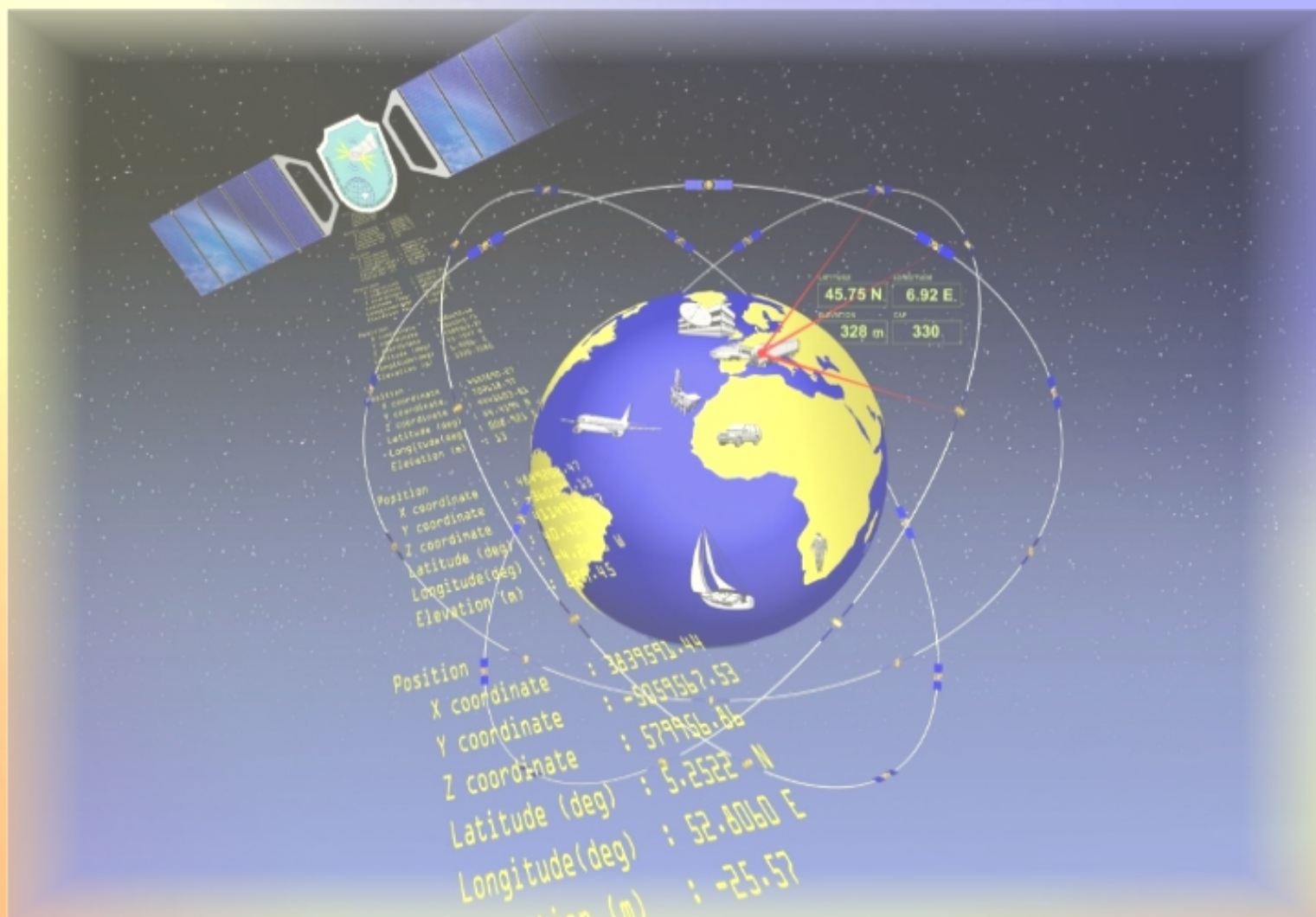


# REVISTA COMUNICAȚIILOR ȘI INFORMATICII

- NUMĂR SPECIAL -



**15 ANI  
DE LA ÎNFIINȚAREA  
AGENȚIEI MILITARE PENTRU  
MANAGEMENTUL FRECVENȚELOR RADIO**

**Nr. 1/2016**



**REVISTA  
COMUNICAȚIILOR ȘI INFORMATICII**  
fondată sub denumirea  
**BULETINUL TRANSMISIUNILOR**

editată de  
**Centrul de Instruire pentru Comunicații și Informatică  
„Decebal“**

sub îndrumarea  
**Direcției Comunicații și Informatică**  
și a  
**Comandamentului Comunicațiilor și Informaticii**

**Coordonatori științifici:**

**Gl. bg. dr. Valentin BECHERU**  
**Gl. bg. Radu-Marius POP**  
**Col. dr. ing. Costică POSTOLACHE**  
**Col. dr. Ionel CIOBANU**

**Redactor șef:**

**Col. dr. Dorin ALEXANDRESCU**

**Redactori:**

**Col. Octavian RAȚIU**  
**Lt. col. dr. ing. Mircea BORA**

**Procesare text și fotografii:**

**Plt.maj. Daniel SUCIU**  
**P.c.c. Karin TIUCĂ-LEUTSCHAFT**

**ADRESA REDACȚIEI:**

**SIBIU, Bd. V. Milea, nr. 3-5, jud. Sibiu**  
**Telefoane: 0269233930**  
**int. 106, 241**

**Răspunderea juridică pentru materialele publicate aparține autorilor,  
în conformitate cu prevederile Legii nr. 206 din 27.05.2004.**

**ISSN: 1841-0758**

**Tiparul a fost executat  
la Centrul Tehnic Editorial al Armatei  
sub comanda.....**

## CUPRINS

### **EVENIMENT**

Ordinul șefului Statului Major General.....	3
- General Nicolae-Ionel CIUCĂ	
Mesajul șefului Direcției Comunicații și Informatică .....	5
- General de brigadă dr. Valentin BECHERU	
Mesajul comandantului Comandamentului Comunicațiilor și Informaticii .....	7
- General de brigadă Radu-Marius POP	
Agenția Militară pentru Managementul Frecvențelor Radio a Statului Major General - scurt istoric - .....	8
- Colonel dr. Liviu Viorel BÎRSAN	
Însemnul heraldic al Agenției Militare pentru Managementul Frecvențelor Radio .....	11
- Colonel dr. Liviu Viorel BÎRSAN	
A trecut timpul... ..	13
- P.C.C. Carmen FLOREA	

### **ACTUALITATE ȘI PERSPECTIVE/OPINII**

Strategia în domeniul spectrului electromagnetic a Departamentului Apărării al Statelor Unite ale Americii .....	14
- Colonel Valentin GEORGESCU	
Rolul și importanța „suportabilității” pentru asigurarea interoperabilității sistemelor radioelectrice utilizate în acțiuni militare comune în cadrul/sub comandă NATO.....	17
- Colonel Adrian VĂTAFU	
NATO spectrum management - learning from recent past to cope with future challenges.....	20
- Lieutenant Colonel Christian RITZER, DEU A	
Aplicații pentru managementul frecvențelor radio pentru tablete și telefoane inteligente.....	22
- Colonel Valentin GEORGESCU	
Aspecte și activități desfășurate în domeniul spectrului electromagnetic pentru facilitarea coexistenței sistemului radar AN/SPY-1 cu sistemele radioelectrice existente în zona cu regim de protecție specială Deveselu, România .....	25
- Comandor Ciprian ANDRONACHE	
Managementul frecvențelor radio în raioanele de amplasare a echipamentelor de emisie-recepție .....	29
- Locotenent-colonel dr. ing. Iulian BOULEANU	
Aplicații informatice în sprijinul managerului de frecvențe.....	36
- Maior ing. Marius NICOLAESCU	
Viața ca o fr(s)ecvență – informații utile despre frecvențele de urgență și echipamentele aferente acestora	38
- Maior Alin PETRICĂ	

---

Tehnologia radio cognitiv și utilizarea eficientă a spectrului RF .....	41
- Maior ing. Viorel ADETU	
Emisiile electromagnetice ale activității solare.....	45
- Maior George ZAMĂ	
Câmpul electromagnetic și efectele asupra corpului uman .....	49
- Căpitan ing. Dorel ONIȚA	
Autospeciala pentru managementul spectrului radio - element de bază în activitatea de control și monitorizare a spectrului radio.....	52
- M.m. II Alin OANCEA	
Poluarea electromagnetică a mediului .....	55
- Plutonier major Constantin POPESCU	
<b><u>IN MEMORIAM</u></b>	
Saltul de frecvență o invenție cu iz hollywoodian .....	57
- Locotenent-colonel Cătălin DASCĂLU	
Scurt istoric al descoperirii și dezvoltării comunicațiilor radio .....	60
- Maior Cătălin GHERGHEL	

## ORDINUL

### ȘEFULUI STATULUI MAJOR GENERAL PRIVIND SĂRBĂTORIREA A 15 ANI DE LA ÎNFIINȚAREA AGENȚIEI MILITARE PENTRU MANAGEMENTUL FRECVENȚELOR RADIO A STATULUI MAJOR GENERAL



Înființată la 1 martie 2001, în baza aprobării șefului Statului Major General pe raportul nr. G.3/784 din 2001, ca răspuns la unul dintre obiectivele de aderare la NATO, Agenția militară pentru managementul frecvențelor radio este instituția specializată a Ministerului Apărării Naționale cu responsabilități în gestionarea eficientă și rațională a resurselor spectrale puse la dispoziția utilizatorilor militari, preluând sarcinile complexe ale domeniului de la structurile care au funcționat în cadrul Comandamentului transmisiunilor și, ulterior, al Direcției comunicații și informatică.

Acționând într-un cadru deosebit de complex, rezultat din apartenența României la Organizația Națiunilor Unite, Uniunea Europeană și Organizația Tratatului Atlanticului de Nord, dar și din poziția geografică a țării noastre, Agenția militară pentru managementul frecvențelor radio a asigurat în permanență resursele spectrale necesare funcționării echipamentelor radioelectrice din dotarea structurilor Ministerului Apărării Naționale, în scopul exercitării continue a comenzii și controlului forțelor proprii, pe teritoriul național și pe timpul misiunilor executate oriunde în afara acestuia.

Apreciez activitatea remarcabilă desfășurată de personalul unității pentru promovarea și reprezentarea la un nivel superior a intereselor instituției militare în domeniul managementului spectrului electromagnetic, atât în cadrul delegațiilor naționale participante la lucrările conferințelor mondiale de radiocomunicații și ale conferințelor europene ale administrațiilor de poștă și telecomunicații, cât și pe timpul elaborării de acte normative naționale esențiale în domeniu sau la grupurile specializate constituite la nivelul NATO și al Agenției pentru Apărare a Uniunii Europene.

Cunosc eforturile susținute depuse de dumneavoastră pentru accesul permanent la resursele de spectru radio necesare funcționării sistemelor radioelectrice militare, operaționalizarea elementelor din cadrul sistemului de apărare împotriva rachetelor balistice, constituirea capacităților proprii de monitorizare și control al spectrului radio, precum și pentru asigurarea compatibilității electromagnetice a sistemelor radioelectrice din dotarea armatei.

#### ***Doamnelor și domnilor ofițeri, maiștri militari, subofițeri și personal civil contractual,***

Privilegiul de a vă desfășura activitatea într-o structură militară unicat, singura unitate din armata noastră care are ca misiune de bază realizarea managementului eficient al spectrului radio destinat utilizatorilor militari, impune să manifestați responsabilitate și profesionalism în tot ce întreprindeți.

Gestionați una dintre cele mai importante resurse, spectrul de frecvențe radio, care este indispensabilă pentru funcționarea echipamentelor radioelectrice necesare îndeplinirii obiectivelor ce revin Ministerului Apărării Naționale.

Ați demonstrat calități profesionale deosebite și o mare capacitate de adaptare la noile cerințe de interoperabilitate cu structurile similare ale NATO, ceea ce îmi oferă garanția că și pe viitor veți da dovadă de dăruire și eficiență în îndeplinirea misiunilor care vă revin în cadrul Armatei României.

Să nu uitați niciun moment faptul că vă revin sarcini deosebite de reprezentare a instituției militare, Agenția militară pentru managementul frecvențelor radio constituind interfața cu structurile specializate civile și militare, naționale și internaționale cu responsabilități în domeniu!

\*  
\*       \*

Cu ocazia aniversării a 15 ani de la înființare, aduc mulțumiri întregului personal militar și civil care a contribuit la rezultatele remarcabile obținute de unitate în această perioadă.

Vă felicit pentru efortul și dedicarea cu care ați înțeles să vă îndepliniți misiunile, vă urez multă sănătate, putere de muncă și realizări profesionale și personale, dumneavoastră și celor dragi!

***La mulți ani!***

***PROPAGARE FĂRĂ INTERFERENȚE!***

**ȘEFUL STATULUI MAJOR GENERAL  
General  
Nicolae-Ionel CIUCĂ**

## M E S A J U L

### ȘEFULUI DIRECȚIEI COMUNICAȚII ȘI INFORMATICĂ CU PRILEJUL ANIVERSĂRII A 15 ANI DE LA ÎNFIINȚAREA AGENȚIEI MILITARE PENTRU MANAGEMENTUL FRECVENȚELOR RADIO



1 martie este o zi importantă în calendarul celor ce își desfășoară activitatea în domeniul comunicațiilor și informaticii; această dată reprezintă ziua când a fost înființată Agenția Militară pentru Managementul Frecvențelor Radio.

AMMFR așa cum este cunoscută în mediul militar național și ROU NARFA în mediul internațional sărbătorește, la 01 martie anul acesta, 15 ani de activitate. În această perioadă, structura a parcurs un drum uneori anevoios, alteori mai facil, dar în permanență alături de structura din care a luat ființă, și anume Direcția Comunicații și Informatică. Acest parcurs împreună a fost, este și va fi o necesitate deoarece managementul frecvențelor radio sprijină în primul rând domeniul comunicațiilor și informaticii, iar practica de zi cu zi ne obligă „să ținem aproape” unii față de ceilalți.

De ce a fost nevoie de AMMFR? După cum bine se cunoaște, în anul 1997, România se afla în procesul de aderare la Alianța Nord-Atlantică, iar prin crearea un organism specializat de stat major, subordonat direct Statului Major General, dar cu responsabilități naționale pentru întreg Ministerul Apărării Naționale (abrevierea ROU NARFA vine de la Roumania National Allied Radio Frequency Agency) s-a asigurat atât continuarea misiunii din cadrul DCI, cât și îndeplinirea noilor cerințe necesare realizării interoperabilității NATO. În prezent, domeniile de competență ale agenției sunt:

- participarea la fundamentarea poziției MApN la elaborarea legislației naționale cu impact asupra domeniului spectrului radio și elaborarea actelor normative specifice domeniului managementului spectrului radio;
- reprezentarea MApN în cadrul diferitelor organisme de colaborare (Grupul de capabilități pentru managementul spectrului/NATO, Echipa de proiect pentru managementul spectrului/EDA/UE, Comisia Interdepartamentală de Radiocomunicații)
- planificarea spectrului electromagnetic prin elaborarea de propuneri la Acordul comun civil-militar pentru frecvențe al NATO/NJFA2014, întocmirea și actualizarea poziției MApN pentru Conferința Mondială de Radiocomunicații;
- managementul frecvențelor radio prin realizarea coordonărilor de frecvențe cu structurile specializate ale NATO și ale țărilor membre pentru asigurarea resurselor de spectru necesare.

De la înființare și până în prezent, unitatea nu a suferit modificări serioase, iar prin priceperea, abnegația și devotamentul celor care au lucrat și lucrează în cadrul ei, unitatea a îndeplinit următoarele misiuni și sarcini principale:

- consolidarea poziției naționale și participarea la lucrările Conferințelor Mondiale de Radiocomunicații (WRC) și ale Conferințelor Europene ale Administrațiilor de Poștă și Telecomunicații (CEPT);
- elaborarea Tabelului Național de Atribuire a Benzilor de Frecvențe Radio;
- contribuții importante la elaborarea de legi, hotărâri de guvern, alte acte normative de importanță națională și specifice (ex. concepția privind controlul și monitorizarea spectrului de frecvențe radio în Ministerul Apărării Naționale, în timp de pace);
- participarea la peste 20 exerciții militare multinaționale (COMBINED ENDEAVOR, PHOENIX ENDEAVOR, SEVEN STARS, COOPERATIVE DETERMINATION, COOPERATIVE DRAGON etc.);

- pregătirea, îndrumarea și încadrarea cu succes a unor funcții de manager de frecvențe sau din domeniul comunicațiilor în cadrul unor comandamente ale NATO (SHAPE, JFC HQ Napoli, COMKAF/TO Afganistan) sau funcții în cadrul Reprezentanței Militare a României la NATO și UE din Bruxelles;
- organizarea și desfășurarea, în cadrul Centrului de Instrucție pentru Comunicații și Informatică, a cursului de Introducere în Managementul Frecvențelor Radio;

**Dragi camarazi,**

Această sărbătoare, pe lângă momentele de bucurie și satisfacție, trebuie să vă dea imboldul de a munci mai bine, de a ridica, în permanență, calitatea întregii activități specifice, astfel încât misiunile ce vă revin să fie îndeplinite în timp oportun și la parametri de performanță cât mai ridicați.

Fiți demni de misiunea ce vi s-a încredințat, acționați cu hotărâre pentru însușirea cunoștințelor militare și de specialitate, dovediți tenacitate și profesionalism, pasiune și dăruire în toate acțiunile pe care le întreprindeți!

Amintiți-vă în permanență de colegii mai în vârstă și înaintașii voștri, de realizările lor remarcabile – la acel moment și încercați să vă autodepășiți și să duceți mai departe prestigiul celor din Agenție!

Preocupați-vă permanent de însușirea noilor concepte moderne de pregătire și desfășurare a acțiunilor de luptă pentru a ajunge, într-un timp cât mai scurt, la nivelul standardelor de interoperabilitate cu structurile militare euroatlantice!

\*  
\*            \*

**Cu prilejul sărbătoririi a 15 ani de la înființarea Agenției Militare pentru Managementul Frecvențelor Radio, vă felicit și vă doresc, dumneavoastră și familiilor dumneavoastră, sănătate, prosperitate și îndeplinirea dorințelor de mai bine.**

**ȘEFUL DIRECȚIEI COMUNICAȚII ȘI INFORMATICĂ**

**General de brigadă**

**Dr. Valentin BECHERU**



## M E S A J U L

### COMANDANTULUI COMANDAMENTULUI COMUNICAȚIILOR ȘI INFORMATICII PRIVIND SĂRBĂTORIREA A 15 DE ANI DE LA ÎNFIINȚAREA AGENȚIEI MILITARE PENTRU MANAGEMENTUL FRECVENȚELOR RADIO



La 1 martie 2016 aniversăm 15 ani de la înființarea Agenției militare pentru managementul frecvențelor radio a Statului Major General, structură constituită ca urmare a ponderii tot mai semnificative și dezvoltării fără precedent a echipamentelor radioelectronice și pentru îndeplinirea angajamentelor asumate de România în calitatea sa de stat membru al NATO și UE în domeniul spectrului electromagnetic.

În această perioadă parcursă, Agenția militară pentru managementul frecvențelor radio a îndeplinit cu rezultate foarte bune misiunea de gestionare eficientă a resurselor spectrale destinate utilizatorilor militari și de apărare a intereselor Ministerului Apărării Naționale în

relația cu instituțiile și organizațiile civile și militare, naționale și internaționale cu responsabilități în domeniul utilizării spectrului electromagnetic.

Preocupările constante ale agenției în domeniul dotării unităților de comunicații și informatică cu tehnică și echipamente militare de ultimă generație s-au concretizat prin înzestrarea Centrului 48 comunicații și informatică strategice cu autospeciala pentru managementul spectrului radio, fapt ce permite un management eficient al resurselor de spectru.

În cei 15 ani de activitate ați demonstrat că aveți calități morale și profesionale deosebite, cunoștințe militare generale și de specialitate temeinice, abilități performante și o mare capacitate de adaptare la noile cerințe de interoperabilitate cu structurile similare ale NATO, ceea ce ne oferă garanția că puteți continua cu succes să vă îndepliniți misiunile de mare responsabilitate ce vă sunt încredințate.

Munciți cu tenacitate și profesionalism pentru promovarea și apărarea intereselor Armatei României în domeniul de mare importanță pe care îl aveți în responsabilitate și pentru creșterea prestigiului agenției la un nivel cât mai ridicat!

În această zi aniversară, vă felicit și vă adresez sincere urări de sănătate, putere de muncă și succese deosebite, dumneavoastră și familiilor dumneavoastră!

**COMANDANTUL COMANDAMENTULUI  
COMUNICAȚIILOR ȘI INFORMATICII  
General de brigadă  
Radu-Marius POP**

## AGENȚIA MILITARĂ PENTRU MANAGEMENTUL FRECVENȚELOR RADIO A STATULUI MAJOR GENERAL - SCURT ISTORIC -

*Colonel dr. Liviu-Viorel BÎRSAN*

*Șeful Agenției Militare pentru Managementul Frecvențelor Radio*



Dezvoltarea fără precedent a echipamentelor radioelectrice și ponderea tot mai semnificativă a acestora în ansamblul sistemelor existente în dotarea Ministerului Apărării Naționale, precum și obligativitatea

îndeplinirii angajamentelor asumate de România, în special după 1980, au generat necesitatea existenței unei structuri specializate cu responsabilități în gestionarea și utilizarea eficientă și rațională a resurselor spectrale puse la dispoziția utilizatorilor militari.

În acest context, în cadrul Comandamentului Transmisiunilor și ulterior, din anul 1997, în cadrul Direcției Comunicații și Informatică din Statul Major General a fost înființat Biroul management frecvențe radio și compatibilitate electromagnetice.

Aderarea României la Alianța Nord-Atlantică a determinat și adoptarea unor măsuri de înființare/adaptare a unor structuri în vederea asigurării interoperabilității cu cele existente la nivelul NATO, inclusiv în domeniul managementului frecvențelor radio.

În acest sens, ca răspuns la obiectivul PG 2786 I de aderare la structurile NATO (Comandă și control (C2) – Agenții pentru managementul frecvențelor), în baza aprobării șefului Statului Major General pe raportul nr. G.3/784/19.03.2001 privind statul de organizare al structurilor subordonate nemijlocit Statului Major General, la **01.03.2001, a fost înființată Agenția Militară pentru Managementul Frecvențelor Radio (AMMFR) a Statului Major General**, cu indicativ numeric **02050 București**. Aceasta s-a constituit prin transformarea Biroului management frecvențe radio și compatibilitate electromagnetice din compunerea Direcției comunicații și informatică și trecerea în noua

structură a personalului existent în acest birou la acea dată, completat ulterior cu personal de specialitate mutat din alte unități.

De la înființare și până în prezent, misiunea de bază a unității o reprezintă gestionarea eficientă a resurselor spectrale destinate utilizatorilor militari și apărarea intereselor Ministerului Apărării Naționale în relația cu instituțiile și organizațiile civile și militare, naționale și internaționale cu responsabilități în domeniu pe linia armonizării utilizării spectrului electromagnetic.

Statul de organizare al AMMFR a fost aprobat prin decizia Direcției structuri și resurse nr. G.3/644 din 07.03 2001 și era întocmit în concordanță cu documentele de politică și reglementările în domeniu, existente la acel moment la nivel național și al NATO, proiectat pentru îndeplinirea optimă a misiunilor specifice unei astfel de structuri. Acesta prevedea 1 șef de agenție și 3 birouri (Birou politici și management frecvențe radio, Birou compatibilitate electromagnetice și avizare obiective de radiocomunicații, Birou radiocomunicații militare și gestiune baze de date), cu un total de 18 funcții.

Având în vedere locul și rolul deținut, AMMFR a fost constituită ca structură în subordinea nemijlocită a Statului Major General, echivalentă cu o secție din cadrul direcțiilor din compunerea Statului Major General, subordonată șefului Statului Major General, prin locțiitorul acestuia, cu locul de dislocare la pace în localul M100 din strada Izvor nr. 110.

Prin modificările aduse la Compunerea de Pace a Armatei României, aprobate de șeful Statului Major General cu nr. G.3/881/27.03 2001, AMMFR era coordonată pe linie de specialitate de Direcția comunicații și informatică.

Având în vedere intensele transformări produse în armată, apariția sau modificarea compunerii unor structuri centrale, în baza ordinului șefului Statului Major General, începând cu luna august 2001, AMMFR i se stabilește ca

loc de desfășurare a activității localul M1000, dispus în strada Știrbei Vodă.

Cu Ordinul nr. AG/975 din 04.12.2001, locțiitorul șefului Statului Major General aprobă atribuțiunile funcționale, documentele specifice de lucru și diagrama de relații a AMMFR.

Ținând cont de diversitatea și complexitatea competențelor ce revin Statului Major General, șeful Statului Major General aprobă în rezoluție pe raportul nr. B.5/2028 din 22.04.2001, ca AMMFR să fie în subordinea șefului Statului Major General (locțiitorul șefului Statului Major General).

Importanța, locul și rolul deținut de AMMFR în domeniu face ca, în baza ordinului șefului Statului Major General, unitatea să se înapoieze cu începere de la 15.01.2003 în localul M100 din strada Izvor nr. 110, unde funcționează și în prezent.

Transformările produse, adaptarea permanentă la realitățile existente și la cerințele NATO, face ca, prin Ordinul șefului Statului Major General nr. S.M.G.-5/10.01.2007, AMMFR să treacă în subordinea directorului Statului Major General, prin directorul adjunct al Statului Major General pentru conducere administrativă, fiind coordonată pe linie de specialitate de Direcția Comunicații și Informatică.

Experiența acumulată în timp, schimbările produse la nivelul Alianței Nord-Atlantice și nevoia de a răspunde eficient la misiunile specifice au determinat, la 01.10.2008, intrarea în vigoare a unui nou stat de organizare a AMMFR, aprobat prin dispoziția Statului Major General nr. G.2/S/1354/05.08 2008. Acesta a fost proiectat pentru a răspunde mai bine nevoilor unității, îndeplinirii misiunilor specifice și o mai bună diviziune a muncii, fiind structurat pe 3 birouri, modificate ca denumire (Birou planificare spectru electromagnetic, Birou management frecvențe radio și Birou compatibilitate electromagnetică și avizare obiective de radiocomunicații), dar cu reducerea personalului, de la 18 la 15 funcții.

În rezoluție pe raportul șefului Statului Major General nr. CP2-7266/01.10.2010, ministrul apărării naționale a aprobat însemnul heraldic, ecusonul, fanionul, insigna, placheta și steagul de identificare al unității.

Recunoașterea meritelor, cât și consolidarea locului și rolului deținut de unitate este subliniat și de faptul că la 01 martie 2011, cu ocazia împlinirii a 10 ani de la înființare, șeful

Statului Major General acordă Agenției, în semn de înaltă apreciere, Emblema de onoare a Statului Major General.

Complexitatea tot mai pronunțată a sistemelor radioelectrice din dotarea Armatei României, nevoia de identificare a unor soluții viabile la provocările existente în mediul electromagnetic și necesitatea realizării unui management complet, eficient și în timp real al resurselor de spectru radio gestionate de instituția militară au impus necesitatea constituirii la 01.04.2015 a Biroului control și monitorizare spectru de frecvențe radio, acțiune realizată în baza aprobării șefului Statului Major General pe raportul nr. AG(S)27/2015, fapt care a determinat ca statul de organizare al unității să crească la 17 funcții. Un impact deosebit în eficientizarea activității unității îl reprezintă intrarea în dotarea Centrului 48 Comunicații și informatică strategice, în vara anului 2015, a primei autospeciale pentru managementul spectrului radio, personal din cadrul AMMFR fiind implicat efectiv în elaborarea documentelor necesare planificării și finalizării procesului de achiziție și de operaționalizare a capacității nou constituite.

De-a lungul celor 15 ani de la înființare, personalul unității a demonstrat o înaltă probitate morală și profesională, dovedind cunoștințe temeinice de specialitate și abilități deosebite în cunoașterea limbilor străine, fiind apreciați atât la nivelul MApN, în cadrul grupurilor de lucru și exercițiilor/activităților comune desfășurate în cadrul Parteneriatului pentru pace și, ulterior, ca membru al NATO, cât și pe timpul activităților derulate cu diferite instituții civile sau în cadrul delegațiilor naționale în cadrul forumurilor internaționale.

