

BULETINUL INSTITUTULUI POLITEHNIC DIN IAȘI  
Publicat de  
Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași  
Tomul LVIII (LXII), Fasc. 3, 2012  
Secția  
ELECTROTEHNICĂ. ENERGETICĂ. ELECTRONICĂ

## MODÈLE PHÉNOMÉNOLOGIQUE STATISTIQUE POUR LA PRÉDICTION DE LA SUSCEPTIBILITÉ DES ORDINATEURS

PAR

ALEXANDRU SOTIR<sup>1,\*</sup>, JEAN CHILO<sup>2</sup>, IONUȚ DATCU<sup>1</sup> et  
ALEXANDRU BACIU<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Académie Navale „Mircea cel Bătrân”, Constanța

<sup>2</sup>IMEP, Grenoble, France

Reçue, 6 May 2012

Acceptée pour publication: June 16, 2012

**Résumé.** On propose l'étude de la stabilité en fonction des micro-ordinateurs d'un bateau maritime militaire, dans les conditions de perturbations électromagnétiques complexes, par une méthode dynamique statistique. En plus, on peut faire une prédiction optimale, à court terme, de cette stabilité, face à l'évolution dynamique du milieu perturbateur électromagnétique environnant, pour assurer une stratégie adéquate de protection.

**Mots clés:** prédiction; susceptibilité des ordinateurs.

### 1. Introduction

Un bateau maritime militaire suppose un système électromagnétique complexe (gamme de fréquence comprise entre 0 et 20 GHz, par exemple) dans lequel les micro-ordinateurs électroniques sont soumis à une large gamme de perturbations électromagnétiques, retransmises par le champ ou par conduction.

---

\*Auteur à correspondre: *e-mail*: sotiralexandru@yahoo.com

De telles perturbations représentent des combinaisons aléatoires de “signaux” dues aux couplages inductifs et capacitifs (champs voisins), aux décharges électrostatiques, aux contacts au sol (les corps du bateau) ou aux plans de masse électronique (de référence), aux anomalies du réseau d’alimentation, aux radiations électromagnétiques (champs éloignés), aux décharges électriques de l’atmosphère, aux explosions nucléaires et aux armes à impulsions électromagnétiques.

La méthode traditionnelle d’évaluation pratique du comportement des équipements électroniques dans un milieu perturbateur s’appuie sur des mesures et des tests effectués dans des laboratoires spécialisés de Compatibilité Electromagnétique.

À présent cette évaluation s’est avérée insuffisante à cause de la complexité du milieu perturbateur et, due à son comportement aléatoire, impossible à être simulée dans les laboratoires.

La méthode statistique proposée, dénommée Méthodologie d’analyse et prédiction Box - Jenkins, offre, par rapport à la méthode des mesures et des tests, la possibilité d’identification du comportement d’un ordinateur électronique dans l’ensemble des perturbations électromagnétiques de l’environnement – son milieu réel de fonctionnement. En plus, celle-ci offre la possibilité de prévoir l’évolution prochaine de ce comportement à l’aide de la fonction de prédiction. Il s’agit d’une méthode d’analyse dynamique-statistique qualitative.

On a convenu que c’est utile, parallèlement avec l’évaluation d’un ordinateur, d’analyser aussi la perturbation électromagnétique globale dans laquelle se déroule le processus, pour identifier une possible corrélation entre cette perturbation et les éventuelles anomalies qui pourraient apparaître dans le fonctionnement de l’équipement testé.

L’orientation de la recherche vers les micro-ordinateurs électroniques des structures de commande – contrôle du bateau – a envisagé deux aspects à savoir

1. un micro-ordinateur est un équipement électronique complexe et représentatif (“un automatique électronique du plus haut niveau”);
2. celui-ci supporte le concept d’autoévaluation grâce à sa capacité de programmation.

La méthode n’exclue pas la méthode des mesures et des tests; tout au contraire, peut les orienter vers “les points faibles” face aux perturbations d’un micro-ordinateur.

Elle apporte des informations précieuses concernant la stabilité dans le fonctionnement des ordinateurs et à l’évolution prochaine de cette stabilité, ayant des conséquences favorables pour la commande et la sécurité du bateau.

La méthode peut être utilisée également pour d’autres types de processus contrôlés par micro-ordinateurs ou microprocesseurs, comme trafic aérien, naval, énergétique (nucléaire), chimie, etc. Évidemment, pour chaque type de processeur employé on utilise un logiciel d’autotest spécifique.

