12)$$

- for motor:
$$M_{pM} = M_{tm} - \Delta M_{pM} \quad (13)$$

4 ENERGETIC CHARACTERISTICS OF ROTARY HYDRAULIC MOTORS

As I mentioned above, the operation of the rotary hydraulic motors both as pumps and hydromotors, is accompanied by volume and mechanical-hydraulic losses.

The way these losses act within the framework of the energy balance of rotary hydraulic motors is presented in Fig. 1 a, for pump and Fig. 1 b, for motors.

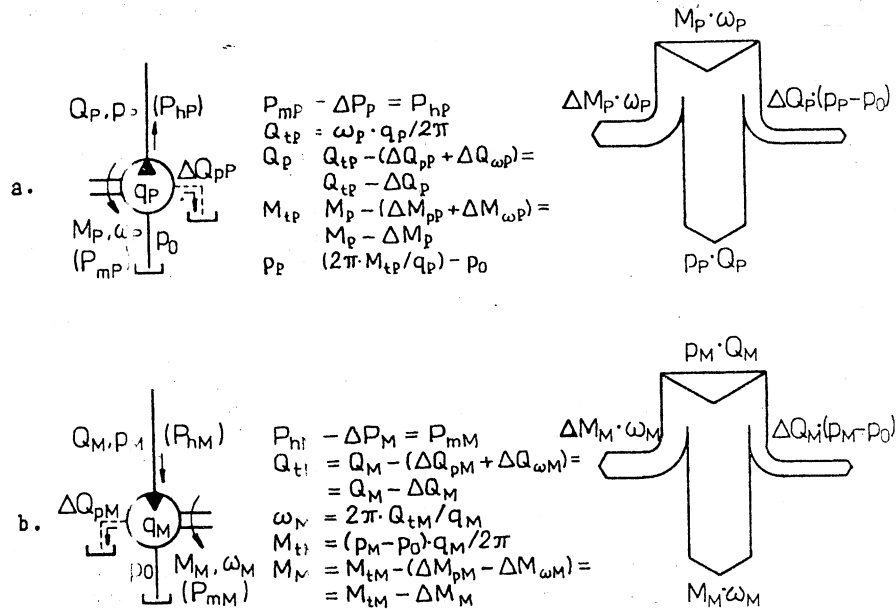


Figure 1

The estimation the energy amount dissipated in the motor during the conversion process of mechanical energy into hydraulic energy, in the pumps and of hydraulic

energy, into mechanical energy in the motors is made by means of volumetric, mechanical-hydraulic and total performance.

4.1 VOLUMETRIC PERFORMANCE

The volumetric performance estimates the volumetric efficiency of motor operation being defined the following relations:

$$\text{- for pumps: } \eta_{vp} = \frac{\text{actual delivered output}}{\text{theoretical delivered output}} = \frac{Q_p}{Q_{tp}} = \frac{O_{tp} - \Delta Q_p}{Q_{tp}} \quad (14)$$

$$\text{- for motors: } \eta_{vM} = \frac{\text{output converted into speed}}{\text{feed output}} = \frac{Q_{tM}}{Q_M} = \frac{Q_M - \Delta Q_M}{Q_M} \quad (15)$$

4.2 MECHANICAL-HYDRAULIC PERFORMANCE

The mechanical-hydraulic performance includes both the mechanical efficiency and the hydraulic one.

If we take into account the fact that the hydraulic losses in the rotary motor are very small, it results the hydraulic efficiency: $\mu_h \approx 1$. The mechanical performance allows the estimation of the mechanical efficiency of the motor operation.

The mechanical-hydraulic performance estimates simultaneously the mechanical and hydraulic efficiency of motor operation and it is determined by the following relations:

$$\text{- for pumps: } \eta_{mhp} = \frac{\text{torque converted into pressure}}{\text{actual consumed torque}} = \frac{M_{tp}}{M_p} = \frac{M_p - \Delta M_p}{M_p} \quad (16)$$

$$\text{- for motors } \eta_{mhM} = \frac{\text{actual developed torque}}{\text{torque corresponding to the feed}} = \frac{M_M}{M_{tM}} = \frac{M_{tM} - \Delta M_M}{M_{tM}} \quad (17)$$

4.3 TOTAL PERFORMANCE

This value includes both the volumetric efficiency and the mechanical hydraulic one.

$$\eta = \eta_v \cdot \eta_{mh} \quad (18)$$

It defines the total energy balance of rotary motors by the following relations:

$$\text{- for pumps: } \eta_p = \frac{\text{hydraulic power output}}{\text{mechanical consumed input}} = \frac{P_{hp}}{P_{mp}} = \frac{P_{mp} - \Delta P}{P_{mp}} = \frac{P_p \cdot Q_p}{M_p \cdot \omega_p} \quad (19)$$

- for motors:

$$\eta_M = \frac{\text{mechanical power output}}{\text{hydraulic feed power}} = \frac{P_{mM}}{P_{hM}} = \frac{P_{hM} - \Delta P_M}{P_{hM}} = \frac{M_M \cdot \sigma_M}{p_M \cdot Q_M} \quad (20)$$

In figure 2 there are presented the variations of performances of rotary hydraulic motors proportional to pressure and working speed.

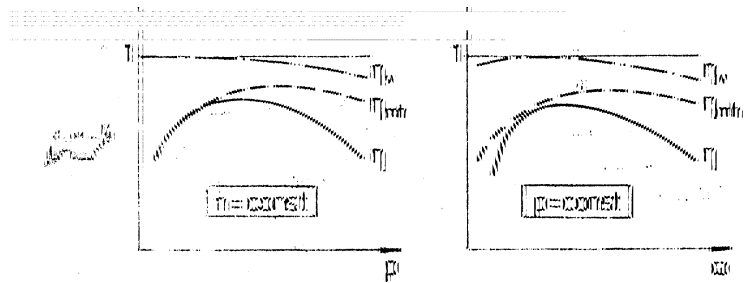


Figure 2

The rate of dependences $\eta(\omega)$ changes considerably when the temperature in the oil mass rises.

5 CHARACTERISTIC CURVES OF THE ROTARY HYDRAULIC MOTORS

As a rule, there are the dependence's $Q_p, \eta_p, P_{mP} = f(p_p)$ for the pumps and $\omega_M, \eta_M, P_{hM} = f(M_M)$ for the motors.

The shape of the characteristic curves of the rotary hydraulic motors and pumps at constant speed and pressure is presented in Figure 3.

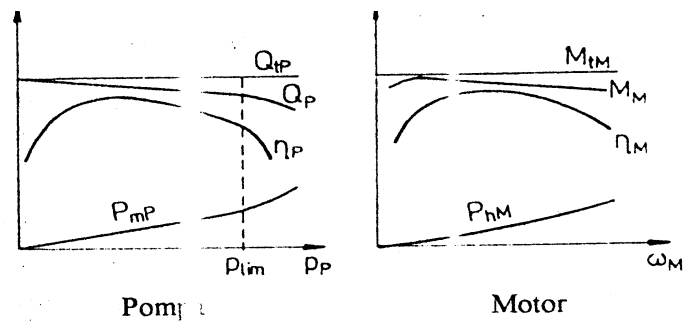


Figure 3

In the pump diagram, it is presented the limit value of pressure p_{lim} , a value over which it is forbidden the use of the motor because it passes in the range of dry friction leading to a fast and irreparable wear and tear of the motor.

6 CONCLUSION

This paper presents some theoretical considerations on the conversion of energy in the rotary hydraulic motors and pumps, the conversion being approached in an original way, analysing all the categories of losses and their performances.

The mathematical model proposed offers to the technical staff of these motors the possibility of estimating the energy efficiencies of the rotary hydraulic motors and of determining their hydraulic and mechanical operating parameters.

BIBLIOGRAPHY

1. OPREAN A., s.a. "Acționari hidraulice. Elemente și sisteme. Editura Tehnica", București, 1982.
2. OPREAN A., "Acționări și automatizări hidraulice", Editura Tehnică, București, 1989.
3. VASILIU, N., CATANA, I., "Transmisii hidraulice și electrohidraulice. Mașini hidraulice volumice" Editura Tehnica, București, 1988.
4. VATAVU, S. "Contribuții privind studiul energetic al sistemelor de acționare hidraulică miniere", Teza de doctorat, Petroșani, 1999.

STOCKAGE DU FROID PAR NODULES SPHERIQUES ENCAPSULES : EXPERIENCES ET MODELES

Prof. dr. ing. Traian FLOREA

Prof. dr. ing. Alexandru DRAGALINA

Drd. Sanda DRAGALINA

Stud. an V Traian Vasile FLOREA

Academia Navală "Mircea cel Bătrân", Constanța

Prof. grad. I. Elisabeta FLOREA

Colegiul Național "Mihai Eminescu", Constanța

Résumé

Il est présenté un procédé de stockage du froid par chaleur latente utilisant des Matériaux à Changement de Phases (MCP) encapsulés dans des nODULES sphériques et remplissant une cuve drainée par un liquide frigoporteur relativement lent. Au cours d'un refroidissement le MCP présente une surfusion. Le caractère aléatoire de la rupture de surfusion ne permet que la détermination d'une probabilité de cristallisation. Il est observé un palier de température à un niveau inférieur à la température de fusion. La durée de ce palier dépend du débit du frigoporteur de drainage et de la température minimale imposée à l'entrée de la cuve. Une modélisation de la cuve confirme ces résultats. Il en est déduit la cinétique de stockage de l'énergie. Une modélisation sur le comportement individuel d'un nodule confirme l'existence d'une convection naturelle.

References : Prof.dr.ing. CHARLES HARMAN, Duke University, Durham NC, USA
Prof.dr.ing. STOIAN PETRESCU, Bucknell University, Lewisburg PA, USA

1 INTRODUCTION

En général évoquer un stockage d'énergie consiste à emmagasiner de l'énergie pendant une période où elle est moins coûteuse (solaire, tarifs de nuit...) pour l'utiliser à une période où elle est plus chère.

Une manière connue depuis la nuit des temps pour stocker de l'énergie thermique, est de réchauffer préalablement un corps à une

température haute et de le mettre ultérieurement en contact avec le système d'utilisation à température plus basse. C'est le stockage par *chaleur sensible*. Si c est la chaleur spécifique d'un corps de masse M , il peut alors stocker :

$$H_2 - H_1 = M c (T_2 - T_1) \quad (1)$$

Précisons que si, au cours de l'opération de stockage, on a :

- $T_2 > T_1$ on parlera de *stockage du chaud*
- $T_2 < T_1$ on parlera de *stockage du froid*

La restitution de l'énergie vers des températures plus basses sera un *déstockage du chaud* dans le premier cas et la restitution de l'énergie vers des températures plus hautes sera un *déstockage du froid* dans le deuxième.

Dans la suite de cet article, il sera question du stockage du froid avec des applications principales dans le domaine subambiant. Supposons que le constituant servant au stockage soit, à T_1 , un solide pur ayant une température de fusion T_F telle que $T_1 < T_F < T_2$. L'énergie stockée serait donnée, toujours à pression constante, par la variation d'enthalpie :

$$H_2 - H_1 = M c_s (T_F - T_1) + M L_F + M c_L (T_2 - T_F) \quad (2)$$

où c_s et c_L représentent les chaleurs spécifiques du corps lorsqu'il est solide ou liquide respectivement. L_F est la *chaleur latente massique*.

Ce qu'il faut remarquer c'est que le terme $M L_F$ est beaucoup plus important que les autres termes du second membre de (2) indiquant que, pour une même masse, l'énergie stockée est beaucoup plus grande. Ceci donne un avantage au stockage par chaleur latente est très important puisqu'on peut stocker de plus grandes quantités d'énergie avec des masses plus faibles et des variations de températures plus faibles. On peut s'attendre toutefois à ce qu'il demande une technologie plus élaborée que pour le stockage par chaleur sensible.

Les principaux avantages du stockage sont:

- consommation d'électricité différée pour profiter de tarifs spéciaux à certaines heures (nuit) pour le stockage;
- investissement pour un groupe frigorifique qui fonctionnera régulièrement à une puissance correspondant à la production réduite du jour ou du stockage la nuit et non pour satisfaire la puissance maximale sur une courte période. Plus généralement, il y aura un écrêtage des demandes de puissance évitant les fonctionnements intempestifs pas toujours recommandés pour les groupes frigorifiques;
- sécurité : en cas de panne il suffit d'un appareillage réduit pour faire fonctionner le déstockage au lieu d'un système comme un groupe électrogène dimensionné pour toute la puissance de pointe.

Même si, théoriquement, ces avantages pourraient être les mêmes avec un stockage par chaleur sensible, l'exemple ci-dessus nous indique qu'il faudrait des volumes de liquides ou de solides beaucoup trop importants ou qu'il faudrait de trop grandes différences de température incompatibles avec le fonctionnement habituel des groupes frigorifiques. Les constituants utilisés pour le stockage par chaleur latente sont appelés *Matériau à Changement de Phases* ou *MCP*.

Il est bien évident que le premier critère de choix d'un MCP concerne la *température* de transformation puisqu'elle doit être conforme au process et parmi tous les produits ayant une température de fusion conforme, il est plus judicieux de choisir celui qui présentera la *plus grande chaleur latente*.

Il y a aussi d'autres critères très importants dans le choix des MCP:

- le *coût*
- la *densité*
- la *dangerosité* du produit
- la *stabilité* dans le temps ou au cours de cycles fusion-cristallisation.
- la *fiabilité* et le *coût des matériels de confinement*
- la *surfusion* devra être de faible importance

Dans le domaine du stockage du froid, l'utilisation d'eau ou de solutions aqueuses (par exemple les solutions eutectiques) est très largement répandue du fait de leur faible coût et de leur propriétés énergétiques remarquables. Comme signalé ci-dessus un problème important en pratique pour le stockage est la surfusion.

2 SURFUSION

Lors d'un refroidissement du liquide, lorsque celui-ci atteint la température de fusion T_F , il ne se passe rien. Il est possible d'observer encore le liquide à des températures inférieures à T_F . C'est le phénomène de *surfusion*.

Le liquide est dit *surfondu* ou *métastable* et cet état peut être maintenu longtemps (des heures ou des jours) et à des températures assez basses. La cristallisation du liquide surfondu, que l'on aussi nommer *rupture de métastabilité* est possible de deux manières :

- soit *provoquée* par : * des chocs, vibrations mécaniques, ultrasons...

* un *ensemencement* c'est à dire l'introduction d'un petit morceau de cristal préparé par ailleurs

- soit *spontanée* lorsque le refroidissement est suffisant.

On peut tout de suite imaginer que la rupture de surfusion provoquée ne sera pas forcément facile à mettre en œuvre et qu'en tous cas, elle entraîne une opération supplémentaire à gérer. C'est pourquoi, nous allons présenter

ci-dessous les principales lois des cristallisations spontanées des liquides surfondus.

Signalons tout spécialement le caractère *aléatoire* ou *probabiliste* des ruptures de surfusion. Cela veut dire que si on prend un lot d'échantillons liquides apparemment identiques, ils ne cristalliseront pas à la même température au cours d'un même refroidissement ou si on les conserve à une température fixe inférieure à T_F ils ne resteront pas en surfusion la même durée. En exemple, citons le cas de deux échantillons [1] cristallisant au bout de 3 heures et l'autre au bout de 10 h. Précisons que chaque échantillon n'est pas prédestiné à cristalliser à telle température ou après telle durée de conservation. En effet si on fond les échantillons et que l'on recommence, chaque échantillon cristallisera à une autre température ou à une autre durée. Par exemple les deux échantillons précédents pourraient cristalliser après une fusion, au cours d'une stabilisation à la même température au bout de 7 heures et de 4 heures respectivement.

Il est toutefois connu qu'il est possible de conduire une analyse *statistique* des phénomènes. Ainsi, au cours d'un refroidissement, il est possible de définir *l'intervalle de température* où ont lieu la majorité des ruptures de surfusion ainsi qu'une température moyenne de cristallisation, T^* , qui sera représentative de l'importance de la surfusion.

Il est aussi possible de définir une *probabilité de cristallisation de l'échantillon par unité de temps* (ou *vitesse de nucléation*). Celle ci est une fonction de la température notée $J(T)$. Un exemple de cette fonction $J(T)$ est donné à la figure 1. Au refroidissement, à partir de T_F , la fonction est presque nulle dans un intervalle de température puis augmente considérablement après. La majorité des cristallisations ont lieu dans cette zone où se situe bien sûr la température moyenne T^* .

Les théories classiques de la nucléation [2] indiquent que la fonction $J(T)$ est de la forme:

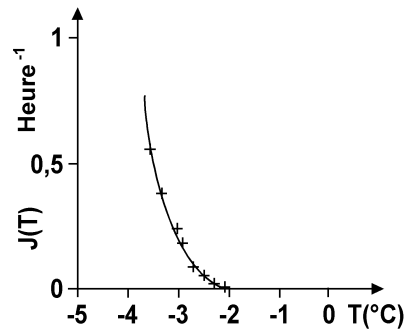


Fig. 1 Probabilité de cristallisation en fonction de la température ($T_F = 0^\circ\text{C}$).

$$J(T) = A(T) \exp\left(-\frac{B}{T(T_F - T)^2}\right). \quad (3)$$

Afin d'évaluer l'importance de la surfusion, on définit le *degré de surfusion* ΔT par :

$$\Delta T = T_F - T^* . \quad (4)$$

Il représente donc le retard à la transformation. Il dépend de nombreux paramètres:

- le volume de l'échantillon : plus le volume est petit plus le degré de surfusion est grand
- la vitesse de refroidissement: ce paramètre influe peu sauf dans les cas de trempe où pour certains liquides la cristallisation ne peut avoir lieu donnant un constituant amorphe (verre)
- le nombre de cycles de refroidissement-réchauffement
- la pression : comme pour T_F , il faudrait de très fortes pressions pour détecter une influence notable sur le degré de surfusion. Il augmente alors la pression
- la concentration dans le cas des solutions

Le tableau 1 indique quelques ordres de grandeurs du degré de surfusion dépendant fortement du volume de l'échantillon.

Tableau 1 Exemples de surfusion pour différents volumes

Constituants	0,3 l	mm ³	µm ³
Eau	8°C	20°C	36°C
Paraffines		<0,5°C	12-14°C
Corps organiques		20°C	> 100°C
Métaux		1-2°C	> 200°C

Il est important de noter qu'il est possible de diminuer la surfusion par l'utilisation d'agents nucléants qui sont en général des cristaux insolubles agissant comme des catalyseurs grâce à une nucléation hétérogène.[1].

3 STOCKAGE PAR NODULES ENCAPSULÉS

Le Matériau à Changement de Phases (MCP) est confiné dans un nodule sphérique de 77 mm de diamètre en polyoléfine d'épaisseur 1 mm. Le MCP est généralement de l'eau ou une solution aqueuse eutectique, c'est pourquoi le nodule n'est pas entièrement rempli pour tenir compte de la plus faible densité de la glace (voir Fig. 2).

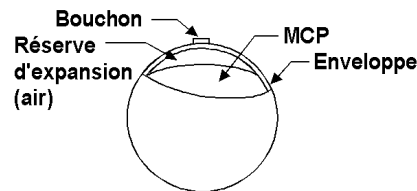


Fig. 2 Schéma d'un nodule

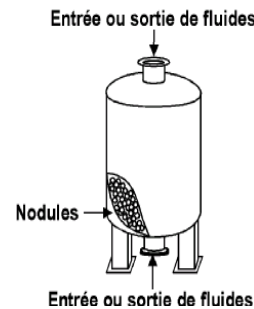
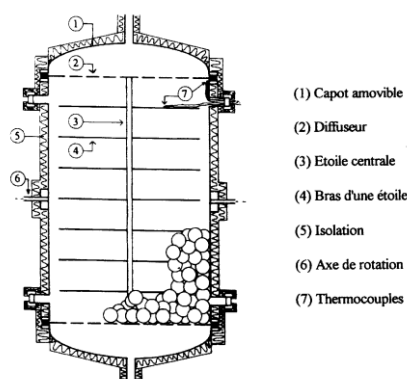


Fig. 3 Schéma d'une cuve

Ces nodules remplissent une cuve de la façon la plus compacte possible (2500 nodules/m^3) comme indiqué à la Fig. 3. Ainsi le volume occupé par les sphères approche 63% du volume total, permettant une surface d'échange d'environ $46 \text{ m}^2/\text{m}^3$ de cuve. Par contre, la forme sphérique des nodules assure que le volume occupé par le MCP sera maximum. Compte tenu de l'épaisseur de l'enveloppe environ 53% de la cuve est occupé par le MCP. Les cuves peuvent être verticales ou horizontales.

Le principe du fonctionnement de la cuve est simple : lorsque la cuve est traversée par un liquide frigoporteur suffisamment froid, les nodules cristallisent. L'énergie latente emmagasinée est déstockée en faisant circuler dans la cuve un liquide à une température de fusion plus élevée que T_F .

Le problème principal est que, même avec des volumes relativement grands (voir tableau 1) de 0,3 l la surfusion est importante (8 K) incompatible avec un fonctionnement rentable des machines frigorifiques. C'est pourquoi, il a d'abord été nécessaire d'utiliser des agents nucléants. La surfusion n'a pas été annulée mais réduite à 2-3 K, valeur compatible avec un fonctionnement industriel. La probabilité de cristallisation $J(T)$ de la formule (3) a été déterminée expérimentalement [1]. En fait la figure 1 représente



cette fonction pour des nodules d'eau ($T_F = 0^\circ\text{C}$) contenant un agent nucléant.

Sachant qu'il n'y a jamais de retard à la fusion, les opérations de stockage et de déstockage ne sont pas symétriques.

L'étude expérimentale a été faite sur une cuve de dimension réduite (1 m^3) instrumentée pour mesurer des températures internes (voir figure 4).

Fig.4 Schéma de la cuve pilote

L'entrée et la sortie du liquide se fait par des grilles entre lesquelles sont placées les nodules. Ainsi, le drainage est bien uniforme dans la cuve. Elle est bien sûr calorifugée.

Le fluide frigoporteur qui traverse la cuve est en général de l'eau glycolée dont la concentration est, bien sûr, calculée pour éviter une cristallisation à la température la plus basse du circuit. Les débits de fluide sont, en moyenne, de l'ordre de $2,5 \text{ m}^3/\text{h}$ par m^3 de cuve. L'écoulement est laminaire et les vitesses de circulation de fluide sont alors assez faibles, de l'ordre de 1 mm/s , ce qui entraîne des pertes de charge minimales à l'intérieur de la cuve.

Dans cet article, nous présenterons des résultats uniquement sur les cuves verticales. Deux type de drainage sont alors à considérer:

- le *mode normal* lorsque, au cours du stockage du froid, l'entrée du liquide frigoporteur se fait par le bas et lorsque, au cours du déstockage, l'entrée du liquide se fait par le haut

- le *mode inverse* lorsque, au cours du stockage du froid, l'entrée du liquide frigoporteur se fait par le haut et lorsque, au cours du déstockage, l'entrée du liquide se fait par le bas.

On peut bien imaginer que le mode normal fonctionnera mieux (stockage ou déstockage plus rapide et mieux contrôlé) puisqu'il s'agit d'un écoulement « piston » dans le sens du gradient de température. La vitesse de drainage imposée étant très faible, la convection naturelle peut aussi s'établir. Quand la convection naturelle est en sens inverse de la convection forcée comme dans le mode inverse, il y a des courants de recirculation qui s'établissent perturbant l'écoulement. Cela a été vérifié expérimentalement [3] et par la modélisation sur un nodule présentée au paragraphe 7.

4 RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

Nous allons ici simplement présenter des résultats type. D'autres résultats seront visibles au paragraphe 5. Il s'agit essentiellement de donner les résultats en mode normal. Nous présentons sur la figure 5, la répartition des températures à l'intérieur de la cuve ainsi qu'à la sortie, pour une température du frigoporteur à l'entrée qui décroît linéairement jusqu'à atteindre une valeur minimale T_c où elle est stabilisée.

On a vérifié que les températures étaient uniformes dans un plan horizontal et seules les températures de l'axe sont présentées. On remarque surtout que la température présente un palier qui est le plus long à la sortie. Mais la valeur de cette température de palier n'est pas la température d'équilibre T_F mais une température plus basse correspondant sensiblement à la température où la probabilité de cristallisation augmente fortement.

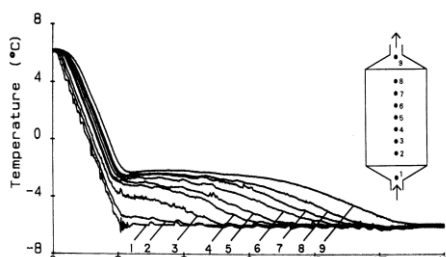


Fig.5 Températures en fonction du temps en fonction du temps lors différents points dans la cuve lors d'un stockage

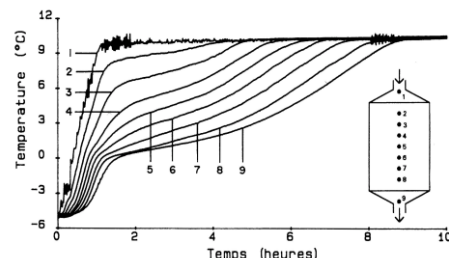


Fig. 6 Températures en d'un déstockage en différents points dans la cuve

Par contre (Fig. 6) au cours du déstockage par un réchauffement suivi d'une stabilisation à une température maximale T_m , si on observe aussi un palier de température, il est à la température d'équilibre thermodynamique $T_F = 0^\circ\text{C}$.

5 MODÈLES DE REFROIDISSEMENT

Dans le cas du mode direct d'une cuve verticale, un modèle a été établi qui permet de déterminer la température de sortie en fonction de la température d'entrée. On écrit par exemple [3-4] que sur une « tranche » (figure 7) de cuve contenant N nodules, avec une température d'entrée du liquide frigoporteur égale à T_m et une température de sortie égale à T_{m+1} :

$$\rho c V \frac{dT}{dt} = \rho c q_v (T_m - T_{m+1}) + \sum_{i=1}^N \Phi_i, \quad (5)$$

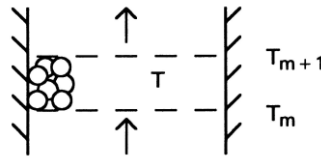


Fig.7 Maillage de la cuve

où V est le volume de la « tranche », ρ est la densité du frigoporteur, c sa chaleur spécifique, q_v son débit et Φ_i est le flux échangé par le nodule i .

Ce modèle tient compte du caractère aléatoire de la surfusion et prévoit donc la présence à l'intérieur de la cuve de nodules complètement surfondus échangeant $\Phi_i = \Phi_L$, de nodules complètement cristallisés échangeant $\Phi_i = \Phi_S$ et de nodules qui sont en train de cristalliser à différents stades d'avancement échangeant $\Phi_i = \Phi_{c,\tau}$. A chaque intervalle de temps Δt on calcule Δn_τ le nombre de nodules qui débutent leur cristallisation par l'équation cinétique qui tient compte de la probabilité de cristallisation :

$$\Delta n_\tau = J(T_L) [N - n(t)] \Delta t, \quad (6)$$

où $n(t)$ est le nombre total de nodules qui ont déjà commencé à cristalliser à l'instant t .

A τ le moment de la cristallisation brusque du liquide surfondu alors que la température entourant le nodule est $T(t)$, la température à l'intérieur du nodule remonte jusqu'à la température de fusion T_F et seule, une épaisseur de glace près de la paroi apparaît. Son rayon est :

$$r_0 = \left[r_i^3 \left(1 - \frac{\rho_L c_L}{\rho_S L_F} \Delta T \right) \right]^{1/3}, \quad (7)$$

où r_i est le rayon de la paroi interne de l'enveloppe, ρ_L et ρ_S sont les densités du MCP liquide et solide respectivement, L_F la chaleur latente du MCP et $\Delta T = T_F - T(t)$ représente la surfusion.

La température au centre du nodule dans le liquide restant à T_F , la température extérieure étant $T(t) < T_F$, il y a un flux de chaleur $\Phi_{c,\tau}(t)$ vers l'extérieur qui entraîne la cristallisation progressive du MCP dans le nodule. Avec l'hypothèse de quasi stationnarité valable compte tenu de la durée de la cristallisation qui peut être très grande (plusieurs heures), on peut écrire le bilan au travers du flux $\Phi_{c,\tau}(t)$:

$$\Phi_{c,\tau}(t) = \frac{T_F - T(t)}{R_f + R_{env} + R_{c,\tau}(t)} = -4\pi r_{c,\tau}^2 \rho_L L_F \frac{dr_{c,\tau}}{dt}, \quad (8)$$

où les résistances thermiques sont :

$$R_f = \frac{1}{h 4\pi r_e^2}; \quad R_{env} = \frac{1}{4\pi k_p} \left(\frac{1}{r_i} - \frac{1}{r_e} \right);$$

$$R_{c,\tau}(t) = \frac{1}{4\pi k_s} \left(\frac{1}{r_{c,\tau}(t)} - \frac{1}{r_i} \right), \quad (9)$$

où h est le coefficient d'échange entre le nodule et la paroi externe du nodule, r_e est son rayon externe, k_s et k_p sont respectivement les conductivités thermiques du MCP cristallisé (glace) et de l'enveloppe. Le coefficient h adéquat est donné par une corrélation utilisée en convection naturelle [3,5] et non pas une corrélation correspondant à une convection forcée [6]. Ce calcul de flux se fait entre les instants τ et $t_{f,\tau}$ instant de fin de cristallisation où $r_{c,\tau}(t_{f,\tau}) = 0$.

Pour exprimer le flux échangé à $t < \tau$ lorsque le MCP est liquide (L) ou à $t > t_{f,\tau}$ lorsque le MCP est entièrement cristallisé (S), on peut écrire :

$$\Phi_b(t) = -\frac{4}{3} \pi r_i^3 \rho_b c_b \frac{dT_b(t)}{dt} = \frac{T_b - T(t)}{R_f + R_{env}}, \quad (10)$$

avec $b = L$ ou S .

Pour comparer le résultat des calculs avec les expériences nous présentons les températures de sortie de la cuve d'une part lorsqu'on modifie le débit (Fig. 8) ou lorsqu'on modifie la température minimale T_c (Fig. 9). On constate le bon accord entre la modélisation et les expériences. Plus particulièrement la figure 8 indique que la durée de stockage est d'autant plus faible que le débit est fort. La figure 9 indique, elle, que la durée de stockage diminue si on utilise une température T_c plus basse.

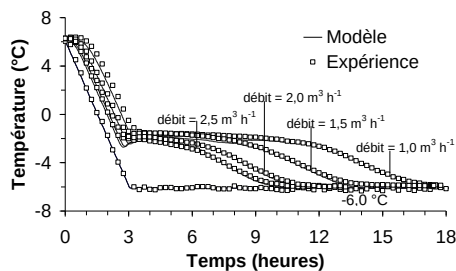


Fig. 8 Température de stockage à différents débits

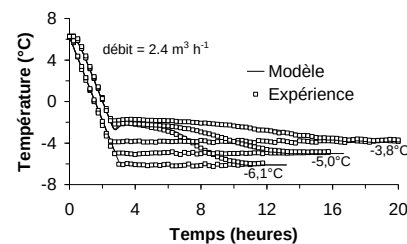


Fig. 9 Températures de stockage pour différentes T_c

La modélisation permet de déterminer, en fonction du temps, le nombre de nodules qui ont commencé à cristalliser, le nombre de nodules qui ont fini de cristalliser et l'énergie stockée (Fig. 10). Cette dernière information notamment ne peut être donnée que par le calcul puisque le MCP est confiné, ce qui n'est pas le cas dans d'autres systèmes comme les bacs à glace [7].

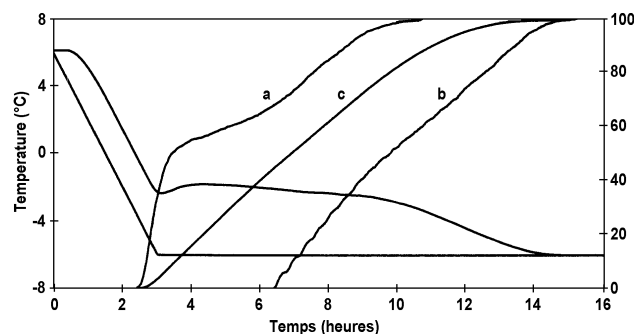


Fig. 10 Température de sortie, % de nodules ayant commencé(a) et fini(b) la cristallisation et énergie stockée(c)

6 MODÈLE POUR LE RÉCHAUFFEMENT

Pour le réchauffement, il a suffi d'utiliser le modèle précédent en supprimant le retard à la transformation en démarrant la transformation dès que la température intérieure du nodule atteint T_F . Par contre l'interface liquide- solide ne peut être une sphère concentrique comme dans le modèle de la cristallisation car, du fait de la différence de densité entre la glace et l'eau, il y a des convections. Mais le modèle donne des résultats satisfaisants en remplaçant la valeur de la conductivité de l'eau par une conductivité efficace k_{eff} [8,9].

Sur la figure 11, nous donnons les températures de sortie de la cuve d'une part lorsqu'on modifie le débit et sur la figure 12 lorsqu'on modifie la température maximale T_m . On constate là aussi le bon accord entre la modélisation et les expériences où le déstockage débute bien à $T_F = 0^\circ\text{C}$. Plus particulièrement la figure 11 indique que la durée de déstockage est d'autant plus faible que le débit est fort. La figure 12 indique, elle, que la durée de déstockage diminue si on utilise une température T_m plus haute.

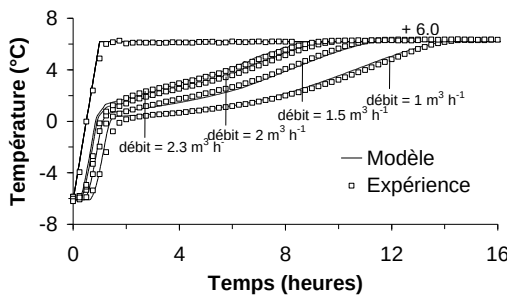


Fig. 11 Température de déstockage différents débits

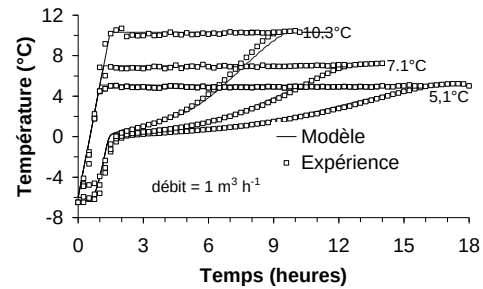


Fig. 12 Température de déstockage à différentes T_m

La modélisation permet de déterminer, en fonction du temps, le nombre de nodules qui ont commencé à fondre, le nombre de nodules qui ont

fini de fondre et l'énergie déstockée (Fig. 13).

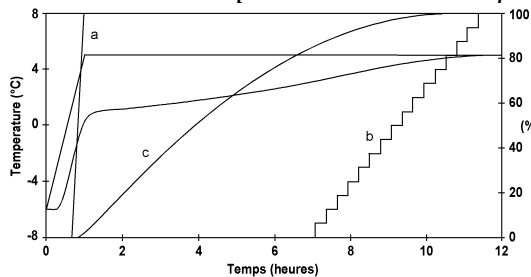


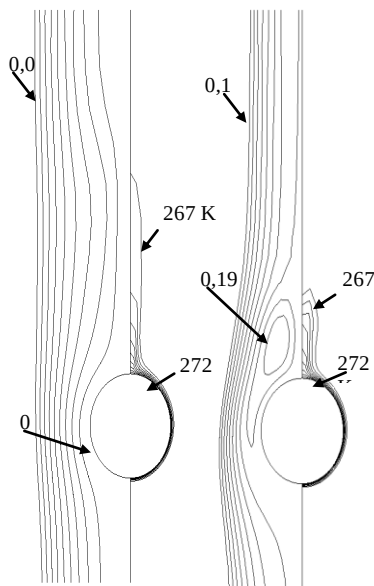
Fig. 13 Température de sortie, % de nodules ayant commencé(a) et fini(b) la fusion et énergie déstockée(c)

7 ETUDE D'UN NODULE SEUL

Il faut remarquer que l'analyse adimensionnelle classique des gradients thermiques locaux nous indique qu'il devrait y avoir de la convection naturelle tout au moins à très faible distance des parois de nodules. Il faut dire que les débits que l'on a utilisés correspondent à des vitesses très faibles de l'ordre du mm/s et il ne faut pas s'étonner si la convection naturelle s'établit.

C'est pourquoi, nous avons cherché à comprendre avec plus de détails comment se faisaient les écoulements autour d'un nodule en train de cristalliser [10]. Pour cela on a modélisé le comportement d'un nodule seul se trouvant dans un liquide froid en écoulement et après avoir déclenché la cristallisation. Celle-ci entraîne forcément un réchauffement de la paroi externe du nodule, entraînant elle même une convection naturelle et donc une modification des écoulements autour.

Pour déterminer ces écoulements, nous avons utilisé le code commercial FLUENT. Ainsi ont été déterminées les lignes de courant, les vitesses et les isothermes. Par contre, à l'intérieur, la température ainsi que la position du front de cristallisation, ont été déterminées par une méthode enthalpique. Les deux modèles sont coordonnées en exprimant le flux à l'interface du nodule [10].



En exemple, nous donnons sur la figure 14, les lignes de courant et les isothermes très peu de temps après le début de la cristallisation (100 s) dans le cas des modes normal ou inverse autour d'un nodule, la vitesse d'écoulement imposée loin du nodule étant verticale de bas en haut ou de haut en bas respectivement valant $U = 1,2$ mm/s.

On remarque qu'il y a bien une convection effet assez loin du nodule et déformant les lignes de courant. On observe même dans le cas du mode inverse des recirculations.

Fig. 14 Lignes de courant autour d'un nodule et isothermes dans les cas normal (à gauche) et inverse (à droite)

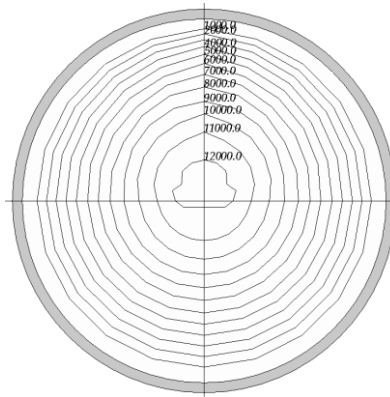


Fig. 15 Fronts de cristallisation dans le nodule à différents instants

Sur la figure 15 on montre, à l'intérieur du nodule, les différentes positions successives du front de cristallisation. On remarque que ces fronts ne sont pas concentriques mais que l'excentricité est assez faible justifiant l'hypothèse prise dans le modèle quasistatistique du chapitre 5.

8 CONCLUSIONS

Nous venons de présenter un ensemble de résultats concernant le stockage du froid par nodule encapsulé. Il s'agit plus particulièrement du cas d'une cuve verticale. Dans le cas du mode normal, une modélisation tenant compte, au refroidissement, de la sur - fusion et de son caractère aléatoire a permis d'expliquer les résultats expérimentaux et de déterminer l'énergie stockée. Ce modèle a pu être appliqué au réchauffement avec quelques aménagements et a permis de déterminer l'énergie déstockée.

Une étude sur un nodule seul a permis de confirmer le rôle de la convection naturelle qui peut s'établir, les écoulements forcés étant très lents. La cinétique d'avancement et la forme du front de cristallisation à l'intérieur du nodule ont pu aussi être établies.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 Bédécarrats J.P., Dumas J.P., 1997, «Etude de la cristallisation de nodules contenant un matériau à changement de phase en vue du stockage par chaleur latente» International Journal of Heat and Mass Transfer , Vol. 40, n 1, pp 149-157;
- 2 Turnbull D. ,1956, Phase Change in Solid State Physics 2226-306, Academic Press. Inc. Pub., New York;
- 3 Falcon B. ,1995, Etude expérimentale et modélisation d'une cuve de stockage du froid par utilisation de MCP encapsulés Thèse de Doctorat PAU;

4 Bédécarrats J.P., Strub F., Falcon B., Dumas J.P., 1996, Phase Change Thermal Energy Storage using spherical nodules. Performance of a test plant International Journal of Refrigeration Vol. 19, n 3, pp 187-196;

5 Raithby, G.D.; Pollard, A., Hollands, K.G.T., Yovanovich, M.M., 1976, Free Convection Heat Transfer from Spheroids, J. Heat Transfer, Vol. 98, 452-458;

6 Whitaker S., 1972, Forced Convection Heat Transfer Calculations for Flow in Pipes, Past Flat Plates, Single Cylinder, and for Flow in Packed Beds and Tube Bundles. AIChE. J. 18, 361-371;

7 Dumas J.P. Le stockage du froid par chaleur latente Techniques de l'Ingénieur 2002;

8 Fukusako, S., Yamada, M., 1994, Recent Advances in Research on Melting Heat Transfer Problems. Proceedings of the Tenth International Heat Transfer Conference, Brighton, Vol 1, 313-331;

9 Chen, S.L., 1992, One-dimensional Analysis of Energy Storage in Packed Capsules Journal of Solar Energy Engineering Vol. 114, n 2, 127-130;

10 El Omari K., 2001, Etude de la convection autour d'un nodule sphérique contenant un matériau à changement de phase au cours de sa cristallisation Thèse Doctorat PAU.

Nomenclature

c - chaleur spécifique du fluide frigoporteur (J/kgK); ρ - masse volumique du fluide frigoporteur (kg/m³);

k - conductivité thermique du fluide frigoporteur (W/mK); N - nombre total de nodules par «tranche»;

$n(t)$ - nombre de nodules dont la cristallisation a commencé à t ; T - température; τ - temps;

L - chaleur latente massique (J.kg); q_v - débit du fluide frigoporteur (m³/s);

Φ - flux échangé par le nodule (W).

Indices

e - extérieur nodule; F - fusion; i - intérieur nodule; i - numéro nodule; L - liquide; S - solide;

m - numéro de la «tranche».

CARACTÉRISATION DE DÉTENDEURS THERMOSTATIQUES POUR MACHINE FRIGORIFIQUE AU R407C

Prof. dr. ing. Traian FLOREA

Prof. dr. ing. Alexandru DRAGALINA

Drd. Sanda DRAGALINA

Stud. an V Traian Vasile FLOREA

Academia Navală "Mircea cel Bătrân", Constanța

Prof. grad. I. Elisabeta FLOREA

Colegiul Național "Mihai Eminescu", Constanța

Résumé

Cette étude concerne la caractérisation des détendeurs thermostatiques utilisés dans les machines frigorifiques fonctionnant avec le mélange non azéotropique R407C. Un banc d'essais a été développé pour déterminer les paramètres d'un modèle qui permet d'obtenir la caractéristique d'un détendeur thermostatique. Trois détendeurs, de marque différente, adaptés au mélange R407C, ont été testés. On constate que ceux-ci présentent, sans réglage de la surchauffe statique, une caractéristique relativement compatible avec une utilisation dans une large gamme de températures d'évaporation. Une comparaison des résultats du modèle avec ceux relevés expérimentalement pour l'un des détendeurs testés laisse apparaître des écarts compatibles avec l'hystérésis mesurée expérimentalement.

References : Prof.dr.ing. CHARLES HARMAN

Duke University, Durham NC, USA

Prof.dr.ing. STOIAN PETRESCU

Bucknell University, Lewisburg PA, USA

1 INTRODUCTION

Le rôle d'un détendeur thermostatique est de détendre le fluide frigorigène entre la haute et la basse pression tout en assurant la sécurité du fonctionnement du compresseur par le maintien d'une certaine surchauffe du

fluide frigorigènes à la sortie de l'évaporateur. Cette surchauffe ne doit pas être excessive afin de bien utiliser la surface d'échange de l'évaporateur quelles que soient les conditions de fonctionnement. Le bon fonctionnement d'un détendeur peut être défini à partir de sa caractéristique en régime permanent. Elle correspond à l'évolution du débit du fluide qui traverse le détendeur en fonction de la surchauffe du fluide à la sortie de l'évaporateur. Elle dépend de la nature de la charge du détendeur qui doit être adaptée à la nature du fluide frigorigène employé (El-Bourini et al. 1991, Hewitt et al. 1993, Tamainot-Telto et al. 1996, Haberschill et al. 1999), en particulier lorsqu'il s'agit d'un mélange zéotropique (Schmidt 1995). La confrontation de la caractéristique du détendeur avec celle de l'évaporateur (courbes du Signal Minimum Stable MSS) (Outtagarts et al. 1995) permet d'expliquer les phénomènes de "pompage" observés pour certaines conditions de fonctionnement (Huelle 1971, Tamainot-Teltot 1993).

Le but de cette étude est de déterminer, pour différents points de fonctionnement, la caractéristique de détendeurs. Pour cela, nous utilisons un modèle de détendeur thermostatique mis au point précédemment (Tamainot-Teltot et al. 1994) adapté aux mélanges de fluides non azéotropiques. Afin de déterminer les paramètres de ce modèle nous avons mis au point un dispositif expérimental original. Avec ce dispositif, nous avons étudié différents détendeurs conçus pour équiper des installations fonctionnant avec du R407C.

2 ETUDE EXPERIMENTALE

2.1 Méthodologie expérimentale

Un détendeur thermostatique est constitué principalement d'un bulbe rempli d'un fluide diphasique placé sur la conduite de sortie de l'évaporateur, d'une membrane déformable, d'une tige de poussée, d'un pointeau, d'un orifice et d'un corps de vanne. La membrane est solidaire du pointeau, qui obture plus ou moins l'orifice de détente, par l'intermédiaire de la tige de poussée. Sur la membrane est appliqué un ressort dont la flèche initiale est réglable.

Le principe de fonctionnement du détendeur thermostatique est basé sur l'équilibre des forces qui s'exercent sur l'ensemble membrane-tige-pointeau (fig. 1). Ces forces correspondent à:

- la pression dans le bulbe P_b : elle est fonction de la nature de la charge du bulbe et de la température du fluide frigorigène à la sortie de l'évaporateur;
- la pression d'évaporation PSE à la sortie de l'évaporateur qui s'exerce par l'intermédiaire de la prise de pression externe;

- la pression correspondant à la force du ressort F_r : elle est fonction de sa flèche et sa raideur.

Compte tenu du rapport des surfaces respectives de la membrane et de l'orifice, l'influence de la pression de condensation est généralement négligeable.

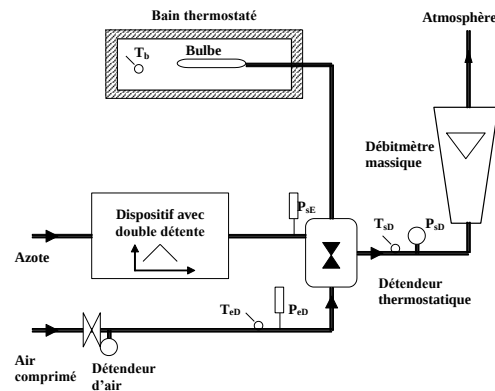
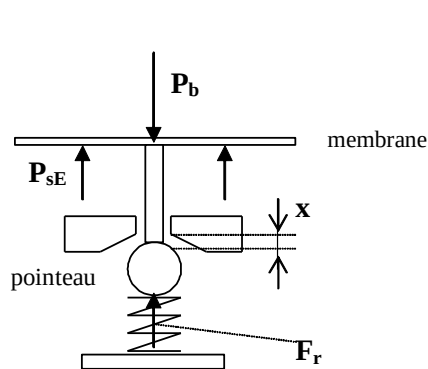


Fig. 1 Equilibre de la membrane **Fig. 2** Schéma de l'installation expérimentale

Afin de mieux maîtriser les paramètres de fonctionnement des détendeurs, le banc d'essais a la particularité de ne pas utiliser du fluide frigorigène (fig. 2). Ce banc d'essais permet d'établir la dépendance entre la section de passage du détendeur et la pression relative à la prise de pression externe (pression de sortie de l'évaporateur) pour une température T_b du bulbe donnée. Pour cela, le bulbe est placé dans un bain thermostaté. L'ouverture du détendeur est obtenue grâce à un dispositif qui permet de réaliser une variation temporelle linéaire de la pression P_{sE} correspondant à la prise de pression externe. Pour déterminer la section de passage du détendeur, une circulation d'air est établie entre l'entrée et la sortie du détendeur, avec une pression d'entrée suffisamment élevée pour que la vitesse du fluide soit sonique dans l'orifice. Un débitmètre massique est placé à la sortie du détendeur afin de mesurer le débit d'air comprimé. Deux capteurs de pression sont montés respectivement à l'entrée du détendeur et sur la prise de pression externe du détendeur. Le banc d'essais comporte également trois thermocouples, deux respectivement à l'entrée et à la sortie du détendeur thermostatique, et un pour le contrôle de la température du bain thermostaté. Tous les signaux délivrés par les différents capteurs du banc expérimental sont acquis et traités avec un enregistreur de données.

Pour une température du bulbe donnée, fixée par le bain thermostaté, l'orifice du détendeur ne s'ouvre qu'en dessous d'une certaine valeur de la pression, dite pression de début d'ouverture P_{do} . Le détendeur s'ouvre

progressivement lorsque la pression décroît de P_{do} jusqu'à la pression P_{fo} correspondant à l'ouverture maximale du détendeur.

La section de passage du fluide dans le détendeur est déduite de la mesure du débit d'air traversant le détendeur, la pression d'alimentation P_{eD} étant maintenue à une valeur telle que le débit du gaz soit sonique dans l'orifice du détendeur. Ainsi, la caractéristique du détendeur thermo-statique est obtenue, pour une pression du bulbe fixée (température du bain thermostaté fixée), par mesure du débit d'air traversant le détendeur au cours de rampes montantes et descendantes de la pression P_{sE} en fonction du temps.

Les essais ont été réalisés dans les conditions expérimentales suivantes :

- température du bain thermostaté: -20, -10, 0, 10, 20, 30, 40 C ;
- pression à la sortie de l'évaporateur: 0,3 à 10 bar (suivant la température du bain thermostaté) ;
- pression d'alimentation de l'air : 6 bar ;
- variation temporelle de la pression à la sortie de l'évaporateur: environ 2,5 bar/min.

Trois détendeurs thermostatiques ont été testés:

- détendeur TIE-NW2 Alco, orifice n°2;
- détendeur TMVX2 Flica, orifice n°2;
- détendeur TUAE2 Danfoss, orifice n°2.

2.2 Exploitation des essais

Les évolutions du débit de l'air et de la pression imposée sur la prise de pression externe du détendeur sont représentées sur la figure 3 en fonction du temps, pour le détendeur Flica et pour une température du bain thermostaté de 20°C. Pour les variations croissantes du débit, l'évolution en fonction du temps est bien linéaire. Il n'en est pas de même pour les variations décroissantes. Compte tenu de la faible vitesse de variation de la pression en fonction du temps devant la constante de temps du détendeur, cette non-linéarité est sans conséquence sur l'estimation des paramètres.

La section de passage A du fluide dans un détendeur est calculée à partir de l'expression de la vitesse du son dans une tuyère et du débit gazeux mesuré, en supposant un coefficient de débit égal à 1:

$$A = \frac{\dot{m}}{\sqrt{P_0 \rho_0 \gamma \left(\frac{2}{\gamma + 1} \right)^{\left(\frac{\gamma}{\gamma - 1} \right)}}}, \quad (1)$$

avec $\dot{m}$ le débit massique de l'air, γ le coefficient isentropique, P_0 et ρ_0 la pression et la masse volumique du gaz à l'entrée du détendeur.

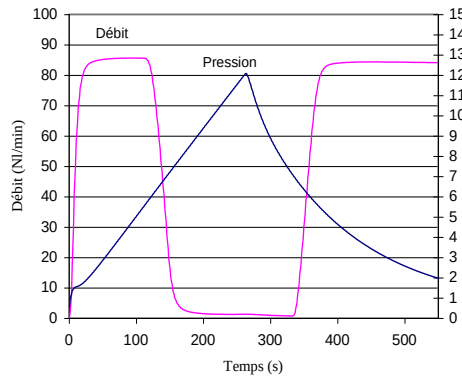


Fig. 3 Evolution du débit et de la pression à la sortie de l'évaporateur en fonction du temps (détendeur TMXV2 Flica, température du bain 20°C)

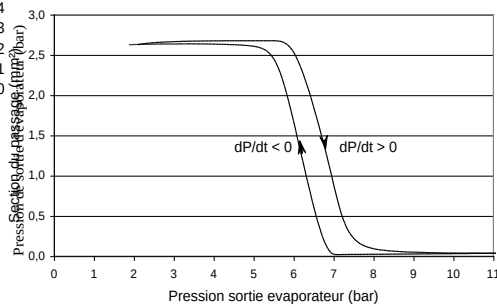


Fig. 4 Evolution de la section de passage du détendeur en fonction de la pression à la sortie de l'évaporateur (détendeur TMXV2 Flica, température du bain 20°C)

La figure 4 représente l'évolution de la section de passage du détendeur TMXV2 Flica, obtenue au cours d'un essai en fonction de la pression à la sortie de l'évaporateur (température du bain thermostatique 20°C). La section du détendeur s'incurve au voisinage de la section maximale ; ce phénomène est dû à la non-linéarité de la section du passage, qui peut provenir de pertes de pression provoquées par un phénomène de striction apparaissant dans l'écoulement lorsque l'orifice est proche de son ouverture maximale. Ce phénomène peut être négligé pour cette étude car les grandeurs utiles pour cette étude sont la pente de la courbe donnant la section en fonction de la pression dA/dP , la section maximale A_{max} , l'hystérésis $\square P_h$ et les pressions de début d'ouverture P_{do} et de fin de fermeture P_{ff} du détendeur.

La section maximale correspond à la moyenne des valeurs de la section obtenue pour des pressions inférieures à un seuil estimé sur les graphiques (5 bar sur la figure 4). Afin de déterminer la pente de la variation de la section en fonction de la pression, les données sont filtrées, seules les valeurs pour lesquelles la section est supérieure à 0,4 mm² et inférieure à la section maximale moins 0,4 mm² ont été retenues. Une régression linéaire de la section de passage en fonction de la pression de sortie de l'évaporateur est ensuite réalisée. La pente de la caractéristique est la pente de cette droite (figure 5).

L'abscisse à l'origine de la droite est prise comme pression de début d'ouverture ou de fin de fermeture suivant le sens de variation de la pression.

Pour le détendeur TMXV2 Flica, la section maximale est de 2,7 mm². Pour une dérivée temporelle de la pression positive, la pente est de 1,85 mm²/bar et la pression de fin de fermeture 7,5 bar. Pour une dérivée négative, la pente vaut 2 mm²/bar et la pression de début d'ouverture 6,8 bar. La différence entre les pentes est due à la dissymétrie de la réaction du débitmètre à des échelons montants et descendants du débit ou à la variation du coefficient de débit avec l'ouverture. Afin de corriger ce défaut, nous utilisons la valeur moyenne de la pente. L'hystérésis est égale à la demi-différence entre la pression de fin de fermeture et celle de début d'ouverture, soit 0,34 bar.

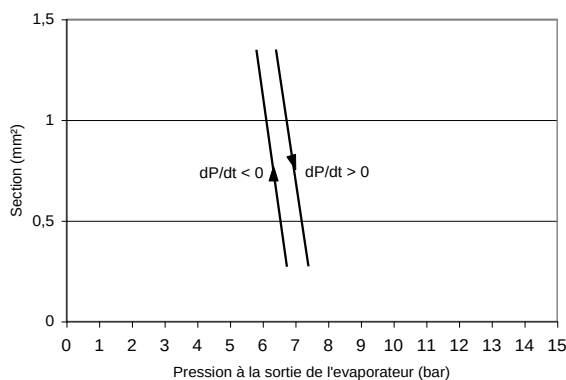


Fig. 5 Evolution de la section de passage du détendeur en fonction de la pression à la sortie de l'évaporateur après filtrage (détendeur TMXV2 Flica d'ouverture température du bain 20°C)

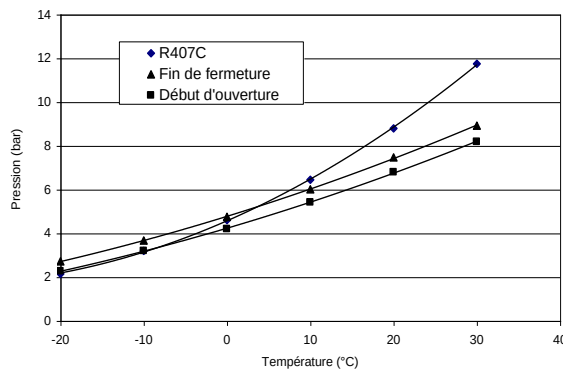


Fig.6 Pressions de début, et de fin de fermeture (détendeur TMXV2 Flica)

2.3 Résultats expérimentaux

Dans le tableau 1 sont données les pentes des caractéristiques réduites par rapport à la section maximale, les sections maximales ainsi que les hystérésis mesurées pour les trois détendeurs étudiés. Les hystérésis sont du même ordre de grandeur pour les trois détendeurs. La section maximale du détendeur Alco est plus faible alors que la pente de sa caractéristique est plus élevée. Ceci doit conduire, pour ce détendeur, à une plus grande variation du débit du fluide frigorigène pour une même variation de la surchauffe.

Pour chaque température du bain thermostaté, nous avons déterminé les pressions de début d'ouverture et de fin de fermeture des détendeurs (figs. 6 à 8). Pour le détendeur TIE-NW2 Alco, la charge du bulbe est du type parallèle car la variation de la pression du bulbe suit celle de la pression de saturation du R407C. On observe une modification de la pente des pressions au-delà d'une température d'environ 25°C. Cela correspond à la température de limite MOP (Moderated Operating Pressure).

Tableau 1 Caractéristiques des détendeurs

Détendeur	TIE-NW2 Alco	TMVX2 Flica	TUAE2 Danfoss
Pente (%/bar)	116	78	89
Hystérésis (bar)	0,27	0,3	0,28
Section max (mm ²)	2,1	2,8	2,9

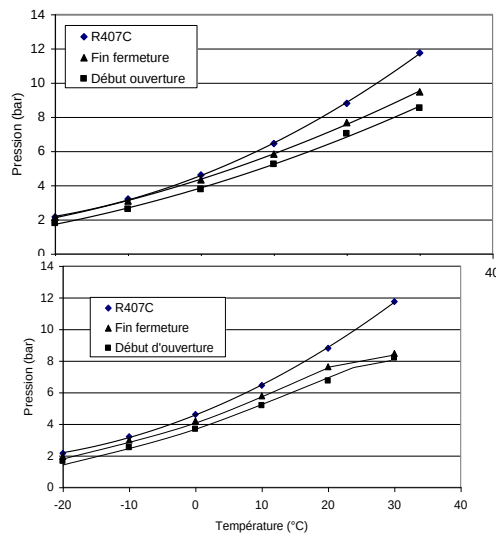


Fig. 7 Pressions de début d'ouverture et de fin de fermeture (détendeur TUAE2 Danfoss)

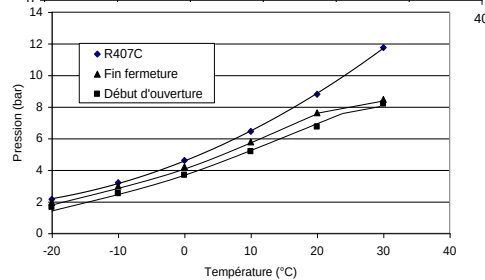


Fig. 8 Pressions de début d'ouverture et de fin de fermeture (détendeur TIE-NW2 Alco)

Pour les deux autres détendeurs, la charge est du type croisé (la courbe d'évolution de la pression du bulbe intercepte la courbe de pression saturante du R407C). Ce croisement est plus prononcé pour le détendeur Flica. Ces courbes sont des éléments importants qui ont une forte influence sur la caractéristique des détendeurs.

3 MODÈLE DE DÉTENDEURS

Afin d'obtenir la caractéristique d'un détendeur, le principe du modèle

est de déterminer les relations entre la grandeur de sortie et les grandeurs d'entrée du modèle. La grandeur de sortie correspond au débit du fluide frigorigène introduit dans l'évaporateur. Les grandeurs d'entrée sont la température T_{eD} et la pression P_{eD} du fluide frigorigène à l'entrée du détendeur, la température T_{sE} et la pression P_{sE} du fluide frigorigène à la sortie de l'évaporateur. Pour établir le modèle, le détendeur est décomposé en trois éléments principaux : le bulbe, la membrane et l'orifice.

3.1 Modèle du bulbe

La pression du fluide dans le bulbe est liée à sa température par l'intermédiaire d'une fonction du deuxième ordre:

$$P_b = a_0 + a_1 T_b + a_2 T_b^2. \quad (2)$$

3.2 Modèle de la membrane

La membrane est en équilibre mécanique sous l'influence de la pression exercée par le bulbe, de la pression à la sortie de l'évaporateur, de la force exercée par le ressort et de la différence de pressions entre l'entrée et la sortie du détendeur (fig. 1):

$$P_b = P_{sE} + \frac{k}{S_m} (x + x_0) + \beta \Delta P + \varepsilon \Delta P_h, \quad (3)$$

avec k la raideur du ressort, x la flèche du ressort, x_0 la flèche initiale, S_m la surface de la membrane, β le rapport entre la section de passage de l'orifice et la surface de la membrane, $\Delta P = P_{eD} - P_{eE}$ et ΔP_h l'hystérésis du détendeur ($\varepsilon = \pm 1$, signe + si la dérive temporelle de P_b est positive). La relation entre la flèche du ressort et la section de passage du fluide A est supposée linéaire : $A = \mu x$. On en déduit:

$$A = \mu \frac{S_m}{k} \left[P_b - \frac{k}{S_m} x_0 - P_{sE} - \beta \Delta P - \varepsilon \Delta P_h \right]. \quad (4)$$

3.3 Modèle de l'orifice

Le modèle de l'orifice est celui d'un diaphragme, avec prise en compte d'un coefficient de débit K :

$$\dot{m}_f = KA \sqrt{2\rho_l \Delta P}, \quad (5)$$

avec ρ_l la masse volumique du fluide à l'entrée du détendeur.

3.4 Identification des paramètres du modèle

A partir d'essais réalisés pour différentes températures du bain thermostaté, on déduit certains paramètres du modèle: la pente de la caractéristique $dA/dP = \alpha A_{\max}$ correspond au rapport S_m/k de l'expression (4) multiplié par la pente μ de la section en fonction de x . La différence des pressions entre l'entrée et la sortie de détendeur étant faible durant les essais, il est possible de négliger son influence sur l'équilibre de la membrane.

Lors du début de l'ouverture du détendeur, l'équation (3) devient:

$$P_b - \frac{k}{S_m} x_0 - P_{do} - \Delta P_h = 0. \quad (6)$$

Pour la fin de fermeture :

$$P_b - \frac{k}{S_m} x_0 - P_{ff} + \Delta P_h = 0. \quad (7)$$

En posant $P_{sE0} = (P_{do} + P_{ff})/2$ et du fait de la définition de l'hystérésis, on obtient:

$$P_b - \frac{k}{S_m} x_0 - P_{sE0} = 0. \quad (8)$$

La pression du bulbe étant liée à sa température par l'intermédiaire d'une fonction du type polynomial d'ordre 2 (équation 3), on peut déterminer par identification les coefficients a_1 et a_2 après avoir effectué la régression linéaire de P_{sE0} :

$$P_{sE0} = b_0 + b_1 T_{bo} + b_2 T_{bo}^2. \quad (9)$$

Ceci conduit à:

$$a_1 = b_1; \quad a_2 = b_2. \quad (10)$$

Le coefficient a_0 est déterminé à une constante près qui dépend du réglage de la surchauffe statique :

$$a_0 = b_0 + \frac{k}{S_m} x_0. \quad (11)$$

Dans le tableau 2 sont donnés les coefficients b_0 , b_1 , b_2 pour les trois détendeurs thermostatiques étudiés.