Sunt de reținut, printre multe alte activități unde au fost angajați reprezentanți ai Agenției, cele mai semnificative: participarea în cadrul grupurilor de lucru organizate la nivelul Subcomitetului civil-militar al NATO pentru managementul frecvențelor (NATO/FMSC, în prezent CaP3), consolidarea poziției naționale și participarea la lucrările Conferințelor Mondiale de Radiocomunicații (WRC) și ale Conferințelor Europene ale Administrațiilor de Poștă și Telecomunicații (CEPT); elaborarea Tabelului Național de Atribuire a Benzilor de Frecvențe Radio; contribuții importante la elaborarea de legi, hotărâri de guvern, alte acte normative de importanță națională și specifice; participarea la peste 20 exerciții militare multinaționale

(COMBINED ENDEAVOR, PHOENIX ENDEAVOR, SEVEN STARS, COOPERATIVE DETERMINATION, COOPERATIVE DRAGON, BLUE ROAD, STEADFAST CATHODE, DACIAN VIPER, ROUSOFEX, TRIDENT JOUST, TRIDENT JUNCTURE, SWIFT RESPONSE, SABER JUNCTION, RESOLUTE CASTLE, FURIOS RAGE, CARPATHIAN EXPRESS etc.); organizarea primirii unor delegații străine din cadrul structurilor militare similare AMMFR sau ale partenerilor de discuții ai Armatei României; participarea în cadrul delegațiilor naționale la activități de reprezentare ori de negociere a unor acorduri internaționale; încadrarea cu succes a

unor funcții de manager de frecvențe sau din domeniul comunicațiilor în cadrul unor comandamente ale NATO (SHAPE, JFC HQ Napoli, COMKAF/TO Afganistan) sau funcții în cadrul Reprezentanței Militare a României la NATO și UE din Bruxelles.

Din anul 2001 și până în prezent unitatea a avut o contribuție deosebită la implementarea în Armata României a procedurilor de lucru și aplicațiilor informatice utilizate în cadrul Alianței Nord-Atlantice, fiind printre primele structuri militare naționale care, încă premergător aderării, au avut la baza activității desfășurate standardele NATO aplicabile domeniului managementului spectrului electromagnetic.

## ÎNSEMNU HERALDIC AL AGENȚIEI MILITARE PENTRU MANAGEMENTUL FRECVENȚELOR RADIO

**Colonel dr. Liviu-Viorel BÎRSAN**

*Șeful Agenției Militare pentru Managementul Frecvențelor Radio*



În realizarea demersului nostru am plecat de la convingerea că, însemnul care reprezintă unitatea, trebuie să cuprindă un set de simboluri care să „traducă” pentru toți ceilalți, neimplicați în activitate, misunea și responsabilitățile unității, să exprime mediul de propagare, care este virtual, nepalpabil și uneori lipsit de soare sau seninatatea care să conducă la o anumită culoare verde-azurie a cerului (ce ne facem când este plin de nori?!), să ne închipuim materializarea frecvențelor radio care „sunt peste tot și nicăieri” și oricât le-ai căuta nu le poți zări deși ele ne înconjoară.

Cum este și firesc într-un grup, au fost mai multe încercări. Fiecare dintre noi am încercat să explicăm celorlalți de ce „produsul” prezentat este cel mai bun și că el reprezintă întocmai Agenția. Au fost multe întrebări. Cele mai multe și mai dure au venit chiar de la „ai noștri”: „Cum reprezinți spectrul electromagnetic”, „De ce doar spectrul vizibil”, „Ce culoare are mediul de propagare”, „De ce numai simboluri de comunicații – ce te faci și cum reprezinți celelelalte mijloace radioelectrice”, „Cum reprezentăm lungimea de undă”, „De ce și globul pământesc” sau „Vor înțelege cei de heraldică ce simbolizează” sunt doar câteva care îmi vin, pe moment, în minte.

Nu vreau să ascund faptul că, am tras „cu ochiul” și la simbolistica și heraldica

altor structuri similare nouă, din alte țări, în principal membre ale NATO. Ca o curiozitate - nu

sunt multe care să aibă însemne proprii. Doar SUA și Marea Britanie, deschizători de drumuri și, astăzi, titani în domeniu, au așa ceva.

Nu știu dacă este mult sau puțin să ai propriul însemn. Dar știu că el te individualizează, spune lumii cine ești. Și asta este ca un nume nerostit, vizualizat, particularizat, poate admirat și, de cele mai multe ori, respectat. Pentru tot ceea ce înseamnă. Iar el înseamnă mult pentru noi,

managerii de frecvențe, pentru că are în spate munca tuturor generațiilor care au lucrat în Agenție și care au contribuit, fiecare după puteri, la câștigarea și păstrarea unei identități. Cea a Agenției Militare pentru Managementul Frecvențelor Radio a Statului Major General.

Este bine de știut că, însemnul heraldic al unității reprezintă un efort colectiv, în care fiecare dintre noi a avut contribuții mai mari sau mai mici.

Înainte de a trece la prezentare, se impune să precizăm faptul că, în rezoluție pe raportul șefului Statului Major General, ministrul apărării naționale a aprobat însemnul heraldic, ecusonul, fanionul, insigna, placheta și steagul de identificare al unității, atât în semn de recunoașterea meritelor, cât și ca o consolidarea locului și rolului deținut de AMMFR.

Înscrisurile, culorile și simbolistica însemnului heraldic au următoarea semnificație:



### ÎNSEMNU HERALDIC



### FANIONUL



### INSIGNA ȘI ECUSONUL

Forma scutului de pe pieptul acvilei reprezintă însemnul specific eşalonului - regiment.

a) figurile heraldice:

- **PUMNUL ÎNMÂNUŞAT** – reprezintă deţinerea controlului asupra emisiilor echipamentelor radioelectrice, prin realizarea managementului eficient al spectrului electromagnetic;

- **FULGERELE** – simbolizează spectrul electromagnetic, materializat prin emisii ale echipamentelor radioelectrice militare;

- **UNDELE** – materializarea mediului electromagnetic reprezentând diferitele lungimi de undă ale emisiilor echipamentelor radioelectrice militare;

- necesitatea realizării coordonării emisiilor echipamentelor radioelectrice militare în ansamblu, pentru asigurarea compatibilităţii electromagnetice;

- **GLOBUL cu CONTUR ROMÂNIA** – asigurarea resurselor spectrale necesare funcţionării echipamentelor radioelectrice atât pe teritoriul naţional, cât şi pentru sprijinul contingentelor naţionale care desfăşoară acţiuni oriunde în lume;

- participarea la optimizarea utilizării spectrului electromagnetic atât la nivel naţional, cât şi în

cadrul instituţiilor internaţionale cu responsabilităţi în domeniu.

b) înscrisurile:

- **AGENŢIA MILITARĂ PENTRU MANAGEMENTUL FRECVENŢELOR RADIO** – individualizează însemnul heraldic.

c) cromatica:

- fondul albastru-verzui semnifică mediul electromagnetic prin asimilare cu culoarea atmosferei ca mediu de propagare.



### STEAGUL DE IDENTIFICARE

Noi, cei din cadrul Agenţiei, apreciem că însemnul heraldic ne reprezintă şi că exprimă pe deplin misiunile specifice unităţii.

## A TRECUT TIMPUL ...

**P.C.C. Carmen FLOREA**

*Agenția Militară pentru Managementul Frecvențelor Radio*



A trecut timpul și de la aniversarea a 10 ani de existență a Agenției Militare pentru Managementul Frecvențelor Radio (AMMFR) s-au mai adăugat încă 5 ani, prilej de bucurie și bilanț: bucurie că suntem sănătoși și la

muncă, activități multe și complexe pe care unitatea le-a desfășurat în această vreme.

Ca civil am o activitate de rutină așa putea spune, dar această muncă lasă timp liber specialiștilor care dau și iau frecvențe, le împart unora și altora astfel încât să nu se întâlnească și să iasă un Turn Babel al zilelor noastre. Când m-am angajat eu în armată se spunea că ARMA TRANSMISIUNI este REGINA. Acum sunt convinsă de acest lucru și mai mult decât atât știu și care sunt vasele prin care circulă: FRECVENȚELE pe care le gestionăm NOI, AGENȚIA MILITARĂ PENTRU MANAGEMENTUL FRECVENȚELOR RADIO.

Personal mă ocup, în principal, de proiectele întocmite în baza HG 62/96, completat cu HG119/2015. Fac o analiză a documentelor pe care trebuie să le conțină acestea, a valabilității lor, cât și a condițiilor pe care trebuie să le îndeplinească astfel încât să nu pericliteze activitatea instituției militare. După această fază, în urma expunerii de date în fața șefului Biroului compatibilitate electromagnetică și avizare obiective de radiocomunicații, întocmesc

răspunsul care trebuie aprobat de șeful Agenției Militare pentru Managementul Frecvențelor Radio. Cu răspunsul avizat și ștampilat, îl duc la Direcția comunicații și informatică. Acestea sunt „D”-urile.

Alte proiecte sunt cele prin care se închiriază spații ale Ministerului Apărării Naționale de către alte instituții sau operatori civili, conform HG 861/99. Aceași analiză și răspuns, numai că acestea pleacă la Comandamentul Comunicațiilor și Informaticii, care poate să încheie contractul cu partea civilă interesată.

O altă activitate pe care o desfășor în cadrul Agenției Militare pentru Managementul Frecvențelor Radio este legată de cererile de coordonare la graniță a frecvențelor cu țările semnatare ale Acordului de la Vilnius, primite de la Autoritatea Națională pentru Administrare și Reglementare în Comunicații (ANCOM). Tot de la ANCOM se primesc și cererile pentru funcționarea unor echipamente satelitare, pentru care este nevoie de acordul Ministerului Apărării Naționale.

Pe lângă acestea mai particip și la alte activități ordonate de șefii ierarhici. Se poate spune că am o viață frumoasă, cu împliniri în cadrul unui colectiv minunat. Ei sunt specialiștii, eu punctul fix pentru că ei vin și pleacă din misiuni în țară sau în străinătate, iar EU RĂMÂN AICI. A fost chiar o întâmplare drăguță care s-a petrecut atunci când, după trei ani, s-a întors de la post un ofițer iar eu eram singura care putea să-l însoțească de la punctul de control și acces, pentru că numai eu îl cunoșteam, ceilalți erau noi sau plecați.

## STRATEGIA ÎN DOMENIUL SPECTRULUI ELECTROMAGNETIC A DEPARTAMENTULUI APĂRĂRII AL STATELOR UNITE ALE AMERICII

*Colonel Valentin GEORGESCU*

*Agenția Militară pentru Managementul Frecvențelor Radio*



Cerințele tot mai mari privind accesul la spectrul electromagnetic, determinate în principal de progresul tehnologic continuu, sunt unul din factorii esențiali ce generează

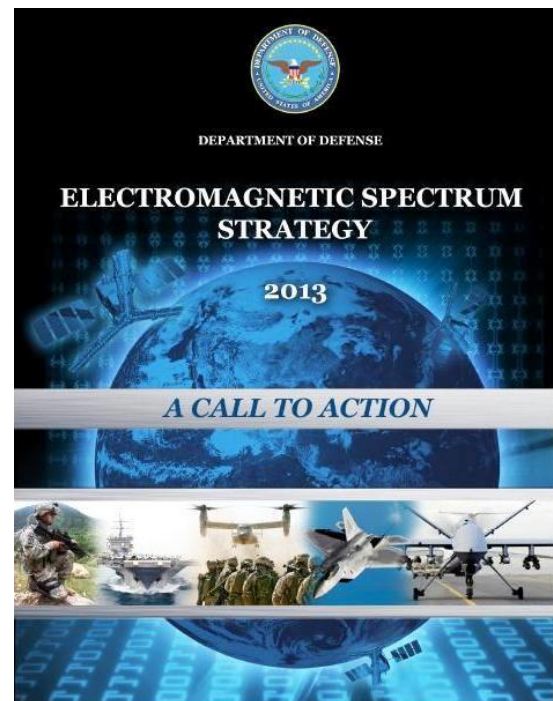
preocupări reale pe linia căutării și identificării de noi soluții pentru utilizarea cât mai eficientă a acestei resurse limitate și deosebit de importante.

În luna septembrie 2013, Departamentul Apărării al Statelor Unite ale Americii (DoD) a elaborat o strategie în domeniul spectrului electromagnetic pentru evidențierea provocărilor specifice pe termen scurt, mediu și lung din punct de vedere al accesului la resursele de spectru. Publicată în luna februarie 2014 sub motto-ul „*A Call to Action*”, exprimând sugestiv că a sosit momentul trecerii la acțiune, strategia a apărut ca o necesitate de asigurare privind accesul, în viitor, la resursele de spectru, într-un mediu electromagnetic tot mai încărcat și tot mai disputat, determinată în principal de îngrijorarea privind pierderea în timp a accesului la spectru. Aceasta prezintă cadrul general prin care DoD trebuie să se adapteze rapid schimbărilor din mediul electromagnetic și să evalueze, și totodată să reacționeze, la modificările reglementărilor în domeniu.

La baza acestui document stă prevederea din Strategia Militară Națională a Statelor Unite ale Americii potrivit căreia „Forțele întrunite trebuie să aibă acces, libertate de manevră și capacitatea de proiecție a forței, la nivel global, în toate domeniile de activitate”<sup>1</sup>.

Revoluția în domeniul tehnologiei wireless de bandă largă a fost alimentată de

cerințele crescânde ale consumatorilor privind accesul la informații. Strategia reprezintă un important pas înainte al DoD în sprijinul planului Administrației SUA de a identifica resurse suplimentare de spectru pentru servicii wireless de bandă largă<sup>2</sup>.



**Viziunea DoD: „Accesul la spectru oricând și oriunde este nevoie pentru îndeplinirea cu succes a misiunilor”**

Din perspectivă militară, operațiile aeriene, terestre, navale, deplasarea și manevra, executarea tragerilor, comanda și controlul, informațiile, protecția forței și logistica, toate se bazează pe capacități ce utilizează spectrul electromagnetic.

Dezideratul de bază îl reprezintă asigurarea accesului luptătorului la spectru, oriunde și în orice moment al acțiunii acestuia, pentru îndeplinirea cu succes a misiunii. DoD recunoaște faptul că mediul electromagnetic va fi din ce în ce mai aglomerat în locurile în care se desfășoară operații militare. Accesul forțelor

<sup>1</sup> “The Joint Force must ensure access, freedom of maneuver, and the ability to project power globally through all domains”, Strategia Militară Națională a Statelor Unite ale Americii.

<sup>2</sup> Obiectivul Administrației Prezidențiale a Statelor Unite ale Americii este de identificare și atribuire suplimentară a 500 MHz, din spectrul federal și non-federal, pentru servicii wireless de bandă largă, până în anul 2020.



propriu la spectru pe câmpul de luptă va fi în continuare o provocare din partea adversarilor și totodată subiect de dezbatere în forumurile naționale și internaționale, în care factorii de decizie vor trebui să pună în balanță interesul național în domeniul apărării, cu interesul economic sau cu alte interese naționale.

Principalele provocări în domeniul spectrului electromagnetic recunoscute de către DoD se referă la următoarele aspecte:

- cerințele de spectru ale DoD sunt tot mai mari, în timp ce spectrul electromagnetic rămâne o resursă limitată;
- cerințele de spectru ale utilizatorilor de servicii comerciale sunt și ele în creștere, în timp ce resursa de spectru rămâne aceeași;
- din punct de vedere operațional, „adversarul” dezvoltă tehnologii care au ca efect disputarea și încărcarea spectrului, prin creșterea numărului de utilizări și utilizatori;
- la nivel național, utilizatorii civili de servicii wireless caută, la rândul lor, accesul la spectrul cu utilizare în scop militar, în defavoarea accesului DoD;
- la nivel internațional, cerințele de acces la spectru ale DoD sunt tot mai greu de soluționat.



Pentru realizarea viziunii DoD în domeniul spectrului electromagnetic, strategia stabilește trei obiective principale, astfel:

1. accelerarea dezvoltării capacităților ce cuprind sisteme dependente de spectru, cu creșterea simultană a eficienței, flexibilității și adaptabilității acestora;

2 îmbunătățirea agilității operaționale;

3. creșterea capacității de răspuns la modificările continue a reglementărilor și politicilor în domeniul spectrului electromagnetic.

Pentru îndeplinirea cu succes a misiunilor, structurile din componența DoD trebuie să fie în măsură să pună în comun capacități adaptate la specificul misiunii în scopul îndeplinirii cerințelor comandantului și, de asemenea, să se asigure că respectivele sisteme vor fi compatibile și capabile să se adapteze unui mediu electromagnetic în continuă schimbare. În consecință, DoD trebuie să optimizeze modul în care acestea accesează spectrul și totodată să întărească capacitatea acestora de a interzice utilizarea spectrului de către adversar fără degradarea acestuia, pentru a putea fi utilizat de către forțele proprii. Pentru realizarea acestor dezvoltări, sistemele utilizate de către DoD trebuie să devină mai *eficiente din punct de vedere al utilizării spectrului*<sup>3</sup>, mai *flexibile* și mai *adaptabile*<sup>4</sup>. În același timp, operațiile DoD trebuie să devină mai *agile*<sup>5</sup> în ceea ce privește modul de acces la spectru, pentru a spori opțiunile la dispoziție pentru planificarea misiunilor. În plus, DoD trebuie să concluzioneze strâns cu structurile de reglementare pe linia utilizării spectrului, naționale și internaționale, pentru a se asigura că aceste capacități „mai eficiente din punct de vedere al spectrului, mai flexibile, mai adaptabile și mai agile” sunt autorizate în scopul utilizării.

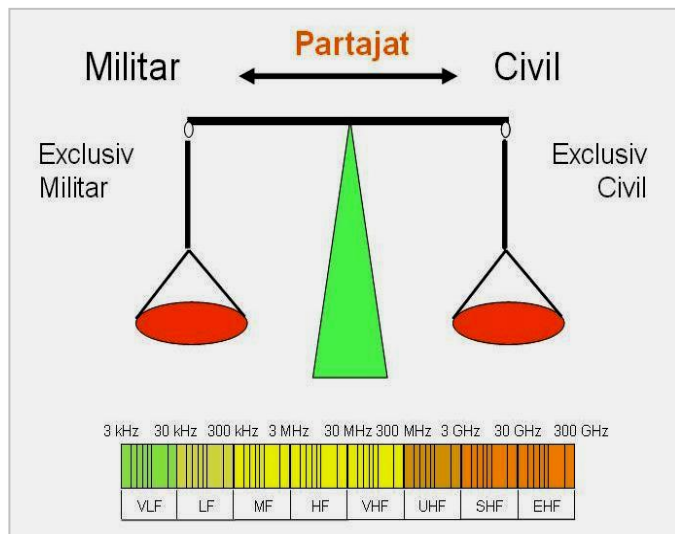
În concluzie, strategia DoD vine în completarea propriilor politici de utilizare a spectrului electromagnetic, dar și în întâmpinarea vulnerabilităților identificate ca urmare a limitării tot mai mari a accesului la spectru pentru forțele militare. S-ar putea afirma că aspectele semnalate prin acest document au caracter general valabil, în sensul că, dacă ne referim la modul de desfășurare

<sup>3</sup> Eficiența spectrului se referă la utilizarea unei cantități minime de resursă spectrală necesară asigurării eficacității operaționale maxime din punct de vedere al îndeplinirii misiunii, cu luarea tuturor măsurilor posibile pentru minimizarea impactului asupra altor sisteme din mediul electromagnetic.

<sup>4</sup> Flexibilitatea și adaptabilitatea din punct de vedere al spectrului reprezintă capacitatea unui sistem dependent de spectru de a utiliza diferite metode de accesare a spectrului – de exemplu, funcționarea sistemelor multibandă, creșterea posibilității de partajare a spectrului cu alte sisteme (naționale sau străine, federale sau non-federale), capacitatea de rezistență mare la interferențe.

<sup>5</sup> Agilitatea operațională va permite sistemelor DoD să utilizeze flexibilitatea și adaptabilitatea pentru îndeplinirea cu succes a misiunilor într-un mediu electromagnetic supus schimbărilor rapide.

a acțiunilor militare contemporane sau viitoare, acestea au prin natura lor un specific preponderent multinațional. Viziunea DoD de „acces la spectru oricând și oriunde este nevoie pentru îndeplinirea cu succes a misiunilor” ar putea reprezenta viziunea oricărei armate moderne.



Pe plan național, dată fiind „goana” acerbă după resursele de spectru, în special a operatorilor de servicii comerciale, una dintre

soluțiile posibile imediate ar fi partajarea resurselor de spectru, acolo unde acest lucru este fezabil. De altfel, partajarea spectrului între utilizatorii militari și cei civili reprezintă o soluție de viitor, dat fiind faptul că resursele de spectru vor rămâne întotdeauna aceleași, în timp ce numărul de utilizatori va fi în continuă creștere. Pentru ca acest lucru să devină posibil, fără crearea unor complicații ulterioare greu de soluționat (de exemplu, în condițiile actuale, pierderea accesului la benzi de frecvențe ar putea fi ireversibilă), trebuie identificat și definit cu claritate interesul instituției militare în ceea ce privește accesul la spectru în viitor. O perspectivă pe termen mediu și lung privind capacitățile dependente de spectru ce se doresc a fi achiziționate și introduse în dotarea armatei ar putea fi de mare ajutor pentru stabilirea unei strategii proprii la nivelul Ministerului Apărării Naționale, precum și pentru identificarea acelor elemente justificative care să vină în sprijinul apărării interesului armatei în relația cu organismele naționale, regionale și internaționale de administrare și reglementare a spectrului.

## ROLUL ȘI IMPORTANȚA „SUPTABILITĂȚII” PENTRU ASIGURAREA INTEROPERABILITĂȚII SISTEMELOR RADIOELECTRICE UTILIZATE ÎN ACȚIUNI MILITARE COMUNE ÎN CADRUL/SUB COMANDĂ NATO

*Colonel Adrian VATAFU*

*Agenția Militară pentru Managementul Frecvențelor Radio*



Spectrul radio este o resursă economică importantă la nivel mondial, motor al creșterii economice și implementării de noi tehnologii, cu un pronunțat caracter de reglementare

internațională și regională, apărarea intereselor realizându-se preponderent prin negocieri dure între state și/sau instituții, organizații.

De asemenea acesta este esențial pentru dezvoltarea și operarea unor sisteme militare din ce în ce mai diversificate (echipamente radio fixe și mobile, radare de toate tipurile, sateliți, etc.). În zilele noastre, mai mult ca oricând în istoria militară a omenirii, majoritatea sistemelor depind într-un procent covârșitor de spectrul electromagnetic (de la ghidarea cu precizie a armelor la funcționarea sistemelor aeriene fără pilot până la obținerea superiorității informaționale – componentă hotărâtoare în obținerea victoriei).



Pe de altă parte, este cunoscut faptul că cererea de spectru din partea sectorului civil a crescut rapid în ultimele decenii ca urmare a

dezvoltării tehnologice, nevoilor comerciale și succesului economic. Această solicitare venită din partea sectorului civil, de a avea acces la cât mai mult spectru electromagnetic, conjugată cu nevoia stringentă de spectru electromagnetic pentru dezvoltarea și funcționarea sistemelor militare, are drept rezultat o concurență exacerbată între sectorul guvernamental și neguvernamental pentru a deține controlul unei porțiuni cât mai mare din spectru electromagnetic. Resursa fiind însă finită, principala provocare este aceea de a fi gestionată și utilizată cât mai eficient astfel încât să satisfacă cerințele celor două sectoare.

Importanța deosebită pe care NATO o acordă asigurării interoperabilității și compatibilității la nivel tehnic a sistemelor radioelectrice a impus definirea unor principii/concepte care, prin implicarea structurilor specializate, să creeze premisele utilizării acestora pe teritoriul țărilor membre în toate situațiile.

Astfel, la nivelul NATO s-a cristalizat conceptul „NATO Spectrum Supportability



(NSS)<sup>6</sup>”, concept implementat în Armata României și cunoscut sub denumirea scurtă de „Suportabilitate”. Scopul NSS este de a înlesni oportunitatea informațiilor referitoare la compatibilitatea sistemelor care utilizează spectrul electromagnetic pentru nevoile națiunilor și

<sup>6</sup> ACP 190 NATO SUPP-1(B), NATO Guide to spectrum management in military operations

misiunile NATO. Prin sprijinul din punct de vedere al frecvențelor (Suportabilitate) sunt stabilite și cunoscute condițiile utilizării atât a echipamentelor radioelectrice proprii pe teritoriul unui alt stat membru al NATO cât și cele pentru echipamentele radioelectrice aparținând unui stat membru/partener în scopul utilizării acestora pe teritoriul României.

NATO Spectrum Supportability permite statelor membre și celor partenere să evalueze, cu un anumit grad de certitudine, dacă spectrul electromagnetic necesar să sprijine operațiile este sau va fi disponibil.

Un ciclu complet privind suportabilitatea conține trei etape distincte:

O primă etapă este procesul prin care națiunile/organizațiile/agențiile care inițiază achiziția/dezvoltarea unor sisteme, echipamente încearcă să identifice cea mai bună soluție pe baza unei evaluări care are la bază performanțele echipamentului, determinarea spectrului potențial disponibil, tehnologia folosită și costurile.

A doua etapă se referă la publicarea de către națiunile/organizațiile/agențiile care inițiază achiziția/dezvoltarea a datelor/informațiilor (caracteristicilor tehnice și operaționale) echipamentelor și înregistrarea cererii/solicitării de suportabilitate. Informațiile furnizate trebuie să fie disponibile în format SMADEF-XML/Spectrum Management Allied Data Exchange Format. Formatul conține caracteristicile tehnice, în detaliu, ale sistemului/echipamentului. Acestea trebuie să permită efectuarea de calcule, analize și teste specifice compatibilității electromagnetice.

Înregistrarea cererii și postarea acesteia pe platforma SMIR OnLine/Spectrum Management Information Repository pentru a fi disponibilă țărilor membre se realizează de către structura specializată a NATO - SMB/SC3IB care asigură managementul bazei de date centrale.

A treia și ultima etapă este declarația națiunii gazdă (HND). Este procesul prin care națiunile gazdă, pe baza unei analize complexe răspund națiunii/organizației/agenției care au inițiat și solicitat cererea de suportabilitate prezentând condițiile în care echipamentele pot fi utilizate pe teritoriul țării gazdă. HND poate fi în unele cazuri negativ din cauza constrângerilor existente la nivel național.

Declarația este o condiție esențială pentru ca mijloacele radio să poată opera pe teritoriul țărilor gazdă, iar țara care dă o astfel de declarație,

trebuie să se aștepte, ca pe baza unei cereri ulterioare, să aloce și/sau să atribuie frecvențele care au făcut obiectul suportabilității.

Scopul suportabilității este de a da o asigurare că acele echipamente care urmează să fie achiziționate/dezvoltate pot fi folosite oriunde pe teritoriul național/în cadrul Alianței. De regulă suportabilitatea se referă la acele activități viitoare specifice planurilor de dezvoltare, modernizare a echipamentelor care utilizează ca linii de legătură undele radio.

Suportabilitatea este decisivă în asigurarea dezvoltării de către o națiune sau agenție a echipamentelor care vor fi utilizate pe timpul operațiilor militare, instruirii și exercițiilor pe teritoriul țărilor membre NATO având în vedere faptul că alocarea spectrului diferă de la țară la țară și fiecare națiune este suverană în exercitarea dreptului de a controla utilizarea spectrului radio în interiorul granițelor sale.

Este de reținut este faptul că a da o declarație de sprijin nu este echivalent cu a da o aprobare efectivă care să presupună permisiunea de a deplasa și utiliza echipamentul/echipamentele pe teritoriul statului gazdă.

Astfel, putem rezuma că, sistemele și stațiile radio militare pot opera pe teritoriul unei țări membre NATO numai pe baza analizei comune, civil-militare, a cererii adresate de națiunea care dorește sprijin pentru utilizarea echipamentelor necesare pentru îndeplinirea misiunii.

Cea mai bună abordare pentru a reduce riscul ca un echipament radioelectric, care este achiziționat, sau dezvoltat, să nu poată fi utilizat/operat pe teritoriul statelor membre este ca, premergător achiziției/dezvoltării, să se facă o analiză de suportabilitate a spectrului. Această analiză ar trebui să includă cel puțin evaluările din punct de vedere al mediului electromagnetic (lucrul colocat cu echipamentele aflate deja în exploatare), al compatibilității electromagnetice, al locațiilor de exploatare planificate, al regulilor și reglementărilor specifice la nivel național și nu în ultimul rând al tendințelor privind atribuirile și alocările de spectru la nivel mondial și regional.

Unul din documentele cu implicații în efectuarea analizei și implicit în asigurarea interoperabilității sistemelor radioelectrice la nivelul Alianței Nord-Atlantice este Acordul comun civil-militar al NATO pentru frecvențele radio (NJFA 2014 - NATO Joint Civil/Military Frequency Agreement 2014). NJFA 2014

reprezintă documentul esențial încheiat între administrațiile civile și cele militare cu responsabilități în domeniul spectrului radio și este întocmit în conformitate cu reglementările specifice stabilite în cadrul Conferințelor Mondiale de Radiocomunicații.

Acordul stabilește cadrul privind utilizarea spectrului radio, nominalizează benzile de frecvențe armonizate și asigură accesul NATO la resursele de spectru pentru funcționarea echipamentelor radioelectrice militare pe teritoriul țărilor membre din spațiul european, inclusiv pe timpul desfășurării de acțiuni militare sub comandă NATO.

