

**REZULTATELE ACTIVITĂȚILOR DE CERCETARE – DEZVOLTARE
DESFĂȘURATE ÎN CADRUL TEZEI DE DOCTORAT CU TITLUL**

**"Analiza radiațiilor electromagnetice
produse de sistemele electronice
în vederea evaluării și modelării protecției TEMPEST a acestora"**

AUTOR Ing. ENACHE MIHAI		ÎNDRUMĂTOR Prof. univ. dr. ing. NICOLAESCU IOAN			
DOMENIU DE DOCTORAT Inginerie electronică și telecomunicații					
Data înmatriculării	01.10.2013	Data susținerii publice	22.09.2022	Data confirmării	
REZULTATELE ACTIVITĂȚII DE CERCETARE-DEZVOLTARE					
DENUMIRE REZULTAT					
CATEGORIA REZULTATULUI	Rezultat final		DETALIERE CARACTERISTICI ALE REZULTATULUI FINAL		
documentații, studii, lucrări	Da		1. Dezvoltarea unei metode integrate de evaluare TEMPEST, prin: - întocmirea unei sinteze documentate și aprofundate referitoare la stadiul actual, în domeniul TEMPEST/EMSEC (Emission Security – Securitatea Emisiilor), privind metodele de analiză, evaluare și control al nivelului radiațiilor electromagnetice (REM) din perspectiva existenței riscurilor de compromitere a informațiilor clasificate. - definirea și prezentarea/elaborarea unei strategii (procedură) de analiză a REM produse de echipamentele din domeniul Tehnologiei Informațiilor și Comunicații (TIC). - efectuarea de cercetări experimentale, având ca referință un spectru reprezentativ de echipamente supuse testelor (EUT) din domeniul TIC, pentru determinarea valorilor maxime ale intensității câmpului electromagnetic și a nivelului atenuării electromagnetice pentru suprimarea/reducerea nivelului emisiilor electromagnetice compromițătoare (EEC). - identificarea interfețelor fizice/zonelor/elementele cu puternic impact în producerea EEC de niveluri apreciable, având un risc mare privind asigurarea protecției informațiilor clasificate.		
planuri, scheme	Da				
tehnologii	Da				
procedee, metode	Da				
produse informatice	Da				
rețete, formule	-				
obiecte fizice / produse	-				
brevet invenție / altele asemenea	-				
STADIUL DE DEZVOLTARE	soluție / model conceptual	Da			
	model experimental / funcțional	-			
	prototip	-			
	instalație pilot sau echivalent	-			
	altele (implementare în studiul securității informatice)	Da			
DOMENIUL DE CERCETARE	tehnologiile societății informaționale	Da			
	energie	-			
	mediu	-			
	sănătate	-			
	agricultură, securitatea și siguranța alimentară	-			
	biotehnologii	-			
	materiale, procese și produse inovative	Da			
	spații și securitate	Da			
	cercetări socio – economice și umaniste	-			

		<ul style="list-style-type: none"> - identificarea surselor de semnal cu risc de vulnerabilitate TEMPEST pe baza modelului amprentei de radiație a fiecărui element specific EUT-ului evaluat. - evaluarea nivelurilor maxime ale emisiilor electromagnetice radiate (dbμV/m) raportat la fondul de zgomot și nivelurilor maxime ale atenuărilor (dB) (Eficacitatea ecranării – Shielding Effectiveness - SE) ale EUT, pentru definirea cerințelor de asigurare a valorilor SE și stabilirea unei soluții tehnice de realizare a unui Sistem de Protecție TEMPEST (SPT). - cercetări și teste experimentale în scopul punerii în evidență a unui „atac” TEMPEST pe un canal creat intenționat, față de cel uzual, asupra componentelor periferice ale unui sistem de calcul care vehiculează informații clasificate. - proiectarea și realizarea unui retroreflector de radiofrecvență - RFR (pentru două domenii de frecvențe). - realizarea și configurarea unei platforme de atac TEMPEST compusă dintr-un sistem Software Defined Radio (SDR) - sistem de antene E/R - sistem informatic HW/SW, pentru punerea în evidență a riscurilor de compromitere a informațiilor clasificate și pentru validarea testelor experimentale. - realizarea unui scenariu de „atac” TEMPEST și validarea experimentală, în laborator specializat, a unui sistem de „atac” TEMPEST (bazat pe un modul electronic RFR) cu funcții de compromitere a informațiilor clasificate, generate de componente ale unui sistem informatic (SI). - testarea și evaluarea TEMPEST în mod automat a unui SI, în regim pasiv și activ (prezentarea unei soluții de platformă integrată hardware-software și algoritmi de test în regim activ), în scopul investigării parametrilor surselor de radiații/EEC și analiza performanțelor de protecție TEMPEST a EUT.
--	--	---