## 2. Brève présentation de la méthode

La méthode est basée, en première phase, sur une technique d'autoévaluation, par laquelle l'ordinateur analysé "vérifie tout seul" sa sensibilité (susceptibilité) à l'ensemble des perturbations électromagnétiques de l'environnement.

L'autoévaluation de la susceptibilité d'un ordinateur à l'ensemble des perturbations électromagnétiques, c'est-à-dire la mise en évidence des interruptions parasites qui peuvent apparaître dans les différents régimes d'exploitation, est réalisée par l'exécution d'un ensemble d'instructions en boucle, le logiciel d'autotest étant en mesure de compter la fréquence des erreurs qui apparaissent (Sotir *et al.*, 2004). On évalue l'unité centrale (UC), la mémoire interne, les unités des disques, le système des interruptions *hardware*.

Celle-ci est mise en valeur sous la forme d'une série de données aléatoires, recueillies à des intervalles de temps égales, connues dans la littérature de spécialité sous le nom de "séries temporelles" ou "séries dynamiques" (Box & Jenkins, 1976 ; Tertisco *et al.*, 1985 ; Popescu, 2000).

Ces séries de données représentent, dans le cadre de la méthode proposée, le nombre des incidents (anomalies) *hardware* qui apparaissent dans le fonctionnement de l'ordinateur pendant l'évaluation, comme une "réponse" au niveau et à l'énergie des perturbations électromagnétiques de son environnement réel de fonctionnement.

Ensuite, les séries des données sont soumises à une analyse statistique, spécifique aux processus aléatoires dynamiques, à l'aide d'une méthode adéquate – méthodologie Box - Jenkins (1976).

L'analyse et la prédiction des données est la phase suivante à laquelle l'analyse est effectuée sur un autre ordinateur, bien protégé contre les perturbations électromagnétiques.

Dans ce cas on utilise un paquet de programmes qui puisse implanter la Méthodologie Box-Jenkins (1976) (Popescu, 1985). Cette méthodologie fait partie de la classe des techniques de modélisation dynamique-statistique de dernière heure, représentant l'une des plus efficaces techniques concernant la modélisation et la prédiction optimum des séries de temps à court délai.

L'idée essentielle de cette méthode réside dans le fait qu'une série de données caractéristiques d'un processus aléatoire dynamique:  $Z_t, Z_{t-1}, Z_{t-2}, \dots$ , qui est puissamment dépendant, peut être considérée comme dépendante à travers une série de valeurs statistiquement indépendantes,  $a_t, a_{t-1}, a_{t-2}, \dots$ , ayant une fonction de répartition fixée (d'habitude supposée comme normale, à valeur moyenne nulle et dispersion  $\sigma_2$ ). Une telle séquence,  $\{a_t\}$ , représente un processus de type "bruit blanc".

Les valeurs  $\{Z_t\}$  du processus analysé – dans notre situation, la réponse de l'ordinateur à l'ensemble des perturbations électromagnétiques dans leur totalité, sous la forme de la fréquence d'interruptions *hardware* – sont

recueillies à des intervalles de temps égaux (ms, s, m, h, etc.) et représente des séries de temps (séries dynamiques).

Si on note avec  $\Theta(B)/\Phi(B)$  la fonction de transfert d'un filtre linéaire, on peut écrire la relation

$$Z_t = \frac{\Theta(B)}{\Phi(B)} a_t = \frac{1 - \Theta_1 B^1 - \Theta_2 B^2 - \dots - \Theta_q B^q}{1 - \Phi_1 B^1 - \Phi_2 B^2 - \dots - \Phi_p B^p} a_t. \quad (1)$$

La série de temps,  $\{Z_t\}$ , peut être interprétée comme la sortie d'un filtre linéaire et la série des valeurs  $\{a_t\}$ , comme l'entrée de ce filtre (Fig. 1).

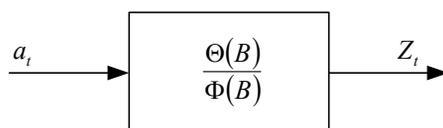


Fig. 1 – La représentation du processus en tant que la sortie d'un filtre linéaire.