Astfel, NJFA 2014, prin stabilirea benzilor de frecvențe armonizate la nivelul Alianței, joacă un rol esențial în asigurarea

interoperabilității sistemelor radioelectrice utilizate în acțiuni militare comune în cadrul/sub comandă NATO și care trebuie avute în atenție pe timpul activităților de introducere în dotare (achiziție, transfer, donație, etc.) sau în procesul de modernizare a echipamentelor radioelectrice.

Ideal este ca orice sistem/echipament radioelectric să fie achiziționat/dezvoltat pe baza unei analize privind disponibilitatea și posibilitatea utilizării spectrului radio.

Eludarea problemelor legate de suficiența spectrului poate avea consecințe dintre cele mai grave care pot ajunge până la dezvoltarea unor sisteme inutile care nu vor putea fi utilizate la capacitate maximă (vor fi operate cu limitări) sau chiar vor fi interzise în funcționare.

## NATO SPECTRUM MANAGEMENT LEARNING FROM RECENT PAST TO COPE WITH FUTURE CHALLENGES

*Lieutenant Colonel Christian RITZER, DEU A*

*Joint Force Command Headquarters Brunssum, Spectrum Management Office*



Looking at Frequency and Spectrum Management, the last 15 years have been characterized mainly by long lasting missions (KFOR, ISAF). Now that ISAF (and RS) have been closed or greatly scaled down and new approaches, like the VJTF (Very High Readiness Joint Task Force), come to the fore. Looking both back and into the future appears appropriate. With the 15th anniversary of NARFA ROU passing, please allow me to highlight the Romanian contributions and achievements as well.

During ISAF, many established processes have not been in line with NATO doctrine for several reasons: Some have been proven outdated (covering troop contributions from NATO-member countries only (i.e. NATO SECRET vs. ISAF SECRET) which had severe impacts on the cooperation and coordination with C-IED, EW and SIGINT. Others have been overruled by national procedures, like US JRFL status definitions other than Taboo, Protected or Guarded. Throughout the years, Romanian Officers and NCO's have been involved at several levels within NATO from the tactical to the strategic level. Romanian Staff Officers at SHAPE had been primary responsible for Spectrum Management Policies and Procedures and brought experiences from all different operations to the attention of NATO HQ and the NARFAs. Romania contributed to the benefit of ISAF and RS sending Romanian NCOs to the TFMC in Kabul, the heart of ISAF's Spectrum Management, and during the highly important period of transition from



ISAF to RS, the Romanian NCO at the TFMC had been working hand in hand with his fellow countryman at JFC Brunssum Spectrum Management Office.

A prime example of the importance and efficiency of the ISAF / RS Spectrum Management pre-deployment training conducted at JFC Brunssum combining an operational update with face-to-face meeting with the future reach back office.

Now that NATO is developing a strategic reorientation, its Spectrum Management has to master new challenges. The recent experiences from the large scale exercise TRJE15 may come in handy to look for processes and procedures to sustain and those to improve. As usual, only those



areas which need to get improved are those looked after more closely once the detailed analysis starts.

During the planning phase, the force composition saw many changes and its finalization dragged on for far too long. As a result CIS Planning was delayed and made an in-time force spectrum requirement compilation impossible. This delay inhibited the host nation NARFA's check of the general availability of the required spectrum for each exercise location. The delay resulted in the CIS Planners not being informed about upcoming shortfalls in the spectrum in time and had no chance to react. Additionally, the host nation NARFAs had to start preparing frequency allotments much later than planned and therefore the assignment process was delayed into the holiday season where host nation NARFAs had limited manning. To make matters worse, Electronic Warfare waiting for the allotments to plan the „red

forces jamming” could not request the clearance to operate to the host nations in time. As an aggravating factor, many frequency requests had to be changed or corrected to get them loaded into Spectrum XXI wrong or over classified requests got blocked by the system and some users simply expected to get licenses based on stated frequency requirements without ever having sent any frequency requests.



Organizational shortfalls, like the last mentioned, are relatively easy to handle – an update of the JFC Brunssum Spectrum Management SOI (Standard Operating Instructions) will lead to the required clarification.

At the Spectrum Management Course for NATO Operations as well as the Pre-Deployment Training at JFC Brunssum those experiences can be implemented easily to reach Frequency / Spectrum Managers deploying in the future. It will be far more difficult to make our military leadership aware of the grave consequences of any delay in the planning process. With our own unique art of improvisation we are not very suitable to communicate those consequences, we rather continuously mask them. As a first step forward, the identification and compilation of the frequency requirements should become one of the mandatory evaluation criteria of each unit or element during seeking certification for NRF operations.

Besides NATO’s strategic reorientation and its consequences for Spectrum Management, the currently discussed approach to establish an EMB (Electromagnetic Battle Staff) could lead to a new home for Spectrum Management outside J6. For JFC Brunssum this idea comes as no surprise after the establishment of an internal EMS (Electromagnetic Spectrum) coordination working group at HQ ISAF and JFC Brunssum itself in 2007. It took quite some time and many painful

experiences in Afghanistan to realize elsewhere that those who work with the same resource should also work at the same place to avoid unnecessary frictional loss. Besides those working groups, JFC Brunssum started at Steadfast Jazz 2013 to establish a SEWOC including the TSMC (Theatre Spectrum Management Cell) instead of having each main EMS stakeholder sitting within his own division, incapable of reacting on time critical coordination with the other two stakeholders. Although the interfaces between EW and SIGINT and J6 are similarly small, for the TSMC, the rationale behind this approach is obvious.



Whereas the required coordination between J6 and Spectrum Management is mainly mid- and long-term oriented, the required coordination with EW and SIGINT is mostly time-critical. At least for JFC Brunssum, the combined-SEWOC approach has proven successful and will be the way ahead for internal EMS coordination in operations and exercises.

Besides all described shortfalls, it should finally be stressed, that Spectrum Management is well positioned for the future. Many lessons identified have already been taken over into the latest draft of the JFC Brunssum Spectrum Management-SOI. The Spectrum Management Course for Operations at Latina has proved effective in practice and its support by Lead Instructors out of the NATO Command Structure guarantees this course staying in sync with the pulse of time. The offered pre-deployment training for operations and exercises at JFC Brunssum is evidently an absolutely worthwhile investment. In regards to the possible establishment of an Electromagnetic Battle Staff, it’s up to us to actively shape its future direction and composition or risk being taken along for the ride and becoming irrelevant.

## APLICAȚII PENTRU MANAGEMENTUL FRECVENȚELOR RADIO PENTRU TABLETE ȘI TELEFOANE INTELIGENTE

**Colonel Valentin GEORGESCU**

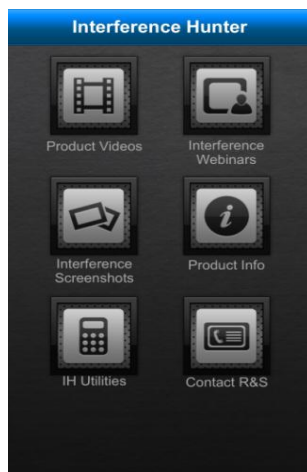
*Agenția Militară pentru Managementul Frecvențelor Radio*



Evoluția tehnologică în domeniul echipamentelor IT&C din ultimul deceniu, accesul tot mai facil la echipamente și servicii de telecomunicații moderne, au determinat producătorii de

aplicații informatice, precum și furnizorii de servicii de comunicații, să vină în întâmpinarea clienților săi prin dezvoltarea și punerea la dispoziția posesorilor și utilizatorilor de tablete și telefoane inteligente, gratuit sau contra unor sume convenabile, a unui număr tot mai mare și mai variat de aplicații utile.

Producător de renume la nivel mondial în domeniul echipamentelor electronice de testare și măsurare, radiodifuziune și media, securitatea comunicațiilor, monitorizare spectru, monitorizare radio și securitate informatică, furnizor de soluții pentru domeniul militar, aeronautic, naval, cel al comunicațiilor wireless, precum și al industriei auto, compania Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG din Germania a pus la dispoziția utilizatorilor

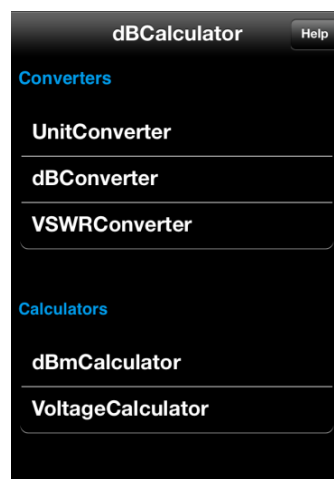


de tablete și telefoane inteligente cu sistem de operare iOS și Android o serie de aplicații utile persoanelor care activează în domeniul managementului frecvențelor radio, ce pot fi descărcate gratuit de pe App Store și Google Play.

O primă aplicație din cele la care o să mă refer pe scurt în conținutul acestui articol este „**Interference Hunter**”. Aplicația conține informații tehnice

despre cum poate fi depistată o interferență, oferă informații despre semnalele ce pot fi întâlnite în anumite porțiuni ale spectrului radio, include programe utilitare precum „*Frequency Lookup*” (informații despre frecvențe), „*Harmonic Calculator*” (calculatoare de armonici), capturi de ecran care evidențiază tipurile de interferențe cel mai des întâlnite. Trebuie menționat faptul că informațiile oferite de utilitarul „*Frequency Lookup*” nu sunt valabile în totalitate pentru România (de fapt pentru Europa), dat fiind faptul că aplicația a fost dezvoltată în principal pentru Statele Unite ale Americii, acestea aflându-se în altă regiune decât Europa<sup>7</sup> din punct de vedere al atribuirii benzilor de frecvențe, după modul de împărțire a globului, de către Uniunea Internațională a Telecomunicațiilor, în cele trei regiuni distincte.

Aplicația include, de asemenea, specificații de produs pentru echipamentele portabile de control și monitorizare a spectrului, inclusiv imagini video privind modul de configurare și utilizare a acestora (de exemplu, pentru receptorul portabil PR100 sau goniometrul portabil DDF007), persoana interesată de acest domeniu putând dispune astfel în orice moment de



informațiile necesare cu ajutorul unei tablete sau a unui telefon mobil inteligent.

O altă aplicație de interes pentru domeniul managementului frecvențelor radio este „**dB Calculator**”.

Aplicația conține cinci instrumente utile pentru transformarea unităților de măsură și

<sup>7</sup> Conform art. 5 din Regulamentul radio al UIT/ITU Radio Regulations, Europa se găsește în regiunea 1, iar SUA în regiunea a 2-a.

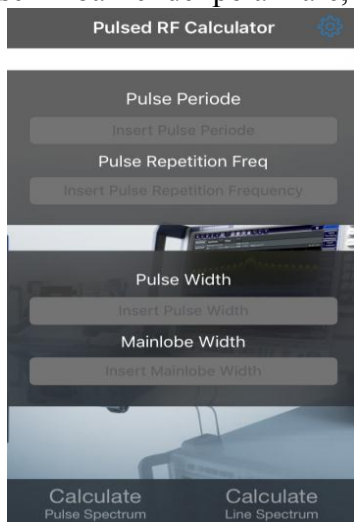


realizarea diferitelor calcule specifice. De exemplu, „UnitConverter” transformă o valoare introdusă utilizând una din unitățile dBm, dBW, mW, W, mV, V, dBV, dBμV și dBu în valoarea corespunzătoare celorlalte unități de măsură. „DBConverter” transformă valorile introduse pentru câștigurile/pierderile de putere sau tensiune electrică în funcție de unitatea de măsură dorită. „VSWRConverter” asigură transformarea între diferite unități de măsură pentru pierderile pe cablul de antenă, de exemplu, VSWR, coeficient de reflexie sau pierdere de retur. „dBmCalculator” realizează operații de adunare și scădere ale nivelurilor de putere exprimate în unitățile de măsură dBm sau Watt.



A treia aplicație Rohde & Schwarz pe care doresc să o prezint este „Field Strength & Power Estimator”. Aceasta calculează densitatea fluxului, puterea câmpului electric și magnetic, frecvența asociată și câștigul antenei de emisie. Programul transformă automat densitatea fluxului în puterea câmpului electric și magnetic. În funcție de frecvența radio pe care se emite, diferiți parametri pot influența nivelul de recepție a semnalului și puterea câmpului, așa cum propagarea în afara limitei de vizibilitate directă, schimbările de polarizare, reflexiile, propagarea pe mai multe direcții influențează valorile reale măsurate. În plus, trebuie avute în vedere factorul VSWR al antenei și pierderile pe cablu. Programul ia în calcul condițiile optime, apropiate cel mai bine de valorile teoretice, de aceea a fost denumit „Estimator”, și nu „Calculator”.

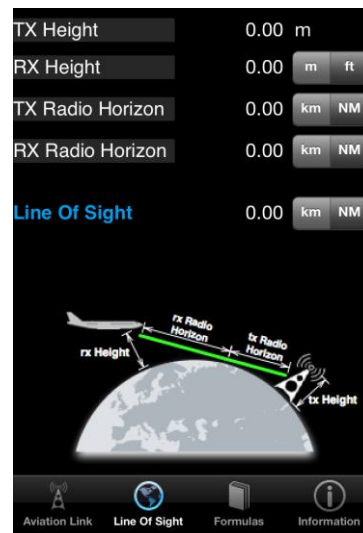
Programul transformă automat densitatea fluxului în puterea câmpului electric și magnetic. În funcție de frecvența radio pe care se emite, diferiți parametri pot influența nivelul de recepție a semnalului și puterea câmpului, așa cum propagarea în afara limitei de vizibilitate directă, schimbările de polarizare, reflexiile, propagarea



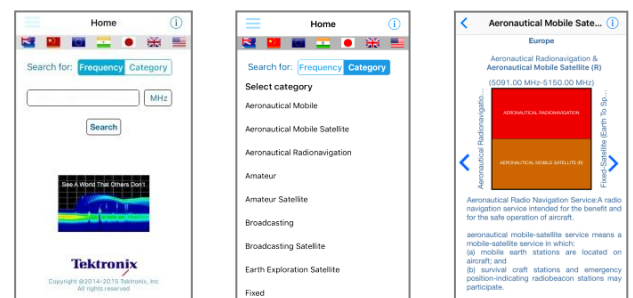
În mediile ce presupun mobilitate, deseori nu sunt disponibile analizoare de spectru ce au prevăzută și funcție de analiză a semnalelor în impuls. Aplicația „PRF Calculator” (Pulsed RF

Calculator) este un utilitar ce vine în sprijinul alegerii corecte a setărilor unui analizor de spectru pentru calcularea așa-numitei „desensibilizări” a impulsului pentru compensarea manuală a amplitudinii semnalului. Compensarea automată, precum și alte funcții de analiză detaliată a semnalelor în impuls impun utilizarea unor instrumente specializate dedicate, ce nu fac obiectul acestei aplicații.

„Aviation Link” este o aplicație pentru tablete și telefoane inteligente ce permite calcularea rapidă a legăturii între o stație de sol și o stație de aeronavă. Pe baza puterii de radiofrecvență a stației de sol, programul calculează distanța până la antena aeronavei sau calculează puterea câmpului și distanța până la aeronavă, pentru o valoare dată.



Aplicația calculează pierderile în condiții de vizibilitate directă și nu ia în considerație propagarea pe mai multe direcții a undelor la nivelul solului. Pe lângă calea de radiofrecvență, aplicația calculează orizontul radio pe baza înălțimii aeronavei și a stației de sol. Dacă vizibilitatea directă calculată este mai mică decât distanța de legătură ce poate fi asigurată cu o anumită stație în anumite condiții, aceasta va fi indicată prin puncte roșii. Calculul vizibilității directe se face în conformitate cu prevederile reglementărilor ICAO.



Există și alte companii de renume care au în obiectul de activitate furnizarea de soluții tehnice în sprijinul activității de management al spectrului radio. De exemplu, compania Tektronix din Statele Unite ale Americii a dezvoltat aplicația

„**International Frequency Allocation**”, care pe baza introducerii unei frecvențe radio oferă informații cu privire la serviciile radio corespunzătoare benzii de frecvențe în care aceasta se încadrează. Sau care, prin introducerea denumirii unui serviciu radio, afișează benzile de frecvențe corespunzătoare acestuia și descrierea sumară a serviciului respectiv. Spre deosebire de instrumentul similar oferit de „Interference Hunter” de la Rohde & Schwarz, aplicația dezvoltată de Tektronix conține și tabelul cu atribuirile de benzi de frecvențe pentru Europa. Aplicația poate fi descărcată gratuit și instalată pe tablete și telefoane inteligente care utilizează sistemul de operare iOS.

Cu toate că soluțiile informatice prezentate nu sunt unele profesionale și poate că nu răspund 100% cerințelor și exigențelor utilizatorilor interesați de domeniul pentru care acestea au fost destinate, este interesantă totuși preocuparea companiilor producătoare de echipamente electronice de măsurare și control (Rohde & Schwarz și Tektronix, în cazul de față) pentru dezvoltarea și furnizarea gratuită a unor instrumente care să poată fi oricând la îndemâna celor interesați și care să completeze paleta de servicii oferite pe piață. Până la urmă aceste aplicații pot fi testate de către fiecare și folosite în măsura în care se găsesc utile, chiar dacă poate în unele cazuri își ating doar parțial scopul pentru care au fost dezvoltate.

## ASPECTE ȘI ACTIVITĂȚI DESFĂȘURATE ÎN DOMENIUL SPECTRULUI ELECTROMAGNETIC PENTRU FACILITAREA COEXISTENȚEI SISTEMULUI RADAR AN/SPY-1 CU SISTEMELE RADIOELECTRICE EXISTENTE ÎN ZONA CU REGIM DE PROTECȚIE SPECIALĂ DEVESELU, ROMÂNIA

*Comandor Ciprian ANDRONACHE*

*Agenția Militară pentru Managementul Frecvențelor Radio*



Încă de la invenția radioului oamenii au trebuit să găsească modalități optime de folosire în comun a spectrului radio. Primele telegrafe wireless

apărute la sfârșitul anilor 1800 erau ca niște mari emițătoare. Din dorința de a evita interferențele,

operatorii au început să asculte transmisiile celorlalte stații și să înceapă emisia proprie în perioadele de liniște. Un mesaj comun des întâlnit în acele vremuri era „GTH OM QRT” (Go to hell, old man, and keep quiet, I’m busy).

În secolul XXI spectrul electromagnetic a devenit din ce în ce mai congestionat datorită înmulțirii sistemelor/echipamentelor radioelectrice care utilizează diverse porțiuni din spectru. După cum se știe, spectrul electromagnetic este o resursă epuizabilă care trebuie gestionată ca atare.

Orice „nou venit” va trebui să studieze cu foarte mare atenție frecvențele pe care va lucra, locul de dispunere, necesitatea obținerii unei licențe, etc. Un manager de frecvențe compara această activitate cu încercarea unui călător de a se urca într-un autobuz încărcat la maxim cu călători: ca să încapă în același spațiu acesta trebuia „să dea din coate” și să-și facă loc, să găsească un spațiu liber, negarantând faptul că nu se va călca pe picioare (interfera) cu vecinii.

În continuare voi prezenta pentru exemplificare, un studiu de caz cu procesul parcurs în cazul introducerii în funcțiune a radarului american AN/SPY-1 din compunerea sistemului de apărare împotriva rachetelor balistice de la Deveselu.

Activitatea a avut un grad ridicat de dificultate datorită faptului că la limita superioară, benzile de frecvențe pe care lucrează acest radar

(3,1 – 3,5 GHz) se suprapun peste benzile de frecvențe cu utilizare neguvernamentală (3,4 – 3,5 GHz), alocate echipamentelor civile (conform Directivei Europene nr. 2004/108 și Tabelului Național de Atribuire a Benzilor de Frecvențe - TNABF).



Activitatea de aprobare a utilizării frecvențelor necesare de acces în benzile civile, de adaptare a legislației naționale și de creare a cadrului organizatoric pentru operarea în condiții de siguranță și asigurarea coexistenței radarului cu celelalte echipamente radioelectrice militare și civile din zona Deveselu s-a desfășurat pe o perioadă de patru ani, din 2011 până în 2015.

Scutul de protecție împotriva rachetelor balistice amplasat la Deveselu - România planificat a deveni operațional la sfârșitul anului 2015 este un complex AEGIS cu baza la sol și se compune dintr-un radar AN/SPY-1D de descoperire, urmărire a țintelor și dirijare a rachetelor și un sistem de lansare, compus din celule verticale de tip Mk-41 VLS. Centrul de comandă și control este conectat la rețeaua de sateliți militari americană, la rețeaua radarelor navale de pe uscat și de la bordul avioanelor AWACS.

Binomul radar AN/SPY-1 și celulele verticale de tip Mk-41 de la Deveselu este identic

cu cel de pe crucișătoarele americane din clasa „Ticonderoga” și de pe distrugătoarele din clasa „Arleigh Burke”.



**Câteva caracteristici ale radarului AN/SPY-1:** Construit de firma americană Lockheed Martin, AN/SPY-1 este un radar multifuncțional cu defazare electronică, care are patru antene octogonale dispuse aproximativ la 90 grade una față de cealaltă. Este un radar tridimensional în banda S, cu o rază de descoperire de 100 mile marine (185,2 km), care funcționează circular 0-360 grade în plan orizontal și 0-90 grade în plan vertical. Are puterea în impuls de 6 MW și folosește un procesor de tip MMSP (Multi Mission Signal Processor) care combină formele de undă necesare ducerii luptei anti-aeriene cu cea necesară ducerii luptei împotriva rachetelor balistice.

Procesul de introducere în țara noastră a sistemului de apărare împotriva rachetelor balistice a început prin semnarea la nivel înalt, în luna septembrie 2011, a unui aranjament între cele două țări prin care s-a stabilit cadrul politic/strategic care să permită desfășurarea activităților de instalare a subsistemelor componente, relațiile de comandă-control și aspectele juridice privind responsabilitățile părților, ținând cont de respectarea aranjamentelor privind statutul forțelor (SOFA) și aranjamentul de cooperare în domeniul apărării (DCA) semnat în anul 2006.

The Aegis Ashore Missile Defence System (AAMDS) a fost desemnată ca autoritate care să conducă managementul proiectului de implementare, instalare și punere în funcțiune a sistemului de apărare împotriva rachetelor balistice de la Deveselu. După punerea în funcțiune rolul de exploatare va reveni US NAVY.



Centrul Întrunit pentru Managementul Spectrului (The Joint Spectrum Center) a condus în anul 2010 măsurători de câmp electromagnetic (EME - Electromagnetic Environment) în lunile august - septembrie 2010 cu scopul de a determina nivelul radiațiilor electromagnetice și benzile de frecvențe în care funcționează echipamentele radioelectrice din zona Deveselu în special echipamentele wireless de bandă largă (Broadband wireless access).

Măsurătorile de câmp electromagnetic s-au reluat în luna iulie 2012, sub coordonarea Aegis Ashore Missile Defence System cu scopul de a documenta și înregistra modificările față de anul 2009, precum și de a identifica toate emițătoarele și stațiile existente în vecinătatea localității Deveselu (în benzile apropiate celor în care funcționează radarul), care ar putea fi perturbate de funcționarea radarului AN/SPY.



Măsurătorile au fost executate de la o înălțime de 16m deasupra solului folosind o nacelă special destinată în acest scop și cu acoperire circulară 0 - 360 grade.

La aceste măsurători a participat și personal din Agenția Militară pentru Managementul Frecvențelor Radio. Rezultatele măsurătorilor au confirmat existența unui număr semnificativ de stații WiMAX care lucrează în benzi de frecvențe apropiate cu cele ale radarului și care ar fi fost posibil să fie perturbate de către funcționarea acestuia. Toate datele au fost centralizate și folosite ulterior de AAMDS și AMMFR.

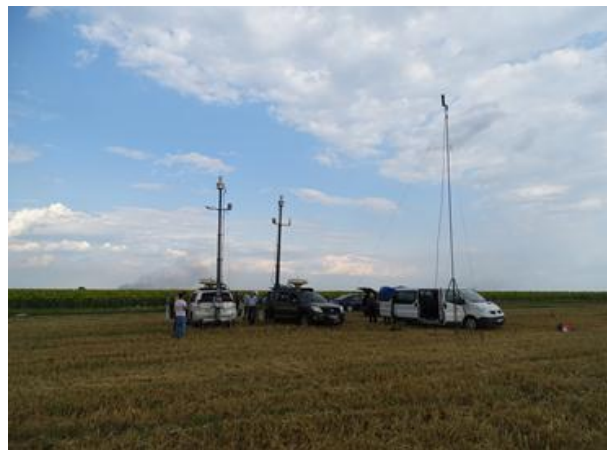


Următoarele activități au fost focalizate pe discuțiile cu specialiștii ANCOM în vederea realizării accesului în banda 3.4 – 3.5 GHz pentru funcționarea echipamentului radar AN/SPY-1. Ședințele de coordonare s-au concretizat și finalizat prin aprobarea Legii nr. 73 din 28.03.2013 privind instituirea unor măsuri speciale pentru protecția obiectivelor militare care fac parte din Sistemul de apărare împotriva rachetelor balistice.

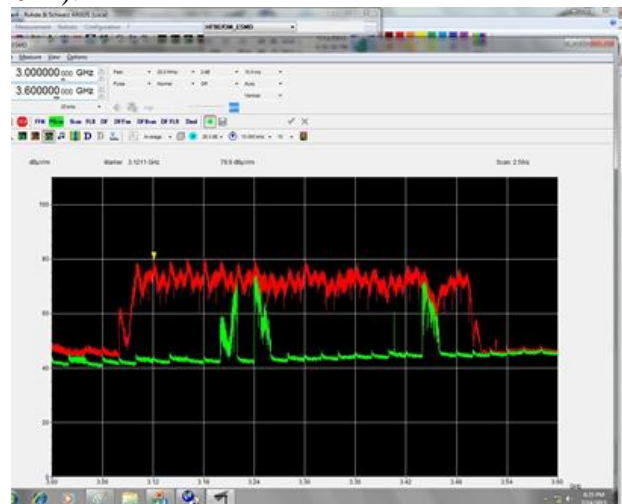
Printre măsurile implementate se pot menționa:

- definirea cu exactitate a punctului de referință unde este instalat radarul;
- instituirea zonei cu regim de protecție specială definită de un cerc cu raza de 35 km față de punctul de referință;
- interzicerea amplasării turbinelor eoliene pe o rază de până la 4 km față de punctul de referință;
- interzicerea instalării emițătoarelor radio pe o rază de până la 1200 m față de punctul de referință;
- instituirea unor restricții privind regimul înălțimilor pentru construcțiile din zonă.

Tot în aceeași perioadă s-au elaborat și Ordinul Ministrului Apărării Naționale M49 / din mai 2013 pentru stabilirea coordonatelor poziției punctului de referință prevăzut în Legea nr. 73/2013 și Ordinul M50/2013 privind unitățile administrative teritoriale în zona cărora se aplică restricții pentru amplasarea de construcții, precum și parametrii exacti ai regimului de înălțime permis pentru construcții în fiecare unitate administrativ-teritorială.



Măsuri similare s-au luat și la nivelul comitetului mixt româno - american în urma discuțiilor permanente din cadrul subcomitetului de comunicații. S-au adoptat și semnat „Aranjamentul de implementare între autoritățile desemnate ale României și SUA cu privire la folosirea terenului din jurul bazei Deveselu” (iunie 2012). S-a actualizat de asemenea „Aranjamentul de implementare privind comunicațiile” (iulie 2007) și s-au definit problemele specifice managementului frecvențelor, în special prin introducerea prevederilor referitoare la interferențele prejudiciabile (semnat în decembrie 2012).



În vederea asigurării coexistenței dintre echipamentele radioelectrice din rețelele de comunicații electronice civile și radarul AN/SPY-1,

în cooperare cu specialiștii ANCOM, s-au elaborat recomandări destinate reducerii posibilităților de interferențe, cum ar fi:

- instalarea stațiilor de bază la o distanță mai mare de 5 km față de punctul de referință;
- evitarea orientării antenelor terminalelor de abonat către punctul de referință;
- utilizarea la recepție a filtrelor de rejecție a emisiilor în afara benzii, cu atenuare de cel puțin 50 dB;
- amplasarea pe cât posibil a stațiilor de bază în zone fără vizibilitate directă către punctul de referință.

Pe timpul discuțiilor cu partenerul american s-au evidențiat și definit unele măsuri specifice care să permită coexistența funcționării echipamentului radar cu echipamentele radioelectrice din zona cu regim de protecție specială Deveselu. Aceste măsuri au fost prezentate într-un studiu de coexistență, iar pe baza acestora, AMMFR a elaborat și aprobat utilizarea cu restricții a echipamentului radar în anumite perioade de funcționare și în regimuri de putere care să nu afecteze operarea echipamentelor civile din zonă.

Toate aceste măsuri au fost incluse în formatul specific al „suportabilității”.



În perioada septembrie 2014 – mai 2015, specialiști din AMMFR și DCI au lucrat în comun cu specialiștii americani de la USEUCOM și de la Aegis Ashore Missile Defence System pentru redactarea unei proceduri operaționale care să reglementeze modul de înștiințare în avans privind programul de funcționare a radarului, precum și modalitățile de acțiune în cazul apariției unor interferențe prejudiciabile de către ambele părți.