La section de passage est calculée avec l'expression suivante :

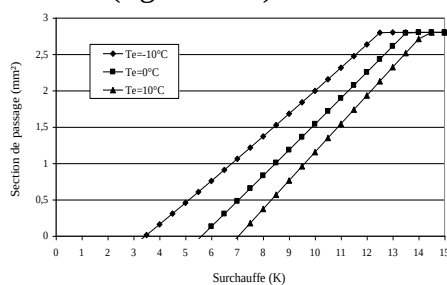
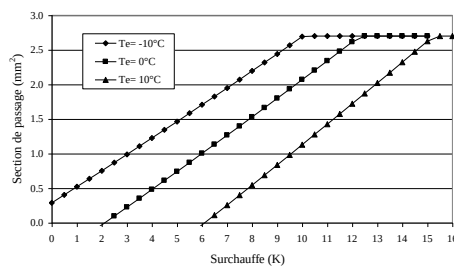
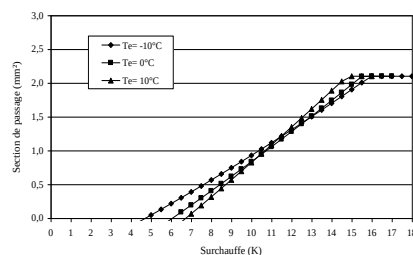
$$A = A_{\max} \alpha \left(b_0 + b_1 T_{sE} + b_2 T_{sE}^2 - P_{sE} \right). \quad (12)$$

Tableau 2 Coefficients de la pression du bulbe

Coefficient Détendeur	b_0 (bar)	b_1 (bar/°C)	b_2 (bar/°C ²)
TUAE2 Danfoss	4,066	0,123	0,0012
TMVX2 Flica	4,538	0,117	0,0005
TIE-NW2 Alco	3,968	0,135	0,0013

4 CARACTERISTIQUE DES DETENDEURS

La caractéristique d'un détendeur thermo-statique correspond à la variation du débit massique ou de sa section de passage en fonction de la surchauffe à la sortie de l'évaporateur. Ces caractéristiques sont établies, à l'aide du modèle, pour les trois détendeurs testés et différentes températures de rosée (figs. 9 à 11).

**Fig. 9** Caractéristique du détendeur TUAE2 Danfoss**Fig. 10** Caractéristique du détendeur TMVX2 Flica**Fig. 11** Caractéristique du détendeur TIE-NW2 Alco

De ces résultats on constate que : pour une température de rosée constante, le débit ou la section de passage du détendeur est proportionnel à la surchauffe du fluide frigorigène. Ceci est dû à la géométrie interne des détendeurs thermostatiques. En effet, une augmentation de la surchauffe se traduit par une augmentation de la différence de pression de part et d'autre de la membrane. Compte tenu de la présence du ressort, cela conduit à une ouverture progressive de l'orifice et donc à une variation linéaire du débit du fluide frigorigène ou de la section de passage du détendeur.

La croissance de la pente des caractéristiques avec la température d'évaporation est justifiée par la non-linéarité de l'évolution de la pression dans le bulbe avec la température.

Parmi les trois détendeurs, le détendeur Alco présente une caractéristique très intéressante car sa surchauffe statique varie peu avec la température (2 K entre -10 et 10°C). Il est bien adapté à une installation dont les conditions de fonctionnement sont variables. Ceci n'est pas le cas pour le détendeur Flica dont la surchauffe statique varie d'une façon importante avec la température et est même négative pour -10°C . Le détendeur Danfoss est intermédiaire entre les détendeurs Flica et Alco, sa surchauffe statique varie peu (4 K).

L'évolution de la section de passage en fonction de la surchauffe pour les différents détendeurs thermostatiques étudiés est représentée sur les figures 12 et 13 pour des températures d'évaporation de 0 et 10°C . On constate que les pentes des caractéristiques des détendeurs TIE-NW2 Alco et TMVX2 Flica sont du même ordre de grandeur. Par contre, la pente de détendeur TUAE2 Danfoss est plus grande. Ainsi, le détendeur Danfoss présente une plus faible variation de la surchauffe en fonction du débit. Dans le cas d'une installation à puissance variable, le détendeur Danfoss permettra

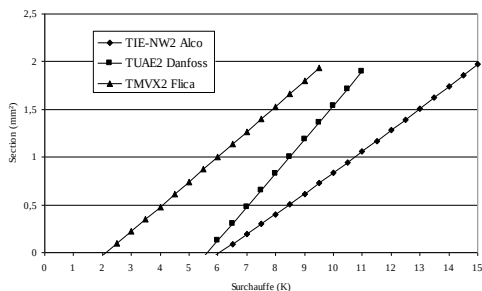


Fig. 12 Evolution de la section de passage en fonction de la surchauffe ($T_e = 10^\circ\text{C}$)

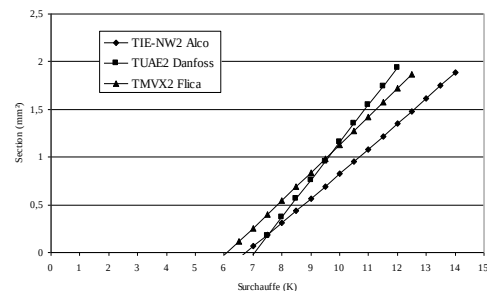


Fig. 13 Evolution de la section de passage en fonction de la surchauffe ($T_e = 0^\circ\text{C}$)

une meilleure utilisation de la surface d'échange de l'évaporateur qui lui sera associé par rapport aux autres détendeurs.

Pour le détendeur TUAE2 Danfoss, une comparaison peut être faite entre les résultats du modèle et ceux obtenus expérimentalement sur une machine frigorifique fonctionnant avec du R407C. Les caractéristiques expérimentales et calculées par le modèle sont représentées sur la figure 14 pour une température d'évaporation de 10°C . On peut constater que la caractéristique obtenue avec le modèle est conforme à la caractéristique

expérimentale, compte tenu de l'hystérésis mesurée du détendeur, égal à 0,28 bar.

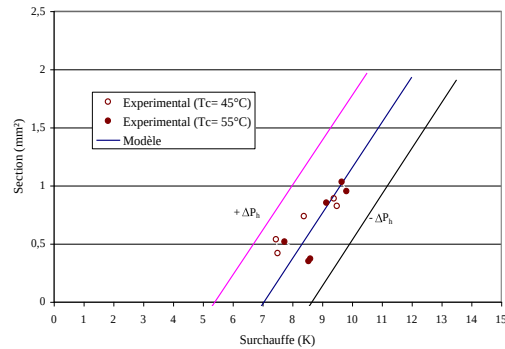


Fig. 14 Comparaison des caractéristiques calculée par le modèle et mesurée expérimentalement (détendeur TUA E2 Danfoss, $T_c = 10^\circ\text{C}$)

5 CONCLUSIONS

Le bon fonctionnement des machines frigorifiques dépend de la connaissance du comportement de chaque élément les constituant. Cette étude concerne l'analyse de l'un des composants clés des installations frigorifiques : le détendeur thermostatique. Le but de l'étude est de déterminer la caractéristique de ces détendeurs pour des installations fonctionnant avec du R407C.

A cette fin, nous utilisons un modèle dont les paramètres ont été déterminés à l'aide d'un banc d'essais original. Trois détendeurs différents ont été testés dans une large gamme de conditions de fonctionnement. Nous avons déterminé les pressions de début d'ouverture et de fin de fermeture pour différentes températures du bulbe et mis en évidence l'hystérésis de ces détendeurs. Les caractéristiques des détendeurs dépendent étroitement de ces pressions. Ainsi, c'est le détendeur Alco qui présente une caractéristique intéressante compte tenu de sa faible variation de la surchauffe statique avec la température d'évaporation. Il est bien adapté à des installations dont les conditions de fonctionnement sont variables. C'est également le cas du détendeur Danfoss dans une plus faible mesure. Le détendeur Flica nécessite un ajustement de la surchauffe statique pour les faibles températures d'évaporation.

Compte tenu de l'hystérésis des détendeurs, nous avons constaté un bon accord entre la caractéristique obtenue avec le modèle et celle relevée expérimentalement.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 El-Bourini, R., Adachi, R.T., Tajima, K., 1991, "Performance Evaluation of an Automotive Air Conditioner with Expansion Valve Control Using CFC12 & HFC134a Refrigerants", *SAE Trans.*, Vol. 100, Sect. 6, pp. 307-314 ;
- 2 Haberschill, P., Khamsy, Y., Lallemand, M., 1999, "Etude expérimentale de détendeurs thermo-statiques de climatiseurs d'automobile", *XXth Int. Cong. Refrigeration*, Sydney, 19-24 Septembre, paper 298 ;
- 3 Hewitt, N.J., McMullan, J.T., Moran, D.G., Murphy, N.E., 1993, "The Choice of a Thermostatic Expansion Valve for a CFC12 Refrigeration System Retrofitted with HFC134a", *International Journal of Energy Research*, Vol. 17, pp. 153-164 ;
- 4 Huelle, Z.R., 1971, "Matching of the Evaporator and Thermostatic Expansion Valve Characteristics, in Order to Achieve System Operation Without Hunting by Using a Digital Computer", *XIIIth Int. Cong. Refrigeration*, Washington, USA, Vol II, pp.751-758 ;
- 5 Outtagarts, A., Haberschill, P., Lallemand, M., 1995, "Comportement dynamique d'un évaporateur de machine frigorifique soumis à des variations de débit", *XIXth Int. Cong. Refrigeration*, La Haye, Netherlands, Vol IIIa, pp. 413-420 ;
- 6 Schmidt, F., 1995, "Expansion Valves and Zeotrope Refrigerants", *XIXth Int. Cong. Refrigeration*, La Haye, Netherlands, Vol IIIa, pp. 491-499 ;
- 7 Tamainot-Teltot, Z., Outtagarts, A., Haberschill, P., Lallemand, M., 1993, "Stabilité de fonctionnement d'un détendeur thermostatique", *CLIMA 2000*, London (UK), paper 280 ;
- 9 Tamainot-Teltot, Z., Haberschill, P., Borg, S., Lallemand, M., 1994, "Modelling of Different Types of Thermostatic Expansion Valves", *IVth Int. Conf. on System Simulation in Buildings*, Liège, Belgique, 5-7 Décembre.

Nomenclature

A - section (m^2) ; F - force (N) ; k - raideur du ressort ; K - coefficient de débit ; m - débit massique (kg/s) ;
 p - pression (bar) ; T - température (K ou °C) ; S - surface (m^2) ; x - flèche du ressort ;
 α - pente de la caractéristique du détendeur ; β - rapport entre

surfaces ; ε - signe de l'hystérésis ;

ρ - masse volumique (kg/m^3) ; γ - coefficient isentropique ;

μ - coefficient de proportionnalité entre la section et la flèche du ressort.

Indices

0 – initial ; a – air ; b – bulbe ; D – détenteur ; do - début d'ouverture ; E – évaporateur ; e – entrée ;

l – liquide ; ff - fin de fermeture ; h – hystérésis ; m – membrane ; max – maximum ; r – ressort ;

s – sortie ; ss - surchauffe statique ; so - surchauffe d'ouverture.

ON A TRANSPORTATION PROBLEM WITH MIXED TYPE VARIABLES

Iulian Antonescu

Academia Navală “Mircea cel Bătrân”, Constanța

Anton Bătătorescu

Universitatea, București

Abstract

This paper presents an algorithm for solving a special problem which distributes different types of ware from dealers to some customers such that each customer receives ware of the same type and an efficiency function is maximized.

1 INTRODUCTION

Many decision problems are formulated as mathematical programs requiring the maximization or minimization of an objective function subject to several constraints. Such programs often have special structure. In linear programming, the nonzero elements of the constraint matrix may appear in diagonal blocks, except for relatively few rows or columns. Nonlinear programs may become linear if certain variables are assigned fixed values, or the functions involved may be additively separable. By developing specialized solution algorithms to take advantage of this structure, significant gains in computational efficiency and reductions in computer memory requirements may be achieved [7], [8], [9].

There are practical problems which deal with the optimal distribution of quantities from some dealers to some customers. Such problems are known as “transportation problems” and they are solved for example in [2], [4], [5], [10]. If to these problems some supplementary conditions are required, then the basic algorithms must be adequately modified [1], [6]. In what follows, we demand that any customer receives only ware of the same type, that means from just one dealer.

2 PROBLEM STATEMENT AND SOME RESULTS

Let us make the following notations:

- m – the number of ware types (of dealers);
- n – the number of customers;
- a_i – the quantity of available ware of type i , $1 \leq i \leq m$;
- b_j – the quantity of available ware of type j , $1 \leq j \leq m$;
- x_{ij} – the quantity of ware of type i distributed to customer j ;
- c_{ij} – the unitary efficiency of ware i at customer j .

The problem is to ascertain a distribution of ware from dealers to customers such that the efficiency is maximized and each customer receives only one type of ware.

In order that the distribution of the ware to customers may always be possible, we associate some variables α_j to the required quantities b_j . Further on, we associate to each x_{ij} a Boolean variable p_{ij} through which we impose the condition that every customer receives ware from just one dealer.

The problem is stated as follows:

$$\text{maximize } \left\{ \sum_{j=1}^n \left(\sum_{i=1}^m c_{ij} p_{ij} x_{ij} + \alpha_j b_j \right) \right\} \quad (\text{PP})$$

subject to:

$$\sum_{j=1}^n p_{ij} x_{ij} \leq a_i \quad 1 \leq i \leq m \quad (2.1)$$

$$\sum_{i=1}^m p_{ij} x_{ij} \geq \alpha_j b_j \quad 1 \leq j \leq n \quad (2.2)$$

$$\sum_{i=1}^m p_{ij} = 1, \quad 1 \leq j \leq n; \quad p_{ij} \in \{0, 1\} \quad (2.3)$$

$$0 \leq \alpha_j \leq 1, \quad 1 \leq j \leq n \quad (2.4)$$

$$x_{ij} \geq 0, \quad 1 \leq i \leq m, \quad 1 \leq j \leq n \quad (2.5)$$

Remark: The constraint (2.3) makes that customer j receives in condition of (2.2) only ware of one type, i.e. $p_{ij} = 1$ for just one value of j .

Proposition 2.1 If $a_i > 0 \ 1 \leq i \leq m$ and $b_j > 0 \ 1 \leq j \leq n$, then there exists $p_{ij} \in [0, 1]$ and $\alpha_j \in [0, 1]$ such that problem (PP) has always a feasible solution.

Proof. Let us first suppose that $\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j = S > 0$. Then the values $y_{ij} = \frac{a_i b_j}{S} \geq 0$ are a solution of the system:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n y_{ij} = a_i, & 1 \leq i \leq m \\ \sum_{i=1}^m y_{ij} = b_j, & 1 \leq j \leq n \end{cases}$$

Now we define $p_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{for } i = 1 \text{ and } 1 \leq j \leq n, \\ 0 & \text{for } 2 \leq i \leq m \text{ and } 1 \leq j \leq n \end{cases}$ and

$\alpha_j = 1 - \frac{1}{b_j} \sum_{i=2}^m y_{ij}$, $1 \leq j \leq n$. Then a feasible solution to problem (PP) is given by

$$x_{ij} = \begin{cases} y_{ij} & \text{for } i = 1 \text{ and } 1 \leq j \leq n, \\ 0 & \text{for } 2 \leq i \leq m \text{ and } 1 \leq j \leq n \end{cases} \quad \text{which trivially verifies (2.1) – (2.5). For}$$

example, condition (2.2) becomes: $\sum_{i=1}^m p_{ij} x_{ij} = x_{1j} = y_{1j} = b_j - \sum_{i=2}^m y_{ij} = \alpha_j b_j$.

If $\sum_{i=1}^m a_i \neq \sum_{j=1}^n b_j$, then we can introduce an adequate slack quantity $b_{n+1} > 0$ or $a_{m+1} > 0$ to obtain the above equality condition. Finally, from the corresponding solution x_{ij} we drop the suitable slack variables so that the remainder constitutes a feasible solution of problem (PP).

This result outlines the fact that the variables α_j are rather penalties which are used in (2.2) to make a solution feasible and shows why the term $\alpha_j b_j$ appears in the objective function.

In the following we suppose that $a_i \geq 0$ $1 \leq i \leq m$ and $b_j \geq 0$ $1 \leq j \leq n$, and let us denote the index sets: $I := 1, 2, \dots, m$ and $J := 1, 2, \dots, n$.

Proposition 2.2 The problem

$$\text{maximize } \left\{ \sum_{j \in J} \left(\sum_{i \in I} c_{ij} y_{ij} + \alpha_j b_j \right) \right\} \quad (\text{P1})$$

subject to:

$$\sum_{j \in J} y_{ij} \leq a_i, \quad i \in I \quad (2.6)$$

$$\sum_{i \in I} y_{ij} \geq \alpha_j b_j, \quad j \in J \quad (2.7)$$

$$0 \leq \alpha_j \leq 1, \quad j \in J \quad (2.8)$$

$$y_{ij} \geq 0, \quad i, j \in I \times J \quad (2.9)$$

has always an optimal solution.

Proof. If $\sum_{j \in J} b_j \leq \sum_{i \in I} a_i$, we take $\alpha_j = 1, j \in J$, and (P1) becomes a transportation problem which has an optimal solution [7], [10].

If $\sum_{j \in J} b_j > \sum_{i \in I} a_i$, then we introduce a slack quantity a_{m+1} such that $\sum_{j \in J} b_j = \sum_{i \in I} a_i + a_{m+1}$, and we define $c_{m+1,j} = 0, j \in J$. According to this, the dimension of (P1) increases with the slack variables $y_{m+1,j}, j \in J$.

In this way, problem (P1) with $\alpha_j = 1, j \in J$, becomes an augmented transportation problem, which has an optimal solution $\bar{y}_{ij} \geq 0, i, j \in I \cup m+1 \times J$ that satisfies the conditions:

$$\begin{aligned} \sum_{j \in J} \bar{y}_{ij} &= a_i, \quad i \in I \text{ and } \sum_{j \in J} \bar{y}_{m+1,j} = a_{m+1} \\ \sum_{i \in I} \bar{y}_{ij} &= b_j - \bar{y}_{m+1,j}, \text{ where } 0 \leq \bar{y}_{m+1,j} \leq b_j, \quad j \in J \end{aligned}$$

Now, we define: $\bar{\alpha}_j = \begin{cases} 1 - \frac{\bar{y}_{m+1,j}}{b_j}, & \text{if } b_j \neq 0 \\ 1, & \text{if } b_j = 0 \end{cases}, j \in J$, and it follows

obviously that $0 \leq \bar{\alpha}_j \leq 1$ for all $j \in J$, and:

$$\sum_{j \in J} \bar{\alpha}_j b_j = \sum_{j \in J} b_j - \bar{y}_{m+1,j} = \sum_{j \in J} b_j - a_{m+1} = \sum_{i \in I} a_i$$

But from (2.6) and (2.7) we get: $\sum_{j \in J} \alpha_j b_j \leq \sum_{i \in I} a_i$, so that

$$\max_{\alpha} \sum_{j \in J} \alpha_j b_j = \sum_{i \in I} a_i$$

and this maximum is obtained for $\bar{\alpha}_j, j \in J$.

To complete the proof we notice that for any $\alpha_j, 0 \leq \alpha_j \leq \bar{\alpha}_j$ and any feasible solution y_{ij} that satisfies (2.6), (2.7) and (2.9) we have:

$$\sum_{j \in J} \left(\sum_{i \in I} c_{ij} y_{ij} + \alpha_j b_j \right) \leq \sum_{j \in J} \left(\sum_{i \in I} c_{ij} \bar{y}_{ij} + \bar{\alpha}_j b_j \right)$$

3 The Algorithm

To obtain a solution to problem (PP) we can use that of problem (P1) and consider $y_{ij} = p_{ij} x_{ij}$. But condition (2.3) demands that in the solution matrix y_{ij} there be only one element different from zero in each column. So we are interested in such an element which is dominant in $\sum_{i \in I} c_{ij} y_{ij}$. Accordingly, for each $j \in J$, we define

$$p_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{for just one } c_{ij} y_{ij} = \max_{s \in I} c_{sj} y_{sj} > 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

and let $M = \{i, j \in I \times J \mid p_{ij} = 1\}$. We notice that for every $j \in J$ there exists one $i \in I$ such that $i, j \in M$. Let us denote:

$$J_i = \{j \in J \mid i, j \in M\}$$

Obviously, it may be possible that some of the index sets J_i are empty, but they are disjoint and $J = \bigcup_{i \in I} J_i$.

In order that condition (2.2) will be satisfied, we redefine:

$$\alpha_j = \frac{1}{b_j} \sum_{i \in I} p_{ij} x_{ij}, \quad j \in J \quad (3.1)$$

The objective function becomes the value $\sum_{j \in J} \sum_{i \in I} c_{ij} + 1 \cdot p_{ij} x_{ij}$, which may be increased only if among conditions (2.1) there are some strictly satisfied; more precisely, if $I_2 \cup I_3 \neq \emptyset$, where $I = I_1 \cup I_2 \cup I_3$ and the partition of the index set I is defined as follows:

$$\begin{aligned} \sum_{j \in J} p_{ij} x_{ij} &= a_i, \quad \text{for } i \in I_1 \\ 0 < \sum_{j \in J} p_{ij} x_{ij} &< a_i, \quad \text{for } i \in I_2 \\ 0 &= \sum_{j \in J} p_{ij} x_{ij} < a_i, \quad \text{for } i \in I_3 \end{aligned}$$

To do that, we consider for each $s \in I_1 \cup I_2$ the problem:

$$\text{maximize } \sum_{j \in J} c_{sj} + 1 \cdot p_{sj} x_{sj} \quad (P2)$$

subject to:

$$\sum_{j \in J} p_{sj} x_{sj} \leq a_s \quad (3.2)$$

$$0 \leq p_{sj} x_{sj} \leq b_j, \quad j \in J \quad (3.3)$$

Condition (3.3) follows from (2.4), (2.5) and (3.1). Due to condition (2.3), the problems (P2) are independent sub-problems of (PP), so that the solutions of (P2) must retrieve in that of (PP).

Owing to the choice of p_{ij} and the definition of the index sub-sets J_i , problem (P2) may be stated in a more convenient form: for $s \in I_1 \cup I_2$ and $J_s \neq \emptyset$,

$$\text{maximize } \sum_{j \in J} c_{sj} x_{sj} \quad (P3)$$

subject to

$$\sum_{j \in J} x_{sj} \leq a_s$$

$$0 \leq x_{sj} \leq b_j, \quad j \in J$$

We retain the solution $\bar{x}_{sj}$ of all problems (P3) in the set

$$S = \{ \bar{x}_{sj}, s, j \in \mathbf{R} \times I \times J \mid \bar{x}_{sj} > 0 \}$$

and define:

$$K = \{ j \in J \mid (\exists) s \in I_1 \cup I_2 \text{ such that } \bar{x}_{sj} = b_j \}.$$

Now, we make the following changes:

$$\text{the index set } J \text{ is replaced by } J \setminus K \quad (3.4)$$

$$\text{the values } a_i \text{ by } \begin{cases} a_i - \sum_{j \in K} \bar{x}_{ij} & \text{if } K \neq \emptyset \\ a_i - \sum_{j \in J_i} \bar{x}_{ij} & \text{if } K = \emptyset \end{cases} \quad (3.5)$$

$$\text{we redefine the index set } I = \{ i \mid a_i > 0 \} \quad (3.6)$$

If the set $I \times J$ is empty, then S gives us the solution of the problem (PP). If the set $I \times J$ is not empty, then we consider a new problem (P1) which may be treated in the same way like before. The new values $\bar{x}_{sj}$ are added to, or they replace the old ones with the same indices s, j in the solution set S .

It is obvious that in each iteration of the algorithm, at least one of the index sets I or J has less elements than before, so that the algorithm ends after a finite number of steps.

The steps of the algorithm may be stated as follows:

- Step 1. Define $I := \{1, 2, \dots, m\}$, $J := \{1, 2, \dots, n\}$ and $S = \emptyset$.
- Step 2. Solve problem (P1) and define the sets M and J_i .
- Step 3. Determine and solve the problems (P3).
- Step 4. Add the new solution sets $\bar{x}_{ij}$ of problems (P3) to S and redefine the index set I and J according to (3.4), (3.5) and (3.6).
- Step 5. If $I \times J = \emptyset$, then STOP. S gives the solution to (PP).
If $I \times J \neq \emptyset$, then go to Step 2.

REFERENCES

- 1 R. Chandrasekharen, S. Subba Rao, A Special Case of the Transportation Problem. *Operations Research*, **25** (3), 1977, 525-538.
- 2 W.H. Cunningham, Theoretical Properties of the Network Simplex Method. *Mathematics of Operations Research*, **4**(2), 1979, 196-208.
- 3 G.B. Dantzig, Linear Programming Under Uncertainty, *Management Science*, **2** (1), 1995, 197-206;
- 4 F. Glover, D. Karney, D. Klingman, A. Napier, A Computation Study on Start Procedures, Basis Change Criteria and Solution Algorithms for Transportation Problems. *Management Science*, **20**(5), 1974, 793-813.
- 5 E. Golstein, D. Youdine, Problemes Particuliers de la Programmation Lineaire. Editions Mir, Moscou, 1973.
- 6 W.A. Horn, Minimizing Average Flow Time with Parallel Machines. *Operations Research*, **21**, 1973, 846-847.
- 7 L.S. Lasdon, Optimization Theory for Large Systems. The MacMillan Company, New York, 1970.
- 8 K. Ritter, A Decomposition Method for Linear Programming Problems with Coupling Constraints and Variables. Mathematics Research Center, University of Wisconsin, Report no. 739, 1967.
- 9 J.B. Rosen, Primal Partition Programming for Block Diagonal Matrices. *Numerische Mathematik*, **6**, 1964, 250-260.
- 10 C. Zidaroiu, Programarea Lineara, Editura Tehnica, Bucuresti, 1983.

SINGULARY PERTURBED ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS: THEOREM ON PASSAGE TO THE LIMIT. ASYMPTOTIC ALGORITHM

Conf. univ. dr. Ion COLȚESCU

Asist. univ. drd. Dan LASCU

Academia Navală "Mircea cel Bătrân", Constanța

Abstract

In this article we discuss conditions under which asymptotic equations of certain initial value problems for singularly perturbed ordinary differential equations can be constructed using the boundary function method. Also, we present a corresponding asymptotic algorithm.

CONSIDER THE INITIAL VALUE PROBLEM:

$$\mu \frac{dz}{dt} = F(\epsilon, y, t), \quad \frac{dy}{dt} = f(\epsilon, y, t), \quad 0 \leq t \leq T, \quad (1)$$

$$z(\epsilon, \mu) = z^0, \quad y(\epsilon, \mu) = y^0, \quad (2)$$

where $\mu > 0$ is a small parameter, and z and y are vector function of arbitrary dimensions M , and m , respectively. As we see, only part of (1) contains the small parameter multiplying the derivatives.

We assume that the functions $F(\epsilon, y, t)$ and $f(\epsilon, y, t)$ are continuous together with their derivatives with respect to z and y in some domain $G = \{\epsilon \leq a, \|y\| \leq a, 0 \leq t \leq T\}$.

We use the notation $z(\epsilon, \mu)$ and $y(\epsilon, \mu)$ for the solution of (1), (2). In general, it is not possible to find an exact solution of this problem. Our goal is to define an approximate solution using the fact that the parameter μ is small. Setting $\mu = 0$ in (1), we obtain:

$$0 = F(\bar{z}, \bar{y}, t) \frac{d\bar{y}}{dt} = f(\bar{z}, \bar{y}, t). \quad (3)$$

The order of this system is lower than that of the original system since the first equation of (3) is no longer a differential equation. We will call (3) the **degenerate** or **reduced** system.

For this system we should retain only the initial condition for y , since no initial condition for z is needed:

$$\bar{y}(0) = y^0. \quad (4)$$

So, for $\mu = 0$, we obtain the problem (3), (4) instead of (1), (2). To solve it, we must start by expressing $\bar{z}$ from the first equation of (3) as a function of $\bar{y}$ and t . It is worth mentioning that this operation is not unique, i.e., the equation $F(\bar{z}, \bar{y}, t) = 0$ might have several solutions (roots) with respect to $\bar{z}$. In this case, the question of how to choose the appropriate root arises. Suppose we somehow choose one root $\bar{z} = \varphi(\bar{y}, t)$ (the theorem that will be formulated below selects the correct root). Substituting this root into the second equation of (3), we obtain the following equation:

$$\frac{d\bar{y}}{dt} = f(\varphi(\bar{y}, t), \bar{y}, t) \quad (5)$$

for $\bar{y}$. Solving this equation with the initial condition (4), we find $\bar{y}(\cdot)$, and therefore also $\bar{z}(\cdot) = \varphi(\bar{y}(\cdot), t)$. It is seen that defining $\bar{z}(\cdot)$ and $\bar{y}(\cdot)$ happens to be an easier problem than obtaining the solution $z(\cdot, \mu)$, $y(\cdot, \mu)$ of the original problem (1), (2). Instead of solving the system of two differential equations, we must first solve the equation $F(\bar{z}, \bar{y}, t) = 0$ (not differential), and then the differential equation (5) with the initial condition (4). Note that (5) is an equation of the lower order than the original system (2.1.1) and that it does not depend on the small parameter.

It is natural to ask whether $\bar{z}(\cdot)$ and $\bar{y}(\cdot)$ are the asymptotic approximations for $z(\cdot, \mu)$ and $y(\cdot, \mu)$, respectively, as $\mu \rightarrow 0$. It should be noted that $\bar{z}(\cdot)$ will not in general satisfy the initial condition (2), i.e., $\bar{z}(0) \neq z^0$, since the originally imposed initial value z^0 has not been used in the process of defining $\bar{z}(\cdot)$. Therefore, at least in some vicinity of the initial point $t = 0$, the function $\bar{z}(\cdot)$ will not be close to $z(\cdot, \mu)$. But does $\bar{z}(\cdot)$ approximate $z(\cdot, \mu)$ outside this vicinity? In contrast with $\bar{z}$ and z , the values of $\bar{y}(\cdot)$ and $y(\cdot, \mu)$ coincide at $t = 0$: $\bar{y}(0) = y(0, \mu) = y^0$. Therefore, in some small neighborhood

of $t = 0$, these functions will be close to each other. But, is this true for the entire interval $0 \leq t \leq T$? The answer to these questions can be either yes or no depending on the conditions imposed on the systems (1) and (3). In particular, it depends on the choice of the root $\bar{z}(\epsilon) = \varphi(\epsilon, t)$.

Let us formulate the conditions for the passage to the limit.

1⁰. Let the equation $F(\epsilon, \bar{y}, t) = 0$ have an isolated root with respect to $\bar{z} : \bar{z}(\epsilon) = \varphi(\epsilon, t), (\epsilon, t) \in D = \{(\epsilon, t) : \|\epsilon\| \leq a, 0 \leq t \leq T\}$, and suppose the problem (3), (4) has a unique solution corresponding to this root in the interval $0 \leq t \leq T$.

The next two conditions show exactly which root one must choose. They are formulated for the so – called **associated system**:

$$\frac{d\bar{z}}{d\tau} = F(\epsilon, y, t), \tau \geq 0. \quad (6)$$

The independent variable, here is the new variable τ , and y and t enter the system (6) as parameters. This means that the system is considered for any values of (ϵ, t) in the domain D . By the virtue of condition 1⁰, $\bar{z} = \varphi(\epsilon, t)$ is a rest point of system (6).

2⁰. Let the stationary point $\bar{z} = \varphi(\epsilon, t)$ of the associated system be asymptotically stable in the sense of Lyapunov, uniformly in $(\epsilon, t) \in D$ as $\tau \rightarrow \infty$.

This means that for any $\varepsilon > 0$, there exists $\delta = \delta(\epsilon) > 0$ (one and the same for all $(\epsilon, t) \in D$) such that if $\|\bar{z}(\epsilon) - \varphi(\epsilon, t)\| < \delta$, then $\|\bar{z}(\epsilon) - \varphi(\epsilon, t)\| < \varepsilon$, for $\tau \geq 0$, and also $z \rightarrow \varphi(\epsilon, t)$ when $\tau \rightarrow \infty$.

There might exist several roots of the equation $F(\epsilon, y, t) = 0$ that satisfy condition 2⁰. To make the final choice of the root, consider the associated system (6) for the initial parameters $y = y^0$ and $t = 0$:

$$\frac{d\bar{z}}{d\tau} = F(\epsilon, y^0, 0), \quad (7)$$

with the initial condition

$$\bar{z}(0) = z^0. \quad (8)$$

Here z^0 is the same vector that enters the initial condition (2). This vector, generally speaking, is not close to the rest point $\bar{z} = \varphi(\epsilon^0, 0)$ of the system (7) since the condition (2) has been imposed independently. Therefore, the solution $\bar{z}(\epsilon)$ of (7), (8) might not necessarily tend to the rest point $\varphi(\epsilon^0, 0)$ as $\tau \rightarrow \infty$. We demand that $\bar{z}(\epsilon)$ approach the rest point.

3⁰. Let the solution $\bar{z}(\cdot)$ of the problem (7), (8) exists for $\tau \geq 0$ and tends to the stationary point $\varphi(\cdot)^0, 0$ as $\tau \rightarrow \infty$.

In such a case, we will say that z^0 belongs to the **domain** (or **basin**) of **attraction** of the rest point $\varphi(\cdot)^0, 0$.

Theorem (Tikhonov) Under conditions 1⁰ – 3⁰ and for sufficiently small μ , the problem (1), (2) has a unique solution $z(\cdot, \mu)$, $y(\cdot, \mu)$ such that the following limiting equalities hold:

$$\lim_{\mu \rightarrow 0} y(\cdot, \mu) = \bar{y}(\cdot) \text{ for } 0 \leq t \leq T,$$

$$\lim_{\mu \rightarrow 0} z(\cdot, \mu) = \bar{z}(\cdot) \text{ for } 0 < t \leq T.$$

These equalities show that in the limit (as $\mu \rightarrow 0$) the solution $z(\cdot, \mu)$, $y(\cdot, \mu)$ of (1), (2) tends to the solution of the reduced problem (3), (4). That is way the above theorem is called the **theorem on passage to the limit**. Note that the transition to the limit for y takes place for all t in the interval $0 \leq t \leq T$. Moreover, this limiting process is uniform. Transition to the limit for z takes place for any t except $t=0$. This is quite clear since $z(\cdot, \mu) = z^0 \neq \bar{z}(\cdot)$. The limiting process for z will be uniform outside a small neighborhood of the initial point. We will call this neighborhood the **boundary (initial) layer**.

Thus, $\bar{y}$ will be the asymptotic approximation to $y(\cdot, \mu)$ in entire interval $0 \leq t \leq T$, and $\bar{z}$ will be the asymptotic approximation to $z(\cdot, \mu)$ for $\delta \leq t \leq T$, where δ is any arbitrarily small, but fixed number.

Let us explain the role of conditions 2⁰ and 3⁰. If we make the change of variable $\tau = \frac{t}{\mu}$ in (1) (τ is a stretched time), we arrive at the system:

$$\frac{dz}{d\tau} = F(\cdot, y, \tau\mu), \quad \frac{dy}{d\tau} = \mu f(\cdot, y, \tau\mu) \quad (9)$$

with the initial conditions

$$z|_{\tau=0} = z^0, \quad y|_{\tau=0} = y^0.$$

Consider qualitatively the behavior of the solution when τ changes from 0 to some value $\tau_0 > 0$. Since $\mu > 0$ is small, the right-hand side of the second equation is small: $\mu f = O(\mu)$, i.e., the rate of change $\frac{dy}{d\tau}$ of the variable y with respect to the stretched time τ is of the order μ . Therefore the value of y , which

equals y^0 at the initial moment of time, will change only slightly during the period $0 \leq \tau \leq \tau_0$ (no more than by order μ):

$$y = y^0 + O(\mu) \text{ for } 0 \leq \tau \leq \tau_0.$$

Substituting this expression for y into the first equation of (9), we obtain:

$$\frac{dz}{d\tau} = F(z, y^0 + O(\mu), \tau\mu). \quad (10)$$

In the bounded interval $0 \leq \tau \leq \tau_0$, this equation can be considered as a regular perturbation of the equation that we obtain from (10), when $\mu = 0$:

$$\frac{dz}{d\tau} = F(z, y^0, 0). \quad (11)$$

When μ is small, the solutions of (10) and (11) with the same initial condition $z|_{\tau=0} = z^0$ are close to each other in the interval $0 \leq \tau \leq \tau_0$. However, equation (11) is nothing but the associated equation (7). Therefore in $0 \leq \tau \leq \tau_0$, i.e., for $0 \leq \tau \leq \tau_0\mu$, the behavior of the function $z(\mu)$ is approximately described by (7). By virtue of condition 3⁰, the solution of (7) with initial condition (8) approaches $\varphi(\xi^0, 0)$ as τ grows. So, the condition 3⁰ provides fast transition of $z(\mu)$ from the value z^0 at $t=0$ to a value close to $\varphi(\xi, i)$ at $t = \tau_0\mu$. Condition 2⁰ guarantees that $z(\mu)$ will remain near $\bar{z}(\mu)$ after that.

Let us elucidate the structure of the domain of attraction of the asymptotically stable rest point $\bar{z} = \varphi(\xi^0, 0)$ of (7) in the case when z is a scalar function. Suppose that along with the root $\bar{z} = \varphi(\xi^0, 0)$, the equation $F(\xi, y^0, 0) = 0$ has also some other roots $\bar{z} = \varphi_i$, $i = 1, 2, 3, \dots$. These roots can be represented by straight lines in the plane (ξ, τ) (see figure). Let the function $F(\xi, y^0, 0)$ in the intervals between the roots have the signs shown in the figure. Then, if the initial condition $\bar{z}(\mu)$ lies in the interval between φ_1 and $\varphi(\xi^0, 0)$, where $F > 0$, the solution $\bar{z}(\mu)$ for $\tau > 0$ will increase and monotonically approach the rest point $\varphi(\xi^0, 0)$. If $\bar{z}(\mu)$ lies in the interval between $\varphi(\xi^0, 0)$ and φ_2 , where $F < 0$, the solution $\bar{z}(\mu)$ for $\tau > 0$ will decrease and again monotonically approach the rest point $\varphi(\xi^0, 0)$. On the other hand, if we take an initial condition

$\bar{z} \in]\varphi_1, \varphi_2[$ out of the interval $[\varphi_1, \varphi_2]$, the solution $\bar{z}(\tau)$ will not tend to the rest point $\varphi_1^0, 0$.

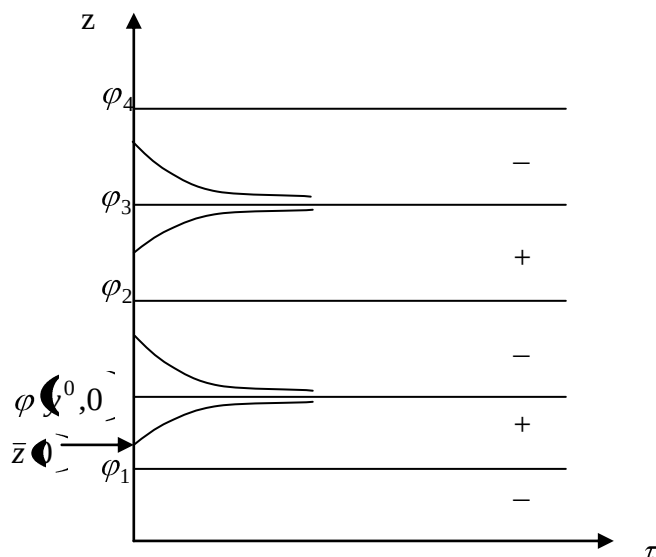


Figure: The structure of the domain of attraction in scalar case

Thus, in the case just considered, the rest point $\bar{z} = \varphi_1^0, 0$ of the equation is asymptotically stable and its domain of attraction is the interval $[\varphi_1, \varphi_2]$.

It can be seen in the figure that the point $\bar{z} = \varphi_3$ is also an asymptotically stable rest point, and its basin of attraction is the interval $[\varphi_2, \varphi_4]$. Therefore the condition 2^o of the theorem does not allow us to choose the right solution of the equation $F(\bar{z}, y, t) = 0$ uniquely. Only condition 3^o makes such a unique choice possible. If z^0 belongs to the interval $[\varphi_1, \varphi_2]$, we must take the root $z = \varphi_1(t)$, but if z^0 is in $[\varphi_2, \varphi_4]$, we take the root $z = \varphi_3(t)$. The situation when z^0 does not belong to the domain of attraction of any asymptotically stable rest point is also possible. Then, the theorem cannot be applied.

ASYMPTOTIC ALGORITHM

The Tikhonov's theorem is only the first step in studying the asymptotics of the solution of (1), (2). Since $\bar{z}(\tau)$ does not approximate $z(\mu)$ for small μ in the boundary layer, we must construct an asymptotic approximation for $z(\mu)$ that is valid in the entire interval $0 \leq t \leq T$ (an uniform approximation). Moreover, the theorem does not give the order of accuracy of the asymptotic

approximation $\bar{y}(\mu)$ for the solution $y(\mu)$ in $0 \leq t \leq T$ and that of $\bar{z}(\mu)$ for $z(\mu)$ outside the boundary layer. Below we will show that this order is μ .

Our other goal is to construct an approximation with higher accuracy and, if possible, the complete asymptotic expansion for the solution of the problem (1), (2). To accomplish that, some additional condition should be imposed on the function F and f .

4°. We demand that the functions $F(\mu, y, t)$ and $f(\mu, y, t)$ are infinitely differentiable in domain G .

Lets $\lambda_i(\mu)$ ($i=1, \dots, M$) denote the eigenvalues of the matrix $\bar{F}_z(\mu) = \bar{F}_z(\mu, \bar{y}(\mu), t)$. We will replace condition 2° of the theorem by the following condition (for which we will use the same notation: 2°).

2°. Let

$$\operatorname{Re} \lambda_i(\mu) < 0 \text{ for } 0 \leq t \leq T, i=1, \dots, M.$$

Note that condition 2° of the theorem follows from this condition.

We will seek the asymptotic expansion for the solution of (1), (2) in a form that is quite typical for singularly perturbed problems:

$$x(\mu) = \bar{x}(\mu) + \Pi x(\mu), \quad (12)$$

where $\tau = \frac{t}{\mu}$, and x stands for both variables z and y , i.e. $x = \begin{pmatrix} z \\ y \end{pmatrix}$,

$$\bar{x}(\mu) = \bar{x}_0(\mu) + \mu \bar{x}_1(\mu) + \dots + \mu^k \bar{x}_k(\mu) + \dots \quad (13)$$

is the regular part of the expansion,

$$\Pi x(\mu) = \Pi_0 x(\mu) + \mu \Pi_1 x(\mu) + \dots + \mu^k \Pi_k x(\mu) + \dots \quad (14)$$

is the boundary layer part. Substituting (12) into system (1), we obtain the equalities:

$$\begin{aligned} \mu \frac{d\bar{z}}{dt} + \frac{d\Pi z}{d\tau} &= F(\mu) + \Pi z, \bar{y} + \Pi y, t \\ \frac{d\bar{y}}{dt} + \frac{1}{\mu} \frac{d\Pi y}{d\tau} &= f(\mu) + \Pi z, y + \Pi y, t \end{aligned} \quad (15)$$

Next, we represent the right-hand sides of these equations in a form similar to (12): $F = \bar{F} + \Pi F$, $f = \bar{f} + \Pi f$. Let us illustrate how this can be done on the function F :

$$\begin{aligned}
& F \mathbf{e} + \Pi \bar{z}, \bar{y} + \Pi \bar{y}, t = F \mathbf{e} \mathbf{e}, \mu, \bar{y} \mathbf{e}, \mu, t + \\
& + \mathbf{f} \mathbf{e} \mathbf{e}, \mu, \mu, \bar{z} + \Pi \bar{z} \mathbf{e}, \mu, \bar{y} \mathbf{e}, \mu, \mu + \Pi \bar{y} \mathbf{e}, \mu, \tau \mu = F \mathbf{e} \mathbf{e}, \mu, \bar{y} \mathbf{e}, \mu, \tau \mu + \\
& = \bar{F} + \Pi F.
\end{aligned}$$

Equalities (15) can now be written as:

$$\begin{aligned}
\mu \frac{d\bar{z}}{dt} + \frac{d\Pi z}{d\tau} &= \bar{F} + \Pi F, \\
\frac{d\bar{y}}{dt} + \frac{1}{\mu} \frac{d\Pi y}{d\tau} &= \bar{f} + \Pi f.
\end{aligned} \tag{16}$$

Let us substitute the series (13) and (14) for $\bar{x} \mathbf{e}, \mu$ and $\Pi x \mathbf{e}, \mu$ into (16) and represent $\bar{F}, \Pi F, \bar{f}$ and Πf in the form of power series in μ :

$$\begin{aligned}
\bar{F} &= F \mathbf{e}_0 \mathbf{e}, \bar{z}_1 \mathbf{e}, \bar{y}_0 \mathbf{e}, \bar{y}_1 \mathbf{e}, t = \\
&= F \mathbf{e}_0 \mathbf{e}, \bar{y}_0 \mathbf{e}, t + \mu \mathbf{f}_z \mathbf{e}, \bar{z}_1 \mathbf{e}, \bar{y}_1 \mathbf{e}, t + \dots + \\
&+ \mu^k \mathbf{f}_z \mathbf{e}, \bar{z}_k \mathbf{e}, \bar{y}_k \mathbf{e}, t + F_k \mathbf{e}, t + \dots = \bar{F}_0 + \mu \bar{F}_1 + \dots + \mu^k \bar{F}_k + \dots,
\end{aligned}$$

where the elements of the matrices $\bar{F}_z \mathbf{e}$ and $\bar{F}_y \mathbf{e}$ are calculated at the point $\mathbf{e}_0 \mathbf{e}, \bar{y}_0 \mathbf{e}, t$, and the functions $F_k \mathbf{e}$ are expressed recursively through $\bar{z}_i \mathbf{e}$ and $\bar{y}_i \mathbf{e}$ with $i < k$;

$$\begin{aligned}
\Pi F &= F(\bar{z}_0 \mathbf{e}, \mu + \mu \bar{z}_1 \mathbf{e}, \mu + \dots + \Pi_0 z \mathbf{e} + \mu \Pi_1 z \mathbf{e} + \dots, \\
&\bar{y}_0 \mathbf{e}, \mu + \mu \bar{y}_1 \mathbf{e}, \mu + \dots + \Pi_0 y \mathbf{e} + \mu \Pi_1 y \mathbf{e} + \dots, \tau \mu) - \\
&- F \mathbf{e}_0 \mathbf{e}, \mu + \mu \bar{z}_1 \mathbf{e}, \mu + \dots, \bar{y}_0 \mathbf{e}, \mu + \mu \bar{y}_1 \mathbf{e}, \mu + \dots, \tau \mu = \\
&= \mathbf{f} \mathbf{e}_0 \mathbf{e}, \Pi_0 z \mathbf{e}, \bar{y}_0 \mathbf{e}, \Pi_0 y \mathbf{e}, 0 - F \mathbf{e}_0 \mathbf{e}, \bar{y}_0 \mathbf{e}, 0 + \\
&+ \mu \mathbf{f}_z \mathbf{e}, \Pi_1 z \mathbf{e}, \bar{y}_1 \mathbf{e}, \Pi_1 y \mathbf{e}, 0 + G_1 \mathbf{e}, 0 + \dots + \\
&+ \mu^k \mathbf{f}_z \mathbf{e}, \Pi_k z \mathbf{e}, \bar{y}_k \mathbf{e}, \Pi_k y \mathbf{e}, 0 + G_k \mathbf{e}, 0 + \dots = \\
&= \Pi_0 F + \mu \Pi_1 F + \dots + \mu^k \Pi_k F + \dots,
\end{aligned}$$

where the elements of $F_z \mathbf{e}$ and $F_y \mathbf{e}$ are calculated at the point $\mathbf{e}_0 \mathbf{e}, \Pi_0 z \mathbf{e}, \bar{y}_0 \mathbf{e}, \Pi_0 y \mathbf{e}, 0$, and the functions $G_k \mathbf{e}$ are expressed recursively through $\Pi_i z \mathbf{e}$ and $\Pi_i y \mathbf{e}$ with $i < k$. Similar expansion hold for $\bar{f}$ and Πf .

Let us equate coefficients of like powers of μ on the both sides of (16) (separately for the coefficients depending on t and on τ). This will provide the equations for the terms of the series (13) and (14).

For the leading term $\bar{x}_0(\mu)$ of the regular part of the asymptotics, we obtain the system of equations:

$$\begin{cases} 0 = \bar{F}_0 = F(\bar{x}_0, \bar{y}_0, t) \\ \frac{d\bar{y}_0}{dt} = \bar{f}_0 = f(\bar{x}_0, \bar{y}_0, t) \end{cases} \quad (17)$$

which evidently coincides with the reduced system (3).

For the leading term $\Pi_0 x(\mu)$ of the boundary layer part of the asymptotics, we obtain:

$$\begin{aligned} \frac{d\Pi_0 z}{d\tau} &= \Pi_0 F \equiv F(\bar{x}_0, \Pi_0 z, \bar{y}_0) + \Pi_0 y, 0 - F(\bar{x}_0, \bar{y}_0, 0) \\ &= F(\bar{x}_0, \Pi_0 z, \bar{y}_0) + \Pi_0 y, 0, \\ \frac{d\Pi_0 y}{d\tau} &= 0. \end{aligned} \quad (18)$$

(Note that, $F(\bar{x}_0, \bar{y}_0, 0) = 0$ by virtue of the first equation of (17))

For the terms $\bar{x}_k(\mu)$ and $\Pi_k x(\mu) (\mu \geq 1)$ we have the equations (the so-called **variational equations**):

$$\frac{d\bar{z}_{k-1}}{dt} = \bar{F}_k \equiv \bar{F}_z(\bar{z}_{k-1}) + \bar{F}_y(\bar{y}_{k-1}) + F_k(\mu) \quad (19)$$

$$\frac{d\bar{y}_k}{dt} = \bar{f} \equiv \bar{f}_z(\bar{z}_{k-1}) + \bar{f}_y(\bar{y}_{k-1}) + f_k(\mu)$$

$$\begin{aligned} \frac{d\Pi_k z}{d\tau} &= \Pi_k F \equiv F_z(\Pi_k z) + F_y(\Pi_k y) + G_k(\mu), \\ \frac{d\Pi_k y}{d\tau} &= \Pi_{k-1} f, \end{aligned} \quad (20)$$

here the functions $f_k(\mu)$ and $F_k(\mu)$ are expressed recursively through the $\bar{z}_i(\mu)$ and $\bar{y}_i(\mu)$ with $i < k$. The functions $G_k(\mu)$ are expressed recursively through $\Pi_i z(\mu)$ and $\Pi_i y(\mu)$ with $i < k$, and $\Pi_{k-1} f$ is the coefficient of μ^{k-1} in the power series expansion for Πf with respect to μ (similar to the expansion for ΠF), e.g.,

$$\begin{aligned} G_i(\mu) &= F_z(\mu) \bar{F}_z(\mu) \bar{x}'_0(\mu) + \bar{z}_1(\mu) F_y(\mu) \bar{F}_y(\mu) \bar{x}'_0(\mu) + \bar{y}_1(\mu) \\ &+ F_t(\mu) \bar{F}_t(\mu) \bar{x}'_0(\mu), \end{aligned} \quad (21)$$

$$\Pi_0 f = f \llcorner \Pi_0 z \llcorner \Pi_0 y \llcorner f \llcorner \Pi_0 z \llcorner \Pi_0 y \llcorner \quad (22)$$

To define the solutions of (19) and (20), we must impose initial conditions. Substituting expansion (12) into conditions (2), we obtain:

$$\begin{aligned} \bar{z}_0 \llcorner \mu \bar{z}_1 \llcorner \dots + \Pi_0 z \llcorner \mu \Pi_1 z \llcorner \dots &= z^0, \\ \bar{y}_0 \llcorner \mu \bar{y}_1 \llcorner \dots + \Pi_0 y \llcorner \mu \Pi_1 y \llcorner \dots &= y^0. \end{aligned}$$

Hence, equating the coefficients of like powers of μ in these relations implies:

$$\bar{z}_0 \llcorner \Pi_0 z \llcorner = z^0, \quad \bar{y}_0 \llcorner \Pi_0 y \llcorner = y^0, \quad (23)$$

$$\bar{z}_k \llcorner \Pi_k z \llcorner = 0, \quad \bar{y}_k \llcorner \Pi_k y \llcorner = 0, \quad k = 1, 2, \dots \quad (24)$$

Equations (23) contain four unknowns: $\bar{z}_0, \Pi_0 z \llcorner, \bar{y}_0 \llcorner$ and $\Pi_0 y \llcorner$ (a similar situation takes place in (24)). It is clear that using only (23), it is impossible to define these four unknowns. We must take into consideration some additional ideas. First, it is important to mention that the first equation of (17) is not differential, and therefore we need not impose any initial condition on $\bar{z}_0 \llcorner$. Thus, we need not treat $\bar{z}_0 \llcorner$ in (23) as an unknown. The same is true for the quantities $\bar{z}_k \llcorner$ in the systems (24). Secondly recall that the functions $\Pi_k x \llcorner$ should be boundary functions, i.e., they should approach zero as $\tau \rightarrow \infty$. It turns out that it is sufficient to impose this condition on only the functions $\Pi_k y \llcorner$, and as a result, it will also hold for $\Pi_k z \llcorner$. So, we introduce the condition:

$$\Pi_k \llcorner = 0, \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad (25)$$

Let us now show that (17) – (20) together with conditions (23) – (25) allow us to determine successively all the terms of the series (13), (14). From the second equation of (18), we obtain $\Pi_k y \llcorner = \text{const}$, and from (25), we have

$$\Pi_0 y \llcorner = 0.$$

This fact has quite clear interpretation: the function $y \llcorner, \mu \llcorner$ does not have a boundary layer in the zeroth-order approximation.

Since $\Pi_0 y \llcorner = 0$, from the second equation of (23), we can find $\bar{y}_0 \llcorner = y^0$. Thus, for $\bar{z}_0 \llcorner$ and $\bar{y}_0 \llcorner$ we have the system (17), which coincides with the reduced system (3), and the initial condition, which coincides with (4). For the solution $\bar{z}_0 \llcorner, \bar{y}_0 \llcorner$ of the problem (3), (4), let us take the solution that was mentioned in the Tikhonov's theorem:

$\bar{z}_0 = \bar{z}(\varphi(t), \bar{y}_0)$. Then, the leading terms $\bar{z}_0$ and $\bar{y}_0$ of the regular part of the asymptotic expansion coincides with the limiting solution from Tikhonov's theorem.

Since $\bar{z}_0$ is defined, the value $\bar{z}_0$ is known, and therefore the first equation of (23) yields:

$$\Pi_0 z = z^0 - \bar{z}_0 = z^0 - \varphi^0, 0. \quad (26)$$

To find $\Pi_0 z$ we must solve the first equation of (18) with this initial condition (also taking into account that $\Pi_0 y = 0$). The change of variable $\bar{z} = \Pi_0 z + \varphi^0, 0$ transforms the problem for $\Pi_0 z$ to the associated system (7) with the initial condition (8). By virtue of condition 3⁰ of the theorem,

$$\Pi_0 z \rightarrow 0 \text{ for } \tau \rightarrow \infty.$$

It can be proved (using condition 2⁰) that $\Pi_0 z$ possesses the exponential estimate:

$$\|\Pi_0 z\| \leq c \cdot e^{-\tilde{k}\tau}, \quad \tau \geq 0. \quad (27)$$

Here and below we will use c and $\tilde{k}$ to represent appropriate positive numbers, which are, generally speaking, different in different inequalities.

When z is a scalar function, the estimate (18) can be obtained in a quite simple way. In this case, condition 2⁰ corresponds to the inequality:

$$F_z(\varphi(t), \bar{y}_0, t) > 0 \text{ for } 0 \leq t \leq T. \quad (28)$$

The first equation of (18), according to the mean value problem, can be written in the form:

$$\frac{dH_0 z}{d\tau} = F_z(\varphi(t), \bar{y}_0, t) + \theta \Pi_0 z, \quad 0 < \theta < 1,$$

where $0 < \theta < 1$. Hence, taking into account (16), we obtain:

$$\Pi_0 z = (z^0 - \bar{z}_0) e^{\int_0^\tau F_z(\varphi(s), \bar{y}_0, s) + \theta \Pi_0 z ds}. \quad (29)$$

Since $\Pi_0 z \rightarrow 0$ as $\tau \rightarrow \infty$, and $F_z(\varphi(t), \bar{y}_0, t) > 0$ (by virtue of (28)), there exist numbers $\tilde{k} > 0$ and $\tau_0 > 0$ such that $F_z(\varphi(t), \bar{y}_0, t) + \theta \Pi_0 z > -\tilde{k}$ for $\tau \geq \tau_0$.

Hence,

$$\int_{\tau_0}^\tau F_z(\varphi(s), \bar{y}_0, s) + \theta \Pi_0 z ds > -\tilde{k}(\tau - \tau_0)$$

for $\tau \geq \tau_0$, and therefore

$$\begin{aligned} |\Pi_0 z| &= |z^0 - \bar{z}_0| \cdot e^{\int_0^\tau \mathcal{A}(\Pi_0 z, y^0, 0) ds} \cdot e^{\int_0^\tau F_z(\Pi_0 z, y^0, 0) ds} \leq (30) \\ &\leq c \cdot e^{-\tilde{k}(\tau - \tau_0)} = c_1 e^{-\tilde{k}\tau}, \end{aligned}$$

for $c_1 = ce^{\tilde{k}\tau_0}$. Denoting c_1 by c , we obtain the estimate (27) for $\Pi_0 z$.

Thus, all the terms of the zeroth-order approximation are defined.

The higher-order terms of the asymptotic expansion can be constructed by the same scheme for any $k \geq 1$. Suppose we already defined all the terms up to order $k-1$, and the Π -functions (i.e., $\Pi_i z$ and $\Pi_i y$ for $i = 0, 1, \dots, k-1$) satisfy an exponential estimate of the type (27). Then the nonhomogeneous terms in the linear systems (19), (20), i.e., $\frac{d\bar{z}_{k-1}}{dt}, F_k, f_k, G_k, \Pi_{k-1} f$ are known functions, and $G_k, \Pi_{k-1} f$ possess the exponential estimate of the type (27). For G_i and $\Pi_0 f$ such estimates follow directly from formulae (21), (22) and from the exponential estimate for $\Pi_0 z$.

From the second equation of (20) with condition (25), we obtain:

$$\Pi_k y = \int_{-\infty}^\tau \Pi_{k-1} f ds. \quad (31)$$

Since $\|\Pi_{k-1} f\| \leq c \cdot e^{-\tilde{k}\tau}$, we have

$$\|\Pi_k y\| = \int_{-\infty}^\tau c \cdot e^{-\tilde{k}s} ds = \frac{c}{\tilde{k}} e^{-\tilde{k}\tau}.$$

Again using the notation c for the constant $\frac{c}{\tilde{k}}$, we arrive at the estimate of the type (27) for $\Pi_k y$. From (31), we obtain:

$$\Pi_k y = \int_{-\infty}^0 \Pi_{k-1} f ds.$$

Therefore we can find $\bar{y}_k$ from (24):

$$\bar{y}_k = -\Pi_k y = -\int_{-\infty}^0 \Pi_{k-1} f ds. \quad (32)$$

To find $\bar{z}_k$ and $\bar{y}_k$ we now need to solve system (19) with initial condition (32). First, we express $\bar{z}_k$ through $\bar{y}_k$ from the first equation of (19):

$$\bar{z}_k = \bar{F}_k^{-1} \left[\frac{d\bar{z}_{k-1}}{dt} - \bar{F}_y \bar{y}_k - F_k \right] \quad (33)$$

(note that by virtue of condition 2⁰, $\det \bar{F}_z \neq 0$, and therefore $\bar{F}_k^{-1}$ exists). Next, we substitute this expression into the second equation of (19). We obtain a linear differential equation for $\bar{y}_k$. Solving it with the initial condition (32), we find $\bar{y}_k$ and therefore also $\bar{z}_k$ by formulae (33).

The value of $\bar{z}_k$ is now known. Thus, we can obtain the initial condition for $\Pi_k z$ from the first equation of (24): $\Pi_k z = -\bar{z}_k$. Finally, we must solve the first equation in (20) subject to the initial condition mentioned above. We should take into account that $\Pi_k y$ is known, and since these function, as well as G_k , has the exponential estimate, the function $\tilde{G}_k = F_y \Pi_k y + G_k$ satisfies:

$$\|\tilde{G}_k\| \leq c \cdot e^{-\tilde{k}\tau}. \quad (34)$$

Moreover, $\Pi_k z$ can be written in the form:

$$\Pi_k z = -\Phi \bar{z}_k + \int_0^\tau \Phi \Phi^{-1} \tilde{G}_k ds, \quad (35)$$

where Φ is the fundamental matrix of the corresponding homogeneous equation

$$\frac{d\Phi}{d\tau} = F_z \Phi, \quad \Phi(0) = I_M \text{ (an identity matrix of dimension } M \text{)}.$$

It can be shown that by virtue of condition 2⁰ the following inequalities hold:

$$\begin{aligned} \|\Phi\| &\leq c \cdot e^{-\tilde{k}\tau}, \quad \tau \geq 0, \\ \|\Phi \Phi^{-1}\| &\leq c \cdot e^{-\tilde{k}(\tau-s)}, \quad 0 \leq s \leq \tau. \end{aligned} \quad (36)$$

In the case when z is a scalar function, we have:

$$\Phi = e^{\int_0^\tau F_z ds},$$

and the estimates (36) can be proved in the same way as the estimate (30).

Using the inequalities (34) and (36), from (35) we obtain

$$\|\Pi_k z\| \leq c \cdot e^{-\tilde{k}\tau} + \int_0^\tau c \cdot e^{-\tilde{k}(\tau-s)} c \cdot e^{-\tilde{k}s} ds \leq c \cdot e^{-\tilde{k}\tau} + c^2 \tau \cdot e^{-\tilde{k}\tau}.$$

Let us take $\tilde{k}_1$ such that $0 < \tilde{k}_1 < \tilde{k}$. Since $\tau \cdot e^{-\tilde{k}_1\tau} \leq c$, we have $\tau \cdot e^{-\tilde{k}\tau} \leq c \cdot e^{-\tilde{k}_1\tau}$. Using again the notation $\tilde{k}$ for $\tilde{k}_1$ and c for all constants of the same type, we finally obtain:

$$\|\Pi_k z\| \leq c \cdot e^{-\tilde{k}\tau}, \tau \geq 0.$$

So, the algorithm described allows one to define the terms of the series (13) and (14) up to any order n inclusive. All the Π - functions decay exponentially.

BIBLIOGRAPHY

1. ECKHAUS, W., *Matched Asymptotic Expansions and Singular Perturbations*, London, 1973;
2. TIKHONOV, A., *On the Dependence of the Solutions of Differential Equations on a Small Parameter*, Mat. Sbornik, 22, 1948;
3. TIKHONOV, A., *Systems of Differential Equations Containing Small Parameters in the Derivatives*, Mat. Sbornik, 31, 1952;
4. VASIL'EVA, A. and BUTUZOV, V., *Asymptotic Expansions of the Solutions of Singularly Perturbed Equations*, Moscow, 1973;
5. VASIL'EVA, A. and BUTUZOV, V., *Singularly Perturbed Equations in Critical Case*, University of Wisconsin, 1980;
6. VASIL'EVA, A. and BUTUZOV, V., *The Boundary Function Method for Singular Perturbation Problems*, SIAM, Philadelphia, 1995.