Dans la relation (1),  $\Phi(B)$  représente un opérateur d'auto-régression (AR) et  $\Theta(B)$  – un opérateur de moyenne glissante (MA) pour un modèle (algébrique) paramétrique du processus, où  $B$  représente un opérateur de retard d'un pas  $BZ_t = Z_{t-1}$ ;  $p$  – l'ordre de la partie autorégressive (AR) du modèle;  $q$  – l'ordre de la partie de moyenne glissante (MA) du modèle.

Il faut préciser que, pour des raisons simplificatrices, le modèle (1) a été considéré comme non-saisonnier (non-cyclique).

La relation (le modèle) (1) permet d'exprimer les valeurs courantes du processus,  $\{Z_t\}$ , aux termes des valeurs antérieures de celui-ci et des valeurs courantes et antérieures du "bruit blanc",  $\{a_t\}$ .

Le problème réside dans la découverte des modèles paramétriques de type (1) pour le processus analysé.

*N o t e 1. Il faut remarquer que l'analyse des séries de temps est différente d'une analyse statistique classique par le fait que dans ce cas intervient aussi la variable temps,  $t$ . On peut affirmer, dans ces conditions, qu'il s'agit d'une analyse statistique, appropriée aux processus aléatoires dynamiques.*

Pour qu'on puisse écrire les relations statistiques adéquates à l'évolution d'un tel processus, Box et Jenkins ont suggéré une famille de modèles paramétriques d'auto-régression et moyenne glissante, ARMA ( $\rho, q$ ) – Auto Regressive Moving Average models.

La détermination des modèles paramétriques des séries des données analysées est fondée sur l'utilisation de deux instruments de mesure, pour déterminer l'interdépendance statistique entre les données de ces séries : la fonction d'auto-corrélation estimée (fac) et la fonction d'auto-corrélation

partielle estimée (facp). Pour chaque modèle ARMA on associe une fonction „fac“ et un fonction „facp“ théoriques.

Dans l'étape d'identification du modèle on compare „fac“ et „facp“ estimées, calculées à partir des données des séries, avec des différents „fac“ et „facp“ théoriques ; finalement, on choisit le modèle dont les valeurs théoriques sont les plus proches des celles estimées.

Afin d'établir le modèle final il faut parcourir l'étape de validation. Ou peut éventuellement revenir à l'étape d'identification si le modèle choisi n'est pas approprié.

Après le choix du modèle optimal on passe à l'estimation de ses paramètres dans certaines condition de stationnarité et inversabilité.

La dernière étape de la modélisation consiste dans l'évaluation de la fonction de prédiction pour l'évolution des séries temporelles.

Le modèle optimal choisi est soumis à un processus itératif de validation, avant de passer au problème de prédiction.

La solution de ce problème suppose aussi l'obtention des valeurs prochaines d'une série de temps analysée, conditionnées par les  $t$  valeurs initiales.

La prédiction des données (il s'agit d'une prédiction optimum à court terme) représente l'objectif essentiel de la méthode, procurant des données précieuses sur l'évolution la plus probable dans l'intervalle prochain de temps du processus analysé.

L'horizon de temps pour la prédiction est choisi par l'utilisateur et il est comparable à la durée de l'expérimentation.

### 3. L'implantation de la méthode

En vue de l'implantation de cette méthode (1996) on a utilisé les paquets de programmes élaborés par Sotir & Balan (1996), Popescu (1985) et Popescu & Balan (1991), l'interface de processus type IMP35951 SOLARTRON INSTRUMENTS Ltd (GB), à 20 chaînes, l'équipement LORAL NARDA 8718(ÉU) pour la mesure de la densité du flux de la puissance électromagnétique et deux micro-ordinateurs compatibles IBM PC 486.

La gamme de fréquence explorée a été comprise entre 3 kHz et 20 GHz, couvrant aussi bien les sources du bateau que ceux de l'environnement (le port de Constanța).

En même temps, la méthode nous permet de savoir si l'environnement électromagnétique perturbateur au bord du bateau dans son ensemble (comme une "superposition" des perturbations aléatoires de différentes amplitudes, fréquences et phases) „répond“ à la méthode proposée.

Les testes ont été effectués pour 10 régimes de fonctionnement d'un bateau maritime militaire, en commençant par la mise en marche des générateurs d'alimentation (Régime 1) et en finissant par le fonctionnement de toutes les installations électriques, y compris celles des bateaux voisins, se

trouvant au bâbord et au tribord (Régime 10). On a obtenu 10 séries de données, avec une période d'échantillonnage de 0,250 s, qui représente la fréquence d'interruptions *hardware* sur l'horizon de temps analysé (le nombre d'interruption dans chaque intervalle de temps).