În luna iunie 2015 s-a finalizat activitatea de instalare a radarului AN/SPY-1 și au început activitățile de testare operațională. În scopul

evaluării și demonstrării coexistenței funcționării radarului cu echipamentele radioelectrice din zona cu regim de protecție specială Deveselu, o echipă mixtă, formată din specialiști AMMFR, ANCOM și din partea partenerului american, a desfășurat în perioada 13 – 17 iulie 2015 activități de măsurare a câmpului electromagnetic pe timpul funcționării în diferite regimuri de lucru, la puteri diferite, pe timp de zi și pe timp de noapte.

Rezultatele au evidențiat faptul că în condițiile funcționării cu putere maximă, cu antenele orientate direct pe punctul de recepție, la distanțe relativ mici față de radar, nivelul câmpului electric nu a depășit 80,4 dB $\mu$ V/m, iar echipamentele radioelectrice din zonă nu au fost perturbate de funcționarea radarului. În mod similar, funcționarea radarului nu a fost influențată de echipamentele operatorilor civili care operează în zonă.



### Concluzii:

Introducerea în exploatare a oricărui echipament radioelectric nou implică activități complexe de alocare a frecvențelor, testare și validare a coexistenței cu echipamentele deja existente în același spațiu. Activitatea de alocare a frecvențelor necesare funcționării optime a radarului AN/SPY-1 de la Deveselu s-a desfășurat pe o perioadă de patru ani, iar partea cea mai dificilă a constat în definirea și introducerea noului cadru legislativ/organizatoric care să permită funcționarea acestuia pe teritoriul țării noastre (elaborarea de legi, hotărâri de guvern, proceduri operaționale).

Activitățile desfășurate de personalul AMMFR pe toată această perioadă, și modalitățile de cooperare interinstituțională se pot constitui într-un adevărat îndrumar care poate fi utilizat și folosit ulterior pentru instalarea echipamentelor radar în condiții similare (de ex. Polonia).

# MANAGEMENTUL FRECVENȚELOR RADIO ÎN RAIOANELE DE AMPLASARE A ECHIPAMENTELOR DE EMISIE-RECEPȚIE

*Locotenent-colonel dr. ing. Iulian BOULEANU*

*Centrul de Instruire pentru Comunicații și Informatică „Decebal”*



## 1. Introducere

În aproape 120 de ani de dezvoltare tehnologică, omenirea a reușit să dezvolte sisteme de comunicații, non-comunicații, supraveghere și investigații medicale care utilizează unde electromagnetice cu frecvențe cuprinse între câțiva hertzi și frecvențe din domeniul razelor X. Ca urmare a oportunităților create de dezvoltarea rapidă a tehnologiilor din domeniul comunicațiilor și informaticii, din ce în ce mai multe organizații și structuri guvernamentale sau nonguvernamentale își manifestă interesul pentru utilizarea undelor electromagnetice în aplicații specifice domeniilor lor de activitate.

Spectrul electromagnetic este compus dintr-o infinitate de unde electromagnetice, dar, deși infinit, acest spectru nu poate oferi resursenelimitate oricărui utilizator, deoarece există o serie de limitări care fac ca banda de frecvențe disponibilă pentru aplicațiile care utilizează unde electromagnetice să se restrângă la un subdomeniu al spectrului electromagnetic cunoscut ca domeniul undelor radio (*Tabel 1*). O primă sub formă de câmp electromagnetic în spațiul din jurul antenelor infestază de multe ori domenii spațiale de care serviciul radio nu are nevoie. Tehnologiile de care dispunem permit doar într-o foarte mică măsură ghidarea câmpului electromagnetic de la emițător la receptor și, drept urmare, în fiecare punct al mediului electromagnetic se suprapun unde electromagnetice nu doar de frecvențe diferite, ci chiar și de aceeași frecvență, conducând la perturbarea reciprocă a unor servicii.

Deși, în interiorul granițelor sale, fiecare stat este proprietarul întregului spectru electromagnetic, datorită specificului propagării pe lungimi de undă diferite, o parte din benzile de frecvență trebuie să facă obiectul unor reglementări naționale, regionale sau internaționale. Necesitatea reglementării este impusă de o serie de factori, dintre care amintim:

- În deplasarea lor, *undele radio nu respectă granițele geografice*, astfel că în apropierea acestora pot să apară interferențe ca urmare a folosirii acelorași frecvențe de utilizatori din state diferite;

- Repartiția frecvențelor pe utilizatori trebuie să respecte *principiul non-interferenței*. În interiorul granițelor unui stat, repartiția frecvențelor se realizează astfel încât, pentru poziții geografice și momente de timp clar delimitate, doar un singur utilizator va avea dreptul de a folosi o anumită frecvență (canal radio).

- În funcționarea lor, emițătoarele radio se bazează pe utilizarea unor circuite neliniare de prelucrare a semnalelor. Cu ajutorul acestora, semnalul informațional din banda de bază este translatat în frecvență până pe frecvența de emisie. Dezavantajul acestor circuite este că, pe lângă semnalul util, ele produc o mulțime de alte semnale care sunt radiate în mediul înconjurător. Dintre acestea, cele mai cunoscute sunt *armonicile și interarmonicile*.

Zona din spectrul electromagnetic care face obiectul reglementărilor este cuprinsă între 8,3 kHz și 275 GHz [3]. Cele două extreme ale spectrului electromagnetic care, la frecvențe ridicate, cuprind undele infraroșii și undele gamma, iar la frecvențe scăzute banda cu frecvențe de până la 8,3 kHz, nu sunt supuse reglementărilor naționale și internaționale.

Gama (Română)		Abrev. Ro	Frecvența (Hz)	Lungimea de undă (m)	Abrev. En	Gama (Engleză)		
Unde hertziene	Unde de frecvență infrasonoră	UFI	$< 3 \times 10^1$	$> 10^7$	ELF	Extremely Low Frequency		
	Unde de frecvență sonoră	UFS	$3 \times 10^1 \dots 3 \times 10^2$	$10^7 \dots 10^6$	SLF	Super Low Frequency		
	Unde foarte lungi (miriametrice)	UFL	$3 \times 10^2 \dots 3 \times 10^3$	$10^6 \dots 10^5$	VF/ULF	Voice Freq/Ultra Low Freq		
			$3 \times 10^3 \dots 3 \times 10^4$	$10^5 \dots 10^4$	VLF	Very Low Frequency		
	Unde radio	Micro unde	Unde lungi (kilometrice)	UL	$3 \times 10^4 \dots 3 \times 10^5$	$10^4 \dots 10^3$	LF	Low Frequency
			Unde medii (hectometrice)	UM	$3 \times 10^5 \dots 3 \times 10^6$	$10^3 \dots 10^2$	MF	Medium Frequency
			Unde scurte (decametrice)	US	$3 \times 10^6 \dots 3 \times 10^7$	$10^2 \dots 10^1$	HF	High Frequency
			Unde ultrascurte (metrice)	UUS	$3 \times 10^7 \dots 3 \times 10^8$	$10^1 \dots 1$	VHF	Very High Frequency
			Unde decimetrice	Udm	$3 \times 10^8 \dots 3 \times 10^9$	$1 \dots 10^{-1}$	UHF	Ultra High Frequency
			Unde centimetrice	Ucm	$3 \times 10^9 \dots 3 \times 10^{10}$	$10^{-1} \dots 10^{-2}$	SHF	Super High Frequency
Unde milimetrice	Umm	$3 \times 10^{10} \dots 3 \times 10^{11}$	$10^{-2} \dots 10^{-3}$	EHF	Extremely High Frequency			
Infra roșii	Infraroșii C	IRC	$3 \times 10^{11} \dots 10^{14}$	$10^{-4} \dots 3 \mu\text{m}$	FIR	Far Infrared		
	Infraroșii B	IRB	$10^{14} \dots 2,14 \times 10^{14}$	$3 \mu\text{m} \dots 1,4 \mu\text{m}$	MIR	Moderate Infrared		
	Infraroșii A	IRA	$2,14 \times 10^{14} \dots 4 \times 10^{14}$	$1,4 \mu\text{m} \dots 0,75 \mu\text{m}$	NIR	Near Infrared		
Unde luminoase vizibile		LV	$4 \times 10^{14} \dots 7,5 \times 10^{14}$	$0,75 \mu\text{m} \dots 0,4 \mu\text{m}$	VL	Visible Light		
Ultra violete	Ultraviolete A	UVA	$7,5 \times 10^{14} \dots 9,55 \times 10^{14}$	$0,4 \mu\text{m} \dots 0,315 \mu\text{m}$	NUV EUUV	Near Ultraviolet Extreme Ultraviolet		
	Ultraviolete B	UVB	$9,55 \times 10^{14} \dots 1,07 \times 10^{15}$	$0,315 \mu\text{m} \dots 0,28 \mu\text{m}$				
	Ultraviolete C	UVC	$1,07 \times 10^{15} \dots 3 \times 10^{15}$	$0,28 \mu\text{m} \dots 0,1 \mu\text{m}$				
Raze X		X	$3 \times 10^{16} \dots 3 \times 10^{20}$	$0,01 \mu\text{m} \dots 1 \text{pm}$	SX, HX	Soft X-rays, Hard X-rays		
Raze $\gamma$ (gama)		$\gamma$	$> 3 \times 10^{20}$	$< 1 \text{pm}$	$\gamma$	Gamma Rays		

Tabelul 1. Spectrul electromagnetic

## 2. Combaterea fenomenului de interferență

Combaterea fenomenului de interferență se realizează cu o serie de metode organizatorice utilizate într-un proces care conține două etape.

### A. Reglementarea accesului la spectru la nivel național

La nivel național, un utilizator va avea acces la resurse spectrale numai cu aprobarea autorității naționale care administrează spectrul de frecvențe. Emisia va fi caracterizată de un set de parametri care îi precizează caracteristicile spațiale, temporale, spectrale și tehnologice. Parametrii fiecărei emisii sunt aprobați de autoritatea națională care administrează frecvențele, astfel încât utilizatorii care obțin dreptul de a emite să nu producă interferențe perturbatoare pentru alți utilizatori activi. În România, autoritatea națională care administrează frecvențele radio este Agenția Națională pentru Administrare și Reglementare în Comunicații (ANCOM) [www.ancom.org.ro].

Reglementarea accesului la spectru presupune parcurgerea unui proces de atribuire, alocare și în final asignare a frecvențelor radio.

Pentru benzile de frecvențe atribuite serviciilor guvernamentale militare, acest proces este administrat de Agenția pentru Managementul Militar al Frecvențelor Radio (AMMFR), care, prin intermediul *Dispozițiunii pentru Comunicații*, alocă planuri de frecvențe și canale de radiofrecvență structurilor cu nevoi de resurse radio din cadrul Ministerului Apărării Naționale. Totodată, AMMFR delegă managerilor de frecvențe radio din structurile cu nevoi de resurse radio din cadrul MAPN dreptul de a asigna frecvențele radio din planurile de comunicații.

### B. Crearea condițiilor de lucru în comun a mai multor surse și receptoare de emisii electromagnetice

A doua etapă a procesului de combatere a fenomenului de interferențe presupune identificarea unor seturi de caracteristici de emisii care, asignate echipamentelor din grupul de emițătoare și receptoare dintr-un raion, să nu conducă la apariția de perturbații pe frecvențele repartizate receptoarelor. Astfel, din grupurile de frecvențe din planurile de alocare, managerul de frecvențe radio va trebui să selecteze canalele ale



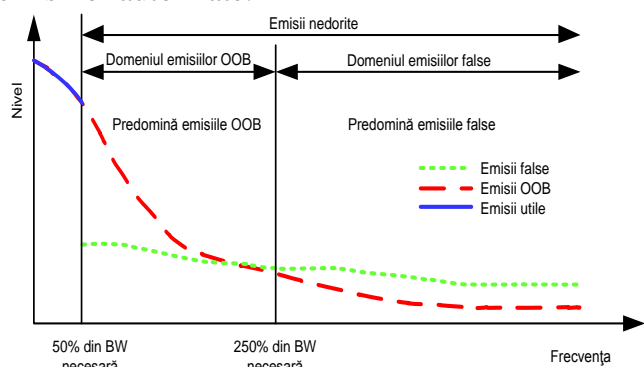
căror benzi de radiofrecvență pentru semnalele utile (semnalele care se doresc a fi transmise), dar și pentru semnalele parazite (benzile de radiofrecvență din jurul armonicilor și interarmonicilor) nu se vor suprapune cu spectrele de radiofrecvență ale canalelor asignate receptoarelor din același grup.

### 3. Surse de perturbare în raionul radio

În art.1.166 din Regulamentele Radio ale ITU, *interferența* este definită ca fiind „efectul unei energii datorate uneia sau unei combinații de emisii, radiații sau inducții asupra recepției într-un sistem de radiocomunicații, care se manifestă prin orice degradare a performanțelor, interpretare eronată sau pierdere de informație care pot fi obținute în absența unei astfel de energii nedorite”. [3]

Sursele de energie care fac obiectul producerii de interferențe sunt atât naturale, cât și artificiale. Dintre acestea, cele mai periculoase pentru degradarea performanțelor comunicațiilor sunt cele artificiale, produse de echipamente electrice, electronice sau de motoarele cu combustie internă.

Trebuie avut în vedere că emisiile pe care le producem intenționat pentru sisteme de comunicații sau non-comunicații constituie surse de perturbare pentru alte sisteme dacă asignarea canalelor radio nu se realizează corespunzător, astfel încât în aceeași arie de acoperire să nu existe suprapuneri ale spectrelor de radiofrecvență ale emisiilor autorizate.



**Figura 2:** Emisii nedorite – niveluri normale la valoarea purtătoarei [2]

În cazul unui raion radio, în care se concentrează mai multe surse de emisie, apar o serie de emisii nedorite de care managerul de frecvență trebuie să țină cont.

Scopul principal al echipamentelor electrice și electronice este acela de a prelucra semnale electrice. Prelucrarea se realizează cu ajutorul a două mari categorii de etaje: liniare și neliniare. În procesul normal de funcționare,

etajele neliniare, pe lângă semnalele utile, produc o mulțime de componente spectrale nedorite. Componente nedorite ale echipamentelor moderne, oricât de performante ar fi echipamentele, sunt atenuate semnificativ cu etaje de filtrare sau nu sunt amplificate de circuitele de radiofrecvență. Deși diferența dintre amplitudinile acestora poate fi de ordinul a 60-90 dB, valorile acestora rămân semnificative în raport cu valorile sensibilităților receptoarelor moderne (figura 2). Existența acestor emisii parazite se explică prin faptul că, la transpunerea pe purtătoarea radio, spectrul semnalului are o lățime care tinde spre infinit. Pe măsură ce se îndepărtează de purtătoare, amplitudinea componentelor spectrale este din ce în ce mai mică. Cea mai mare parte a puterii semnalului emis (de ex. 98%) este grupată în componentele spectrale aflate în jurul valorii purtătoarei (emisii utile – linia albastră) și va forma banda de radiofrecvență care se dorește a se transmite. Celelalte componente spectrale ale semnalului obținute prin procesul de modulare (emisii OOB – linia roșie) sunt atenuate pe cât posibil de sistemul de emisie, dar vor crea întotdeauna probleme pe câteva canale adiacente pentru receptoarele din vecinătate (conțin aproape 2% din puterea semnalului de emisie).

La valori mai mari de 250% din lățimea de bandă a canalului asignat, componentele nedorite reprezintă în principal emisii false (armonici, emisii parazite, produse de intermodulație, produse de conversie – linia verde).

Efectul interferențelor datorate emisiilor nedorite se face simțit îndeosebi în situațiile de amplasare în cadrul aceluiași raion a mai multor echipamente radio.

#### 3.1. Interferențe pe canalul adiacent

Din figura 2 se observă că, din categoria emisiilor nedorite, cele mai mari niveluri le au emisiile din afara benzii (OOB). Ele sunt componente spectrale obținute în urma procesului de modulare pe care nu dorim să le emitem pentru că nu sunt esențiale pentru transmisie și în felul acesta se poate face economie de spectru. Din nefericire, fiind în apropierea purtătoarei, nu există soluții tehnice pentru a le atenua suficient de mult astfel încât să nu mai conteze. De exemplu, în cazul unui emițător care emite cu o putere de 30 dBm (1 W), nivelul emisiilor OOB se situează cu maxim 60-90 dB mai jos, adică la -30...-60 dBm, valori care sunt de cel puțin 1000 de ori mai mari decât sensibilitățile tipice ale sistemelor radio (-118...-90 dBm). Într-o asemenea situație, un

receptor dintr-o altă rețea, căreia i-a fost asignată o frecvență de lucru din domeniul OOB al acestui emițător, nu mai poate auzi corespondentul. Acesta este motivul pentru care, în procesul de asignare al frecvențelor, pentru evitarea interferențelor pe canale adiacente, în aceeași arie de servicii nu se dau în uz canale alăturate [1]. Din fig. 2 obținem următoarea relație de stabilire a frecvențelor domeniului care nu trebuie asignate în scopul evitării interferențelor pe canalele adiacente canalului cu frecvența  $f_a$  și lățimea de bandă în radiofrecvență  $BW_{RF}$ .

$$f \neq (f_a - 3 * BW_{RF} \dots f_a + 3 * BW_{RF}) \quad (1)$$

unde  $f$  este frecvența centrală a unui alt canal care se poate asigna. Astfel, în procesul de asignare, pentru fiecare frecvență anterior asignată nu se vor asigna frecvențe cuprinse în banda a 6 canale alăturate (3 în stânga și 3 în dreapta frecvenței asignate).

### 3.2. Interferențe datorate armonicilor

Din categoria emisiilor false, managerul de frecvențe (MFR) trebuie să ia în considerare armonicile fiecărui emițător și intermodulațiile care apar la ieșirea simultană în emisie a mai multor emițătoare. Armonicile apar ca urmare a prelucrării semnalului în etajele neliniare. Acestea

se formează la multiplii exacti ai frecvenței de emisie. În jurul fiecărei armonici se află dispusă o replică a semnalului de radiofrecvență de bandă  $BW_{RF}$ . Nivelul replicilor semnalului dispus pe armonicile frecvenței de emisie scade odată cu creșterea ordinului și crește odată cu creșterea puterii de emisie.

Pentru a elimina interferențele care pot să apară din cauza armonicilor, în procesul de asignare a unei noi frecvențe  $f$ , managerul de frecvențe trebuie să verifice îndeplinirea următoarei relații pentru fiecare frecvență anterior asignată:

$$f \neq n * (f_{ai} - 3 * BW_{RF} \dots f_{ai} + 3 * BW_{RF}) \quad (2)$$

$$n = 2, 3, \dots 7$$

$i$  = numărul frecvențelor anterior asignate

unde  $f_{ai}$  este frecvența  $i$  deja asignată unui sistem de emisie-recepție dintr-un set de  $m$  frecvențe asignate sistemelor din raion, iar  $n$  este un număr întreg natural pozitiv care reprezintă numărul armonicilor. Valorile uzuale pentru  $n$  sunt 2 sau 3 pentru surse de emisie cu puteri de până la câțiva wați și poate crește până la ordinul 7 pentru surse de emisie de ordinul kilowaților.

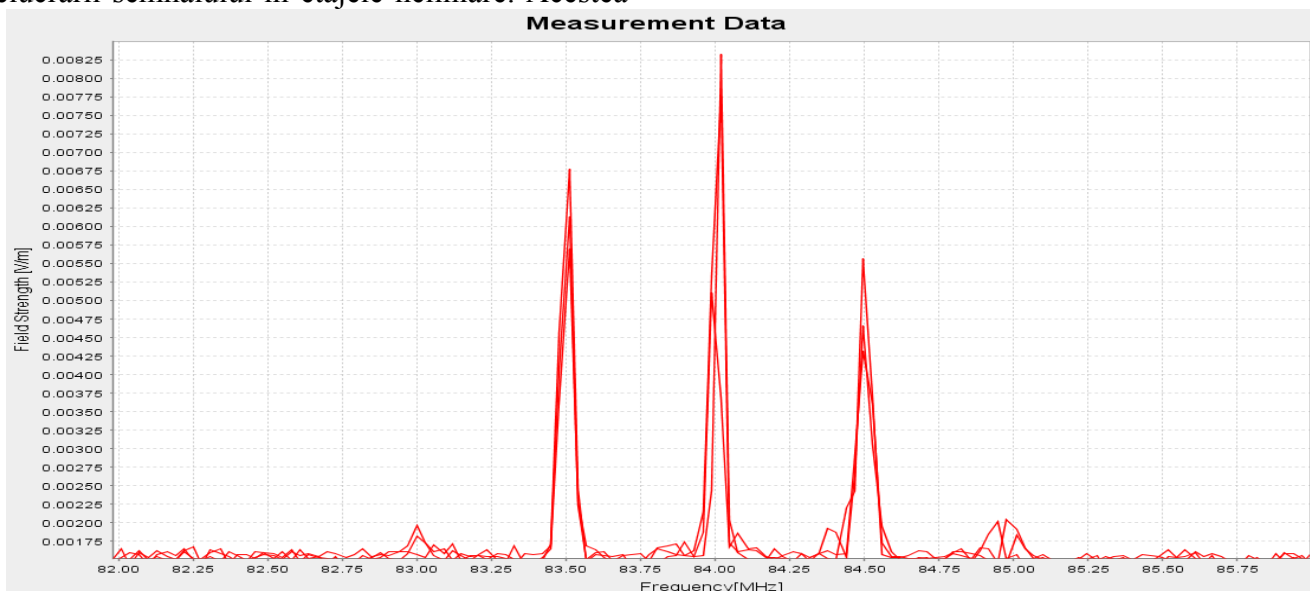


Figura 3: Paternul de amplitudine a PIM împreună cu componentele armonice

### 3.3. Interferențe datorate intermodulațiilor

Intermodulațiile apar la cuplarea a două sau mai multe emițătoare. Semnalele utile și parazite emise de fiecare emițător se induc în antenele celorlalte emițătoare din apropiere și ajung în etajele neliniare de ieșire unde se compun cu cele produse de fiecare emițător. Cu cât sunt mai multe emițătoare, cu atât mai multe produse de

intermodulație se vor obține. Nivelul exact al produselor de intermodulație (PIM) depinde, ca și la armonicile, de o serie de parametri ai echipamentului, dar urmează un patern de amplitudine gaussian [1]. Acest patern se poate distinge în figura 3, unde sunt prezentate componentele armonice și PIM rezultate în situația lucrului în comun a două echipamente de emisie care emit pe 41,75 MHz, respectiv 42,25 MHz.

Componentele de la 83,5 MHz și 84,5 MHz sunt armonici ale frecvențelor de emisie. Celelalte componente sunt PIM. PIM a căror valoare în frecvență rezultă între componentele armonice au niveluri mai ridicate decât cele ale armonicilor, iar PIM cu frecvențe mai depărtate de valoarea centrală au niveluri din ce în ce mai mici.

Relația (3) descrie legătura dintre frecvențele unui număr de  $m$  surse de emisie colocate și frecvențele produselor de intermodulație ( $f_{PIM}$ ) care se obțin.

$$f_{PIM} = \pm n f_{a1} \pm x f_{a2} \pm \dots \pm y f_{ai} \pm \dots \pm z f_{am} \quad (3)$$

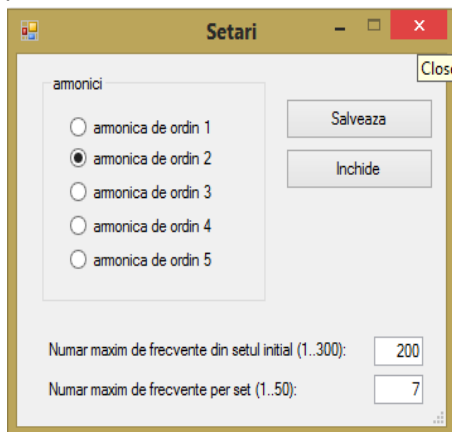
unde  $f_{ai}$  este frecvența asignată emițătorului  $i$  din cele  $m$  emițătoare, iar  $n, x, \dots, y$  și  $z$  sunt armonicile frecvențelor asignate. Ordinul produselor de intermodulație (PIM) se obține prin însumarea ordinelor armonicilor componente.

Cele mai periculoase produse de intermodulație sunt cele a căror frecvență cade în banda de lucru a sursei de emisie (de exemplu cele de ordin 3) [1]. Pe măsură ce ordinul PIM crește și  $f_{PIM}$  rezultată se îndepărtează de frecvențele asignate, nivelul PIM scade. Numărul armonicilor luate în considerare pentru formarea PIM depinde de puterea de emisie și uzual poate lua valori de până la 7.

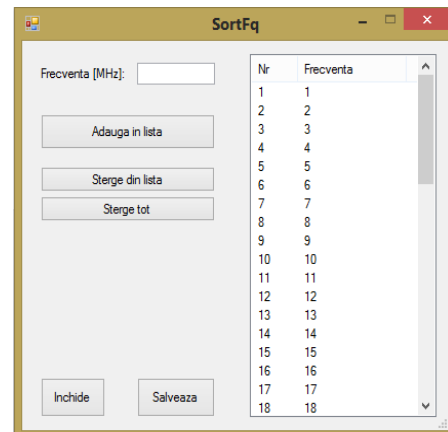
#### 4. Administrarea software a frecvențelor asignate pentru un raion

În procesul de asignare a frecvențelor, MFR are la dispoziție frecvențele din planurile de frecvențe alocate conform reglementărilor în vigoare. În cazul în care mai multe sisteme de emisie-recepție vor fi amplasate în același raion, MFR va trebui să sorteze frecvențele disponibile, astfel încât să evită perturbarea reciprocă a sistemelor, adică să evite asignarea unor frecvențe care sunt componente armonice (CA) sau produse de intermodulație ale celorlalte frecvențe utilizate în raion. Pentru a îndeplini această operație în timp optim, MFR trebuie să utilizeze soluții software care să ia în calcul toate variantele posibile rezultate din aplicarea relațiilor de mai sus.

O soluție software cu care se poate realiza această sarcină este *SortFq*. Aceasta a fost realizată în *MS Access* de mr. ing. Bursumac Theodor, sub îndrumarea autorului. Cu ajutorul acestei aplicații, MFR poate împărți setul de frecvențe avut la dispoziție în mai multe sub-seturi, astfel încât oricare frecvență din fiecare sub-set nou creat să nu fie CA sau PIM al oricărei combinații a celorlalte frecvențe din sub-set.



a) Meniul Setări



b) Meniul Set inițial



c) Meniul Sortare frecvențe

Figura 4. Meniuri ale aplicației SortFq

Aplicația poate gestiona un număr de până la 300 de frecvențe pe care le poate împărți în sub-seturi de maxim 50 de frecvențe.

Dimensiunile setului inițial de frecvențe și dimensiunile maxime ale fiecărui sub-set de frecvențe se stabilesc în meniul *Setări/Dimensiune set*. În același panel se stabilește și ordinul armonicilor care sunt luate în calcul în procesul de sortare (figura 4a). Setul inițial de frecvențe (*Frecvențe/Set inițial*) va trebui să conțină frecvențe valide, neasignate din planul de alocare (figura 4b).

Pentru a grupa frecvențele pe sub-seturi se accesează meniul *Frecvențe/Grupare frecvențe* (figura 4c). Procesul de selectare a frecvențelor, se lansează după ce una dintre frecvențele din setul inițial (oricare) este introdusă în primul subset. În funcție de frecvența selectată, aplicația va testa fiecare nouă frecvență din setul inițial cu relația (3) pentru a determina dacă este CA sau PIM. Frecvențele care nu sunt CA sau PIM sunt repartizate în subset și sunt eliminate din setul inițial. Pentru următoarele subseturi se procedează la fel ca pentru primul set, sortarea realizându-se de fiecare dată dintr-o listă de frecvențe mai redusă.

Fiecare set de frecvențe astfel obținut este liber de interferențe datorate celorlalți utilizatori

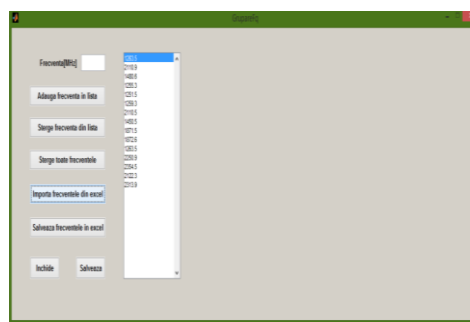
din site. Frecvențele din fiecare set se pot distribui echipamentelor de emisie și recepție grupate într-un site. Distanța între site-urile cu liste de asignare diferite trebuie să se determine astfel încât nivelurile PIM și CA recepționate de la site-urile vecine să ajungă sub pragul sensibilității receptoarelor. Aceasta se poate obține pentru o atenuare de propagare de aproximativ 60...90 dBm.