SINGULARLY PERTURBED PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS. THE METHOD OF VISHIK – LYUSTERNIK

Conf. univ. dr. Ion COLȚESCU

Asist. univ. drd. Dan LASCU

Academia Navală “Mircea cel Bătrân”, Constanța

Abstract

A quite general approach for solving linear partial differential equations with small parameters multiplying the highest derivatives was proposed in the fundamental work by Vishik and Lyusternik. We will illustrate the idea of this approach (known in the literature as the method of Vishik – Lyusternik) on a simple example of an elliptic equation in a bounded domain with smooth boundary. When the boundary of the domain is no longer smooth, but contains corner points, the structure of the asymptotic solutions becomes more complicated in the vicinity of these points. Therefore, we need to introduce a new type of boundary function in the vicinity of the corner points.

Consider the equation:

$$L_\varepsilon u \equiv \varepsilon^2 \Delta u - k^2(x, y)u = f(x, y, \varepsilon), \quad (x, y) \in \Omega, \quad (1.1)$$

Subject to the Dirichlet boundary condition:

$$u|_{\partial\Omega} = 0, \quad (1.2)$$

where, $\varepsilon > 0$ is a small parameter, $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}$ is the Laplace operator, Ω is a bounded planar domain. The boundary of the domain is assumed to be a sufficiently smooth curve $\partial\Omega$. Functions $k(x, y)$ and $f(x, y, \varepsilon)$ are also sufficiently smooth and $k(x, y) > 0$ in $\bar{\Omega} = \Omega + \partial\Omega$. The smoothness of $k, f, \partial\Omega$

and the negative sign of the coefficient $-k^2 \mathbf{\zeta}, y \rceil$ guarantee the existence of unique classical solution $u \mathbf{\zeta}, y, \varepsilon \rceil$ of the problem (1.1), (1.2). Our goal is to construct asymptotic expansion (uniform in $\overline{\Omega}$) of this solution with respect to a parameter ε .

The asymptotic expansion of the solution of (1.1), (1.2) consists of regular and boundary layer parts: $u = \bar{u} + \Pi$. To construct the boundary layer functions we need to use the new (local) coordinates in the vicinity of the boundary $\partial\Omega$. Let the equations describing $\partial\Omega$ have the form:

$$x = \varphi \mathbf{\zeta}, y = \psi \mathbf{\zeta}, 0 \leq l \leq l_0,$$

Where l is a parameter. When parameter l increases from 0 to l_0 , the point $\varphi \mathbf{\zeta}, \psi \mathbf{\zeta}$ moves along $\partial\Omega$ in such a way that the domain Ω remains to the left. In a δ -vicinity of the curve $\partial\Omega$ we introduce the new local variables as follows. Let the point $M \mathbf{\zeta}, y \rceil$, belonging to $\overline{\Omega}$ lie on the normal to $\partial\Omega$ passing through the point $M' \varphi \mathbf{\zeta}, \psi \mathbf{\zeta}$ (see figure). We denote the distance MM' by r . The pair of numbers $\mathbf{\zeta}, l \rceil$ will represent the new coordinates of the point M . If the δ -vicinity $\mathbf{\zeta}, r \leq \delta \rceil \mathbf{\zeta}, 0 \leq l \leq l_0 \rceil$ is sufficiently narrow, i.e. δ is small enough, the normals to $\partial\Omega$ drawn through various points of $\partial\Omega$ do not intersect within this neighborhood. Hence, in this region there is a one-to-one the correspondence between the two coordinates $\mathbf{\zeta}, y \rceil$ and $\mathbf{\zeta}, l \rceil$, expressed by relations:

$$x = \varphi \mathbf{\zeta} - r \frac{\psi' \mathbf{\zeta}}{\sqrt{\varphi'^2 \mathbf{\zeta} + \psi'^2 \mathbf{\zeta}}}, \quad y = \psi \mathbf{\zeta} + r \frac{\varphi' \mathbf{\zeta}}{\sqrt{\varphi'^2 \mathbf{\zeta} + \psi'^2 \mathbf{\zeta}}}.$$

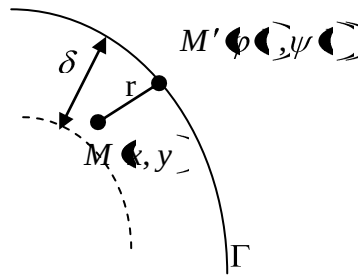


Figure: New variables $\mathbf{\zeta}, l \rceil$ in the vicinity of the boundary

In a δ -neighborhood of $\partial\Omega$, we have the following expression for the operator L_ε in terms of the new variables $(\mathbf{x}, l)$:

$$L_\varepsilon = \varepsilon^2 \left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \alpha(\mathbf{x}, l) \frac{\partial^2}{\partial l^2} + \beta(\mathbf{x}, l) \frac{\partial}{\partial r} + \gamma(\mathbf{x}, l) \frac{\partial}{\partial l} \right) - k^2(\mathbf{x}, l),$$

where

$$\alpha(\mathbf{x}, l) = \left(\frac{\partial l}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial l}{\partial y} \right)^2, \quad \beta(\mathbf{x}, l) = \frac{\partial^2 r}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 r}{\partial y^2} \quad \text{and} \quad \gamma(\mathbf{x}, l) = \frac{\partial^2 l}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 l}{\partial y^2}.$$

Let us now stretch the variable r : $r = \varepsilon \rho$. Expanding coefficients in the expression for L_ε in a power series in ε , we obtain:

$$L_\varepsilon = \left(\frac{\partial^2}{\partial \rho^2} - k^2(\mathbf{x}) \right) + \sum_{j=1}^{\infty} \varepsilon^j L_j,$$

where $k^2(\mathbf{x}) = k^2(\mathbf{x}, 0)$, and L_j are linear differential operators containing the differentiations $\frac{\partial}{\partial \rho}, \frac{\partial}{\partial l}, \frac{\partial^2}{\partial l^2}$.

We seek the asymptotic solution of (1.1), (1.2) in the form:

$$u(\mathbf{x}, y, \varepsilon) = \bar{u} + \Pi = \sum_{i=1}^{\infty} \varepsilon^i \mathbf{u}_i(\mathbf{x}, y) + \Pi_i(\mathbf{x}, l). \quad (1.3)$$

Substituting (1.3) in (1.1), (1.2), and expanding $f(\mathbf{x}, y, \varepsilon)$ into a power series in ε , we arrive at equalities:

$$\begin{aligned} \varepsilon^0 \Delta \bar{u} - k^2(\mathbf{x}) \bar{u} + \sum_{i=0}^{\infty} \varepsilon^i \bar{u}_i(\mathbf{x}, y) + \left\{ \left(\frac{\partial^2}{\partial \rho^2} - k^2(\mathbf{x}) \right) + \sum_{j=0}^{\infty} \varepsilon^j L_j \right\} \cdot \sum_{i=0}^{\infty} \varepsilon^i \Pi_i(\mathbf{x}, l) = \\ = \sum_{i=0}^{\infty} \varepsilon^i f_i(\mathbf{x}, y), \end{aligned} \quad (1.4)$$

$$\sum_{i=0}^{\infty} \varepsilon^i \mathbf{u}_i(\mathbf{x}, y) + \Pi_i(\mathbf{x}, l) = 0, \quad (1.5)$$

where $\bar{u}_i(\mathbf{x}) = \bar{u}_i(\mathbf{x}, 0)$. Equating coefficients of like powers of ε in (1.4) separately for terms depending on $(\mathbf{x}, y)$ and on $(\mathbf{x}, l)$, we obtain equations for the coefficients of the asymptotic series (1.3).

For the regular terms of the asymptotic expansion, we have:

$$-k^2 \langle y \rangle \bar{u}_0 = f_0 \langle y \rangle, \quad -k^2 \langle y \rangle \bar{u}_1 = f_1 \langle y \rangle,$$

$$\Delta \bar{u}_{i-2} - k^2 \langle y \rangle \bar{u}_i = f_i \langle y \rangle, \quad i = 2, 3, \dots$$

Hence,

$$\bar{u}_0 = -\frac{f_0 \langle y \rangle}{k^2 \langle y \rangle}, \quad \bar{u}_1 = -\frac{f_1 \langle y \rangle}{k^2 \langle y \rangle},$$

$$\bar{u}_i = -\frac{f_i \langle y \rangle \Delta \bar{u}_{i-2}}{k^2 \langle y \rangle}, \quad i = 2, 3, \dots$$

The regular part of the asymptotic expansion does not in general satisfy the boundary condition (1.2). The regular terms introduce a discrepancy in the boundary conditions. The purpose of the boundary functions $\Pi_k \langle \rho, l \rangle$ is to compensate for this discrepancy. The equality (1.5) shows that the boundary functions together with the regular terms must satisfy the boundary condition (1.2).

For the boundary functions we have the following ordinary differential equations (l enters as a parameter):

$$\frac{\partial^2 \Pi_i}{\partial \rho^2} - k^2 \langle \rho \rangle \Pi_i = \pi_i \langle \rho, l \rangle, \quad \rho \geq 0, \quad (1.6)$$

where $\pi_0 = 0$ and $\pi_i \langle \rho, l \rangle = -\sum_{j=1}^i L_j \Pi_{i-j} \langle \rho, l \rangle$, $i \geq 1$. Therefore the

right-hand sides of the equations for Π_i are expressed recursively through the Π_j with $j < i$. The boundary conditions at $\rho = 0$ follow from (1.5):

$$\Pi_i \langle \rho, l \rangle = -\bar{u}_i \langle \rangle. \quad (1.7)$$

In addition, we require that the Π - functions decay as $\rho \rightarrow \infty$:

$$\Pi_i \langle \rho, l \rangle = 0. \quad (1.8)$$

The explicit solutions to the problems (1.6) – (1.8) can be found successively. For example:

$$\Pi_0 \langle \rho, l \rangle = -\bar{u}_0 \langle \rangle e^{-k \langle \rho \rangle},$$

and the other functions $\Pi_i(\phi, l)$ are products of polynomials in ρ and $e^{-k\rho}$. Consequently, all the Π - functions possess the exponential estimate:

$$|\Pi_i(\phi, l)| \leq c \cdot e^{-\tilde{k}\rho},$$

where we denote by c and $\tilde{k}$ appropriate positive constants that, in general, are different for different Π - functions.

Note that although formally Π - functions are defined for $\rho \geq 0$, they in fact make sense only for $0 \leq \rho \leq \frac{\delta}{\varepsilon}$, i.e., in a δ -vicinity of $\partial\Omega$ where we introduce the local coordinates (ϕ, l) . The standard method of smooth continuation of these functions onto entire domain $\bar{\Omega}$ can be described as follows. We multiply the constructed Π_k 's by a smoothing (infinitely differentiable) function $\psi(\phi)$ such: $\psi(\phi) = 1$, when: $0 \leq r \leq \frac{\delta}{3}$, $0 \leq \psi(\phi) \leq 1$ when $\frac{\delta}{3} \leq r \leq \frac{2\delta}{3}$, and $\psi(\phi) = 0$, when $r \geq \frac{2\delta}{3}$. Now we consider $\Pi_k(\phi, l)\psi(\phi)$ as our new Π - functions. These new boundary functions are uniquely defined in the entire domain $\bar{\Omega}$. They coincide with the original Π_k - functions for $0 \leq r \leq \frac{\delta}{3}$ and they are asymptotically smaller than any power of ε for $r \geq \frac{\delta}{3}$:

$$|\Pi_i(\phi, l)| \leq c \cdot e^{-\frac{\tilde{k}\delta}{3\varepsilon}} = o(\varepsilon^N),$$

for any $N > 0$ when $r \geq \frac{\delta}{3}$. Thus, the procedure introduced above changes each of the Π - functions by an amount that is less than any power of ε . In the problems considered below, without mentioning this fact specially, we will presume (where necessary) that the boundary functions are defined in the entire domain with the help of the continuation procedure, similar to that which has been just introduced.

Definition We will say that the Π - functions are defined by the operator $L_\Pi = \frac{\partial^2}{\partial \rho^2} - k^2$ and the boundary conditions (1.7), (1.8). We will call L_Π a **boundary layer operator** in the vicinity of $\partial\Omega$.

Estimation of the remainder term

Let $U_n(\mathbf{x}, y, \varepsilon)$ denote the n -th partial sum of the series (1.3):

$$U_n(\mathbf{x}, y, \varepsilon) = \sum_{i=0}^n \varepsilon^i \varphi_i(\mathbf{x}, y) + \Pi_i(\mathbf{x}, l).$$

Theorem The series (1.3) is the asymptotic power series for the solution $u(\mathbf{x}, y, \varepsilon)$ of the problem (1.1), (1.2) in the closed domain $\bar{\Omega}$ as $\varepsilon \rightarrow 0$, i.e., the following estimate holds:

$$\max_{\bar{\Omega}} |u(\mathbf{x}, y, \varepsilon) - U_n(\mathbf{x}, y, \varepsilon)| = O(\varepsilon^{n+1}).$$

Proof. We set $w(\mathbf{x}, y, \varepsilon) = u(\mathbf{x}, y, \varepsilon) - U_n(\mathbf{x}, y, \varepsilon)$. Substituting $u = U_n + w$ into (1.1), (1.2), we obtain the following boundary value problem for the remainder term w :

$$\varepsilon^2 \Delta w - k^2(\mathbf{x}, y) w = h(\mathbf{x}, y, \varepsilon), \quad (\mathbf{x}, y) \in \Omega,$$

$$w|_{\partial\Omega} = 0,$$

where $h(\mathbf{x}, y, \varepsilon) = f(\mathbf{x}, y, \varepsilon) - \varepsilon^2 \Delta U_n + k^2(\mathbf{x}, y) U_n$. It follows from the method of construction of U_n that $h(\mathbf{x}, y, \varepsilon) = O(\varepsilon^{n+1})$ in Ω .

Suppose that $(\mathbf{x}_0, y_0)$ is the point $\bar{\Omega}$ where $w(\mathbf{x}, y, \varepsilon)$ attains its maximal positive value. Then, $\Delta w \leq 0$ at this point and the equation for w implies that:

$$w(\mathbf{x}_0, y_0, \varepsilon) \leq \frac{|h(\mathbf{x}_0, y_0, \varepsilon)|}{k^2(\mathbf{x}_0, y_0)} = O(\varepsilon^{n+1}).$$

In a similar way, if $(\mathbf{x}_1, y_1)$ is the point of $\bar{\Omega}$ where $w(\mathbf{x}, y, \varepsilon)$ attains its minimal negative value, then:

$$w(\mathbf{x}_1, y_1, \varepsilon) \geq \frac{|h(\mathbf{x}_1, y_1, \varepsilon)|}{k^2(\mathbf{x}_1, y_1)} = O(\varepsilon^{n+1}).$$

It follows from the above inequalities that:

$$\max_{\bar{\Omega}} |w(\mathbf{x}, y, \varepsilon)| = \max_{\bar{\Omega}} |u - U_n| = O(\varepsilon^{n+1}).$$

This completes the proof.

Example. Consider a problem:

$$\varepsilon^2 \Delta u - \left(1 + x^2\right) u = -x, \quad \Omega = \{(x, y) | x^2 + y^2 < 1\}, \quad u|_{\partial\Omega} = 0.$$

It can be easily verified that

$$\bar{u}_0(x, y) = \frac{x}{1 + x^2};$$

equations of $\partial\Omega$ have the form:

$$x = \cos l, \quad y = \sin l, \quad 0 \leq l \leq 2\pi,$$

and:

$$\Pi_0(x, l) = -\frac{\cos l}{1 + \cos^2 l} \cdot e^{-\sqrt{1 + \cos^2 l} \rho},$$

where $\rho = \frac{\tau}{\varepsilon}$.

The relation between (x, y) and (x, l) is given by:

$$x = r \cos l, \quad y = r \sin l,$$

and hence:

$$r = 1 - \sqrt{x^2 + y^2}, \quad \cos l = \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}}.$$

CONCLUSIONS

We illustrated the method of Vishik – Lyusternik on the example of a linear elliptic partial differential equation. Note that even for this simple problem it is impossible to find the solution explicitly. At the same time the asymptotic approximation of the solution can be easily found with any required accuracy.

The method of Vishik – Lyusternik is well developed not only for elliptic but also for parabolic and hyperbolic partial differential equations; some nonlinear problems can be solved using this method as well. The main advantage of the method is its simplicity. Usually the boundary functions are defined as solutions of ordinary differential equations, where the stretched distance along the normal to the boundary (the variable ρ in our case) plays the role of the independent variable. In some problems, though, the boundary layer is described by more complicated equations, e.g. this is the case for parabolic equations.

In the case when the boundary of the domain is no longer smooth, but contains coner points, the structure of the asymptotic solutions becomes more complicated in the vicinity of these points. The boundary functions constructed above are not sufficient to describe the asymptotic behavior of the solution near

the corners. We need to introduce a new type of boundary function, **corner boundary functions**, in the vicinity of the corner points. We begin our discussion with an example for the same elliptic equation as above, but now domain Ω will be a rectangle, whose boundary has four corner points.

Consider the problem

$$\varepsilon^2 \Delta u - k^2 \mathbb{C}, y \rceil = f \mathbb{C}, y, \varepsilon \rceil, \quad (2.1)$$

$$\mathbb{C}, y \rceil \in \Omega = \mathbb{O} < x < a \rceil \times \mathbb{O} < y < b \rceil,$$

$$u|_{\partial\Omega} = 0. \quad (2.2)$$

We will seek the asymptotic expansion of the solution of (2.1), (2.2) in the form:

$$u = \bar{u} + \Pi + P, \quad (2.3)$$

where $\bar{u} = \sum_{i=0}^{\infty} \varepsilon^i \bar{u}_i \mathbb{C}, y \rceil$ is the regular part of the asymptotic solution. The

notation Π is used for the boundary functions playing an important role near the sides of the rectangle, and the notation P is used for the corner boundary functions important in the vicinities of the vertices of the rectangle. Corresponding to the sides of the rectangle, Π can be represented as a sum of four terms:

$$\Pi = \overset{\mathbb{C}}{\Pi} + \overset{\mathbb{C}}{\Pi} + \overset{\mathbb{C}}{\Pi} + \overset{\mathbb{C}}{\Pi} = \sum_{i=0}^{\infty} \varepsilon^i \left(\overset{\mathbb{C}}{\Pi}_i \mathbb{C}, \eta \rceil + \overset{\mathbb{C}}{\Pi}_i \mathbb{C}, y \rceil + \overset{\mathbb{C}}{\Pi}_i \mathbb{C}, \eta_{\bullet} \rceil + \overset{\mathbb{C}}{\Pi}_i \mathbb{C}, \bullet, y \rceil \right),$$

where $\eta = \frac{y}{\varepsilon}$, $\xi = \frac{x}{\varepsilon}$, $\eta_{\bullet} = \frac{\mathbb{C} - y \rceil}{\varepsilon}$, $\xi_{\bullet} = \frac{\mathbb{C} - x \rceil}{\varepsilon}$ are the boundary layer variables. In the vicinity of the corresponding side of the rectangle each of them plays the same role as the variable $\rho = \frac{r}{\varepsilon}$ near $\partial\Omega$ in the case when we have a smooth boundary. To avoid describing the standard procedure of defining Π - functions for each side, we will name only the corresponding boundary layer operators and boundary conditions.

The functions $\overset{\mathbb{C}}{\Pi}_i \mathbb{C}, \eta \rceil$, representing the boundary layer near the side $y = 0$, are defined by the boundary layer operator

$$\frac{\partial^2}{\partial \eta^2} - k^2 \mathbb{C}, 0 \rceil, \eta > 0,$$

and the boundary conditions

$$\Pi_i^{\circ}(\mathbf{x}, 0) = -\bar{u}_i(\mathbf{x}, 0), \Pi_i^{\circ}(\mathbf{x}, \infty) = 0.$$

Thus, the Π° - functions compensate for the discrepancy introduced by the regular part of the asymptotic expansion to the boundary condition on the side $y = 0$.

For $\Pi_0^{\circ}(\mathbf{x}, \eta)$, we obtain:

$$\Pi_0^{\circ}(\mathbf{x}, \eta) = -\bar{u}_0(\mathbf{x}, 0) e^{-k(\mathbf{x}, 0)\eta}, \quad (2.4)$$

and the explicit expressions for $\Pi_i^{\circ}(\mathbf{x}, \eta)$ can be found successively for $i = 1, 2, \dots$. All these functions satisfy the exponential estimate:

$$\left| \Pi_i^{\circ}(\mathbf{x}, \eta) \right| \leq c \cdot e^{-\tilde{k}\eta}. \quad (2.5)$$

In a similar way, the functions $\Pi_i^{\circ}(\mathbf{x}, y)$ are defined by the boundary layer operator

$$\frac{\partial^2}{\partial \xi^2} - k^2(\mathbf{x}, y), \quad \xi > 0,$$

and the boundary condition

$$\Pi_i^{\circ}(\mathbf{x}, y) = -\bar{u}_i(\mathbf{x}, y), \Pi_i^{\circ}(\mathbf{x}, y) = 0.$$

For $\Pi_0^{\circ}(\mathbf{x}, y)$, we obtain:

$$\Pi_0^{\circ}(\mathbf{x}, y) = -\bar{u}_0(\mathbf{x}, y) e^{-k(\mathbf{x}, y)\xi}. \quad (2.6)$$

The functions $\Pi_i^{\circ}(\mathbf{x}, y)$ ($i = 1, 2, \dots$) can also be found explicitly and possess estimates of the type (2.5):

$$\left| \Pi_i^{\circ}(\mathbf{x}, y) \right| \leq c \cdot e^{-\tilde{k}\xi}.$$

The boundary functions $\Pi_i^{\circ}(\mathbf{x}, \eta)$ and $\Pi_i^{\circ}(\mathbf{x}, y)$ are defined in a similar way.

Notice that the boundary functions $\overset{\circ}{\Pi}_i(\xi, \eta)$, compensating for the discrepancy in the boundary condition on the side $y=0$, introduce additional discrepancies in the boundary conditions on the sides $x=0$ and $x=a$. These discrepancies are essential in the vicinities of the corner points $(0,0)$ and $(a,0)$ and, according to (2.5), they decay exponentially as η increases. Similar discrepancies are introduced by the functions $\overset{\circ}{\Pi}_i(\xi, y)$ in the conditions on the sides $y=0$ and $y=b$, by the functions $\overset{\circ}{\Pi}_i(\xi, \eta)$ in the conditions on $x=0$ and $x=a$, and by the functions $\overset{\circ}{\Pi}_i(\xi, y)$ in the conditions on $y=0$ and $y=b$.

To compensate for these discrepancies we introduce corner boundary functions. One corner boundary function must correspond to each of the vertices of the rectangle, and therefore P contains terms of four types:

$$P = \overset{\circ}{P}_+ + \overset{\circ}{P}_+ + \overset{\circ}{P}_+ + \overset{\circ}{P}_+ = \sum_{i=0}^{\infty} \varepsilon^i \left(\overset{\circ}{P}_i(\xi, \eta) + \overset{\circ}{P}_i(\xi, \eta) + \overset{\circ}{P}_i(\xi, \eta) + \overset{\circ}{P}_i(\xi, \eta) \right).$$

The functions $\overset{\circ}{P}_i$, e.g., (are) needed to compensate for the errors introduced by $\overset{\circ}{\Pi}$ -functions in the boundary condition along $x=0$ and by $\overset{\circ}{\Pi}$ -functions in the boundary condition on $y=0$. The equations for the functions

$\overset{\circ}{P}_i(\xi, \eta)$ can be obtained from the original equation (2.1) (more precisely, from the homogeneous equation corresponding to (2.1)) in a standard way. We must introduce the new variables $\eta = \frac{y}{\varepsilon}$, $\xi = \frac{x}{\varepsilon}$, expand the coefficient $k^2(\xi, \varepsilon \eta)$ into a power series in ε , and equate coefficients of like powers of ε on both sides of the homogeneous equation corresponding to (2.1). This leads to the following equations:

$$\frac{\partial^2 \overset{\circ}{P}_i}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 \overset{\circ}{P}_i}{\partial \eta^2} - k^2(0,0) \overset{\circ}{P}_i(\xi, \eta) = p_i(\xi, \eta), \quad \xi > 0, \eta > 0, \quad i = 0, 1, 2, \dots, \quad (2.7)$$

where the functions $p_i(\xi, \eta)$ are expressed recursively through $\overset{\circ}{P}_j(\xi, \eta)$ with $j < i$, in particular, $p_0(\xi, \eta) = 0$. Since the purpose of $\overset{\circ}{P}_i(\xi, \eta)$ is to compensate for the discrepancies in the boundary conditions introduced by the ordinary boundary functions $\overset{\circ}{\Pi}_i$ and $\overset{\circ}{\Pi}_i$, we should prescribe additional conditions for (2.7) in the form:

$$\overset{\circ}{P}_i(\eta) = -\overset{\circ}{\Pi}_i(\eta), \quad \overset{\circ}{P}_i(\xi, 0) = -\overset{\circ}{\Pi}_i(\xi, 0). \quad (2.8)$$

Further, we demand that the $\overset{\circ}{P}$ - functions tend to zero when either of the boundary layer variables tends to infinity:

$$\overset{\circ}{P}_i(\xi, \eta) \rightarrow 0, \text{ when } \xi + \eta \rightarrow \infty. \quad (2.9)$$

Solutions of the problems (2.7) – (2.9) can be successively expressed in explicit form using Green's functions. Next, we will discuss how to construct $\overset{\circ}{P}_0$, and show that the $\overset{\circ}{P}$ - functions possess the exponential estimate:

$$\left| \overset{\circ}{P}_i(\xi, \eta) \right| \leq c \cdot e^{-\tilde{k}(\xi + \eta)}. \quad (2.10)$$

The boundary functions $\overset{\circ}{P}_i$, $i = 2, 3, 4$, playing important role in the vicinities of the other vertices of the rectangle Ω , are defined in absolutely the same way and possess similar exponential estimates.

Consider the problem for $\overset{\circ}{P}_0(\xi, \eta)$, i.e., (2.7) and the boundary conditions (2.8), (2.9) with $i = 0$. By virtue of expressions (2.4) and (2.6), the boundary conditions (2.8) can be rewritten as:

$$\overset{\circ}{P}_0(\eta) = q \cdot e^{-k\eta}, \quad \overset{\circ}{P}_0(\xi, 0) = q \cdot e^{-k\xi},$$

where $q = u_0(0, 0)$ and $k = k(0, 0)$. Introducing the new dependent variable v by the formula:

$$\overset{\circ}{P}_0(\xi, \eta) = q \cdot e^{-k(\xi + \eta)} + v(\xi, \eta), \quad \xi > 0, \eta > 0, \quad (2.11)$$

we obtain the following problem for $v(\xi, \eta)$:

$$\frac{\partial^2 v}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial \eta^2} - k^2 v = -qk^2 \cdot e^{-k(\xi + \eta)}, \quad \xi > 0, \eta > 0,$$

$$v(0, \eta) = 0, \quad v(\xi, 0) = 0,$$

$$v(\xi, \eta) \rightarrow 0 \text{ as } \xi + \eta \rightarrow \infty.$$

The solution of this problem has the form

$$v(\xi, \eta) = \int_0^\infty \int_0^\infty G(\xi, \eta, \xi_0, \eta_0) d\xi_0 d\eta_0 \cdot e^{-k(\xi_0 + \eta_0)},$$

where

$$G(\xi, \eta, \xi_0, \eta_0) = \frac{1}{2\pi} K_0(R_1) K_0(R_2) K_0(R_3) K_0(R_4)$$

is Green's function, with K_0 being the Bessel function of imaginary argument,

$$R_1 = \sqrt{(\xi - \xi_0)^2 + (\eta - \eta_0)^2}, \quad R_2 = \sqrt{(\xi + \xi_0)^2 + (\eta + \eta_0)^2},$$

$$R_3 = \sqrt{(\xi - \xi_0)^2 + (\eta + \eta_0)^2}, \quad R_4 = \sqrt{(\xi + \xi_0)^2 + (\eta - \eta_0)^2}.$$

To estimate $v(\xi, \eta)$, we will use a rough but adequate estimate of the function K_0 for $z > 0$:

$$0 < K_0(z) \leq c(|z| + 1)e^{-z},$$

where $c > 0$ is a constant. This estimate follows from the asymptotics of K_0 for small and large z . We also use the inequality $K_0(z_1) \geq K_0(z_2)$ for $z_1 \geq z_2$. Then we have:

$$G(\xi, \eta, \xi_0, \eta_0) \leq \frac{2}{\pi} K_0(R_1) \leq c(|R_1| + 1)e^{-R_1}.$$

Taking into account the inequality:

$$R_1 = \sqrt{(\xi - \xi_0)^2 + (\eta - \eta_0)^2} \geq \frac{1}{2}(|\xi - \xi_0| + |\eta - \eta_0|),$$

we obtain

$$|v(\xi, \eta)| \leq \int_0^\infty \int_0^\infty c(|R_1| + 1)e^{-\frac{k}{2}R_1} \cdot e^{-\frac{k}{4}(\xi - \xi_0 + |\eta - \eta_0| - k|\xi_0 + \eta_0|)} d\xi_0 d\eta_0.$$

It can be easily seen that

$$-\frac{k}{4}(|\xi - \xi_0| + |\eta - \eta_0| - k|\xi_0 + \eta_0|) \geq -\tilde{k}(\xi + \eta),$$

for any $\tilde{k}$ such that $0 < \tilde{k} \leq \frac{k}{4}$. Finally, taking into account the inequality

$$\int_0^\infty \int_0^\infty (|n R_1| + 1) e^{-\frac{k}{2} R_1} d\xi_0 d\eta_0 \leq c,$$

we obtain the estimate for $v(\xi, \eta_-)$:

$$|v(\xi, \eta_-)| \leq c \cdot e^{\tilde{C}(\xi + \eta_-)}.$$

It follows from (2.11) that $\tilde{P}_0(\xi, \eta_-)$ satisfies the same estimate, i.e. (2.10).

For the other functions $\tilde{P}_i(\xi, \eta_-)$ ($i > 1$) this estimate can be easily shown by induction. For $\tilde{P}_i(\xi, \eta_-)$ we have equation (2.7) where the right-hand side depends linearly on the $\tilde{P}_j(\xi, \eta_-)$ with $j < i$. Consequently, if $\tilde{P}_j(\xi, \eta_-)$ for $j < i$ possesses estimates of the type (2.10), the same bound will hold for $\tilde{P}_i(\xi, \eta_-)$. But then, following the steps undertaken above, an estimate, similar to that shown for $\tilde{P}_i(\xi, \eta_-)$, can be obtained for $\tilde{P}_0(\xi, \eta_-)$.

The exponential estimates for the $\tilde{P}_l$, $l = 2, 3, 4$ can be derived analogous.

Note that, due to the estimate (2.10), the functions $\tilde{P}_k(\xi, \eta_-)$ are essential only in some small vicinity of the corner point $(0, 0_-)$ of the rectangle Ω . This explains the name of these functions – **corner boundary functions**.

BIBLIOGRAPHY

1. ECKHAUS, W., *Matched Asymptotic Expansions and Singular Perturbations*, London, 1973;
2. TIKHONOV, A., *On the Dependence of the Solutions of Differential Equations on a Small Parameter*, Mat. Sbornik, 22, 1948;
3. TIKHONOV, A., *Systems of Differential Equations Containing Small Parameters in the Derivatives*, Mat. Sbornik, 31, 1952;
4. VASIL'EVA, A. and BUTUZOV, V., *Asymptotic Expansions of the Solutions of Singularly Perturbed Equations*, Moscow, 1973;

5. VASIL'EVA, A. and BUTUZOV, V., *Singularly Perturbed Equations in Critical Case*, University of Wisconsin, 1980;

6. VASIL'EVA, A. and BUTUZOV, V., *The Boundary Function Method for Singular Perturbation Problems*, SIAM, Philadelphia, 1995;

7. VISHIK, M. and LYUSTERNIK, L., *Regular Degenerations and Boundary Layer for Linear Differential Equations with Small Parameter Multiplying the Highest Derivatives*, Amer. Math. Soc. Transl., Ser.2, Vol. 20, 1962, pp. 239 – 364.

AN OPTIMIZATION MODEL OF THE MULTIPLE ATTRIBUTE DECISION MAKING

Conf. univ. dr. Ioan POPOVICIU

Lect. univ. dr. ing. Paul VASILIU

Academia Navală "Mircea cel Bătrân", Constanța

Abstract

This paper proposes an optimization model of the Multiple Attribute Decision Making using entropy theory to solve the MADM problem. To reflect the Decision Makers preference information, an optimization model is proposed to assess attribute weights and then to select the most desirable alternative. In this paper we have built an algorithm and we have written a C Language programme for computing the solution.

Keywords - optimization, decision making, entropy, programming

I INTRODUCTION

The Multiple Attribute Decision Making (MADM) problem deals with the situation where the Decision Makers (DM) is able to indicate his/her preference information (i.e. pairwise comparison) between any two of the alternatives.

Let $S = \{S_1, S_2, \dots, S_m\}$ be a discrete set of alternatives, $R = \{R_1, R_2, \dots, R_n\}$ be a set of attributes, and $A = (a_{ij})_{\substack{i=1, \dots, m \\ j=1, \dots, n}}$ be the decision matrix, where a_{ij} is a numerical attribute value of R_j at S_i , $(\forall) i=1, \dots, m$ and $(\forall) j=1, \dots, n$ and there is no loss of generality in assuming $a_{ij} > 0$. Let w_j , $j=1, \dots, n$ be the relative importance or weight on attribute R_j , where $w_j \geq 0$, $j=1, \dots, n$ and $\sum_{j=1}^n w_j = 1$. In

the approach proposed in this paper, $w_j \geq 0$, $j=1, \dots, n$ are variables the values of which are unknown.

Usually, there are benefit attributes and cost attributes in MADM problems [3,11], and the 'dimension' of different attributes may be different. In order to measure all attributes in dimensionless units and to facilitate interattribute comparisons, we need to normalize the attribute values (i.e. the decision matrix A). There are different ways of normalizing the attribute values [3,11,16]. In this paper, each normalized value b_{ij} of the normalized decision making B is calculated as:

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\max_{i=1, \dots, m} a_{ij}} \quad (1)$$

if R_j is a benefit attribute and

$$b_{ij} = \frac{\min_{i=1, \dots, m} a_{ij}}{a_{ij}} \quad (2)$$

if R_j is a cost attribute. Obviously, in matrix B , for any i and j , it holds $0 < b_{ij} \leq 1$ [16].

II AN APPROACH TO THE MADM PROBLEM

Definition 1. The ranking value of the S_i alternative under all attributes is an explicit function of w_j , $j=1, \dots, n$, which is given by

$$d_i = \prod_{j=1}^n b_{ij}^{w_j}, i=1, \dots, m \quad (3)$$

where the weighted geometric additive rule is used to determine the ranking value of every alternative. Based on the ranking value d_i , $i=1, \dots, m$, we can give ranking results of alternatives. The greater the ranking value d_r is, the better the corresponding alternative S_r will be.

Definition 2. Let be $d_1, \dots, d_m$ the ranks of the alternatives $S_1, \dots, S_m$. Let be $r \in \{1, \dots, m\}$ with the property to satisfy the equality $d_r = \max\{d_1, \dots, d_m\}$.

Then the alternative S_r is the best alternative from the alternatives set

$\{S_1, \dots, S_m\}$.

Let be:

$$E: 0,1^p \rightarrow R, E = c \sum_{k=1}^p x_k \ln x_k \quad (4)$$

where c is a real constant and $\ln$ is the natural logarithm. We will find $c \in R$ so that $0 \leq E \leq 1$ it means E is an entropy function. The $c \in R$ value results from the next lemma:

Lemma 1. Let be $p \in N, p \geq 2, x_1, \dots, x_p \in (0,1)$ and the constrained $x_1 + \dots + x_p = 1$. Then:

$$\sum_{k=1}^p x_k \ln x_k + \ln p \geq 0 \quad (5)$$

Proof: Let be $f: (0,1)^p \rightarrow R, f(x_1, \dots, x_p) = \sum_{k=1}^p x_k \ln x_k$ and $x_1 + \dots + x_p = 1$. The Lagrange function is: $L: R^p \times R \rightarrow R, L(x_1, \dots, x_p, \lambda) = f(x_1, \dots, x_p) + \lambda(x_1 + \dots + x_p - 1)$, where λ is the Lagrange multiplier corresponding to them, constraint. The system of the stationary points is:

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial x_k} = 0 & k=1, \dots, p \\ \frac{\partial L}{\partial \lambda} = 0 \end{cases} \quad (6)$$

The system (6) becomes:

$$\begin{cases} 1 + \ln x_k + \lambda = 0, & k=1, \dots, p \\ x_1 + \dots + x_p - 1 = 0 \end{cases} \quad (7)$$

Resulted from the first p equations that $x_k = e^{-1-\lambda}, k=1, \dots, p$. Using the equation $x_1 + \dots + x_p = 1$ result that $pe^{-1-\lambda} = 1$, then $\lambda = -1 + \ln p$ and then

$x_k = \frac{1}{p} \quad k=1, \dots, p$. Let be $P\left(\frac{1}{p}, \dots, \frac{1}{p}\right) \in R^p$. Because $d^2L|_p > 0$ the result point $P\left(\frac{1}{p}, \dots, \frac{1}{p}\right)$ is a global minimum of the function f so results that

$f(x_1, \dots, x_p) \geq f\left(\frac{1}{p}, \dots, \frac{1}{p}\right) \quad \forall \quad x_1, \dots, x_p \in 0,1^p \text{ and } x_1 + \dots + x_p = 1$. Then it

results that $\sum_{k=1}^p x_k \ln x_k \geq \sum_{k=1}^p \frac{1}{p} \ln \frac{1}{p} = -\ln p$ and conclusion $\sum_{k=1}^p x_k \ln x_k + \ln p \geq 0$.

This inequality involves the inequality

$$-\frac{1}{\ln p} \sum_{k=1}^p x_k \ln x_k \leq 1 \quad (8)$$

Obviously $0 \leq E$ and using inequality (8) results $c = -\frac{1}{\ln p}$ and the function $E = -\frac{1}{\ln p} \sum_{k=1}^p x_k \ln x_k \leq 1$ is an entropy one.

Let be

$$q_{ij} = \frac{b_{ij}}{\sum_{i=1}^m b_{ij}} \quad (9)$$

for all $i=1, \dots, m$, $j=1, \dots, n$ with $\sum_{i=1}^m q_{ij} = 1$, $j=1, \dots, n$ and

$$E_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m q_{ij} \ln q_{ij} \quad (10)$$

is the entropy of the attribute R_j .

Proposition 1. Let be $f_j = 1 - E_j$, $j=1, \dots, n$ where E_j is the entropy of the attribute R_j .

Then $w_j = f_j + \frac{1 - \sum_{j=1}^n f_j}{n}$, $j=1, \dots, n$.

Proof: The distance between all w_j and f_j is $W = \sum_{j=1}^n w_j - f_j^2$. So w_j , can be obtained by solving the constrained optimization problem as follows:

Minimize

$$W = \sum_{j=1}^n w_j - f_j^2 \quad (11)$$

Subject to

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1 \quad (12)$$

$$w_j > 0, \quad j = 1, \dots, n \quad (13)$$

The Lagrange function $L: R^n \rightarrow R$, for the problem (11), (12), (13) is

$$L(w_1, \dots, w_n, \lambda) = W + \lambda \left(\sum_{j=1}^n w_j - 1 \right) \quad (14)$$

where λ is the Lagrange multiplier corresponding to the above constraint (12).

The system of the stationary points is:

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial w_j} = 0 & j = 1, \dots, n \\ \frac{\partial L}{\partial \lambda} = 0 \end{cases} \quad (15)$$

The system (15) becomes:

$$\begin{cases} 2(w_j - f_j) + \lambda = 0, & j = 1, \dots, n \\ w_1 + \dots + w_n - 1 = 0 \end{cases} \quad (16)$$

Adding the first n to the equations results the equality

$$2 \left(\sum_{j=1}^n w_j - \sum_{j=1}^n f_j \right) + n\lambda = 0 \text{ and using (12) results that:}$$

$$\lambda = - \frac{2 \left(1 - \sum_{j=1}^n f_j \right)}{n} \quad (17)$$

and then results:

$$w_j = f_j + \frac{1 - \sum_{j=1}^n f_j}{n}, \quad j = 1, \dots, n \quad (18)$$

Let be a point $P \quad w_1, \dots, w_n \in R^n$. Because $d^2L|_P > 0$ results that point $P(w_1, \dots, w_n)$ is a global minimum of the Lagrange function W .

From proposition 1, using (18) and (3) we obtain the ranks $d_i, i=1, \dots, m$ of the alternatives $S_1, \dots, S_m$.

III THE ALGORITHM AND THE PROGRAMME FOR COMPUTING THE SOLUTION

In the following lines we present the algorithm to determinate the weights $w_j, j=1, \dots, n$ and the ranks $d_i, i=1, \dots, m$.

Step 1 Using (1) and (2) compute the matrix B;

Step 2 Using (9) compute $q_{ij} i=1, \dots, m, j=1, \dots, n$;

Step 3 With (10) compute entropy $E_j, j=1, \dots, n$;

Step 4 Using formula (18) compute $w_j, j=1, \dots, n$;

Step 5 Using formula (3) compute $d_i, i=1, \dots, m$.

Step 6 Thus the ranking results the hierarchy of the alternatives. Let be $r \in \{1, \dots, m\}$ with property that $d_r = \max\{d_1, \dots, d_m\}$. Then the alternative S_r is the best alternative from the alternatives set $S_1, \dots, S_m$.

The algorithm above is codified by the following programme written in C language:

```
#include "stdio.h"
#include "conio.h"
#include "math.h"
#include "stdlib.h"
typedef float mat[50][50];
typedef float vect[50];
mat a,b,q;
vect v,entropy,w,d;
int n,m,attribute[50];

double minimum(int n,vect v)
{
    int i;
    float min;
    min=v[1];
    if(n==1) return v[1];
    else
    {
        for(i=2;i<=n;i++)
            if(min>v[i]) min=v[i];
        return min;
    }
}
```

```

    }
    }

double maximum(int n,vect v)
{
    int i;
    float max;
    max=v[1];
    if(n==1) return v[1];
    else
    {
        for(i=2;i<=n;i++)
            if(max<v[i]) max=v[i];
        return max;
    }
}

int main()
{
    float s,p;
    int i,j,k;
    printf(" m = ");
    scanf("%d",&m);
    printf(" n = ");
    scanf("%d",&n);
    for(i=1;i<=m;i++)
        for(j=1;j<=n;j++)
        {
            printf(" a[%d][%d]= ",i,j);
            scanf("%f",&a[i][j]);
        }
    for(j=1;j<=n;j++)
    {
        printf(" Type of attribute R[%d] 1 for cost /0 for benefit ",j);
        scanf("%d",&attribute[j]);
    }
    for(j=1;j<=n;j++)
    {
        if(attribute[j]==0)
        {
            for(k=1;k<=m;k++)
                v[k]=a[k][j];
        }
    }
}

```

```
for(i=1;i<=m;i++)
{
b[i][j]=a[i][j]/maximum(m,v);
printf(" b[%d][%d] = %f \n",i,j,b[i][j]);
}
}
if(attribute[j]==1)
{
for(k=1;k<=m;k++)
v[k]=a[k][j];
for(i=1;i<=m;i++)
{
b[i][j]=minimum(m,v)/a[i][j];
printf(" b[%d][%d] = %f \n",i,j,b[i][j]);
}
}
}
for(j=1;j<=n;j++)
{
s=0;
for(k=1;k<=m;k++) s+=b[k][j];
for(i=1;i<=m;i++)
q[i][j]=b[i][j]/s;
}
for(j=1;j<=n;j++)
{
s=0;
for(i=1;i<=m;i++)
s+=q[i][j]*log(q[i][j]);
entropy[j]=-s/log(m);
}
for(j=1,s=0;j<=n;s+=entropy[j],j++);
for(j=1;j<=n;j++)
{
w[j]=-entropy[j]+(1+s)/n;
printf(" w[%d] = %f \n",j,w[j]);
}
getch();
for(i=1;i<=m;i++)
{
p=1;
for(j=1;j<=n;j++) p*=pow(b[i][j],w[j]);
```

```

d[i]=p;
printf(" d[%d]= %f \n",i,d[i]);
}
getch();
}

```

IV AN EXAMPLE

A numerical example is discussed in this section to show how to implement the proposed approach. The problem is to rank alternatives according to the DM's complete preference information on alternatives. The following decision matrix with 3 attribute and 4 alternatives is considered:

	R_1	R_2	R_3
S_1	1.5	10	30
$A = S_2$	2.5	12	25
S_3	1.2	9	35
S_4	1.8	11	20

where R_1, R_2 , are cost attributes, and R_3 benefit attribute. Following the procedure in equations (1) and (2), A is normalized into B , where

$$B = \begin{pmatrix} 0.80 & 0.90 & 0.85 \\ 0.48 & 0.75 & 0.71 \\ 1.00 & 1.00 & 1.00 \\ 0.66 & 0.81 & 0.57 \end{pmatrix}$$

The solutions for the problem above are following:

The attribute weights are obtained by the programme above, they are:

$$w_1 = 0.34, \quad w_2 = 0.32, \quad w_3 = 0.33$$

The ranking values of the four alternatives are as shown below:

$$d_1 = 0.85, \quad d_2 = 0.63, \quad d_3 = 1.00, \quad d_4 = 0.67$$

Thus, the ranking result the hierarchy of the alternatives is:

$S_3 \succ S_1 \succ S_4 \succ S_2$, which reflects the preference of the DM in this example. The alternative S_3 is the best from the alternatives S_1, S_2, S_3, S_4 .

All the results are obtained using the programme of the III section.

REFERENCES

- 1 J.J. Bernardo and J.M. Blin, "A Programming Model of Consumer Choice Among Multi-Attributed Brands", *Journal of Consumer Research* 4(1977)111-118
- 2 H.C. Calpine and A. Golding, "Some Properties of Pareto optimal Choices in Decision Problems", *OMEGA* 4(1976)141-147
- 3 T. Chen, *Decision Analysis*, Publishing House for Science and Technology, Beijing, 1987
- 4 C.W. Churchman and R.L. Ackoff, "An Approximate Measure of Value", *Journal of the Operations Research Society of America* 2(1954)172-187
- 5 W.D. Cook and M. Kress, "A Multiple-Criteria Composite Index Model for Quantitative and Qualitative Data", *European Journal of Operational Research* 78(1994)367-379
- 6 B.V. Dasarathy, "SMART: Similarity Measure Anchored Ranking Technique for the Analysis of Multidimensional Data Analysis", *IEEE Transaction on Systems, Man, and Cybernetics* 6 (1976)708-711
- 7 R.M. Dawes, "Social Selection Based on Multidimensional Criteria", *Journal of Abnormal and Social Psychology* 68(1964)104-109
- 8 S. Eilon, "Goals and Constraints in Decision-Making", *Operational Research Quarterly* 23(1972)3-15
- 9 J.F. Foerster, "Mode, Choice Decision Process Models: a Comparison of Compensatory and non-Compensatory Structures", *Transportation Research* 13A(1979)17-28
- 10 F. S. Hillier and G. J. Lieberman, *Introduction to Mathematical Programming*, McGraw-Hill Publishing Company, New York, 1990
- 11 C.L. Hwang and K. Yoon, *Multiple Attribute Decision Making*, Springer-Verlag, Berlin, 1981
- 12 J.B. Kruskal, "Multidimensional Scaling by Optimizing Goodness of fit to a Nonmetric Hypothesis", *Psychometrika* 29(1964)1-27
- 13 J.B. Kruskal, "Nonmetric Multidimensional Scaling: a Numerical Method", *Psychometrika* 29(1964)115-129
- 14 J.Ma, Z.P. Fan and L.H. Huang, "A Subjective and Objective Integrated Approach to Determine Attribute Weights", *European Journal of Operational Research*, 1998
- 15 J.Ma, Z.P. Fan "An Approach to Multiple Attribute Decision Making Based on Incomplete Information on Alternatives", Proceedings of the 32nd Hawaii International Conference on System Sciences, 1999

- 16 B. Malakooti, Y.Q. Zhou, "Feed Forward Artificial Neural Networks for Solving Discrete Multiple Criteria Decision Making Problems", *Management Science* 40(1994)1542-1561
- 17 J.H.P. Paelinck, "Qualitative Multiple Criteria Analysis", *Environmental Protection and Multiregional Development, Papers of the Regional Science Association* 36(1976)59-74
- 18 T.L. Saaty, *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York, 1980
- 19 G.R. Sotirov and E.B. Krasteva, "An Approach to Group Decision Making under Uncertainty with Application to Project Selection", *Annals of Operations Research* 51(1994)115-126
- 20 V. Srinivasan and A.D. Shocker, "Linear Programming Techniques for Multidimensional Analysis of Preference", *Psychometrika* 38(1973)337-369

THE OPTIMIZATION OF THE SIMPLEX METHOD

Conf. univ. dr. Ioan POPOVICIU

Lect. univ. dr. ing. Paul VASILIU

Academia Navală "Mircea cel Bătrân", Constanța

Abstract

In the simplex method with sparse matrix of the system at each iteration, it is necessary to calculate the inverse of the base matrix, which leads to the loss of the rarity character of the matrix. The article proposes to use the parallel Conjugate Gradient (CG) algorithm for solving a linear system with sparse matrix of the system, instead to calculate of inverse of the base matrix.

Keywords : gradient methods, linear programming, matrix multiplication, parallel algoritms, parallel processing, processors.

I GENERAL PRESENTATION

Linear programs for big real systems are characterized by rare matrixes, having a low percentage of non-void elements. The rare character appears at each base matrix, but disappears at the inverse of this matrix. In its classical form, the simplex method uses a square matrix, the inverse of the base matrix, whose value is putting up-to-date at each iteration. The number non-void elements of the inverse matrix increase rapidly and depend on the number of iterations. Because of this, in the place of the calculus of the rare matrix, one can solve the linear matrixes with the rare matrix of the system through iterative parallel methods.

Let's take the linear programming problem under the standard form:

$$Ax = b \tag{1}$$

$$x \geq 0$$

$$\max(f(x) = c^T x) \tag{2}$$

where A is a matrix with m lines and n columns, $x \in R^n, b \in R^m, c \in R^n$.

At each iteration, one takes a base, meaning a square matrix of order m , which can be inverted, extracted from matrix A , noted with A^I , where $I \subset N, |I| = m$. A so-called basic solution is associated to the base I defined by:

$$x_I^B = (A^I)^{-1}b$$

$$x_{\bar{I}}^B = 0$$

where $\bar{I}$ is the complement of I in N .

The bases which are being successively generated through simplex method are of the type $x_I^B \geq 0$, meaning the basic solutions considered are all admissible (they fulfill the conditions (1) and (2)).

An iteration consists of a change of the base I into an adjacent base I' ; this is a base obtained through the changing of the index $r \in I$ with the index $s \in \bar{I}$:

$$I' = I - r + s. \quad (3)$$

To determine r and s one has to calculate:

$$u = f^I (A^I)^{-1} \quad (4)$$

$$d^{\bar{I}} = f^{\bar{I}} - uA^{\bar{I}} \quad (5)$$

where $u, f^I, d^{\bar{I}}$ are line vectors. This allows that $s \in \bar{I}$ is selected by the condition $d^s > 0$. Then:

$$x_I^B = (A^I)^{-1}b \quad (6)$$

$$T^s = (A^I)^{-1}a^s \quad (7)$$

where a^s is column s of matrix A , and x_I^B, b, T^s, a^s are column vectors. One obtains $r \in I$ through condition:

$$\frac{x_r}{T_r^s} = \min \left\{ \frac{x_i}{T_i^s} \mid i \in I, T_i^s > 0 \right\} \quad (8)$$

Once the values r and s are determined, there follows the updating of the inverse of the base matrix, meaning that $(A^{I'})^{-1}$ is determined, which is obtained from the relation:

$$(A^{I'})^{-1} = E_r(\eta)(A^I)^{-1} \quad (9)$$

where $E_r(\eta)$ is the matrix obtained from the unit matrix of order n , by replacing the column e^r with the vector:

$$\eta = \left(-\frac{c_1}{c_r}, \dots, -\frac{c_{r-1}}{c_r}, \frac{1}{c_r}, -\frac{c_{r+1}}{c_r}, \dots, -\frac{c_n}{c_r} \right)$$

where $c = (A^I)^{-1} a^s$.

In this way the mathematical equations are represented by the relations (4-9), and the inverse of the base matrix appears in the relations (4), (6), (7). The last three relations can be replaced by:

$$uA^I = f^I \quad (4')$$

$$A^I x_I^B = b \quad (6')$$

$$A^I T^s = a^s \quad (7')$$

In the first equation, the matrix is the transpose of the base matrix; in the last two equations even the base matrix appears and consequently these two systems benefit from the rare character of matrix A , an efficient solution being possible through iterative parallel methods.

II THE PARALLEL ALGORITHM OF THE CONJUGATED GRADIENT

In order to solve linear systems of large dimensions of the type (4'-7'), we are going to present a parallel implementation of the algorithm of the conjugated gradient, method where, in the first place, one has to make the operations of multiplication between a rare matrix and a vector parallel.

Let's take the product $y = Ax$, where A is a rare matrix $n \times n$, and x and y are vectors of n dimension. In order to accomplish a parallel execution of the product $y = Ax$ one has to perform a partitioning of the matrix A into a matrix distributed over many processors. In this view, a subset of the components of vector x and consequently a subset of the lines of matrix A are being allocated to a processor so that the components of vectors x and y can be divided into three groups:

- **internal** are those components which belong (and consequently are calculated) to the processor and do not take part into the communication between the processors. We say in consequence that y_j is an **internal component** if it is calculated by the processor which it belongs to and if the index j of the column corresponding to the element a_{ij} unlike zero from line i correspond to a component x_j which also belongs to the same processor;

- **border set** are those components which belong (and by consequence are calculated) to the processor, but they require a communication with other processors in order to calculate them. Thus, we may say that y_j is a **border set component** if it is calculated by the processor which it belongs to and if at least one column index j associated to the non-void elements a_{ij} from line i , corresponds to a component x_j which does not belong to the processor;

- **external** are those components which do not belong and by consequence are calculated) to the processor, but which correspond to column indexes associated to non-void elements from the lines belonging to the processor.

In conformity with this organisation, there corresponds to each processor a vector whose components are ordered as follows:

- the first components are numbered from 0 to N_i-1 , where N_i is the number of internal components ;

- the next components are border set components and occupy the positions from N_i to N_i+N_f-1 , where N_f is the number of border set components;

- the last components are external components and occupy the positions comprised between N_i+N_f and $N_i+N_f+N_e-1$, where N_e is the number of external components.

Within this vector associated with a processor, the external components are being ordered so that those which are used by the processor occupy successive positions.

For example lets take $A(6, 6)$ and presuppose that x_0, x_1, x_2 and by consequence the lines 0, 1, 2 of matrix A are allocated to the processor 0; x_3 and x_4 and by consequence the lines 3 and 4 are allocated to the processor 2; x_5 and by consequence line 5 are allocated to the processor 1. The matrix A has the non-void elements marked by a * in the following description.

$$A = \begin{matrix} & & \left\{ \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 2 \end{matrix} \right\} & \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ * & * & * & 0 & 0 & 0 \\ * & * & * & 0 & 0 & * \\ * & * & * & * & * & * \end{pmatrix} \\ \text{proc.0} & & & \\ & \left\{ \begin{matrix} 3 \\ 4 \end{matrix} \right\} & & \\ \text{proc.2} & & & \\ & 5 & & \\ \text{proc.1} & & & \end{matrix}$$

For processor 0 which has the lines 0, 1, 2 attached to the matrix A and respectively the components x_0, x_1, x_2 , we have:

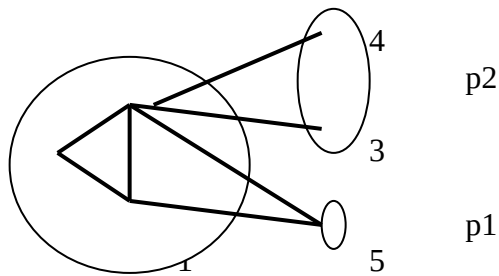
$N_i=1$: a sole internal component y_0 because in calculating the y_0 only there appears only those x_0, x_1, x_2 that belong to the processor 0.

$N_f=2$: two border set components y_1 and y_2 in whose calculus the elements belonging to other processors also appear:

- in the calculus of y_1 there also appears x_5 which belongs to the processor 1
- in the calculus of y_2 there also appears x_5 which belongs to the processor 1 and x_3, x_4 belonging to the processor 2

$N_e=3$: three external components because in the calculus of y_0, y_1, y_2 there appear three components x_5, x_3, x_4 which belong to other processors.

The communication graph corresponding to the processor 0 is defined in the following picture:



processor 0

To the lines 0, 1, 2, the following vectors correspond, vectors in which the indexes of the columns corresponding to the external components are grouped and sorted into processors:

Line the indexes of columns with non-void elements

0	→	0 1 2
1	→	1 0 2 5
2	→	2 0 1 5 3 4

Each processor has to acknowledge on which of the processors the external components are being calculated: in the above example, processor 1 calculates the component y_5 and processor 2 calculates the components y_3 and y_4 . At the same time, each processor has to acknowledge which of its internal components are being used by other processors.

Let's remind the schematic structure of the algorithm CG:

```

x=initial value
r=b-Ax      [rest]
p=r        ...initial direction
repeat
    v=A*p
    ...multiplication matrix-vector
    a=(rT*r)/(pT*v)
  
```

```

        ...product "dot"
x=x+a*p
        ...update solution vector
        ...operation "saxpy"
new_r=new_r-a*v
        ...update rest vector
        ...operation "saxpy"
g=(new_rT*new_r)/(rT*r)
        ...product "dot"
p=new_r+g*p
        ...update new direction
        ...operation "saxpy"
r=new_r
until (new_rT*new_r sufficient de mic)

```

It is noticed that the following operations are necessary in the algorithm CG:

1. A product rare matrix-vector
2. Three vector updatings (operations "SAXPY")
3. Two scalar products (operations "DOT")
4. Two scalar dividings
5. A scalar comparison for the testing of the convergence

For the parallel implementation of the algorithm CG, the following distinct parts appear:

a) Distribution of the dates on processors

The date are being distributed on processors on lines so that each processor has a consecutive number of lines from the rare matrix assigned:

```
typedef struct tag_dsp_matrix_t
```

```

{
    int N;          /* dimension matrix N×N */
    int row_i, row_f; /* rank of beginning and ending line which belongs
to the processor*/
    int nnz;        /* number of non-void elements from the local
matrix */
    double* val;    /* elements of the matrix */
    int* row_ptr;   /* beginning of a matrix */
    int* col_ind;   /* column index*/
} dsp_matrix_t;

```

Each processor will store the rank of the lines belonging to it, the elements of the matrix and two pointers row_ptr and col_ind used in the storing of the compresed on lines of a matrix compressed on lines of a matrix

b) In/out operation

In/out operations comprise the reading of the matrix and its storing in a compressed lines format.

c) Operations on vectors

The operations on vectors are of two types:

- operations “saxpy” for updating of the vectors, which do not require communication between processors;
- operations “dot” (scalar product) which do not require communication between processors with the help of function `MPI_Allreduce`.

d) Multiplication matrix-vector

Each processor uses at the calculus the lines from the matrix which belong to it, but needs elements of the vector x which belong to other processors. This is why a processor receives these elements from the other processors and sends at the same time its part to all the other processors. In this way, we can write schematically the following sequence:

```
new_element_x=my_element_x
for i=0, num_proces
    - send my_element_x to the processor my_proc+i
    - calculate locally with new_element_x
    - receive new_element_x from the processor my_proc-i
repeat
```

THE OPTIMISATION OF THE COMMUNICATION

A given processor does not need the complete part of x which belongs to other processors, but only the elements corresponding to the columns which contain non-void elements. At the same time it sends to the other processors only the non-void elements of x . This is the reason why the structure presented above comprises the field `col_ind` which indicates the rank of the column that contains a non-void element. In this way, we can schematically write the following sequence:

```
- each processor creates a mask which indicates the rank of the columns of
non-void elements from A
- communication between processors:
new_element_x=my_element_x
for i=0, num_proces
    - if communication necessary between my_proc and my_proc+i
    - send my_element_x to the procesor my_proc+i
endif
    - calculate locally with new_element_x
    - receive new_element_x from processorl my_proc-i
```


repeat

The algorithm implemented for a matrix of a dimension $N \times N = 960 \times 960$, with 8402 non-void elements has given the following results:

Number of processors	Number of iterations	Calculus duration	Duration of communication between processors
1	205	3.074	0.027
2	205	2.090	0.341
4	204	1.539	0.500

Number of processors	Time for the memory allocation	Time for operations with vectors	Total duration
1	0.002	0.281	3.384
2	0.002	0.136	2.568
4	0.002	0.070	2.110

* time is expressed in minutes.

III THE ANALYSIS OF THE PERFORMANCE OF ALGORITHM CG

The analysis of the performance of algorithm CG is done from the point of view of the time necessary for the execution of the algorithm. In this model the initiation times for the matrix A and of the other vectors used is neglectable. At the same time, the time necessary for the verification of the convergence is disregarded and it is presupposed that the initializations necessary for an iteration have been done.

a) Analysis of the sequential algorithm

Notations:

m =vectors dimension

N =total number of non-void elements of matrix A

k =number of iterations for which the algorithm is executed

T_{comp1s} =total calculus time for the vectors updating (3 operations SAXPY)

T_{comp2s} =total calculus time for the product Ap and for the scalar product (r, r)

T_{comp3s} =total calculus time for the scalar products (A, Ap) and (p, Ap)

T_{comp4s} =total calculus time for the scalars α and β

T_{seq} = total calculus time for the sequential algorithm

$$\text{Then } T_{seq} = T_{comp1s} + T_{comp2s} + T_{comp3s} + T_{comp4s}$$

Within the algorithm there are three operations SAXPY, each vector being of dimension m . If we suppose that t_{comp} is the total calculus time for the multiplication of two real numbers with double precision and for the adding of the results, then

$$T_{comp1s} = 3 * m * k * t_{comp}$$

T_{comp2s} is the total calculus time for the product rare matrix-vector and for the two scalar products. The product matrix-vector implies N elements and the scalar product implies m elements. Then

$$T_{comp2s} = (N + m) * k * t_{comp}$$

T_{comp3s} is the calculus time of two scalar products and can be written as

$$T_{comp3s} = 2 * m * k * t_{comp}.$$

The calculus for the scalars α and β implies two operations of division and a subtraction of real numbers. Lets take $t_{comp\alpha}$ calculus time for all these operations. Then

$$T_{comp4s} = 2 * k * t_{comp\alpha}.$$

The total calculus time for the sequential algorithm CG is:

$$T_{seq} = (3 * m + N) * k * t_{comp} + 2 * k * t_{comp\alpha}.$$

b) Analysis of the parallel algorithm

Within the parallel algorithm each processor executes k iterations of the algorithm in parallel. We define:

b = dimension of the block from matrix A and from vectors x, r, p belonging to each processor

p = number of processors

T_{comp1p} = total calculus time for the vectors updating on each processor

T_{comp2p} = total calculus and communication time for the Ap and (r, r)

T_{comp3p} = total calculus time for the calculus of the scalar products and of the global communication

T_{comp4p} = total calculus time for the scalars α and β

Here T_{comp1p} is the total time for the calculus of $3b$ vectors updating. If matrix A is very rare (the density is smaller than 5 percentages) the communication time exceeds the calculus time. This way T_{comp2p} is taken equal with t_{comm} , the communication time of a block of dimension b to all the p processors. T_{comp3p} implies the global calculus and communication time, noted with t_{glb} . Then:

$$T_{par} = T_{comp1p} + T_{comp2p} + T_{comp3p} + T_{comp4p}$$

where:

$$T_{comp1p} = 3 * b * k * t_{comp}$$

$$T_{comp2p} = t_{comm}$$

$$T_{comp3p} = 2 * b * k * t_{comp} + t_{glb}$$

$$T_{comp4p} = 2 * k * t_{comp\alpha}$$

Therefore, to estimate T_{seq} and T_{par} it is necessary to estimate the values of t_{comp} , $t_{comp\alpha}$, t_{comp} and t_{glb} .