		<ul style="list-style-type: none"> - prezentarea schemei funcționale privind dezvoltarea unei platforme de testare TEMPEST a echipamentelor în regim automatizat, din perspectiva testelor necesare încadrării acestora în clase de protecție TEMPEST, care să includă, integrat, un sistem automat de evaluare TEMPEST (SAE-T). - prezentarea la nivel teoretic a unui algoritm nou de testare și evaluare TEMPEST cu schema logică aferentă și o nouă schemă de realizare a unei platforme de testare-evaluare TEMPEST în mod automat. <p>2. Dezvoltarea unei soluții de protecție TEMPEST, prin:</p> <ul style="list-style-type: none"> - întocmirea unei sinteze documentate și aprofundate referitoare la stadiul actual privind soluțiile de ecranare electromagnetică și principalele modalități de asigurare a cerințelor de securitate a emisiilor electromagnetice, în diferite faze de dezvoltare a echipamentelor/sistemelor electronice/informatică, pentru protecția TEMPEST a acestora. - definirea și prezentarea unei metodologii de cercetare, proiectare și execuție a unui Sistem de Protecție TEMPEST (SPT), având ca suport metode analitice și metode numerice (aplicații specializate în domeniul electromagnetismului). - efectuarea calculelor analitice privind SE (efectuate cu aplicația software Matlab) pentru alegerea tipurilor de materiale și structurilor cu proprietăți de ecranare electromagnetică, versatile, realizate din perspectiva aplicațiilor în realizarea de sisteme de protecție TEMPEST. - realizarea de calcule și reprezentări grafice ale eficacității ecranării (SE) sau intensității câmpului electric („E”), în scopul determinării performanțelor de atenuare ale tipurilor de materiale și structurilor alese, cu proprietăți de ecranare electromagnetică (EEM). - realizarea simulărilor numerice prin utilizarea aplicațiilor software de simulare
--	--	--

		<p>și modelare numerică dedicate domeniului câmpului electromagnetic pentru determinarea parametrilor materialelor cu proprietăți de EEM, utilizate în soluțiile și măsurile tehnice de realizare a ecranării electromagnetice.</p> <ul style="list-style-type: none"> - realizarea de măsurători a eficacității ecranării (SE) și parametrilor tipurilor materialelor și structurilor alese, cu proprietăți de EEM utilizate în soluțiile și măsurile tehnice de realizare a SPT la nivel de Prototip. - modelarea/simularea, utilizând aplicația software Ansys HFSS, unei microincinte de EEM pentru un sistem informatic tip desktop (SPT). - evaluarea nivelului câmpului electromagnetic în zona exterioară unui sistem de ecranare electromagnetică de structură paralelipipedică (ecran de protecție electromagnetică de tip paralelipiped - EPP) al SPT. - analiza comparativă a rezultatelor simulărilor privind influența unor soluții tehnice de asigurare a performanțelor de protecție TEMPEST și anume: <ul style="list-style-type: none"> – influența tipului de fantă/deschidere practică pe structura unui EPP, asupra performanțelor de EEM; – influența poziției de amplasare a filtrului de aerisire tip fagure pe structura EPP; – influența poziției de amplasare a panoului de conectori/interfețe de intrare/ieșire (I/O) pe structura EPP. - analiza comparativă a influenței numărului fantelor/aperturilor necesar a fi practicate la nivelul panoului de conectori/interfețe I/O, amplasat pe structura EPP și, analiza comparativă a nivelului SE în variantele de amplasare a acestui panou, pentru a asigura funcționalitățile specifice unui sistem informatic (SI) în diferite scenarii de utilizare, în mod protejat TEMPEST. - analize și simulări numerice privind comportamentul structurii metalice ușoare de suport a EPP,
--	--	--