O altă soluție software cu care se poate realiza această sarcină este *GrupareFq*. Aceasta a fost realizată în *Matlab* de std. Bărbulescu Nicolae, sub îndrumarea autorului, în cadrul lucrării de licență susținute în 2015 la Academia Forțelor Terestre.

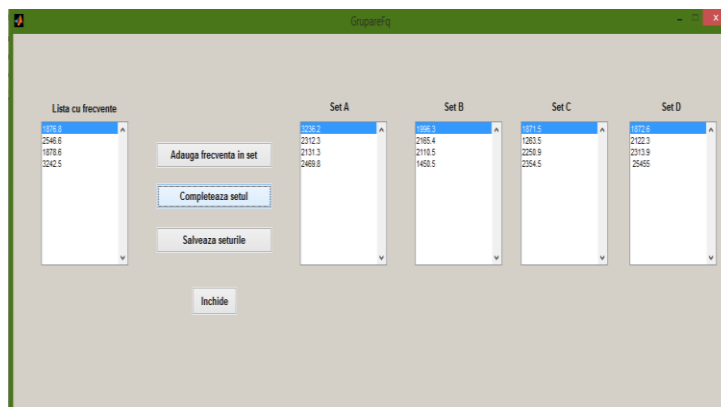
Aplicația poate fi rulată pe un sistem de calcul pe care sunt instalate seturile de biblioteci partajate *MATLAB Runtime*, care pot fi descărcate și instalate gratuit de la adresa [4]. Sarcinile îndeplinite de această aplicație sunt similare celor realizate cu *SortFq*. Deosebirea esențială constă în faptul că *GrupareFq* ia în considerare și lățimea de bandă a canalului radio. Cu ajutorul acestei aplicații, MFR poate împărți setul de frecvențe avut la dispoziție în mai multe sub-seturi, astfel încât oricare frecvență din fiecare sub-set nou creat să nu fie CA sau PIM al oricărei combinații a celorlalte frecvențe din sub-set.



a) Meniul Setări



b) meniul Set inițial



c) Meniul de completare a seturilor de frecvențe

**Figura 5.** Meniuri ale aplicației Grupare

## 5. Concluzii

În articol sunt enumerate câteva argumente ale necesității reglementării accesului la spectrul de radiofrecvență și sunt descrise etapele procesului de asignare a frecvențelor pentru combaterea interferențelor. În acest scop sunt identificate și descrise tipurile de interferențe, precum și relațiile matematice care stau la baza procesului de eliminare a frecvențelor care pot

conduce la apariția de perturbații reciproce într-un raion de amplasare a sistemelor radio. În final sunt prezentate două aplicații software care utilizează setul de relații matematice identificat pentru a sorta frecvențele repartizate prin planuri de alocare structurii pe care o deservește managerul de frecvențe astfel încât, în urma procesului de asignare, acesta să evite apariția de interferențe între sistemele proprii de emisie-recepție.

## Bibliografie

- [1] Bechet P., Munteanu R., Bouleanu I., Munteanu M., Mitran R., Electromagnetic Compatibility Average Radio Communications, București, Ed. Academiei Române, 2010
- [2] ECC (02)05, Unwanted Emmissions, ECC Recomandation, 2002
- [3] ITU, ITU– Radio Regulation - Articles, Vol. 1, 2012
- [4] <http://www.mathworks.com/products/compiler/mcr/>

## APLICAȚII INFORMATICE ÎN SPRIJINUL MANAGERULUI DE FRECVENȚE

*Maior ing. Marius NICOLAESCU*

*Agenția Militară pentru Managementul Frecvențelor Radio*



Spectrul electromagnetic reprezintă o resursă națională, la fel ca apa, terenul, hidrocarburile sau mineralele. Deși este reutilizabil, spectrul este totuși limitat.

Scopul managementului spectrului electromagnetic este de a optimiza

folosirea acestuia, de a evita, soluționași elimina interferențele, de a asigura compatibilitatea electromagnetică a diverselor sisteme, precum și de coordonare a asignărilor cu țările vecine și celelalte administrații.

De la descoperirea radioului la sfârșitul secolului XIX și până în prezent, numărul de utilizatori ai spectrului a cunoscut o creștere exponențială. În prezent vorbim de radiocomunicații, radiodifuziune, radionavigație sau radiolocație folosite la scară largă în industrie, cercetare, servicii guvernamentale, transport, medicină și chiar meteorologie sau astronomie. Au pătruns în casele fiecăruia dintre noi telefonie mobilă, rețelele wireless, telecomenzile. Se poate spune că nu mai există spectru "liber" iar noile sisteme trebuie să găsească un mod de a-l împărți cu sistemele deja existente. Se constată o creștere dramatică din partea sectorului comercial, civil a nevoii de utilizare a unor frecvențe dar chiar și locații de emisie critice pentru Ministerul Apărării Naționale. De aici și nevoia pentru o creștere a eficienței utilizării spectrului rămas disponibil, care se poate obține, în principal, cu ajutorul unor instrumente de ingineria și optimizarea spectrului. Mă voi referi în cele ce urmează la câteva astfel de programe ce vin în sprijinul managerului de frecvențe.

**SPECTRUM XXI** este aplicația informatică cel mai des folosită la nivelul Agenției Militare pentru Managementul Frecvențelor Radio dar și în operațiile NATO sau ale armatei Statelor

Unite. **SPECTRUM XXI** este un instrument de management al spectrului, compatibil cu sistemul de operare WINDOWS, folosit în primul rând pentru a crea, modifica, reînnoi și șterge asignările/propunerile permanente/temporare de frecvențe.



El vine în sprijinul planificării operaționale, punând accent pe asignarea frecvențelor compatibile și realizarea sarcinilor de inginerie a spectrului.

**SPECTRUM XXI** poate de asemenea realiza: analize ale potențialelor interferențe luând în considerare echipamentul, localizarea, terenul și antenele; analize ale propagării punct la punct și a calității legăturii; generarea graficelor de acoperire pentru legăturile cu vizibilitate directă; predicții de propagare pentru legături pe unde scurte; grafice de ocupare a spectrului; analize ale intermodulațiilor/armonicilor etc.

Programul poate lucra și în sistem client/server într-o rețea WEB, caz în care, s-ar asigura acces în timp real la o bază de date comună, integrată, s-ar reduce timpurile de răspuns și volumul de muncă necesar asignărilor de frecvențe.

**ATDI** este o companie din Franța cu 25 de ani experiență în planificarea și modelarea rețelelor de comunicații, managementul spectrului și optimizarea sistemelor. Compania a dezvoltat două aplicații software de planificare și utilizare a rețelelor de radiocomunicații și anume **ICS TELECOM** (destinat pentru planificarea oricărui tip de rețea radio) și **HTZ Warfare** (adaptat cerințelor și conceptelor militare).

**HTZ Warfare** este un instrument de planificare radio sofisticat, destinat în special aplicațiilor militare putând simula scenariul care să

cuprindă stații radio aliate, neutre precum și pe cele ale părții adverse, radare și echipamente de război electronic.



În România, produsele oferite de ATDI sunt folosite deja de către instituții naționale cu responsabilități în gestionarea spectrului radio (SRI, STS și ANCOM).



SEAMCAT (Spectrum Engineering Advanced Monte Carlo Analysis Tool) a fost dezvoltat în cadrul CEPT (*Conferința Europeană a Administrațiilor de Poștă și Telecomunicații*) începând cu anul 1997. SEAMCAT a fost creat pentru a realiza studii de co-existență a diferitelor sisteme de radiocomunicații ce operează în aceeași bandă de frecvențe sau în benzi adiacente.

Spre deosebire de SPECTRUM XXI și ICS Telecom/HTZ Warfare, SEAMCAT nu este un instrument de planificare a spectrului ci unul de analiză a compatibilității.

Pentru a se estima potențialele interferențe între diferite sisteme de radiocomunicații se folosește metoda statistică pentru simularea proceselor aleatoare numită și metoda Monte Carlo.

Abordarea propusă de acest instrument software **gratuit** poate fi rezumată în 4 pași:

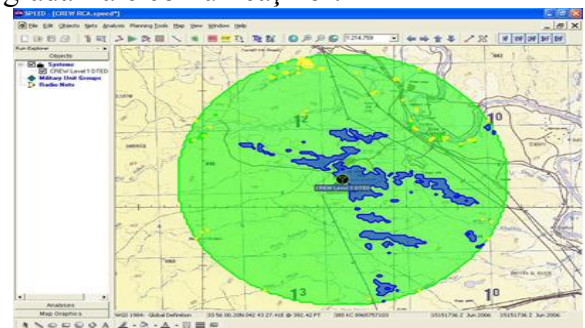
- utilizatorul definește parametrii sistemelor radio și ai mediului de propagare - oferind intervalele de valori posibile pentru parametrii variabili;
- aplicarea metodei Monte Carlo presupune folosirea unor valori aleatorii pentru acești

parametri și generarea unei multitudini de posibile scenarii (mai mult de 20.000);

- pentru fiecare astfel de scenariu se vor calcula nivelul semnalului util și al celui perturbator;

- în final, pentru fiecare scenariu se estimează probabilitatea de apariție a interferențelor prin calcularea diferenței între nivelul semnalului util și cel al semnalului perturbator măsurate la intrarea receptorului.

În 1988 compania americană Northrop Grumman a realizat pentru infanteria marină a Statelor Unite **SPEED** (Systems Planning, Engineering and Evaluation Device), o aplicație software pentru planificarea comunicațiilor, managementul și ingineria spectrului. Programul ajută operatorii de comunicații să planifice, modeleze și apoi să analizeze efectele sistemelor radio și ale aparaturii de bruiaj astfel încât să înțeleagă mai bine unde pot apare interferențe sau degradări ale comunicațiilor.



În prezent s-a ajuns la versiunea 11.1.1 iar aplicația este folosită și de către alte servicii ale Departamentului Apărării sau agenții guvernamentale din Statele Unite. Mai mult, prin programul FMS (Foreign Military Sales), câteva alte state au intrat în posesia acesteia. Aplicația și-a dovedit utilitatea în operațiile Enduring Freedom (Afganistan), Iraqi Freedom (Irak), alte operații întrunite conduse de armata americană precum și în operațiuni umanitare ca cele desfășurate după uraganul Katrina (2005) sau cutremurele din Indonezia (2004), Haiti (2010) și Japonia (2011).

Ministerul Apărării Naționale trebuie să găsească soluții pe termen lung pentru o bună utilizare a spectrului tot mai restrâns rămas la dispoziție. Un bun management al spectrului este fundamental pentru conducerea operațiilor militare, iar pentru aceasta sunt obligatorii folosirea unor instrumente software actualizate și o bună pregătire a operatorilor. Managerul de frecvențe trebuie să fie proactiv astăzi pentru ca armata să-și mențină abilitatea de a conduce acțiunile militare de mâine.

## VIAȚA CA O FR(S)ECVENȚĂ – INFORMAȚII UTILE DESPRE FRECVENȚELE DE URGENȚĂ ȘI ECHIPAMENTELE AFERENTE ACESTORA

**Maior Alin PETRICĂ**

*Agenția Militară pentru Managementul Frecvențelor Radio*



Viața este compusă dintr-o mulțime de secvențe care trec foarte repede, dintre care unele pot marca definitiv existența, mai ales atunci când riscuri imprevizibile fac diferența între „a fi sau a nu MAI fi”. În rândurile de mai jos, doresc să

evidențiez rolul și importanța frecvențelor de urgență, ca și a echipamentelor care sunt utilizate în domeniul militar și nu numai.

În mediul militar, acestea pot fi folosite pentru intervenția cât mai rapidă la locul producerii unor catastrofe aeriene și maritime și salvarea eventualilor supraviețuitori. În funcție de tipul misiunii, se mai pot utiliza de către parașutiști, scafandri, forțele speciale precum și de către militarii care sunt agrenați în diferite conflicte armate.

În ultimul timp s-a acordat o tot mai mare importanță salvării vieții umane în cazul producerii unor catastrofe iar pentru acest lucru s-au dezvoltat o serie de echipamente de detectare și localizare care permit intervenția serviciilor de salvare în timpul cel mai scurt. Pentru a reliefa importanța dezvoltării unor echipamente performante pentru salvarea persoanelor în caz de accident pot spune că NASA a efectuat trei teste în ultima perioadă, iar scopul a fost de a cerceta modul de comportare al transmițătoarelor de urgență pe timpul prăbușirii a 3 avioane Cessna de la înălțimi diferite.

La nivel mondial există două agenții, Organizația Maritimă Internațională (IMO) respectiv Organizația Aviației Civile

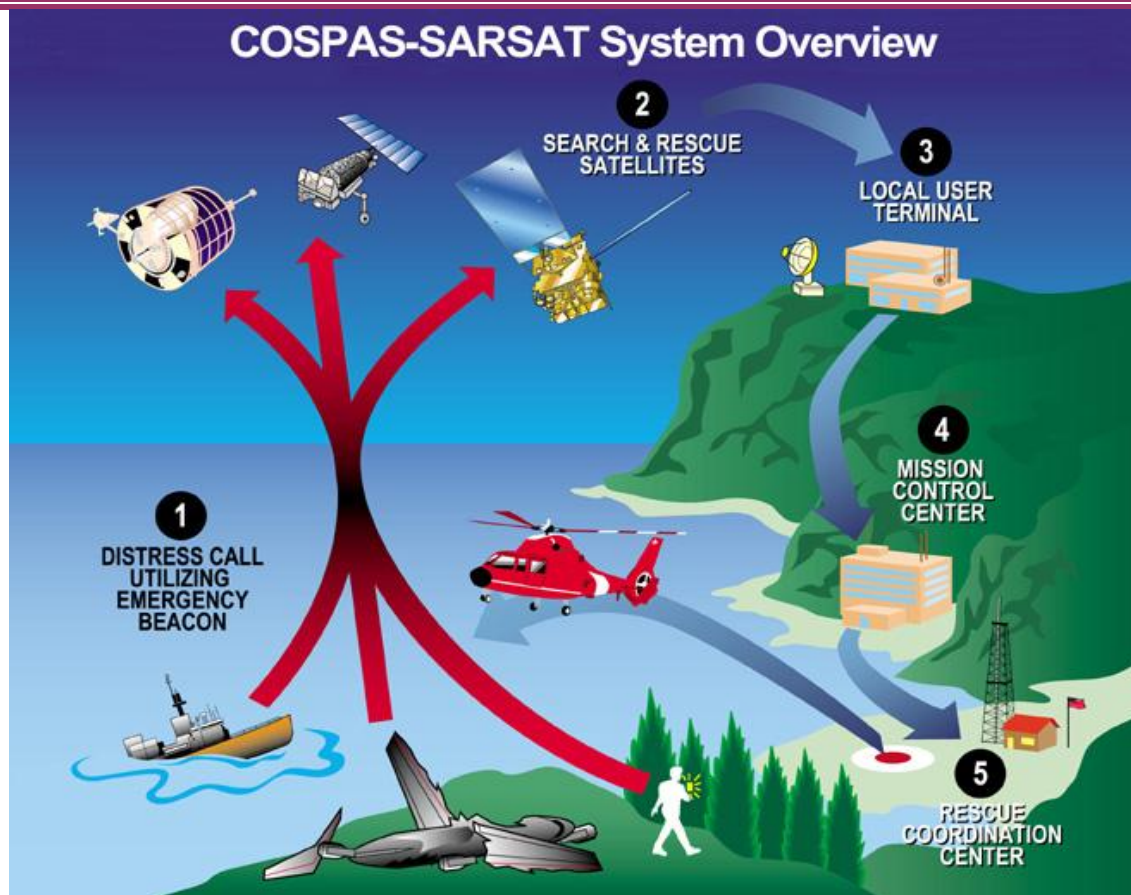
Internaționale (ICAO), care sunt responsabile pentru reglementarea siguranței privind tranzitul internațional de nave și aeronave precum și de manipulare a standardelor și planurilor internaționale de căutare maritimă și aeriană, și de salvare.

Frecvențele de urgență, cunoscute și ca frecvențe de gardă, sunt întrebuințate pentru comunicații de urgență de aeronavele aflate în primejdie. Cele mai importante frecvențe de urgență sunt: 121,5 MHz, utilizată în cazuri de pericol și urgență de către stații ale serviciului aeronautic mobil în banda 117,975 MHz – 136 MHz și 243,0 MHz, folosită de către aviația militară.

Cele două frecvențe de gardă pot fi utilizate de orice aeronavă aflată într-o situație de urgență sau de către controlorul de trafic pentru a avertiza avionul dacă acesta zboară într-o zonă restricționată sau interzisă. De asemenea, un avion poate fi contactat pe 121,5 MHz când este interceptat de un avion militar pentru a putea fi identificat și pentru a i se afla intențiile.

Datorită costurilor mari cât și a faptului că multe dintre alarme erau false, s-au dezvoltat, începând cu anul 1982, emițătoare pentru localizare în caz de urgență care utilizează frecvența 406 MHz. Aceste radiobalize pot fi detectate prin Programul Internațional COSPAS-SARSAT (COSPAS – *Space system for search of vessels in distress*, SARSAT – *Search and rescue satellite-aided tracking*), care este un sistem bazat pe recepționarea semnalelor prin sateliți. El a fost dezvoltat de Canada, Franța, Statele Unite și Rusia cu scopul de a detecta mult mai repede locul unui accident și de a transmite informațiile recepționate către beneficiar în mai puțin de un minut. Această detectare se face cu ajutorul sateliților geostaționari, iar stabilirea poziției se face prin tehnici combinate de GPS și triangulare doppler.





Emițătoarele de urgență care utilizează 406 MHz transmit un unic număr serial codat și format din 15, 22 sau 30 caractere numit Hex Code. Atunci când radiobaliza este achiziționată, acest cod trebuie să fie înregistrat la autoritatea națională sau internațională competentă deoarece această înregistrare oferă agențiilor de căutare și salvare informații esențiale cum ar fi: numerele de telefon la care să sune, o descriere a navei, avionului, vehiculului sau persoanei, țara de origine a mijlocului implicat în accident – toate aceste date facilitând căutarea. Nu se percepe nicio taxă pentru înregistrarea acestui tip de baliză.

Chiar dacă nu este înregistrată, o radiobaliza care utilizează frecvența 406 MHz poate furniza anumite informații, cum ar fi producătorul și numărul serial al acesteia sau numărul de înregistrare al avionului. Semnalul primit de la o radiobaliza neînregistrată este mult mai eficient decât cel recepționat de la o baliză care utilizează 121,5 MHz sau 243,0 MHz deoarece Hex Code-ul primit confirmă autenticitatea semnalului ca fiind o alertă reală SAR.

Diferența dintre balizele care utilizează 121.5 MHz și cele care utilizează 406 MHz este redată mai jos prin compararea caracteristicilor principale ale acestora:

<b>Frecvență radiobaliză</b>	<b>121.5 MHz</b>	<b>406 MHz</b>
Identificare radiobaliză	Nu	Număr ID unic
Acoperire	Locală	Globală
Puterea semnalului	0,1 W	5 W
Tipul semnalului	Analog	Digital
Timp de răspuns la alertă (minim)	2 ore	5 minute
Locație Doppler	2 treceri	1 trecere
Locație GPS	Nu	100 m precizie

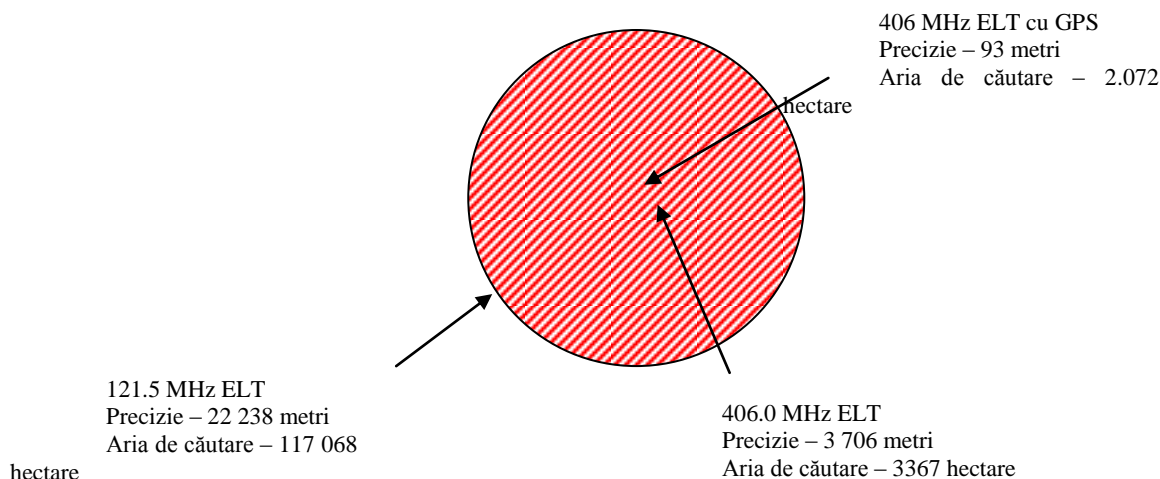
Emițătoarele care utilizează 121,5/243,0 MHz transmit numai un simplu ton anonim care

nu furnizează informații agențiilor SAR, iar acestea răspund cu o întârziere de 4-6 ore deoarece

trebuie să verifice dacă alerta este reală sau nu. Dacă semnalul unei radiobalize care utilizează frecvența 121,5 MHz este detectat de o stație de sol ori de către un avion care este în aria de acoperire, acesta poate fi localizat numai prin utilizarea unor echipamente specializate trimise în zonă.

În urma precizărilor primite de la IMO și ICAO, COSPAS – SARSAR a luat decizia ca, începând cu 1 februarie 2009, să detecteze doar

radiobalizele care utilizează frecvența 406 MHz deoarece acestea transmit un semnal digital mult mai puternic, mai clar și mai ușor de verificat. Un alt factor care a dus la luarea acestei decizii este faptul că pe frecvențele 121,5/243.0 MHz, autoritățile implicate în procesul de căutare și salvare, primeau o mulțime de alarme false, iar acest lucru avea un impact negativ asupra eficienței serviciilor de salvare.



Cu toate că noile radiobalize care utilizează frecvența 406 MHz sunt superioare în ceea ce privește eficiența și precizia de a identifica locul unui accident, totuși, pentru o rapidă localizare este indicat să se utilizeze și componenta analogică care emite pe 121,5/243,0 MHz. Explicația constă în faptul că noile balize transmit un semnal digital la un interval de 50 de secunde în timp ce cele analogice transmit un semnal continuu.

Această combinație între semnalele digitale și cele analogice oferă ultima soluție, cea mai eficientă, pentru identificarea locului accidentului și intervenția autorităților competente în cel mai scurt timp.

Importanța utilizării unor echipamente performante pentru detectare și localizare pentru zona militară este descrisă cel mai bine de către

Statele Unite ale Americii care și-a dotat trupele combatante în războaiele din Irak și Afganistan cu peste 55000 de radiobalize personale de localizare care utilizează frecvența radio 406 MHz.

Pentru a preîntâmpina apariția unui eveniment nefericit de genul celui petrecut anul trecut în munții Apuseni când localizarea s-a făcut cu întârziere datorită faptului că antena stației radio era ruptă iar aeronava nu era dotată cu alte echipamente care să permită descoperirea locului incidentului, este important ca managerii de frecvențe din Armata României să cunoască care sunt frecvențele de urgență, echipamentele aferente acestora precum și modul de utilizare în diferite situații. De asemenea, pe timpul desfășurării diferitelor exerciții militare aceste frecvențe trebuie incluse în lista cu frecvențe restricționate pentru a putea fi protejate.

## TEHNOLOGIA RADIO COGNITIV ȘI UTILIZAREA EFICIENTĂ A SPECTRULUI RF

**Maior ing. Viorel ADETU**

*Centrul 48 Comunicații și Informatică Strategice*



Radio cognitiv este una din tehnologiile în dezvoltare pe termen lung în domeniul tehnologiei comunicațiilor radio. După SDR (Stații Radio Definite Software) care deja sunt implementate și folosite, tehnologia radio cognitiv va fi

următorul pas major în dezvoltarea unor sisteme de comunicații radio eficiente.

Ideea de radio cognitiv a apărut ca urmare a nevoii utilizării eficiente a spectrului radio. Folosind tehnicile de procesare a semnalelor disponibile în zilele noastre, este posibilă dezvoltarea unui radio care este capabil să analizeze spectrul, să detecteze care frecvențe sunt libere și apoi să își implementeze forma de comunicație optimă în funcție de condițiile specifice. Astfel, o stație radio cognitivă poate să își selecteze banda de frecvențe, tipul de modulație și nivelul de putere cele mai potrivite în funcție de condițiile de spectru existente și de reglementările geografice în vigoare.

În general, este de așteptat ca o stație radio cognitivă să țină cont de parametrii precum gradul de utilizare al canalului, canalele disponibile, tipul de date ce trebuie transmise, precum și tipurile de modulații care pot fi folosite. Trebuie, de asemenea, să țină cont și de reglementările geografice în vigoare. În plus, o stație radio cognitivă va fi capabilă să analizeze nivelul de interferențe pe care le poate produce celorlalți utilizatori, ținând cont că acestea pot funcționa în benzi de frecvență deja alocate utilizatorilor cu licență. Acest proces reprezintă un model de management dinamic al spectrului radio.

În majoritatea cazurilor se poate combina tehnologia radio cognitiv cu cea SDR pentru ca stația radio să se poată reconfigura singură și pentru a utiliza tehnologia de transmisie optimă.

În consecință, tehnologiile radio cognitiv și SDR sunt de cele mai multe ori implementate împreună.

Au fost mulți factori care au dus la dezvoltarea tehnologiei radio cognitiv. Cei mai mari factori au fost creșterea constantă a cerinței de spectru radio și cerința de viteză îmbunătățită a comunicațiilor. Aceste cerințe au dus la dezvoltarea unor tehnici de utilizare mai eficiente a traficului, de cele mai multe ori asociate cu un cost dependent de spectrul acoperit. În plus față de acestea nevoia de comunicații flexibile este într-o continuă creștere. În dezvoltarea tehnologiei radio cognitiv au existat mici pași ce au adus o contribuție semnificativă.

Unul dintre exemple care vine în sprijinul nevoii pentru comunicații flexibile s-a întâmplat în Olanda pe 13 mai 2000, atunci când o fabrică de artificii a explodat omorând 23 de oameni, distrugând 400 de case, deteriorând alte 1500 și rănind aproximativ 1000 de persoane. Serviciile de urgență (pompieri, ambulanță și poliție) au întâmpinat dificultăți reale de comunicații deoarece aveau sisteme de comunicații diferite și nu puteau comunica cu celelalte servicii.

Un alt moment în care au fost întâmpinate dificultăți de comunicații a fost în ziua atacurilor teroriste din America din septembrie 2001.

Un exemplu de echipament radio cognitiv care a fost produs și distribuit îl întâlnim în telefonie celulară: "femtocell". Femtocell este o stație de bază gsm în miniatură, destinată uzului particular, pentru ca utilizatorii să obțină semnal 3G mai bun. Aceste mini stații de bază trebuie să nu interfereze cu stațiile de bază ale rețelei și nici cu femtocell-urile adiacente. De aceea ele au fost create folosind tehnologia radio cognitiv. Ele sunt capabile să monitorizeze mediul în care se află, să stabilească în ce zonă geografică se află, să se asigure că respectă reglementările în vigoare și apoi să selecteze un canal de comunicații adecvat.

Radio cognitiv este un concept puternic de sine stătător. Totuși, în unele împrejurări este posibil să construim și rețele radio interconectate,

folosind noduri de rețea cu echipamente radio cognitive. Acest scenariu oferă performanțe îmbunătățite pentru rețea ca ansamblu dar și pentru elementele individuale.

În multe cazuri, o singură stație radio cognitivă va comunica cu câteva stații radio clasice, ne-cognitive ca și în cazul femtocell-urilor care au nevoie de funcționalități cognitive pentru a se putea configura și apoi să comunice cu telefoanele mobile ne-cognitive. În alte cazuri, câteva stații radio cognitive sunt capabile să formeze o rețea și să se comporte ca o rețea radio cognitivă globală. Acest scenariu are multe avantaje în ceea ce privește îmbunătățirea performanțelor globale ale rețelei peste acelea ale unui element individual.

Avantajele rețelelor radio cognitive:

- *detectarea spectrului îmbunătățită*: folosirea cunoștințelor de spectru a mai multor sisteme radio cognitive îmbunătățește cunoașterea spectrului;

- *acoperire îmbunătățită*: folosirea rețelelor radio cognitive face posibilă achiziția de date de la mai multe stații radio ale rețelei. În acest fel se poate reduce nivelul de putere folosit pentru a obține aceleași performanțe.

Deoarece tehnologia radio cognitiv este folosită pentru a oferi o metodă de utilizare eficientă a spectrului, detecția spectrului este esența acestei tehnologii.

Abilitatea echipamentelor radio cognitive de a accesa porțiuni libere ale spectrului radio precum și monitorizarea permanentă a spectrului pentru a se asigura că echipamentul radio cognitiv nu cauzează nici o interferență se bazează pe elementele de detecție a spectrului ale sistemului.