REFERENCES

- 1 Axelsson O. Solution of Liniar Systems of Equations: Iterative Methods. In: Barker [1] 1-51.
- 2 Bank R, Chan T. An Analysis of the Composite Step Biconjugate Gradient Method. 1992.
- 3 Eiermann M, Marek J. On the Solution of Singular Systems of Algebraic Equations by Semiiterative Methods. Numer. Math. 53. (1988).
- 4 Globisch G. Parmesh A Parallel Mesh Generator.Parallel Comput.,21(3):p509-524,1995
- 5 Golub G, Van Loan. Matrix Computations. Notrh Oxford Academic, Oxford 1983..
- 6 Popoviciu I. Parallel Iterative Methods, Ed. Naval Academy “Mircea cel Batran”, Constantza, 2002
- 7 ---- MPI: A Message-Passing Interface Standard,The University of Tennessee,2000,---- MPICH.NT Version 1.2.0.4, 2000

SOME STRUCTURAL PROPERTIES FOR p -LIE ALGEBRAS

Conf. univ. dr. Camelia CIOBANU

Academia Navală “Mircea cel Bătrân”, Constanța

Abstract

In these papers we present some structural properties of the algebras of the seemingly largest class. These properties allow us to apply methods which firstly occurred in the context of the classification of simple modular Lie algebras, although this is a completely different area.

1 CLASSIFICATION RESULTS

Let $\mathcal{L}$ be a finite dimensional p -Lie algebra over a field $\mathcal{K}$ of prime characteristic p . By $u(\mathcal{L})$ we denote the associative p -universal enveloping algebra of $\mathcal{L}$.

A p -Lie algebra $\mathcal{L}$ is called *cyclic* if there is an element $\chi \in \mathcal{L}$ such that $\mathcal{L} = \sum_{i \geq 0} \mathcal{K}\chi^{[p]^i}$. Observe that an abelian p -nilpotent algebra $\mathcal{L}$ is cyclic if and only if $\dim_{\mathcal{K}} \mathcal{L} / \langle \mathcal{L}^{[p]} \rangle_{\mathcal{K}} \leq 1$. Here $\langle \mathcal{L}^{[p]} \rangle_{\mathcal{K}}$ denotes the $\mathcal{K}$ -vector space generated by the image of the p -mapping on $\mathcal{L}$.

Following Hochschild we define the restricted cohomology spaces of $\mathcal{L}$ with coefficients in a p - $\mathcal{L}$ -module $\mathcal{M}$ by means of:

$$\mathcal{H}_*^n(\mathcal{L}, \mathcal{M}) := \mathcal{E}xt_{u(\mathcal{L})}^n(\mathcal{K}, \mathcal{M}), \forall n \geq 0.$$

We say that $\mathcal{L}$ has bounded cohomology if for every finite dimensional p - $\mathcal{L}$ -module $\mathcal{M}$ there is an integer $b(\mathcal{L}, \mathcal{M})$ such that $\dim \mathcal{H}_*^n(\mathcal{L}, \mathcal{M}) \leq b(\mathcal{L}, \mathcal{M})$ for every $n \geq 0$. $\mathcal{L}$ has periodic cohomology if there exists an integer q such that for every positive integer n and all (not necessarily finite dimensional) p - $\mathcal{L}$ -module

there are natural isomorphism $\mathcal{H}_*^n(\mathcal{L}, \mathcal{M}) \cong \mathcal{H}_*^{n+q}(\mathcal{L}, \mathcal{M})$. p -Lie Algebras with periodic cohomology clearly have bounded cohomology (with upper bound $b(\mathcal{L}, \mathcal{M}) := \max_{0 \leq n \leq q} \dim_{\mathcal{K}} \mathcal{H}_*^n(\mathcal{L}, \mathcal{M})$).

A module is called *uniserial* if it has a unique composition series. In this case, the finite number of members of the composition series exhaust all submodules and therefore every submodule and every homomorphic image of a uniserial module is also uniserial. We say that $\mathcal{M}$ is a principal indecomposable p - $\mathcal{L}$ -module if $\mathcal{M}$ is a finite dimensional projective indecomposable unitary $u(\mathcal{L})$ -module.

Lemma 1. *Let $\mathcal{L}$ be a p -Lie Algebra with bounded cohomology over an algebraically closed field $\mathcal{K}$. Then the following statements hold:*

- (i) if $\mathcal{L}$ is nilpotent, then $\mathcal{L}$ is abelian and $\dim_{\mathcal{K}} \mathcal{L} / \langle \mathcal{L}^{[p]} \rangle_{\mathcal{K}} \leq 1$;
- (ii) if $\mathcal{L}$ is solvable, then $\dim_{\mathcal{K}} \mathcal{L} / C(\mathcal{L}) \leq 2$.

Proof. (i) As $\mathcal{L}$ is nilpotent, its unique maximal torus $\mathcal{T}$ is contained in the center $C(\mathcal{L})$. It is known that if $\mathcal{L}$ is a p -Lie Algebra over $\mathcal{K}$, $\mathcal{T}$ a central torus of $\mathcal{L}$ then the following statements are equivalent:

- (a) $\mathcal{L}$ has bounded cohomology;
- (b) $\mathcal{L}/\mathcal{T}$ has bounded cohomology.

Suppose that $\bar{\mathcal{L}} := \mathcal{L}/\mathcal{T}$ satisfies (i). $\bar{\mathcal{L}}$ is p -nilpotent and hence (i) implies that there is $\bar{\chi} \in \bar{\mathcal{L}}$ such the $\bar{\mathcal{L}} = \sum_{i \geq 0} \mathcal{K} \bar{\chi}^{[p]^i}$. Chose a preimage $\chi \in \mathcal{L}$. Then

$$\mathcal{L} = \sum_{i \geq 0} \mathcal{K} \chi^{[p]^i} + \mathcal{T}$$

and therefore $\mathcal{T}$ satisfies the conclusion of (i) as well. Hence we may assume that $\mathcal{T} = 0$, i.e $\mathcal{L}$ is p -nilpotent.

If $\mathcal{L}$ is cyclic, then we are done. Suppose that $\mathcal{L}$ is not cyclic. Chose any ideal I maximal under the condition that it is cyclic,

$$I = \sum_{i=0}^n \mathcal{K} \chi^{[p]^i}, \quad \chi^{[p]^n} \neq 0, \quad \chi^{[p]^{n+1}} = 0,$$

$$I \text{ is abelian. Put } I_{\mathcal{K}} := \sum_{i=\bar{k}}^n \mathcal{K} \chi^{[p]^i} \quad (\bar{k} = 1, \dots, n).$$

Note that $[I, \mathcal{L}] = 0$. Since $\mathcal{L}/I$ is p -nilpotent, there exists $u \in C(\mathcal{L}/I)$ with $u^{[p]} = 0$. Consequently, there is a p -ideal $\mathcal{J}$ of $\mathcal{L}$ satisfying $I \subset \mathcal{J}$, $\dim_{\mathcal{K}} \mathcal{J}/I = 1$, and $\mathcal{J}^{[p]} \subset I$. Choose $y \in \mathcal{J}$ such that $y \notin I$.

Since $\mathcal{L}$ is nilpotent, y acts trivially on the one-dimensional space I/I_1 . Hence there is $\alpha \in \mathcal{K}$ with

$$[y] \equiv \alpha x^p \pmod{I_2}.$$

Chose $\beta_0, \dots, \beta_n \in \mathcal{K}$ with $y^{[p]} = \sum_{i=0}^n \beta_i x^{[p]^i}$. As we have $y^{[p]^k} \equiv \beta_0^{p^{k-1}} x^{[p]^{k-1}} \pmod{I_k}$ for all $k \geq 1$, the assumption $\beta_0 \neq 0$ would imply that $\mathcal{J} = \sum_{i=0}^{n+1} \mathcal{K} y^{[p]^i}$ is a cyclic ideal, contradicting the choice of I . So $\beta_0 = 0$.

If $\beta_1 \neq 0$ and $p=2$, then take $y \in \mathcal{K}$ to be a root of $T^2 + \alpha T + \beta_1$ and put $y_1 := y + yx$.

Then we obtain:

$$y_1^{[p]} = y^{[p]} + \gamma^2 x^{[p]} + [y, \gamma x] \equiv 0 \pmod{I_2}.$$

Consequently, we may assume that $\beta_1 = 0$ or $p \neq 2$. Let $k \geq 1$ ($k \geq 2$ if $p=2$) be a number with $\beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_{k-1} = 0$, choose γ with $\gamma^p = -\beta_k$ and put $y_k := y + \gamma x^{[p]^{k-1}}$. Then we have $y_k \equiv y \pmod{I_k}$. As $[y^{(1)}] \not\equiv [y, I_1] = 0$, $[p]$ is semilinear if $p \geq 3$ and $[x^{[2]^{k-1}}] \not\equiv 0$ for $p=2$, $k \geq 2$. We obtain in either case:

$$y_k^{[p]} \equiv y^{[p]} + \gamma^p x^{[p]} \equiv 0 \pmod{I_{k+1}}.$$

Inductively, we construct $z \in \mathcal{J}$ with $z \equiv y \equiv 0 \pmod{I}$ and $z^{[p]} = 0$. Hence $\mathcal{P} := \mathcal{K}z \oplus \mathcal{K}z^{[p]^n}$ is a two-dimensional abelian p -subalgebra satisfying $\mathcal{P}^{[p]} = 0$. Because $\mathcal{L}$ is a p -Lie Algebra with bounded cohomology then every p -subalgebra of $\mathcal{L}$ has bounded cohomology. In our case $\mathcal{P}$ has bounded cohomology as well. A computation immediately yields $\dim_{\mathcal{K}} \mathcal{H}_*^n(\mathcal{P}, \mathcal{K}) = n+1$, a contradiction.

(ii) Chose any maximal nilpotent p -ideal $\mathcal{J}$ of $\mathcal{L}$.

As $\mathcal{J}$ has bounded cohomology, according to (i). $\mathcal{J}$ is abelian with $\dim_{\mathcal{K}} \mathcal{J} / \langle \mathcal{J}^{[p]} \rangle_{\mathcal{K}} \leq 1$. So $\mathcal{J}^{[p]} \subset C(\mathcal{L}) \subset \mathcal{J}$ and $\dim_{\mathcal{K}} \mathcal{J} / C(\mathcal{L}) \leq 1$.

Put $\mathcal{M} := \bigcup_{a \in \mathcal{L}} [a, \mathcal{J}] \subset \langle \mathcal{J}^{[p]} \rangle_{\mathcal{K}}$.

Then $\mathcal{M}$ is a p -ideal of the solvable algebra $\mathcal{L}$, containing $\mathcal{J}$. If $\mathcal{M} = \mathcal{J}$, then $\mathcal{L}/\mathcal{J}$, embeds into $\text{End}_{\mathcal{K}} \langle \mathcal{J}^{[p]} \rangle_{\mathcal{K}}$ and is therefore at most one-dimensional.

In this case we have $\dim_{\mathcal{K}} \mathcal{L}/C(\mathcal{L}) \leq 2$. Suppose that $\mathcal{M} \neq \mathcal{J}$. Choose $k \geq 0$ minimal with $\mathcal{M}^{(k+1)} \subset \mathcal{J}$. Let $\mathcal{R}$ denote the p -subalgebra of $\mathcal{L}$ generated by $\mathcal{J} + \mathcal{M}^{(k)}$. Then $\mathcal{J} \subset \mathcal{R}$, $\mathcal{R}^{(1)} = \mathcal{J} + \mathcal{M}^{(k)}$, $\mathcal{J} + \mathcal{M}^{(k)} \not\subseteq \mathcal{J}$, and

$$\mathcal{R}^{(1)} \not\subseteq [\mathcal{M}, \mathcal{J}] \subset \langle \mathcal{J}^{[p]} \rangle_{\mathcal{K}} \subset C(\mathcal{L})$$

Therefore $\mathcal{R}$ is nilpotent and the choice of $\mathcal{J}$ implies $\mathcal{R} = \mathcal{J}$. This, however, yield the contradiction $\mathcal{M}^{(k)} \subset \mathcal{J}$.

Now we present a technical lemma.

Lemma 2. *Let $\mathcal{L}$ be a non-nilpotent p -Lie Algebra with $\dim_{\mathcal{K}} \mathcal{L}/C(\mathcal{L}) \leq 2$. Then $\mathcal{L}$ has a unique maximal abelian p -ideal $\mathcal{J}$ and $\mathcal{L}/\mathcal{J}$ is a one-dimensional torus.*

Proof. $\mathcal{L}/C(\mathcal{L})$ is the two-dimensional non-abelian algebra. Hence it has a basis (e, u) satisfying $[e, u] = u$. The inverse image of $\mathcal{K}u$ under the canonical map is the unique maximal abelian p -ideal.

Suppose that $\mathcal{K}$ is algebraically closed. For $p > 2$ there exists exactly one simple three-dimensional Lie algebra over $\mathcal{K}$, namely $\mathfrak{sl}(2)$. In this case we have $\text{Der}_{\mathcal{K}} \mathfrak{sl}(2) \cong \mathfrak{sl}(2)$, and $\mathfrak{sl}(2)$ is p -Lie Algebra.

For $p = 2$ we are in a different situation if we are interested, about p -algebras. Let S be a simple Lie algebra with $\dim_{\mathcal{K}} S = 3$. Every Cartan subalgebra $\mathcal{H}$ has to have dimension 1.

If there were pairwise distinct roots $0, \alpha, \beta$, then the corresponding root spaces would be one-dimensional, and $\mathfrak{g}_{\alpha} S_{\beta} \subseteq S_{\alpha+\beta} = 0$ (as $p = 2$). Then S cannot be simple. Thus $S = \mathcal{H} + S_{\alpha}$, $\dim_{\mathcal{K}} S_{\alpha} = 2$. Find a basis (e, f, h) with:

$$[h, e] = e, [h, f] = f + \delta e, [e, f] = h$$

for some $\delta \in \mathcal{K}$.

In the case $\delta \neq 0$ we take $\lambda \in \mathcal{K}$ with $\lambda^2 = \delta$ and put $e' := e$, $f' = f + \lambda h$, $h' := h + \lambda e$. A direct computation shows that $\mathfrak{g}' = \langle e', f', h' \rangle$ satisfies the above equation with $\delta = 0$. Note that S is not a p -algebra, since $(\text{ad } e)^2$ is not an inner derivation.

Proposition 1. *Let $\mathcal{L}$ be a p -Lie Algebra over an algebraically closed field $\mathcal{K}$. Assume that every proper p -subalgebra S of $\mathcal{L}$ is solvable with $\dim_{\mathcal{K}} S/C(S) \leq 2$. Moreover, assume if S is nilpotent then S is abelian with $\dim_{\mathcal{K}} S/\langle S^{[p]} \rangle_{\mathcal{K}} \leq 1$. Then $\mathcal{L}$ is metabelian or else $p > 2$ and $\mathcal{L} \cong \mathfrak{sl}(2) \oplus \mathcal{T}$ where $\mathcal{T}$ is a central torus.*

A p -nilpotent cyclic Lie algebra is called nilcyclic. The main result of this note is the following.

Theorem 1. Let $\mathcal{L}$ be a finite dimensional p -Lie Algebra over an arbitrary field $\mathcal{K}$ of characteristic p . Then the following statements are equivalent:

- (i) $\mathcal{L}$ has bounded cohomology
- (ii) $\mathcal{L}$ has an unique maximal abelian p -ideal I . $I/\mathcal{T}$ is nilcyclic and $\mathcal{L}/I$ is an at most one-dimensional torus where $\mathcal{T}$ denotes the maximal torus of I .

Proof. (i)=(ii) We first prove that $\mathcal{L}$ is solvable. Suppose that $\mathcal{L}$ is a nonsolvable p -Lie Algebra with bounded cohomology of minimal dimension. Then every proper p -subalgebra is solvable with bounded cohomology. Hence Lemma 1 shows that the assumptions of Proposition 1 are fulfilled. Thus $\mathcal{L} \cong \mathfrak{sl}(2) \oplus \mathcal{T}$, where $\mathcal{T}$ is a central torus. Then yields that $\mathfrak{sl}(2)$ would have bounded cohomology, which is not true. Therefore $\mathcal{L}$ is solvable. We apply Lemma 1 to obtain that $\dim_{\mathcal{K}} \mathcal{L}/\mathcal{C}(\mathcal{L}) \leq 2$.

If $\mathcal{L}$ is nilpotent, then it is abelian (Lemma 1), and we put $I := \mathcal{L}$. Otherwise (Lemma 2) shows that $\mathcal{L}$ has an unique maximal abelian p -ideal I . Let $\mathcal{T}$ denote the maximal torus of I . Lemma 1 yields that $\dim_{\mathcal{K}} I/\langle I^{[p]} \rangle_{\mathcal{K}} \leq 1$. As $I/\mathcal{T}$ is p -nilpotent, this implies that $I/\mathcal{T}$ is nilcyclic.

If $I = \mathcal{L}$, then we are done. In the case $I \neq \mathcal{L}$, Lemma 2, yields that $\mathcal{L}/I$ is one-dimensional torus.

(ii)=(i) This is immediatly.

Remark. W. Pfautsch and D. Voight have announced in „The representation finite algebraic groups of dimension zero“, the classification of the p -Lie Algebras of finite module type over algebraically closed fields. They approach this problem in the context of algebraic groups.

REFERENCES

- 1) A.J.Berkson, *The u -algebra of a restricted Lie algebra is Frobenius*, Proc. Amer. Math. Soc. **15**, 14-15 (1964).
- 2) J.Feldvoos: *On the cohomology of restricted Lie algebras*, Comm. in Algebra **19** (10), 2865-2906 (1991).
- 3) G.P.Hochschild: *Cohomology of restricted Lie algebras*, Amer. J. Math. **76**, 555-580 (1954).
- 4) W.Pfautsch, D.Voigt: *The representation-finite algebraic groups of dimension zero*. C.R. Acad. Sci. Paris **306**, 685-689 (1988).

- 5) J.J.Rotman, *An Introduction to Homological Algebra*, London, Academic press, Inc., 1979.
- 6) H.Strade, R.Farnsteiner, *Modular Lie Algebras and Their Representations*, New York-Basel, Marcel Dekker, Inc., 1988.

ABOUT LIE p -ALGEBRAS WHICH ARE $\mathcal{F}_p$ - FREE AND APPLICATIONS

Conf. univ. dr. Camelia Ciobanu

Academia Navală "Mircea cel Bătrân", Constanța

Abstract

We study the finite dimensional Lie p -algebras $\mathcal{L}$ splitting on its abelian p -socle, the sum of its minimal abelian p -ideals. In addition, some properties of the Frattini p -subalgebra of $\mathcal{L}$ are pointed out.

1 INTRODUCTION

In this section, we recall some notions and properties necessary in the paper.

Definition 1.1 A Lie p -algebra is a Lie algebra $\mathcal{L}$ with a p -map $a \rightarrow a^p$, such that:

$$(\alpha x)^p = \alpha^p x^p, \text{ for all } \alpha \in \mathbb{K}, x \in \mathcal{L}$$

$$x(ad y^p) = x(ad y)^p, \text{ for all } x, y \in \mathcal{L}, \text{ and}$$

$$(x + y)^p = x^p + y^p + \sum_{i=1}^{p-1} s_i(x, y) \text{ for all } x, y \in \mathcal{L},$$

where $s_i(x, y)$ is the coefficient of X^{i-1} in the expansion of $x(ad(Xu + y))^{p-1}$.

A subalgebra (respectively, ideal) of $\mathcal{L}$ is p -subalgebra (respectively, p -ideal) if it is closed under the p -map.

The notions of maximal p -subalgebra respectively maximal p -ideal of $\mathcal{L}$ are defined as usual. The intersection of p -subalgebras (respectively p -ideals) is a p -subalgebra (respectively a p -ideal) of $\mathcal{L}$.

We denote by $\Phi_p(\mathcal{L})$ the p -subsubalgebra of $\mathcal{L}$ obtained by intersecting all maximal p -subalgebras of $\mathcal{L}$ and we call it *the Frattini p -subalgebra* of $\mathcal{L}$.

The largest p -ideal of $\mathcal{L}$ included into $\Phi_p(\mathcal{L})$ is called *the Frattini p -ideal* and is denoted by $F_p(\mathcal{L})$.

These are the corresponding notions to the Frattini subalgebra $\Phi(\mathcal{L})$ and the Frattini ideal $F(\mathcal{L})$ for a Lie algebra.

We shall use the following notations:

$[x, y]$ is the product of x, y in $\mathcal{L}$;

$\mathcal{L}^{(1)}$ the derived algebra of $\mathcal{L}$;

$\mathcal{L}^{(n)} = \langle \mathcal{L}^{(n-1)} \rangle$, for all $n \geq 2$;

$(\mathcal{A})$ is the subalgebra generated by the subset $\mathcal{A}$ of $\mathcal{L}$;

$(\mathcal{A})_p = \langle x^{p^n} \mid x \in (\mathcal{A}), p \in N \rangle$, where $x^{p^n} = x^{(p^n)}$;

$\mathcal{A}^p = \langle x^p \mid x \in \mathcal{A} \rangle$, where $\mathcal{A}$ is a subalgebra of $\mathcal{L}$;

$\mathcal{A}^{p^n} = \langle \mathcal{A}^{p^{n-1}} \rangle$;

$\mathcal{L}_1 = \bigcap_{i=1}^{\infty} \mathcal{L}^{p^i}$;

$\mathcal{L}_0 = \{x \in \mathcal{L} \mid x^{p^n} = 0 \text{ for some } n\}$;

$Z(\mathcal{L})$ is the center of $\mathcal{L}$;

$\mathcal{N}(\mathcal{L})$ is the nilradical of $\mathcal{L}$;

Note that, if $\mathcal{L}$ is a p -algebra (finite dimensional), then $Z(\mathcal{L})$ is closed as p -ideal of $\mathcal{L}$.

2 LIE p -ALGEBRAS WHICH ARE F_p -FREE

In [St], Stitzinger has proved the following

Proposition 2.1 If $\mathcal{L}$ is a finite dimensional Lie algebra over a field $\mathbb{K}$, then

$$\mathcal{L}^{(1)} \cap Z(\mathcal{L}) \subseteq F(\mathcal{L}).$$

We may prove an analogue of this proposition for a Lie p -algebra.

Lemma 2.2 If $\mathcal{L}$ is a finite - dimensional Lie p -algebra over a field $\mathbb{K}$, then we have

$$(\mathcal{L}^{(1)})_p \cap Z(\mathcal{L}) \subseteq F_p(\mathcal{L}).$$

Proof. Let $\mathcal{M}$ be a maximal p -subalgebra of $\mathcal{L}$ and suppose that $Z(\mathcal{L}) \not\subseteq \mathcal{M}$. Then $\mathcal{L} = \mathcal{M} + Z(\mathcal{L})$, so $\mathcal{L}^{(1)} = \mathcal{M}^{(1)} \subseteq \mathcal{M}$ and hence $(\mathcal{L}^{(1)})_p \subseteq (\mathcal{M})_p \subseteq \mathcal{M}$.

The *abelian socle* $S(\mathcal{L})$ is the sum of all minimal ideals of $\mathcal{L}$.

We may define the *abelian p -socle* of the finite dimensional Lie p -algebra $\mathcal{L}$ as being the sum of all minimal abelian p -ideals of $\mathcal{L}$ and we denote it by $Sp(\mathcal{L})$.

The *abelian socle* (respectively, the *abelian p -socle*) of a finite dimensional Lie (p -) algebra is an ideal (a p -ideal) of $\mathcal{L}$, as one can show easily.

Definition 2.3 Let $\mathcal{L}$ be a finite dimensional Lie p -algebra and I be a p -ideal of $\mathcal{L}$. We say that $\mathcal{L}$ *p -splits* over I if there exists a p -subalgebra $\mathcal{B}$ of $\mathcal{L}$ such that $\mathcal{L} = I + \mathcal{B}$.

$\mathcal{B}$ is called a *p -complement* of the p -ideal I .

Theorem 2.4 Let $\mathcal{L}$ be a finite dimensional Lie p -algebra such that $\mathcal{L}^{(1)} \neq 0$ and $\mathcal{L}^{(1)}$ is nilpotent. Then the following statements are equivalent:

- (i) $F_p(\mathcal{L}) = 0$.
- (ii) $Sp(\mathcal{L}) = \mathcal{N}(\mathcal{L})$, and $\mathcal{L}$ *p -splits* over $\mathcal{N}(\mathcal{L})$.
- (iii) $\mathcal{L}^{(1)}$ is abelian, $(\mathcal{L}^{(1)})^p = 0$, $\mathcal{L}$ *p -splits* over $\mathcal{L}^{(1)} \oplus \mathcal{Z}(\mathcal{L})$, and $Sp(\mathcal{L}) = \mathcal{L}^{(1)} \oplus \mathcal{Z}(\mathcal{L})$.

In the same hypotheses, the Cartan subalgebra of $\mathcal{L}$ are exactly those subalgebras which have $\mathcal{L}^{(1)}$ as a p -complement.

Proof. (i) $\Rightarrow$ (ii): These implications are immediate from Theorems 4.1, 4.2 of

[L.T.1].

(iii) $\Rightarrow$ (i): This also follows from Theorem 4.1 of [L.T.1].

(i) $\Rightarrow$ (iii): Suppose that $F_p(\mathcal{L}) = 0$. Then $F(\mathcal{L}) = 0$, and $\mathcal{L}^{(1)}$ is abelian. Now $(\mathcal{L}^{(1)})^p \subseteq \mathcal{Z}(\mathcal{L})$ by Lemma 2.1 [L.T.2], and so $(\mathcal{L}^{(1)})^p \subseteq (\mathcal{L}^{(1)})^p \cap \mathcal{Z}(\mathcal{L}) \subseteq (\mathcal{L}^{(1)})^p \cap \mathcal{Z}(\mathcal{L}) \subseteq F_p(\mathcal{L}) = 0$, by Lemma 2.2.

Clearly $\mathcal{L}^{(1)} \oplus \mathcal{Z}(\mathcal{L}) \subseteq \mathcal{N}(\mathcal{L}) = Sp(\mathcal{L})$.

Now $\underline{m}$ let be a minimal (and hence abelian) p -ideal of $\mathcal{L}$. Then $[\mathcal{L}, \underline{m}] = \underline{m}$ is an ideal of $\mathcal{L}$ and $[\mathcal{L}, \underline{m}]^p \subseteq (\mathcal{L}^{(1)})^p \cap \underline{m}^p \subseteq (\mathcal{L}^{(1)})^p \cap \mathcal{Z}(\mathcal{L})$ (by Lemma 2.1 [L.T.2]) = 0 (by Lemma 2.2).

Hence $[\mathcal{L}, \underline{m}]$ is p -closed, and so $[\mathcal{L}, \underline{m}] = \underline{m}$ or $[\mathcal{L}, \underline{m}] = 0$. The former implies that $\underline{m} \subseteq \mathcal{L}^{(1)}$, and the latter that $\underline{m} \subseteq \mathcal{Z}(\mathcal{L})$ hence $Sp(\mathcal{L}) = \mathcal{L}^{(1)} \oplus \mathcal{Z}(\mathcal{L})$ and (iii) follows.

The last part of the theorem precises that the Cartan subalgebras are exactly those subalgebras having $\mathcal{L}^{(1)}$ as a p -complement. It follows from Proposition 1 of [St],

or from Theorem 4.4.1.1 of [Wi] and the fact that Cartan subalgebras are p -closed.

Corollary 2.5 *If $\mathcal{L}$ is a finite dimensional Lie p -algebra over $\mathbb{K}$, with $\mathcal{L}^{(1)}$ nilpotent, and nonzero $\mathbb{F}_p(\mathcal{L}) = 0$ and $\mathbb{K}$, is perfect, then the maximal toral subalgebras are precisely those having as p -complement $\mathcal{L}^{(1)} \oplus \mathcal{Z}(\mathcal{L})$.*

Proof. Take $\mathcal{L} = \mathcal{L}^{(1)} \oplus \mathcal{Z}(\mathcal{L}) \rtimes \mathcal{B}$, with $\mathcal{B}$ p -closed and $\mathcal{B}^{(1)} = 0$ and let $\mathcal{B} = \mathcal{B}_0 \oplus \mathcal{B}_1$ be the Fitting decomposition of $\mathcal{B}$ relatively to the p -map. Then $\mathcal{L}^{(1)} \oplus \mathcal{Z}(\mathcal{L}) = Sp(\mathcal{L}) = \mathcal{N}(\mathcal{L})$ from Theorem 2.4, (ii), (iii). But $\mathcal{L}^{(1)} \oplus \mathcal{Z}(\mathcal{L}) + \mathcal{B}_0$ is a nilpotent ideal of $\mathcal{L}$ and so $\mathcal{B}_0 \subseteq \mathcal{N}(\mathcal{L}) \cap \mathcal{B} = 0$. Hence $\mathcal{B} = \mathcal{B}_1$ is toral. It is clear that $\mathcal{B} = \mathcal{Z}(\mathcal{L})$ is a maximal toral subalgebra of $\mathcal{L}$. Finally, let $\mathcal{T}$ be any maximal torus of $\mathcal{L}$, and let $\mathcal{C} = \mathcal{Z}_{\mathcal{L}}(\mathcal{T})$. Then $\mathcal{C}$ is a Cartan subalgebra of $\mathcal{L}$, (by Theorem 4.5.17 of [Wi]) and $\mathcal{L} = \mathcal{L}^{(1)} + \mathcal{C}$ as above. Clearly we can write $\mathcal{C} = \mathcal{C}_0 \oplus \mathcal{T}$. But now $\mathcal{L}^{(1)} + \mathcal{C}_0$ is a nilpotent ideal of $\mathcal{L}$, and so $\mathcal{C}_0 \subseteq \mathcal{N}(\mathcal{L}) \cap \mathcal{C} = \mathcal{Z}(\mathcal{L})$, making $\mathcal{T}$ a p -complement of $\mathcal{L}^{(1)} \oplus \mathcal{Z}(\mathcal{L})$.

The condition „ $Sp(\mathcal{L}) = \mathcal{L}^{(1)} \oplus \mathcal{Z}(\mathcal{L})$ ” in (iii) Theorem 2.4. cannot be weakened to „ $\mathcal{Z}(\mathcal{L}) \subseteq Sp(\mathcal{L})$ ”, as the following example proves.

Examples 2.6 We know which are the Lie algebras of dimension 2 over $\mathbb{K}$, and we take $\mathcal{L} = I + \mathcal{V}$, where $I = \mathbb{K}a + \mathbb{K}b, \mathcal{V} = \mathbb{K}v_1 + \mathbb{K}v_2$, $v_1^p = v_2^p = b^p = 0, a^p = 0$, $[\mathcal{V}, \mathcal{V}] = 0, [a, b] = 0, [a, v_1] = v_1, [a, v_2] = v_2, [b, v_1] = v_2, [b, v_2] = 0$. Then $\mathcal{L}^{(1)} = \mathcal{V}$ is abelian, $\mathcal{L}^{(1)p} = 0, \mathcal{Z}(\mathcal{L}) = 0$. Now $\mathcal{N}(\mathcal{L}) = \mathbb{K}b + \mathbb{K}v_1 + \mathbb{K}v_2$. Also $\mathbb{K}v_2$ is a maximal p -ideal. Let $\mathcal{J}$ be a minimal p -ideal contained in $\mathcal{N}(\mathcal{L})$. Since $[\mathcal{N}(\mathcal{L}), \mathcal{N}(\mathcal{L})] = \mathbb{K}v_2$, either $\mathcal{J} = \mathbb{K}v_2$ or $[\mathcal{N}(\mathcal{L}), \mathcal{J}] = 0$. Suppose that $\mathcal{J} \neq \mathbb{K}v_2$. Then $[b, \mathcal{J}] = 0$ so $\mathcal{J} \subseteq \mathbb{K}b + \mathbb{K}v_2$, and $[v_1, \mathcal{J}] = 0$ so $\mathcal{J} \subseteq \mathbb{K}v_1 + \mathbb{K}v_2$. Thus $\mathcal{J} \subseteq \mathbb{K}v_2$, a contradiction. Hence $\mathcal{N}(\mathcal{L}) \neq Sp(\mathcal{L})$.

E.L.Stitzinger has shown that, for any Lie algebra $\mathcal{L}$ over the arbitrary field $\mathbb{K}$, such that $\mathcal{L}^{(1)}$ is nilpotent, $\mathcal{L}$ is $\mathbb{F}$ -free (that is $\mathbb{F}(\mathcal{L}) = 0$) if and only if each subalgebra of $\mathcal{L}$ is $\mathbb{F}$ -free.

The complete analogue of this result does not hold if $\mathbb{F}(\mathcal{L})$ is replaced by $\mathbb{F}_p(\mathcal{L})$. In this connection we give an example.

Example 2.7 Taking $\mathcal{L} = \mathbb{K}a + \mathbb{K}b + \mathbb{K}v_1 + \mathbb{K}v_2$ with $\mathbb{K} = \mathbb{Z}_2$,
 $a^2 = a$, $b^2 = a + b$, $[a, v_1] = v_1$, $[a, v_2] = v_2$, $[b, v_1] = v_2$, $[b, v_2] = v_1 + v_2$,
 $[a, b] = [v_1, v_2] = 0$, $v_1^2 = v_2^2 = 0$, and $I = \mathbb{K}a + \mathbb{K}b$ we get $\mathcal{F}_p(\mathcal{L}) = 0$ where as
 $\mathcal{F}_p(I) = \mathbb{K}a$.

However some partial results can be obtained.

Theorem 2.8 Let $\mathcal{L}$ be a finite-dimensional p -Lie algebra. Then the following statements are equivalent:

(i) $\mathcal{L}^{(1)}$ is nilpotent and $\mathcal{F}_p(\mathcal{L}) = 0$.

(ii) $\mathcal{L} = I + \mathcal{B}$ where $\mathcal{B}$ is an abelian subalgebra, I is an abelian p -ideal, the (adjoint) action of $\mathcal{B}$ on I is faithful and completely reducible, $\mathcal{Z}(\mathcal{L})$ is completely reducible under the p -map, and the p -map is trivial on $[\mathcal{B}, I]$.

Proof. (i) $\Rightarrow$ (ii) By Theorem 2.4, $\mathcal{L} = I + \mathcal{B}$, where $I = Sp(\mathcal{L}) = I_1 \oplus \dots \oplus I_n$, with I_i is a minimal p -ideal of $\mathcal{L}$, for $i = 1, 2, \dots, n$, and $\mathcal{B}$ is a p -subalgebra of $\mathcal{L}$. Now $\mathcal{Z}_{\mathcal{B}}(I) = \{x \in \mathcal{B} \mid [x, \mathcal{B}] = 0\}$ is an ideal in the solvable Lie algebra $\mathcal{L}$. If $\mathcal{Z}_{\mathcal{B}}(I) \neq 0$, it follows that $0 \neq \mathcal{Z}_{\mathcal{B}}(I) \cap Sp(\mathcal{L}) \subseteq \mathcal{B} \cap I = 0$, which is a contradiction. Hence $\mathcal{Z}_{\mathcal{B}}(I) = 0$ and the action of $\mathcal{B}$ is faithful.

Now suppose that $I_i \not\subseteq \mathcal{Z}(\mathcal{L})$. Then $I_i \cap \mathcal{Z}(\mathcal{L}) \subset I_i$ and so, as $I_i \cap \mathcal{Z}(\mathcal{L})$ is a p -ideal, $I_i \cap \mathcal{Z}(\mathcal{L}) = 0$. If $a \in I_i$ then $(ada)^p = 0$, and so $ada^p = 0$, hence $a^p \in \mathcal{Z}(\mathcal{L})$. Thus, $a^p \in I_i \cap \mathcal{Z}(\mathcal{L}) = 0$, and the minimality of I_i implies that I_i is an irreducible $\mathcal{B}$ -module but, of course, if $I_i \subseteq \mathcal{Z}(\mathcal{L})$ then I_i is a completely reducible $\mathcal{B}$ -module, so $I = I_1 \oplus \dots \oplus I_n$ is a completely reducible $\mathcal{B}$ -module.

Now $\mathcal{L}^{(1)}$ is nilpotent, therefore adx is nilpotent, for every $x \in \mathcal{B}^{(1)}$. It follows from Engel's Theorem that $[\mathcal{B}^{(1)}, I_i] \subset I_i$ for every $i = 1, 2, \dots, n$. If $I_i \not\subseteq \mathcal{Z}(\mathcal{L})$, this implies that $[\mathcal{B}^{(1)}, I_i] = 0$, since I_i is an irreducible $\mathcal{B}$ -module. If $I_i \subseteq \mathcal{Z}(\mathcal{L})$ then, clearly, $[\mathcal{B}^{(1)}, I_i] = 0$ also. Thus $[\mathcal{B}^{(1)}, I_i] = 0$, and so $\mathcal{B}^{(1)} = 0$, as $\mathcal{Z}_{\mathcal{B}}(I) = 0$. Moreover, $\mathcal{Z}(\mathcal{L}) \subseteq I$, since $\mathcal{Z}_{\mathcal{B}}(I) = 0$. If $a \in \mathcal{Z}(\mathcal{L})$ and $a = a_1 + \dots + a_n$, with $a_i \in I_i$, then $[x, a_1] + \dots + [x, a_n] = 0$, for all $x \in \mathcal{L}$, so each $a_i \in \mathcal{Z}(\mathcal{L})$. Hence $\mathcal{Z}(\mathcal{L}) = \Sigma I_i$, where the sum is over all I_i contained in $\mathcal{Z}(\mathcal{L})$. Since each $I_i \subseteq \mathcal{Z}(\mathcal{L})$ is a minimal p -ideal, $\mathcal{Z}(\mathcal{L})$ must be irreducible under the p -map.

(ii) $\Rightarrow$ (i). In view of Theorem 4.1 of [L.T.1], it suffices to show that $I = Sp(\mathcal{L})$. Now we have $I = [\mathcal{B}, I] \oplus \mathcal{Z}(\mathcal{L})$, $[\mathcal{B}, I]$ is a direct sum of irreducible $\mathcal{B}$ -

modules (each of which is a minimal p -ideal) and $Z(\mathcal{L})$ is a direct sum of irreducible subspaces for the p -map (each of which is a minimal p -ideal). Thus, $I \subseteq Sp(\mathcal{L})$. But, as $\mathcal{B}$ acts faithfully on $\mathcal{L}$, I is a maximal abelian ideal. Hence $I = Sp\mathcal{L}$, as required.

Corollary 2.9 *Let $\mathcal{L}$ be a finite dimensional Lie p -algebra with $\mathcal{L}^{(1)}$ nilpotent and $F_p(\mathcal{L}) = 0$. Let $\mathcal{P}$ be a p -subalgebra of $\mathcal{L}$ containing $Sp(\mathcal{L})$. Then $F_p(\mathcal{P}) = 0$.*

Proof. Write $\mathcal{L} = I + \mathcal{B}$ as in Theorem 2.4 (ii). Then $\mathcal{P} = I + (\mathcal{B} \cap \mathcal{P})$ since $I = Sp(\mathcal{L}) \subseteq \mathcal{P}$. Now $\mathcal{B}$ acts completely reducibly on $[\mathcal{B}, I]$, and hence so does $\mathcal{B} \cap \mathcal{P}$. It follows that $\mathcal{B} \cap \mathcal{P}$ acts completely reducibly on $[\mathcal{B} \cap \mathcal{P}, I]$. Moreover, $Z(\mathcal{P}) = Z(\mathcal{L}) \oplus Z_{[\mathcal{B}, I]}(\mathcal{B} \cap \mathcal{P})$ and the p -map is trivial on $[\mathcal{B}, I]$, so that $Z(\mathcal{P})$ is completely reducible under the p -map. The result now follows from Theorem 2.4.

Corollary 2.10 *Let $\mathcal{L}$ be a finite dimensional Lie p -algebra such that $\mathcal{L}^{(1)}$ is nilpotent and $F_p(\mathcal{L}) = 0$. If $\mathcal{J}$ is an ideal of $\mathcal{L}$, then $Sp(\mathcal{J}) = 0$.*

Proof. It suffices to show this for maximal ideals. By Corollary 2.5, we may assume that $I_1 \not\subseteq \mathcal{J}$, where $Sp(\mathcal{L}) = I_1 \oplus \dots \oplus I_n$, with $I_1, \dots, I_n$ minimal abelian p -ideals. Then $\mathcal{L} = \mathcal{J} + I_1$, since $\mathcal{J}$ is maximal, and $\mathcal{J} \cap I_1 = 0$.

Thus $\mathcal{L} = \mathcal{J} \oplus I_1$, $\mathcal{J} \cong \mathcal{L}/I_1 \cong \mathcal{B} + (I_2 \oplus \dots \oplus I_n)$, and $I_1 \subseteq Z(\mathcal{L})$. Hence $Z_{\mathcal{B}}(I_2 \oplus \dots \oplus I_n) = Z_{\mathcal{B}}(I) = 0$, and it is clear that all of the conditions of Theorem 2.4 (ii) hold.

Corollary 2.11 *If $\mathcal{L}$ is an abelian finite dimensional Lie p -algebra, then $F_p(\mathcal{L}) = 0$, if and only if $\mathcal{L}$ is completely reducible under the p -map.*

Proof. This statement can be proved by using Theorem 2.4 and the fact $\mathcal{B} = 0$ and $\mathcal{L} = Z(\mathcal{L})$.

Corollary 2.12 *Let $\mathcal{L}$ be a finite dimensional Lie p -algebra such that $\mathcal{L} = Sp(\mathcal{L}) + \mathcal{B}$ and that the conditions of Theorem 2.4 (ii) are satisfied. Assume in addition that $\mathcal{B}$ is completely reducible under the p -map; that is $Sp(\mathcal{B}) = \mathcal{B}$. Then if $\mathcal{P}$ is any p -subalgebra of $\mathcal{L}$, $\mathcal{P} = Sp\mathcal{P} + \mathcal{B}'$, the conditions of Theorem 2.4 (ii) are satisfied and $\mathcal{B}'$ is completely reducible under the p -map.*

Proof. If $Sp(\mathcal{L}) \subseteq \mathcal{P}$, then $Sp(\mathcal{P}) = Sp(\mathcal{L})$, and, taking $\mathcal{B}' = \mathcal{B} \cap \mathcal{P}$, we get the result.

It suffices to prove the Corollary for maximal p -subalgebras. So assume that $\mathcal{P}$ is maximal and that $I_1 \not\subseteq \mathcal{P}$, where $Sp(\mathcal{L}) = I_1 \oplus \dots \oplus I_n$, with $I_1, \dots, I_n$ minimal abelian p -ideals. Then $\mathcal{L} = I_1 + \mathcal{P}$, with $\mathcal{P} \cap I_1 = 0$. Hence $\mathcal{P} \cong \mathcal{B} + (I_2 \oplus \dots \oplus I_n)$. As $\mathcal{B}$ is completely reducible under the p -map, we have $\mathcal{B} = \mathcal{B}' \oplus \mathcal{Z}_{\mathcal{B}}(I_2 \oplus \dots \oplus I_n)$.

Then $Sp(\mathcal{P}) = \mathcal{Z}_{\mathcal{B}}(I_2 \oplus \dots \oplus I_n) \oplus I_2 \oplus \dots \oplus I_n$, $\mathcal{P} = Sp(\mathcal{P}) + \mathcal{B}'$, the conditions of Theorem 2.4 (ii) are satisfied and $\mathcal{B}'$ is completely reducible under the p -map.

Definition 2.13. A finite dimensional Lie p -algebra $\mathcal{L}$ is called p -elementary, if $\mathcal{F}_p(\mathcal{P}) = 0$ for every p -subalgebra $\mathcal{P}$ of $\mathcal{L}$.

Corollary 2.14. Assume $\mathcal{L}^{(1)}$ is a finite dimensional Lie p -algebra with nilpotent $\mathcal{L}^{(1)}$ and $\mathcal{F}_p(\mathcal{L}) = 0$. Let $\mathcal{L} = Sp(\mathcal{L}) + \mathcal{B}$ as in Theorem 2.4 (ii). Then $\mathcal{L}$ is p -elementary, if and only if $\mathcal{B} = Sp(\mathcal{B})$.

Proof. As $\mathcal{F}_p(\mathcal{L}) = 0$ and $\mathcal{L} = Sp(\mathcal{L}) + \mathcal{B}$ (Theorem 2.4. (ii)), then $\mathcal{B}$ has a faithful completely reducible representation on $Sp(\mathcal{L})$. This is equivalent to the fact that $\mathcal{B}$ has a non-zero nil ideals as in [Sc]. Since $\mathcal{B}$ is abelian, this is equivalent to the injectivity of the p -map. Since $\mathbb{K}$, is algebraically closed, this is equivalent to $Sp(\mathcal{B}) = \mathcal{B}$ as in [Ja]. It follows from Corollary 2.14 that $\mathcal{L}$ is p -elementary. The converse is immediate from definition.

The above result cannot be extended to the case when $\mathbb{K}$, is a perfect field. Let us see the following example.

Example 2.16. Let $\mathcal{L}$ be any abelian Lie p -algebra for which the p -map is injective but $\mathcal{L}$ is not completely reducible under the p -map. Then $\mathcal{L}$ has a faithful completely reducible module $\mathcal{B}$. Make $\mathcal{B}$ into an abelian Lie p -algebra with trivial p -map.

Then $\mathcal{F}_p(\mathcal{B} + \mathcal{L}) = 0$, but $\mathcal{F}_p(\mathcal{L}) \neq 0$.

Now, if $\mathbb{K}$, is not perfect, let $\lambda \in \mathbb{K} \setminus \mathbb{K}^p$ and take $\mathcal{L} = \mathbb{K}a + \mathbb{K}b$, with $a^p = a$, $b^p = \lambda a$. If $\lambda \in \mathbb{K}$ and $\mu^p - \mu + \lambda = 0$ has no solution in $\mathbb{K}$, take $\mathcal{L} = \mathbb{K}a + \mathbb{K}b$ with $a^p = a$, $b^p = b + \lambda a$. Here we may take $\mathcal{B}$ to be p -dimensional with a represented by the identity matrix and b represented by the matrix

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \\ -\lambda & 1 & 0 & \dots & 0 \end{pmatrix}$$

(the companion matrix of $\mu^p - \mu + \lambda$). If $\mathbb{K} = \mathbb{Z}_p$ we may take $\lambda = -1$.

Putting $p = 2$, we get the example 2.7.

REFERENCES

1. D.W. Barnes, *Lie Algebras*, Lecture Notes, University of Tübingen, 1969.
2. C.Ciobanu, *Cohomological Study of Lie p -Algebras*, Ph.D.Thesis, Ovidius University, Constantza, 2001.
3. C.Ciobanu, *On a Class of Lie p -Algebras*, Ann St. Univ. Ovidius, Constantza, vol. 7 (2), 1999, 9-16.
4. N. Jacobson, *Lie Algebras*, Interscience, New York, 1962.
5. M. Lincoln and D. A. Towers, *Frattini Theory For Restricted Lie Algebras*, Arch. Math., **45** (1985), 451-457.
6. M. Lincoln and D. A. Towers, *The Frattini p -Subalgebra of a Solvable Lie p -Algebra*, Proceedings of the Edinburgh Mathematical Society, 40 (1997), 31-40.
7. J.R. Schue, *Cartan Decompositions for Lie Algebras of Prime Characteristic*, J. Algebra, **11** (1969), 25-52.
8. E.L. Stitzinger, *Frattini Subalgebras of a Class of Solvable Lie Algebras*, Pacific J. Math., **34** (1970), 177-182.
9. D.A.Towers, *A Frattini Theory for Algebras*, Proc. London Math. Soc. (3) **27** (1963), 440-462.
10. D.J.Winter, *Abstract Lie Algebras*, MIT Press, 1972.

LEGITIMACY, POPULARITY AND POLITICAL EFFECTIVENESS

Conf. univ. dr. VASILE NAZARE

Academia navală „Mircea cel Bătrân”, Constanța

Abstract

Legitimacy has become an indicator of acknowledged power, turned into authority. Most of the times this value oscillates between two poles: lawfulness and popularity. Hardly can this satisfy the more demanding expectations of contemporary political life. Nowadays, the leaders are more pragmatic. They operate with performance criteria in the field of evaluation. The government in power cannot legitimate itself only through complying with the norms of the democratic game but it must prove competence and performance. Competence, adequacy to its social role and the results of its governing determine the legitimacy or illegitimacy of the political power, notwithstanding its colour.

I LEGITIMACY AS ACKNOWLEDGED POWER

In political theory, legitimacy has been defined and analyzed in its relationship with authority. G. Ferrero, starting from the assumption of their interdependence, points out the role of legitimacy in supporting political regimes. Political systems, with the respective regimes are not time enduring without the support of legitimacy, as their decline is identified with a legitimacy crises subsequently explained as a lack of authority. Hence, legitimacy explains and gives credibility to authority as well as authority justifies legitimacy. This is why authority becomes a source of social trust and necessary order. In fact, as J.C. Isaac remarked (in "Democracy in dark ages"), democracy, as "a complex set of ideals and possibilities" must always be confronted with "challenges related to its legitimacy." Legitimacy does not solve problems. Such a political regime is "permanently threatened by its own weakness."

The triad "power-authority-legitimacy" requires considering S.

Huntington's distinction between "marked power" and "unmarked" power, the former being less legitimate than the latter as visible power induces respect and obedience as well as fear and hostility [1], thus, it determines pulsations (contraction and extension) of the sphere of legitimacy. G. Sartori agrees with him and continues: "Legitimacy that comes from the top does not legitimate any longer."

Authority loses its significance in the exercise of power through abuse and the erosion of power. Both situations are triggered by encroaching the sphere of legitimacy that cannot support the authority of power any longer. Erosion is prior to abuse and it anticipates the collapse of power. [2]

Francois Bourricaud (in "The Sketch of a Theory of Legitimacy") operates a natural distinction between the actual power and authority, or the legitimate power. Thus J. J. Rousseau's imperative is reconsidered: it is necessary that power should radiate – through its content, resources, ways of manifesting and ends – both authority and legitimacy.

According to T. Parsons, authority expresses "the shape that any instituted and consolidated political power is trying to assume", the power lawfully institutionalized. From this perspective, legitimacy appears as the only foundation of political power and its only source of longevity.

With good reason, a question is raised: in what conditions the state, as the main instrument of the political power, leads and exerts its prerogatives legitimately? In order to be in this position, the power of the state must produce social effects that meet the expectations of the people. Legitimacy implies the compliance of the governing with certain principles and procedures generally acknowledged by the majority of the citizens, materializing a "paradigm of consent". [3] "A legitimate government is one the authority of which is considered to be legitimate by the majority, wrote Nozick, thus achieving a circular definition. He regarded legitimacy as someone's right to exercise power." [4] In the same spirit, S.M. Lipset and J. Linz considered legitimacy of a political system as being its capacity of "to create and maintain the belief that its institutions are the best possible (adequate – s.n.) for that society."

The more legitimate the power is the greater its political authority is, as legitimacy is vital for both the foundation of power and inducing the capacity of mobilizing people and social recognition. Its scope enlarges with the number of political actors that have adhered to it and assumed the objectives put forward by the power. A society where power is not legitimate, it is governed by "force of dictatorship". [5] The less legitimate the power, the stronger coercion is (the lack of civil rights, restriction of fundamental freedom and justice autonomy, military intervention in the political arena.); as long as violence is not felt, legitimacy is not necessary. Hence, legitimacy is measured through the level of support the political power enjoys.

In other words, it expresses the degree of acceptance of a political regime,

government, or leader in a particular community. Briefly, legitimacy is the confirmation of obedience towards the authority. According to M. Dogan, the concepts of power, legitimacy, authority, trust, efficacy vary from a community to another, "they do not have the same meaning in London and Djakarta, in Washington and Cairo". The efficacy of legitimate authority is determined by consensus as well as the managerial skills of the institutionalized power. Most of the times, legitimacy engenders long lasting democrat regimes. No regime will last without a certain degree of legitimacy. Accordingly, no illegitimate regime can be democratic. "The sense of legitimacy of the institutions, especially governmental institutions is the binding material that keeps society together. Society will fall apart when it is weakened", D.P. Moynihan warned Nixon.

The legitimacy issue imposed itself. in political theory as soon as direct governing was replaced by representative government, which brings about the distinction between the actual holder of legitimacy and the formal one (the chosen). Legitimacy has evolved throughout history from supernatural legitimacy founded on the divine nature of monarchy to civil legitimacy based on the theory of consensus and the principle of popular sovereignty, principles that have been consecrated by the French Revolution. These principles represent the triumph of the rationalist myth in politics.

Ideally, authority should be the expression of collective will, as a relation of acknowledged power and it implies value option, norms, motivation, the recognition of objective power, a certain social hierarchy and legitimacy, as the only characteristic that distinguishes power from the simple relation of authority.

The legitimacy of political power must be analyzed, according to J. Lagroye, by referring to the four levels of expression: a) the legitimacy of the power relationship between the governors and the people; the right of the former to lead the latter; every "power needs to justify itself" (M. Weber pointed out the fact that any domination - traditional, charismatic, legally reasonable – "tries to awake and cultivate the faith in its legitimacy"; "legitimacy and victory belong to those who figurate symbolically the will of the people and get to monopolize its instance"; the recognition of authority can be real or simulated either by individuals or by entire groups, for various reasons: opportunism, material interests, the need of stability, weakness or the inability of changing anything); [6] b) the legitimacy of the specialized system, of the mechanisms and principles of exerting power (the mechanisms of creating the structures of power, the psychology and the expectations of the community put their mark and explain the phenomenon); c) the legitimacy of the group or the individuals that exercise power; the authority of a clerk or a leader implies his having been nominated according to some clear and explicit procedures the group adhered to); d) the conformity of power - of its source, nature and organization – with what is believed to be preferable in the field of political action (to Montesquieu, legitimacy expresses the conformity of the

governing with the "manner of thinking of a nation").

Legitimate authority is assessed through a set of criteria: a) the trust granted to the institutions of power, chosen in free elections (democratic legitimacy is the ideal form and the only expression of legitimacy able to justify the internal and external recognition of political power [7]; consequently the regimes instituted through coup d'état and sustained by violence cannot invoke the rights of legitimacy; any political power need more legitimacy than legitimating; the lack of legitimacy justifies any form of civil disobedience); b) the capacity of power to fulfil its general social functions; c) the compatibility of power with the system of values proposed and accepted; d) the way the governors have taken over the power, but mostly through what they do after taking it (the extent to which they respect the program that won the votes of the electorate because legitimacy relates both to legality and performance and evaluation criteria).

Jean-Luc Chabot (in "Introduction à la politique", 1991) enriched Weber's picture with other types of legitimacy: democratic (specific to the Western political culture, which transfer the right of decision from individual level to collective and community level; it springs from the British, American and French revolution in XVII-XVIII centuries. The governors' decisions should be made observing the freedom and rights citizens have gained in this revolutions), technocratic (based on knowledge and expertise; the art of making decisions on the basis of the competences of the political actors who are in this privileged position; the acknowledgement of the ruling elites as learnt elites) and ideological, ontological (based on the subjective representation of a desirable social order; the compliance with the power's view on the existing order and the permissive parameters of change). "The ideal legitimacy is democratic legitimacy", F. Revel followed in "The Revival of Democracy". This was expressed by R. Aron (in "Democracy and Totalitarianism") as "participation in the establishing of the general plan of action, in the general plan of organizing the community." This context made G. Hermet (in "The People Versus Democracy") to identify and point out its paradox – the antinomy of the political reality, the contradiction between the founding principle of the people's sovereignty and the instrumental theory of the people being represented by its elected rulers – the fact that the people do not really rule. Bernard Manin, sensing the criticism, tries to minimize the randomness and the manipulation, he considers that "the will of the majority becomes legitimate provided that it has been reached at as the result of a deliberating process that has been arbitrated by all the citizens or at least by those who wanted it (...) the procedure that led to the decision is a prerequisite of legitimacy as necessary as the majority principle."

II THE LEVELS AND CRITERIA OF LEGITIMACY. THE TECHNOLOGY OF MAINTAINING LEGITIMACY

If Aristotel assessed the legitimacy of power according to primary criteria (public welfare) and derivate criteria (personal welfare), J. Lagroye analyzes the legitimacy of power at four levels: the legitimacy of the power relationship between the leaders and the people they lead (the right of the former to govern the latter), the legitimacy of the specialized apparatus, of the mechanisms and the principles of exercising power (e. g. the situations in Russia and Yugoslavia), the legitimacy of the individuals, of the groups that exercise power (e. g. the rivalry between Gorbachev and Eltzin), the power compliance with what is believed proper to be achieved in the respect of political action.

Power is legitimate provided that it meets the following conditions: the institutions of power have been invested with authority through free elections, its capacity to fulfill its social general functions, its compatibility with the democratic system of values and the performance of the governing; it must be evaluated according to what it actually does and it is able to do and not according to its promises and intentions (electoral promises). Legitimacy requires the legitimating process. This implies the obtaining of legitimacy by political power either through general elections, through divine right, or gaining the political support of the majority. Legitimizing power is accomplished through both rational and irrational means. Authority as well as legitimacy spring from consensus, lawfulness, social norms, constitutionalism, the competence of the political managers, the need of social hierarchy, rationality and political mystic, which become important factors of enhancing power.

Objectively speaking, any govern in power erodes both its authority and legitimacy. What matters is that the erosion rate should be as low as possible and the erosion process as slow as possible. M. Roskin, concerned with the technology of power conservation, offers several solutions: maintaining the governing position for as long as possible (the stability of a government increases its credibility and legitimacy), improving the quality of governing (high performance and compliance to the needs and the interests of the electorate; coping with conflicts and harmonizing class and group interests), adjusting the structure of the government to the composition of the electorate (it should satisfy the need of representation; the better represented the electorate, the more support the cabinet will get) appropriate manipulation of symbols (although it deals mostly with image, the use of the persuading potential of political symbols – the national flag, historical monuments and events – may assure the people of the government's legitimacy).

III LEGITIMACY, POPULARITY AND POLITICAL EFFICIENCY

Legitimacy increases gradually, it moves along "a scale starting from total acceptance to total rejection (...) from support, consent, compliance to decline, erosion and loss." [8]

We can never speak about absolute legitimacy J. Linz followed, "no political regime is legitimate for the whole population, nor in all respects and definitely not for ever, likewise, there are probably very few that are totally illegitimate, based exclusively on coercion"; legitimacy never reaches unanimity, which is a "preposterous claim of totalitarian regimes" (M. Dogan). This reality is determined by the different criteria and different evaluation made by the political actors. The decrease of the popularity of a regime should not be confused with illegitimacy or lack of legitimacy. This phenomenon must be understood rather as a decrease of the citizens' trust in politicians that represent certain institutions than distrust towards the political system or regime; a good example is the fact that although elections are held periodically, the same form of government is preserved, the electorate's options changing only with respect to the people who should be assigned for its current administration. In certain democratic regimes, presidents or prime-ministers are hardly popular. However, this does not necessarily mean that presidency as an institution is unpopular or illegitimate. We acknowledge and respect the legitimacy of the institution and not of the individual that temporarily occupies that position, whether we like the person or not. Life has demonstrated that "a mediocre parliament is better than none" and "in a free country, parties are a necessary evil" etc. "People will lose faith in their leaders much easier than losing faith in the system" (Lipset et Schneider). Losing legitimacy is a very slow phenomenon but it is not impossible. It implies the convergence of many factors: mutual distrust among citizens, distrust towards politicians, distrust towards institutions (government, parliament, parties etc.), corruption ubiquity. [9] In spite of the problems they are faced with, the legitimacy of the democratic regime has not collapsed in any of the Western countries, because M. Dogan argued, "there is no better alternative than reforming democracy in a democratic manner." The legitimacy of a regime is questioned only in exceptional circumstances like: economic, political and military disaster. In this sense, a relation of mutual conditioning can be established between political legitimacy and economic efficiency and even general efficiency (the capacity of the regime to ensure the essential functions of the government). Some theorists – Linz, Lipset or Eckstein – claim that legitimacy "generates reserves of good will" that the state needs in crises situations, legitimacy gives credit to the system. For example, in Austria and Germany, between the two wars, and Chile in the 70's – states with a frail legitimacy support – the economic difficulties led to the changing of the regime. By

the contrary, the well-known crises in 1929-1933 or the more recent energetic, financial and economic crises did not affect the political regime in USA, Britain and other Western countries. In fact, the former communist regime did not collapse because of any military or ideological defeat, but due to the inefficiency of the economic system. Likewise, economic achievements grant better chances of legitimating to contested political regimes. E.g. the regimes in Taiwan, South Korea, Singapore, Saudi Arabia, Chile during the Pinochet period. Furthermore, in pragmatic societies legitimacy is linked to efficiency, and the performance of the government becomes the fundamental criterion of evaluating the degree of legitimacy. Power that does not satisfy the interests, the human and communitarian needs has no chance to resist or become legitimate. Unfortunately, many times people tend to put the equality sign between popularity and efficiency. Not any regime that enjoys popularity is also economically and politically efficient.

IV THE RIGHT TO CONTESTING THE LEGITIMACY OF POWER

The absence of performance, of the expected output of the political system and of the authority invested with the administration of power for a certain period generates symptoms of contesting the power in exercise. Legitimacy crisis - depriving power of "citizens consensus" and the necessary level of "mass loyalty" is added to the other types of crisis (economic, reasoning, motivation) and manifests itself as an identity crises. The deficiency of legitimacy "means that efficient normative structures in legitimating cannot be maintained and produced any longer by administrative means. " [10]

Governing does not imply the fact that "state management" is presumably correct and efficient. Hence, special beforehand immunity cannot be granted to the power as long as the people's rights are infringed upon; the power must not have more rights than the other members of the community.

The leaders' lack of morality, the ignoring the social contract, communication obstruction between the leaders and the citizens, the aggravation of the political alienation determine the individual to regard the state as a repressive and arbitrary instrument, Hence his need of recovering safety not in the state, as it would be normal, but in his freedom of behaviour. The citizens' political alienation is increased, when those chosen to administer power extend their authority beyond the limits of their competence in areas that should be reserved to the citizens. Lord Acton warns us about this risk: "State absolutism is the modern danger against which neither representative governing nor democracy can defend us; (...) in the name of sovereign power, it claimed to exercise its authority everywhere." And Fr. Revel followed, the regimes that got the power and maintained it through illicit means (coups d'état) and violence are excluded from the rights of legitimacy.

Crises situations impose choosing between change and continuity, supporting the old regime and revolution. [11] J. Buchanan pleaded for an intermediary solution wherever something can still be done: "the constitutional revolution" (optimal structural changes, that all citizens conceptually agree with).

Freezing in an "authoritarian legalism" obstinately founding legitimacy in lawfulness, (the slogan of power) is equivalent to denying the people the right to revolution, which is the natural reaction of the citizens towards the tendency of perpetuating the alienated power. People, as the real holder of power, have the right to demit the commissioned people any time if they do not comply with their contractual obligations, even if, legally speaking, any revolution is illegal. "The revolt of the oppressed is right", G. Hermet remarked in "The People Against Democracy" and Buchanan agreed: "the individual's right to revolution is the ultimate limit of the state's power." Contesting covers the whole spectrum, from mere protest to revolution, forms that are sustained and argued for as being justified even by some of the defenders of the social contract, from the ancient to the modern (see Mo-dzi, Locke etc.) The distinction between uprising and revolution is relative. An uprising that has accomplished its goals becomes a revolution, a failed one remains a simple attempt or a coup d'état. A victorious revolution builds its own legitimacy and legality. The risk, the possibility that a revolution may occur induces an unnatural cause-effect relationship, as the effect precedes the cause. The terror of revolution preventively limits oppressive power.