La durée du test a été d'une heure pour chaque régime de fonctionnement.

Un échantillon de l'évolution de données dans le Régime 3 d'opération est présenté dans la Fig. 2.

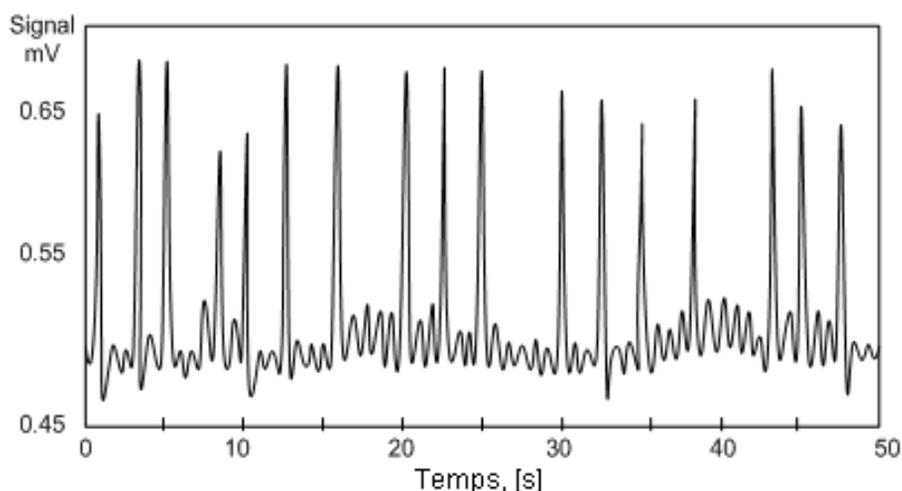


Fig. 2 – L'évolution des données dans le Régime 3.

À partir de la représentation des dates on peut constater la présence d'un puissant pattern saisonnier (cyclique).

La représentation de la fonction de autocorrélation des dates confirme la présence d'un tel pattern avec la période 10. La différenciation saisonnière de l'ordre 1, ( $D = 1$ ), avec la période 10, mène à une série de temps où la composante saisonnière est maintenue, ce qui a imposé la double différenciation saisonnière ( $D = 2$ ), avec un période 10 de la série initiale, afin d'éliminer cette composante et d'obtenir le résidu pure aléatoire.

*Note 2. La méthode prévoit dans les phases initiales le fait d'éliminer les possibles composantes polynômiales et saisonnières de la série de temps, afin d'obtenir un résidu pur aléatoire sur lequel on effectue l'analyse proprement-dite.*

L'analyse de la fonction d'autocorrélation et d'autocorrélation partielle des dates initiales montre la disparition de la composante saisonnière des dates.

Dans ces circonstances il est possible qu'on détermine une première structure du modèle (Fig.3).

No. of iterations: 8

Relative modification of each parameter less than: .4000E-02

MODEL PARAMETER ESTIMATION RESULTS:

Experiment 3

Non-seasonal difference degree: 0

Seasonal difference degree: 2

Seasonal period: 10

No. of available data: 200

No. of data effectively used : 167

Model	Estimated	Standard		95%	
Coefficient	Value	Error	T-Val	Low. Lim.	Upp. Lim.
Phi 3	-.271	.073	-3.710	-.416	-.125
Phi*10	1.001	.001	*****	.999	1.003
Theta*10	.889	.038	23.240	.813	.966

Correlation matrix of model coefficients

	1	2	3
1	1.0000		
2	.0895	1.0000	
3	-.0041	.2782	1.0000

Ajusted RMSE : .1376777E-02

N.F.D. : 164

Mean Abs. % Error : .3909767E+01

Fig. 3 – Le résultat d'estimation des paramètres du modèle.

La fonction d'autocorrélation présente un sommet pour la valeur 3 du delay, ce qui suggère l'inclusion dans le modèle d'un terme autorégressif de la forme  $\Phi_3 B^3$ .

On peut constater que les deux fonctions s'amortissent pour les delays 10, 20, ..., qui correspondent au pattern saisonnier.