Pentru ca întregul sistem să funcționeze efectiv și să ofere îmbunătățirea utilizării eficiente a spectrului, sistemul radio cognitiv de detecție a spectrului trebuie să fie în măsură efectiv să detecteze orice altă transmisie, să identifice ce sunt și să informeze unitatea centrală de procesare din radio cognitiv pentru ca măsurile necesare să fie luate.

Principiile detectării spectrului radio cognitiv:

- *detecția radio continuă*: Este necesar ca sistemul radio cognitiv să detecteze orice modificare a gradului de ocupare a spectrului. În mod obișnuit sistemul radio cognitiv va utiliza spectrul fără a interfera cu utilizatorul primar și va menține o stare de detecție continuă a spectrului.

- *monitorizarea pentru alternative de spectru liber*: În cazul în care utilizatorul primar revine în spectrul utilizat, sistemul radio cognitiv trebuie să aibă un spectru alternativ disponibil pe care să se poată comuta;

- *monitorizarea tipului de transmisie*: Este necesar ca sistemul radio cognitiv să identifice tipul de emisie recepționat. Sistemul radio cognitiv trebuie să fie în măsură să determine tipul emisie folosite de utilizatorul primar astfel încât emisiile false și interferențele să fie ignorate la fel ca și emisiile proprii.

Sunt mai multe feluri în care stațiile radio cognitive pot efectua detectarea spectrului. Modalitățile de detecție a spectrului folosite de un radio cognitiv se încadrează în una din categoriile:

- *detecția spectrului individuală*: Această formă de detecție a spectrului se petrece atunci când o stație radio cognitivă operează individual. Stația radio cognitivă se va autoconfigura în funcție de semnalele pe care acesta le recepționează și de informațiile cu care aceasta a fost preconfigurată.

- *detecția spectrului în cooperare*: Într-un sistem de detecție a spectrului radio cognitiv cooperant, detecția se va face cu un număr de mai multe stații radio cognitive dintr-o rețea radio cognitivă. În mod obișnuit o stație centrală va recepționa rapoarte ale semnalelor de la mai multe stații din rețea și va regla întreaga rețea radio cognitivă în funcție de acestea.

Cooperarea echipamentelor radio cognitive reduce problema interferenței când o singură stație radio nu poate detecta un utilizator primar deoarece acesta se află în umbră față de utilizatorul primar, dar un al doilea utilizator primar care are rol de receptor se află în aria de acoperire a ambilor utilizatori și recepționează semnal atât de la utilizatorul primar cât și de la stația radio cognitivă.

În rețelele radio cognitive, cooperarea pentru detecția spectrului este esențială pentru întreaga rețea, dar și pentru fiecare utilizator în parte pentru a evita interferențele între utilizatori. Aceasta ajută la formarea imaginii de ansamblu asupra ocupanței spectrale în zona de dispunere a stațiilor radio cognitive. Există două abordări în ceea ce privește detecția spectrului:

- *o abordare centralizată*, în care există un nod principal în rețea care colectează și gestionează informațiile cu privire la folosirea spectrului de la toate nodurile rețelei. Acesta

analizează informațiile și stabilește regulile privind frecvențele care pot fi sau nu pot fi folosite de fiecare stație radio cognitivă a rețelei. Nodul central al rețelei radio cognitive poate da sarcini specifice fiecărei stație pentru măsurarea anumitor parametri în anumite momente de timp. Astfel este posibilă măsurarea mai multor parametri pe o anumită zonă de interes în același timp. De exemplu o stație poate detecta nivelul semnalului pe un anumit canal, în timp ce alta poate măsura nivelul semnalului pe canalele adiacente pentru a determina posibile alternative în cazul nevoii de schimbare a canalului.

- *o abordare distribuită*, în care nici un nod nu deține controlul, în schimb există un schimb de informații între toate nodurile rețelei. Această abordare necesită ca fiecare nod să aibă o autonomie mărită și posibilitatea de a-și decide singur setările ca într-o rețea ad-hoc.

Deși cooperarea sistemelor radio cognitiv pentru detecția spectrului este în mod evident mult mai complexă, aceasta oferă multe avantaje:

- *problema nodurilor ascunse este redusă semnificativ*. Una dintre problemele principale în sistemele ne-cooperante este aceea că stația radio cognitivă e posibil să nu detecteze un emițător și de aceea poate interfera cu un receptor care poate detecta ambele emițătoare, atât cel primar cât și cel cognitiv. Folosind sistemele cooperante de radio cognitive, este posibil să se reducă acest fenomen, deoarece un număr mare de receptoare vor putea fi în măsură să realizeze o imagine mai precisă a emisiilor din zonă.

- *velocitate ridicată*: un număr mare de stații radio cognitive cooperante va face detecția mai precisă și opțiuni mai bune pentru schimbarea canalelor vor fi disponibile, oferind o viteză ridicată.

- *alarme false reduse*. Având mai multe stații radio cognitive care efectuează măsurători de spectru detecția semnalelor pe canal este mult mai eficientă și este redus riscul apariției alarmelor false.

- *detecție precisă a semnalelor*. Sistemele cooperante de stații radio cognitive oferă o mai mare acuratețe în detectarea semnalelor și o disponibilitate mărită la nivelul întregului sistem.

Folosirea rețelelor radio cognitive cooperante oferă multe avantaje, dar pentru aceasta este necesar ca un număr de cerințe să fie îndeplinite. Aceste sunt adesea văzute și ca dezavantaje ale acestora.

- *canalul de control* - pentru ca diferite elemente din rețeaua cognitivă cooperantă să comunice între ele, un canal de control este necesar. Acesta va ocupa o porțiune din lărgimea de bandă disponibilă.

- *sincronizarea sistemului* - în mod firesc este necesar să se asigure sincronizare între toate stațiile radio cognitive ale rețelei. Aceasta este necesară pentru a nu se emite pe canalul liber în timpul executării detecției. În unele cazuri este necesară programarea perioadelor în care are loc detecția canalelor libere. În acest fel timpii morți dintre perioadele de detecție pot fi minimizați pentru a ne asigura că detecția este făcută suficient de bine. Detecția spectrului cu acuratețe necesită o perioadă mai lungă de timp de detectare pentru a vedea dacă un semnal puternic a reapărut. Prin adaptarea perioadelor de detecție, încărcarea canalelor poate fi maximizată, deși este o nevoie și mai mare de a menține sincronizarea în aceste condiții.

- *Răspândire geografică* adecvată a stațiilor radio cognitive cooperante. Ca să obținem detecția optimă de la stațiile radio cognitive cooperante ale unei rețele cognitive, este necesar să avem cea mai bună răspândire geografică. În acest fel problema nodului ascuns poate fi minimizată și cea mai bună detecție a spectrului poate fi obținută.

Deoarece spectrul devine o resursă tot mai rară, multe organisme de reglementare radio caută mecanisme de eficientizare a utilizării spectrului. Sistemele radio cognitive și radioul programat software sunt subiecte foarte actuale în sectorul radiocomunicațiilor, iar radioul cognitiv este cel mai discutat subiect în managementul contemporan al spectrului.

Sistemele radio cognitive sunt văzute ca utilizatori secundari, care coexistă cu serviciul primar. Utilizarea sistemelor radio cognitive trebuie să protejeze serviciul primar de interferențe și nu se poate aștepta la o protecție reglementată.

Se acceptă faptul că metodele de gestionare a spectrului folosite în prezent și-au atins limitele și nu mai sunt optime. O rezervă considerabilă de spectru RF ar putea fi obținută atunci când ambele domenii de utilizare a frecvențelor, timpul și spațiul, vor fi luate în considerare.

Cu scopul utilizării mai eficiente a spectrului de frecvențe radio au început să se utilizeze și așa numitele spații albe, porțiuni de

spectru disponibile pentru o aplicație de radiocomunicații la un moment dat, într-o anumită zonă geografică pe bază non-protecție și non-interferență față de alte servicii. Și sistemele radio cognitive sunt dispozitive care pot utiliza spațiul alb fără a provoca interferențe dăunătoare serviciilor protejate (primare) prin utilizarea capacităților cognitive. Cantitatea de spectru disponibilă pentru sistemele radio cognitive

depinde de o serie de factori, inclusiv de nivelul de protecție acordată serviciilor primare și cât de bine stațiile radio cognitive pot face față interferențelor atât de la serviciile primare cât și de la alte stații radio cognitive.

Realizând o analiză în aceste condiții se constată că în majoritatea cazurilor prolema nu este insuficiența spectrului, ci mai degrabă o problemă de management de spectru inefficient.

#### **Bibliografie:**

- <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=4752688>
- Larry J. Greenstein - Principles of Cognitive Radio
- <http://www.xgtechnology.com/technology/cognitive-radio-networks/>
- [http://wireless.kth.se/wp-content/uploads/2010/09/Espino\\_Markendahl\\_PIMRC\\_2009.pdf](http://wireless.kth.se/wp-content/uploads/2010/09/Espino_Markendahl_PIMRC_2009.pdf)
- [https://en.wikipedia.org/wiki/White\\_spaces\\_\(radio\)](https://en.wikipedia.org/wiki/White_spaces_(radio))

## EMISIILE ELECTROMAGNETICE ALE ACTIVITĂȚII SOLARE

**Maior George ZAMĂ**

Centrul 346 Comunicații R.M.N.C.

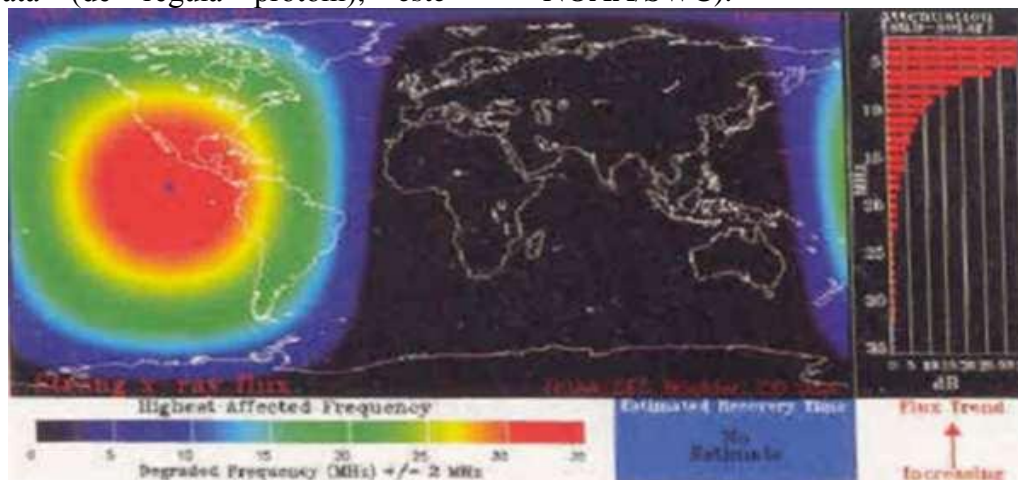


Anotimpurile dirijează tendința timpului terestru, vara mai cald, iarna mai frig. Se știe că furtunile apar cu precădere toamna, iar timpul cu trăsnete și tunete cu precădere vara, dar, cu toate acestea, aceste fenomene pot apărea în orice anotimp al anului. La fel se

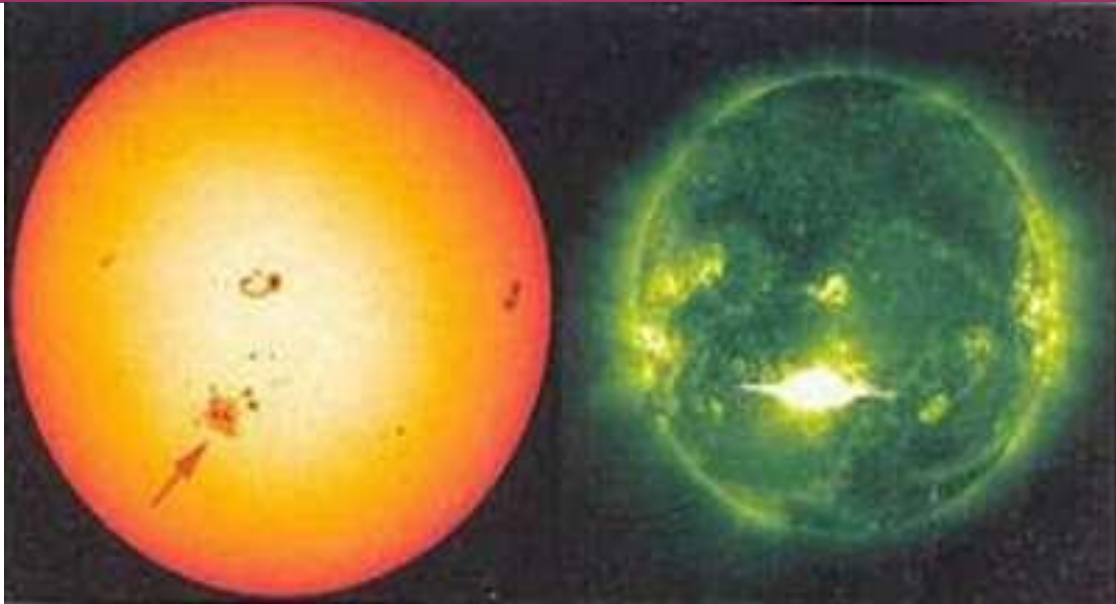
întâmplă și cu soarele: soarele liniștit urmează în general celor prevăzute de mersul înainte al ciclului solar. Totuși, între diferite faze, soarele devine "neliniștit" și ne surprinde, spre exemplu, cu acele fulgere de radiație, denumite "**FLARES**". Un Flares este o creștere bruscă locală de radiație în cromosfera solară, care este produsă de câmpuri magnetice extrem de puternice. (Cromosfera este zona de deasupra suprafeței solare vizibile. Are cca 10000 km lățime și se termină cu corona).

O astfel de erupție durează de la câteva minute până la mai multe ore. Flares încălzesc gazul din apropierea zonei erupției la temperaturi enorme și determină aceste gaze să producă emisiuni și radiații. Prin aceasta, o cantitate enormă de radiații ultraviolete și Röntgen, ca și materie încărcată (de regulă protoni), este

transmisă în spațiu. Intensitatea de radiație poate să se ridice până la mai mult de 100 de ori din valoarea intensității normale. În funcție de intensitatea acestei radiații, Flares se clasifică în clasele A, B, C, M și X, energia crescând cu fiecare clasă de 10 ori. Cu cât e mai mare activitatea solară, cu atât mai mare este și riscul de Flares. În timpul activității solare maxime, observatorii înregistrează în medie 10 Flares pe zi, din care una pe săptămână poate fi clasificată în clasa X. La Flares de la clasa M în sus apar sigur influențări asupra ionosferei, bineînțeles dacă pământul se află pe linia sosirii acestei explozii energetice. În acest caz ionizația în straturile inferioare ale ionosferei crește mult și stratul D al ionosferei nu mai reflectă radiația de unde scurte (radio) spre Pământ ci face exact contrariul: radiația este atenuată. Deși în mod normal acest lucru se întâmplă numai până la frecvențe de 10 MHz, totuși radiațiile Röntgen foarte puternice ale Flares, duc această limită de 10 MHz mult în sus. Ca urmare, apare o atenuare mai mare sau mai mică a US pe partea terestră luminată de soare. Asta poate duce în extrem până la stingerea totală a US. Efectul apare în câteva minute și poate dura chiar câteva ore. Efectul este cu atât mai puternic, cu cât frecvența este mai mică. Acest fenomen este cunoscut sub mai multe denumiri: Sudden Ionospheric Disturbance (SID), Shortwave Fadeout (SWF) sau după descoperitorul sau Mögel-Dellinger-Effekt (MDE). (vezi fig. 1 sursa NOAA/SWC).



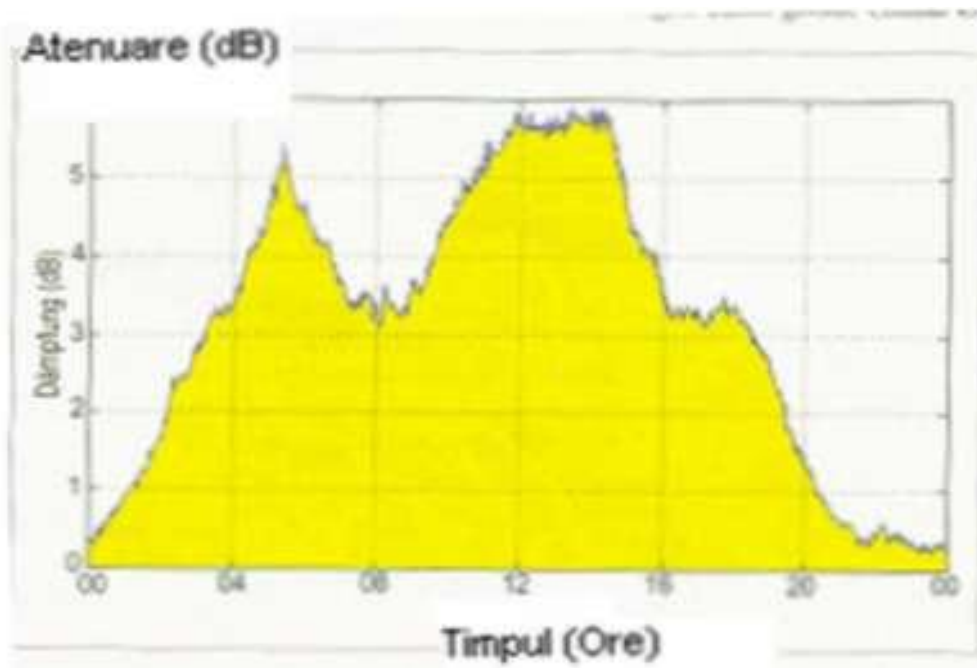
**Fig. 1** Un Flares X6 a lansat în 6 Aprilie 2001 un Shorthwave Fadeout. NOAA a determinat atenuarea prin regiunea D. Figura arată că în toată partea terestră aflată sub lumina solară a fost supusă unei atenuări masive care a distrus și propagarea pe benzile superioare de US.



**Fig. 2** Pe 28 Oct. 2003 aprinde regiunea cu Nr. 10486 (vezi săgeata) un Flares de clasa X-17. În partea dreaptă a figurii se vede fulgerul de radiație în ultraviolet extrem la lungimea de undă de 19,5 nm. Flares a determinat un eveniment protonic și a determinat o masivă expulzare de materie coronariană. Ca urmare au apărut aurore masive precum și masive influențe negative ale propagării de US. Aceeași regiune a emis după o săptămână un Flares X-28, cel mai puternic măsurat vreodată.

Influențe mai lungi în timp pot fi urmările materiei solare care ating Pământul. Flares puternice au proprietatea de a declanșa un eveniment protonic dacă Flares trimite un nor protonic în direcția Pământului. Particulele pot atinge viteze de 1/3 din viteza luminii și au nevoie de cca 0,5 ore până la Pământ.

Ajunse aici, sunt obligate să urmeze liniile magnetice ale câmpului magnetic terestru și intră în sectoarele mai dense ale atmosferei în regiunile polare. Asta determină o ionizare puternică în special a stratului D, ceea ce duce la o foarte puternică atenuare a US care străbat această zonă. (**Fig. 3**).



**Fig. 3** Atenuarea US care străbat regiunile polare sub acțiunea norului protonic

Acest efect se numește Polar Cap Absorbtion (PCA) și care dacă apare, face

transmisiile de US peste pol inutilizabile pe mai multe zile. Intensitatea unui PCA poate fi diferită



la polul nord, respectiv polul sud ca și ziua sau noaptea. Din fericire, un PCA puternic este relativ rar. Nu este de mirare faptul că acesta este mai des atunci când activitatea solară este maximă. Dacă se măsoară în timpul unui PCA atenuarea unui semnal US care atinge perpendicular ionosfera, aceasta va atinge la un PCA puternic "numai" cca

5 dB. Acest 5 dB apare pentru fiecare trecere prin stratul D și în afară de asta semnalele noastre DX nu cad perpendicular pe stratul D, ci înclinat, ceea ce duce la un drum prin strat mult mai lung. Toate acestea se sumează repede la 30 dB atenuare sau mai mult pentru fiecare "hop", ceea ce "termină" majoritatea semnalelor.

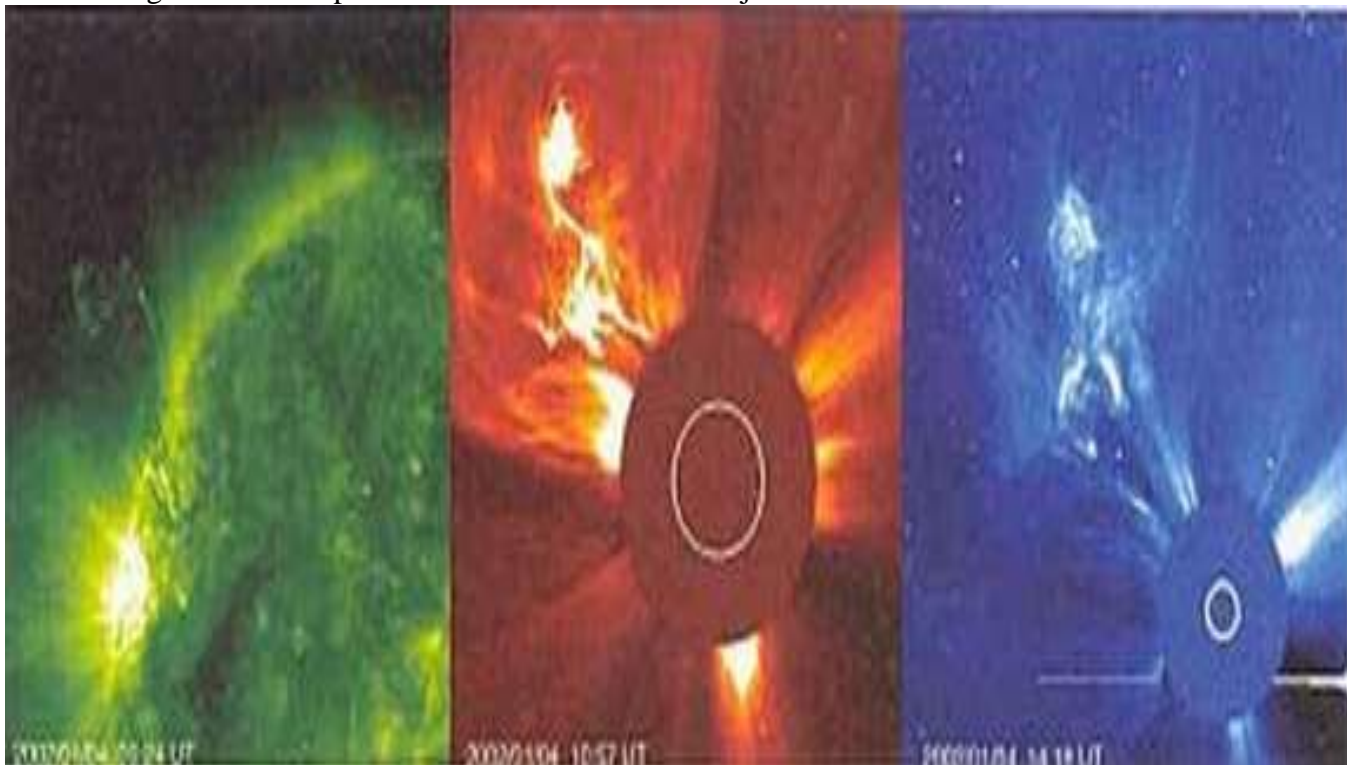


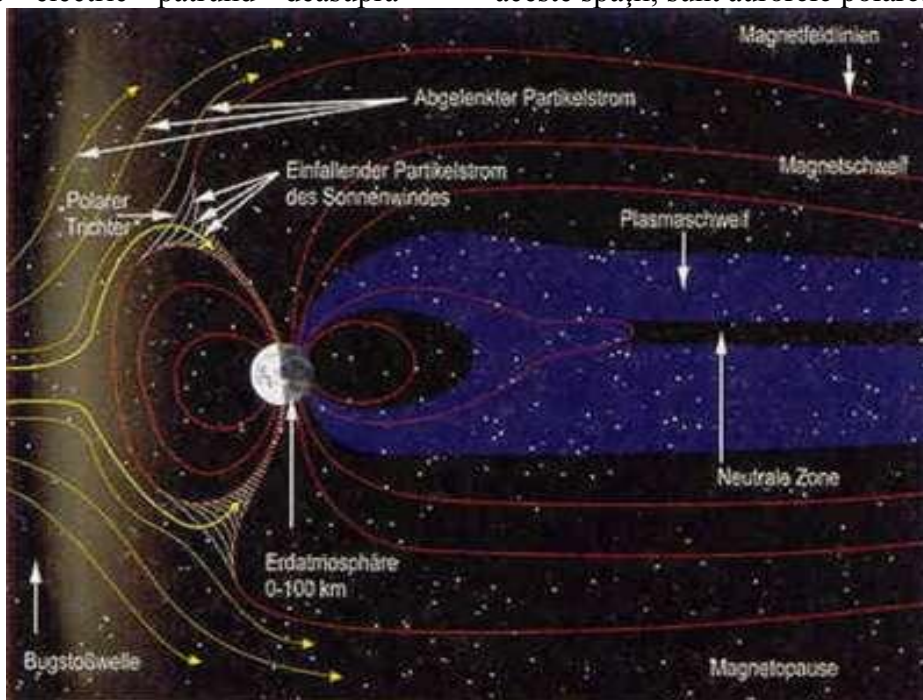
Fig. 4 Explozii solare

O enormă expulzare de masă coronară a avut loc în 4 ianuarie 2002. A fost determinată de o protuberanță magnetică eruptivă (Fig. 4 poza din stânga) urmată de o expulzare a unui enorm nor de plasmă, care s-a îndepărtat de soare cu mai mult de 500 Km/s. (În fig. 4 poza din mijloc și din dreapta, cercul alb simbolizează suprafața solară vizibilă). Pământul nu a simțit nimic din această erupție care a trecut lateral de Tera (sursa SOHO [NASA ȘI ESA]). Ce sosește continuu la noi sub denumirea de "vânt solar" este o cantitate enormă de particule încărcate, majoritar protoni, electroni și atomi de heliu, care creează o plasmă înalt conductivă electric. Soarele emite mai mult de un milion de tone pe secundă din acest material, în spațiu. Aceste particule au o viteză de 300...1000 km/s și au nevoie de 2-3 zile până ajung în apropierea Pământului, unde se lovesc de câmpul magnetic terestru. Particule încărcate electric care se mișcă într-un câmp magnetic determină un curent electric care, în mod natural, intră în influență reciprocă cu câmpurile

magnetice. Furtuna de particule din „vântul solar” deformează foarte mult câmpul magnetic terestru. Partea îndreptată spre soare a acestui câmp, va fi presată și acolo apare un front de presiune care determină ca particulele să ia drumul în lungul liniilor magnetice ale câmpului terestru. Pe partea opusă soarelui, „vântul solar” transportă parțial liniile magnetice terestre, ceea ce face ca ele să se extindă mult în spațiu creând "Coadă magnetică" (Magnetotail) (fig. 5). Prin aceasta, câmpul magnetic terestru împiedică încă odată, ca particulele să cadă fără a întâmpina rezistență pe suprafața Terrei, bombardament care, pentru noi, viețuitoare terestre, ar fi extrem de nesănătos. În timp liniștiți, în ce privește activitatea solară, măsurăm un "vânt solar" încet care are o viteză constantă de cca 400 km/s și o densitate de 4 la 5 particule pe  $\text{cm}^3$  (ceea ce, oricum, este mai subțire ca cel mai bun vid pe care îl putem crea pe suprafața Terrei). Deformarea câmpului magnetic creat de acesta este relativ constantă și stabilă. Anumite evenimente care apar pe Soare fac ca

acest „vânt solar” să devină mai rapid, mai subțire și mai fierbinte. Câmpul magnetic terestru poate fi comprimat prin aceasta atât de puternic, încât particule încărcate electric pătrund deasupra

zonelor polare în păturile mai adânci ale atmosferei. O urmărire bine observabilă a acestor coliziuni cu oxigenul și hidrogenul care se află în aceste spații, sunt aurorele polare.



**Fig. 5** Așa arată câmpul magnetic terestru în spațiu. Vântul solar care vine din stânga (galben) presează câmpul magnetic (roșu) pe partea în care se vede Soarele, iar în partea opusă îl întinde. "Pâniile polare" care se creează, deschid drumul particulelor încărcate energetic, în zonele mai dense ale atmosferei, peste regiunile polare. În zonele de lovire, pot apărea reconexiuni (sursa NASA).