"Revolution considers that any executive power is corrupt and corrupting by nature, because it is separate from the people and has no contact with it, hence it is deprived of its legitimacy", Fr. Furet wrote in "Considerations on the French Revolution". Logically speaking, any revolution is illegal and illegitimate. But the right to contesting power is as natural as the right to life and freedom, being implied by the right of a society to decide its own fate.

We subscribe to the distinction between "refolution" [12] (a term used by T.G. Ash for defining the events occurred in Hungary, the Czech Republic and Poland – where reforms were imposed from the top) and "revolution" (a term used for designating changes from the basis to the top) invoked by R. Dahrendorf in his well-known paper dedicated to the European revolutionary phenomenon in the last decade of the last century. Whatever the name, the terms have the same connotation: a change of system that implies the re-negotiation of a new "social contract, even with the risk of temporary instauration of the "hobbesian jungle."

J. Habermas introduces, in his study "The Protest Movement and the Academic Reform", a distinction between the vulnerability of the system (caused by the weakening of the legitimating bases) and the crises of the system (that can last as long as no unsolvable issue emerges). The mere "legitimacy deficiency" does not grant a movement the character of political force in a revolutionary sense remarked the german thinker. It acquires this status only when an unsolvable issue adds to

the "legitimacy deficiency", in the context of the emergence of a potential for change.

There are relations of mutual conditioning between power and legitimacy: power without authority becomes tyranny [13]; when consent tends to be replaced with civic insubordination towards the decisions made by the institutions of power, we are faced with an authority crises or political stress – a synonym used in American politic science.

BIBLIOGRAPHY

1. Huntington, S., *The American Political Life*, Bucharest, Humanitas, 1994, p. 109.
2. *Ibidem*, p. 284-285.
3. Buchanan, J.M., *The Limits of Freedom. Between Anarchy and the Leviathan*, Iasi, The European Institute, 1993, p. 246, 283.
4. Nozick, R., *Anarchy, State, Utopia*, Bucharest, Humanitas Publishing House, 1997, p. 180.
5. Tompea, D., *Ethics, Morals and Power*, Iasi, Polirom Press, 2000, p. 115, 180.
6. See Habermas, J., *Legitimacy Issues in the Late Capitalism*, in Knowledge and Communication, Bucharest, Politic Press, 1983, p. 338; Furet, Fr., *Considerations on the French revolution*, Bucharest, Humanitas Publishing House, 1992, p. 21.
7. Revel, Fr., *The Revival of Democracy*, Bucharest, Humanitas Publishing House, 1994, p. 392-395.
8. Herz, J., *Legitimacy: Can We Retrieve it? Apud M. Dogan*, Politic sociology, Bucharest, Alternative Publishing House, 1999, p. 340.
9. Dogan, M., *op. cit.*, p. 228-229, 326-345.
10. Buchanan, J. M., *op. cit.*, p. 283.
11. Furet, Fr., *op. cit.*, p. 21.
12. Dahrendorf, R., *Considerations Upon the Revolutions in Europe*, Bucharest, Humanitas Publishing House, 1993, p. 9.
13. Florea, I., *Politic Mystic and the Paradoxes of Democracy*, Bucharest, Foundation "Tomorrow's Romania" Press, 1996, p. 122.

THE ORGANIZATIONAL DILEMMA: LEADERS OR MANAGERS?

Conf. univ. dr. NAZARE VASILE

Academia Navală "Mircea cel Batran" – Constanta

Abstract

Finding the difference between the concepts' content of leadership and management is imposed by theoretical and pragmatic thinking. This necessity shows the interest in formulating a documented answer to the eternal question: what exactly do organizations need, managers or leaders? The optimal functionality of the global social system and even the destiny of the human community, both depend on the rationality of this answer.

1 DIFFERENCES BETWEEN LEADERS AND MANAGERS

The leader identifies himself with the individual who has the capacity of influencing other people's attitude, behaviour and actions; he becomes a leading tool and has the biggest influence over the group. The leader has to comply with the following requirements: a) he's appointed by an instance which has the authority to do this or he's elected by the will of the group; b) he has the greatest capacity of influencing the others; c) he offers perspectives and direction of action; d) he mobilizes the group towards the achievement of goals and necessities. The leader is the convergence of three dimensions: to know (informed person and also generator of new information), to do (to act efficiently) and to be (to act like he should). [1]

The authentic leader is that person that, having or not a leading position, succeeds through his personal qualities, given his background, his capacity of communication and persuasion, his conduit and charisma, to determine and mobilize the energy of others, to engage them in different actions.

A. Zaleznik (in "Managers and Leaders: Are They Different") was the first author to strongly differentiate leaders and managers by four means: goal, conception about work, relationships with the others and self perception. From this perspective, leaders show personal active attitudes, they stimulate work and also offer possibilities of choosing it; leaders are empathic, have a low profile self identity and are oriented towards change. On the other side, managers have impersonal and passive attitudes; they don't get emotionally involved in relationships with the others; managers coordinate and balance work, they identify themselves with the need of maintaining order and they are conservatives. C.M. Watson (in "Leadership, Management and the Seven Keys") reaches the conclusion that managers embrace the hard-S (structure, strategy and system), while leaders are oriented towards the soft-S (style, leading team, complex abilities, known goals). Harris claims (in "The Best Companies Work in Canada") that on one hand, leaders are preoccupied by vision, directions of action and concerned about the main human approaches, while on the other hand, managers have the goal of efficiency, of making all these problems become operational. The leader does what he has to do and the manager makes things how they should be done (Drucker); the leader makes what's good, and the manager makes things good. The leader envisions the future, imagines, comes up with goals, plans of action and the manager has the operational skills, he knows how to do things, to make them real. Leadership can be regarded more as a psychological area, so that management goes in the administrative field. The leader is more often associated with the cognitive side; he's imaginative and has the ability to foresee, while the manager is mostly regarded on the action side (Bennis). "Leadership says if the ladder is on the right wall, while management is the efficiency in successfully climbing the ladder. Leadership is putting the effort on the right track and management represents the quantity of effort" (S.R. Covey). Leaders conquer the context, while managers surrender to it. The manager is nothing but a copy while the leader is the original. Managers administrate while leaders innovate. The manager focuses on systems and structure, the leader focuses on humans. The manager has a short-term vision while the leader has a long-term perspective. The manager asks how and when, but the leader asks what and why. The manager accepts the status-quo, but the leader challenges it (Hersey, Blanchard, Johnson). The leadership involves directing, motivating and mobilizing people towards a precise target, the development of a vision and its transmission to those that are to accomplish it. Management is the assembly of tasks required to rule the organization, the strategic decision making, the workload distribution, the work execution control and communication (Levy-Leboyer). Leadership operates with psychological methods of knowing and influencing the group and even the individual; management uses the "ecological method", an assembly of paradigms and techniques for achieving the optimal connections between the organization and

the environment. Management is the indirect leading (through the ones that are led); leadership is the “face to face” leading, influencing both the individual and the group. The manager is leading structures, while the leader deals with people. The leader has to overcome the fear of change while the manager has to win over complexity. The first guides people according to a vision and towards a direction of action, while the latter ensures the achievement of the plan, through control and solving problems. [2]

For a better and more accurate understanding of the relations between leadership and management, we can relay on M. Zlate’s opinion which sustains that between the two concept’s spheres and realities there are partial coincidences, thesis sustained by the following arguments: a) leaders and managers play basically the same roles (foreseeing, organizing, coordinating, engaging) but in a different manner. It’s possible that some individuals do both roles: leader and manager; while on some levels (outer levels), the situation could be reversed; b) it is possible that leaders and managers have the same abilities and qualities, leaders having a dominant conceptual and human affinity given by a native personality, while managers having a dominant operational skill, obtained through learning; c) the qualities and competences of these two categories are put in action according to the necessities that different situations require: the leader interferes when there is a major change, a fast one or a crisis, while the manager interferes daily, on a regular basis; d) the highlight and emphasis of qualities or competences, their balance with ups and downs, the compensation or conflict between the two of them, all these are only possible when one single person plays both roles.

From these relations, three distinct situations emerge: a) the leader-manager (meditation and action in the same time); b) balancing the two faces according to the situation: more leader and less manager or more manager than leader (situation raised from the need of integration and harmonization of two units: the elements and requirements for a good leading, and the management characteristics); c) the two jobs are given to different people, case in which there are four hypothetical scenarios: both strong leader and manager; strong leader-weak manager; weak leader-strong manager; both weak leader and manager. The ideal would be to combine the strong leader with the strong manager, but the successful organizations do not differentiate through leaders, or managers, it is a matter of how they work together that makes the difference. [3]

In Covey’s opinion, “No managerial success can erase a leadership failure. In the same time, leadership can be difficult, because it falls too often in the managerial paradigm trap”.

The leadership problem should answer to three questions, according to D.B.Forsythe: who can become a leader? when do groups need leaders? what is that a leader should do?

The leader’s presence in the organization’s life is determined by: a) the

need of coordination, administration and communication in the context of social complexity growth; b) solving problems (in the quest for the right answer history tells us that this process needs a collective answer and not an individual one); c) the growth of social action efficiency.

Concerned with the evolution of the individual towards the status of leader, J. Maxwell identifies and formulates the twenty-one laws of leadership: a) the limitative level law (the capacity of leading determines the level of efficiency); b) the delegation law (only confident leaders can offer power to others); c) the influence law (leader's measure unit is influence); d) the multiplication law (only a leader can form and train another leader); e) the progress law (leader qualities develop gradually, with each day); f) the acceptance law (people first accept the leader and then his vision); g) the navigation law (anybody can hold the steering but only a leader knows the path); h) the victory law (leaders always find a way for their team to win); i) the Hutton law (when a leader speaks, people listen to him); j) the big AV law (the right moment is a leader's best friend); k) the solid foundation law (trust is the base for leadership); l) the priorities law (leaders know that being active does not equal with being successful); m) the respect law (people respect leaders that are stronger than them); n) the sacrifice law (a leader must know to quit in order to evolve); o) the intuition law (leaders evaluate everything through their desire); p) the synchronization law (the moment you take the lead is as important as the path you are following and the means you have at your disposal to do certain things); r) the magnetism law (people that are alike congregate); s) the explosive development law (for development - be the leader for the ones that follow you, for multiplication - be the leader of other leaders); ș) the connection law (leader conquer your heart before asking for help); t) the inheritance law (the permanent value of one leader is measured through his successors); ț) the inner circle law (the potential of one leader is determined by ones that are close to him). [4]

2 THE POWER, THE QUALITIES AND THE ROLE OF THE LEADER

French and Raven (in "The Basics of Social Power"), analyzing power within organizations, conclude that the leader gets his position and is maintained there by certain sources of influence: the power of rewarding (the possibility of offering rewards to the people that comply with the directives of functional nature), the power of sanctioning (in order to maintain the normative exigencies of the organizational life), the power of legitimacy (based on authority and the position hold within the organization), the referential power (power that resides in the leader's charisma and in the employees' respect for him, and it induces the will of identifying with the leader), the professional power (competence and expertise in certain areas), and the informational one (knowledge as power). [5]

The leader's power is associated and it's based on the essential qualities:

his diversified background (solid knowledge), creativity (originality), independence, experience, assuming responsibilities and risks, curiosity without limits, will of accomplishment, capability of vision, activity and maturity, personal integrity and self confidence, force of communication, sociability (mastering interpersonal relationships), flexible in front of long-term changes, positive personality, emotional control [6] and emotional intelligence.

W.Bennis, following a study carried on sixty big company leaders, identified and formulated four defining competences for leaders: a) attention management (the capacity to attract people through creating and communicating a vision and determining them, by personal example, to follow and make it happen); b) the signification management (the capacity to make people understand the real meaning, their objectives and the needed course of action); c) trust management (the capacity of inspiring trust, solidarity and consistence through the message); d) self person management (the capacity of introspection, of knowing his own minimum and maximum limits for preventing a potential failure). De Vito (in "Human Communication, The Basic Course") reveals the main functions of the above stated: the activation of group's interaction; maintaining the interaction at an efficient level; the assurance of group's satisfaction after participation; conflict management; group building and cohesion; group encouraging towards perfectionism.

Analyzing the results obtained, leaders can be efficient and inefficient. The differences are determined by the specific notes of each type. Certain qualities give efficiency: promptitude in decision making, rational usage of time, passion, balance, pleasure and confidence in everything they do. Also intuition – which implies seeing and taking every opportunity, the identification of problems and the consequent quest for their solution are the qualities of good leaders. But there are things that make leaders inefficient: not assuming responsibilities for the mistakes made and not keeping promises; running from problem solving and taking contradictory decisions without proper documentation and presented with poor persuasion; using random and excessive authority and showing lack of interest in the employees' problems; going to excessive criticism without appreciating merits or good work and not defending people under command when they need it; displaying arrogance and exaggerate ambition in order to hide their own lack of honesty, incapacity of building a team, incapacity of selecting and growing individuals, incapacity of adapting to the supervisor's different managerial style, complete lack of strategic thinking and finally to hide their dependence on a leader or mentor.

Starting with the meaning of routine or habit, as a synthesis of knowledge, abilities and wishes. [7] S.R. Covey (in "The Seven Routines of Performant People") says that there are seven exigencies that make people efficient: to be active; to act properly in obtaining a goal; to prioritize targets; to think like a

winner and to reject the possibility of failure; to understand people so they can understand you; to act for the unity of group; to continuously perfect yourself. [8]

The action does not only depend on the effort's intensity, but also on a set of principles which should indicate the right direction. The successful leaders differentiate from the inefficient ones by knowing to allocate more importance to the leading activity (planning and instructing), by being more human oriented and maintaining a constant course of action.

3 LEADERS TYPOLOGY

Creating an exhaustive picture of this is close to impossible because every author uses different criteria and cannot cover every corner of reality. Still, we are going to try a certain classification after the following criteria: a) the decision making criteria: directive (the chief decides, schedules and informs the organization about the expectations that lay in front of them); supportive (preoccupied by the quality of the interpersonal relations), participative (the employees are consulted and the decisions take into account employees opinions) and oriented towards goals (encourages employees that standing together they are able to achieve their targets); b) the authority criteria: the autocratic leader (he commands and expects obedience, he's dogmatic and positive, he rules through his ability of giving rewards or punishing), the democratic leader (he gives the group directions of action, he consults with the people under command so that decisions are mutual and on a common ground and he encourages employees to get involved all the time); the "laissez-faire" leader (the "let it happen" leader who doesn't get involved, doesn't have initiatives, the type that develops and evolves on his own); c) the civilizational criteria: leaders for the first wave, leaders for the second and third waves; d) the pragmatic criteria: successful and unsuccessful leaders, popular and transformational; e) the political regime criteria in which democratic, authoritative or totalitarian leaders appear and manifest; f) the targets or agenda criteria: the foreseeing leader (that focuses on the future organization coordinates), the strategic leader (focuses on the strategy that must be followed), the exception leader (deals with unusual problems and out-of-order things), the innovation leader (focuses on changes); g) the zonal criteria: leadership of different types, like A (typical for North-American and European perimeter), J (found in Japan and China) and Z (stands as a combination, trying to perfect the American leadership); h) behaviour fundamentals and resources: the leader based on principles (centered on principles which govern leaders action) and charismatic leaders; i) depending on the activity field: political leaders, military leaders, leaders of economic organizations and institutes, opinion leaders, and the list could continue; j) the capacity and ability to influence: formal leaders (that accede this function being designated) and informal leaders (persons that have the most influence on a certain group).

4 LEADERS OF THE FUTURE

Concerned with the position of managers and leaders in a society of organizations, P. Drucker remains faithful to his belief of a well demarked and important manager role: “management exists for the organization. Any manager, who forgets this, will only make damage to the organization”. [9] His opinion about leaders represents a lack of trust towards these characters. We believe that his statement is based on the involuntary association of the leaders (generally speaking) with the political leaders, association which used to happen during the last century. “I don’t believe in leaders. All this talk about leaders is a dangerous nonsense. I’m very unhappy that after the twentieth century gave us characters like Hitler, Stalin and Mao as great leaders, the world wants even more leaders. We should ask ourselves what are their values and if we can trust them, not if they are charismatic. We just had enough charisma in the last one hundred years”. [10] He doesn’t believe in super-managers or leaders; he thinks that true managers are in the same time good “team leaders”.

But the twenty first century, W. Bennis claims, has a need of “a different generation of leaders”, leaders that have the capacity to understand and utilize the power of appreciation, to remind people what’s important, to generate and maintain trust, to be allies with the ones they have under command (followers).

This dilemma will probably be solved because of its pragmatic necessity. In order to be “efficient commanders, it takes that managers assume the leaders role. Practice has shown that the manager needs the abilities of a leader and that the leader must be an exponent of management”. [11]

5 CONCLUSIONS:

a) leaders are not born this way, they are shaped in time and anyone can become a leader; b) leaders build destinies and make history, while managers take charge of the different intermediate stages; c) the organizations’ future, no matter their field, needs decision making persons that have both leader and manager qualities; d) not every leading can be a good manager, but an exceptional managerial is implied to be a strong leader; e) management means transactional leading and leadership means transformational leading; f) the manager answers to the question of how to do and the leader answers to the question of what to do; the first induces and encourages routines, the latter develops and stimulates creativity; g) management is mostly an administrative relation while leadership is a relation of power which determines group’s behaviour.

BIBLIOGRAPHY

1. Sîntion, F., Papari, A., *Psihologie managerială*, Ed. A. Șaguna, p. 103; Teoria organizațiilor, în Buletinul învățământului militar, anul II, nr.1-2, 1996, p. 90; Pânioșoară, O.I., Comunicarea eficientă, Ed. Polirom, 2004, p. 233.
2. Vezi Savu, M. *Leadership și arta reinventării organizației*, fwd. aiesec.ro/index.php?catg=114-28k; Cornescu,V., Marinescu, P. , Curteanu, D., Toma, S., Management – de la teorie la practică, 2004, www.unibuc.ro/eBooks/stiinte/cornescu/index.htm-3k; www.leadership.ro
3. Zlate, M., *Leadership și management*, Ed. Polirom, 2004, p. 177-181.
4. Maxwell, J., *Cele 21 legi supreme ale liderului*, Ed. Amaltea, 2002.
5. Constantin, D., Ionescu, S., *Managementul organizației*, Ed. Cartea Universitară, 2003, p. 43-44; Sîntion, F., Papari A., op. cit. p. 27-228.
6. Constantin, D., Ionescu, S., op.cit., p. 48; Sîntion, F., Papari, A. (coord), op. cit., p. 114.
7. Constantin, D., Ionescu, S., op. cit., p. 57-58; Cornescu,V., Marinescu, P., Curteanu, D., Toma, S., op. cit., cap. 9, www.unibuc.ro/eBooks/stiinte/cornescu/index.htm-3k
8. Covey, R.S., *Eficiența în 7 trepte*, Ed. All, 1994, p. 86-87.
9. Drucker, P., *Eu nu cred în lideri*, în www.wall-street.ro/articol/Interviuri/5642/Peter-Drucker--Eu-nu-cred-in-lideri/ - 34k
10. Ibidem.
11. Constantin, D., Ionescu, S., op. cit., p. 42.

ENDURANCE AND SPRINT TRAINING

Conf.univ.dr.Ene-VoiculescuVirgil

Academia Navală „Mircea cel Bătrân”, Constanța

Abstract

According to the interpretation of training specificity I have proposed, it follows that two broad categories of training are needed by all swimmers: (1) endurance training for improving aerobic metabolism and (2) sprint training for improving anaerobic metabolism and power. These categories have been traditional parts of swim for years. There are several subtypes of training within each category that may be new to some readers, however.

The categories of training arc different from the ones described in the first edition of this textbook. The difference is more in terminology than substance. Training procedures are referred to by different names in this edition: overload training replaces maximum oxygen consumption (VO.max) training; threshold en-durance training replaces anaerobic threshold training; and the procedures for taetau tolerance training include swimming at race pace. The changes in termi-were made in order to present the training process in more accurate and understandable terms.

According to the interpretation of training specificity I have proposed, it follows that two broad categories of training are needed by all swimmers: (1) *endurance training* for improving aerobic metabolism and (2) *sprint training* for improving anaerobic metabolism and power. These categories have been traditional parts of swim for years. There are several subtypes of training within each category that may be new to some readers, however.

The categories of training arc different from the ones described in the first edition of this textbook. The difference is more in terminology than substance. Training procedures are referred to by different names in this edition: *overload training* replaces *maximum oxygen consumption (VO.max) training*; *threshold en-durance training* replaces *anaerobic threshold training*; and the procedures for

taetau tolerance training include swimming at *race pace*. The changes in terminology were made in order to present the training process in more accurate and understandable terms.

ENDURANCE TRAINING

The purpose of endurance training is to improve aerobic capacity, allowing athletes to swim faster with less reliance on aerobic metabolism. ... so that lactic acid will accumulate at a slower rate, and acidosis will be delayed. Athletes who are endurance trained will be able to swim at a faster average pace through the first three-

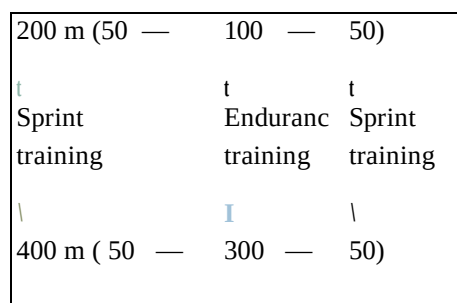


Figure 1 Relationship of the two forms of training to swimming races.

Quarters of most races and still have the energy to sprint fast at the end. Endurance training is important for athletes in all events of 100 yd/m and longer. Sprint and endurance training play important and different roles in races. Those roles are illustrated for distances of 200 and 400 m in Figure 5-1. Sprint training is needed for getting races out fast, with less effort in the first 25 to 50 m, and for bringing them back fast in the last 25 to 50 m. The purpose of endurance training is to help swimmers maintain a faster average pace through the middle of the race without becoming overly fatigued. Since the contributions of sprint training are greatest only in the first and last 25 to 50 m of races, the importance of endurance training increases as the race becomes longer.

Training at speeds that correspond to the anaerobic threshold is the most effective way to improve aerobic capacity. However, a good program of endurance training must also include other efforts at both slower and faster speeds. The reason for swimming some repeats slower than anaerobic threshold speeds is quite compelling. // is not physically possible to train at anaerobic threshold speeds day after day. The main energy source at anaerobic threshold speeds is muscle glycogen, and it becomes impossible to train fast when muscle glycogen is nearly depleted. Typical two-a-day training sessions that include 4,000 to 6,000 m at anaerobic threshold paces will reduce the muscles' glycogen supply by nearly 80 percent (Costill, Mifflin, Richard or • require 24 to 48 hours to replace it before

similar sets can be swum again. So, although training at the individual anaerobic threshold may be the most effective way to improve aerobic metabolism, the muscles' glycogen supply will only permit such training for one or two sessions in a row before depletion becomes so severe that swimmers are forced to swim slower. At slower speeds, fat becomes a principal energy source and the rate of muscle glycogen replacement will exceed its rate of use, so the muscles will be able to replace their supply.

The answer to the second question is that slow swimming can improve aerobic capacity, although at a slower rate. Nevertheless, when muscle glycogen is nearly depleted, athletes must settle for these benefits or none at all. Although resting will allow muscle glycogen to be replaced faster, this advantage must be weighed against the loss of conditioning that might result from training only a few days each week. It is better to train at less-than-maximum efforts than not to train at all.

Many benefits can be gained from training while muscle glycogen is being replaced. Drills can be practiced to improve strokes, starts, and turns. Stroke volume and other central circulatory and respiratory adaptations can be achieved by swimming slower than anaerobic threshold speeds. Additionally, all aspects of aerobic metabolism can probably experience some improvement even though, as mentioned, the extent of the overload will not be optimal.

In addition to swimming slower during certain times of the week, there are also times when swimmers should train slightly above threshold speeds, because training at that level provides a combined aerobic-anaerobic mix of energy metabolism that is similar to that which takes place in most races. Training slightly above the threshold, because it duplicates the aerobic-anaerobic conditions of competition, may be the most effective form of training for producing the important muscular adaptations that improve performance. This may be particularly true during periods when athletes plateau and can't seem to improve their race times. During these periods, swimming slightly above the threshold may provide the training overload that will reduce the production of lactic acid and/or increase its removal during races so that muscle pH does not decline as rapidly as before.

Considering the benefits, you may wonder why swimmers shouldn't do all of their endurance training above the anaerobic threshold. There are two reasons:

1. Swimming above an athlete's present anaerobic threshold includes a large component of anaerobic metabolism. Aerobic endurance may deteriorate if this type of training is used too frequently.
2. Because of the large anaerobic component, the volume of swimming that can be done above the anaerobic threshold will be inadequate for effective endurance training.

Training at speeds that are faster than the anaerobic threshold should be

viewed as a supplement to not a substitute for, regular endurance training.

Based on the previous discussion, athletes should use three levels of endurance training: the level below threshold speeds is referred to as *basic endurance term* the second is *threshold endurance training*; and the level beyond threshold speeds is termed *overload endurance training*. These three levels are also referred to in this text by the following terms:

1. End-1 (basic endurance training)
2. End-2 (threshold endurance training)
3. End-3 (overload endurance training)

Threshold Endurance Training (End-2) The purpose of this level of endurance training is to improve aerobic capacity at the fastest possible rate without overstressing a swimmer. This is the most effective type of endurance training that a swimmer can perform. To do it effectively, however, the athlete must know the swimming speed that corresponds to his or her individual anaerobic threshold. The best method for determining this speed is blood testing. Unfortunately, it is not possible for many swimmers and coaches to use blood testing because it requires expensive equipment. For this reason, several methods for estimating the anaerobic threshold that require only a pace clock will be presented in Chapter 8.

One of the reasons why threshold endurance speeds are so effective is that they require contractions of both the fast-twitch (FT) and slow-twitch (ST) fibers in muscle groups. Thus, these speeds improve the aerobic capacity of both fiber groups, whereas only ST fibers are affected at slower speeds.

The following box provides some guidelines for constructing threshold endurance sets. Any repeat distance can be used for this purpose, even 25s. The speed, rest interval, and total distance of the set determine the training effect more so than the repeat distance. Repeat sets are listed both by the time required for completion and the repeat distance so that they can be adapted for swimmers of any age or ability level.

Guidelines for Constructing Threshold Endurance Sets

- 1 Set distance: 2.000 to 4.000 yd/m for senior swimmers, or 25 to 40 minutes for others;
- 2 Repeat distances: any distance from 25 to 4,000 yd/m;
- 3 Rest intervals: 10 to 30 seconds;
- 4 Speed: individual anaerobic threshold speed, or maximum effort over the distance of the entire set;
- 5 Suggested mileage per week: 12.000 to 16.000 yd/m.

For best results, the total distance of the set should require 25 to 40 minutes to complete. Senior swimmers can usually finish 2.000 to 4,000 yd/m in this time. Age group, older Masters, and inexperienced athletes can probably swim

between 800 and 3,000 yd/m in 25 to 40 minutes, depending on their age and ability level.

The send-off times should provide 10 to 60 seconds of rest between repeats. The shorter rest periods (10 to 30 seconds) should be used for repeats of 200 yd/m and less, and the interval may be slightly longer for longer swims. Up to 1 minute of rest can probably be allowed for repeats of 800 yd/m and longer without interfering with the training effect, although it is not necessary to rest for this length of time.

Repeat speeds should be sufficient to overload aerobic metabolism in both and ST muscle fibers. These will be speeds that correspond to each swimmer's individual anaerobic threshold. For most swimmers, these speeds will produce blood lactic acid concentrations between 3 and 5 mmol/l. It is not really nen.-ss.iry to equate repeat speeds with blood lactic acid concentrations, however. If athletes complete these sets at the fastest possible average speed, they will be swimming near their individual anaerobic threshold. The set is too long to permit them to swim faster than anaerobic threshold speeds, because if they swim faster the increased rate of lactic acid accumulation would cause acidosis after the first 10 to 20 minutes.

The major source of energy for ATP recycling will be muscle glycogen at threshold speeds. Working muscles usually lose 50 to 70 percent of the muscle glycogen they have stored when swimmers complete one of these sets. Therefore, each set or two should be followed by 1 to 1 VI days of training at reduced speeds or duration. For this reason, athletes will probably not be able to swim much more than 12,000 to 16,000 yd/m per week at threshold intensities.

Overload Endurance Training (End-3) Athletes swim slightly above their individual anaerobic threshold in this type of endurance set. As mentioned, this form of training is very specific to the actual metabolic conditions encountered in races. It is also an excellent form of training for improving VO₂max. Guidelines for constructing overload endurance sets are listed in the following box.

- 1 : 1,500 to 2,000 yd/m for senior swimmers, or 20 to 25 minutes for others;
- 2 Repeat distances: 25 to 2,000 yd/m;
- 3 Rest intervals: 30 seconds to 2 minutes;
- 4 Speed. 1 to 2 seconds per 100 yd/m faster than threshold speeds, or the fastest possible average for the entire set distance;
- 5 Suggested mileage per week: 4,000 to 6,000 yd/m.

My experience has been that athletes can maintain these speeds for only 20 to 25 minutes. Consequently, the optimal distance for overload endurance sets is between 1,500 and 2,000 yd/m for senior swimmers. Several researchers have reported similar results (Madsen & Lohberg, 1987; Stegmann & Kindermann, 1982). The time frame of 20 to 25 minutes is a better guide than yardage for

determining the optimal length for overload endurance sets where younger swimmers, older swimmers, and those with less ability or experience are concerned.

Any repeated distance from 25 yd/m up to continuous swims of 2.000 yd/m can be used for this purpose. The send-off times should provide for rest intervals that are similar to those of threshold sets, only slightly longer. Twenty seconds to 1 minute is good for distances less than 400 yd/m, and 1 to 2 minutes can be used for longer repeat distances.

For most swimmers, overload endurance training speeds correspond to those that produce blood lactic acid concentrations of 4 to 6 mmol/l, although values of 3 to 5 mmol/l may be more suitable for some well-trained endurance swimmers. A simpler method for estimating the proper pace is to subtract 1 to 2 seconds per 100 yd/m from threshold endurance training paces.

Overload endurance training is very strenuous and cannot be used too frequently or aerobic capacity may deteriorate from overtraining. For this reason, I suggest that senior swimmers complete only 4.000 to 6.000 yd/m per week at this intensity. The total for age group swimmers should be revised downward to 3.000 to 4.000 yd/m because of their slower training speeds.

The rate of muscle glycogen depletion will be very rapid when swimming at overload endurance speeds. However, the sets are usually too short to cause complete depletion, unless the amount stored was low to begin with. Accordingly, overload endurance sets should not be attempted when low muscle glycogen levels are suspected.

BIBLIOGRAFY

1. **Maglischo E.W**, Swimming Even Faster, 1993
2. **Cellini M, Vitiello P, Nagliati A, Ziglio P G, Martinelli S, Ballarin E and Conconi F (1989)** Noninvasive Determination of the Anaerobic Threshold in Swimming. *International Journal of Sports Medicine* 7:347-351.
3. **Costill DL, Maglischo E.W and Richardson AB (1992)** Handbook of Sports Medicine and Science - Swimming. Blackwell Scientific Publications.
4. **Draper J, Minikin B and Telford R (1991)** Test Methods Manual - Section Three - Swimming. National Sports Research Centre, Australian Sports Commission.
5. **Costill, Maglischo and Richardson 1992; Draper et al. 1991).** Essentials of Sports Medicine. 2nd edition, Churchill Livingstone
6. **Sports Science Advisory Group** Australian Swimming Inc. 1996,

Testing Protocols 1997-2000.

7. **Tanaka H and Swensen T (1998)** Impact of Resistance Training on Endurance Performance - A New Form of Cross-Training? Sports Medicine 25(3):191-200.

8. **Zachazewski J E, Magee D J and Quillen WS (1996)** Athletic Injuries and Rehabilitation. Chap. 16, W.B. Saunders Company.

THE INFLUENCE OF THE PRINCIPAL INDICATORS VOLUME FROM THE GIRLS CADETS 100M. FLAT SPRINT EVENT, ON THE RUNNING SPEED ON 7 SECONDS IN THE PREPARATORY PERIOD

Prof. univ. dr. George STÂNCULESCU

Conf. univ. dr. Cecilia GEVAT

Conf. univ. dr. Mirela DAMIAN

Asist. univ. Alexandru STRATON

Universitatea "Ovidius", Facultatea de Educație Fizică și Sport, Constanța

Conf. univ. dr. Carmen ENE-VOICULESCU

Cpt.cdor.dr.Virgil ENE-VOICULESCU

Lect. univ. drd. Constantin RIZESCU

Asist. univ. drd. Alin LARION

Asist. univ. Cristian POPA

Academia Navală „Mircea cel Bătrân”, Constanța

Abstract

This paper contents the movement's speed of the athlete. The speed can be improved by developing in principal the muscular force. The energy for the maximal speed is obtained on the anaerobic-alactacide. In the study we will see, if the principals indicator's volume from the girls cadets sprint event, with intensity for 95-100% influences or not the running speed on 7 seconds, in the preparatory period. After our experimental part, in conclusion, we can say that the volume of the principal indicators from the sprint event 100m split (girl cadets) it's not sufficient in order to make the distance covered by the subjects in maximal speed in 7 seconds, longer, the 60m volume it's the only one that influences significantly the speed on 7 seconds.

Key words:

Speed, acceleration, technique, cadets.

The ability of making quick movements is one of the most important qualities of an athlete including those of who this quality is not considerate as principal. The movement's speed of an athlete is determined mostly by the nervous activity to the cortex, which provokes the contractions and the relaxations of the muscles, conducts and coordinates the movements. It depends mostly by the athlete resistance. The speed can be improved by developing in principal the muscular force; on account of increasing the capacity of make very strong efforts in very short lapses of time.

The energy for the maximal speed is obtained on the anaerobic-alactacide way. The anaerob-alactacid system is best drawn, when the athlete realizes maximal speeds (intensities between 95% and 100%).

In Vern Gambetta's vision, 1988, the components of the anaerob-alactacid metabolism, which correspond to the maximal speed, are lasting approximately 6 seconds, and they should be trained when the muscular tiredness is not present (after 24-36 hours of resting). Other authors considers that the anaerob-alactacid metabolism which corresponds to the maximal speed, lasts only for 4 seconds.

The german specialist Tony Nett considers that the uncorresponding administration of the distances (and of course of the time in which the maximal speed can be developed successfully) during practice, determinates the apparition of a phenomenon called "the false dynamic stereotypy", through which, the athlete becomes slow, instead of fast.

In conclusion, we will enumerate the factors which conditions the speed: the reaction time, the speed of the nervous impulses, the explosive force, speed in regime of force, the speed of muscles contractions, the technique of the movement, the efficiency of the anaerobic-alactacid process.

The fundamental principles are that the speed has to be improved as a "whole", by improving all the factors which conditionates the speed, and also by developing the methods of the multilateral training, especially of those which develop the speed in regime of force and the elastic force.

In the study we will see, if the principals indicator's volume from the girls cadets sprint event, with an intensity of 95-100% influences or not the running speed on 7 seconds, in the preparatory period.

Table Nr. 1- The parameters of the subjects from our investigation

SUBJE CTS	AGE (years)	The distance covered in maximal speed on 7 seconds (m.)	The volum 30m. (m.)	The volum 40m.(m.)	The volum 50m.(m.)	The volum 60m.(m.)	The volum 80m. (m.)
A	15	58	2040	320	1500	1440	960
B	15	51	2040	320	1500	1440	960
C	14	48	1860	640	1200	960	960
D	14	49	600	160	1000	480	640
E	14	47	600	160	800	360	480
F	14	49	600	160	1000	480	640
M±DS		50,3±3,98	1290±785 ,7(a)	293,3±187,04 (a)	1166,6±287,5 1(a)	860±494, 2(b)	773,3±2 12,66(a)
CV		7,91%	58,8%	63,7%	24,6%	57,4%	27,5%

a) insignificant correlate with the distance covered in maximal speed on 7 seconds, $p > 0,05$;

b) significant correlate with the distance covered in maximal speed on 7 seconds, $p < 0,05$;

The testing of girls cadets was done at the end of the month and the volume of the principal indicators from the sprint event (divided on distances between 30m. and 80 m.- meaning the volume of the 30m., 40m., 80m., splits runned at 95-100% intensity) was calculated on a period of a month (the month in which the testing was done) from the preparatory period.

The subjects were well prepared (they achieved a maximal speed at 95-100% intensity – during 7 seconds) and the testing conditions were ideal (most propitious temperature, no wind, synthetic track “regupol” type, suitable instruments).

The disperse of the values for the distance covered in maximal speed in 7 seconds and for the volume of the principal indicators from the sprint event realized on 30m., 40m., 50m., 60m. and 80m., are normal ($M \pm 2DS$).

In what CV is concern, we can notice that for the distance covered in maximal speed, the population of the values is homogenous and for the volume of the principal indicators in the sprint event, the population of the values is unhomogenous; this can be due to the small number of the subjects which have been tested.

As we can see in table, from all 5 correlations done between the distance covered in maximal speed in 7 seconds and the volume of the principal indicators from the sprint event, respectively (30m., 40m., 50m., 60m., 80m.), four of them

were insignificant ($p > 0,05$ between the distance covered in maximal speed in 7 seconds and the volume of the splits on 30m., 40m., 50m. and 80m.) and only one of them was significant ($p < 0,05$ between the distance covered in maximal speed and the 60m. splits volume).

All correlations were positive, so the parameter of the significant correlation evolve in the same direction, while the parameters of the insignificant correlations tend to evolve in the same direction.

In conclusion, we can say that the volume of the principal indicators from the sprint event 100m. split (girl cadets), it's not sufficient in order to make the distance covered by the subjects in maximal speed in 7 seconds, longer; the 60m volume it's the only one that influence significant the speed on 7 seconds.

SELECTED BIBLIOGRAPHY

Belotti, P.- "Some Considerations Concerning speed Training; New Studies in Athletics", *Edit. Marshallarts Print services LTD.*, 6,2 Pgg.7-10.

Gambetta, V.- "Pliometrics: Myths and Misconceptions", www.humankinetics.com, 2001.

Gevat, C., Larion, A.- "Atletism", *Ovidius University Press Edit., Constanța*, 2001.

Nett, T.- "Speed Technique", www.humankinetics.com, 2001.

*** "Speed Training", www.humankinetics.com, 2001.

MODERN BASKETBALL TECHNIQUES FOR NAVAL ACADEMY TEAM

Lect. Univ. dr. Aurel BEJAN

Academia Navală "Mircea cel Bătrân", Constanța

Abstract

This study contains some tactical plans (offensive and defensive) which are combined and integrated to Naval Academy basketball team which can be used in National Army Competition.

The body of knowledge in the sport of basketball is increasing at a very rapid rate. Defensively, a coach must design techniques that not only counter the opposition's offensive plans, but attempt to dictate the tempo of the game. This may include man-to-man defense that have evolved from simple "stay between your man and the basket" rules to intricate team plans that rotate, repressure and help, help and recover, run and jump, trap, fan, fade, influence, and make innumerable other gyrations. Zone defenses have not escaped this period of change and they now match, trap, rotate, flex, adjust, and even extend to full-court to become pressure defenses. As a coach, you must also present offensive plans that permit your team to compete successfully against them. This article attempts to simplify your job by: introducing you to some modern, mechanically sound team techniques; and pointing out relationships in the various elements of team techniques, and how they can be combined or integrated.

The ideas progress in the following manner:

- Man-to-man offenses that may be adapted to face zone defenses. The offense is the multipurpose double-dribble continuity offense. It's based on set plays that culminate in a continuity. The offense is the three man passing game.

- Winning zone offense begins with the fundamentals of a zone plan. This is followed by seven zone offensive series a coach may adopt one of the series as his zone offense or integrate parts of several into his present plan

- An offensive full-court traffic pattern offers a novel pattern that may be used when: the oppositions fail to score and you want to fast break from a missed field goal; the opposition fails to score and you want to fast break from a missed free throw; the opposition scores and applies a full-court zone press; when the oppositions score and applies man-to-man pressure

- Versatile out-of-bounds plays. Coaching strategy and rule changes have increased the importance of this phase of the game. This provides inbound methods from all areas of the court, and prepares your team to meet the situations that demand them.

- The hybrid man-to-man defense, combines the two major widely accepted man-to-man defensive theories to offer an airtight, comprehensive defense plan.

- Zoning with man-to-man principles. Permits you to utilize a defensive plan to combine the strengths of both zone and man-to-man defense.

- Applying zone pressure starts with some basic assumptions that may increase the chances of success for any zone pressure defense. It then provides several pressure defenses designed to counter modern zone – pressure offensive plans.

I feel this next may help you in either of two ways. First, you may adopt one or more of these ideas and benefit from the extra practice time they provide by simplifying and combining the elements of team techniques. This simplification of techniques may occur in many ways including using one of the offenses against man-to-man, zone or combination defenses; utilizing the zone defense based on man-to-man principles, adopting the man-to-man defense that utilizes zone methods, trying the zone-press offense that may be used versus both half-court and full-court defenses; or attempting one of the suggested man-to-man out-of-bounds plays that are adaptable to zone defenses. Secondly, you may choose to maintain your present team techniques, but take a look at them in terms of their adaptability and use in other situations. The result may be a saving of valuable practice time, and an improvement in the teaching and learning environment of your practice situation. Whatever the effect. I hope that through this work I have made some contribution to your success in the often frustrating, but always challenging and invigorating profession of coaching basketball.

Multipurpose double-down continuity offense

The double – down offense is a continuity offense that may be run against man-to-man, zone, and combination defenses. It is a power offense because its primary scoring options are based on the inside game. The continuity as always

preceded by pattern set play. A pattern set play is a simple maneuver that may or may not contain a scoring option. However, when it concludes, the personnel are in position to run the basic pattern. By using this device, a simple pattern may be given variety. It's also functional as a season progresses to meet specific situations, or to take advantage of particular match-ups.

The offense runs from a two-guard set. Although the plays may be initiated on either side, player 1 is the lead guard and will start most of them. Player 2 may be a defensive specialist and will very often have the task of maintaining defensive balance. Forwards 3 and 4, and post man 5 are the inside men and, for the most part, are interchangeable. This, plus the fact that the post man must set up high, negates the necessity for a very tall post player.

Following is a wide variety of pattern set plays. You should select two or three that are most compatible with your offensive philosophy and the personnel available to you. As the season progresses you may change pattern set plays or add to those you have chosen initially.

Winning zone offense

Any zone offensive plan must consider the fundamentals of zone offense:

- Zones are vulnerable to the fast break.
- Play your offensive-zone players between the zone defenders and "split" the zone.
- Read the zone's intent and make your plans accordingly. Are the defenders putting pressure on the perimeter or are they packing the lane?
- Have a plan that makes the zone come out and then get the ball inside.
- Have a rebound plan; zone teams want to give you one hurried outside shot.
- Expect to shoot from the outside; take a good look at your offense; know where the outside shots will be taken and spot shoot in practice
- Move the ball at a planned tempo "hot potato" does not work; teach your players to fake and then pass.
- Throw crosscourt passes; zone teams seldom practice against them.
- Send cutters through; it forces the zone to tighten up and result in better outside shots
- Vary the offensive perimeter; matching zones key on the oppositions offensive front, in regards to whether it is odd or even.
- Take advantage of your personnel match-ups; man-to-man defenses determine the match-ups, but in the zone game, the offense makes this determination.
- Run your man-to-man offense as a secondary zone attack; when things are not going well, give them something different to look at.

A coach should decide which of the various maneuvers fit his personnel and

put together a tailor-made zone offensive plan. Many of these serious features the triangle play which is the best zone play. It offers a method of getting the ball inside against the zone. Also included is a section on dribble-entry play against zone defenses.

An offensive full-court traffic pattern

The following full-court traffic pattern is more than a fast - break plan. It is a pattern that may be run: when the opposition fails to score and you want to attempt to fast break from a missed field goal; when the opposition fails to score and you want to run the ball up-court in an organized fashion; when the opposition scores and applies a full-court zone press, and finally, when the opposition scores and applies man-to-man pressure. One of the techniques we teach our guards to use when bringing the ball up-court is the “the loop”. We use a 2-2 full court drill that teaches the offensive guard without the ball to give the guard with the ball the entire floor by making a looping cut.

Defeating the zone press

The following zone-pressure patterns are innovative methods of counteracting the plans of zone-pressure defenses. The offensive patterns are predicated on the fact that the “Achilles Heel” of the zone press is its middle, and are designed to take advantage of this fact. The various patterns include: the trailing big man pattern that offers a new approach to the defeating zone presses; a moving pattern that makes it difficult for the defense to anticipate your plan; a second moving pattern with a novel twist; and a multipurpose plan that may be used as a full-court press pattern, a half-court pattern, or as a device to stall and force standard zone defenses to come out and cover one-half of the area. The trailing big man zone-press offense is designed to take advantage of the inherent weaknesses of the zone-press defense. Most of these defenses attempt to double-team the inbounds pass and deny the pass to the middle. At the same time, they must protect against the long pass. Because they are so conscious of the goals, they are very vulnerable to a reversal of the ball to the opposite side. Teams have always tried to do this by passing forward into the middle of the press and then to the weak side. This is a very functional, but risky, technique. This offense has an alternate method of reversing the ball. It is done by way of a backward pass to a trailing big man.

The hybrid man-to-man defense

There are two widely accepted approaches to man-to-man defense. They are:

- A. One that emphasizes pass -denying pressure, lacks on-side help on the ball, makes ball reversal difficult and expects most of the help to come from an offside defensive rotation.
- B. Defense that provides much onside help on the ball, lacks some

pass-denying function (especially ball reversal), and also expects help from an offside defensive rotation.

In the final analysis, both of these defenses are made possible by the simple fact that offensive teams cannot put five men on the ball-side of the court and expect to have enough room to work because of this, most teams run offenses that consist of three-man plays (sometimes two-man plays). This leaves at least two offensive players away from the ball with little scoring potential. Today's defenses take advantage of this by playing tough defense on the ball, and what is, in effect, a zone on the offside. This offside zone rotates to the ball-side when any offensive penetration is threatened. As a result, the offense is playing three players and two offside helpers.

Zoning with man-to-man principles

Much has been written about playing man-to-man defense with zone principles. Theoretically, this concept permits you to adopt the strengths of both man-to-man and zone within the same defense. This positive results may be also be attend by playing a zone defense and utilizing man-to-man principles; the following two defenses do just that. The first defense use the principles made popular by Bobby Knight. These principles include utilizing triangles and attempting to get help on both the offside and ball-side. The second defense gets more pressure on the initial penetration pass by the rule "one pass away equals pressure and two passes away equal help". This defense is an offshoot of the man-to-man defense rules that are attributed to Dean Smith.

Applying zone pressure

The use of zone pressure has become a complicated strategy. Most teams have a "well-thought out" plan and have devoted much practice time to this phase of their offensive game. A great deal of material has been written, and fairly standard methods have been developed to beat the zone press. But the standardization of offensive techniques is a two-pressure sword because it also permits the defensive zone-pressure coach to make certain assumptions that may increase the chances of success for his defense. Some of these are:

- Most teams are right-handed and will take the ball out on that side as you face downcourt. These teams have also been taught not to take the ball out under their backboard, and that forces them farther to the right. These factors permit the defense to overshift their zone press to that side.
- Many teams will attempt to blitz your press by taking the ball out quickly and throwing long. If you choose to invert your defense by taking the time to allow the big men to get back and the small men to get front, someone must protect the basket until these two things occur. One defender must also quickly pressure the inbound passer and a small man must protect that defender's zone

temporarily until a big man must protect that defenders's zone temporarily until a big man gets back.

The most pertinent question in regard to the scoring play is "will that take the ball all the way to the basket whenever possible, or do they desire to beat the press and then set up their basic half-court offense?". This information should be in the scouting report for a given team and may determine when the defense will retreat to their basic half-court defense.

BIBLIOGRAFIE

1. PREDESCU, T; GHÎTESCU, G – "Baschet. Pregătirea echipelor de performanță." Editura Semne , București 2001.
2. PREDESCU, T; MOANȚĂ, A – "Baschetul în școală. Instruire-învățare." Editura Semne, București 2001.
3. VASILESCU, L – "Baschet. Bazele tacticii" . Editura Sport – Turism, București 1983.

LES ESPACES MARITIMES- VOIES DE COMMUNICATIONS ET THEÂTRES DES QUERRES

Cdor. dr. Marian SÂRBU

Academia Navală "Mircea cel Bătrân", Constanța

Rezumé

L'étude present quelque considérations relatif au l'importance des espaces maritimes, qui sont en meme temp voies de comunication et théâtres des conflicts militaires. Commmme voie de comunication, les espace maritimes sont utilisées de toutes les pays, indifèrent de ses statuts- beligerants ou neutres. Comme théâtres des conflictés, les espaces maritimes ont été confrontés par des luttés violentes qui ont assuré plusiesur fois, avantages evidentes au états insulaires.

Depuis toujours, la mer a été une source de subsistence. Pour la plupart des gens qui vivaient au bord de la mer, le poisson a représenté une source essentielle des proteines.

Le poisson, au quelle il faut compléter les mammifères marines étaient jusqu'au XX ème siècle, les seules sources de la mer qui pouvaient être utilisées avec le sel et quelque produits marginales, comme les alques et les perles.

En vertu du principe d'Arhimede la mer est, par sa natura, la voie de communication la plus économique et la plus facile pour le transport des marchandises. Par exemple, l'export du blé rus vers l'ancien Elade a commencé depuis le VI ème siècle AH, et la Rome Imperiale va dependre du blé egyptien; il aura été impossible la réalisations de cettés transports par terre.

Mais, le trafique a été longtemp limité souvent, au marchandises qui n'étaient arrivées qu'à l'élite urbain.

L'une des mutations décisive a l'époque contemporaine est représentée par le réversement radical sur rapport de la mer. Le XX ème siècle a connu une exploitation sans précédent au comèrse maritime.[1]

André Vigarie dans un intéressant livre[2], nous rapelait la dépendance de plus en plus, l'acroissement du trafique commercial se prolonge depuis le debut du XX ème siècle (avec une courte éxception pendat le deuxième guerre mondiale), il est accéléré, jusqu'il est devenu exponentiel.

Cette augmentation fantastique a été posible, moins a couse de la multiplication des navires, et quant à l'augmentation de tonnages unitaires. La supériorité du transport maritime est une date indiscutable et durable qui ne peut être influencée serieusement, ni par le développement du transport aérien, ni par la révolution du transport tэрrestre.[3]

La mer est en même temp théâtre des conflits militaires. Les confrontations se sont déplásée, très rapide sur la mer, parceque, le plus encien lutte (bataille) navale connue, date du XII ème siècle AH; le Faraon Ramses le III ème, repoussait l'invasie du peuple de la mer, dans une lutte navale, qui se déroulait dans la Delte du Nil.

La mutation decisive est située dans le VI ème siècle AH., quand apparait le premier navire imaginait spécialement pur la lutte- la trirème: „Avec elle, la lutte n'opose pas des gens contre autre gens, elle deviègne la lutte entre cettés creatures animés qui sunt les navires.”[4]

D'abord, la guerre navale s'est developpe, le log des cotes, jusqu'au XX ème siècle. Les confrontations au millieu d'Océan, comme a été la lutte de Pruiriail de 1794, a résté une éxception.

Cette prmanence du caractère cottière de guerre navale s'explique par des motives logistiques et par l'impossibilité de comuniquer rapide et à la distance. Mais, particulièrement, une flotte dans l'Océan était pratiquement indécouvert, en l'absence des moyens de détéction.

On est connu la partide entre Nelson et l'Amiral Bruays, en 1798, d'une extrémité à l'autre de Mediteranée, répétée en 1805, quand le même Nelson va jusqu'Antile, suivre l'Amiral Villeneuve, mission qui est finit par la blocation du Nelson dans le port du Cadis.

Une autre éxemple, en 1916, pendent le première guerre mondial, pendant la lutte d'Jutland, les flottes britannique et allemande, defillent à quelque mille l'une de l'autre.

En 1941, l'Escadre japonaise d'Amiral Nagumo, traverse une demie d'Ocean Pacific sans être repérée. Après quelque mois, le portavion Hornet fait le tracé invers, pour lancer ses bombardières contre le Tokyo, dans des aréales maritimes ou la suprématie appartenait, évidemment au Japon.[5]

Aussi, pendant la guerre d'Atlantique, en 1942-1943, nombreux convois alliés passent sans être attaqué, protégés de l'imensité d'Océan.

Puis, la guerre navale est dépendent de téhnique. Par la conjuncture, le navire, beaucoup que le matelot, est l'unité de base de la guerre. Le general

Beaufre a noté cette chose[6]: „ Sur la mer ou dans l’air, le matelot ou l’aviateur ont un rôle plus petit, parceque la liaison entre les combattants est assurée par le matériel; il est impossible d’abandonner ni le navire ni l’avion. A cette cause, dans la géopolitique maritime, le facteur matériel a été, en général, prépondérant; les observations relatives à la vitesse, manœuvrabilité, la protection, ou le pouvoir des navires, sont décisives”.

En conclusion, au lieu de suivre, comme sur terre la désorganisation, il faut viser la destruction physique. Le corollaire de cette loi est que la lutte serait souvent refusée quand la partie est inégale.[7]

Enfin, parceque la mer est en même temps le moyen de communication et théâtre des conflits, la guerre navale n’aura pu être limitée à une confrontation purement militaire.

Le juriste allemand Carl Schmitt a souligné que „l’opposition entre la guerre terrestre et la guerre maritime traduit l’existence de deux mondes différents, deux conceptions authentiques du droit”[8]

Sur terre, les adversaires sont les armées, la population n’est pas ennemie, et elle est traitée par conséquent, tant qu’elle ne participe pas à la lutte. Le combat sur la mer, au contraire, est basé sur l’idée qu’il faut détruire concomitamment, l’économie et l’adversaire. A ce moment là, l’ennemi, n’est seulement l’adversaire armé et n’importe quel citoyen de la nation adverse et même, dans le final, n’importe que l’individu, même de l’Etat neutre, qui a des liaisons avec l’ennemi. Une blocade chagrine sans exception toute la population du territoire visé.[9]

Une autre caractéristique des géopolitiques maritimes est la dilatation de ces espaces. En temps que le rationnement géopolitique opère avec des distances de dixièmes au maximum cent km sur terre, cette distance se chiffre sur la mer à cent au mille km, au mille marin.

Cet phénomène n’est pas nouveau. La guerre sur mer a eu des tendances, au moins commencer avec l’époque moderne, se dérouler dans un espace dilaté. Par exemple, dans le XVIII^{ème} siècle, la guerre terrestre se déroulait dans des cadres étroits; au contraire, sur la mer, la lutte a eu lieu, presque partout: en Asie, sur les côtes américaines, autour des Indes, dans la Méditerranée, dans La Manche, en Mer Noire, et même en Baltique et l’Océan Arctique.

Le premier guerre mondiale reste encore, sur terre, une guerre exclusivement européenne, avec quelques exceptions, quelques campagnes marginales en Afrique.

Mais, la deuxième guerre mondiale sera celle qui prouvera cette exception, inévitable de la guerre navale.

L’exemple le plus caractéristique est probablement, celui de la flotte japonaise, dans les premières six semaines de la guerre: en décembre 1941, les porte-avions d’Amiral Nagumo attaquent Pearl Harbor, en Hawaï, en avril 1942, ils pénètrent dans l’Océan Indien et attaquent Ceylan. Revenant en Pacifique deux porte-avions

participent à la lutte dans la Mer Coral, pendant que les autres navigaient vers Midway.

Ou moins de six mois, les portavions japonaises ont heurté des objectives qui s'éloignent sur 13.000 de km. de l'Est à l'Ouest et 8.000 de km du Nord au Sud. Leur zone d'opérations correspondait environ le demi de surface du monde.[10]

La supériorité d'instrument navale encourage le maître de la mer, qui est libre d'attaquer dans les plusieurs lieux.

Pendant la deuxième guerre mondiale, après deux mois de la lutte de Midway, Les Etats Unis débarquent en Guadalcanal, à 6000 km de leur base de Hawaii. En novembre 1942 les Américains débarquent en Afrique du Nord- une partie du corps expéditionnaire arrive directement de la côte de l'Est des Etats Unis.

Aujourd'hui un portavion et son groupe parcourt plus de 1000 km chaque jour- dans la guerre du Golfe, la plupart du personnel et du matériel sont venus directement des Etats Unis, en faisant un demi du tour du monde.

La conséquence logique de cette élargissement provoqué du progrès technique se développe à distance de plus en plus grandes. La lutte de la Mer Choral de 1942, est la première qui se déroule au-delà d'horizon. Cette prolongation du tir d'armes, grâce à l'avion et puis aux roquettes et l'augmentation du déplacement des navires, font que les escadres s'éloignent plus en plus des côtes.[11] **Ainsi la géopolitique maritime est devenue océanique. Mais cela ne signifie que sur mer les distances n'existent pas.** Aujourd'hui, encore, malgré la propulsion nucléaire ou l'alimentation sur mer, les bases restent indispensables: le repos du personnel et l'entretien du matériel, imposent ça, impératif.[12]

Même sur les mers étroites, le rapport entre la surface occupée des navires et l'immensité maritime, donne la sensation que la mer est vide. Le système des routes escortées a été toujours falimentaire, l'espace maritime étant plus vaste pour être contrôlé effectivement. Ainsi en septembre 1916, 3 U Boote allemandes opéraient dans La Manche, qui était patrouillée de 49 destroyers, 49 torpilleurs, 7 navires capotés et 468 auxiliaires, cela fait 572 navires.[13] Les barajés anti sous-marins installés dans le Canal Otranto surveillé de 300 de navires ne font couler à fond aucune navire.

Quelque voix autorisée, repose en discussion la nécessité des bases, qu'il avaient devenus, du point de vue militaire, inutiles et du point de vue politique periculieuses.

L'amiral Moinville a affirmé que l'alimentation sur mer permet aux navires „dominer la mer par les propres moyens sur les périodes du temps considérables”[14] Par exemple l'ancienne base française de Diego-Suarez de Madagascar a été considérée longtemps une condition sine qua non de présence française dans l'Océan Indien. Après l'indépendance de Madagascar l'évolution politique a fait que Diego-

Suarez soit inutilisable. Malgré ces évolutions, France est présente dans l'Océan Indian, avec les moyens importantes, grâce à l'appui logistique. En Méditerranée, la VI^{ème} Flotte Américaine fait la même chose.

Il faut compléter, **malgré l'accroissement du rayon d'action des navires, la supériorité du pouvoir maritime par rapport du pouvoir continental, à plus tôt, la tendance de se réduire, en vérifiant la prédiction de Makinder sur un plan géopolitique.**[15]

L'auteur cité faisait la remarque que si Grande Bretagne a pu expédier une armée d'un demi million en Afrique, pendant le règne des Burres, performance saluée par les soutiens du pouvoir maritime, la Russie a réussi en même temps, une action remarquable, utilisant un nombre équivalent des soldats dans l'Extrême Orient, grâce au Transsibérien.

De l'avantage en espace, le pouvoir maritime ne conserve qu'une grande liberté d'action à une échelle mondiale. À une échelle restreinte il n'existe plus.

Nous présentons quelques considérations vis à vis de la géopolitique maritime, dont le spécifique est évident.

Ces grands principes sont souvent les mêmes, leur application faudrait adapter aux richesses d'ambiance. Le problème central avec lequel s'ont confrontés Mahan et ses successeurs est l'élaboration d'un cadre théorique presumant que ces contradictions soient dépassées.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 Pierre, Bendret, *Les transports mondiales, l'instrument de domination*, Paris, Economique, 1998, passim;
- 2 André, Vigarié, *La géostratégie d'Océans*, Coon, Paradigme, Paris, Economique, p. 27-127;
- 3 Le transport aérien est recommandable pour les marchandises chères et encombrantes - il représente 1% du commerce maritime comme volume, et 10% comme valeur (n.a.)
- 4 Jean, Ronge, *La Marine dans l'Antiquité*, Paris, 1975, p. 94; Lucien, Basch, *Un navire grec en Égypte à l'époque d'Ulysse*, Neptunia, 1995;
- 5 Basil, Liddle, Hart, *L'histoire de la deuxième guerre mondiale*, Paris, Payot, 1965, p. 211;
- 6 André, Beaufre, *Introduction en stratégie*, Paris, Economique, 1975, p. 213;
- 7 *Ibidem*, p. 215;
- 8 Carol, Schmitt, *La terre et la mer*, Paris, Payot, 1989, p. 75;
- 9 *Ibidem*, p. 87;

10 H.,P., Willmot, *Empires in the Balance. Japonese and Allied Pacific Strategies to April 1942*, Annapolis, Naval Institute Press, 1982;

11 Idem, *The Barrier and the Javelin. Japonese and Allied Pacific Strategies to June 1942*, Annapolis, Naval Institute Press, 1982;

12 Apud, John, J., Stephan, *Hawai under the Rising Sun. Japonis Plans for the Conquest after Pearl Harbor*, University of Hawai Press, 1984;

13 John, Winton, cite de Paul, M.Kennedy, *The Relevance of the Pre-War British and American Strategis to First World War and its Aftermath 1898-1920*, en John, B., Hettendorf et Robert, S., Jordan, *Maritime Strategis and the Balance of Power*, New York, St. Martin's Press, 1989, p. 176;

14 Hubert, Moinville, *La Strategie navale dans l'epoque contemporaine*, Paris, Payot, 1985, p. 84;

15 Mackinder, Halford, J., *Democratic Ideals and Reality: a Study of the Politics of Reconstruction*, Londra, Constable, 1919, p. 150; Paul, Claval, *Geopolitică și Geostrategie*, Editure Corint, 2001, p. 47;

CAPITALIZAREA COSTURILOR ÎNDATORĂRII ÎN ÎNTREPRINDEREA DE TRANSPORT MARITIM. ARMONIZARE CU PREVEDERILE STANDARDULUI INTERNAȚIONAL DE CONTABILITATE I.A.S 23

Cpt. drd. ec. Cătălin C. POPA

Academia Navală "Mircea cel Bătrân", Constanța

Abstract

This paperwork studies generally the problematic of capitalization and particularly the indebt capitalization of maritime transport enterprise, surprising the importance of debts accountancy and of current capitalization expenses appraisal in current activities especially in maritime transport area, which is characterized by a high quantity of investments. Starting with the details and interpretation of I.A.S. 23rd the paperwork points of view express the necessity of accounting for capitalization of all indebts expenses as financial leasing rates, interest payments, amortishments or negative exchange rates differences.

Finally, the theoretical perspective is full completed by a practical example of an indebts capitalization in maritime transport enterprise investment, the conclusions being elaborated on the basis of statistical results.

1 PREZENTAREA ASPECTELOR TEORETICE PRIVIND CAPITALIZAREA COSTURILOR ÎNDATORĂRII

Activitatea de transport maritim reprezintă o activitate economică distinctă, remarcabilă printr-o serie de particularități determinate de natura, volumul și structura capitalului fix și a investițiilor, de specificitatea contractării și executării obligațiilor, de riscurile financiare determinate de evoluția în trend și conjunctură a pieței maritime în

special și a comerțului mondial în general, de forma și natura instrumentelor financiare, a politicilor de finanțare-creditare, precum și de progresul tehnic general, condițiile geopolitice, servituțile specifice mării și potențialul material și uman disponibile, implicate în întreprinderea de prestări servicii de transport maritim.

Esențială în desfășurarea activității de transport maritim, este capacitatea de transport a societății, din angajarea căreia întreprinderea obține venituri și realizează funcțiunea economică specifică cu scopul final de a produce profit.