		<p>în cazul căderilor de la diferite înălțimi, la coliziuni și impact.</p> <ul style="list-style-type: none"> - modelări numerice și simulări în programul ANSYS HFSS (<i>High Frequency Software Simulation</i>) și prin aplicația software MATLAB pentru: <ul style="list-style-type: none"> - analiza și optimizarea software a ecranelor de protecție electromagnetică (EM), pentru diferite tipuri de materiale cu greutate redusă, folosite în aplicații de protecție la EMI și aplicații EMSEC; - evaluarea eficacității ecranării –Shielding Effectiveness („SE”); - demonstrarea eficienței soluțiilor adaptive de realizare a EPP. - dezvoltarea unui Sistem de protecție TEMPEST (SPT) la nivel Prototip de cercetare, prin îmbunătățirea performanțelor TEMPEST ale unui Model Experimental al unui sistem de protecție electromagnetică (SPE) utilizând rezultatele tezei, referitor la evaluările vulnerabilităților TEMPEST a SI cuprinse în teză, calculele analitice, modelările și simulările numerice și măsurătorile privind performanțele SE ale materialelor cu proprietăți de EEM, simulările numerice efectuate pentru definirea unei soluții tehnice aplicative de realizare a EPP al SPT. SPT va asigura atât integrarea fizică și funcțională a EPP cu SI, cât și performanțele de ecranare TEMPEST ale SI. - Evidențierea avantajelor folosirii metodei noi de analiză, identificare și evaluare a vulnerabilităților TEMPEST ale echipamentelor și a soluției tehnice de realizare a unui Sistem de Protecție TEMPEST destinat unui SI. - Stabilirea unor concluzii importante teoretic și practic privind rezultatele obținute prin evaluarea sistemului de atac TEMPEST și a platformei de testare/de laborator care confirmă riscurile și vulnerabilitățile unui SI prin proceduri active de intervenție
--	--	--

			<p>asupra informațiilor clasificate prelucrate de SI.</p> <p>Stabilirea unor concluzii importante teoretic și practic referitoare la implementarea unei soluții tehnice (SPT) scalabilă, modulară și ergonomică, destinată reducerii EEC aferente unui SI, fezabilă prin utilizarea panourilor de ecranare realizate din materiale cu proprietăți de EEM.</p>
CARACTERUL INOVATIV	produs nou	-	<p>Dezvoltarea, prin cercetări experimentale, unei metode și a unui algoritim de evaluare TEMPEST în regim activ, integrat cu metodele de testare și evaluare standardizate, pasive.</p> <p>Dezvoltarea unei soluții tehnice de realizare a unui Sistem de Protecție TEMPEST (SPT), destinată reducerii EEC aferente unui SI, deja dezvoltat tehnologic sau în curs de dezvoltare, adaptabilă configurației fizice și funcționale a acestuia, cu eficiență tehnico-economică ridicată, utilizând tehnologii noi din perspectiva consumului de materiale de ecranare electromagnetică.</p>
	produs modernizat	-	
	tehnologie nouă	Da	
	serviciu nou	Da	
	serviciu modernizat	-	
	alte (metodologie nouă)	Da	
INFORMAȚII PRIVIND PROPRIETATEA INTELECTUALĂ			
cerere înregistrare brevet de invenție			-
brevet de invenție înregistrat (național, european, internațional)			-
cerere înregistrare modele și desene industriale protejate			-
modele și desene industriale protejate înregistrate			-
DOMENII APLICABILITATE		DETALIERE APLICABILITATE	
În domeniul de interes al MAPN		Pentru asigurarea măsurilor tehnice și procedurale de protecție a informațiilor clasificate în domeniul EMSEC/TEMPEST	
În alte domenii		În domeniul CEM pentru asigurarea funcționării corespunzătoare a echipamentelor și sistemelor electronice	
DISEMINAREA REZULTATELOR CERCETĂRII REALIZATE ÎN CADRUL TEZEI DE DOCTORAT		DENUMIRE ARTICOL/REVISTĂ/CONFERINȚĂ	
Articole publicate în reviste /Proceedings cotate ISI		<p>[1] Florin Răstoceanu, Răzvan Rughiniș, Ștefan-Dan Ciocîrlan și Mihai Enache. „Sensor-Based Entropy Source Analysis and Validation for Use in IoT Environments”. Electronics 2021, Volume: 10, Issue: 10, article number: 1173. DOI: 10.3390/electronics10101173, Published: MAY 2021, eISSN: 2079-9292, WOS: 000654873200001 (https://doi.org/10.3390/electronics10101173).</p> <p>[2] Mihai Enache, Dan Ștefan Stoica, Szilagyı Andrei. „Lightweight materials optimization for EMI protection applications”, 10th International Conference on Communications (COMM), Bucharest, 29-31 May, 2014, DOI: 10.1109/ICComm.2014.6866710. (IEEE Xplore: Published 2014, Electronic ISBN: 978-1-4799-2385-4, WOS: 000345844600054).</p>	