Incidente pe Terra legate de activitatea solară (explozii solare):

- în 1921, o furtună magnetică a generat o serie de curenți la sol, de 10 ori mai puternici decât cei înregistrați în 1989 în Quebec. Peste 350 de transformatoare ar putea fi complet distruse în Statele Unite, privând de electricitate peste 130 de milioane de persoane, dacă o astfel de furtună solară ar avea loc în zilele noastre, sunt de părere oamenii de știință;
- în 1972, în statul american Illinois, o furtună geomagnetică provocată de o explozie solară a distrus sistemul de comunicație la mare distanță prin telefon;

- în 13 martie 1989, în provincia canadiană Quebec, șase milioane de oameni au rămas fără energie electrică timp de nouă ore, după ce o furtună solară a provocat o pană a rețelei Hydro-Quebec;

- în 2003, o furtună magnetică a cauzat distrugerea transformatoarelor din Africa de Sud, privând de electricitate o mare parte din populația acestei țări.

#### Bibliografie:

<http://www.radioamator.ro/Articole/Activități DX, traficradio/> Nikolaus Kintsch – „Cum funcționează undele scurte”.

## CÂMPUL ELECTROMAGNETIC ȘI EFECTELE ASUPRA CORPULUI UMAN

Căpitan ing. Dorel ONIȚA

Centrul 54 Comunicații RMNC

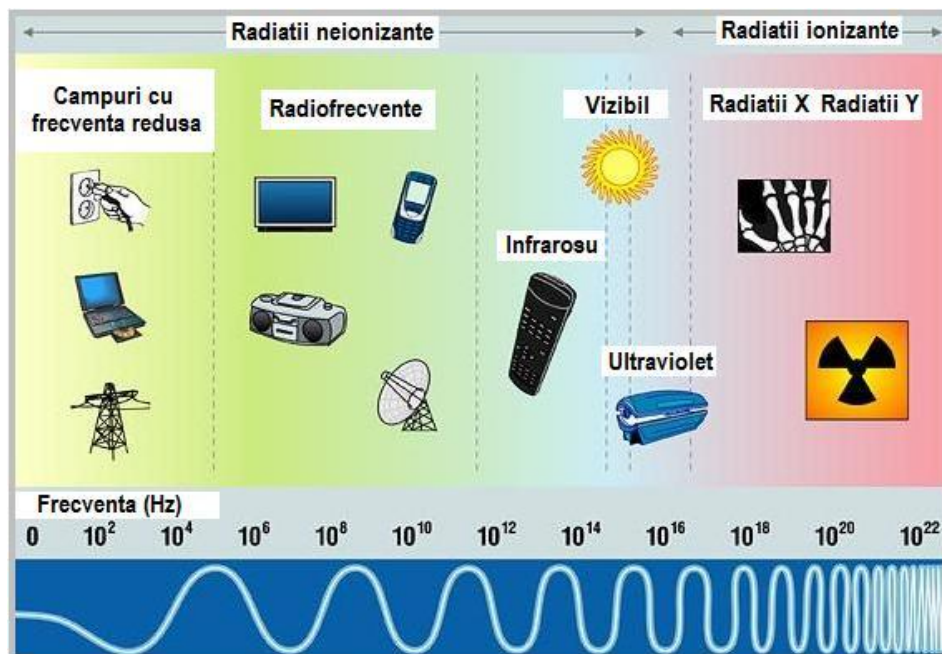


Undele electromagnetice sunt unde transversale care au componentă magnetică și o componentă electrică, vectorii electric și magnetic fiind perpendiculari unul pe celălalt și pe direcția de propagare. Din punct de vedere al caracteristicilor ondulatorii spectrul radiațiilor electromagnetice se întinde de la undele radio lungi caracterizate prin frecvențe mici și lungimi de undă mari (km) până

la razele de mare energie, de frecvențe mari și lungimi de undă mici.

În spectrul radiațiilor electromagnetice, numai radiațiile x și  $\gamma$  îndeplinesc condiția ca lungimea de undă să fie mai mică de 100 nm, deci numai acestea pot produce ionizări ale principalilor atomi din componența materiei vii. De aceea, radiațiile x și  $\gamma$  se numesc **radiații ionizante**.

Radiațiile cu lungimea de undă mai mare de 100 nm, începând cu UV (radiații ultraviolete) cele cu (100-190 nm) și mergând spre undele radio lungi sunt **radiații neionizante**. Radiațiile neionizante se întind de la spectrul vizibil până la cele de foarte joasă frecvență (ELF- Extremely Low Frequency), undele produse de stațiile de bază ale telefoniei mobile sunt radiații neionizante.



Principalele surse de câmpuri electromagnetice de radiofrecvență sunt antenele care emit programele radio și de televiziune, antenele de telefonie mobilă, antenele de comunicații (armată, trafic aerian, poliție, pompieri sau de serviciile de urgență), aparatele de telefonie mobilă, instalațiile de supraveghere a circulației, cuptoarele cu microunde, antenele telefoanelor fixe fără fir, sistemele de securitate și

multe altele. Monitorul calculatorului de tip CRT este o sursă de radiații de unde electromagnetice provenite de la tubul catodic, iar cele mai periculoase sunt radiațiile cu frecvența extrem de joasă. Celulele expuse îndelung la acest tip de radiații suferă disfuncții și în plus pot apărea dereglări de metabolism.

Câmpul poate fi împărțit în două componente principale: componenta reactivă și cea radiativă.

**Componenta reactivă** se referă la energia înmagazinată în regiunea din apropierea sursei și este responsabilă de efectele asupra omului. Această regiune se găsește în jurul sursei, până la o distanță de aproximativ  $1/6m \sim 2m$  și se mai numește și regiunea câmpului apropiat. Măsurătorile în câmp apropiat sunt dificile, deoarece chiar introducerea sondei pentru măsurare poate modifica substanțial câmpul.

**Componenta radiativă** se găsește la distanțe mai mari de o lungime de undă, această regiune numindu-se și regiune a câmpului îndepărtat, în care unda electromagnetică poate fi descrisă ca o undă plană, raportul dintre intensitatea câmpului electric și cea a câmpului magnetic fiind constant. Această caracteristică este importantă, deoarece face suficientă măsurarea unei singure componente a câmpului, cea electrică sau cea magnetică. Între cele două regiuni mai există o zonă de tranziție, în care predomină componenta radiativă.

#### **Influența câmpului electromagnetic asupra corpului uman**

Pentru evaluarea expunerii la frecvențe mai mici de 100 kHz se recomandă utilizarea intensității câmpului electric din țesuturi, deoarece această mărime fizică se corelează cu efectele biologice și este la rândul ei corelată cu densitatea de curent.

Pentru frecvențe mai mari se utilizează rata de absorbție specifică a energiei SAR (Specific Absorption Rate) care se corelează cu pătratul intensității câmpului electric din țesut.

Rata de absorbție specifică (**SAR**) este o măsură a ritmului în care energia este absorbită de organism atunci când este expus la o frecvență radio (**RF**) a câmpului electromagnetic.

Fiecare telefon GSM are un emițător și un receptor radio, în scopul de a funcționa în rețeaua GSM. Acesta este construit în așa fel încât atunci când este folosit lângă ureche și când este purtat pe curea, nu va depăși limitele de expunere la energia de radiofrecvență decise de către autorități.

SAR este exprimată în unități de wați pe kilogram (W/kg).

Nivelul maxim SAR pentru un telefon mobil utilizat lângă cap sau corp, în conformitate cu ghidurile internaționale ICNIRP (Europa) este 2W/kg pe gram de țesut, respectiv FCC/IC (SUA

și Canada) este de 1.6W/kg pe 1 gram de țesut. Telefoanele mobile sunt testate pentru a observa dacă sunt conforme cu limitele SAR la cel mai înalt nivel de putere atestat în condiții de laborator.

Pentru reglementarea utilizării câmpului electromagnetic, sub aspectul efectelor pe care acesta le are asupra corpului uman, a fost enunțat **principiul PRECAUȚIEI** înscris în Tratatul Uniunii Europene (Art. 130 R al Tratatului de la Maastricht - 7 feb. 1992), care stipulează că atunci când există elemente științifice suficiente, în absența unor certitudini sau probe absolute, ținând cont de cunoștințele științifice și tehnice ale momentului, autoritățile trebuie să protejeze, înainte de toate, cetățenii, contra riscului și prejudiciilor cauzate de expunerea la CEM, și nu trebuie întârziată luarea de măsuri care să vizeze prevenirea unui risc de afectare gravă și ireversibilă asupra mediului.

Se vor lua următoarele măsuri:

i) limitarea expunerii publicului la câmpurile electromagnetice de (0 - 300) GHz, asigurând un „nivel ridicat de protecție a sănătății contra expunerii la câmpuri electromagnetice”.

ii) este imperativ a proteja publicul contra efectelor nocive adeverite pentru sănătate, care pot surveni în urma expunerii la câmpuri electromagnetice;

iii) câmpurile electromagnetice ar trebui să ofere la toți cetățenii un nivel ridicat de protecție;

iv) organisme de normalizare: CENELEC (Comitetul European de Standardizare în Electrotehnică) și CEN (Comitetul European de Standardizare); statele membre au, conform tratatului, facultatea de a prevedea un nivel de protecție superior celui prevăzut prin prezenta recomandare;

v) comisia încurajează cercetările asupra efectelor la scurt și lung termen de expunere câmpurilor electromagnetice la toate frecvențele.

#### **Efectele CEM asupra corpului uman:**

- **termice:** apar datorită conductibilității electrice a majorității țesuturilor biologice. Câmpurile electrice induse în organism generează curenți electrici ai căror energie, prin disipare, determină creșterea temperaturii. [3,1] Deoarece multe reacții biochimice sunt puternic dependente de temperatură, este plauzibil ca modificarea acesteia să ducă la efecte biologice. Se consideră că atâta timp cât limitele recomandate de ICNIRP

nu sunt depășite, apariția unor efecte biologice datorate efectelor termice este improbabilă.

- **netermice:** pot apărea ca urmare a mai multor interacții dintre câmpul electric și diferite componente ale țesuturilor biologice, de exemplu modificări în conformația proteinelor (Bohr, 2000) sau efecte asupra legării unor mediatori de receptori celulari - Ca<sup>2+</sup> de exemplu (Chiabrera et al, 2000), procese care la rândul lor declanșează o cascadă de evenimente intra și intercelulare.

**În privința studiilor epidemiologice se pot spune următoarele:**

i) Radiația de RF poate duce la efecte termice cu efecte negative numai dacă limitele propuse de ICNIRP sunt depășite.

ii) Câmpurile în pulsuri pot avea efecte auditive care însă nu determină efecte pe termen lung asupra stării de sănătate.

iii) Câmpurile de RF la care este posibil să fie expusă populația nu pot cauza cataractă oculară.

iv) Există puține date epidemiologice despre fertilitatea femeilor expuse la radiații, iar rezultatele sunt incerte (Higier și Baraska, 1967; Larsen et al, 1991). Probabil câmpurile nu induc avort spontan la femeile expuse în timpul sarcinii (Larsen et al, 1991; Taskinen et al, 1990) și nici creșterea malformațiilor congenitale (Kallen et al, 1982; Kurppa et al, 1982; Taskinen et al, 1990).

## Bibliografie

1. Deliu Nuți, Calotă Violeta - Câmpurile electromagnetice și efectele acestora asupra stării de sănătate, I.S.P.B, 2006
2. Goiceanu C., Contribuții la studiul influenței câmpurilor electromagnetice asupra sistemelor biologice, Univ. Al. I. Cuza Iași, Facultatea de Fizică, martie 2003.
3. Ken K. Karipidis, Geza Benke, Malcolm R. Sim, Timo Kauppinen and Graham Giles, Occupational exposure to ionizing and non-ionizing radiation and risk of glioma, Occupational Medicine, 2007 57(7):518-524
4. World Health Organization, International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), Health issues related to the use of hand-held radiotelephones and base transmitters, Health Physics, Vol.70, No.4, pp 587-593, 1996. (pdf - 1307 KB), <http://www.icnirp.org>
5. Health effects from radiofrequency electromagnetic fields – Report of an Independent Advisory Group on Non-Ionising Radiation, 2003
6. HOTĂRÂRE nr. 1136 din 30 august 2006 privind cerințele minime de securitate și sănătate referitoare la expunerea lucrătorilor la riscuri generate de câmpuri electromagnetice
7. <http://www.icnirp.de/what.htm>
8. <http://www.bioone.org/bioone/7587&volume=162&issue=02&page=0219>
9. <http://www.acero.ro/bul8.pdf>
10. <http://wpcontent.answers.com>
11. <http://images.google.ro>

În ansamblu, studiile epidemiologice nu au găsit date care să susțină convingător ipoteza conform căreia există un risc crescut de incidență a tumorilor cerebrale, a leucemiei sau a altor cancere în corelație cu folosirea telefoanelor mobile. Aceste studii nu se pot pronunța, însă, în privința riscului folosirii pe termen lung a telefoanelor mobile și a expunerii zilnice sau cumulative la nivele înalte de radiație sau a apariției unor tipuri rare de tumori.

În contextul existenței acestei incertitudini științifice privind efectele expunerii la câmpuri electromagnetice, se recomandă adoptarea principiului de precauție prin implementarea unor măsuri administrative, de exemplu, amplasarea antenelor de telefonie mobilă la distanță de zonele în care se desfășoară activități cu copii sau persoane bolnave, interzicerea utilizării telefoanelor mobile de către copii cu vârsta mai mică de 16 ani, informarea și formarea populației, în speță urmărirea stării de sănătate, mai ales de către persoanele cu risc de expunere la surse (utilizatori de perne electrice, procedee fizioterapeutice, etc.) și nu în ultimul rând susținere din partea factorilor de decizie privind dezvoltarea unei logistici adecvate de monitorizare a câmpurilor și a efectelor.

## AUTOSPECIALA PENTRU MANAGEMENTUL SPECTRULUI RADIO - ELEMENT DE BAZĂ ÎN ACTIVITATEA DE CONTROL ȘI MONITORIZARE A SPECTRULUI RADIO

**M.M. Alin PETRICĂ**

*Agenția Militară pentru Managementul Frecvențelor Radio*



Conform ITU Spectrum Monitoring Handbook, monitorizarea spectrului radio este considerată una dintre uneltele esențiale în managementul spectrului radio și are ca scop rezolvarea perturbațiilor în spectrul radioelectric, astfel încât să fie eliminate

perturbațiile apărute între stații, indiferent dacă acestea aparțin aceluiași serviciu sau aparțin unor servicii diferite. În plus trebuie spus că procesul de monitorizare nu reprezintă și nu are nicio legătură cu supravegherea radio.

În practică, monitorizarea spectrului radio este necesară deoarece spectrul folosit nu este mereu unul și același cu cel planificat. Acest lucru se datorează nu doar unui singur factor, ci unui cumul de factori: echipamentele tot mai complexe și proliferarea accelerată a sistemelor satelitare și a echipamentelor „wireless” terestre, echipamente care pot produce interferențe-calculatoarele personale și câmpurile eoliene și nu în ultimul rând acțiuni întreprinse cu rea credință.

Cele mai sus enunțate stau la baza nevoii imperative de achiziționare a unei unelte de monitorizare în Ministerul Apărării Naționale. Decizia de a achiziționa o autospecială în detrimentul altor variante a avut la bază, printre altele, una din cerințele esențiale ale sistemului militar, mobilitatea.

Autospeciala pentru managementul spectrului radio a intrat în dotarea Centrului pentru managementul spectrului radio din cadrul Centrului 48 comunicații și informatică strategică/Comandamentul Comunicațiilor și Informaticii din luna iulie 2015 produs integrat și livrat de **Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG**, Munchen, Germania.



Autospeciala pentru managementul frecvențelor radio are în componența sa echipamente de ultimă generație, fapt ce îi permite realizarea unui management eficient al resurselor de spectru aflate în gestionarea Ministerului Apărării Naționale prin:

- cunoașterea situației electromagnetice reale, pe zone de interes;
- efectuarea de măsurători și verificări pentru compararea valorilor identificate cu parametri tehnici ai echipamentelor radioelectrice din dotarea MAPN și realizării de studii specifice;
- realizarea de măsurători detaliate în sprijinul asigurării compatibilității electromagnetice a echipamentelor radioelectrice din dotarea MAPN și realizării de studii specifice;
- verificarea respectării condițiilor stabilite prin avizele de compatibilitate acordate operatorilor civili de radiocomunicații, în conformitate cu legislația națională în vigoare.
- realizarea căutării, localizării și identificării semnalelor radio în benzile

VLF/LF/MF/HF/VHF/UHF/SHF (9 kHz-26.5 GHz), precum și a localizării semnalelor radio în benzile VHF/UHF (20 MHz - 3 GHz) pentru detecția și analiza emisiilor radio intenționate sau neintenționate, în scopul utilizării eficiente a spectrului radio gestionat de MAPN.

Furnizorul Rohde & Schwarz a instalat echipamentele pe o mașină **VOLKSWAGEN CRAFTER** pentru a îndeplini următoarele cerințe funcționale:

- catargul telescopic este prevăzut în interiorul dubei, cu acționare electrică sau hidraulică, ridicare prin plafonul autostației;
- este prevăzut cu o platformă deasupra plafonului autostației, pentru posibilitatea montării antenelor pe catarg precum și a fiderilor;
- antena pentru detectare și localizare surse de interferențe este mascată în plafon (interior);
- posibilitatea deplasării autostației în condiții de teren mediu frământat.

**Echipamentele** care echipează autospeciala de monitorizare sunt următoarele:

- Receptor digital de bandă largă (R&S® ESMD, cu opțiunile ESMD-HF, ESMD-SHF și ESMD-DF) - 9 kHz - 26 GHz;
- Unitate de control al antenelor- R&S® GB127x;
- Antenă activă R&S® HE010- 9kHz-80MHz;
- Antenă pasivă R&S® HL033- 80MHz-2000MHz;
- Antenă de bandă largă log-periodică R&S® HL040 - 400 MHz - 3,6 GHz;
- Antenă log-periodică încrucișată R&S® HL050S7 -850 MHz - 26,5 GHz;
- Antenă omnidirecțională R&S® HE 600 – 20MHz-8GHz;
- Antenă R&S® HL026AX - 25 MHz to 500 MHz;
- Radioreleu- echipamente de comunicații material client: radioreleu RF-7800W (cu antenă omnidirecțională) pentru legătura de bază voce și date;
- TETRA varianta mobilă pentru legătura de serviciu voce, interfața 3G/4G.

**Soft-urile** care se regăsesc în cadrul autospeciala sunt:

- **R&S®TPA** este un soft care oferă unelte, măsurători, vizualizări și analiză a semnalelor în impuls, precum și a semnalelor radar;

- **R&S®CA100** este un utilitar de sine stătător care analizează, demodulează și decodează semnale IF analogice și digitale;
- **ARGUS** este principalul soft care se utilizează și combină puterile unelte de monitorizare a spectrului cu ușurința utilizării.



Printre funcțiile care vor putea fi îndeplinite de sistemul **ARGUS**, se pot enumera:

- Supravegherea spectrului radioelectric în bandă largă și îngustă, cu evidențierea surselor radio cunoscute sau nou apărute;
  - Sistemul permite utilizatorului determinarea surselor de interferență care afectează funcționarea normală a emițătorilor autorizați sau care poluează mediul electromagnetic;
  - Sistemul va asigura informațiile și metodele tehnice necesare utilizatorului pentru efectuarea unor determinări statistice, cum ar fi ocupanța spectrului radio în funcție de diferiți parametri (frecvență/timp, putere/timp, putere/frecvență, ocupanța pe canal etc.) precum și determinări spațiale cum ar fi trasarea zonei de serviciu a unei surse radio;
  - Aplicația permite afișarea pe hartă a rezultatelor DF, utilizând aplicația **MapView**, care este compatibilă cu aplicația GIS a beneficiarului.
- Pachetul de software **ARGUS** este securizat împotriva utilizării nelicențiate prin cheie hard. Accesul la diferitele nivele este ierarhizat și protejat la acces neautorizat prin folosirea unui concept specific de securitate ce

conține, pe lângă protecția prin parolare specifică Windows, patru arii de securitate:

- Securitate prin drepturi speciale de acces la fișiere;
- Securitate prin definirea de grupuri de utilizatori cu acces la fișiere;
- Utilizarea conceptului de clasă de utilizatori ce are alocate anumite drepturi de acces;
- Protecție prin parolare.

Pachetul **ARGUS** instalat pe stația de lucru conține o bază de date de tip SQL, care permite înscrierea datelor măsurătorilor, extragerea acestora în vederea procesării ulterioare, filtrări după diferite criterii, transferuri de date, etc.

În cadrul bazei de date se pot înregistra:

- Rezultatele măsurătorilor (frecvență, nivel, intensitate, câmp);
- Caracteristici de semnal (lățime de bandă, parametri de modulație);
- Rezultate gonio (LOB sau poziție);
- Rezultate statistice (ocupanța în frecvență, timp, frecvența de apariție, etc);
- Setul de parametri cu care s-au efectuat măsurătorile;
- Marcajul de timp (dată, timp);
- Date despre stația de monitorizare (poziție geografică, indicativ).

**Moduri de operare ale aplicației ARGUS:**

**IMM** (Interactive Measurement Mode) asigură toate facilitățile de lucru pentru monitorizarea spectrului radio de interes și realizarea de măsurători de parametri sub controlul direct al operatorului.

În vederea efectuării măsurătorilor, operatorul poate stabili parametri precum:

- frecvența sau banda de lucru, banda de IF, nivelul atenuării la intrarea de RF, starea și nivelul preamplificatorului de intrare, demodularea, tipul de detector utilizat, tipul de squelch, timpul de măsură, modul de măsură singular sau repetitiv, etc.
- **DMM**(Direct Measurement Mode) măsurătorile sunt efectuate direct cu receptorul digital de bandă largă;
- **IMM**(Interactive Measurement Mode) este folosit pentru obținerea unei imagini de ansamblu asupra spectrului, pentru analiza și identificarea emisiilor electromagnetice, pentru analiza intermodulațiilor;
- **BMM**(Bearing Measurement Mode) este utilizat pentru identificarea transmițătoarelor, pot fi controlate până la patru direcții. Rezultatele pot fi afișate pe hartă în format MapView;
- **AMM**(Automatic Measurement Mode) realizarea de măsurători cu un grafic prestabilit, fără a fi necesară prezența operatorului.

Trebuie subliniat faptul că autospeciala este un instrument care face parte dintr-un proiect extins și ambițios ce implică achiziționarea a altor două autospeciale, distribuite astfel încât să acopere întregul teritoriu național.

Informațiile furnizate de către cele trei autospeciale vor fi centralizate și analizate în cadrul Agenției Militare pentru Managementul Frecvențelor Radio de către specialiștii biroului control și monitorizare spectru radio. Prin valorificarea rezultatelor analizelor se intenționează nu doar eliminarea interferențelor asupra echipamentelor militare dar și un mai bun management al spectrului radio precum și folosirea acestor analize în vederea simulării și constituirii de modele matematice pentru unele posibile situații conflictuale sau elaborării de studii aprofundate în domeniul compatibilității electromagnetice.



## POLUAREA ELECTROMAGNETICĂ A MEDIULUI

*Plutonier major Constantin POPESCU*  
*Centrul 105 Comunicații RMNC*



Odată cu folosirea intensivă a circuitelor integrate, problema interferenței și susceptibilității electromagnetice a devenit o condiție în proiectarea unor echipamente de automatizare de înaltă fiabilitate. Prin compatibilitate electromagnetică se înțelege particularitatea unui echipament, sau a unui sistem în ansamblu, de a funcționa în condițiile unui mediu poluat electromagnetic, fără a fi perturbate intolerabil funcțiile acestuia. Interferența electromagnetică (FMI - electromagnetic interference, sau RFI - radio frequency interference) este reprezentată printr-un semnal nedorit, care este indus datorită câmpului electromagnetic poluant, semnal care poate defecta funcționarea unui echipament sau sistem.

Interferența electromagnetică poate fi definită ca o poluare electromagnetică, la fel de periculoasă ca poluarea aerului sau a apei în mediul ambiant. Fenomenul de compatibilitate electromagnetică are trei componente: sursa unui câmp electromagnetic poluant, calea de propagare și receptorul afectat, reprezentat prin echipamentul sau sistemul în funcționare normală. Sursele de zgomot electromagnetic sunt cauzate de fenomene naturale sau artificiale, ca de exemplu:

- zgomotele electrice generate de furtuni electrice, reprezintă surse naturale de zgomote electromagnetice cu frecvențe sub 10 MHz.
- zgomotele generate de radiațiile solare și zgomotele cosmice reprezintă surse naturale de zgomote cu frecvențe peste 10 MHz.
- zgomotele electrice artificiale sunt generate de activitățile umane și pot fi neintenționat sau intenționat create. Sursele neintenționat create de om sunt echipamente a

căror funcționare nu are ca scop emisia de câmpuri electromagnetice, precum calculatoarele electronice, motoarele electrice, echipamentele cu releu cu contacte, tuburi fluorescente, sudura cu arc, motoarele cu autoaprindere, cablurile TV etc. Sursele de poluare electromagnetică intenționat create de activitățile umane sunt acele echipamente a căror funcționare normală constă în emisia de semnale electromagnetice, ca de exemplu echipamente radar, radiouri mobile, echipamente cu modulare în frecvență sau amplitudine etc.

Important în poluarea electromagnetică este mecanismul de cuplare între sursă și receptor, care poate fi prin radiație sau prin conducție. Cuplarea prin radiație se face prin intermediul câmpului electromagnetic între sursă și receptor ca între două aparate, ca de exemplu un pistol de lipit în contact manual și cu transformator poate afecta prin impulsurile câmpului electromagnetic un calculator. Cuplarea prin conducție între două aparate se face prin firele rețelei de alimentare, prin firul comun de împământare al echipamentelor, etc.

De exemplu, cuplând la aceeași rețea de alimentare un calculator și un termostat pentru încălzirea unui volum, conectarea/deconectarea automată a rezistenței de încălzire a termostatului provoacă variații ale tensiunii de alimentare a rețelei care influențează aparatele conectate la aceeași rețea de alimentare. Poluarea electromagnetică, adică operația unor tensiuni parazite în circuitele electrice, poate fi nu numai între două aparate, ci și în cadrul aceluiași aparat. De exemplu, poluarea prin conducție apare în cadrul unui aparat în care funcționarea unui etaj de putere în impulsuri poate provoca variații (căderi) ale tensiunii de alimentare, ceea ce poate influența (prin conducție) alte etaje ale aparatului respectiv. Poluarea prin inducție în cadrul unui aparat poate apărea atunci când de exemplu variații ale unui semnal electric provoacă, datorită câmpului magnetic propriu, semnale în alte circuite ale aparatului.

Interferența electromagnetică poate

apare și între echipamente de calcul, atât prin inducție (prin sursa de alimentare în c.a.) cât și prin conducție (prin câmpul electromagnetic creat de funcționarea unui calculator). Pentru a studia interferența electromagnetică sunt necesare teste, prin care se măsoară amplitudinea și frecvența semnalului nedorit, indus de sursa poluantă în aparatul supus testării. Aceste măsurări se fac cu analizoare spectrale.

Pentru a reduce semnalele parazite care apar prin inducție de la sursa poluantă se folosesc ecrane electrice între sursă și aparatul testat. Pentru a reduce semnalele parazite care apar prin conducție între sursa poluantă și aparatul testat, se folosesc filtre electrice pe tensiunile de alimentare. De exemplu, în acest scop, la aparatele cu circuite integrate, circuitul imprimat este astfel realizat încât barele de alimentare (+, -) să fie suprapuse pe suprafețe cât mai mari, ceea ce formează de fapt un condensator electric cu rol de filtrare.

În prezent, datorită apariției a numeroase surse poluante, problema compatibilității electromagnetice este deosebit de actuală, existând instituții de specialitate care se ocupă cu elaborarea de standarde și recomandări în acest domeniu. La nivel internațional, există organizații de standardizare, specializate pe anumite domenii de aplicație, ca de exemplu:

- ISO - în domenii largi (mecanic, electric etc.)
- IEC, CISPR - în domeniul electrotehnic, electronic
- CCITT - în domeniul telecomunicațiilor
- CCIR - în comunicații radio

În prezent există și agenții naționale, care de exemplu preiau recomandările de la CISPR (International Special Committee on Radio Interference). Prin aceste standarde se stabilește nivelul acceptabil de interferență (de susceptibilitate) electromagnetică pentru diferite surse poluante și diverse echipamente influențate prin poluare electromagnetică. În domeniul aparaturii de automatizare cel mai important organism internațional este IEC (International Electrotechnical Commission). Acest organism are comitete pe diferite domenii, ca de exemplu:

- TC 77 - Compatibilitate electromagnetică între echipamente electrice, inclusiv rețele;
- TC 65 - Măsurări industriale și conducerea proceselor.

În țara noastră, Institutul Român de Standardizare și Mărci are ca preocupare principală coordonarea lucrărilor de cercetare și de adaptare a recomandărilor și regulamentelor internaționale în domeniul standardelor, inclusiv în domeniul compatibilității electromagnetice.