Capacitatea de transport a unei societăți de shipping destinată executării de servicii specifice este reprezentată prin volumul total de marfă ce poate fi transportat de entitatea economică prin exploatarea mijloacelor economice aflate în proprietate sau la dispoziție. Capacitatea de transport a întreprinderii de transport maritim se poate afla în trei ipostaze: capacitate disponibilă, capacitate utilizată și capacitate neutilizată, tratarea pretabilă pentru evidențierea conținutului economic fiind cea din perspectiva neconvențional a activelor de natura stocurilor, utilizate în activitatea de producție. Capacitatea de transport poate fi pusă la dispoziție fie prin construcția - achiziționarea de nave proprii, fie prin preluarea de nave în operare de la un terț armator.

Veniturile obținute din navlu sunt, de cele mai multe ori, direct proporționale cu capacitatea de transport per navă și per flotă, de unde interesul pentru operarea unor nave cu capacități de transport cât mai mari, cu consum mic de combustibil, optimizate și rentabilizate tehnic și strategic (pe rută).

Atragerea de capacități de transport suplimentare prin construcția sau achiziția de nave noi sau la mâna a doua, pune problema nu a veniturilor ce se pot realiza, ci în principal, a resurselor disponibile pentru realizarea unei astfel de investiții. Resursele pot fi atrase fie prin finanțare (autofinanțare, atragere de capital etc.) fie prin creditare (împrumuturi pe termen lung, mediu sau scurt, împrumuturi obligatate, titluri de credit etc.). Deși ar fi de preferat, capacitatea de finanțare, arareori se ridică la nivelul impus al investiției motiv pentru care de cele mai multe ori armatorii apelează la diferite forme de creditare. Creditarea nu reprezintă însă o premisă negativă a unității economice, atât timp cât veniturile pe termen scurt sau lung ce vor fi realizate, exced cheltuielilor cu îndatorarea și în măsura în care activitatea economică în sine poate finanța costurile privind creditarea fără a afecta evoluția fluxurilor financiare în deficit, sub pragul de rentabilitate al întreprinderii.

Studiul de față se adresează societăților de transport maritim care sunt interesate, pe lângă operarea eficientă a navelor și de atragerea în proprietate de noi capacități de transport, fie prin producție, fie prin construcție sau achiziție de nave noi (sau după caz la mâna a doua) precum și de realizarea de investiții majore în parcul propriu de nave, prin reparații și modernizări care să mărească, după caz, fie capacitatea de transport, fie rentabilitatea economică a navelor.

În cazul prezentei comunicări ne vom rezuma la tratarea capitalizării costurilor cu îndatorarea, ca tratament contabil alternativ permis prin armonizarea cu prevederile Standardele Internaționale de Contabilitate, adoptate prin Ordinul nr. 84 din 24 ianuarie 2001 al Ministerului Finanțelor.

Standardul Internațional de Contabilitate IAS 23 care a fost revizuit în anul 1993 și a intrat în vigoare în forma actuală în ianuarie 1995, are ca principal obiectiv prescrierea tratamentului contabil al costurilor îndatorării și permite ca tratament contabil alternativ, capitalizarea costurilor îndatorării care sunt atribuibile în mod direct achiziționării, construirii sau producerii unui activ calificabil.

Agenții economici implicați în activitatea de transport maritim ar trebui să fie foarte interesați în problematica propusă din mai multe considerente, cum ar fi:

- cunoașterea valorii reale a activelor aflate în proprietate, după modernizări și lucrări repetate, prin încorporarea în valoarea contabilă a activelor a cheltuielilor cu creditele contractate pentru realizarea acestor investiții;
- posibilitatea amortizării costurilor cu creditele contractate pentru realizarea investițiilor în mod progresiv, fără a afecta rezultatele financiare (importante mai ales pentru solicitanții de informații - creditori, acționari etc.);
- prin cunoașterea exactă a cheltuielilor efectuate cu construcția / achiziția /modernizarea navelor, managerul poate determina cu precizie rentabilitatea executării unui voiaj, din perspectiva costurilor cu capitalul fix încorporate în prețul navlului;
- includerea direct pe cheltuieli a costurilor cu îndatorarea determină o diminuare considerabilă a profitului și implicit imposibilitatea constituirii unor fonduri de rezervă, a unor provizioane pentru riscuri și cheltuieli etc.

În conformitate cu IAS 23, art. 4, se pot defini costurile îndatorării și activele calificabile care fac obiectul activității de transport maritim.

Prin capitalizare în sens larg se înțelege transformarea profiturilor acumulate, a rezervelor, a resurselor atrase sau disponibile în capital. În sens restrâns, capitalizarea presupune încorporarea în capitalul propriu (fix sau circulant), a plusvalorii generate, a rezervelor sau a resurselor atrase. Exemplu: valoarea de intrare a unei nave maritime intrate în patrimoniu prin achiziție, presupune capitalizarea unor resurse (proprie sau atrase); activul face parte prin intrarea în proprietate din averea întreprinderii și prin participarea la activitatea de exploatare din capitalul societății.

Costurile cu îndatorarea ale întreprinderii de transport maritim sunt costurile cu dobânzile sau alte cheltuieli suportate de societățile de shipping în legătură cu împrumutul de fonduri în vederea producției, construcției, achiziției și/sau modernizării navelor de transport maritim în special și a activelor calificabile în general.

Activele calificabile sunt acele active care solicită o perioadă de timp și o investiție substanțială pentru a putea fi utilizate /exploatate sau valorificate după caz;

navele maritime îndeplinesc această calitate de active calificabile, atât în faza de construcție, achiziție cât și în etapele de modernizare și chiar reparații pentru restabilirea stării tehnice permise (R.N.R.).

În suma costurilor unei întreprinderi cu îndatorarea pot fi incluse:

- dobânzile corespunzătoare împrumuturilor pe termen scurt, mediu sau lung, contractate de agentul economic în vederea realizării unor investiții privind construcția, producerea sau achiziția unor active calificabile;
- amortizarea primelor aferente împrumuturilor și a cheltuielilor complementare obținerii acestor împrumuturi;
- cheltuielile de finanțare aferente contractelor de leasing financiar (recunoscute conform IAS 17, *Leasing*);
- diferențele de curs valutar aferente împrumuturilor în valută, în măsura în care acestea sunt privite ca o ajustare a cheltuielilor cu dobânzile.

Costurile îndatorării care sunt atribuibile în mod direct achiziționării, construirii sau producerii unui activ calificabil sunt de fapt acele costuri care ar fi fost evitate dacă aceste cheltuieli cu activul nu s-ar fi efectuat pe termen lung; de exemplu, dacă o navă ar fi achiziționată din resurse proprii aceasta nu ar presupune un timp îndelungat de derulare a investiției.

Prin tratamentul contabil de bază, costurile cu îndatorarea se impun a fi înregistrate ca o cheltuială aferentă perioadei în care ele au apărut (principiu al contabilității de angajament), fără a se regăsi ulterior în valoarea activelor asupra cărora au fost repartizate efectele economice ale investițiilor. Din acest punct de vedere, în cazul navelor maritime, valoarea acestora nu va conține cumulativ și costurile cu îndatorarea suportate pentru realizarea investițiilor, armatorul neincluzând astfel, în sens defavorabil, în chiria percepută navlositorului o valoare reală a capitalului utilizat sau închiriat. De exemplu, în cazul în care valoarea rămasă de amortizat a unei navei este de 80.000, \$ iar la investițiile realizate se ridică la suma de 40.000 \$ pentru care societatea a achitat dobânzi în sumă de 5.000 \$, la calculul cotei de uzură a capitalului fix exploatat în cazul unui voiaj de 3 luni, armatorul va pretinde 6.250 \$ în cazul capitalizării dobânzii și 6.000 \$, în cazul necapitalizării dobânzii.

Când societatea de transport maritim ia decizia achiziționării unui activ de natura navei maritime, investiția este foarte mare și de cele mai multe ori se apelează la atragerea de fonduri prin împrumut, de la instituții financiare specializate, costurile cu creditarea fiind facil de identificat. Este dificilă însă de identificat relația directă între împrumuturile specifice contractate și un activ achiziționat strategic pe termen lung, în cazul societăților grupate în holding-uri ale căror politici de finanțare sunt coordonate și înregistrate de la centru, în cazul utilizării unor instrumente financiare speciale cu rate ale dobânzii diferite, în cazul în care economia națională este una hiperinflaționistă sau

în cazul în care există fluctuații ale cursurilor de schimb; în aceste cazuri se recomandă apelarea la exercițiul profesional al specialiștilor.

La determinarea valorii costurilor îndatorării ce pot fi capitalizate de-a lungul unei perioade, orice venit realizat din investirea acestor fonduri este dedus din cheltuielile cu împrumuturile. Astfel, în cazul contractării unui împrumut de la o instituție financiară, dacă până la utilizarea finală, există mai multe cicluri succesive, cum ar fi cazul construcției de nave noi (etape succesive de producție), fondurile pot fi reinvestite, iar veniturile din reinvestire obținute vor diminua corespunzător costul îndatorării, respectiv vor fi deduse din cheltuielile companiei cu împrumuturile.

Capitalizarea costurilor îndatorării ca parte a costului unui activ calificabil, trebuie să înceapă în momentul în care se realizează cheltuielile pentru acel activ, se generează costurile îndatorării și sunt în curs activitățile necesare pentru pregătirea activului în vederea folosirii prestabilite sau vânzării lui.

Cheltuielile pentru un activ calificabil includ doar acele cheltuieli care au generat plăți în numerar, transferuri de alte active sau preluarea unor datorii purtătoare de dobândă. De exemplu, dobânda aplicată unui credit contractat în vederea realizării unei investiții poate fi capitalizată în măsura în care sumele respectă destinația și sunt utilizate pentru investiția în curs; de asemenea costuri precum amortizarea utilajelor proprii exploatate pentru finalizarea unor lucrări executate în regie proprie nu pot fi capitalizate întrucât nu generează plăți în numerar și nici transferuri de active.

De asemenea, costurile cu îndatorarea sunt diminuate cu orice venituri realizate și subvenții primite în legătură cu activul conform IAS 20, *Contabilitatea subvențiilor guvernamentale și prezentarea informațiilor legate de asistența guvernamentală*. În cazul construcțiilor de nave capitalizarea va avea loc de la data începerii lucrărilor, odată cu generarea de costuri privind finanțarea investiției.

Capitalizarea costurilor îndatorării trebuie întreruptă în timpul perioadelor prelungite în care nu se lucrează pentru obținerea activului respectiv. De exemplu, costurile îndatorării realizate în cursul unei perioade prelungite în care se întrerup activitățile necesare pregătirii unei nave pentru utilizare sau vânzare, aceasta fiind parțial finalizată, nu se capitalizează. În mod normal, capitalizarea costurilor nu se întrerupe însă, pe parcursul unei perioade în care se desfășoară importante lucrări tehnice cu influență asupra condițiilor de bună funcționare a navei sau atunci când este necesar un interval de timp pentru aducerea unei componente specifice.

Capitalizarea costurilor trebuie să înceteze când se realizează cea mai mare parte a activităților necesare pentru pregătirea activului pe termen lung în vederea utilizării sale. În mod normal, o navă este finalizată în scopul de a fi utilizată sau vândută atunci când construirea /reparația fizică a navei este finalizată chiar dacă formalitățile sau lucrările administrative pot continua. Dacă mai sunt de realizat unele

lucrări /modificări minore cum ar fi vopsirea interioarelor din ordinul cumpărătorului, se consideră totuși că a fost încheiată cea mai mare parte a lucrărilor.

În conformitate cu interpretarea S.I.C. – 2, *Consecvența*, se impun unele precizări:

1 dacă societatea a ales o politică de capitalizare a costurilor îndatorării poate să o aplice tuturor activelor cu ciclu lung de fabricație /reparație sau poate să-și capitalizeze costurile îndatorării aferente numai anumitor active cu ciclu lung de fabricație, nu tuturor.

2 în cazul în care societatea adoptă tratamentul alternativ permis, atunci acesta trebuie aplicat cu consecvență tuturor costurilor îndatorării ce pot fi atribuite în mod direct achiziției, construcției sau producerii tuturor activelor calificabile.

3 dacă se îndeplinesc condițiile de capitalizare, întreprinderea trebuie să continue capitalizarea costurilor îndatorării, chiar dacă valoarea contabilă a activului depășește valoarea sa recuperabilă – situație în care valoarea contabilă trebuie redusă pentru a se recunoaște eventualele pierderi din deprecieri, atunci când acestea au avut loc.

2 APLICAȚIE PRIVIND CALCUL COSTURILOR CE POT FI CAPITALIZATE LA O SOCIETATE DE TRANSPORT MARITIM

Ipoteză de lucru: O companie de shipping a demarat un program de extindere a capacității de transport a flotei proprii prin modificări structurale la navele existente în parcul propriu și omologare a acestora, pentru perioada 01 octombrie 2000 - 31 septembrie 2002.

Pentru realizarea investiției, societatea a împrumutat următoarele sume:

a) 50.000 \$ în perioadele precedente, cu dobândă preferențială, astfel: 20.000\$ cu dobândă de 7% și 30.000 \$ cu dobândă de 8%, din care la începutul programului – data de 1 octombrie 2000- rămăseseră neutilizați 40.000 \$;

b) 60.000 \$ cu o dobândă de 8%, sumă contractată la data de 1 ianuarie 2000 într-un cont bancar distinct.

Sumele neconsumate au fost consemnate la 01.01.2001 într-un depozit cu dobândă de 3% pe an. Pe perioada derulării programului rata dobânzii a încorporat un procent de 2% reprezentând inflația.

La data de 01.10.2000, navele au fost retrase din operare, andocate în șantier și au început lucrările de extindere prin modificări structurale în vederea dezvoltării capacității de transport.

La data de 01.12.2000, societatea a achitat prima factură emisă de șantier în valoare de 30.000 \$, plățile ulterioare fiind efectuate astfel: 30.000 \$ la data de 01.02.2001 iar 20.000 \$ la data de 01.04.2001.

La data de 01.04.2001, activitatea de modernizare s-a suspendat până în anul următor, datorită faptului că apariția unor navluri ridicate pe piață a impus reintroducerea navelor în circuit. La data de 01.04.2002 construcțiile au fost reluate și au fost finalizate la data de 31 octombrie 2002. Plata finală în sumă de 20.000 \$ a fost efectuată la data de 01 noiembrie 2002.

Costurile cu îndatorarea ce pot fi capitalizate se determină astfel:

Dobânda medie - costul mediu ponderat al împrumutului de 40.000 \$ provenit din cele două sume reținute din împrumuturi anterioare, este o medie ponderată a costurilor îndatorării: $(20.000\$ \times 7\% + 30.000\$ \times 8\%) / 50.000\$ \times 100 = 7,6\%$

Conform IAS 29, partea din costurile îndatorării care compensează inflația este recunoscută ca o cheltuială în perioada în care s-au suportat costurile. În condițiile utilizării tratamentului alternativ permis în cazul economiilor inflaționiste, prin retratarea valorilor de bilanț monetare și nemonetare înregistrate la cost istoric, această rata inflației se va regăsi în diferențele din reevaluare, motiv pentru care se impune diminuarea dobânzii cu inflația încorporată (2% în cazul de față).

Costurile cu dobânzile prin deducerea inflației încorporate sunt următoarele:

- 40.000 \$ (inițial din cei 50.000 \$) la o rată a dobânzii de $7,6\% - 2\% = 5,6\%$ și
- 60.000 \$ (împrumutați la 01.01.2000) la o rată a dobânzii de $8\% - 2\% = 6\%$

Capitalizarea dobânzilor plătite de companie începe conform prevederilor IAS 23, la data primei plăți efectuate pentru acest program, respectiv la data de 01.12.2000, când a fost achitată suma de 30.000 \$.

În perioada 01.04.2001 – 01.04.2002, din motive comerciale și nu din motive privind realizarea specifică a investițiilor programate, lucrările au fost sistate, motiv pentru care cheltuielile cu îndatorarea, conform prevederilor IAS 23, se vor suspenda și nu vor fi capitalizate.

Costurile cu îndatorarea sunt următoarele:

a) pentru anul 2000 - dobânda aferentă creditului de 40.000 \$ existent la 01.12.2000

$$40.000 \$ \times 5,6\% \times 1/12 = 187 \$ \text{ (pentru 1 lună 01.12.2000-31.12.2000)}$$

b) pentru anul 2001 - pentru 3 luni 01.01. 01-31.03.01 până la suspendarea capitalizării

- dobânzi calculate astfel:

$$40.000 \$ \times 5,6\% \times 3/12 = 560 \$$$

$$60.000 \$ \times 6\% \times 3/12 = 900 \$$$

- venituri din sumele consemnate în depozit la data de 01.01.2001 cu dobândă de 3%

$$100.000 \$ - 30.000\$ (- \text{prima plată din 01.12.2000}) = 70.000 \$$$

$$70.000 \$ \times 3\% \times 1/12 = 175 \$$$

$$70.000 \$ - 30.000\$ (- \text{ a doua plată la } 01.02.2001 = 40.000 \$$$

$$40.000 \$ \times 3\% \times 2/12 = 200 \$$$

$$\text{TOTAL COSTURI ce pot fi capitalizate în anul 2001: } 560\$ + 900\$ - (175\$ + 200\$) = 1.085\$$$

c) pentru anul 2002 (perioada 01.04.2002 – 31.10.2002)

- dobânzi calculate astfel:

$$40.000 \$ \times 5,6\% \times 7/12 = 1.307 \$$$

$$60.000 \$ \times 6\% \times 7/12 = 2.100 \$$$

- venituri din sumele consemnate în depozit la data de 01.04.2002 cu dobândă de 3%

$$40.000 \$ - 20.000\$ (- \text{ prima plată din } 01.04.2002) = 20.000 \$$$

$$20.000 \$ \times 3\% \times 7/12 = 350 \$$$

$$\text{TOTAL COSTURI ce pot fi capitalizate în anul 2002: } 1.307 \$ + 2.100 \$ - 350 \$ = 3.057 \$$$

TOTAL COSTURI ce pot fi capitalizate pentru întreaga perioadă:

$$187 \$ + 1.085 \$ + 3.057 \$ = 4.329 \$$$

În concluzie, valoarea investiției realizate nu este de 100.000 \$ ci de 104.329 \$ prin capitalizarea costurilor cu dobânzile achitate la creditele utilizate. Profitul real înregistrat de societate este astfel mai mare cu 4.329 \$ și permite astfel fie constituirea de rezerve sau provizioane, fie repartizarea către asociați sau acționari.

În conformitate cu prevederile Ordinului ministrului finanțelor publice nr. 94/2001, informațiile cu privire la capitalizarea dobânzilor pot fi extrase astfel:

- în cazul utilizării tratamentului de bază din Contul de profit și pierdere, la rândurile 42,44 și 45;

- în cazul utilizării tratamentului alternativ, din Nota nr. 6 la situațiile financiare, intitulată „Principii, politici și metode contabile”.

BIBLIOGRAFIE

1. MINISTERUL FINANTELOR PUBLICE – *Ghid practic de aplicare a Standardelor Internaționale de Contabilitate*, Partea I, Editura Economică, București, 2001
2. IȘFĂNESCU AUREL (coordonator) – *Ghid practic de analiză economico-financiară*, Editura Tribuna Economică, București, 1999.
3. NIȚĂ DOBROTĂ (coordonator) – *Dicționar de economie*, Editura Economică, București, 1999.
4. NIȚĂ DOBROTĂ (coordonator) – *Economie politică*, Editura Economică, București, 1995.
5. *** – *Ordinul nr. 94 al Ministerului Finanțelor Publice*, Monitorul Oficial, nr. 85, 2001.
6. *** – *Ordinul nr. 306 al Ministerului Finanțelor Publice*, Monitorul Oficial, nr. 279 bis, 2002.
7. *** – *Standardele Internaționale de Contabilitate 2001*, International Accounting Standards Committee Foundation, Editura Economică, București, 2001.

MECANISMUL FUNCȚIONĂRII VECTORULUI FORȚELOR DE PIAȚĂ ÎN CADRUL SISTEMULUI MONETAR-FINANCIAR INTERNAȚIONAL

Cpt. drd. ec. Cătălin C. POPA

Academia Navală „Mircea cel Bătrân”, Constanța

Abstract

This paperwork is meant to treat some contemporary and stringent global problems, related to the almost new problematic of international monetary system and its crises, since the Bretton Woods system breakdown. In the last 3 decades, this subsystem of global economy becomes the most important and the most instable as well. The last contagious monetary or financial crises proved that in the absence of a coherent minimum control regarding the free movement of foreign capital between nations, the market is unreliable and incapable to fit itself in the new economical realities related to risks appraisal and fixed assets real value. In these circumstances a new wave of scientific researches regarding the institutional and functional architecture of a new global monetary system is quite necessary and welcomed, being useful for reconfiguration of global reality from the financial markets point of view. In this order, the paperwork explains from a logical perspective, the functional particularities of market forces mechanisms regarding the monetary system specific instrument and activities. The conclusions underline the importance of liquidities and the fundamental relevance of real risks appraisal in market mechanism for assuring a proper action and activity of the international monetary system as a global component.

Cele mai concrete forme de manifestare a fenomenelor de globalizare și integrare economică se regăsesc la nivelul funcționării piețelor monetare și financiare internaționale, devenite adesea puncte nodale fundamentale ale *sistemului forțelor de piață* (networking nodes).

La nivel conceptual, *piața monetar financiară* reprezintă acea categorie sistemică care caracterizează funcțional ansamblul tranzacțiilor întrunite și determinate în timp și spațiu, de cererea și oferta de monedă, titluri, active financiare sau alte valori, având la bază un comportament economic deliberat cu rațiune investițional productivă, speculativă sau de acoperire a riscurilor. Piețele monetar-financiare reprezintă cadrul organizat, care conferă condițiile necesare ajustării ofertei pe seama cererii de active financiare, într-un moment prezent sau la termen, pe seama dinamicii calitative a raportului economisire/investiții, conducând la redistribuirea veniturilor realizate prin economisire sau pe seama creditării, prin propagarea capitalului din punctele cu excedent spre punctele cu deficit.

Totalitatea componentelor, condițiilor și variabilelor care acționează direct sau tangențial asupra dinamicii piețelor monetar financiare, definesc funcțional **vectorul forțelor de piață**. Principalele mecanisme care pun în mișcare acest vector, constituindu-se în rațiuni ale comportamentului de piață, sunt: mecanismele comerciale, mecanismele speculative, mecanismele cursurilor valutare și mecanismele de acoperire a riscurilor.

Mecanismul comercial vizează, cu precădere, schimburile monetare adiacente pieței internaționale a mărfurilor (comportament comercial) și fluxurile de capital manifestate sub formă de investiții directe, în rațiunea de dezvoltare și extindere a proprietăților, prin acumulare de active productive (comportament economic). Dinamica manifestării acestor mecanisme este determinată de atitudinea și acțiunea actorilor de piață, în legătură cu dezvoltarea unor structuri economice care să genereze profit, mizând pe noțiunile tradiționale de randament, eficiență și progres tehnologic. Tranzacțiile sunt orientate către plasarea de capital pe seama investițiilor directe, fie pe piața primară fie pe piața secundară și achiziționarea de titluri sau valori care să aducă avantaje pe termen mediu și lung. Pe termen scurt, logica mecanismului economic urmărește ca suma dividendelelor anticipate să fie încasate la sfârșitul anului. Pe termen lung, logica se leagă de reinvestirea profitului obținut (strategie economică expansionistă) și majorarea intrinsecă a valorii titlurilor, predominând perspectiva pozitivă a unor profituri viitoare semnificative, care să asigure un randament superior și de durată al activelor.

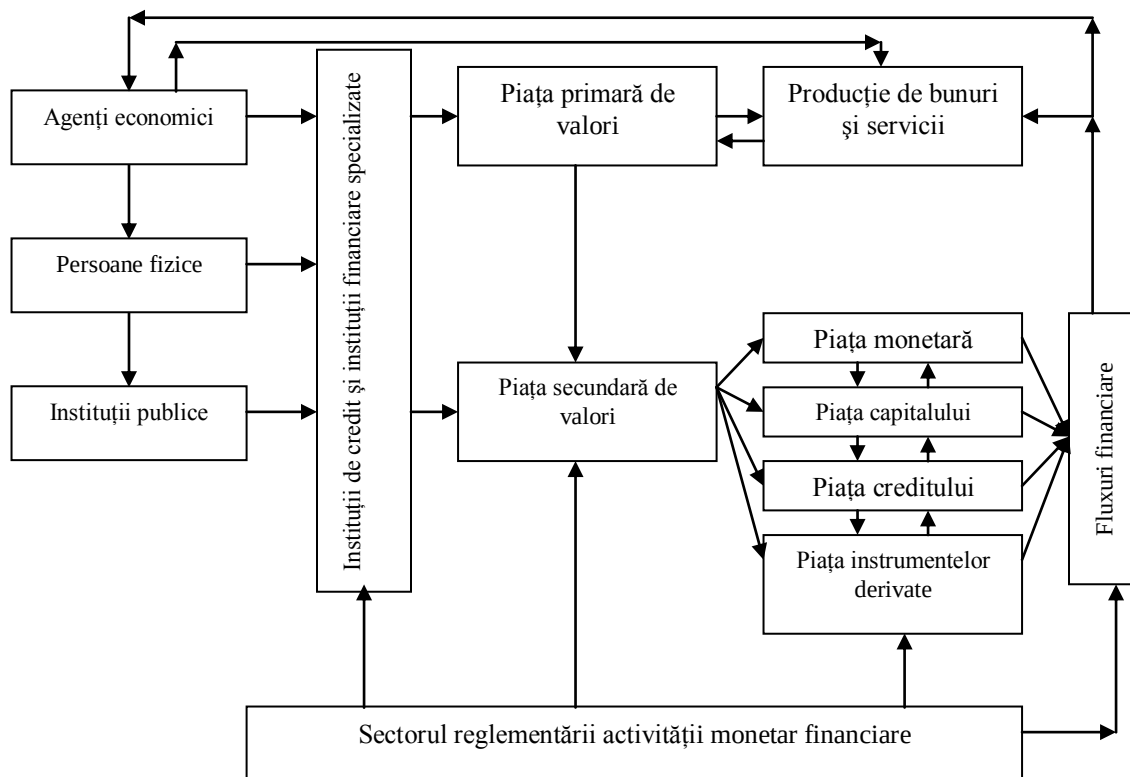
Mecanismul speculativ are drept logică realizarea de acumulări suplimentare de capital pe seama diferențelor înregistrate între prețul fundamental (prețul real) și prețul de piață al titlurilor tranzacționate. Speculația reprezintă motorul formării și funcționării raporturilor de tranzacționare pe palierul pieței secundare și are la bază previziunea pe termen scurt privind comportamentul participanților, previziunea pe termen lung privind evoluția randamentului activelor și percepția asupra riscurilor asumate. Asimetria manifestată în aprecierea riscurilor, a randamentelor sau a comportamentului celorlalți participanți conduce la formarea unor prețuri de piață deviate față de prețul real al titlurilor, diferențele constituindu-se în pierderi sau câștiguri pentru alții, după caz.

Mecanismul cursurilor valutare face referire la calitatea flotantă a monedelor și are ca obiect comportamentele de piață pe care le determină caracteristicile regimurilor

de schimb, variația cotațiilor sau anticipările privind calitatea raporturilor de schimb la termen pentru diferite valute.

Mecanismul de acoperire a riscurilor are ca obiect diminuarea spectrului de incertitudini pe seama preluării parțiale sau totale, de către instituții specializate, a răspunderii privind posibilele efecte negative la termen, în evoluția valorii titlurilor tranzacționate. Acest mecanism a condus la apariția pieței instrumentelor derivate și implicit la o mai bună repartizare „în adâncime” a riscului. Percepția asupra riscurilor este și ea asimetrică, iar gradul de incertitudine este dependent de caracteristicile comportamentale, viabilitatea informațiilor deținute și apetitul pentru risc al întreprinzătorilor. Intervenția asigurătorilor în sistemul de piață a condus la uniformizarea relativă a acestei percepții, permutând accentul pe analiza randamentelor activelor de portofoliu și pe intuiția actorilor de piață privind evoluția la termen a variabilelor de mediu.

Având în vedere cele patru mecanisme, funcționarea piețelor monetare și financiare se realizează simplificat conform următorului algoritm prezentat în figura de mai jos:



Participanții la tranzacțiile de piață sunt fie agenți economici, fie persoane fizice, fie, după caz, instituții publice cu vocație națională, regională sau internațională. Aceste entități erijate în actori de piață reprezintă, în cazul cererii de titluri, agenți de plasare ai capitalurilor proprii dobândite fie prin economisire, fie prin creditare, în căutare de randamente superioare ratelor de dobândă specifice sectorului bancar. În cazul ofertei de active financiare, aceste entități reprezintă subiecți emitenți de titluri sau valori mobiliare în căutare de capital, respectiv de forme diverse de creditare, superioare ca exigibilitate sau ca formă de lichiditate, oferind, în schimb, drepturi de proprietate sau promisiuni de cumpărare-răscumpărare după caz. Intervenția directă pe piață a tuturor acestor subiecți este dirijată prin sectorul intermedierei financiare, aceștia apelând la instituții specializate în tehnica tranzacționărilor pe piața monetar-financiară.

Contactul direct dintre ofertanții și solicitanții de capital, respectiv de titluri și active financiare, nu este de cele mai multe ori posibil datorită, în principal, condițiilor obiective impuse de piață, denumite *condiții endogene* ale piețelor, cum ar fi: cadrul organizatoric specific, mecanismele și tehnicile de tranzacționare complicate și din ce în ce mai specializate, condițiile de eligibilitate stricte impuse la accesul pe piață, costurile ridicate de tranzacționare directă, crearea de carteluri financiare și monopolul unor instituții financiare asupra burselor¹. Pe de altă parte, dificultatea racordării directe la fluxul de tranzacții pe piață se datorează și condițiilor subiective, denumite *condiții exogene*, cum ar fi: asimetria informațiilor și accesul limitat asupra complexului de date necesar adoptării unei decizii, greutatea întâmpinate în aprecierea valorii reale a titlurilor și în evaluarea riscurilor de portofoliu, necunoașterea suficientă a procedurilor și tehnicilor sau lipsa accesului nemijlocit la rețeaua de tranzacționare. Aceste condiții întrunite au creat fenomenul izolării agenților terminali ai cererii și ofertei de titluri de ringul piețelor monetar-financiare, practic forțele de piață manifestându-se predominant indirect, prin intermediul instituțiilor financiare specializate.

În termenii relației dintre investitori și instituțiile financiare specializate, decizia asupra criteriilor, formelor și tehnicilor de investiție poate să nu aparțină nici ea purtătorilor efectivi ai cererii și ofertei, în sensul în care intermediarii tranzacțiilor polarizează capitalurile, fixează un randament „*ex-ante*” și acționează pe cont propriu, independent sau mutual, în numele clienților lor. Această situație nu este neapărat un aspect negativ, decât în măsura în care fenomenul speculației este exacerbat iar goana după randamentele promise clienților este absolutizată, această atitudine grevând notoriu asupra comportamentului de piață, în termenii lipsei de responsabilitate și a presiunii permanente exercitate asupra lichidităților pe piață. Deseori, un derapaj informațional sau o evaluare supraapreciată a activelor financiare poate conduce la

¹ Rujan O., Pârgaru I. *Economie internațională*, Ed. Economică, București, 2004

declanșarea unor crize în avalanșă, intermediarii financiari părăsindu-și fără echivoc pozițiile poate chiar avantajoase, în favoarea preferinței pentru lichidități.

Pornind de la rolul asumat pe piețele financiar monetare, **subiecții** vectorului *forței de piață* pot fi grupați în trei categorii distincte și anume: formatori de piață (market makers), agenți ai lichidității sau asigurători².

În termeni generici, *formatorii de piață* – *market makers* – sunt acei agenți specializați care dețin informații și capacități suficiente pentru a anticipa trendul evoluției prețului de piață sau pentru a induce prin comportamentul lor o evoluție pozitivă sau negativă a cursurilor de referință ale activelor financiare, funcție de interesele și motivațiile formulate sau de riscurile percepute, având competența de a interpreta detaliile fine ale tendinței grupurilor similare și ale pieței în ansamblu. Crizele declanșate de comportamentul acestui tip de subiecți sunt cele mai virulente pentru că declanșează prin comportamentul lor o adevărată „isterie de piață”, unda de șoc propagându-se cu o viteză apreciabilă asupra tuturor segmentelor pieței, legăturile acestora cu sistemul monetar financiar fiind dintre cele mai complexe și mai solide din punct de vedere al poziției față de lichidități.

Exemplul crizei de lichidități declanșate pe fondul cvasi-falimentului companiei americane *Long Term Capital Management* din septembrie 1998, este elocvent în acest sens. Pornind de la moratoriului apărut în 1998 grație crizei obligațiunilor GKO rusești (bonuri de tezaur pe termen scadent scurt emise în ruble), a fost declanșată o goană accelerată după lichidități, iar piața a fost confruntată cu renunțarea parțială la pozițiile dobândite în favoarea unor titluri de înalt randament (titluri de stat), acțiuni finanțate însă în pripă, prin pârgheii ale îndatorării stabilite la un nivel foarte ridicat³. A fost astfel destabilizată întreaga structură de formare a prețurilor obligațiunilor de pe piață iar finanțarea obligatorie a întreprinderilor a devenit imposibilă, totul antrenând în avalanșă lichidări forțate ale activelor în favoarea achiziției unor titluri de stat cu randament mult mai mare și risc de lichiditate mult mai redus. Situația a fost salvată doar prin intervenția Rezervelor Federale Americane, erijate în *împrumutător de ultimă instanță*, care au oferit garanțiile necesare lichidării pozițiilor la termen lung, liniștind în acest fel, avalanșa de vânzări de titluri și goana după lichidități imediate. Reacția de piață a urmărit de fapt tocmai tendința agenților specializați și a derapat pe fondul neputinței formatorilor de a răspunde în termen scurt nevoilor de lichiditate a pieței, fenomenul degenerând într-o criză generalizată și o goană instinctivă pentru conservarea activelor proprii. E firesc atunci ca atenția vectorului de guvernare să se îndrepte cu precădere către supervizarea și controlul acestei categorii de subiecți.

² Aglietta Michel, *Macroeconomie financiară*, vol. II, Ed. C.N.I. „Coresi” , București, 2001

³ Stiglitz Joseph, *Globalizarea. Speranțe și deziluzii*, Ed. Economică, București, 2002

În ceea ce privește *agenții lichidității*, aceștia cuprind categorial suma de participanți ocazionali sau permanenți la tranzacțiile de piață care au ca principală caracteristică subordonarea exclusivă a interesului față de nevoia de lichiditate. Acești subiecți sunt numiți și „agenți zgomotoși” (*noisy traders*), tocmai datorită manifestărilor intempestive și imitative în derularea operațiunilor de piață, reacția lor permanentă conducând la amplificarea oricăror derapaje sau sincope ale lichidităților. Controlul acestei categorii este dificilă întrucât pe de o parte manifestările acesteia nu sunt regulate, iar pe de altă parte, lipsa specializării face dificilă supravegherea și reglementarea intervenției lor pe piață.

Categoria *asigurătorilor* este constituită din totalitatea actorilor de pe piața instrumentelor derivate, implicați în procesul de alocare a riscurilor prin preluarea și redistribuirea costului incertitudinilor legate de evoluția variabilelor de mediu. Piața asigurătorilor a luat amploare în perioada anilor '80, odată cu debutul fenomenelor de integrare și globalizare a relațiilor monetar-financiare internaționale. În fapt apariția sectorului asigurătorilor poate fi atribuit tendinței piețelor de autoreglare și de adaptare la noile condiții ale globalizării și integrării relațiilor monetar-financiare. În ciuda tehnicilor sofisticate și a instrumentelor derivate din ce în ce mai complexe, contribuția pieței de asigurare a riscurilor în asigurarea echilibrului monetar și financiar global este majoră, în sensul în care, preia într-o măsură semnificativă, din tensiunea incertitudinii, calmând virulența reacțiilor de piață. Utilizarea contractelor la termen, *forward* sau *future*, precum și exercitarea de opțiuni *put* și *call*, de a vinde sau cumpăra la un anumit preț, într-un moment ales sau fixat, diversifică riscul tranzacțiilor și îl distribuie prin tranzacționare pe piața derivată, în adâncime, între utilizatori, pe baza lărgirii ecartului de timp impus între scadențe, depersonalizând astfel, întrucâtva, mobilul incertitudinii. Periculoasă este însă confuzia nuanțelor - produsele derivate nu reduc riscul ci doar îl diversifică, îl segmentează și îl redistribuie la nivelul pieței.

Funcționarea mecanismelor de piață are ca mobil determinant calitatea de **lichiditate** a ansamblului întrunit de tranzacții. În termeni valorici, lichiditatea reprezintă cantitatea de monedă sau valori, necesară la un moment dat pentru a stinge toate obligațiile rezultate din tranzacțiile încheiate într-un timp și spațiu determinat. În termeni calitativi, lichiditatea reprezintă acea stare a piețelor în care pot fi satisfăcute toate ordinele de lichidare a titlurilor financiare sau valorilor mobiliare, tranzacționate pe piață. Cum este greu de închipuit că din punct de vedere cantitativ ar putea exista pe piață la un moment dat acea sumă necesară lichidării tuturor titlurilor, analiza funcționării pieței monetar-financiare face apel în special la latura calitativă a lichidității.

Lichiditatea piețelor are trei caracteristici interdependente între ele, respectiv lărgimea, profunzimea și rezistența⁴.

Lărgimea pieței depinde de volumul titlurilor tranzacționate și de numărul actorilor de pe piață, în sensul că, odată cu creșterea numărului agenților participanți, cresc și posibilitățile ca un titlu scos la vânzare să-și poată găsi un cumpărător la termenul și prețul impus de piață, (semnificația acestui indicator poate fi ușor ilustrată și explicată pe seama legii fundamentale privind rigiditatea ofertei și elasticitatea cererii).

Profunzimea pieței reprezintă gradul de variație maxim sau minim al prețului de piață, care permite sau nu absorbția unui ordin scos la vânzare la o anumită valoare. Astfel, o profunzime ridicată face ca variațiile prețurilor să fie suficient de „elastice” astfel încât să nu perturbe echilibrul pieței, această situație convenind acelor formatori de piață semnificativi care doresc să-și restructureze portofoliile fără a fi ei înșiși afectați.

Rezistența piețelor se referă la viteza ajustării prețului de piață în momentul declanșării unor dezechilibre exogene, piața fiind capabilă să ingereze sau nu cu rapiditate, informațiile primite și să afișeze un curs corect adaptat, prin care să se regăsească echilibrul și consensul de opinie al participanților la tranzacții. Noțiunile deja clasice de cursuri volatile sau cursuri înguste de piață fac referire tocmai la această trăsătură a lichidității.

Tranzacțiile sunt încheiate pe seama promisiunilor de randamente superioare sau dividende și dobânzi profitabile, piața monetar-financiară fiind guvernată, în mod informal, de acte comportamentale bazate exclusiv pe încredere. Încrederea nu se justifică însă la nivel personal, disociat individual, ci se regăsește la nivel colectiv și global, fiind întărită pe de o parte de sistemul mutual de compensare și reglementare derulat de instituția bursei iar pe de altă parte de sistemul de supraveghere și reglementare instituit și coordonat la diferite niveluri, de autoritățile financiar monetare.

Comportamentul speculativ se bazează în general pe diferențe ale prețului de piață față de prețul fundamental, definite în ecarturi de timp, investițiile de portofoliu regăsindu-se pe o scară a exigibilității, definite prin așteptarea unui nivel anticipat al randamentului titlurilor⁵. Această scară a anticipărilor poate fi însă deturnată prin diferite resorturi legate de informațiile vehiculate pe piață, percepția riscurilor, evoluția activelor în termeni reali (rezultatele întreprinderilor), trend-ul piețelor de mărfuri sau al piețelor paralele, rezultând astfel devieri de la comportamentul mutual clasic, bazat pe încredere. În acest caz, tendința întreprinzătorilor este să părăsească pozițiile deținute și să se angajeze într-o goană după lichidități, fenomen care declanșează în cascadă o isterie de piață și o cerere generalizată de vânzare. În momentul în care plățile nu mai pot fi onorate decât pe seama îndatorării masive, prin efectul de levier, se ajunge la o criză acută a lichidităților. Piața devine incoerentă și incapabilă să reacționeze și să se autoregleze, apariția împrumutătorului de ultimă instanță rămânând

⁴ Aglietta Michel, *Macroeconomie financiară*, vol. I, Ed. C.N.I. „Coresi”, București, 2001

⁵ Teunissen Jan Just, - *The Management of Global Financial Markets*, FONDAD, Hague, 2000

ultima soluție viabilă pentru ieșirea din impas. Reacția actorilor pieței privind conservarea portofoliului conduce deci la adevărate crize funcționale de sistem.

În ultimele două decenii cauzele care au declanșat comportamentul infidel al investitorilor au fost din cele mai diverse: supraevaluarea valorii de piață a activelor și exagerarea perspectivelor pozitive și subevaluarea riscurilor, lipsa informațiilor sau promovarea unui sistem asimetric de informare, evenimente sau impuneri economice semnificative de natura practicilor monetare naționale sau regionale, comportamentul hazardat al unor agenți speculativi „zgomotoși”, slăbiciunile sistemului bancar, evenimentele politice și sociale, dezastrele naturale sau ecologice cu influență în sfera economică.

Funcționarea piețelor se bazează deci, corelativ pe responsabilitatea subiecților, un grad optim de lichiditate și un sistem eficient de supraveghere și intervenție din partea autorităților monetar-financiare, pentru a asigura o funcționare echilibrată a mecanismelor de schimb și compensare, în tranzacțiile cu titluri sau active financiare.

Relația și rolul sistemului monetar financiar în economia mondială este raportată la contribuția acestuia în evoluția producției și comerțului la nivel global, explicația pornind de la perspectiva alimentării cu lichidități a nevoilor exprimate în derularea proceselor de producție, de repartitie și de consum din sfera economiei mondiale. Intensitatea cu care sistemului monetar financiar participă la creșterea economică și redistribuirea acumulărilor de capital, reflectă eficiența incidenței asupra sistemului economiei mondiale.

La nivelul piețelor monetar financiare, analiza efectelor produse asupra economiei mondiale pornește de la interpretarea noțiunii de eficiență funcțională. Astfel, cel puțin la nivel teoretic, eficiența piețelor monetar financiare se manifestă în patru direcții diferite⁶, respectiv: eficiența informațională, eficiența în stabilirea valorii fundamentale, eficiența în domeniul diversificării riscurilor și eficiența procesului de alocare.

Eficiența informațională a piețelor se manifestă în condițiile prezenței unei forme simetrice de acces la informații, de aceeași calitate și fidelitate, pentru toți participanții la tranzacții și constă în posibilitatea anticipării cu precizie a efectelor informației asupra prețului și regăsirea acesteia în nivelul stabilit al tranzacțiilor. Ipoteza de lucru ar fi deci, asigurarea simetriei informațiilor în input-ul analizei de piață iar concluzia care conduce la eficiența informațională este legată de reflectarea fidelă a unităților de date în evoluția prețului pe piață, informațiile devenind irevocabil variabile de mediu determinante.

Eficiența în stabilirea valorii fundamentale este posibilă doar în condițiile unei eficiențe informaționale rezonabile și se referă la capacitatea prețului de piață al activelor financiare de a reflecta valoarea fundamentală a titlului. Cu cât diferențele dintre valoarea de piață și valoarea fundamentală a titlurilor sunt mai mari, cu atât va fi mai virulent efectul speculativ, accentuând volatilitatea și instabilitatea piețelor crescând sensibilitatea interactivă a acestora față de gradul de lichiditate pe termen scurt și lung. În mod ideal, eficiența valorii fundamentale presupune acel stadiu în care

⁶ Ibidem, op. cit.

numai variația valorii reale a titlurilor și numai informațiile pertinente cu privire evaluarea activelor, pot afecta variația prețului de piață pe termen lung.

Eficiența în domeniul diversificării riscului are ca obiectiv omogenizarea percepției privind riscul și analiza pieței prin considerarea întregului ansamblu informațional cu privire la variabilele de mediu, evaluarea randamentelor și variația prețului față de cel fundamental. Conform teoriei Arrow-Debrew „... *existența unei game complete de piețe concurențiale este necesară și suficientă pentru atingerea optimului în domeniul echilibrului...*”⁷. În această perspectivă, condiția pentru asigurarea eficienței este dezvoltarea de piețe concurențiale care să conducă la diversificarea riscurilor și distribuirea lor uniformă printr-un lanț succesiv de tehnici de acoperire. Apariția pieței paralele a instrumentelor derivate are sens în această logică, rolul considerat al acestora în atenuarea reacțiilor de piață și gestionarea portofoliului de riscuri, fiind absolut justificat. În mod ideal, considerăm că echilibrul ar fi atins în momentul în care, față de piața tranzacțiilor bursiere, ar fi dezvoltat un ansamblu de piețe paralele derivate, care să preia riscul, să-l diversifice și să-l gestioneze atât de eficient, încât lanțul de propagare al efectelor de manifestare negativă, să fie suficient de segmentat, pentru a atenua șocul sau pentru a-l reloca total în afara ariei de manifestare a comportamentelor privind formarea prețului de piață. Doar în acest caz, evoluția piețelor se va rezuma la eficiența informațională și la echilibrul abaterilor prețului de piață față de prețul real, în termenii randamentelor reale ale activelor, preconizate pe termen scurt și lung.

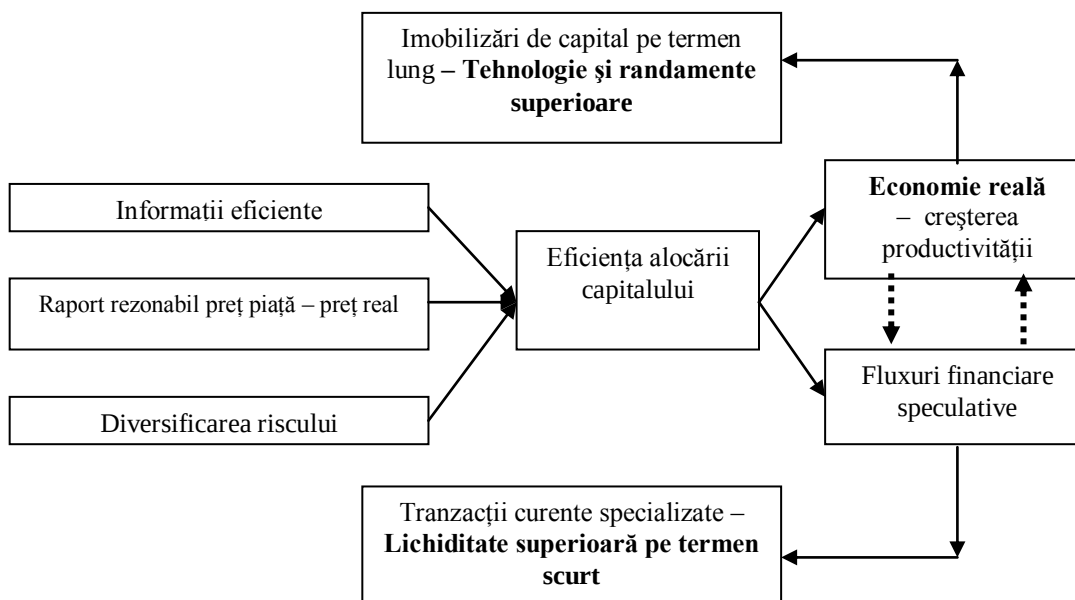
Pe baza celor trei condiții legate de asigurarea unui flux echitabil, real și eficient de informații, stabilirea unui raport rezonabil dintre prețul pieței și prețul fundamental al activelor financiare precum și diversificarea, respectiv acoperirea „în adâncime”, a riscurilor comportate de decizia investițională de piață, se realizează **eficiența procesului de alocare** a capitalului ca factor ultim determinant al echilibrului piețelor monetar financiare internaționale. Eficiența procesului de relocare se referă la *calitatea fluxurilor financiare*, tributară după caz rațiunii economice sau speculative, aflată la baza comportamentului de piață. În figura de mai jos este reprezentat modul de determinare a eficienței alocării pornind de la cele două variante comportamentale de bază ale actorilor pieței, pe baza premiselor informaționale, de preț și de risc anterior amintite.

În prima situație, capitalul plasat provine preponderent din economisirile cu caracter social – privat (ale persoanelor fizice sau juridice nespecializate) iar acumulările sunt îndreptate spre investiții în zona pieței monetare sau financiare, care să asigure o performanță superioară plasamentelor bancare sub formă de depozit. Actorii de piață intervin, în acest caz, în mod direct pe piață, prin apelarea la intermediari, păstrându-și astfel puterea de decizie. Sumele alocate iau forma investițiilor directe sau de portofoliu *pe termen lung*, mizând pe dorința de creștere patrimonială, pe profituri viitoare rezultate din lărgirea, diversificarea sau eficientizarea procesului de producție, deci în legătură directă cu economia reală.

⁷ Holstrom B. and Tirole J. – „Financial intermediation, loanable funds and the real sector”, Quaterly Jurnal of Economics, vol.62, nr.3, 1997

În cel de-al doilea caz, capitalul provine tot din economii ale privaților, însă manifestarea alocării nu vizează direct decizia investițională a acestora, ci trece prin filtrul instituțiilor financiare specializate. Astfel, în speranța unor câștiguri sau randamente superioare pe termen scurt, cei ce au economisit apelează la instituții specializate în plasamente pe piață. Aceste firme acționează în numele clienților lor, pe seama capitalului acumulat prin exercitarea funcției de catalizatori de economii și desfășoară acțiuni cu preponderență speculative, urmărind în permanență obținerea de profit pe termen scurt, în vederea asigurării randamentelor promise. Iau naștere, astfel, fluxuri de tranzacție cu caracter speculativ, caracterizate printr-un grad de sensibilitate sporit față de nivelul lichidității pe piață.

Fie ei formatori de piață (*market makers*) sau simpli agenți speculativi (*noisy traders*), lichiditatea, respectiv perspectiva pe termen scurt, este principala calitate urmărită în fenomenul de alocare. Așadar, eficiența alocării capitalului este dată pe de o parte de nivelul sensibilității piețelor monetar financiare față de comportamentul și așteptările pe termen scurt ale participanților și pe de altă parte de preferința pentru câștiguri pe termen lung susținute de randamente economice superioare și ritmuri semnificative ale progresului tehnologic. Eficiența se exprimă în prima situație funcție de gradul de lichiditate al piețelor iar în a doua situație funcție de valorificarea productivă a capitalului și asigurarea de randamente economice superioare.



Raportul calitativ care se stabilește între fluxurile financiare generatoare de valoare economică și progres tehnologic aferent economiei reale și fluxurile financiare speculative care acționează paralel, respectiv între capitalurile destinate economiei productive și capitalurile speculative, dau măsura eficienței alocării capitalului.

Piețele monetar-financiare sunt clasificate *după criteriul lichidității* în piețe monetare (sunt tranzacționate titluri cu scadență mai mică de un an) sau piețe financiare (unde sunt tranzacționate titluri cu scadență peste un an), respectiv după *criteriul nouității* pe piață, în piețe primare sau piețe secundare.

Piața primară reprezintă acea piață pe care sunt emise titlurile sau valorile mobiliare, în mod direct, pentru atragerea de capital de pe piața financiară ca formă superioară de finanțare. Fluxul financiar, creat prin atragerea investițiilor directe de pe piața primară, este direct conectat la ansamblul economic productiv al economiei mondiale, în sensul că aici se realizează contactul efectiv al ofertei de capital cu cererea de capital din industrie sau sectorul de prestări servicii⁸.

Ca formă de finanțare, emiterea de titluri participative (acțiuni) sau de titluri purtătoare de dobândă (obligațiuni), reprezintă cea mai eficientă modalitate de ajustare a necesităților de lichidități ale întreprinderii, prin catalizarea resurselor financiare disponibile, pe seama unui comportament investițional sănătos din partea pieței. Rațiunea investițiilor pe piața primară este fundamentată pe următoarele considerente: dorința de însușire a unor randamente economice viitoare superioare mediei ratelor dobânzii pe piață (în special pe seama *progresului tehnologic*), creșterea valorii de piață a titlurilor și obținerea de avantaje considerabile în urma tranzacționării pe piața secundară, preluarea controlului unor unități economice, evitarea barierelor investiționale impuse de statele naționale.

Deci perspectiva comportamental – investițională poate fi una *economică*, bazată pe obținerea unor randamente superioare și realizarea de acumulări patrimoniale fundamentate prin active fizice, (acțiuni care conduc ulterior la alimentarea benefică cu capital a sistemului productiv din economia mondială) sau poate fi una pur *speculativă*, în măsura în care caracterul investiției este temporar și orientat spre avantaje previzionate pe termen scurt (creșteri spectaculoase ale cursului de piață bazate fie pe inserții tehnologice fie pe diferite informații de piață). Din partea agenților economici ofertanți de titluri, calitatea acestora este apreciată funcție de performanțele publicate și imaginile privind evoluțiile anterioare. Cu cât informațiile sunt mai simetrice, mai uniforme și mai complete, în măsura unui acces egal la aceste date, cu atât investitorii își pot forma o perspectivă mai fidelă a pieței și pot fi mult mai clari în formularea intențiilor de piață. Se pot distinge mai multe situații conjuncturale elocvente în acest sens:

- dacă promisiunile întreprinderilor sunt orientate pe termen scurt, atunci investitorii deduc faptul că titlurile sunt emise pentru a acoperi o necesitate imediată de

⁸ Anghelache Gabriela, *Piața de capital. Caracteristici, evoluții și tranzacții*, Ed. Economică, București, 2004

lichidități și intervin în măsura în care prevalează interesul diversificării portofoliului și perspectiva speculației pe piața secundară, pe seama variațiilor prețului de piață;

- dacă titlurile au valori de emisiune mai mari decât valoarea fundamentală dar sunt emise pe termen lung, atunci investitorii pot sesiza caracterul strategic al mutațiilor și funcție de informațiile deținute și de finețea analizelor realizate, se pot erija în investitori direcți (rațiuni valabilă mai ales în cazul unor întreprinderi noi pe piață), mizând pe performanțe economice pozitive, cu un randament sporit, pe seama progresului tehnologic. În acest caz, piața primară se alătură în mod absolut benefic fluxurilor de capital care alimentează inovația tehnologică, cel mai inedit și profitabil neofactor de producție;

- dacă titlurile sunt emise pe fondul aprecierii durabile a cursului de piață pentru valorile tranzacționate în numele aceleiași întreprinderi pe piața secundară, atunci investitorii mizează pe nevoile de restructurare sau de lărgire a spectrului de activități ale întreprinderilor și decid acumularea de proprietăți în schimbul capitalului propriu, alocând resurse în fapt pentru dezvoltarea unor cicluri de producție și pentru susținerea în final a ritmului creșterii economice cu impact regional sau internațional.

În general, rațiunile sunt intuibile, iar, ca urmare a funcționării raportului calitativ economii/investiții capitalul este distribuit sub o formă sau alta în circuitul economic, fiind absorbit integral, pe seama criteriilor economice clasice, referitoare fie la creșterea randamentelor, diversificarea producției, asigurarea de lichidități temporare sau promovarea inovației și progresului tehnologic.

Piața secundară, sub toate formele ei, s-a dezvoltat în paralel cu piața primară, rațiunea predominantă nefiind însă realizarea de investiții ci speculația. Din punctul de vedere al sistemului productiv mondial, principalele conexiuni ale pieței secundare cu economia reală sunt: atitudinea pozitivă a întreprinderilor cu privire la capitalizare și la nevoia de apreciere pe piață și incidența piețelor monetar financiare asupra sectorului de intermediere financiară din perspectiva alimentării economiei cu lichidități și gestionarea optimă a raportului economii/investiții.

Analiza sistemului monetar-financiar în interdependențele manifestate față de toate componentele economiei mondiale, nu are însă numai accepțiuni globale sau internaționale. Interacțiunea sistemului monetar-financiar cu economia mondială se manifestă la fel de vizibil din punct de vedere funcțional și la o scară mai mică, respectiv la nivelul impactului cu principalele variabile macroeconomice. Această relație este una dublă, consacrată în două direcții majore: aceea a cererii (*demand side*) și aceea a ofertei (*supply side*).

În ceea ce privește „*economia cererii*”, deciziile privind nivelul producției și al consumului depind fundamental de puterea financiară a agenților economici. Nivelurile mari de îndatorare, necorelate cu un flux al veniturilor consistent, pot limita

capacitatea de absorbție a sectorului privat și este în măsură să înfrâneze expansiunea economică. Este interesant de remarcat faptul că fazele prin care trece o economie națională determină etape distincte în ceea ce privește calitatea percepției riscurilor. Astfel, în faza în care economiile sunt ajustate structural, prudența este maximă, apetitul pentru risc este minim iar deciziile financiare sunt foarte bine fundamentate mai ales din punct de vedere al îndatorării și randamentelor viitoare, puse permanent sub semnul întrebării. Odată însă cu creșterea nivelului economic, percepția riscurilor este treptat „insonorizată” (diminuată calitativ), iar pârgghiile prudențiale relaxate, în special în ultimele etape ale definirii unui mediu economic puternic și viabil (valabil în special pentru economiile emergente sau în dezvoltare), perioada în care, la nivel macro are loc o îmbunătățire a termenilor de schimb și a mediului economic. În această fază, sub presiunea forțelor de piață și a dinamicii economiei naționale, se manifestă tendința de a proiecta termenii afacerilor pornind de la experiențele recente pozitive, așteptările fiind prea optimiste, încurajând în fapt, prin riscurile asumate, dezechilibre financiare reale. Este cazul crizei mexicane, al crizei argentinene sau chiar parțial al crizei asiatice, când a fost constatată fie umflarea artificială a valorii de piață a activelor, fie supraevaluarea capacității statului de a suporta efectele îndatorării pe termen scurt, pe fondul unor aprecieri mult prea optimiste privind randamentul viitor. Suprasolicitarea pârgghiilor de îndatorare și devierea prea mare a prețului de piață față de posibilitățile economiei reale de a suporta, au repercutat pe termen mediu și lung într-un dezechilibru major, detronând definitiv efectele economice „efemere” pe termen scurt.

În ceea ce privește „*economia ofertei*” sectorul monetar financiar se confruntă cu aceleași variabile de mediu ca și în cazul evoluției performanțelor economiei reale. Oferta de resurse monetar financiare se manifestă inițial la nivel izolat și este redusă la mediul intern, închis liberei circulații a capitalurilor. Interesul intermediarilor financiari se rezumă la concurența internă, randamentele sectorului privat propriu, concentrându-se mai puțin pe o politică expansionistă de investiții și mai mult pe puterea de economisire și investire a populației, promovând permanent analiza temeinică a riscurilor. Odată cu deschiderea economiilor în dezvoltare și liberalizarea fluxurilor de capital, sectorul financiar se trezește asaltat de presiuni externe, care fac să explodeze concurența și care forțează în final la o aliniere asimetrică a sectorului intermediar de capital. Pe de o parte, neglijarea riscurilor în cazul forțelor financiare externe, determinată de necunoașterea totală a variabilelor de mediu și predominanța comportamentului speculativ (raportat la performanța impusă de investitori) și pe de altă parte, imprudența excesivă a sectorului financiar intern forțat la aliniere prin exacerbarea fenomenelor concurențiale și eludarea criteriilor prudențiale tradiționale, în goana lor după investiții, conduce la crearea unei piețe extrem de volatile și sensibile. Goana speculativă după randamentele semnificative previzionate a fi înregistrate pe

termen scurt în tinerele economii de piață, se transformă la primul semn într-un reflux de capital, sectorul financiar național sau regional rămânând izolat în fața presiunilor masive de lichiditate exercitate din exterior.

Prețul activelor joacă un rol esențial atât pentru economia cererii cât și pentru aceea a ofertei, fiind în final liantul de bază și uneori neglijat al relației dintre sistemul monetar-financiar și economia mondială. În sens patrimonial, activele reale sunt reprezentate prin titluri sau valori emise și tranzacționate pe piețele monetar financiare primare și secundare.

Dincolo de rațiunea speculativă pe termen scurt, acumularea are ca obiectiv final pe termen lung, majorarea sau extinderea drepturilor de proprietate, fie prin preluarea directă a unor active, fie prin câștigarea unor drepturi de încasare a dividendelor sau beneficiilor viitoare. Deciziile și strategiile sectorului privat sunt determinate de evoluția prețurilor activelor financiare și a activelor reale, evaluarea de piață a acestor valori încorporând pe rând toate așteptările excesiv de optimiste sau pesimiste ale participanților la tranzacțiile de piață. Evoluția prețurilor de piață a tuturor categoriilor de active, determinată fie de cotațiile prețurilor negociate direct fie de cotațiile bursiere, este determinantă pentru relația sector privat – intermediari financieri, în sensul în care agenții economici primesc sau nu, resursele financiare de care au nevoie, sunt sau nu capabili să suporte șocurile economice, să-și dezvolte sau nu capacitățile de producție, să asimileze sau doar să conserve rezultatele revoluției tehnologice mondiale. Rezultatele economice sunt astfel semnificativ influențate de atitudinea piețelor, dezechilibrele de informare, de alocare a capitalului sau de distribuire a riscurilor, repercutându-se asupra balanței naționale de plăți, termenilor de schimb valutar, asupra nivelului de creștere economică, ratei șomajului sau asupra nivelului prețurilor, ori asupra altor indicatori macroeconomici.

