

EXTINDEREA LABORATORULUI DE COMPATIBILITATE ELECTROMAGNETICĂ ÎN VEDEREA ASIGURĂRII CONDIȚIILOR DE ÎNCERCARE A SUBANSAMBLURILOR ELECTRICE ȘI ELECTRONICE AUTO ÎN CONFORMITATE CU PREVEDERILE DIRECTIVEI EUROPENE 2004 / 104 / EC

FAZA 02

Elaborarea și realizarea modelului funcțional al circuitelor de încercare ESA

În a doua etapă a proiectului, care s-a desfășurat în perioada 01.12.2006 până la 31.08.2007 au fost prevăzute a fi realizate următoarele activități:

1. Elaborare proiect model funcțional
2. Realizare model funcțional
3. Analiza metodelor noi de încercare și măsurare
4. Experimentări în laborator a noilor metode funcționale de încercare
5. Acțiuni corective pentru îmbunătățirea performanțelor tehnice ale circuitelor de încercare

În conformitate cu sarcinile prevăzute în contract activitatea s-a desfășurat în felul următor:

1. În prima perioadă s-a realizat „Proiectul model funcțional”. În cadrul său s-a mai analizat o dată lista încercărilor prevăzute de Directiva 2004/104/EC pentru ESA precum și standardele de referință la care directiva face trimitere pentru fiecare încercare în parte. Astfel s-au realizat proiecte ale amplasamentelor de încercare pentru toate încercările ESA prevăzute în directiva 2004/104/EC și pe baza cărora urmează să fie dezvoltate și acreditate, în cadrul proiectului, următoarele încercări :

- **Măsurarea emisiilor radiate produse de ESA**
- **Măsurarea imunității ESA la radiații electromagnetice**
- **Măsurarea emisiilor tranzitorii de tensiune produse de ESA**
- **Măsurarea imunității la perturbații tranzitorii conduse, transmise pe liniile de alimentare ale ESA**

Tot în cadrul acestei activități s-au întocmit listele amănunțite cu echipamentele de măsură și auxiliare necesare pentru a putea dezvolta și realiza încercările respective. S-au analizat cu atenție echipamentele deja existente în laborator, starea lor de funcționare, valabilitatea etalonării, dar și măsura în care performanțele lor tehnice corespund cerințelor specifice ale încercărilor ce urmează a fi realizate în cadrul proiectului.

În finalul analizei s-a întocmit lista de echipamente ce urmau să fie propuse pentru a fi achiziționate în cadrul proiectului.

2. În cadrul celei de-a doua activitate desfășurată în această etapă a proiectului, s-au întocmit caietele de sarcini pentru fiecare echipament ce urma să fie achiziționat, s-au studiat parametrii tehnici ai aparatelor și dispozitivelor de la cât mai mulți producători de echipamente din acest domeniu. În cazul unor echipamente care existau numai parțial în cadrul laboratorului s-a mers pe ideea completării lor prin achiziționarea de noi echipamente de la aceeași firmă pentru a se putea asigura buna coordonare a acelei încercări cu ajutorul unui software unic și deja cunoscut.

S-a organizat apoi documentația tehnică și financiară în vederea organizării licitațiilor și activităților de achiziție ale echipamentelor.

În cazul mai multor echipamente licitațiile au trebuit să fie reluate conform reglementărilor legale deoarece nu s-au întrunit condițiile de atribuire la prima licitație.

S-au întocmit apoi contractele de achiziție și s-au achiziționat echipamentele necesare.

3. În cadrul celei de-a treia activitate „ analiza metodelor noi de încercare și măsurare” s-a realizat recepția și punerea în funcțiune a echipamentelor pe măsură ce ele au sosit în cadrul laboratorului.

Apoi au fost realizate amenajările amplasamentelor de încercare pentru fiecare încercare în parte iar în cadrul lucrării vor fi prezentate fotografiile ce prezintă atât amplasamentele de încercare amenajate cât și echipamentele achiziționate în cadrul proiectului.

4. În cadrul etapei de „experimentări în laborator a noilor metode funcționale de încercare” s-au realizat măsurări și încercări demonstrative pentru a se putea verifica în ce măsură amplasamentele realizate corespund standardelor dar și condițiilor reale de încercare.

S-au făcut fotografiile și înregistrări referitoare la valorile emisiilor măsurate, dar și în cazul calibrărilor circuitelor de încercare a imunității, sunt prezentate înregistrări ale formei impulsurilor sau ale nivelelor de câmp obținute în timpul calibrărilor.

5. În cadrul etapei de „acțiuni corective pentru îmbunătățirea performanțelor tehnice ale circuitelor de încercare” s-a realizat o analiză amănunțită a rezultatelor obținute pentru fiecare încercare în parte. Totodată s-au analizat și diferențele dintre prevederile exprese ale directivei (mai ales în ceea ce privește numărul încercărilor dar și gradul lor de severitate) în comparație cu prevederile standardelor de referință la care directiva face trimitere și care prevăd un număr mai mare de încercări.

În măsura în care echipamentele existente în laborator permit se va avea în vedere ca pe viitor să se realizeze lărgirea domeniului de încercări ale laboratorului și cu aceste încercări care deși nu sunt prevăzute direct în directivă sunt în schimb prevăzute în standardele de referință și în standardele proprii ale marilor producători de automobile (de exemplu: Ford, Renault, etc.).