En conséquence l'inclusion dans le modèle des termes AR et MA d'une forme  $\Phi_{10} B^{10}$  et  $\Theta_{10} B^{10}$  est particulièrement intéressante. À partir de cette analyse on peut choisir pour le modèle de la série originale la structure suivante:

$$(1 - \Phi_3 B^3)(1 - \Phi_{10} B^{10})^2 Z_t = (1 - \Theta_{10} B^{10}) a_t. \quad (2)$$

Dans la relation (2), le terme  $1 - \Theta_{10} B^{10}$  est un opérateur de différenciation saisonnière, le modèle contenant aussi une composante saisonnière (cyclique) de période 10 (les observations séparées par 10 intervalles de temps sont similaires). Le modèle est, dans ce cas, du type ARIMA (Auto Régressive Integrated Moving Average modèle) (Popescu, 2000), une version plus complexe du modèle ARMA, qui tient aussi compte du caractère cyclique des séries temporelles analysées.

L'ordre du modèle AR est 1 ( $p = 1$ ) et celui du modèle MA est 10 ( $q = 10$ ).

On peut constater que les valeurs estimées des paramètres du modèle,  $\Phi_3 = -0,271$ ;  $\Phi_{10} = 1,001$ ;  $\Theta_{10} = 0,889$ , sont particulièrement différentes

de zéro au seuil de confiance de 5%, parce que les valeurs absolues de la statistique test  $t$  associé ( $T - \text{Val}$ ) dépassent la valeur critique 2.

En même temps le modèle est stationnaire et inversable et la matrice de corrélation des coefficients du modèle indique une corrélation réduite entre ceux-ci (bruit blanc).

ACF				Variance = .00135																
Mean of data series = .00205				-1.0   -0.8   -0.6   -0.4   -0.2   0.0   0.2   0.4   0.6   0.8   1.0																
	Val	S.E.	T-VAL																	
1.	-.055	.077	-.710																	xx
2.	-.054	.078	-.691																	xx
3.	.008	.078	.100																	x
4.	.027	.078	.342																	xx
5.	.007	.078	.084																	x
6.	-.048	.078	-.613																	xx
7.	-.119	.078	-1.527																	xxxx
8.	.022	.079	.276																	xx
9.	.037	.079	.462																	xx
10.	.017	.079	.219																	x
11.	-.011	.079	-.143																	x
12.	.034	.079	.425																	xx
13.	.039	.079	.486																	xx
14.	.025	.080	.313																	xx
15.	.015	.080	.189																	x
16.	.042	.080	.526																	xx
17.	.050	.080	.628																	xx
18.	-.027	.080	-.340																	xx
19.	.013	.080	.158																	x
20.	-.094	.080	-1.180																	xxx
PAC				Variance = .00135																
Mean of data series = .00205				-1.0   -0.8   -0.6   -0.4   -0.2   0.0   0.2   0.4   0.6   0.8   1.0																
	Val	S.E.	T-VAL																	
1.	-.055	.077	-.710																	xx
2.	-.057	.077	-.734																	xx
3.	.002	.077	.021																	x
4.	.024	.077	.314																	xx
5.	.010	.077	.130																	x
6.	-.044	.077	-.573																	xx
7.	-.125	.077	-1.616																	xxxx
8.	.001	.077	.019																	x
9.	.026	.077	.338																	xx
10.	.027	.077	.354																	xx
11.	.001	.077	.011																	x
12.	.033	.077	.430																	xx
13.	.029	.077	.373																	xx
14.	.018	.077	.237																	x
15.	.028	.077	.356																	xx
16.	.056	.077	.722																	xx
17.	.063	.077	.808																	xxx
18.	-.016	.077	-.212																	x
19.	.024	.077	.310																	xx
20.	-.092	.077	-1.185																	xxx

Fig. 4 – Les résultats de la validation du modèle.

Les fonctions d'autocorrélation et d'autocorrélation partielle du résidu du modèle sont présentées dans la Fig. 4.

On constate que tous les coefficients des fonctions d'autocorrélation résiduelle sont insignifiants de point de vue statistique. On confirme le fait que le modèle qui en résulte peut être accepté pour la caractérisation de la série analysée, en décrivant de manière significative l'évolution de celle-ci.

*N o t e 3. Le modèle choisi n'est pas unique; on peut déterminer d'autres modèles qui caractérisent d'une manière adéquate la série analysée.*

L'analyse du diagramme de la fonction de densité spectrale montre que dans sa composition on retrouve certaines composantes de fréquence élevée en conformité avec les dates représentées dans la Fig. 2.