BIBLIOGRAFIE

1. Aglietta Michel - *The International Monetary Fund and the International Financial Architecture*, CEPII Paper Work No. 08, 2000
2. Aglietta Michel - *Macroeconomie financiară*, vol. I și II, Ed. C.N.I. „Coresi”, București, 2001
3. Amitai Aviram - *Regulation by Networks*, Chicago Working Paper Series, 2003
4. Andrew Brociner - *Europa monetară*, Ed. Institutului European, Iași 1999
5. Anghelache Gabriela - *Piața de capital. Caracteristici, evoluții și tranzacții*, Ed. Economică, București, 2004
6. Bari Ioan - *Globalizarea și probleme globale*, Ed Economică, București, 2001

7. Boyer R., Young W. - *Mundell's International Economics, Adaptation and Debates*, IMF Staff Papers, 2005
8. Bran Paul - *Relații financiare și monetare internaționale*, Ed. Economică, București, 1995
9. Brăilean Teodor - *Monetarismul în teoria și politica economică*, Institutul European, Iași, 1998
10. Brunsvick Y., Danzin A. - *Naissance d'une civilisation. Le choc de mondialisation*, Ed. UNESCO, 1998
11. Chabot Cristian - *Euro moneda europeană*, Ed. Teora, București, 2000
12. Constantinescu M. - *Globalizarea, mit și realitate*, Ed. Economică, București, 2004
13. Coyle Diane - *Guvernarea economiei mondiale*, Ed. Antet, București, 2000
14. Crochane John - *Financial Markets and Real Economy*, NBER Working Paper, 2005
15. Davies R., Davies G. - *A Comparative Chronology of Money*, Ed. Cardiff, University of Wales Press, 1999
16. Dăianu Daniel - *Echilibrul economic și moneda*, Ed. Humanitas, București, 1993
17. Dinu Marin (coord.) - *Economie europeană*, Ed. Economică, București, 2004
18. Doltu Contantin - *Sisteme monetare contemporane*, Ed. Economică, București, 1997
19. Dumitrescu S. (coord.) - *Economie mondială*, Ed. Independența Economică, Brăila, 1998
20. Dumitrescu S., Bal A. - *Economie mondială*, Ed. Economică, București, 2002
21. Fred Bergsten - *The Euro and the World Economy*, European Central Bank, Frankfurt, 2005
22. Frederic Teulon - *Sistemul monetar internațional*, Ed. Institutului European, Iași 1997
23. Gaftoniuc Simona - *Finanțe internaționale*, Ed. Economică, București, 2000
24. Genereaux Jacques - *Politici economice*, Ed. Institutului European, Iași 1998
25. Gust Mihai (coord.) - *Management bancar*, Ed. Independența Economică, Brăila, 1999
26. Holstrom B. , Tirole J. - *Financial intermediation, loanable funds and the real sector*, Quaterly Jurnal of Economics, 1997
27. Ionescu C. Lucian (coord.) - *Economia si rolul băncilor*, vol.I și II, Ed.Economică, București, 1997
28. Ionescu C. Lucian (coord.) - *Macroeconomie și economie internațională*, IBR, București, 1998/1999

-
29. Ionescu C. Lucian (coord.) - *Piețe monetar - financiare*, IBR, București, 2000
 30. Ionescu C. Lucian (coord.) - *Instituții și activități financiar-bancare*, IBR, București, 2000
 31. Isaic-Maniu Al. (coord.) - *Macroeconomie și analiză macroeconomică*, Ed. Independența Economică, Brăila, 1996
 32. Korten David - *Corporațiile conduc lumea*, Ed. Samizdat, București, 1995
 33. Lombardi Domenico - *IMF's Role in Low-Income Countries – Issues and Challenges*, NBER Working Paper, Cambridge, 2005
 34. Meltzer Allan H. - *New Mandate for the IMF and World Bank*, Cato Jurnal, 2005
 35. Merton R., Bodie Z. - *The Design of Financial System*, IMF Working Paper, 2005
 36. Rischard Jean-Francois - *Al doisprezecelea ceas. 20 de probleme globale – 20 de ani pentru a le rezolva*, Institutul Bancar Român, Ed. Millenium Tres, București, 2004
 37. Ross Levine - *Finance and Growth*, NBER Working Paper, 2004
 38. Rujan O., Pârgaru I. - *Economie internațională*, Ed. Economică, București, 2004
 39. Săvoiu Vasile - *Banca centrală și sistemele de plăți de interes național*, Ed. Enciclopedică, București, 1998
 40. Stiglitz Joseph - *Globalizarea. Speranțe și deziluzii*, Ed. Economică, București, 2002
 41. Strange Susan - *Retragerea statului. Difuziunea puterii în economia mondială*, Ed. Trei, București, 2002
 42. Sylla R., Wright E. - *Networks and Financial Systems*, Business History Conference, New York, 2004
 43. Teunissen Jan Just - *The Management of Global Financial Markets*, FONDAD, Hague, 2000
 44. *** - *Response to the Challenges of Globalisation*, Working Document for European Commission, Bruxelles, 2002
 45. *** - *International Financial Architecture*, Information Note by World Bank Staff, Washington, 2005
 46. *** - *International Standards: Strengthening Surveillance, Domestic Institutions, and International Markets*, Note by World Bank Staff, Washington, 2005

IMPACTUL TEHNOLOGIEI INFORMAȚIONALE ASUPRA TRANSPORTULUI ȘI COMERȚULUI MARITIM

Prof. univ. dr. ing. Haralambie BEIZADEA

Academia Navală "Mircea cel Bătrân", Constanța

Abstract

The informational technology implemented in maritime transport sector is the most recent consequence of a new perspective regarding the nodal networks, functioning between owners, clients, ports, agents or authorities, as an appropriate way for improving the informational speed of data, related to this business evolution and global tendencies.

This paperwork is meant to clarify in fact the route of this information flux, its main features and the fundamental elements implied in data routes, as responsibilities, influences of functional role as well. The structure of data implies also complex information about port calls, contract conditions, clients or suppliers, logistics segments all of it connected in the network of maritime business.

The conclusion are related to the main important conditions for data value quality assurance, establishing some strategies for improving the performance of informatics systems. Also, this paper mark a distinction between the information system and its subsystem as components or segment of networking information routes.

1 COMPONENTELE INFORMAȚIONALE ALE ACTIVITĂȚII DE TRANSPORT MARITIM

Odată stabilit conceptul fizic de unitizare a mărfii, demonstrate avantajele și conjuncturile multiplelor sale posibilități, dezvoltarea reală a containerizării a fost și continuă să fie legată în mod intim de utilizarea și progresul **tehnicilor de informare**. O eficiență sporită în utilizarea mediilor fizice și a penetrării capilare în interiorul țării, depind în cea mai mare măsură de capacitatea de a dispune de informații în timp util,

iar această capacitate este posibilă doar utilizând ordinate (ce nu sunt altceva decât mașini ce tratează informația) pentru a le procura și a le trimite la distanță. Fără pretenția delimitării unei terminologii precise, pot fi considerate drept componente de bază ale instrumentelor informatice următoarele elemente:

- echipamentele, elementele fizice (hardware) necesare pentru realizarea „tratării” informațiilor, compuse în general din: (i) unitatea centrală de procesare și (ii) așa numitele unități periferice (tastatura, ecranul, imprimanta, scannerul, etc.);

- programele (software) ale sistemului operativ, de aplicație și utilitare, legate prin coduri de instrucțiuni la unitatea centrală pentru realizarea procesării și transmiterea datelor;

- sistemul fizic de comunicații (rețea de sprijin pentru transmiterea datelor între calculatoare).

Având în vedere capacitatea de procesare și stocare, gama de ordinate oferite merge de la unități mici de capacitate cunoscute ca „personal computer” (P.C.) până la unități de mare capacitate („main frames”) și este numeroasă și variată atât în termeni de capacitate ca și în specificații tehnice. P.C.-urile, în afara de o utilizare independentă, oferă posibilitatea conectării la o rețea centrală de mare capacitate („host”) pentru exploatarea centralizată a informațiilor.

Proiectarea optimă a unui sistem informațional pentru o companie maritimă, trebuie să vizeze funcțional cel puțin următoarele obiective de bază:

Fiabilitatea informației. Pentru ca procesul de adoptare a deciziilor zilnice și controlul periodic să fie optime, este indispensabil ca datele și informațiile din sistem să fie absolut fiabile. În acest sens sistemul trebuie să prevadă controale interne eficiente care să detecteze inadvertențele: spre exemplu, trebuie să se emită un aviz de eroare și să fie oprite orice alte transporturi terestre atunci când pe baza conștientizării un container contractat punct/punct se facturează doar „door-to-door”(„ușa la ușa”) sau atunci când se încarcă un număr de containere ce depășește capacitatea reală a navei. Gestiunea informațiilor trebuie să se bazeze pe estimări (prevederi) corecte ale datoriilor și plăților, opozabile față de terți.

Oferirea de informații în timp real. Informațiile și datele necesare pentru gestionarea afacerii trebuie să fie disponibile în termene adecvate („fix la timp”) pentru luarea unor decizii corecte. Spre exemplu, necesarul de echipament pentru așezarea mărfurilor contractate, prevederea mărfii de încărcat/descărcat la sosirea navei într-un port, avizarea porturilor de destinație asupra mărfurilor ce urmează a fi descărcate etc - toate acestea necesită planificarea unei serii de acțiuni concrete și precise care pentru a putea fi eficiente trebuie să se bazeze pe date corecte.

Capacitatea de comunicare externă. Referindu-se la un sector în care, pentru sectorizarea multitudinii de faze este vitală obținerea de informații imediate, ale căror

origini și destinații sunt foarte dispersate geografic și diverse în ceea ce privește sursele și utilizatorii conținutului acestora, este indispensabil să fie asigurată fluiditatea canalelor de comunicație. Sistemul trebuie să permită incorporarea imediată a informațiilor externe primite și emiterea spre exterior a acestor informații necesare realizării acțiunilor ce urmează.

Flexibilitatea și facilitatea manipulării (utilizării). În afara informațiilor standard pe care este programat sistemul, acesta trebuie să aibă flexibilitatea necesară pentru a produce informații personalizate ce pot fi oportune pe o analiză detaliată. Spre exemplu: o informare standard asupra vânzărilor oferă în mod global numărul de containere de 20' și 40' transportate între origini și destinații determinate, dar trebuie să aibă capacitatea de a oferi detalii despre numărul acestora în fiecare dintre modalitățile de transport (port/port; ușă/ușă, etc.), încărcătura fiecărui container sau codificarea facturii de reparații a unei nave, trebuie să permită identificarea tipului de reparație a cărui segment (echipament) i-a fost aplicată.

Introducerea unică a informației. Pentru evitarea erorilor, reducerea costurilor și economisirea timpului, sistemul trebuie să fie programat pentru exploatarea maximă a datelor introduse în el. Spre exemplu: introducerea datelor dintr-un conosament de încărcătură trebuie să permită lichidarea (plătirea) navlului, locul în care se face acest lucru, punctul de origine/destinație a transportului contractat, etc.

În vederea îndeplinirii acestor obiective minimale propunem următoarele strategii concrete de optimizare a sistemelor informaționale, proprii comerțului maritim:

Alegerea programelor (software). Există alternativa realizării de programe cu aplicație proprie elaborate în funcție de particularitățile de exploatare sau se poate alege unul dintre numeroasele programe de pe piața informatică, acreditate de experiență practică și care pot acoperi toate necesitățile exploatării unor linii regulate. Micile modificări ce pot fi obținute pentru o mai bună adaptare a respectivelor programe la particularitățile unei anumite exploatări, nu presupun dificultăți deosebite, atunci când alegerea programului achiziționat este corectă. Achiziționarea programelor optime reprezintă în fapt, soluția cea mai ieftină și cu cea mai rapidă aplicare în vederea optimizării sistemelor informaționale.

Alegerea echipamentului (hardware). Volumul informațiilor ce urmează a fi procesate impune, ca ipoteză de lucru, primul criteriu în alegerea echipamentului. Rapida evoluție a calculatoarelor și a capacităților acestora reprezintă o trăsătură a sectorului informatic care adaugă sau extinde în mod continuu posibilități de utilizare și operare. Așadar, echipamentul ales trebuie să ofere posibilități fizice reale pentru stocare de date și procesare în utilizarea programelor informatice nou elaborate.

Disciplina. Producția sistemului depinde, în mod definitiv, de trei factori: puterea de procesare, calitatea programelor de gestionare a datelor și nu în ultimul rând de calitatea datelor introduse. Trebuie așadar să existe conștiința faptului că, oricât de adecvate sunt echipamentul și programele disponibile, calitatea informației produse de sistem depinde în final de calitatea informațiilor introduse în vederea procesării. O corectă coordonare a proceselor și rigoarea absolută în îndeplinirea criteriilor prestabilite pentru manipularea și gestionarea datelor, sunt condiții sine-qua-non pentru obținerea eficienței sistemului. Spre exemplu atunci când se introduc date dintr-un conosament (costurile operaționale), criteriul de codificare trebuie să fie unic și aplicat uniform la nivelul întregii companii (societate sau firmă) pentru ca informația rezultată să fie pe deplin omogenă.

2 STRUCTURA SISTEMULUI INFORMATIC ÎN TRANSPORTUL MARITIM

Informația ce se vehiculează într-o companie maritimă de linie, pe lângă propriul sediu central trebuie să parcurgă un drum complex spre diverse arii geografice, prin intermediul propriilor reprezentanțe și/sau străine sub forma contractării mărfurilor și a închirierii de spații de ambarcare, conosamente de încărcătură, diverse documente, cheltuieli de escală, controlul parcului, cheltuieli ale armatorului, etc. Schimbul de informații de la/spre diferite birouri periferice și sediul central sau regional, trebuie să fie sistematizat și omogenizat pentru ca informația să fie neunivocă, iar datele procesate să producă o informație de calitate. Sistemul informatic al unei companii de linie este susceptibil de a fi structurat în mai multe moduri. În mod logic, opțiunea aleasă trebuie să păstreze relația cu propria structură a companiei și în plus să producă o informație de tip global, pornind de la informațiile de tip departamental, astfel încât, managerii din diferite compartimente să poată distinge informațiile în detaliu dar și nivel de ansamblu sau complex de activități. Evident că factorul dimensiune este o altă condiție a proiectului, dar în marile companii există întotdeauna o regionalizare a activităților determinate, respectiv niște centre regionale, cărora sediul central al companiei le delegă responsabilitatea și controlul activității.

Luând ca exemplu o companie de dimensiuni medii, schema informatică pentru un armator care pune la dispoziție propria flotă, se poate împărți în două mari segmente tehnologice informaționale, respectiv:

- sistemul informațional global al sediului central;
- sistemul informațional global al fiecărei agenții.

Ambele sisteme, fie că se află la sediul central sau la sediul agențiilor, se divid și se interrelaționează printr-o rețea de comunicație prin intermediul subsistemelor, pe mai multe **structuri informaționale**, dintre care distingem:

- sistemul informațional cu privire la piața tehnologică;
- sistemul informațional al operațiunilor;
- sistemul informațional al parcului și al transporturilor terestre;
- sistemul informațional cu privire la flotă;
- sistemul informațional contabil central.

Spre exemplu, esca la unei nave și preluarea încărcăturii, generează o serie de conosamente pe care agenția portuara le grupează într-un „*manifest*”. Odată completat, documentul este trimis de la agenție (filială), la sediul central de unde se remit corespondentele acestor documente spre porturile de destinație. Pe baza informației conținută de conosamente, biroul central formulează factura și procedează la contabilizarea acesteia. Din conosament se obține și informația referitoare la mișcările din parcul de containere precum și dinamica transporturilor terestre. De la agentul portuar, sediul central va primi de asemenea și informații despre costurile estimate de armator în ceea ce privește marfa (cheltuielile liniei, nerecuperabile pentru beneficiar) și referitoare la navă. Periodic acesta va trimite de asemenea și evidența acelor cheltuieli care nu sunt generate de esca la unei nave, cum ar putea fi reparația sau depozitarea containerelor etc. Simultan sunt generate informații referitoare la facturile de livrare, reparații, asigurări, etc. relative la navă, cheltuieli ale voiajului sau publicitate, care o dată examinate de departamentul de specialitate sunt transmise spre evidențiere biroului contabilitate.

2.1 Sistemul informațional cu privire la piața tehnologică

Se disting doua tipuri de informații fundamentale activității de transport, respectiv informații generate de **vânzări** cu privire la activitatea companiei și informații referitoare la **analiza pieței**.

a) **Rețeaua comercială.** Agențiile portuare interne sau externe și precum și propria centrală generează informații relative cu privire la activitățile de obținere a mărfurilor, atunci când contractul devine efectiv executabil. Analiza cantităților de marfă contractate, permite departamentului comercial să facă o pre-planificare a stivuirii și să formuleze previziuni ale costurilor operaționale iar departamentului logistic, să prevadă necesarul de echipamente, containere sau mijloace de transport terestru ce pot fi alocate prin clauzele de transport negociate. Ulterior se vor obține informații curente, de corecție, despre marfa transportată, navluri dar și despre costurile de comercializare prin intermediul unei rețele de agenți comerciali zonali și de tranzit.

b) **Analiza pieței.** În afara de informațiile generate de contractarea de mărfuri, firma trebuie să elaboreze și să întrețină o bază de date optim structurată, cu informații actualizate periodic, privitoare la: mărfuri (volum, tipuri, origine și destinație), clienți (fabricanți, exportatori, importatori) și rute (linii maritime, porturi,

căi de transport terestru). Informațiile pentru alcătuirea unei asemenea baze de date, sunt obținute din surse precum statisticile conferințelor maritime, ale autorităților vamale, portuare, sau ale asociațiilor de producători, statistici ale publicațiilor specializate, precum și din bazele de date ale Ministerului de Comerț Exterior sau de la clienții din rețeaua comercială a companiei. Informații sunt relaționate cu particularitățile activităților proprii și pot conduce la determinarea valorică a următorilor indicatori:

- indicele de acces în traficul pe anumite rute;
- volumul potențial și real de mărfuri de la clienți corespunzători;
- poziția concurenței;
- evoluția segmentelor de piață.

2.2 Sistemul informațional al operațiunilor

a) **Planul de stivuire.** Sistemul trebuie să proporționeze informația necesară pentru ca, plecând de la situația sosirii navei și a descărcărilor prevăzute, să fie posibilă optimizarea stivuirii mărfurilor ce urmează a fi ambarcate în funcție de exigentele navigației, folosirea cât mai rațională a spațiilor de încărcare și evitarea transbordărilor. În afara de îndeplinirea scopurilor amintite, o buna preplanificare a operațiunilor face posibilă scurtarea staționării în port având ca rezultate scăderea cheltuielilor navei și îmbunătățirea productivității sale.

Pe piață există programe cu aplicații specifice pentru planificarea stivuirilor, în care se strânge toată gama posibilă de combinații de utilizare a capacităților navei, plecând de la inventarierea spațiilor acesteia (magazii, celule, bays), introducând toată gama de mărfuri ce urmează a fi ambarcate specificându-se greutatea acestora, volumul, originea și destinația, în asemenea măsură încât subsistemul permite acceptarea sau refuzarea situațiilor pentru programarea voiajului. Respectiva aplicație este făcută împreună de către responsabilul operativ al companiei și de către oficialul ce se ocupa de navă, iar rezultatul acesteia este pus la dispoziția agentului care încarcă sau descarcă nava și la dispoziția terminalului maritim ce operează încărcarea și descărcarea. Acest subsistem trebuie să cuprindă toate aspectele legate de rezervarea de spații din fiecare port.

b) **Cheltuieli portuare.** Toate operațiunile de încărcare, descărcare trebuie prelucrate în alt subsistem în asemenea manieră încât să fie cunoscută cu exactitate fiecare mișcare efectuată, la fiecare escală a navei în port, respectiv:

- mișcările locale ale mărfii;
- mișcările ale mărfii transbordate;
- mișcările ale echipamentului gol;
- înstrăinările de orice tip;

- lucrul peste program.

Tot în acest subsistem trebuie inclus și tariful convenit cu terminalul din fiecare port pentru diversele tipuri de operațiuni cu scopul de a calcula unele costuri medii care să faciliteze estimarea costurilor manipulărilor.

Fiecare port elaborează așa numita *evidență a cheltuielilor în trepte*, al cărui cel mai important capitol este cel al costurilor manevrelor portuare și al cărui propriu subsistem permite culegerea de informații în așa fel încât o dată închis *contul de escală* într-un termen de 30/60 ore, codificarea acestuia să permită verificarea eventualelor deviații ale costurilor în comparație cu cele prevăzute anterior.

În afara utilității unei defalcări analitice a costurilor manevrelor portuare, ca urmare a planificării și execuției acestora și a caracteristicilor operative ale navelor, cunoașterea analitică a respectivelor capitole de costuri portuare este de asemenea deosebit de utilă în navigație și în relațiile cu societățile de încărcători și a celorlalți furnizori portuari.

2.3 Sistemul informațional al parcului și al transporturilor terestre

Utilizarea containerului ca unitate de încărcătură standardizată și continuă mecanizare a operațiunilor de transfer intermodal, constituie cea mai mare revoluție în transportul maritim de la introducerea navigației cu abur. Fără îndoială, aceasta revoluționare ar fi deziluzionantă dacă nu ar fi fost acompaniată de dezvoltarea instrumentelor informatice pentru controlul logistic al mișcărilor sale și analiza diferitelor faze a utilizării sale.

Spre exemplu, o exploatare care utilizează un parc de 15000 containere, împrăștiate în 20 de țări diferite situate pe trei continente și care transporta 55000 containere încărcate în voiaje oceanice, care la rândul lor generează transporturi de alimentare maritimă și transporturi terestre sub directă responsabilitate a Liniei. Este vorba așadar de o exploatare de dimensiuni medii. Cu toate acestea, controlul manual al unei asemenea activități presupune un număr mare de angajați, este extrem de scump și este incapabil să producă o informație sau să reflecte cu suficientă exactitate situația reală.

Un program aplicabil în controlul containerelor, șasiurilor și transporturilor rutiere poate avea configurații diverse, dar pentru a fi cu adevărat utile trebuie să conțină următoarele **caracteristici**:

a) Trebuie să aibă următoarele posibilități:

- control local al parcului: fiecare agenție sau filială a companiei va introduce informația cu privire la situația și disponibilitatea echipamentului pe care îi are în custodie.

- control central al parcului: prin intermediul controlului local al parcului și ca o consecință a inter-relaționării se obține controlul central al parcului.

- gestiunea transporturilor terestre: o obligație pur locală, se vor stinge toate informațiile relative la transporturile terestre realizate. Ca și în cazul controlului asupra parcului, integrarea sa este necesară pentru controlarea globală a transporturilor terestre.

- reparații și Controlul Depozitelor: pe plan local servește la controlul reparațiilor echipamentului și la facturarea depozitelor și mai apoi se compară cu istoricul reparațiilor existent în baza de date de la centru.

b) Trebuie să aibă următoarele caracteristici de bază, care în realitate constau din aplicarea în controlul parcului a conceptului "chiar la timp" (în timp util), concept tot mai utilizat în multe procese de producție.

c) Trebuie să fie capabil să dispună în fiecare moment de următoarele informații despre toate containerele:

- situația statică sau dinamică;
- situația geografică (localitate, provincie, țară);
- statut (plin/gol);
- voiaj maritim sau terestru (origine / destinație);
- disponibil / indisponibil;
- export/import;
- tipul de echipament (20', 40', platformă, frigorific, etc.).

d) Trebuie să permită conexiunea cu alte sisteme informaționale: rezervele de marfă, documentația (care în acest caz protejează transportul) și contabilitate, cu obiectivul de validare a informației de intrare, stabilirea secvenței logice de gestiune în așa fel încât să nu se repete aceeași informație pentru două baze de date diferite, obținerea informației întregi comună mai multor baze de date.

e) Controlul asupra parcului trebuie să ia în considerație următoarele:

- un parc unic ce aparține Companiei de linie.
- mai multe parcuri aparținând diferitelor Companii de linie.
- un parc unic utilizat în "*pool*" de diferite Companii de linie.

Parcul trebuie să cuprindă toate tipurile diferite de containere: șasiuri și dacă e necesar tractoare.

Controlul cheltuielilor cu parcul trebuie să poată fi făcut pentru fiecare dintre conceptele cheltuieli / furnizori existenți: închirierea echipamentului, reparația echipamentului, cheltuieli la terminal, etc. Toate acestea duc la atribuirea fiecărei unități de echipament toate cheltuielile asociate în așa fel încât să fie perfect identificate (concept de cheltuieli, terminal, data, etc) evitându-se astfel dubla facturare și cheltuieli extratarifare și în final le contabilizează pe toate automat.

Vor fi controlate toate cheltuielile de transport terestru în funcție de mijlocul de transport și/sau serviciul existent în conosamentele de încărcătură și costurile extratarifare, ce se vor contabiliza automat.

Va fi controlată facturarea cheltuielilor cu parcul și transporturilor terestre la terți:

- întârzieri ale echipamentului.
- reparația și întreținerea echipamentului.
- serviciile la terminal.
- subînchirierea echipamentului.
- transporturi terestre.

2.4 Sistemul informațional cu privire la flotă

Aplicațiile informaticii în gestionarea flotei utilizate sunt multiple și în unele aspecte depind de regimul sub care sunt utilizate navele. În termeni generali se iau în considerație:

- planificarea stivuirii.
- planificarea întreținerii preventive.
- gestionarea achiziționării de provizii și a pieselor de schimb.
- controlul diverselor consumuri, a vitezei, etc.
- gestionarea personalului.
- gestionarea asigurărilor.

Tot mai mult se impune în serviciile de linie, esența la date fixe predeterminate, și în acest scop, eficiența mărită a echipamentului navei necesită sprijinul eficienței maxime în manipularea ei pentru ca-spre exemplu-întreținerea preventivă și pre-planificarea sarcinilor de orice fel, așa cum sunt operațiunile portuare, să devină foarte utile.

2.5 Sistemul informațional pentru administrare

Contabilizarea, facturarea, calculul numeric sunt ariile administrative pentru care societățile au inițiat aproape întotdeauna aplicarea informatică în procesarea datelor. Contabilitatea este înțeleasă astăzi ca un sistem de administrare, iar bugetul, controlul gestiunii și contabilitatea trebuie să fie structurate ca un tot unitar. Datele pe care contabilitatea generală sau financiară le reflectă cu privire la situația financiară și la rezultatele exploatărilor și cele ale contabilității analitice ce împart veniturile după modalitățile de transport și costurile pe mijloace și faze ale procesului de transport, centre de activitate și responsabilitate, sunt alimentate cu informații externe și ale propriei companii.

Registrul contabil al respectivei informații necesită o analiză și o codificare multiple, iar codificarea este cea care produce imputarea la conturile contabilizării generale și distribuția sa analitică conform schemei prevăzute în acest scop.

Registrele contabile trebuie realizate într-o manieră cât mai descentralizată și evitându-se duplicarea notelor, utilizându-se în acest scop rețelele de interconexiune ale sistemului informatic al companiei. O practică devenită comuna este aceea de a face facturarea și calculul numeric simultan cu contabilizarea corespunzătoare.

BIBLIOGRAFIE

1. Balaure Virgil ș.a, Marketing, Editura Uranus, București, 2000
2. Bășanu Gheorghe și Fundătură Dumitru, Management - Marketing, Editura Diacon Coresi-SRL, București, 1993
3. Burloiu Petre, Managementul Resurselor Umane, Editura Lumina Lex, București, 1997
4. Cârstea George, Asigurarea și gestiunea resurselor materiale - Marketingul aprovizionării, Editura Economica, București, 2000
5. Georgescu Nicolae, Analiza bilanțului contabil, Editura Economica, București, 1999
6. Hunt J. G., Contingency approaches to leadership, Carbondale, Southern Illinois University Press, 1974
7. Mulis L.J., Management and organisational behaviour, London Pitman Publishing, 1996
8. Nicolescu Ovidiu, Managementul întreprinderilor mici și mijlocii, Editura Economica, București, 2000
9. Paraschivescu M.D. și Păvăloaia W., Modele de contabilitate și analiză financiară, Editura Neuron, Focșani, 1995
10. Petru Sanda, Management pentru întreprinzători, Editura Economica, București, 1997
11. Zaharia Marian ș.a. Management-teorie și aplicații, Editura tehnică, București, 1993

EVOLUȚIA FLOTEI MARITIME ROMÂNEȘTI, ÎN SEC. XX

Lt cdor drd. ing. Dumitru CORDUNEANU

Comandamentul Flotei

Abstract

This article analyses, in the unitary conception, the whole evolution of the Romanian Maritime Transport in the 20th century, following the next issues:

- *Development of the transport capacity;*
- *Evoluțion of the commodities and passenger traffic;*
- *Productivity of the merchant fleet and supply and demand;*
- *Also, this article, try to establish the position of Romanian Merchant Fleet in the hierarchy of the European Continent.*

We mention that our analysis base on statistical data that was published in different sources, archives data and my own calculation for the main economic and technical indicators.

În prima jumătate a secolului XX, *Flota Maritimă de Transport* a fost administrată, în principal, de către *Serviciul Maritim Român*, companie de navigație cu capital de stat, înființată în anul 1985, la care se vor alătura mai târziu două companii de transport maritim cu capital privat – *Societatea România* – înființată în anul 1913 și care a funcționat până în anul 1934, când datorită crizei de piață navlurilor intră în proces de lichidare, respectiv *Societatea Steaua Română* - înființată un an mai târziu și specializată în transportul produselor petroliere Românești.

În cea de-a doua jumătate de secol, *Flota Maritimă de Transport* va fi administrată, în principal, de către *Întreprinderea de Exploatare a Flotei Maritime*

Navrom - Constanța, care în ultimul deceniu al sec. XX va fi divizată în 3 companii de navigație cu capital de stat: *Compania de Navigație Maritimă - Petromin*; *Compania de Navigație Maritimă - Navrom* și *Compania de Navigație Maritimă - Romline*, toate cu sediul în municipiul Constanța. Până la sfârșitul deceniului 9 al sec. XX, alături de *IEFM Navrom* – Constanța în domeniul exploatarei Flotei Maritime de Transport au mai activat încă două companii de navigație: *ICE Navlomar București* – întreprindere de comerț exterior cu capital integral de stat, respectiv compania mixtă Româno-Libiană *Roliship*, și care împreună au deținut cca. 4,5% din numărul total de nave și cca.4,17% din capacitatea de transport.

În sec. XX, dezvoltarea capacității de transport a *Flotei Maritime* a urmărit satisfacerea cerințelor de import-export ale țării, fiind substanțial accelerată de la mijlocul celui de-al șaptelea deceniu, când, în baza politicii economice a statului în domeniul naval, *Flota Maritimă de Transport* beneficiază de importante programe de investiții, derulate până la finele deceniului 9 al secolului trecut.

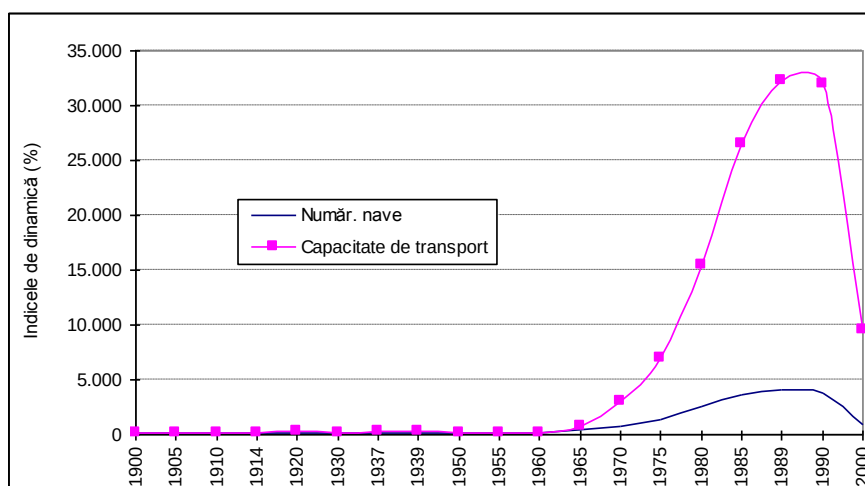


Fig. 1 Dinamica Flotei Maritime Românești, după nr. nave și capacitate de transport, în secolul XX

Încercând să facem o comparație a dezvoltării Flotei Maritime în cele două jumătăți de secol, se observă că pentru prima jumătate, variațiile celor doi indicatori avuți în vedere sunt aproape insesizabile, față de cea de-a doua jumătate de secol când, de la mijlocul deceniului 7 al secolului trecut, la fiecare 5 ani, capacitatea de transport a Flotei Maritime Românește se dublează, mai puțin în ultimul deceniu al secolului XX când fenomenul descris anterior ia o turnură inversă, în numai 5 ani de la reforma structurală declanșată în 1990 sunt vizibile primele semne ale procesului *irreversibil* de

decapitalizare a *Flotei*, falimentul acesteia fiind declarat oficial 4 ani mai târziu, mai exact în anul **1999** când cele două *Companii de Navigație Maritimă*, **ROMLINE** și **PETROMIN** au intrat în procedura de închidere operațională parțială, prin care mai multe nave au fost scoase la vânzare și mii de navigatori au fost disponibilizați, iar cea de-a treia *Companie*, **NAVROM** – Constanța, a intrat în procedură de lichidare judiciară, administrată de firma „Price Waterhouse Coopers. Până la finele secolului **XX**, tonajul maritim al țării va fi practic lichidat, navele care mai figurau în inventarele celor trei companii de navigație cu capital de stat - parte din ele sechestrate în diferite porturi ale lumii datorită datoriilor acumulate și a stării tehnice deplorabile la care au fost aduse – vor face în următorii ani obiectul tranzacțiilor de vânzare-cumpărare în vederea stingerii obligațiilor financiare către masa credală.

Revenind la prima jumătate de secol, subliniem faptul că în această perioadă dotarea cu nave a Flotei Comerciale Românești s-a făcut exclusiv pe baza achizițiilor de pe piața externă, cele **29** de nave cu o capacitate totală de **121,65** mii tdw, intrate în dotarea Flotei până la izbucnirea celui de-al doilea război mondial, au fost importate din țări industrializate precum Italia, Anglia, Franța, Danemarca și Germania

În cea de-a doua jumătate de secol, în dotarea flotei maritime au intrat cca. **319** nave cu o capacitate de cca. **6.899,74** mii tdw, din care doar 40 de nave totalizând 1.033,61 mii tdw au fost achiziționate de pe piața externă, ceea ce procentual reprezintă cca. 12,5% din numărul total de nave, respectiv 15,9% din capacitatea de transport, restul au fost construite în șantierul naval din țară, atunci când resursele economice și posibilitățile tehnice de realizare au permis acest lucru, raportul între numărul de nave intrate în dotare în cele două jumătăți de secol fiind de 1:11, la numărul de nave și cca. 1:55, la capacitatea de transport.

Dacă luăm în calcul cele două nave, Meteor și Medea care au inaugurat parcul Serviciului Maritim Român în anul înființării, precum și cele 9 nave existente în anul 1950, cumulând datele consemnate anterior putem, concluziona că până la finele sec. **XX**, numai în dotarea *Flotei Maritime Românești*, au existat peste **357** de nave cu o capacitate totală de cca. **7.057.350** tdw, a căror achiziție a antrenat importante investiții financiare.

Din punct de vedere al structurii Flotei pe tipuri de nave, în prima jumătate de secol, gradul de specializare al navelor este destul de redus, *SMR* dispunând în medie de 13 nave din care 5-6 nave de pasageri destinate transportului de călători și efectuării serviciilor poștale și 8-7 cargouri, cele mai multe dintre ele fiind mixte – destinate transportului de mărfuri și călători. Navele cu cel mai ridicat grad de specializare fiind cargourile Carpați și Bucegi de câte 6.400 tdw și motonavele Transilvania și Basarabia cu un deplasament de 66.672 tdw și viteză de 22 Nd, clasificate ca fiind printre navele moderne ale epocii.

În cea de-a doua jumătate de secol, *Flota Maritimă de Transport* intră într-un proces complex de dezvoltare. Crește numărul de nave intrate în dotare, sporesc capacitățile de transport și se adâncește gradul de specializare al navelor, *Flota Maritimă Comercială* fiind dotată, pe rând, cu cargouri multifuncționale, vrachiere, mineraliere, petroliere, nave ro-ro și ferry, nave portcontainer, nave tehnice și de serviciu, platforme de foraj marin, ajungând la finele deceniului 9 al secolului **XX**, la un număr de **288** de nave cu o capacitate de **5.614** mii tdw, din care:

- 188 cargouri pentru mărfuri generale – cu o capacitate de 1.444 mii tdw, adică o pondere de 25,6% din totalul capacității de transport;
- 12 tancuri petroliere – însumând 1.090 mii tdw, ceea ce procentual reprezintă 19,5%;
- 70 vrachiere și mineraliere – cu o capacitate totală de 2.979 mii tdw, deținând o pondere de 53,2%;
- și 18 nave specializate - cu un tonaj de 101 mii tdw - reprezentând cca. 1,7% din totalul capacității de transport *Flotei Maritime Românești*.

La începutul secolului **XX**, *Flota Maritimă de Transport* era formată dintr-un număr de cca. 7 nave, din care:

- 2 nave pentru pasageri și servicii poștale, cu o capacitate de 381 de locuri și 910 tdw;
- 3 cargouri mixte, cu o capacitate de transport de 9.450 tdw și 345 de locuri;
- și 2 cargouri pt transport mărfuri generale cu o capacitate de transport de 7.000 tdw.

Pe scara evoluției, în secolul **XX**, indicii de dinamică ai celor doi indicatori de referință au înregistrat următoarele creșteri: 2,7 ori la numărul de nave și 4 ori la capacitatea de transport înainte de izbucnirea primului război mondial; 3,7 ori respectiv 4,9 ori înainte de izbucnirea celui de-al doilea război mondial și 41,14 ori respectiv 323,38 de ori la sfârșitul deceniului 9 al secolului trecut.

Din punct de vedere al structurii proprietății, înainte de izbucnirea primului război mondial sectorul de stat (*SMR*) deținea cca. 68,42% din numărul de nave și cca. 47,11% din capacitatea de transport, ajungând la 53,84% respectiv 60,70% înainte de izbucnirea celui de-al doilea război mondial (mai exact la 30 iunie 1939) și la 35% și respectiv 24 %, la sfârșitul sec. **XX**, când în inventarele celor trei companii de navigație cu capital de stat mai figurau un număr de 22 de nave cu cca. 400 mii tdw, procentu reprezintă cca., 7,6% din numărul de nave și cca. 7,1% din capacitatea de transport din patrimoniul preluat de cele trei companii, după divizarea în 1990 a *IEFM Navrom* Constanța.

Din punct de vedere al evoluției Traficului de Mărfuri și Călători realizat de *Flota Maritimă de Transport*, constatăm următoarele: (Vezi Fig.2.)

- în transportul de mărfuri, vârful de trafic este atins în anul 1989, când *Flota Maritimă* a transportat cca. 36 milioane tone marfă, înregistrând o creștere de cca. 244 ori față de începutul secolului XX, dată de la care volumul de mărfuri preluat cu flota proprie scade dramatic, ajungând la sfârșitul secolului XX la cca. 1,3 milioane tone, ceea ce procentual reprezintă cca. 3,7% din realizările anului 1989. Din cele 1,3 milioane tone marfă transportate în 2000, sectorul de stat (cele trei companii de navigație maritimă) a transportat doar 0,368 mil. tone, ceea ce procentual reprezintă 27,1%, restul de 0,959 mil. tone fiind preluate de către sectorul privat.
- în transportul de pasageri, vârful de trafic este realizat în anul 1961, când cu *Flota Maritimă* au fost transportați cca. 126 mii călători, iar din anul 1974 acest mod de transport încetează, odată cu scoaterea din exploatare a ultimei nave de pasageri, motonava *Transilvania*.

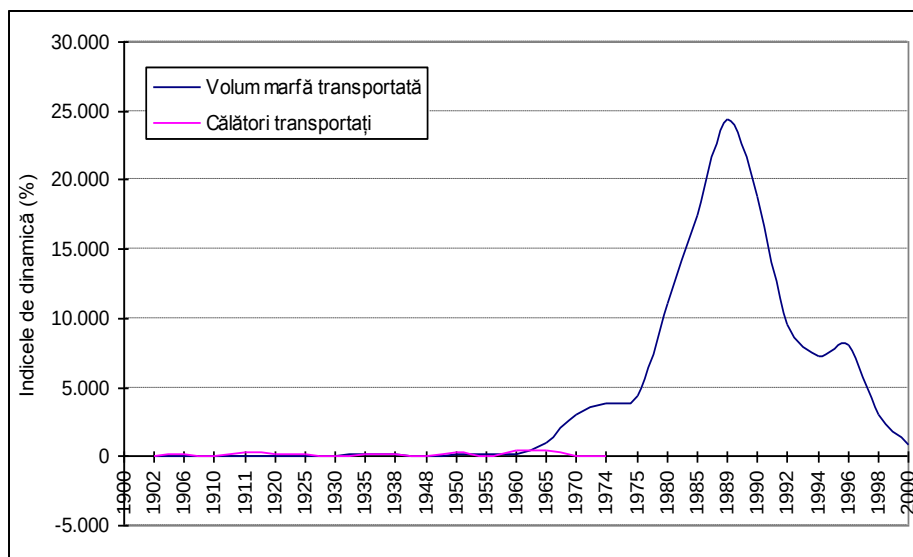


Fig. 2 Dinamica volumului de mărfuri și a călătorilor transportați cu Flota Maritimă, în secolul XX

Din punct de vedere al *Productivității Flotei Maritime*, în sec. XX, indicele de utilizare a capacității de transport⁹ a evoluat după următoarea lege de dinamică:

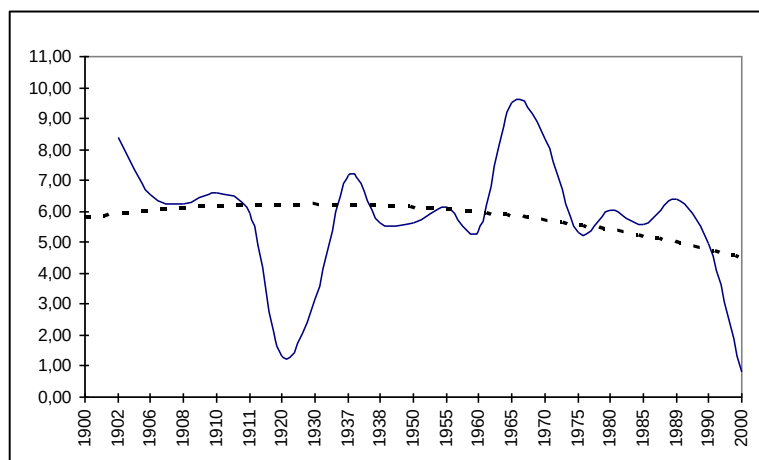


Fig. 3 Indicele de utilizare a capacității de transport a Flotei Maritime, în secolul XX

- valoarea medie a acestui indicator se cifrează în jurul valorii de 6, cu cele două puncte de extrem: unul de minim înregistrat în anul 1920, când țara noastră traversa perioada de refăcere de după război și un punct de maxim, înregistrat în anul 1970, când volumul comerțului exterior crește de 8,36 ori față de 1950, mijloacele de transport maritim existente la acea vreme fiind intens exploatate, în special în importul de materii prime necesare industriei Românești. În anul 1989, indicele de utilizare are o valoare de numai 6,4, cu mult sub capacitatea de transport la care ajunsese *Flota Maritimă*, acest lucru fiind datorat, în principal, problemelor tehnice care încep să greveze asupra parcului de nave, în principal după 1982, odată cu lansarea *Programului Naval* prin care se interzicea importul de piese de schimb, impunându-se asimilarea în țară a tuturor reperelor tehnice, indiferent de gradul lor de complexitate.

În ceea ce privește *Locul Flotei Maritime Românești* în cadrul *Flotei Maritime Europene*, în determinarea poziției ocupate, pentru ultimul deceniu al sec.XX vom utiliza statisticile internaționale furnizate de *UNCTAD*, care utilizează ca element de comparație același indicator pentru toate statele lumii, respectiv capacitatea globală de transport.

⁹ Notă: Tone marfă transportate / tone capacitate

Tab.1 Evoluția Flotei Maritime Românești și a principalelor Puteri Maritime Europene, în sec XX

Nr. Crt.	Țara/Anii	mii TRB			mii TDW				
		1914	1930	1939	1989	1990	1995	2000	2004
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Norvegia	2.500	3.660	4.830	26.568	41.207	32.867	31.994	24.243
2	Grecia	840	1.390	1.780	38.465	37.205	52.065	44.618	54.642
3	Italia	1.670	3.310	3.430	11.524	11.840	8.844	10.366	11.316
4	Danemarca	820	1.090	1.180	6.926	8.787	7.617	8.455	9.033
5	Marea Britanie	21.040	23.380	17.890	10.252	8.594	8.558	13.838	23.161
6	Spania				6.461	6.185	1.282	2.142	2.655
7	România	56	68	75	5.711	6.089	3.719	956	481
8	RFS Yugoslavia**			382	5.815	6.027	374	1.036	
9	Franța	2.320	3.530	2.930	6.653	5.574	6.202	6.883	6.311
10	RFG				4.954	5.369			
11	Olanda	1.500	3.090	2.110	4.557	4.725	5.315	6.911	7.940
12	Polonia				4.490	4.442	3.177	1.561	101
13	Gibraltar				5.026	3.849	579	922	1.472
14	Belgia				3.282	3.116	249	171	6.815
15	Suedia			1.577	1.995	2.942	2.384	1.822	2.191
16	Bulgaria				1.956	1.954	1.642	1.445	1.151
17	RDG				1.824	1.731			
18	Portugalia				1.102	1.322	1.418	1.718	1.757
19	Finlanda				838	983	1.158	1.215	1.113
20	Cehoslovacia				279	510	226	19	185
21	Elveția				363	483	660	834	832
22	Austria				355	234	130	121	44
23	Irlanda				178	188	200	176	468
24	Ungaria				108	143	65		
25	Islanda				155	135	107	15	80
26	Albania				63	75	81	24	105
27	Luxembourg				6	6	1.298	1.427	919
28	Germania	5.450	4.220	4.480		7.175	6.600	7.773	9.381
Total Europa		36.196	43.738	40.664	149.906	170.890	146.817	146.442	166.396
	Japonia	1.700	4.320	4.320	42.357	40.828	28.784	19.451	16.013
	SUA	4.280	1.310	11.360	22.954	25.035	21.243	28.665	47.728
	Alte state	3.230	6.850	14.120	111.262	107.793	137.799	151.499	195.968
Total Mondial		45.406	56.218	70.464	629.976	651.282	722.617	794.964	895.843

Calculat pe baza datelor din Surse

Așa cum se poate observa din datele consemnate în tabel, în prima jumătate de secol, mai exact la finele perioadei interbelice, Flota Maritimă a României se afla la periferia Europei, având o capacitate de transport de 24 de ori mai mică decât cea a Greciei, de 64 de ori mai mică decât cea a Norvegiei, de 46 de ori mai mică decât cea a Italiei, de 239 de ori mai mică decât cea a Angliei, de 39 de ori mai mică decât cea a Franței, de 28 de ori mai mică decât cea a Olandei, de 21 de ori mai mică decât cea a Suediei și de 5 ori mai mică decât cea a Yugoslaviei.

În cea de-a doua jumătate de secol, mai exact în cele 3 decenii de la demarajul construcțiilor navale, (1960-1990), cel puțin din punct de vedere al capacității de transport a Flotei Maritime, România a reușit să reducă substanțial din diferențele istorice avute față de Marile Puteri Maritime ale Europei. Până la sfârșitul deceniului IX al sec. trecut, decalajul avut față de Grecia s-a redus de 4 ori, față de Norvegia de 14 ori, față de Italia de 23 de ori, iar față de Anglia s-a redus de 133 de ori. La aceeași dată, capacitatea de transport a Flotei Maritime a Franței era doar cu 16% mai mare decât cea a României, iar a Spaniei cu 13%, țara noastră aflându-se înaintea unor țări cu vechi tradiții maritime, precum Olanda, Portugalia, RFG, RDG, Belgia, Finlanda, etc. Dacă în prima jumătate de sec. Olanda avea o flotă de 28 de ori mai mare decât cea a României, la finele anilor 1989, capacitatea de transport a Flotei Olandeze era cu 20% mai mică, țara noastră situându-se pe locul 9 în rândul statelor deținătoare de Flote Maritime în Europa.

Tot din tabelul anterior, putem remarca faptul că la aceeași dată, o altă țară socialistă, Yugoslavia se număra printre marile țări Europene deținătoare de flote maritime, care deși avea o capacitate de transport sensibil egală cu cea a României, fiind doar cu 2% mai mare, ocupa locul 8 în ierarhia continentului.

Conform datelor aceleiași surse, la nivelul anilor 1990 - înainte de divizarea Flotei Maritime și intrarea în criză, când în virtutea contractelor economice încheiate până la data respectivă au mai intrat în dotare încă 6 nave iar cele 24 de nave vândute până la finele anilor 1990 probabil că mai figurau în statisticile internaționale - capacitatea totală a Flotei Maritime era estimată la cca. 6,089 milioane tdw, România ocupând locul 7 în ierarhia Flotei Maritime Europene, devansând de această dată Yugoslavia și Franța.

În concluzie, în context European, evoluția Flotei Maritime a României din sec. XX, se înscrie în tendința seculară de reducere a decalajelor față de Marile Puteri Maritime Europene, capacitatea de transport a Flotei Maritime Românești crescând de la 33,37 mii tdw în 1914 la 61,94 tdw în anul 1939; ajungând la cca. 5.711 mii tdw la finele deceniului IX al sec. XX, dată de la care Flota Maritimă Comercială evoluează în sensul invers al axei, capacitatea de transport maritim al țării scăzând în mod vertiginos, cu cca. 83 % până la sfârșitul secolului și 92% până în anul 2004.

Comparativ cu celelalte state dezvoltate ale Europei, efortul economic al României de dezvoltare a Flotei Maritime de Transport mai poate fi pus în evidență calculând și corelând indicatorii: PIB/locuitor respectiv capacitatea de transport/locuitor.

Examinând datele din tabelul de mai jos, se observă că și din punct de vedere al indicatorului tdw/loc., România ocupă locul 7 în ierarhia statelor dezvoltate ale Europei, deținătoare de Flote Maritime Comerciale, revenindu-i cca. 0,25 tdw/loc., aflându-se înaintea Suediei care deținea cca. 0,24 tdw/loc. la un PIB/loc. de 10 ori mai mare; înaintea Italiei căreia îi reveneau 0,20 tdw/loc. la un PIB/loc. de 7 ori mai mare, înaintea Angliei a cărei Flotă avea o capacitate de 0,18 tdw/loc, la un PIB/loc. de 6 ori mai mare, înaintea Finlandei căreia îi reveneau cca. 0,17 tdw/loc. la un PIB/loc. de 11 ori mai mare decât cel al României, în fine, înaintea Spaniei, Franței, Portugaliei, RFG-ului, Elveției etc. a căror investiții în mijloace de transport maritim au condus la capacități de cca. 0,16 tdw/loc; 0,12 tdw/loc., 0,11 tdw/loc, 0,08 tdw/loc., 0,06 tdw/loc. în condițiile în care PIB-ul acestor țări era de cca. 4 ori, 7 ori, 2 ori, 9 ori și respectiv 12 ori mai mari decât cel al României.

Tab. 2 Capacitatea de transport a Flotei Maritime și produsul intern brut pe locuitor în România comparativ cu statele dezvoltate din Europa, în anul 1989

Nr. Crt.	Țara	Populația	PIB	Capacitatea de transport a Flotei Maritime	PIB/loc	Capacitate de transport /loc
		mil. loc	mild dolari	mil. tdw	dol/loc	tdw/loc
0	1	2	3	4	5	6
1	Norvegia	4,20	93,00	26,568	22.143	6,33
2	Grecia	10,10	54,00	38,465	5.347	3,81
3	Danemarca	5,10	104,00	6,926	20.392	1,36
4	Islanda	0,30	5,00	0,155	16.667	0,52
5	Belgia	9,90	151,00	3,282	15.253	0,33
6	Olanda	14,80	223,00	4,557	15.068	0,31
7	România	23,20	53,70	5,711	2.315	0,25
8	Suedia	8,30	190,00	1,995	22.892	0,24
9	Italia	57,30	866,00	11,524	15.113	0,20
10	Marea Britanie	56,90	827,00	10,252	14.534	0,18
11	Finlanda	5,00	126,00	0,838	25.200	0,17
12	Spania	39,30	377,00	6,461	9.593	0,16
13	Franța	56,20	948,00	6,653	16.868	0,12
14	Portugalia	10,30	45,00	1,102	4.369	0,11

Nr. Crt.	Țara	Populația	PIB	Capacitatea de transport a Flotei Maritime	PIB/loc	Capacitate de transport /loc
		mil. loc	mil. dolari	mil. tdw	dol/loc	tdw/loc
0	1	2	3	4	5	6
15	RFG	60,50	1.196,00	4,954	19.769	0,08
16	Elveția	6,50	175,00	0,363	26.923	0,06
17	Irlanda	3,70	33,00	0,178	8.919	0,05
18	Austria	7,50	126,00	0,355	16.800	0,05
19	Luxembourg	0,40	7,00	0,006	17.500	0,02

Calculat pe baza datelor din Surse

Cauzele care au generat această situație sunt multiple. Pornind de la cele de **ordin tehnic**: fiabilitatea scăzută a unor piese de schimb, staționări ale navelor în așteptare pentru reparații, asimilarea forțată în industrie a unor echipamente navale; continuând cu cele de **ordin economic**: prăbușirea pieței interne și a pieței CAER - amplificată de criza de pe piața navlurilor, mecanismul economico-financiar neadaptat la cerințele economiei de piață, managementul defectuos și înstrăinarea acestuia către Fondului Proprietății de Stat, care nu dispunea de specialiști în domeniul shippingului și încheind cu cei de **ordin strategic**: retragerea totală a statului de la susținerea intereselor maritime naționale, lipsa unei strategii naționale privind flota maritimă și a unui program legislativ adecvat care să permită mișcarea flotei pe piețele maritime - constatăm că efectul conjugat al acestora asupra *Flotei Maritime* a fost dezastruos. Până la sfârșitul sec. XX *Flota Maritimă Comercială* a țării se prăbușește.

După cercetarea întreprinsă, în opinia noastră, din multitudinea de factori ce au determinat lichidarea Flotei Maritime Românești, cel puțin 2 dintre aceștia au avut un rol determinant: managementul defectuos și înstrăinarea acestuia către FPS, iar cel de-al doilea a fost generat de retragerea totală a statului de la susținerea intereselor maritime naționale. Dacă primul nu mai necesită nici un fel de comentariu, oprindu-ne asupra celui din urmă, reiterăm faptul, că în majoritatea țărilor lumii deținătoare de Flote Comerciale, activitatea de transport maritim este dirijată direct sau indirect de către stat, indiferent de faptul că, Flotele Maritime aparțin unor companii private, de stat sau mixte, statul încurajează dezvoltarea acestora prin acordarea de credite avantajoase și apărarea armatorilor autohtoni prin aplicarea unor măsuri administrative flotelor străine. Unele state fixează anumite reguli pentru ca flota națională să participe la transportul mărfurilor de export și mai ales de import ale statului respectiv, altele susțin flota națională, nu numai prin măsuri protecționiste, ci și prin subvenții directe acordate fie șantierelor navale, fie prin exploatarea flotei pe anumite relații.

Realizând rolul și importanța transporturilor navale în cadrul economiei naționale, încă din cea de-a doua jumătate a sec. al 17-lea, principalele puteri maritime ale lumii au început să introducă, pentru flotele proprii, o serie de măsuri cu caracter protecționist care să permită dezvoltarea autocentrată a flotelor comerciale.

Primul stat care a recurs la asemenea măsuri a fost Anglia care, în anul 1651, a promulgat Actul de Navigație a lui Cromwell, ce avea să umple toată a doua jumătate a secolului al 17-lea cu lupte aprige de supremație între olandezi și englezi, terminate cu victoria celor din urmă. Actul de Navigație a lui Cromwell impunea restricții la importul de mărfuri din Europa, care nu puteau fi transportate în Anglia decât în vase britanice sau purtând pavilionul țării lor de origine. În afară de aceasta, câteva articole ca: zahărul și tutunul aduse din colonii, nu puteau fi exportate în nici una din țările europene înainte de a fi trecute prin Anglia. Pentru Olanda, a cărei flotă comercială era superioară celei britanice, închiderea porturilor engleze a însemnat o puternică lovitură care a dus la pierderea supremației pe mare și la declinul flotei olandeze, care până în cea de-a doua jumătate a sec. al 17-lea era principalul căraș al mărilor.

Încă din cea de-a doua jumătate a secolul XIX, Anglia devine cea mai mare putere maritimă a lumii, deținând în anul 1860 cca. 56,3% din tonajul Flotei Mondiale. O asemenea dezvoltare a flotei engleze a fost posibilă datorită revoluției industriale din această țară care a generat o creștere considerabilă a producției de mărfuri și totodată creșterea corespunzătoare a volumului comerțului exterior, flota engleză aducându-și o contribuție substanțială în transportul acestor mărfuri și menținerea unui sold activ al balanței de plăți.

Dezvoltarea flotei engleze nu a fost doar rezultatul unei politici comerciale protecționiste - de altfel, datorită presiunilor exercitate de celelalte puteri europene și SUA, până la 1854, restricțiile impuse prin actul de navigație a lui Cromwell sunt abrogate. Statul englez a susținut construcția de nave printr-o serie de facilități acordate încă de la 1837, precum: subvențiile, primele de navigație și acordarea de împrumuturi în condiții deosebit de avantajoase. Subvențiile acordate de statul englez erau de trei categorii: poștale, militare și comerciale, ultimele fiind acordate în perioada 1896-1911. O parte din subvențiile poștale erau suportate de colonii, iar subvențiile militare care puteau fi cumulate cu cele poștale erau acordate de Amiralitatea Engleză.

Înainte de izbucnirea primului război mondial, flota comercială mondială se cifra în jurul valorii de 45 mil. trb. Totalul pierderilor flotei comerciale mondiale cauzate de primul război mondial au fost evaluate la 15,2 mil. trb, ceea ce, procentual, reprezintă cca. 34% din tonajul flotei mondiale înregistrat în anul 1914. Dintre toate statele participante la război cele mai mari pierderi de tonaj le-a suferit **Anglia**, care

împreună cu Dominioanele sale a ajuns la cca. 9,23 mil. trb, cca 60,6% din totalul pierderilor înregistrate la nivel mondial.

Pentru refacerea flotei comerciale, în anul 1920 guvernul englez promulgă legea numită Trade Facilities Act prin care acorda împrumuturi garantate de stat prin fondurile comerciale, în condiții deosebit de avantajoase pentru armatori. Creditele erau acordate pe termen de 6 până la 20 de ani, cu dobânzi mai mici decât rata de scont oficială a Băncii Angliei. Fondurile constituite pentru aceste împrumuturi au fost în 1921 de 20 milioane lire și au crescut treptat până la 75 milioane lire în anul 1926, efectele legii prelungindu-se până în anul 1929. Complexul măsurilor luate de guvernul englez au făcut posibilă refacerea marinei comerciale britanice, numai în doi ani de la terminarea războiului, ajungând în anul 1930 la cca. 23.381.614 trb, adică 53,46% din totalul flotei mondiale. Trebuie subliniat că acest tonaj se compunea în cea mai mare parte din nave noi, moderne, care permiteau o exploatare comercială în condiții de eficiență economică sporită.

În cadrul politicii economice a **Franței**, dezvoltarea Flotei Comerciale a constituit o preocupare majoră încă de la sfârșitul sec. al 18-lea. Prin Convenția de la 21 septembrie **1793**, inspirată după Actul de Navigației al lui Cromwell, statul francez interzicea importul de mărfuri cu alte nave decât cele aflate sub pavilion național sau sub cel al țării de origine. Vasele sub pavilion francez trebuiau să fie construite în Franța sau în coloniile sale, să aparțină integral cetățenilor francezi, iar $\frac{3}{4}$ din echipaj și ofițerii de la bord să fie de naționalitate franceză. Prin legea din 28 aprilie **1816** nu se mai exclude pavilionul terților, dar impune la taxe vamale suplimentare toate mărfurile importate altfel decât pe vase franceze și chiar pe uscat. Prin legea din 29 Ianuarie **1881** se instituie regimul primelor acordate pentru construcția de nave, care este amendat prin legea din anul **1893** cu principiul decenalității, care prevedea că orice navă construită sub regimul legii avea asigurată prima pe timp de 10 ani de la data construcției. La începutul sec XX, mai exact prin legea din 7 aprilie **1902**, s-au introdus primele de navigație care se acordau timp de 12 ani oricărui vas construit în Franța și care avea un tonaj brut de cel puțin 100 tone.

La începutul sec. **XX**, Flota Comercială a Franței avea un tonaj de 1.037.726 trb, ajungând în 1914 la 2.319.438 trb. Pierderile de tonaj cauzate de primul război mondial au fost evaluate la cca 35% din tonajul total și au fost înlocuite parte prin tonajul german cedat Franței conform tratatului din Versailles, parte prin cel construit după război în șantierele naționale sau în cele germane în contul prestațiilor în natură.

În anul **1927**, statul francez, inspirat de legea engleză Trade Facilities Act găsește o nouă modalitate de a veni în sprijinul dezvoltării **Flotei Comerciale**. Astfel, la 29 Decembrie **1927**, guvernul francez și Credit Foncier de France încheie o convenție prin care sunt puse bazele creditului ipotecar maritim. În baza acestei

convenții, Credit Foncier de France acorda proprietarilor de nave maritime sub pavilion francez, în curs de construcție sau în serviciu, împrumuturi pe termen scurt de până la 5 ani și împrumuturi pe termen lung, rambursabile prin anuități calculate pe o durată de 20 ani. Împrumuturile erau destinate construcției de vase noi în șantierele franceze sau străine sau achiziționării de nave de pe piața externă, cu condiția ca acestea să nu fie mai vechi de 10 ani.

În **Italia** legile de sprijinire a **Flotei Comerciale** datează de la sfârșitul sec. al 19-lea (1885) și au fost inspirate din legislația franceză, având ca bază regimul primelor de construcții nave în șantierele naționale și a celor de navigație pentru armatori. În anul **1914**, Flota Comercială Italiană deținea un tonaj de 1.668.296 trb și prelua cca. 21% din traficul național. În timpul primului război mondial, pentru a-și crea flota necesară transporturilor de aprovizionare, statul italian a luat o serie de măsuri pentru încurajarea construcțiilor navale, prin care erau majorate primele pentru construcțiile de nave comerciale, acordarea de scutiri de impozite pe 3 și 5 ani, după cum vasele erau construite în șantierele navale străine sau în cele naționale.

În anul **1916** se înființează un Institut de Credit Naval, care avea să acorde împrumuturi pentru construcții de nave noi, pe termen lung și cu dobânzi extrem de avantajoase. Această politică a permis **Italiei** de a-și recupera, în scurt timp, pierderile de tonaj suferite în timpul războiului, de cca. 876.854 trb., ajungând în **1920** la aproape același tonaj ca în 1914. Prin decretele din 1923 și 1926 s-au determinat liniile subvenționate și cuantumul subvențiilor acordate acestor linii. Totalul acestor subvenții pe 1929-1930 se ridica la 225 milioane lire italiene. Institutul de Credit Naval a fost înființat cu un capital de 100 milioane lire - fixat prin legea din 1929, - dar putea emite obligațiuni garantate de Stat până la un miliard de lire. Împrumuturile se acordă armatorilor pe 10-20 ani, cu dobândă de 2% sub scontul oficial.

În urma acestor măsuri, Flota Comercială a Italiei ajunge să dețină înainte de izbucnirea celui de-al doilea război mondial cca. 3,43 mil. trb.

La începutul sec XX Flota Comercială a Germaniei deținea un tonaj de cca 2,49 milioane trb, exploatat de cca 7 companii de navigație, care desfășurau un trafic extrem de activ în cadrul comerțului maritim internațional. Puternica industrie germană și abundența de capital autohton au făcut ca aproape într-un deceniu și jumătate tonajul Flotei Comerciale să se dubleze, ajungând la 5,23 milioane trb. Înainte de izbucnirea primului război mondial, mai exact la nivelul anului 1913, din exploatarea marinei comerciale naționale, economia germană a înregistrat încasări brute de cca 1-1,25 miliarde mărci aur.

După încheierea primului război mondial și semnarea tratatului de pace, Germania a trebuit să cedeze puterilor aliate, cu titlu de reparații pentru tonajul scufundat în timpul ostilităților, cea mai mare parte din flota sa comercială.

Din tonajul de 5.082.061 trb pe care îl posedau la începutul războiului, armatorii germani au rămas în 1920 numai cu 600.000 trb. Cu spiritul practic și hotărât, caracteristic nemților, societățile de navigație au întocmit un plan comun de reconstrucție a flotei. Astfel, Convenția încheiată cu armatorii în 27 Februarie 1921 prevedea o despăgubire definitivă de 12 miliarde mărci-hârtie (cca. 1,2 miliarde mărci aur), cu obligația pentru armatori de a construi în timp de 10 ani, cel puțin 2.5 milioane tone. Condițiile financiare de după război și deprecierea mărcii nu au permis realizarea întocmai a planului, întrucât suma pusă la dispoziție de Stat pe anul 1921 era de numai 2,7 miliarde mărci-hârtie, pe când vasele în lucru pe șantieri erau evaluate la 6 miliarde.

Această situație s-a perpetuat până în anul 1925 când, după stabilizare, guvernul german împrumută armatorilor 50 milioane de mărci aur și cum industria germană, dispunând de importante fonduri financiare, era interesată a recuceri vechile debușeuri, fapt ce a condus la încheierea de convenții cu armatori, pentru refacerea întregii flote. De asemenea, prin acordurile încheiate cu companiile de navigație americane, pentru exploatarea în comun a liniilor de navigație ce leagă America de Europa, societățile de navigație germane și-au reluat câmpul de activități ce-l aveau înainte de război.