	<p>[3] Dan Ștefan Stoica, Mihai Enache, Adina Boteanu și Anca Daniela Stoica. „<i>Signals sources recognition based on equipments electromagnetic emissions signature</i>”, 10th International Conference on Communications (COMM), Bucharest, 29-31 May, 2014, DOI: 10.1109/ICComm.2014.6866705. (<i>IEEE Xplore</i>: Published 2014, Electronic ISBN: 978-1-4799-2385-4, WOS: 000345844600049).</p>
Articole susținute la conferințe internaționale	<p>[1] Dan Ștefan Stoica, Coșoreanu Liviu, Mihai Enache, Boteanu Adina și Albert Mihail Ploșniță. „<i>Technical Aspects Regarding Electromagnetic Compatibility Compliance of the Electric and Electronic Integrated Systems</i>”, al 10-lea Workshop Internațional privind Compatibilitatea Electromagnetică - EMC 2016, 14-16 Septembrie 2016, Craiova, România. (ISSN 1842-4805).</p> <p>[2] Coșoreanu Liviu, Mihai Enache, Dan Ștefan Stoica, Anca Daniela Stoica. „<i>Electromagnetic signature of electrical and electronic equipment signal sources</i>”. Electromagnetic Compatibility. Electromagnetic Field. Research and development in Romania. Editura AGIR. București 2014 (ISBN:978-973-720-521-6).</p> <p>[3] Mircea Nicolaescu, Paul Svasta și Mihai Enache. „<i>Full Wave Electromagnetic Analysis of Coupling in High Speed Microstrip Single Ended Lines with Different Separations</i>”, Communications (COMM) 2022, the 14th International Conference on Communications, București June 16-18, 2022. DOI: 10.1109/COMM54429.2022.9817234, (<i>IEEE Xplore</i>: Published 13 July 2022, eISBN: 978-1-6654-9485-4 (978-1-6654-9485-4/22 IEEE).</p> <p>[4] Dan Ștefan Stoica, Coșoreanu Liviu, Mihai Enache, Boteanu Adina și Albert Mihail Ploșniță. „<i>Electromagnetic Shielding System for Information and Communication Equipments</i>”, al 10-lea Workshop Internațional privind Compatibilitatea Electromagnetică - EMC 2016, 14-16 Septembrie 2016, Craiova, România.</p> <p>[5] Fostea Dan, Dumitru Laurențiu, Răuciu Ciprian și Mihai Enache. „<i>Automating the process of testing the functionalities of complex communications systems</i>”, 2015 Sea Conference 2015 – 1st International Conference, 14-16 Mai 2015, Constanța, România. (ISSN 2457-144X, ISSN-L 2457-144X).</p> <p>[6] Dan Ștefan Stoica, Boteanu Adina, Mihai Enache și Albert Mihail Ploșniță. „<i>Influence of the Interconnecting Cables on Equipments Electromagnetic Emissions Spectrum</i>”, International Conference of Scientific Paper - AFASES 28-30 May 2015, Brașov, România.</p>
Articole susținute la conferințe naționale	<p>[1] Dan Fostea, Mihai Enache, Adina Boteanu. „<i>Improving data protection for Earth satellite station networks</i>”. Conferința științifică Sisteme spațiale și Infrastructuri critice, ediția a 2-a, Mamaia, 29-30 august, 2013.</p>
Alte articole	<p>[1] Boteanu Adina, Mihai Enache, Dan Ștefan Stoica și Albert Mihail Ploșniță. „<i>Electromagnetic shielding performance study of various types of metallic materials</i>”, 2014. Revista Tehnică Militară, nr. 1. (ISSN 1782-7321).</p> <p>[2] Mihai Enache, Dan Ștefan Stoica, Albert Mihail Ploșniță și Boteanu Adina. „<i>Numerical and experimental simulation of shielding materials</i>”. Conferința Științifică și Întâlnirea Utilizatorilor – „High Performance Engineering Solutions 2014” organizată de INAS, Sinaia 2014. (ISBN 978-973-0-16952-2).</p>

Data 22.09.2022

.....

Semnătura



.....