L'évolution de la fonction de autocorrélation de la fonction de densité spectrale (Fig. 5) et la valeur du test statistique,  $t$ , montre qu'il y a des corrélations entre les données. Par conséquent, la série de temps correspondante au Régime 3 peut être posée sous la forme de modèles paramétriques (algébriques) de type ARMA.

Sur ce modèle on calcule la prédiction des données de la série, respectivement du processus aléatoire analysé. L'horizon de temps pour la prédiction est de 20 valeurs, incluant les 50 valeurs de la série initiale.

Les limites de confiance supérieure et inférieure sont donnés avec une probabilité de 95% (Fig. 5).

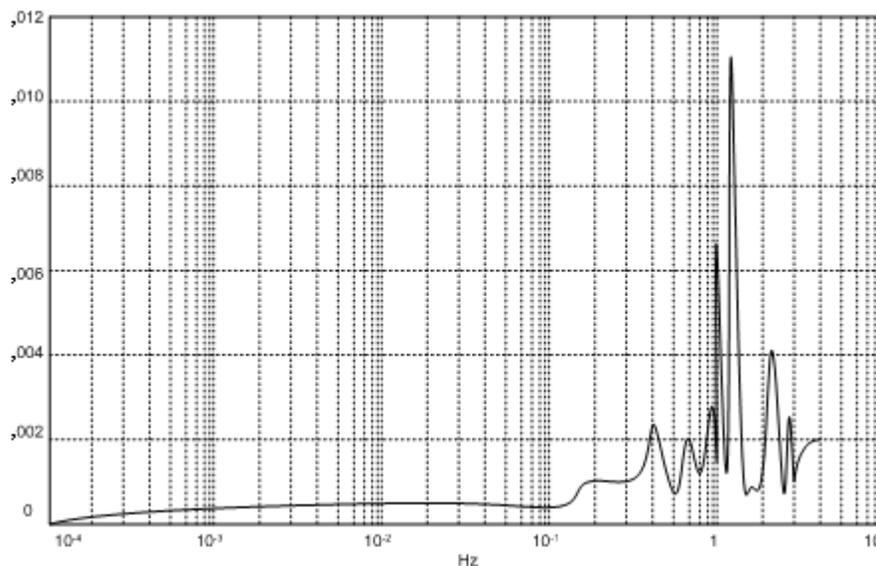


Fig. 5 – L'évolution de la fonction de densité spectrale.

Le résultat de la prédiction de la série analysée et les limites de confiance de celle-ci, obtenus à partir du modèle déterminé antérieurement, pour un horizon prédictif de 20 intervalles de temps, avec l'origine de la prédiction donnée par le moment correspondant à la dernière observation de la série, est présentée dans la Fig.6.

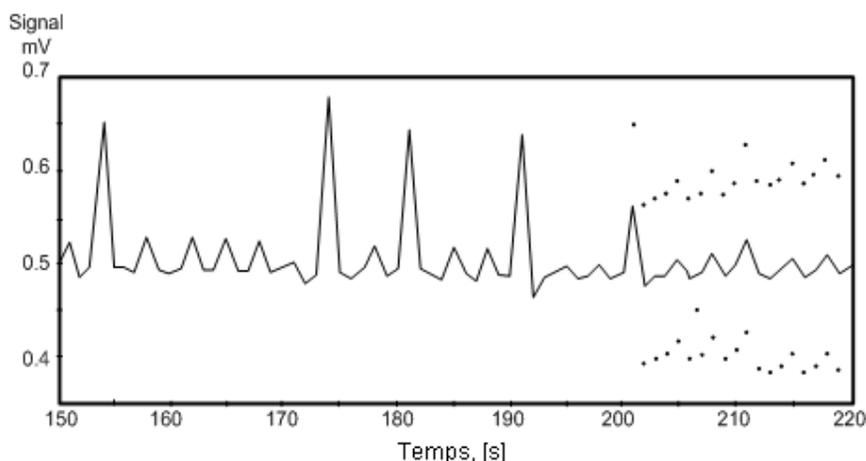


Fig. 6 – Le résultat de la prédiction des donnés.

#### 4. Conclusions

Les résultats obtenus montrent que les perturbations électromagnétiques **dans leur ensemble** pour le Régime 3 de fonctionnement du bateau **sont modélables et donc prédictibles** avec la méthode proposée. Les résultats ont été favorables en 9 des 10 modalités d'opération du bateau.