Dar ajutorul real și eficient de reconstrucție a Flotei Comerciale Germane, în perioada interbelică, a fost pus la dispoziția societăților de navigație de către marea industrie. Industriașii germani, dispunând de capitaluri proprii, au căutat să le canalizeze în investiții care să nu fie expuse deprecierei, realizând adevărate holdinguri industriale care aveau să cuprindă toate ramurile de fabricație, de la materia primă până la produsul finit. În aceste grupuri au fost atrase și societățile de navigație - cu navele cărora marea industrie urmărea în primul rând să-și exporte produsele și să se aprovizioneze cu materiile prime necesare, iar în al doilea rând să profite de vastele agenții de shipping ale acestora, din toată lumea, pentru a cu ceri noi piețe de desfacere. Urmare a acestor măsuri, la sfârșitul deceniului 3 al sec. XX, Flota Comercială a Germaniei ajunge, înainte de izbucnirea celui de-al doilea război mondial, la cca. 5 milioane trb.

Dincolo de Ocean, SUA a dispus de o flotă comercială importantă încă din prima jumătate a sec. al 19-lea. În 1861, la declararea războiului de secesiune, tonajul mondial se ridica la 15.000.000 trb, din care o treime era sub pavilion englez, o treime sub cel al Statelor-Unite și o altă treime repartizată tuturor celorlalte pavilioane. La acea dată cca 65% din transporturile navale americane erau efectuate cu flota proprie, restul fiind preluat de paviloanele străine, dintre care cel mai important era cel britanic.

Efectele războiului civil au fost dezastruoase și marchează începutul declinului marinei comerciale americane. În timpul ostilităților au fost scufundate sau capturate 260 de nave aparținând Statelor din Nord, ceea ce a determinat pe armatorii nordști, fie

să-și vândă vasele străinilor, fie să le treacă sub alt pavilion. La finele războiului civil, Statele Unite avea cu 1.000.000 trb mai puțin.

În primul deceniu al **sec. XX**, datorită avântului formidabil al industriei și a disponibilităților de capital, guvernul american înființează peste o sută de șantiere navale în diferite puncte ale țării, trecând la construcția de nave în serie. După încheierea primului război mondial, politica economică a SUA de dezvoltare a transporturilor navale se amplifică considerabil. Astfel, în anul **1920** este votată Legea Merchant Marine Act prin care se deschidea un fond de 125 milioane dolari destinat construcțiilor de nave noi sau de modernizare a celor vechi în șantierele navale de stat sau private din interiorul țării. Creditele se acordau pe un termen de până la 20 de ani cu dobânzi de 2 %, aflate sub rata de scont oficială. În anul **1928** sunt prelungite efectele legii din 1920 iar fondul de împrumuturi este majorat la 250 milioane dolari, fiind înnoit în fiecare an prin anuitățile ce se încasau de la armatorii împrumutați. După terminarea construcției sau modernizării, navele erau ipotecate conform prevederilor legii din 1920. Tot în **1928** sunt instituite și subvențiile poștale și se constituie un fond de asigurări care, contra unei prime reduse, acoperea toate riscurile obișnuite maritime atât a vaselor în construcție, cât și a celor ce navigau sub pavilion american. Măsurile de sprijinire a transporturilor navale, inaugurate imediat după război au făcut ca tonajul american să crească în perioada 1914-1930 cu cca. 8.295.948 trb, ajungând înainte de izbucnirea celui de-al doilea război mondial, la cca. 11,36 trb.

În prima jumătate a sec. **XX**, măsuri similare de sprijinire a Flotei Comerciale au fost adoptate și de alte state, precum Japonia și Spania etc., continuând să fie practicate și în cea de-a doua jumătate a sec **XX**.

În **țara noastră**, în prima jumătate de secol, datorită lipsei surselor de finanțare, măsurile de sprijinire a Flotei Maritime, prin acordarea de subvenții directe sau printr-o politică protecționistă adecvată, au fost limitate și au avut un caracter sporadic, chiar și pentru sectorul de stat. Inițiativa privată, manifestată de altfel destul de timp în această perioadă, nu s-a bucurat de nici un fel de sprijin din partea statului.

Situația va fi cu totul alta, în cea de-a doua jumătate de secol, când Flota Maritimă Comercială a fost puternic susținută de stat până la finele deceniului 9 când, odată cu demararea procesului de tranziție spre economia de piață, statul se retrage total de la susținerea intereselor maritime naționale, sistând orice fel de subvenții prin emiterea HG. 74/1990 și eliminând orice fel de control asupra modului în care era gestionat patrimoniul Flotei. Nu pledăm pentru intervenția statului în economie, însă considerăm că la începutul procesului de tranziție, când vechile mecanisme economice au fost răsturnate, până la crearea premiselor de înfăptuire a celor noi, specifice economiei de piață și a unui cadru legislativ adecvat, rolul statului în economie este hotărâtor.

La sfârșitul secolului XX, primele trei locuri în ierarhia Flotei maritime Europene, erau deținute în ordine de Grecia cu o pondere de cca. 27,96%, urmată de Norvegia cu 23,93%, Anglia situându-se pe locul trei cu 11,78 %.

Ponderea pavilionului național în traficul portuar maritim a fost de 2,66% în anul 1911; 6,08% în 1938; 54,09% în anul 1989 și cca. 5,3% la sfârșitul secolului XX

În prima jumătate a secolului XX, SMR a executat transporturi de mărfuri și călători pe 6 linii regulate dezvoltând o rețea de 21 de agenții din care 19 în străinătate, iar cele două companii de navigație private, România și Steaua Română vor efectua și curse transatlantice atingând porturi de pe continentul american.

În cea de-a doua jumătate de secol, până la finele deceniului 9, Flota Maritimă a României va asigura exportul și importul de mărfuri al țării pe 8 linii regulate de navigație și curse tramp în peste 37 de relații de transport, făcând escale în peste 1.200 de porturi, și stabilind o rețea de peste 62 de agenții externe.

Concluzie: Cu toate eforturile depuse de către stat, în perioada interbelică, România a dispus la Marea Neagră de o Flotă Comercială restrânsă, acest lucru fiind datorat, în principal, lipsei de capital intern, înapoierii industriale a țării noastre care nu putea oferi posibilitățile tehnice de realizare în țară a navelor maritime, toate aceste fiind dublate de concurența companiilor străine care își adjudecau cea mai mare parte din contractele de transport maritim. În ciuda acestor dificultăți, preocupările generațiilor anterioare au avut ca rezultat crearea unei Flote Maritime de Transport care a înscris România în Traficul Internațional de Mărfuri și Călători, a pus bazele formării forței de muncă specializate, a adâncit relațiile economice externe și de navigație ale României și a deschis noi perspective ce se vor materializa în cea de-a doua jumătate de secol când, odată cu dezvoltarea economică generală a țării, a șantierelor navale și a industriei orizontale de profil, Flota Maritimă Comercială a beneficiat din partea statului de importante fonduri pentru dezvoltare, ajungând la finele deceniului 9 al secolului trecut să atingă punctul maxim pe curba evoluției de peste un secol, plasând România printre marile state ale Europei deținătoare de Flote Maritime de Transport.

Din nefericire, în ultimul deceniu al sec. XX, datorită unui cumul de factori, unii explicabili alții discutabili, Flota Maritimă Comercială a României intră în faliment, ajungând să constatăm că în doar 10 ani, după un secol de transformări și prefaceri economice, Flota Maritimă de Transport este aruncată înapoi pe axa timpului, aproape de punctul din care a plecat.

BIBLIOGRAFIE

1. Anuarul statistic al României - 1937/1938, p. 525;
2. Anuarul statistic al României - 1961, p. 285.
3. Anuarul statistic al României - 1971, p. 544;
4. Anuarul statistic al României - 1976, p. 340;
5. Anuarul statistic al României - 1981, p. 476;
6. Anuarul statistic al României - 1982, p. 234;
7. Anuarul statistic al României - 1983, p. 226;
8. Anuarul statistic al României - 1984, p. 232;
9. Anuarul statistic al României - 1986, p. 259, 265;
10. Anuarul statistic al României - 1991, p. 539, 547;
11. Anuarul statistic al României - 2001, p. 441, 445;
12. A. M. Gheorghiu, Problema marinei comerciale. Tipografia "Slava", Brăila 1931, p. 79;
13. Anuarul Statistic al României 1915/1916, p. 132-133;
14. Anuarul Statistic al României 1922, p. 121;
15. Anuarul Statistic al României 1938, p. 524;
16. Arhivele IEFM Navrom - Constanța, Dosar 228/1981, Dosar 97/1985, Dosar 5/1989 - nepaginat;
17. Calendar Maritim Român, 1910, p. 196-197;
18. Cezar Boerescu, Influența marinei Comerciale asupra civilizației, Ed. Cartea Românească, București, 1940, p. 77.
19. Enciclopedia României, vol. IV. Economia Națională, circulație, distribuție și consum, Imprimeria Națională, București 1943 p. 100;
20. Gâlcă Theodor, Navigația fluvială și maritimă în România. Institutul de Arte Grafice Lupta, București 1930, p. 138;
21. Ion A Manoliu, Nave și Navigație, Ed. Științifică și Enciclopedică, București, 1984, p.170-174;
22. MICM, MT Studiu de ansamblu privind dezvoltarea transporturilor maritime și fluviale, București, 1970, p. 11;
23. N Bârdeanu, D Nicolaescu, Contribuții la istoria marinei române din cele mai vechi timpuri până la 1918. Vol. I. Editura Științifică și Enciclopedică, București 1979, p. 326-327;
24. Registrul Naval Român, Registrul Navelor, București, 1980; 1992.
25. Sergiu Filipescu - inginer constructor naval - în Marea Noastră, nr. 48; 50, Constanța, 2003; 2004, p.21; 18;
26. UNCTAD, Review of Maritime Transport, New York 2001, p.113.
27. UNCTAD, World Merchant Fleet by Flag of Registration and by Type of Ship, 1979-2004.
28. V Ciorbea, C Atanasiu, Flota maritimă comercială Româna. Fundația Andrei, Saguna, Constanța, 1995:
29. V. Axenciuc, Evoluția economică a României, vol 1 - Industria, Ed. Academiei Române, București, 1992, p. 357

ADULT LEARNING THEORIES

Lect. univ. drd. Dana–Carmen ZECHIA

Academia Navală “Mircea cel Bătrân”, Constanța

Abstract

Adult learning theories in and of themselves have very little consensus amongst them. There is great debate on an actual determined amount of theories that are even possible, as well as labeling those theories into groups according to a literature review by Ross, humanism, personal responsibility orientation, behaviorism, neobehaviorism, critical perspectives, and constructivism are all important facets of, and perspectives on, adult learning theory.

Typical adult learning theories encompass the basic concepts of behavioral change and experience. From there, complexities begin to diverge specific theories and concepts in eclectic borage of inferences. Up until the 1950's basic definitions of learning were built around the idea of change in behavior (Merriam and Caffarella, 1999). After this point, more complexities were introduced “such as whether one needs to perform in order for learning to have occurred or whether all human behavior is learned”.

Jean Piaget contends that there are "four invariant stages of cognitive development that are age related" (Merriam & Caffarella, 1999, p. 139). According to the authors, Piaget contends that normal children will reach the final stage of development, which is the stage of formal operations, between the age of twelve and fifteen. As cited by Merriam and Caffarella (1999), Arlin (1975, 1984), established from the work of Gruber (1973) on the development of creative thought in adults, has attempted to identify a fifth stage of development, in addition to Piaget's formal operations. "She [Arlin] contends that formal thought actually consists of two distinct stages, not one, as Piaget proposed". Arlin proposes that Piaget's fourth stage, formal operations, be renamed the problem-solving stage. According to Merriam and Caffarella (1999), Arlin's

hypothesized fifth stage was the problem-finding stage. This stage focuses on problem discovery. Though Arlin's proposed fifth stage produced more questions than answers, it opens the door to understanding the learning needs of adults; to be approached as thinkers.

According to a literature review by Ross, humanism, personal responsibility orientation, behaviorism, neobehaviorism, critical perspectives, and constructivism are all important facets of, and perspectives on, adult learning theory. The most common treatments of the research of these areas of self-directed adult learning are learning projects, qualitative studies, and quantitative measures. Collins (1991) explores adult learning as the interactive relationship of theory and practice. In basic terms, the adult learner studies a particular theory and then puts it into practice when presented with the opportunity to do so. Thus, the understanding of an adult learning theory can prompt practice and practice can prompt adult learning theory revision.

Adult learning theories in and of themselves have very little consensus amongst them. There is great debate on an actual determined amount of theories that are even possible, as well as labeling those theories into groups like Hilgard and Bower's (1966) stimulus-response and cognitive theories as large categories of their eleven theories. Another, groups dynamic labels theories as mechanistic and or organismic (Merriam and Caffarella, 1999). Overall it seems that the theory of adult learning is broken down into two elements; 1) a process that creates change within the individual, and 2) a process to infuse change into the organization.

Malcolm Knowles might well be considered the founding father of adult learning. He contrasted the "concept of andragogy, meaning "the art and science of helping adults learn,"...with pedagogy, the art and science of helping children learn" (Merriam & Caffarella, 1999). Knowles' original studies and writings arose from the assumption that there are significant, identifiable differences between adult learners and learners under the age of eighteen. Primarily, the differences, according to Knowles, relate to an adult learner being more self-directing, having a repertoire of experience, and being internally motivated to learn subject matter that can be applied immediately – learning that is especially "closely related to the developmental tasks of his or her social role".

Multiple Intelligences

Howard Gardner represents those theorists who have dismissed the idea of one type of intelligence as typically measured by today's psychometric instruments. He posited that there were seven (later eight) types of intelligences (Gardner, 1993):

1. Linguistic intelligence
2. Logical-mathematical intelligence

3. Spatial intelligence or the ability to form a mental model of the spatial world and to maneuver within it using this model.
4. Musical intelligence.
5. Bodily-kinesthetic intelligence or the ability to solve problems using one's body as performed by athletes, dancers and other craftspeople.
6. Interpersonal intelligence or the ability to understand other people.
7. Intrapersonal intelligence or the ability to understand one's self.

Garner (1993) maintains that the first two are the types of intelligence commonly measured by IQ tests, and which are commonly accepted as "intelligence."

Gardner later added an eighth intelligence to his taxonomy, Naturalist Intelligence, which he defined as "expertise in the recognition and classification of the numerous species - the flora and fauna -- of his or her environment" (Gardner, 1999). Sternberg's Triarchic Theory can be viewed as an interpretation of intelligence as information processing. Li (1996) provides us with a useful summary of Sternberg's theory. He tells us that: "In Sternberg's general theory, there are three subtheories: the componential subtheory, the experiential subtheory and the contextual subtheory, each divided into subdomains of concern. The contextual subtheory deals with the context of intelligence. Intelligence in the real world requiring adaptation, selection, and/or shaping the environment. Measurement of contextual intelligence would relate to the issue of social perception, culture fairness, and cultural relativity. The experiential subtheory deals with the issue of novelty and automatizing of processing. It is related to the notion of learning and the dynamic interplay between controlled and automated processing in the competition for cognitive resources. Finally, there is the componential subtheory, which is subdivided into (a) metacomponents, (b) performance components, and (c) knowledge acquisition components, which are directly related to learning"

Some research suggests that situational circumstances constitute an environment that promotes or discourages learning. Those circumstances may be created by organizational structure, positive or negative environmental situations, or time constraints. Child and Heavens (2003) suggest, "The learning capabilities of organizational members are, at least in part, socially constructed by national, occupational, or other institutions". They further suggest that internal boundaries are established by specialties or departments within the framework of organizations that hinder cross-boundary learning.

In following the thread of environmental issues within organizations supporting or hindering learning, Starbuck and Hedberg (2003) suggest that positive outcomes are much more apt to result in a positive and successful learning experience. They contend, "Pleasant outcomes (successes) reinforce Stimulus-Response links, whereas unpleasant outcomes (failures) break

Stimulus-Response links. As a result, pleasant outcomes are much more effective at teaching new behaviors". This concept follows the transformational leadership theory providing positive opportunities for individuals to grow within the framework of organizational life.

Weber and Berthoin Antal (2003) suggest, "A key question is how long organizational learning processes take and whether the duration can be externally influenced". They further contend that learning processes, that require practice, are much slower than those that do not require practice. Time consideration is an important element in considering the process of learning within an organization that must meet specific deadlines or has a client base that needs to be managed continuously. The conditions may not be suitable for an elaborate training or educational program. Organizations must consider time pressure as a tool that can encourage learning and speed up processes. However, Weber and Berthoin (2003) contend, "Time pressure can both accelerate and slow down learning processes...is experienced as motivating or threatening...if the sense of threat becomes too excessive, however, learning can be slowed or made impossible altogether" (p. 355).

Experiential learning

Experiential Learning Theory emphasizes the role that true experiences play in the learning process. It is this emphasis that distinguishes itself from other learning theories. Cognitive learning theories emphasize cognition over affect and behavioral learning theories deny any role for subjective experience in the learning process.

Scholars in the field of education have two contrasting views when it comes to the concept of experiential learning. The first view defines experiential learning as a sort of learning which enables students to apply newly acquired knowledge in a relevant setting. The relevant setting can be a sponsored institution of learning with trainers, instructors, teachers, or professors to guide the lesson. The other school of thought defines experiential learning as "education that occurs as a direct participation in the events of life" (Houle, 1980). Thus, learning is not achieved in a formal setting, but in the practice of reflection of daily experiences. Kolb furthers the second definition of experiential learning by developing a model which details learning process through experiences. Kolb and Fry's (1975) experiential learning model is a continuous spiral process which consists of four basic elements:

1. Concrete experience
2. Observation and reflection
3. Forming abstract concepts
4. Testing in new situations

Immediate or concrete experiences are the basis for observation and reflections. These reflections are assimilated and distilled into abstract concepts from which new implications for action can be drawn. According to Kolb and Fry (1975), the adult learner can enter the process at any one of the elements. The adult learner moves to the next step once he or she process their experience in the previous step.

Anxiety and the Adult Learner

In an interview with psychologist Edgar Schein, Coutu suggests that more often than not, organizations fail at transformational learning. They rarely fundamentally change the behaviors within the organization. Schein dismisses the notion that learning is fun, especially for adults. He equates adult learning within organizations with that of the brainwashing techniques he observed while studying prisoners of the Korean War (Coutu, 2002). Organizations must find a method to deal with the anxiety adults experience when they are forced to “unlearn” what they know and learn something new (Coutu, 2002). Schein discusses two kinds of anxiety: learning anxiety and survival anxiety. It is in this manner that he draws the parallel to brainwashing; that is “learning will only happen when survival anxiety is greater than learning anxiety” (Coutu, 2002). Each of these anxieties could be managed, for example: learning can be constructed in a “safe” environment where the consequences of failure are minimal. Survival anxiety can obviously be increased by threatening job loss, a lack of security, or recognizing competitive elements of the market.

Jarvis’s Learning Process and Adult Learning Theory

One of the most significant qualities unique to adult learning as compared to that of children, teens, and traditional college students is life experience. That experience offers adult learners a meaningful advantage in the learning process. The sum of those experiences provides many reference points for exploration, new application, and new learning.

Merriam & Cafarella (1999) review Jarvis’s Learning Process in a wider discussion of adult learning. These authors quote Jarvis (1987) who suggests, “All learning begins with experience.” Real learning begins when a response is called for in relation to an experience. If an individual is unchanged by a situation, Jarvis questions whether real learning has taken place. He proposes that new experiences need to be experimented with, evaluated, reflected upon and reasoned about for the most effective change and therefore learning to take place. Jarvis continues, suggesting that these post experience behaviors culminate in the best and highest form of learning where change and increased experience have happened. Jarvis’s model offers an excellent learning model that can assist both facilitators and learners in advancing education and learning situations.

A few questions come to mind in light of Jarvis’s theory. Does Jarvis’s model reflect a deeply postmodern worldview where experience is either ultimate

or paramount? How might this worldview expand or narrow learning theory? Does Jarvis's model seem to accept the maxim that 'experience is the best teacher'?

Is it possible that some hurtful and negative life experiences could be avoided if a person learned from another person who has already encountered and experienced a significantly negative life situation? Learning from an older or more experienced mentor provides an incredibly valuable learning forum and support network. Listening and learning from a mentor's successes, failures, or mistakes can help expand one's knowledge base and shorten learning cycles experience alone would require. It seems that living largely out of one's personal experiences also short-circuits meaningful, relational connections that expand one's horizons and better equip one to succeed in this world and avoid so many of its pitfalls.

Case studies & workplace examples

The adult learning experience presented itself in all of its glory and contradictions through a curriculum review taking place in a school setting. The objective was to examine the current school curriculum and evaluate it for strengths and weaknesses. The purpose for this review was to both align the curriculum with current practice and augment the curriculum to enhance student learning. Interestingly, the teachers involved in this process seemed to exhibit all the qualities of adult learners mentioned previously: learning through projects, applying self-direction to the process, challenging the process for purpose and some approached the process with much anxiety. Engaging in the process illustrated that adult learning is individual and there were as many approaches to adult learning as there were people involved in the process.

At GM, there are several examples of learning opportunities in manufacturing operations that fulfill the key criteria of adult learning. That is, they provide adults with the need to know why they are learning something, usually via a review of competitive analysis and the importance of the topic to our improved competitive position. Secondly, they are often done in a workshop-type format, where adults can learn through doing. Next, the format typically will cover an application that will have immediate use and will require the students to bring their experiences to the class to assist and involve themselves with problem solving. Typical courses or learning opportunities cover safety issues, quality improvements and productivity improvements as they apply to specific departments in the plant. In these workshop-style classes, actual problems are brought to the class for the students to learn and practice problem-solving skills. The outcomes and recommendations are then immediately applied in the regular operations.

At Medical Protective, adult learning has been promoted and encouraged among the entire community. Some learning is required for work-related functions, but other types of courses are intended to benefit professional

development. Motivational factors, such as monetary incentives, courses being paid for, recognition and the hope of advancement have encouraged all employees to participate in a learning course. By utilizing various information technologies, knowledge programs can be accessed online, downloaded to a PC or printed off for manual review, depending on the need of the individual learner. Medical Protective employees are constantly adapting to the changing IT environment in the market around them, and are using these systems to become more efficient, knowledgeable workers.

BIBLIOGRAPHY

1. Blair, Robert, W., „Innovative Approaches to Language Teaching”, Rowley, M.A, Newbury House, House, 1982
2. Krashen, Stephen, D., „Principles and Practice in Second Language Aquisition”, Oxford, Peregamon Press, 1982

„LA FRANCE SE NOMME DIVERSITÉ”

Lect. univ. Alina BARBU

Academia Navală „Mircea cel Bătrân”, Constanța

Abstract

The present paper lies a stress on the formation of the French nation as a homogenous population located on a heterogenous territory. We have attempted to point out the historical evolution and its impact on the people and their approach to the homeland. The national identity and its repercussions on the patriotic bonds within the boundaries of the Hexagone have been explored and revealed as tremendously important for the making of a nation.

La France se nomme diversité. «Comment un fragment de surface terrestre qui n'est ni péninsule, ni île et que la géographie physique ne saurait considérer proprement comme un tout a-t-il été élevé à l'état de contrée politique et est-il devenu enfin une patrie?» se demandait le géographe Vidal de la Blanche au début du siècle.

Dans une Europe qui s'amenuise vers l'Ouest, parmi les isthmes qui relient les mers du Nord et l'Atlantique d'une part, le bassin de la Méditerranée, d'autre part, l'isthme français est le plus court. La France semble ainsi jetée comme un pont naturel entre les mers qui baignent l'Europe. Cependant, cet isthme n'a jamais été un élément unificateur.

Lucien Febvre répétait, et il faut répéter après lui, «que la France se nomme diversité». Ce n'est pas une simple appellation mais la réalité concrète, le triomphe éclatant du pluriel et de l'hétérogène: la France n'est pas un peuple mais cent peuples, avec une multitude de modèles de comportement, indépendants les uns des autres, qui ont décidé de vivre ensemble. «*L'invention de la France*» c'est la fabrication d'une nation à partir d'éléments divers et parfois contradictoires.

Pour l'historien Fernand Braudel, l'identité de la France est «une prise en main de la France par elle-même», le résultat vivant de ce que l'infiniment

passé a déposé patiemment par couches successives: «une somme, un résidu, un amalgame, des additions, des mélanges. Un processus, un combat contre soi-même, destiné à se perpétuer» (Fernand Braudel, *L'Identité de la France*, vol.I, *Espace et histoire, Introduction*, Arthaud/Flammarion, 1992). La nation française apparaît ainsi comme une «histoire solidifiée», «une âme», «un vouloir vivre commun».

De quand date la France? A lire certains historiens (Pierre Chaunu, *La France*, Seuil, 1982), «de toute éternité», en tout cas de très longtemps. Cette conception «métaphysique» n'est pas une nouveauté: elle a longtemps inspiré les manuels d'histoire hexagonaux, exaltant la galerie des «héros français», de Vercingetorix à de Gaulle, en passant par Clovis, Charlemagne, Jeanne d'Arc, Henri IV, Louis XIV et Napoléon. C'est l'historien romantique Jules Michelet qui lui a donné la première formulation systématique dans sa fameuse *Histoire de France* en dix-sept volumes (1833-1867): la France est «une âme et une personne».

Mais on trouve déjà le sentiment d'une place privilégiée du royaume de France chez les chroniqueurs du XIII^e siècle. Selon Pierre Chenu, la conscience de la France est une réalité historique. Rien n'interdit qu'on en tente l'étude scientifique bien qu'il s'agisse là d'une réalité difficile à cerner, plus difficile à comprendre que les institutions politiques, le remplacement des générations, les produits de l'économie, de l'art et de la science. Comprendre la conscience de soi des Français en tant que nation c'est d'abord comprendre l'histoire du territoire qu'ils habitent et de son peuplement. Qui sont les hommes qui en ont pris possession au cours des conquêtes successives, par les armes ou par la houe? Quand eurent-ils conscience d'appartenir à un même pays et de former une communauté? Quelles frontières ont-ils fixées à leur domaine? Quelles institutions se sont-ils données pour les défendre et pour vivre en bonne intelligence?

Avant la France. Le pays qu'on nomme aujourd'hui la France est une terre de très ancien établissement humain. Les autochtones qui ont dû probablement l'habiter dès le début de l'âge de pierre, étaient installés notamment dans le Sud-Ouest, où l'on a retrouvé maintes traces préhistoriques. Les sites paléolithiques sont si nombreux que la plupart des périodes que distinguent les archéologues correspondent à des stations éponymes françaises (*Abevilien, Acheuléen, Solutréen, Magdalénien*).

Néanmoins, les densités de population restent très faibles tout au long de cette aube de l'histoire. On estime qu'une vingtaine de milliers d'habitants peuplent le territoire actuel de la France il y a 15.500 ans, lorsque sont peintes les fresques de Lascaux. Tout change avec la néolithisation qui se produit à partir du V^e millénaire: l'agriculture et l'élevage imposent la sédentarisation et donc l'établissement de villages et de routes. Les forêts sont défrichées un peu partout et laissent place à des champs (parfois enclos) et à des pâturages. L'augmentation

des subsistances entraîne une croissance spectaculaire de la population, laquelle ne cesse de perfectionner ses techniques d'exploitation de la terre et du contrôle du territoire, surtout après l'invention de la métallurgie (bronze – vers 1800 av. J. - C., fer – vers 900 av. J. - C.). Cette époque est marquée par l'érection de monuments souvent gigantesques faits de gros rochers (*dolmens*, *menhirs*, *alignements*).

Au V^e siècle av. J.-C., des peuples indoeuropéens venu de l'Est, les Celtes, que les romains appellent les Gaulois (*Galli*), s'établissent d'abord entre le Rhin et la Marne. Paysans habiles, maîtres dans le travail du fer, les Celtes ne font pas disparaître les populations locales. La Gaule devient un carrefour de civilisations: par la Méditerranée et son littoral de 600 kilomètres elle reçoit une influence gréco-latine et entre en contact avec l'Orient. Les Grecs fondent *Massalia* (Marseille) en l'an 600 av. J.-C. Les Romains installent des colonies à Aix en 127, à Narbonne en 118, avant de faire la conquête de toute la Gaule en quelques années (58-50). Romanisée, la Gaule avait plus de 6 millions d'habitants au premier siècle et la langue latine se répandit dans un pays désormais urbanisé, progressivement christianisé à partir du second siècle.

Le déferlement des peuples germaniques (V^e et VI^e siècle après. J.-C.) entraîne une régression certaine dans la plupart des domaines: démographique, organisation politique, agriculture, routes, villes, etc. Les destructions aggravent les décadences spontanées mais au terme de plusieurs siècles d'invasions, la table n'est cependant pas tout à fait rase. Les Francs recueillent une partie de l'héritage romain, politique, religieux et plus généralement culturel et c'est à partir de ces rejets de souche qu'ils bâtissent une autre civilisation, un empire, celui de Charlemagne.

L'enfance de la France. L'acte de naissance de la France est le *Traité de Verdun*, signé en 843 entre les trois fils de Louis le Pieux, le fils de Charlemagne. Il suit d'un an le *Serment de Strasbourg*, premier document rédigé en *roman* (ancêtre du français) et crée un royaume attribué à Charles le Chauve qui s'étend approximativement de la Manche à l'Atlantique jusqu'aux quatre rivières: Escaut, Meuse, Saône, Rhône. Cette «*France des quatre rivières*» déborde les limites actuelles de la France au Nord (Flandre) et au Sud (Catalogne).

L'unification progressive du territoire. L'État français est un édifice dont la construction a demandé des siècles. Il s'est bâti à partir du Moyen Âge (X^e et XI^e siècle) sous l'autorité de souverains qui, à l'origine, ne gouvernaient que la région parisienne (Île-de-France). En 987, Hugues Capet marque l'entrée en scène d'une famille qui régnera plus de huit siècles sur le pays: les Capétiens. Conquêtes, mariages, héritages ont fait entrer définitivement dans l'État français des provinces restées longtemps fiefs à peu près indépendants ou soumis à des dominations étrangères. Non que les rois de France aient eu systématiquement, comme on l'a quelquefois cru, le désir de pousser les frontières du pays jusqu'au Rhin ou à la crête des Alpes ou du Jura (politique dite des «*frontières naturelles*»)

mais parce qu'ils désiraient agrandir leur domaine, éloigner de Paris les menaces d'invasion, faire, comme on disait au XVII^e siècle, «*leur pré carré*». Il n'y a pas eu de plan préconçu: au début les Capétiens, solidement établis en Île-de-France, n'ont mené qu'une politique dynastique, n'hésitant pas à constituer des apanages en faveur de leurs fils cadets, ce qui a failli compromettre l'intégrité du royaume (formation de l'État bourguignon au XV^e siècle). La monarchie a réussi ensuite à étendre la France vers l'Est et l'Alsace est annexée en 1648. Mais c'est seulement au XVII^e siècle qu'on est venu à l'idée de frontières naturelles: les Pyrénées, Les Alpes, le Rhin. Celles-ci n'ont été atteintes que par la Révolution et il a fallu y renoncer en 1815.

Sauf au Sud-Est, les frontières actuelles étaient atteintes, sinon dépassées, en 1789. Le territoire unifié a été organisé par une monarchie centralisatrice, par la Révolution qui l'a divisé en départements, districts, cantons et communes, par Napoléon qui a donné un même droit à tous les habitants (le *Code Civil*), par les régimes de l'époque moderne qui ont développé un enseignement contrôlé par l'État. Cette unification du territoire s'est faite autour de Paris et d'une région centrale privilégiée, riche et fortement peuplée, l'Île-de-France. Il en est résulté une dyssymétrie au détriment du Sud du pays, «*romain, méditerranéen, cathare et occitan*», incorporé dans «*l'inexorable hexagone*», dans une République que la Révolution a déclarée «*une et indivisible*». Cette unification du pays n'a jamais exclu de profondes divisions, des *conflits franco-français*, comme jadis ceux des Armagnacs et des Bourguignons et même, disent certains abusivement, un état permanent de guerre civile.

Formation de la nation française. Après la conquête romaine, les divisions tribales gauloises s'estompent et Rome organise à Lugdunum (Lyon) tout un rituel politico-religieux autour de l'amphithéâtre et du sanctuaire des Gaules. L'influence de la domination romaine fut très profonde: les langues celtes disparurent peu à peu remplacées par le latin qui devait se transformer progressivement en roman et celui-ci en français.

Les invasions germaniques des V^e et VI^e siècles n'ont pas modifié d'une façon radicale la structure ethnique de la communauté gallo-romaine. Francs, Burgondes, Wisigoths ne fixèrent dans le pays qu'un petit nombre d'hommes, bien que l'un de ces peuples, les Francs, ait donné son nom à la France et que la Bourgogne rappelle le nom des Burgondes. Les Celtes de la Grande-Bretagne, chassés par les invasions des Angles, des Jutes et des Saxons vinrent s'installer dans une presqu'île qui depuis porte leur nom: l'Armorique (devenue Bretagne). Au IX^e siècle, des Scandinaves occupèrent le pays situé de part et d'autre de la basse Seine. C'est le pays des gens venus du Nord (frq. *nortman*) appelé la Normandie. Ainsi la France a été peuplée, dès le début de son existence, par des apports très divers, auxquels s'ajoutent encore, depuis un siècle, celui de l'immigration étrangère.

Il n'y a pas de race française. Ces peuples si variés, tous de race blanche, appartenaient cependant à des rameaux très différents, trois principalement: des hommes de haute taille, à la peau et aux yeux clairs – les *nordiques*; des hommes de taille moyenne, trapus, à la tête large et aux cheveux foncés – les *alpins*; d'autres enfin, petits, sveltes, bruns – les *méditerranéens*. Le fond de la population française appartient, semble-t-il, au rameau alpin. Mais en France, carrefour de peuples, ces diverses populations se sont fondues en un inextricable mélange où il est très rare de trouver un individu de type physique pur: il n'y a pas de race française.

Il y a une nation française. Si les Français sont très différents les uns des autres par leur taille, la longueur ou la largeur de leurs crânes, la couleur de leur cheveux ou de leurs yeux, ils ont cependant le sentiment d'appartenir tous à une même communauté, d'avoir des intérêts, des habitudes, une langue, un passé communs: ils forment une des plus anciennes nations de l'Europe, une de celles qui ont le plus conscience de leur unité. Cette unité c'est en effet manifestée très tôt. Elle a existé dès l'Antiquité car la Gaule romaine formait déjà un ensemble unifié. Elle a disparu au moment des invasions mais elle s'est reconstituée peu à peu, à partir du X^e siècle, grâce à l'action patiente des souverains de France, grâce aussi à la naissance précoce d'un sentiment national. Celui-ci, déjà visible à Bouvines (1214), se manifeste clairement dès la fin de la guerre de Cent Ans (Jeanne d'Arc), avant d'être exalté par la Révolution française qui a recréé en quelque sorte la France par le consentement de ses habitants: c'est le sens de *la fête de la Fédération* du 14 juillet 1790.

Les régimes politiques qui se sont succédés ont consolidé la nation en État, c'est-à-dire un pouvoir (gouvernement et administration) possédant une organisation, une puissance suprême d'action. L'État-nation, c'est la communauté territoriale organisée, ayant récupéré son passé sous forme d'histoire nationale, ayant aussi aménagé un espace, le *sanctuaire national* avec ses frontières plus ou moins sacrées. Cependant, le sentiment partagé d'appartenir à une *communauté de destin* ne se diffuse lentement et en profondeur qu'au siècle dernier avec l'apprentissage de la langue française, le service militaire obligatoire, la construction du réseau ferroviaire. La langue officielle de l'État devient ainsi l'un des principaux éléments de l'unité de la France. Tous ses habitants parlent le français: il n'y a plus aujourd'hui une seule localité ou région où l'on ne puisse se faire comprendre en parlant cette langue. L'école obligatoire et le service militaire ont beaucoup contribué, eux aussi, à cette unification. Le domaine du français déborde d'ailleurs au-delà des frontières puisqu'une partie des Belges, des Suisses, des habitants de quelques vallées des Alpes italiennes, des Québécois, le parlent également.

Les particularités subsistent, d'abord dans la langue elle-même. La prononciation, les accents varient beaucoup, selon les régions: il est facile de distinguer un Marseillais d'un Alsacien ou d'un Normand. Les patois

disparaissent peu à peu. Mais dans certaines régions périphériques, d'autres langues se sont maintenues à côté du français: dans le Midi, le *provençal* et le *catalan*. L'Ouest de la Bretagne parle encore une langue celtique – le *breton*; au pays basque survit une langue différente de toutes les langues européennes – l'*euskara* (le basque). Près de la frontière belge, entre Dunkerque et Lille, on parle le *flamand*, très proche du hollandais tandis qu'en Corse on parle un dialecte italien. Enfin, en Alsace, on utilise un dialecte germanique, l'*alsacien*. Si les populations qui les utilisent dans la conversation courante et familiale y restent très attachées, ces langues n'excluent jamais aujourd'hui l'usage du français.

Une identité multiple. Un voyage même très rapide à travers la France fait constater qu'il subsiste des traditions ou de genres de vie très divers. Si des coutumes régionales ont disparu depuis le milieu du siècle dernier, la résurrection du *celtisme* breton ou la revendication de la spécificité corse ou basque ne sont pas de simples modes passagères. Certes, la diversité s'atténue progressivement, avec la facilité des communications et la centralisation administrative. Mais elle reste assez vigoureuse pour que chacune des anciennes provinces conserve son originalité. Malgré les découpages en départements, les Français continuent à se dire Auvergnats, Savoyards, Bretons, Normands ou Francs-Comtois.

BIBLIOGRAPHIE

1. Annie Mouverie, *La France aux cent visages*, Editions Didier, Paris, 1996
2. Michel Mourre, Dictionnaire encyclopédique d'histoire, Editions Bordas, 1978

CONFORMITY, AUTHENTICITY, UNIQUENESS, RELIGIOSITY, HAPPINESS, IDENTITY – WHERE TO?

Prep. univ. Edith KAITER

Academia Navală “Mircea cel Bătrân”, Constanța

Abstract

The article deals with concepts people achieve in the long run, their personalities being moulded in different ways, depending on their social, cultural and educational background. Terms such as “authenticity”, “conformity”, “uniqueness” come to help defining each individual’s identity.

Psychologists and sociologists have proved, along the way, that most of the human values are not features one gets born with; they are characteristics one achieves in the long run, depending on each individual’s social, cultural and educational background, on religion and also on how someone is prepared to accept and obey certain rules imposed by the society. Having in mind these few aspects, which seem to be the most important among many others, each individual’s personality is sketched in different ways; some people try to be authentic and unique and they brilliantly succeed in doing it and becoming real models for others; others are pleased only with copying and applying for themselves what they see around, accepting and being not at all bothered or concerned with the lack of originality and authenticity in their lives.

One important issue, developed and discussed by great names from the psychological and social field during centuries, concerning the human personality, is the people’s ability to conform, meaning the level to which, if they belong to a group, they change their points of view, their attitudes, their behavior so that they could fit and be part of the group. One of the main characteristics of a group is conformity and, therefore, students are one of the best examples in this way. Most of them are aged between 19 and 24. In my opinion, someone aged 20 is still in the process of discovering one’s personality and identity, though in most of the cases the subject is referred to as being an adult. Growing and living in a military institution eight or nine months per year implies all kind of efforts. Even if some of them usually act like children, giving the impression of independence and freedom, especially specific to the teenagers (boys) who are in the

first year, they have to conform entirely to the new life and become effective and efficient within the group: waking up very early in the morning, not being allowed to miss classes, studying in the afternoon because bad marks are not allowed, taking part in all kind of activities. It is obvious that there's not much free time left for their personal activities. Besides, if they don't conform to the so-called "accepted standards" and they don't win the acceptance of the superiors – whose influence has actually an important effect on their way of acting and behaving and whom they, more or less, have faith in and identify with them because they are models and the tendency to follow their orders and hold the same opinions with them increases – or they don't get over the peer pressure that tends to appear within all groups, there is no possibility for them to get rewards – and it's obvious that they won't feel motivated to go on – and even more, they might get punishments, for instance not being allowed to go home from time to time at weekends. Luckily, the majority gets used to this daily program and most of them transform everything into a new life style in the long run. In this way, these students become since very early strong personalities and models for those students addicted to clubs, alcohol and drugs or missing classes. Although it is obvious that both categories are authentic in their way, positive and negative, my strong feeling is that society won't accept and won't count very much on the alcohol addicted negative authenticity.

Working with these "grown-up children" and trying to be sort of a realistic model for them – along semesters – gives me also the possibility to know them better and to establish a socio-professional connection, because, in my opinion, the relationship student-teacher has to be based primarily on communication and respect, both parts being able to solve in this way the eventual "conflicts" or misunderstandings which may appear along the way and which exist in everyday-life situations. Unfortunately, this connection doesn't occur immediately, especially in the case of the new coming students, because in most of the cases this process depends on certain aspects: education, social status, religion, open-mindedness and even judgmental heuristics. More and more people take for granted what the stereotypes, prejudices and superstitions "say" and it is obvious that they have become one of the most important modalities of defining people, though some people think that one can find only bits of truth inside them, whereas others consider themselves self-fulfilling prophets. The majority of the students I work with comes from different areas and counties of the whole country (the number of those from Constanta being quite a trifling one), each area being somehow known or presented to others "helped by" its own stereotypes: it is said that Moldavians (who are to be found in the eastern part of the country) are intelligent, but not concrete in their actions and their life-style; or the people from Transylvania (in the western part of the country) are very friendly, smart and they always use their native abilities in order to come up with new and qualitative products in all domains. I must admit having noticed the majority of people who tend to adopt in the first place the "stereotype path" when meeting someone new. They succeed in bringing up the illusory correlations, thing that gives them the impression that they can deal much easier with other people, as if they had known them for ages.

It would not be fair if we stated now that we don't "use" ways of categorizing people. Besides stereotypes, which almost everybody tends to approve or reject only after discussing with people and getting to know them better, we sometimes "suffer" from the homogeneity effect (not to be able to see differences between certain individuals) and it often happens to people to apply the minimum group paradigm and to appreciate small groups more than others, based on the simple fact that they might be more serious and

hard-working or they might pay more attention to classes than others, or simply because they have a wonderful memory or they are authentic in their own ways.

Authenticity, seen by philosophers as “moral perfectionism or an approach to moral thought”, is, in my opinion, “reachable” only by experienced and mature people and it implies different social factors. It is true the fact that a child in the 5th grade can be authentic compared to other children in his/her group, but to be authentic in the real meaning of the word implies many other characteristics such as knowledge, will, courage, maturity, ideas, life experience and so on. I tend to define an authentic person helped by the following personal example: products are created by people and in this way they get personalized, meaning they embody the characteristics of the one who has created them. The one who brings the product on the market wants it to be authentic, useful, not a copy, not a fake and its price shouldn’t be very low, it should actually be bought only by a certain social class. The person who acquires the product (for example Bulgari’s latest perfume or J. Lo’s newest clothes collection or the recent Bugatti Vyrion car) does so because she/he gets the message of the one creating the product and wants to be authentic in her/his way, desiring to have things that other people don’t have or can’t afford having them, showing in this way uniqueness, or better said, material authenticity, which gives them the opportunity to feel strong and different from the others.

Another example of authenticity is the one referring to the behavioral aspect; for example, groups of people with different sexual orientation or the people belonging to different religious groups, who are more or less accepted by the society and who also want to be unique in a certain way, even if they do it only to change their image, or just because they feel so, their uniqueness being in most of the cases somehow different understood by categories of people.

Authenticity is also perceived in the intellectual field. For example, one of the students from the first year went to Bucharest and took a test in English few months ago. He is one of the best students, so I had no doubt about his knowledge and it was no wonder when I found out that he obtained the highest mark, and more, he was accepted by the University of Annapolis to continue his schooling there for the next four years! In this way I consider him a very authentic person from the intellectual point of view, authenticity that in my opinion will last for a long time. Therefore, I must admit that there is a big difference between this kind of authenticity and the one based on material advantages. I believe that someone who is very much interested in being authentic helped only by money has the chance to lose his/her authenticity if he/she runs out of cash, whereas the authenticity based on intellectual or behavioral characteristics has the chance to last much more in the long run. But one should take also into consideration that each type of authenticity gives the individuals the possibility to reveal their “true selves”, their “Real Me”, “selves” dealing with their feelings, aptitudes, needs, desires, actions, inner traits, relationships and to make them unique in their own way.

Unfortunately, authenticity created by different “selves” has its negative side too. Considered from a different angle, authenticity can also be equivalent to disappointment and failure, frustration and despair and I tend to believe that these features get along very well with people who want and desperately try to be somehow authentic. They permanently want to prove to the world that they are unique, they always want to be praised, and being in the spot light is what they like the most, though, even if they try really hard, they can’t come up with something unique. They only want to push things to their advantage paying more attention to the reaction of the people than to the situation itself. Even if these characters are rejected by colleagues and friends, they start coming up

with stories, where they are the best and which put them in a positive light and give them the authenticity they need. These “characters” would have better chances to “survive” among the members of a group, if they stopped at least for a moment to notice what they become in their desperately rush to be unique in the way they wanted to be. Actually they are unique, but in a negative way. They become dependent on this mask and they accept it for the external world, thinking that in this way they would get a new identity or they would become “an object of interest” or a modern image or model for the others.

The image of the modern self is also related to freedom, though freedom is sometimes seen as “negative liberty”. The best example would be the Romanian society after the revolution in 1989. After Ceausescu and the socialist regime, the Romanian citizens wanted to experience “the democracy dream” and considered this freedom of high priority. Unfortunately, the democracy was not correct understood. Suddenly, people found themselves free and they didn’t know exactly what to do and how to benefit from the advantages of this freedom. The first idea of handling the feeling of freedom was to borrow and adopt from other nations ways of dealing with the new concept and then try to apply them somehow to the given situation. Of course, the authenticity degree had to be also present, either in a negative or positive way. Unfortunately, the result of this democracy after 16 years has happened to be called chaos and it manifests itself as follows: most of the people are not pleased with anything; they spend tenths of hours per week doing jobs they are bored with, while the salaries do not motivate them. This seems to be the reason of their becoming mean and selfish, and this is how the human values tend to disappear gradually. Under these circumstances, people won’t be able to face happiness any longer. Everything will be followed only by a temporary satisfaction, offered mainly by the material aspect, and people’s tendency will be that of becoming addicted to looking good, acquiring all kind of goods, which brings them satisfaction only for the moment and which, in the same time, fills the gaps in their souls and makes them forget about their real worries and concerns. There are people who use to say that happiness is a feeling or a state that lasts only for a short period of time, even just for a few minutes, because it is a unique and authentic feeling and if it hadn’t been so, it wouldn’t have been called happiness, but normality. When we see someone happy, it means that something good has happened to that person and he/she is very satisfied with his/her life in a certain moment of his/her existence. In one of his works, Rousseau comes to support this view and states in one of his works that it is our bad way of living in the modern society that causes our illnesses: “most of our ills are of our own making [...] we could have avoided nearly all of them by preserving the simple, regular and solitary life-style prescribed to us by nature”. It is the human nature’s main characteristic to always look for other opportunities, for new ways of making money, or improving their social status, getting solutions which give them the possibility to be unique. Rousseau is again the one saying that: “the man who meditates [that is, engages in thoughtful reflection] is a depraved animal.” Analyzing his words, one would understand them as follows – people should not meditate, they should act based on their instincts; if they spend too much time on the meditation process, they risk turning out from the social animal into the depraved animal, although depravation doesn’t suit us because we are very “interested in our well-being and our self-preservation”.

Religion plays also an important role in the most people’s lives. In one of his works, Rousseau thinks that conscience and the “divine instinct” should work together: “Conscience! Conscience! Divine instinct, immortal voice from heaven; sure guide for the ignorant and finite indeed, yet intelligent and free, infallible judge of good and evil,

making man like God!” It is obvious that Rousseau doesn’t deny God’s presence in our lives, he even accepts Him, he sees Him as the “sure guide”, the “immortal voice”, the only model for the ordinary man, but he sustains in the same time, that God is not the only one helping people out; people do right things because they follow the nature, which “does everything for the best”. He thinks that all instincts and feelings that lead people to take good decisions and follow good directions are the work of nature; he believes that nature and human beings are very much related to each other.

Another central idea, but this time taken up by René Girard, approaches the human desire, which is considered to have major implications when defining and characterizing people. What Girard does in one of his works, is trying to develop his theory of human psychology on the basis of literature (he was interested especially in the works of great French novelists of the 19th and 20th century (Stendhal, Flaubert, Proust) and he found in their works analysis and interpretations of human relationships). In his work, Girard tries to understand the problems of the human existence and to find ways of dealing with them. He argues that most desires tend to be illusory, especially those for material things. He also states that our desires tend to be the ones our models have and he further tries to explain what happens with uninteresting objects when they are appreciated by another observer. For example, a child wants always the toy his friend plays with, even if he also has so many toys. They usually start to fight because of a certain toy and in order to avoid these conflicts, parents or teachers decide to buy for each the same toy, so that each should have his own toy! It seems quite funny situation compared to its importance, when kids are desperately trying to do what the other is doing, whereas the lack of originality is present.

As Jean-Michel Oughourlian in an analysis of the “I” or “self” considered the two as “unstable, constantly changing” and having an “evanescent structure”, I wind up by stating that people on earth are unique, original and authentic in their own way. Each individual has a minimal sum of values, feelings and aptitudes, which constitutes his main basis when wearing different masks, though a person, as the psychologists and philosophers proved, is always present in the process of developing and therefore can never be “a finished *thing*”. It is more and more proved by the scientists that individuals try always to improve their image and to be accepted and integrated sooner or later to the group they belong to.

BIBLIOGRAPHY

- Guignon, Charles, „On Being-Authentic”, Routledge, New York, 2004.

CELEBRATING HALLOWEEN IN FRANCE

Asist. univ. Laura CIZER

Academia Navală "Mircea cel Bătrân", Constanța

Abstract

The purpose of this article is to try finding some answers to questions one puzzled over: What is Halloween? Where did it come from? Why and how is it celebrated in France? Celebrations infuse life with passion and purpose. They summon the human spirit, reattach us to our roots, and help us soar toward new visions. Celebrations touch our hearts and fire our imaginations, bonding people together and connecting us to shared myths and values.

Halloween etymology

The mass held on All Saint's Day was called *Allhallowmas*, and the eve was known as *All Hallow Even*, then ~> *All Hallow's Eve* ~> *Hallowe'en* ~> *Halloween*.

Le Petit Robert 1993 and *Le Grand Robert* 2001 both define Halloween as a Canadian holiday. However, the 1993 *Le Petit Larousse* says Halloween is celebrated in several Anglo-Saxon countries, while the 2003 edition says it's a children's holiday of Anglo-Saxon origin. **Thus the new Larousse definition implies the possibility of Halloween being celebrated in France.**

Halloween originated in the British Isles out of the Pagan Celtic celebration of Samhain. On this day, it was believed that spirits rose from the dead and mingled with the living. The Celts left food at their doors to lure good spirits and wore masks to scare off the evil ones. The Romans who invaded England added a few of their own traditions to the celebration of Samhain - celebrating the end of the harvest and honoring the dead.

Centuries later, the Roman Catholic church established November 1st as All Saint's Day (*la Toussaint*), in celebration of saints who do not have their own

holy day. This was done in part to detract attention from the pagan celebration of Samhain, but it didn't work. The celebrations on the eve of All Saint's Day continued evolving, and during the Irish immigration of the 1840s, Halloween found its way to the United States, where it developed over time into the children's holiday that we know today.

How did Halloween get to France?

Some sources say that Celts in northern France also celebrated Halloween, but this is unconfirmed. In any case, Halloween is not a traditional French holiday, yet it becomes more popular every year. How and why this is so?! It is a combination of cultural influence and corporate marketing.

The French had been hearing about Halloween from foreign residents and tourists and in their English classes for years, before the holiday ever showed its (masked) face in France. In 1982, the American Dream bar/restaurant in Paris began celebrating Halloween. At first, it had to explain the holiday to each customer, but since about 1995, French customers have tended to be more and more familiar with Halloween.

The Mask Museum in Saint-Hilaire-Saint-Florent was opened by Cesar group in 1992, and the owners started working to expand Halloween in France the following year.

Philippe Cahen, president of Optos Opus, claims that he single-handedly "imported" Halloween to France in 1995, despite admitting that Halloween already existed there (nope, doesn't seem like a logical claim to me either). Cahen created *Le Samain* cake in 1997 and registered the word "Halloween" as a world trademark. He also challenged 25 artists to come up with works with a Halloween theme, and the results were exhibited at the Victor Hugo Clinic.

In 1996, the village of St. Germain-en-Laye held a Halloween party on 24 October in the middle of the day, to give locals an idea of what it was all about. Meanwhile, companies like France Télécom, McDonald's, Disney, and Coca Cola began using pumpkins and other Halloween images and ideas in publicity campaigns. This simultaneously increased French people's knowledge about Halloween and made it seem like another imposition of American culture.

How is Halloween celebrated in France?

Halloween in France is usually celebrated by costumed people of all ages going to parties at friends' homes, restaurants, bars, or clubs. The costumes themselves tend to be traditionally "scary" - mummies, ghosts, goblins, witches, and vampires - rather than the cute costumes like princesses, superheroes, and the cartoon character of the day which are popular in the US. Some recreation centers encourage kids to make their own costumes.

Trick-or-treating is getting to be more common. It started out store-to-store, rather than house-to-house, but the latter is picking up. However, Halloween occurs during the mid-season school break, which slows it down a bit.

Stores, malls, restaurants, offices, and homes decorate their windows; pastry and candy shops make up special desserts and candies; and many different kinds of companies use Halloween in their ads. Supermarkets sell pumpkins for jack-o'-lanterns and candy companies are now marketing candy in the traditional Halloween format: one big bag filled with lots of little packages, which may encourage trick-or-treating.

The growing demand for jack-o'-lanterns during Halloween has been a boon for pumpkin growers. There is even a pumpkin patch at a farm outside of Paris where people can pick their own.

Halloween in France is rather controversial, due to the perception of corporate and cultural influence, as well as the fact that it is not a typical French holiday and some people still don't understand what is being celebrated.

Because Halloween is seen as an American celebration, some French people refuse to enjoy it, having decided to include it in their anti-American boycott. It's too early to tell whether Halloween will develop into a long-term tradition; once the novelty wears off, it may turn out to be just a fad. And yet, interestingly, the French have been celebrating the ideas at the very heart of Halloween (respect for the dead) for centuries. 31 October to 2 November have traditionally been spent, especially by older generations, visiting cemeteries, honoring saints, and attending religious services.

However, the risk with such holidays is that many people might get caught up in the commercial aspect, leaving aside their true meaning: giving.

All in all, Halloween plays an important role in reinforcing and, sometimes, redefining social values, as well as in maintaining a moral order, in cementing family bonds, building community relations, creating national identity, and, last but not least, it is another example of globalization.

SIMBOLUL MITIC AL EROULUI

Asist. univ. Raluca-Aurora MATEȘ

Academia Navală “Mircea cel Bătrân”, Constanța

Abstract

Heroes are those beings who have human and holy/ preterhuman qualities in variable quantities. They always reflect our priorities, being metaphorical agents of our cultural values in myth. The essential characteristic of this archetype is the immense capacity of immolation for a higher goal than his/her life.

Din ziua în care omul a crezut că zeii ar putea coborî ca să interacționeze cu el în lumea oamenilor, a avut tendința de a-i lăsa în grija teologilor și filosofilor și a găsit resurse pentru a se îndrepta și a se minuna de eroi, acele ființe umane, care au calități divine sau supraomenești în cantități variabile. Întotdeauna au existat atât eroi religioși, cât și eroi seculari. Unii au reîncarnat zeități, alții au fost oameni care aveau cel puțin un părinte de sorginte divină, unii își căpătau puterea din simpla înrudire cu scopuri divine, alții au făcut datorii imposibile în numele unor ființe care nu au nimic de a face cu religia. Eroul simbolizează uniunea forțelor celeste cu cele pământești. Eroii sunt de două tipuri: ficționali și istorici. Eroii noștri reflectă prioritățile pe care le avem; ei sunt reprezentanții metaforici în mit a valorilor noastre culturale particulare-personaje ale psihicului nostru cultural.

„Eroul este bărbatul sau femeia care a fost capabil/ă să-și depășească propriile limitări istorice locale și personale și să evolueze către forme umane normale și general acceptate” (Leeming, *Myth*, p.118)

Caracteristica esențială a acestui arhetip este capacitatea de jertfă a propriei vieți pentru un scop mult mai înalt decât viața sa. Prin definiție, adevăratul erou nu este mulțumit cu propriul status quo, ci este un deschizător de drumuri.

J. Campbell în studiul său *The Hero with a Thousand Faces* se oprește asupra mitului eroului - care se bazează pe Carl Jung, Otto Rank, Lord Raglan – și se referă la monomit. Eroul monomitului este în căutarea a ceva pierdut, și în acest proces este supus unor serii de transformări, odată cu trecerea unor bariere.

Trei elemente esențiale se constituie în nucleul vieții monomitice: Plecarea de acasă, Aventura în lumea necunoscută, și Întoacerea cu un bagaj de noi cunoștințe. Aceste trei elemente sunt încadrate de un început și un sfârșit corespunzător.

Viața eroului începe deseori cu o concepție sau o naștere miraculoasă. Water Pot Boy este conceput când un pai intră în mama lui. Omul-zeu aztec Quetzalcoatl este conceput când zeul suflă asupra mamei sale, luând forma dimineții. În cazul lui Buddha, divinitatea intră în lume prin intermediul unui elefant alb în visul reginei Maya. Iisus este conceput din duhul sfânt care s-a pogorât asupra mamei sale. Deseori, eroul, copilul divin, este născut dintr-o mamă virgină (vezi Iisus). Aproape întotdeauna el sau ea vin într-un moment în care este mare nevoie de ei.

Chiar și pentru cei mai raționali dintre noi, concepția și nașterea, asemeni ivirii primăverii din iarnă, sunt miraculoase.

În orice caz, speranța pentru un nou început este omniprezentă. Ne raportăm la eroul care ne reprezintă pe toți-ca și cultură, și indirect ca și specie-ca la imaginea care aparține nu unei familii, unui popor, ci tuturor. Eroul este conceput și născut în mod misterios deoarece, asemenea primului om-Adam în Orientul Mijlociu, Kamunu în Zambia sau Djanggawal în Australia- el se naște din esența eternă. Eroul este a doua noastră șansă.

Locul ascuns-staulul, pădurea, peștera-unde eroul se naște și timpurile tulburi în care apare ne amintesc de faptul că până și zeii au nevoie de elemente asociate cu Pământul-Mamă-carne, durere, pământ-ca să intre în lumea noastră sub forma umană. Deloc surprinzător, eroul nou-născut este aproape imediat amenințat de primul dintre gardienii ce străjuiesc status quo-ul: un rege, un tată gelos, demoni, care nu pot tolera prezența unei forțe care aduce o nouă înțelegere.

Ca și copil, eroul trebuie într-un fel sau altul să-și demonstreze calitățile. Semne ale esenței sale divine/ale faptului că este diferit, trebuie să răzbată încă de acum.

Odată ajuns la maturitate, eroul este supus, în mod obișnuit unei perioade preparatoare de izolare înainte de a fi chemat să intervină, perioadă pe care inițial eroul uneori o refuză. Moise, păstor, aflându-se singur cu oile sale pe pășune, este chemat de copacul în flăcări, dar reținerea/refuzul său trebuie să fie depășit de însuși Dumnezeu. Iisus a trebuit să fie ademenit în pustiu, în timp ce Buddha a trebuit să fie ademenit de către diavolul Mara.

Toate aceste evenimente sunt de fapt pregătiri pentru începerea călătoriei eroului, Plecarea. Asemenea lui Odiseu, care este reținut în a accepta chemarea grecilor pentru a lupta la Troia, lăsând în urmă familia și casa; sau asemenea

eroilor lui Tolkien-Bilbo și Frodo-care ar prefera să nu părăsească confortul traiului hobbit, eroul trebuie să își părăsească casa tocmai pentru a cunoaște un alt tărâm în călătoria sa umană. Vechile legi și moduri de viață trebuie să fie constant înnoite, în timp ce noi cunoștințe trebuie dezvoltate. Cavalerii Mesei Rotunde trebuie să renunțe la confortul pe care li-l asigură regatul Camelot pentru a-și asigura reînnoirea prin aventură; Ghilgameș trebuie să plece de acasă pentru a-și căuta viața eternă.

Aventura eroului este marcată prin câteva semne universale.

Prima dintre acestea este căutarea. Uneori, căutarea eroului este îndreptată spre ceva ce a fost pierdut. Telemah, fiul lui Odiseu și Tezeu își caută tatăl. Ghilgameș, Iason, cavalerii Mesei Rotunde. Ei caută obiecte sau lucruri-deseori pierdute-potențial importante pentru culturile lor: planta vieții fără de moarte, lâna de aur, Sfântul Graal, Pământul Sfânt/Promis.

Eroi cu un mai înalt grad de religiozitate sau eroi filozofici cum ar fi Iisus și Buddha, caută lucruri mai puțin tangibile și implicit mai abstracte: Iluminarea sau Nirvana, și Regatul lui Dumnezeu.

Călătoria implică întotdeauna încercări/probe dificile. Fiecare graniță pe care eroul trebuie să o treacă este păzită de gardieni înspăimântători și periculoși. De asemenea, există teste. Hercule trebuie să facă cele 12 munci, eroii Graalului trebuie să-și dovedească calitățile de-a lungul unor probe variate și, precum eroii multor culturi, sunt testați de o femeie fatală. Această vrăjitoare, Eva lui Adam, Dido a lui Eneas, Dalila a lui Samson, este imaginea arhetipală a unei alternative sexuale periculoase și pur și simplu personale a țelului adevărat.

Mulți eroi trebuie să moară (o moarte simbolică, cel puțin), și să coboare pe celălalt tărâm, pe tărâmul morții, uneori ca țapi ispășitori pentru greșelile altora. Iisus și Osiris au murit. În moarte, eroul este plantat în Mamă, și în timpul acelei perioade de gestație întunecată se confruntă cu demonii și teroarea lumii subpământene.

Dar eroul se întoarce, de obicei primăvara. El/ea învie sau este înviat, așa cum s-a întâmplat cu Persefona sau Iisus. Mulți dintre acești eroi devin surse pentru hrana materială sau spirituală a poporului lor: Osiris renaște din pământ ca zeu al grânelor, numeroși zei și numeroase zeițe ale Indienilor Americani devin sursă de hrană pentru poporul lor; pentru creștini, Iisus care a reînviat este „pâinea vieții”. Toate acestea sunt versiuni ale avantajului sau neprețuitului dar pe care-l oferă eroul după întoarcerea din adâncurile aventurii cunoașterii. Alte versiuni ale acestui dar sunt: calitățile curative ale Graalului adus înapoi de eroii Graalului; Legea, adusă de Moise; Știința Cunoașterii, care este darul lui Buddha; cuvântul lui Allah, care este cadoul lui Mohamed.

Ca un epilog al Plecării, Aventurii și Întoarcerii, eroul poate face o a doua întoarcere, de data aceasta pentru a atinge uniunea cu sursa cosmică a ființei sale. Iisus și Fecioara Maria s-au înălțat la Dumnezeu, în timp ce Buddha, regele

Arthur și Moise au fost supuși unui soi de apoteoză, o uniune cu misterul suprem/ultim.

BIBLIOGRAFIE

1. Leeming, David – *Myth, a Biography of Belief*, Oxford University Press, 2002
2. Leeming, David – *The World of Myth*, Oxford University Press, 1990
3. Campbell, Joseph – *The Hero with a Thousand Faces*, Princeton University Press, 1972
4. Eliade, Mircea – *Istoria credințelor și ideilor religioase*, Editura Științifică și Enciclopedică, 1991