## SALTUL DE FRECVENȚĂ O INVENȚIE CU IZ HOLLYWOODIAN

*Locotenent-colonel Cătălin DASCĂLU**Comandamentul Comunicațiilor și Informaticii*

Ideea saltului de frecvență presupune, în principiu, că semnalul modulat de bandă îngustă este transmis pe o purtătoare a cărei frecvență se schimbă la intervale constante de timp, luând valori dintr-un set finit de valori

posibile (hopset), după un cod pseudo-aleator de control.

Simbol al femeii fatale în filmul hollywoodian al anilor 1930-1950, cunoscută, la apogeul carierei sale în 1940, ca cea mai frumoasă femeie din lume, **Hedy Lamarr** a fost cea care a avut pentru prima oară ideea utilizării saltului de frecvență în comunicații.



Hedy Lamarr

Hedy Lamarr, în realitate *Hedwig Eva Maria Kiesler*, s-a născut în Viena, pe 9 noiembrie 1914. Ca adolescentă, a urmat cursuri de actorie, datorită cărora a intrat rapid în lumea filmului. Ca toate vedetele de cinema, a debutat în pelicule lipsite de importanță. Totuși, cea în care a jucat la 17 ani a făcut-o vedetă internațională ... una controversată însă. În filmul ceh *Ecstasy*, realizat în 1933, Hedy a jucat o

scenă de dragoste fierbinte și a înotat complet goală într-o secvență de 10 minute. Pentru vremea respectivă, scena a fost considerată inacceptabilă, filmul fiind acuzat de indecență și oprit de la difuzare în Statele Unite timp de mai mulți ani.

În același an, 1933, părinții i-au aranjat mariajul cu un fabricant de armament austriac, Friedrich Mandl. Ca furnizor de arme atât pentru Germania, cât și pentru Italia, Mandl a participat la sute de dineuri cu oameni de teapa lui Hitler și Mussolini. Și ce-ar fi însemnat un dineu de afaceri fără superba și totodată celebra lui soție, care să-i impresioneze pe acești cumpărători de arme?

Privind lucrurile din afară, lui Hedy nu-i lipsea nimic. Era căsătorită cu unul dintre cei mai bogați bărbați din Europa. Locuia în faimosul castel Salzburg, unde s-a filmat „*Sunetul muzicii*”. În plus îmbrăcăminte de lux, bijuterii, servitori, mașini. Dar, cu toate acestea, viața ei era departe de a fi una ideală. Pentru Mandl, Hedy devenise mai degrabă un trofeu decât o soție. O controla în permanență<sup>8</sup>.

După patru ani de căsnicie, Hedy n-a mai suportat și s-a hotărât să fugă. După o primă tentativă nereușită, și-a adormit camerista cu somnifere, s-a îmbrăcat în uniforma ei și a fugit pe ușa de serviciu.

A ajuns la Londra și de acolo în Statele Unite. Pe timpul călătoriei, la bordul vasului „Normandia”, a semnat un contract cu Louis B. Mayer de la *Metro Goldwyn Mayer*. A insistat să-și schimbe numele, pentru a evita controversele legate de filmul *Ecstasy*, devenind astfel *Hedy Lamarr*. *Metro Goldwyn Mayer* a declarat-o imediat cea mai frumoasă femeie din lume și a așezat-o rapid în rândul celor mai fascinante femei.

La Hollywood, ea a jucat invariabil seducătoarea plină de farmec de origini exotice.

A avut ca parteneri de film unii din cei mai populari bărbați ai epocii: *Clark Gable*, *Spencer Tracy*, *John Garfield*, *Robert Young*,

<sup>8</sup> *Hedy Lamarr - Povestea unei inventatoare de la Hollywood*, pe <http://frumoasaverde.blogspot.ro/2013/11/povestea-unei-inventatoare-de-la.html>

James Stewart și alții.

În vara anului 1940, Hedy l-a cunoscut pe compozitorul *George Antheil*, cunoscut pe plan internațional pentru muzica lui mecanică, de avangardă.

Într-o discuție între cei doi, au ajuns să discute despre războiul iminent și despre torpile. Hedy i-a expus o idee a ei despre cum se pot controla torpile prin unde radio.

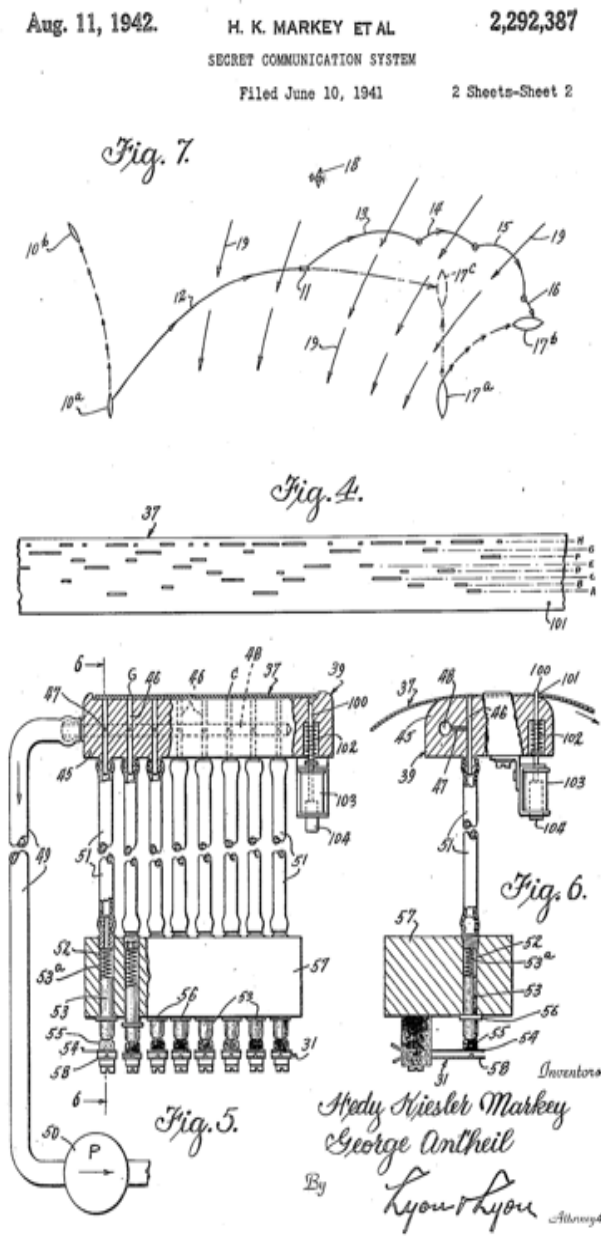
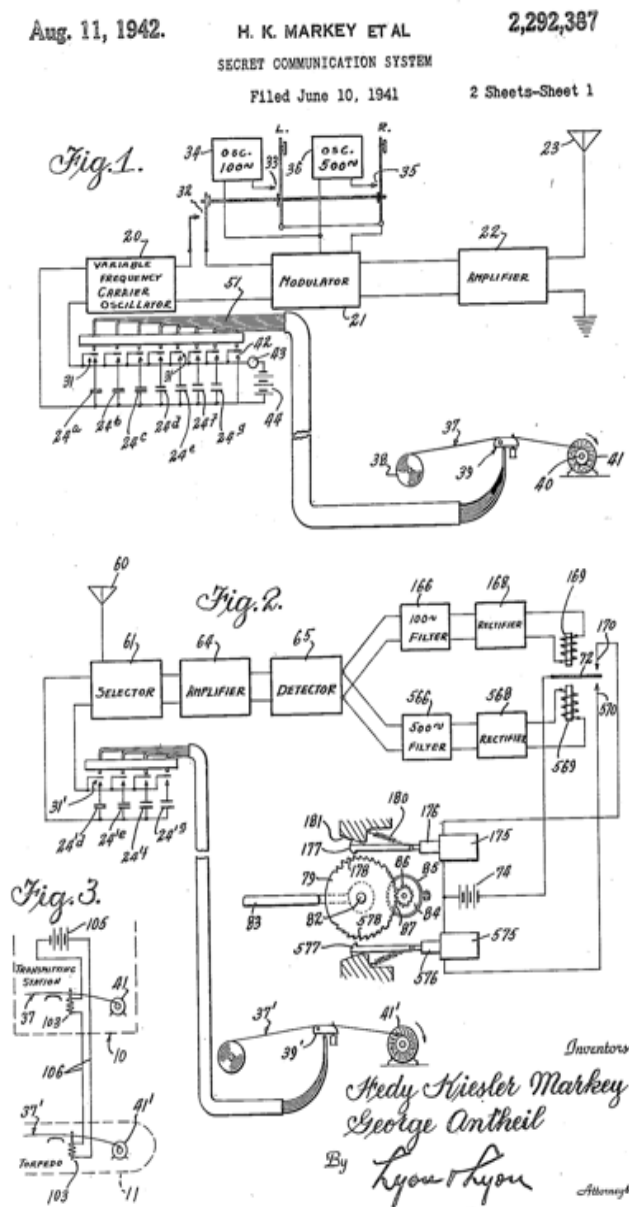
La vremea aceea, controlul prin radio a torpilelor a părut o idee excelentă, dar nepractică, deoarece era suficient ca nava țintă să bruiască frecvența pe care opera torpila, pentru ca proiectilul să rateze.

Ideea lui Hedy a pornit de la sunetele pianului lui Antheil, ce însemnau frecvențe

diferite ce se succedau după o partitură bine definită. Antheil a propus folosirea de cilindri de pian perforați pentru a menține sincronizate emițătorul radio și receptorul torpilei.

Lui Lamarr și lui Antheil le-au trebuit mai multe luni pentru a pune la punct detaliile invenției lor. În decembrie 1940 au trimis o descriere „*Consiliului național al inventatorului*”. Cu sprijinul președintelui Consiliului, Charles Kettering, au îmbunătățit invenția.

Astfel, la data de **11 august 1942**, în Statele Unite a fost înregistrat **Patentul nr. 2.292.387 pentru „Sistemul secret de comunicații”** pe numele ei de căsătorie de atunci, Hedy Kiesler Markey.



Brevetul specifică faptul că invenția se referă, în general, la sistemele de comunicații secrete, care implică utilizarea undelor purtătoare de frecvențe diferite utilizate mai ales în telecomanda torpilelor dirijate. Invenția furnizează o metodă de comunicare secretă, relativ simplă și fiabilă în funcționare, dar în același timp dificil de descoperit sau descifrat.

Pe scurt, sistemul are o pereche de înregistrări sincrone, unul la stația de emisie și unul la stația de recepție, care schimbă frecvențele de emisie/recepție în același timp, astfel că inamicului îi este imposibil de a determina pe ce frecvență va fi trimis un impuls de control.

Brevetul prezintă schemele emițătorului (fig. 1 din brevet), a receptorului (fig. 2), circuitele de pornire sincronă a motoarelor roților perforate la emițător și receptor (fig. 3), secțiunea unei benzi perforate cu frecvențele de salt (fig. 4), secțiuni prin cititoarele de benzi (fig. 5 și 6) și itinerarul torpilelor ce poate fi modificat (fig. 7).

Din păcate, Marina militară a declarat mecanismul prea incomod și a aruncat ideea într-un sertar. Conceptul saltului de frecvență era mult prea avansat pentru vremea aceea. Cu tehnologia tuburilor electronice, receptorul radio împreună cu celelalte dispozitive anexe ar fi fost, probabil, cât torpila însăși.

Generalii americani care au ignorat ideea, uluiți probabil că un star de cinema de la Hollywood le spune ce să facă, i-au transmis că cea mai bună contribuție pe care ar putea-o face la efortul de război este de a da un sărut pentru fiecare persoană care cumpără obligațiuni de război. Acest lucru l-a și făcut: într-o singură seară a vândut obligațiuni în valoare de 6.000.000 \$<sup>9</sup>.

Totuși, ideea saltului de frecvență nu a fost dată uitării. În 1957, *Sylvania Electronics Systems Division*, cu sediul în Buffalo, New York a utilizat electronica bazată pe tranzistori pentru a pune în practică scopul pe care Lamarr și Antheil voiau să-l atingă cu ani înainte.

În 1962, la 3 ani după ce patentul Lamarr-Antheil a expirat, conceptul saltului de frecvență a fost folosit de guvernul SUA în sistemul de comunicații plasat la bordul vaselor trimise la blocada asupra Cubei.

În prezent, conceptul de salt de frecvență sau spectru împrăștiat este utilizat pe scară largă în comunicațiile wireless atât în rețelele militare, cât și civile – telefonie mobilă, transmisii fără fir prin internet ș.a.

Hedy Lamarr n-a câștigat niciodată vreun ban din invenția ei, de care mulți alții au profitat din plin. Pe 12 martie 1997 a fost, în sfârșit, onorată de fundația *Electronic Frontier* pentru importanta ei contribuție la progresul științei. La festivitate a fost prezent fiul ei, Anthony Loder, care a acceptat distincția în numele mamei sale.

Hedy Lamarr a trecut în neființă pe 19 ianuarie 2000 în casa ei din Casselberry, Florida.

După doi ani, în 2002, revista *Electronic Design* o include în al său *Hall of Fame*, împreună cu alți 57 pionieri ai electronicii – Thomas Edison, Guglielmo Marconi, Nikola Tesla ș.a.

În sfârșit, Hedy Lamarr a mai rămas în istorie cu ceva, și anume cu afirmația: „**Orice fată poate fi fermecătoare. Tot ce trebuie să facă este să stea nemișcată și să pară proastă**”.

<sup>9</sup> Seymour Morris Jr., *Forgotten by History*, în *American History Revised: 200 Startling Facts That Never Made It into the textbooks*, BROADWAY BOOKS, New York, 2010

## SCURT ISTORIC AL DESCOPERIRII ȘI DEZVOLTĂRII COMUNICAȚIILOR RADIO

**Maior Cătălin GHERGHEL**

*Centrul 42 Comunicații și Informatică de Sprijin*



Una din cele mai fascinante aplicații a energiei electrice constă în generarea undelor invizibile de energie, și anume a undelor electromagnetice.

Descoperirea accidentală de către Hans Christian Oersted (1777 – 1851) a

electromagnetismului a făcut ca în lumea științifică să se nască curiozitatea de a se găsi legătura dintre electricitate și magnetism.

~//~

Fizicianul german Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894) a clarificat și a extins cercetările cu privire la teoria electromagnetică a luminii.



Heinrich Rudolf Hertz a fost primul cercetător care a demonstrat existența undelor electromagnetice, folosindu-se de instrumente pentru a transmite și primi impulsuri radio. Experimentele sale au condus la dezvoltarea tehnologiilor de comunicații fără fir.

Hertz a descoperit cu ajutorul primului oscilator existența undelor electromagnetice. El a dovedit că acestea sunt identice și se deplasează

cu viteza undelor luminii. Unitatea frecvenței, Hertz, îi poartă numele.

~//~

Existența undelor radio a fost făcută cunoscută publicului larg în special de către Guglielmo Marconi (1874-1937), un inventator italian care activa în Anglia.



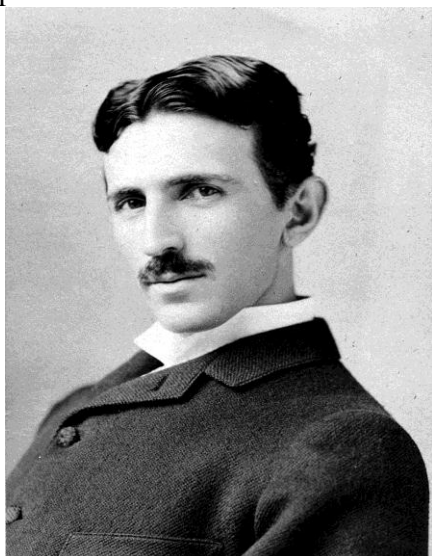
Prima transmisie radio din istorie a fost realizată de Guglielmo Marconi în 1894. Semnalele radio emise atunci s-au propagat în spațiul cosmic, cu viteza luminii, pentru mai bine de 115 de ani. Undele radio transmise atunci au trecut prin dreptul lui Sirius în 1903, pe lângă Vega în 1919 și dincolo de steaua Regulus în 1971. În prezent, semnalul a trecut deja pe lângă mai bine de 1,000 de stele. Orice posibilă ființă inteligentă care locuiește pe o planetă ce orbitează în jurul vreuneia din cele mai bine de 1000 de stele și care posedă un receptor foarte bun ar fi putut să recepționeze semnalul emis de Marconi, aflând astfel de existența Pământului și a speciei umane.

~//~

Fizicianul croat Nikola Tesla (1856-1943) a contribuit în mod esențial, pe lângă alți câțiva inventatori, la crearea primului aparat radio (precum și la alte multe invenții din domeniul electrotehnicii).

El a construit un sistem care putea transmite și primi semnale radio de la o distanță

de aproape 3 km. În 1895 a trimis un semnal radio pentru prima dată



Nikola Tesla a început în 1900 construcția primei stații de emisie de radio, dar din lipsă de fonduri a abandonat ideea. Totuși, el este considerat inventatorul ideii de stații radio cu emisiuni.

În 1907, el a recepționat prima dată un semnal radio din Canada, și anume semnul „x” din Codul Morse.

### International Morse Code

1. The length of a dot is one unit.
2. A dash is three units.
3. The space between parts of the same letter is one unit.
4. The space between letters is three units.
5. The space between words is seven units.

A ● ■	U ● ● ■
B ■ ● ● ●	V ● ● ● ■
C ■ ● ■ ●	W ● ■ ■
D ■ ● ●	X ■ ● ● ■
E ●	Y ■ ● ■ ■
F ● ● ■ ●	Z ■ ■ ● ●
G ■ ■ ●	
H ● ● ● ●	
I ● ●	
J ● ■ ■ ■	
K ■ ● ■ ■	1 ● ■ ■ ■ ■
L ● ■ ● ●	2 ● ● ■ ■ ■
M ■ ■	3 ● ● ● ■ ■
N ■ ●	4 ● ● ● ● ■
O ■ ■ ■ ■	5 ● ● ● ● ●
P ● ■ ■ ■ ●	6 ■ ● ● ● ●
Q ■ ■ ■ ● ■	7 ■ ■ ■ ● ● ●
R ● ■ ■ ●	8 ■ ■ ■ ■ ● ●
S ● ● ●	9 ■ ■ ■ ■ ■ ●
T ■	0 ■ ■ ■ ■ ■ ■

Un tabel (publicat în 1922) al codului Morse pentru litere și cifre.

Odată cu aceasta a început să se dezvolte telegrafia fără fir și folosirea codului Morse, care au fost foarte importante mai ales pentru comunicarea între nave în cazul unor dezastre pe mare.

~//~

Un alt pionier, care a contribuit la dezvoltarea radioului, a fost fizicianul rus Aleksandr Stepanovici Popov (1859–1905), care a construit primul receptor radio și a realizat primele recepții sistematice.



Fizicianului rus i se atribuie inventarea antenei radio.

~//~

Primul care a transmis un mesaj vocal prin undele radio a fost fizicianul canadiano-american Reginald Aubrey Fessenden (1866–1932), care inventează aparatul de radio cu modulare de amplitudine (AM).



Cu ajutorul lui transmite muzică și voci pentru prima oară în 1906, într-o primă emisiune. Până în acel moment, prin undele radio se transmisese doar semnale Morse.

În zilele noastre, spectrul de frecvențe radio (spectrul radio) reprezintă acea porțiune a

spectrului electromagnetic ce cuprinde undele radio ale căror frecvențe sunt cuprinse între 9 kHz și 3000 GHz.

Conform Regulamentului radio-comunicațiilor al UIT, spectrul de frecvențe radio se împarte în nouă game de frecvențe:

- **VLF** - de la 3 kHz la 30 kHz (frecvențe foarte joase)
- **LF** - de la 30 kHz la 300 kHz (frecvențe joase),
- **MF** - de la 300 kHz la 3000 kHz (3 MHz) (frecvențe medii),
- **HF** - de la 3 MHz la 30 MHz (frecvențe înalte),
- **VHF** - de la 30 MHz la 300 MHz (frecvențe foarte înalte),
- **UHF** - de la 300 MHz la 3000 MHz (3 GHz) (frecvențe ultra înalte),
- **SHF** - de la 3 GHz la 30 GHz (frecvențe super înalte),
- **EHF** - de la 30 GHz la 300 GHz (frecvențe extra înalte),
- de la 300 GHz la 3000 GHz.

~//~

Profesorul Gheorghe Cartianu-Popescu (1907-1982) – creatorul școlii românești de radiotehnică și comunicații – a fost un respectat profesor universitar, cercetător de scară internațională, inventator și membru al Academiei Române. Fiind specializat în radiocomunicații, el a realizat primele sisteme românești de emisie cu care s-au efectuat primele emisii experimentale pe unde metrice în România. A avut multe lucrări de cercetare în domeniul modulației de frecvență, principiu folosit mai târziu la scară mondială. El a contribuit decisiv și la organizarea și dezvoltarea radiocomunicațiilor românești.



S-a născut în comuna Borca, o localitate pitorească din județul Neamț. Începe cursurile școlii primare în comuna natală și le termină în comuna Dubrovăț, jud. Iași, unde tatăl său fusese mutat în interes de serviciu. În 1918, tatăl său este mutat din nou în interes de serviciu la Bacău, unde tânărul Gheorghe Cartianu va urma cursurile liceului din localitate până la absolvire (1926). În același an devine student la Facultatea de Electrotehnică (Politehnica din București). În paralel cu studiile la Politehnică urmează și Facultatea de Matematică, la Universitatea din București. În 1932, Gheorghe Cartianu obține titlul de diplomat inginer al Școlii Politehnice din București, Secția electrotehnică. În anul 1968 obține titlul de doctor inginer cu lucrarea "Modulația de frecvență", iar în 1970 devine doctor docent.

Din anul 1933, inginerul Gh. Cartianu este angajat de Societatea de Radiodifuziune pentru a lucra la Studioul București și la stația de emisie Otopeni. Un an mai târziu, în 1934, este solicitat de profesorul Ernest Abason să preia postul de asistent la cursurile de matematici speciale și geometrie descriptivă în Școala Politehnică. În același timp, prof. Tudor Tănăsescu îl solicită și ca asistent la cursul nou înființat de radiotelecomunicații.

În anul 1937 renunță la postul de la Societatea de Radiodifuziune și rămâne ca asistent la Catedra de Radiocomunicații, dedicându-se cu pasiune cercetării, proiectând și realizând numeroase instalații. În 1940 publică o serie de articole privind stabilitatea sistemelor electrice liniare și neliniare, prin care a formulat noul criteriu de stabilitate, cunoscut sub numele de „Criteriul Cartianu-Loewe”. În același an a devenit colaboratorul unor reviste ca: L’Onde Electrique, Electronics Letters, Annales des electrocommunication.

Rezultatele cercetărilor sale au fost publicate în reviste românești ca: Telecomunicații, Buletinul Institutului Politehnic din București, Memorii și Monografiile ale Academiei Române.

Continuând activitatea didactică, în anul 1948 este avansat conferențiar la Catedra de radiocomunicații și predă disciplinele linii și antene, aparate și instalații de radiotehnică și electricitate. În 1949 realizează prima legătură cu radiorelee din țară, între studiourile din București și stația de emisie Tâncăbești, utilizând o stație de emisie de concepție proprie. În anul 1951 construiește o instalație originală cu care



efectuează emisiuni și recepții pe unde ultracurte cu modulație de frecvență, demonstrând superioritatea acestora față de modulația de amplitudine. În 1952 este numit șef al Catedrei de radiocomunicații și predă cursul de bazele radiotehnicii. În anul 1963 este ales membru corespondent al Academiei.

#### Lucrări semnificative publicate:

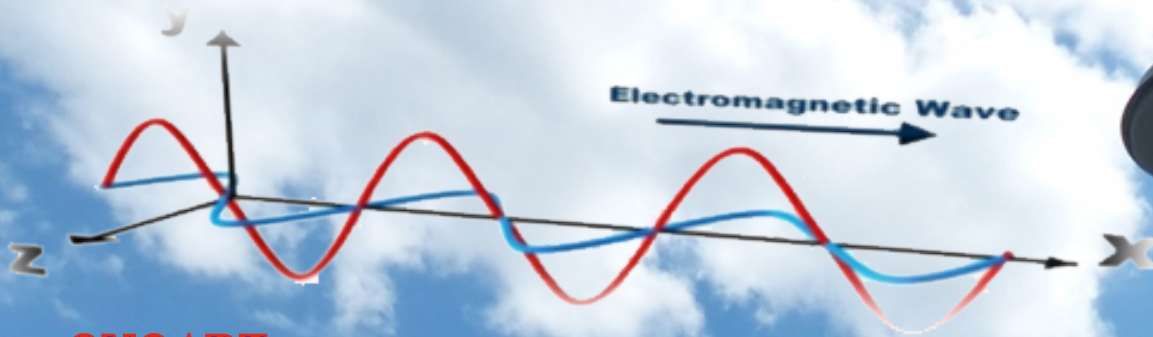
Modulația de frecvență (1958)  
Bazele radiotehnicii (1962),  
Analiza și sinteza circuitelor electrice (1972),  
Sinteza în domeniul frecvență (1974).

#### **Știați că:**

- ✓ Undele radio au cea mai mare lungime de undă și transportă cea mai puțină energie dintre toate componentele spectrului electromagnetic.
- ✓ Oamenii de știință au nevoie de antene uriașe pentru a detecta semnalele radio slabe, de lungimi mari de undă, undele radioelectrice provenind din spațiul cosmic. De pildă, enorma antenă concavă a observatorului de la Arecibo (Puerto Rico) măsoară 305 metri în diametru, adică aproximativ cât 3 terenuri de fotbal.
- ✓ Multe dintre marile descoperiri din astronomie au fost posibile datorită existenței undelor radio. Pulsarii, existența norilor giganti de plasmă extrem de fierbinte, care sunt printre cele mai mari obiecte din Univers, și quasarii, toate au fost descoperite folosind undele radio.
- ✓ Apa sărată a mării și oceanelor este un bun conductor electric, însă blochează radiațiile electromagnetice.
- ✓ Bluetooth comunică prin unde radio cu o frecvență de aproximativ 2,45 GHz.
- ✓ Primul concept de telecomandă vine din anul 1898 și a fost realizat de Nikola Tesla, care deținea și un patent al noii sale invenții, numind-o pe atunci teleautomaton. Aceasta acționa cu ajutorul undelor radio și controla o barcă.
- ✓ O foarte mică porțiune a spectrului electromagnetic, cea caracterizată de lungimi de undă cuprinse între 380 și 700 de nanometri, este accesibilă ochiului uman.

#### **Bibliografie:**

- <http://www.enational.ro/old/video-vezi-ce-a-descoperit-heinrich-rudolf-hertz-130828.html/>
- <https://ro.wikipedia.org/wiki/Radio>
- [https://ro.wikipedia.org/wiki/Guglielmo\\_Marconi](https://ro.wikipedia.org/wiki/Guglielmo_Marconi)
- [https://ro.wikipedia.org/wiki/Nikola\\_Tesla](https://ro.wikipedia.org/wiki/Nikola_Tesla)
- <http://acum.tv/articol/36736/>
- <http://transilvaniareporter.ro/esential/istoria-undelor-cum-s-a-dezvoltat-cel-mai-popular-mijloc-de-comunicare/>
- <http://www.scientia.ro/tehnologie/cum-functioneaza-lucrurile/1164-spectrul-electromagnetic>
- <http://romanidinromania.ro/inventii/gheorghe-cartianu-popescu.html>
- [http://www.agir.ro/univers-ingineresc/numar-22-2008/gheorghe-cartianu-popescu-1907-%E2%80%93-1982-membru-corespondent-al-academiei-rom%C3%A2ne-profesor-universitar-emerit-specialist-de-reputaie-internaional-%C3%AEn-domeniul-radiocomuniciilor\\_2262.html](http://www.agir.ro/univers-ingineresc/numar-22-2008/gheorghe-cartianu-popescu-1907-%E2%80%93-1982-membru-corespondent-al-academiei-rom%C3%A2ne-profesor-universitar-emerit-specialist-de-reputaie-internaional-%C3%AEn-domeniul-radiocomuniciilor_2262.html)
- <http://www.ipedia.ro/gheorghe-cartianu-591>



**ONORE,**

**RESPONSABILITATE,**

**PROFESIONALISM**



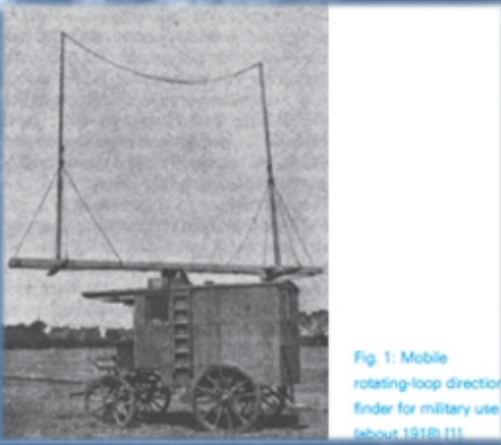


Fig 1: Mobile rotating-loop direction finder for military use (about 1918!!!)



## PROPAGARE FĂRĂ INTERFERENȚE!