La prédiction des données montre que l'évolution du milieu électromagnétique du bord dans le Régime 3 est stable dans une perspective immédiate.

Vu que pendant toute la durée des évaluations, l'ordinateur a fonctionné normalement, il est à espérer que cela se répète dans la période immédiatement prochaine. Évidemment, si la durée de l'expérience se prolonge, on pourrait augmenter également l'horizon de prédiction.

**Il est possible que dans d'autres circonstances de fonctionnement les micro-ordinateurs soient perturbés. Par conséquent il est à recommander d'effectuer plusieurs expériences afin de pouvoir arriver aux meilleures conclusions en ce qui concerne la stabilité en fonction des micro-ordinateurs et, en conséquence, une stratégie de protection.**

*Note 4. Les premières expérimentations effectuées par les auteurs, entre 1986-1987, dans un nombre de 7 entreprises industrielles de différentes branches dans la ville de Constanța, ont prouvé que la méthode peut être appliquée dans le cas des micro-ordinateurs électroniques, ayant des résultats favorables. À cette époque-là, on a testé des micro-ordinateurs de fabrication roumaine, équipés par de processeurs Z 80 et on a utilisé pour l'analyse et la prédiction des séries temporelles la méthodologie proposée par Sotir et al. (1997).*

**BIBLIOGRAPHIE**

- Box G.E.P., Jenkins G.M., *Time Series Analysis. Forecasting and Control*. Sec. Ed., Holden Day, San Francisco, USA, 1976.
- Popescu Th., Balan Th., *Data Acquisition System Pac* (en Roumain). Inst. Nation. de Recherche – Développement pour Informatique (ICI), București, 1991.
- Popescu Th., *Paquet de programmes pour la modélisation et prédiction de séries temporelles – TS-SYSTEM* (en Roumain). Inst. Nation. de Recherche – Développement pour Informatique (ICI), București, 1985.
- Popescu Th., *Séries temporelles. Application dans l'analyse des systèmes* (en Roumain). Edit. Tehnică, București, 2000.
- Sotir Al. et al., *Méthode pour l'analyse de comportement face à des perturbations électromagnétiques complexes des micro-ordinateurs* (en Roumain). Brevet d'invention nr. 111510C1, OSIM, Bucarest, 1997
- Sotir Al., Balan Th., *Paquet de programmes pour l'autoévaluation d'un micro-ordinateur compatible IBM PC – SELFTEST 2* (en Roumain). Acad. Navale "Mircea cel Bătrân" et Inst. Nation. de Recherche – Développement pour Informatique (ICI), București, 1996.
- Sotir Al., Mosoiu T., *Compatibilité Électromagnétique* (en Roumain). Edit. Militară, București, 1997.
- Tertisco M., Stoica P., Popescu Th., *La modélisation et la prédiction des séries temporelles* (en Roumain). Edit. Acad., București, 1985.

O MODELARE DINAMIC-STATISTICĂ PENTRU PREDICȚIA  
SUSCEPTIBILITĂȚII MICROCALCULATOARELOR LA PERTURBAȚII  
ELECTROMAGNETICE

(Rezumat)

Se propune o nouă metodă de evaluare a stabilității în funcționare a microcalculatoarelor utilizate în controlul proceselor cu risc sporit față de perturbațiile electromagnetice din mediul înconjurător, utilizând un model dinamic-statistic pe baza metodologiei Box-Jenkins de analiză și predicție a seriilor de timp.

Aplicarea modelării pe o navă maritimă a fost motivată de faptul că aceasta presupune existența unui mediu electromagnetic de o mare complexitate (cu frecvențe de la 0 la 20 GHz, de pildă), în care microcalculatoarele de la bord sunt supuse unei game largi de perturbații electromagnetice aleatoare, transmise prin conducție și/sau prin câmp, în astfel de medii, metodele tradiționale de investigare, bazate pe măsurători și testări dovedindu-se insuficiente.

Metoda propusă în lucrare – este vorba de o metodă dinamic-statistică calitativă – care nu a mai fost utilizată până acum în medii electromagnetice, oferă atât posibilitatea analizei comportării microcalculatoarelor într-un astfel de mediu, cât și o predicție optimală pe termen scurt a stabilității acestora, cu avantaje evidente. Metoda nu exclude tehnicile tradiționale, ci le completează.