De asemenea s-au analizat cu mare atenție rezultatele încercărilor preliminare realizate în această etapă astfel încât în etapele următoare să se poată face toate corecturile și îmbunătățirile necesare încât să fie acreditate un număr cât mai mare de încercări în cadrul acțiunii de extindere a acreditării.

ELABORARE PROIECT MODEL FUNCȚIONAL

1. Măsurarea emisiilor radiate produse de ESA urmează să fie realizate în cadrul proiectului în conformitate cu prevederile punctelor 6.5 (pentru emisiile de bandă largă) și 6.6 (pentru emisiile de bandă îngustă) din Directiva Europeană 2004/104/EC.

Analizând prevederile punctelor 6.5 și 6.6 rezultă că metodele de măsurare ce vor putea fi folosite sunt cele prezentate în Anexele VII și VIII și anume:

a. Conform punctului 3.1 din Anexele VII și VIII măsurarea emisiilor radiate se vor face într-o cameră semianehoică respectând amplasamentele de încercare prevăzute în CISPR 25 Ediția 2.(Metoda ALSE- vezi figurile 10,11,12)

b. Conform punctului 3.2 din Anexele VII și VIII măsurarea emisiilor radiate se poate face într-un OATS ce trebuie să corespundă prevederilor din CISPR 16-1 Ediția 2 și figurii 1 din Anexa VII a Directivei Europene 2004/104/EC

În cadrul proiectului ne propunem să realizăm, în primul rând, încercarea în conformitate cu punctul 3.1 adică într-o cameră semianehoică deoarece aceasta există în cadrul ICMET Craiova și corespunde cerințelor minime prezentate în CISPR 25.

Pentru a putea implementa încercarea de măsurare a emisiilor radiate trebuie să asigurăm:

- proiectarea și realizarea amplasamentului (amplasamentelor) de încercare
- asigurarea echipamentelor de măsură necesare

În această etapă de „proiectare model funcțional” se va realiza proiectul amplasamentului de încercare pentru a putea amenaja camera semianehoică existentă în conformitate cu cerințele din CISPR 25 (figurile 10,11,12). Aceasta înseamnă că va fi amenajat un amplasament de încercare în conformitate cu figura 12 din CISPR 25.

În figura 1 se prezintă proiectul de amplasament de măsurare propus.

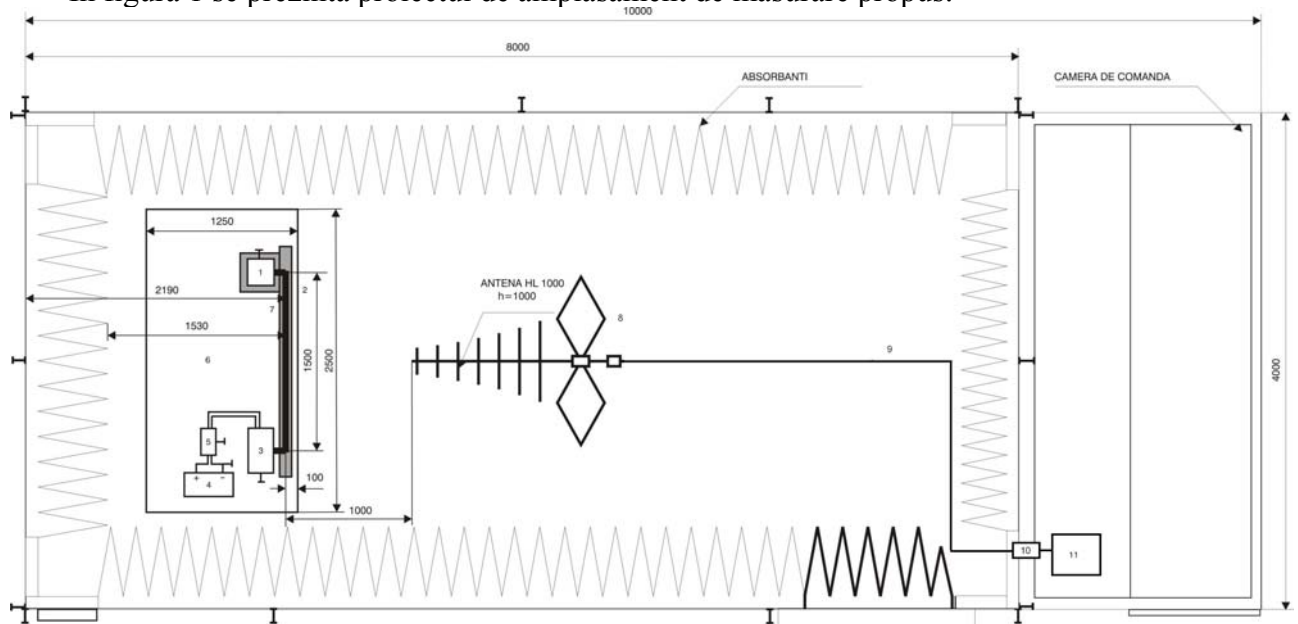


Fig. 1 Amplasamentul de măsurare a emisiilor radiate

În cadrul acestei etape a proiectului, după achiziționarea echipamentelor și a materialelor stabilite în cadrul proiectului de model funcțional și s-a trecut la amenajarea amplasamentelor de încercare.

Spre exemplu pentru a realiza în bune condiții măsurarea emisiilor radiate produse de ESA, în camera semianehoică, amplasamentul de încercare a fost amenajat în camera semianehoică existentă în laborator și el se poate vedea în fotografia din figura 9:

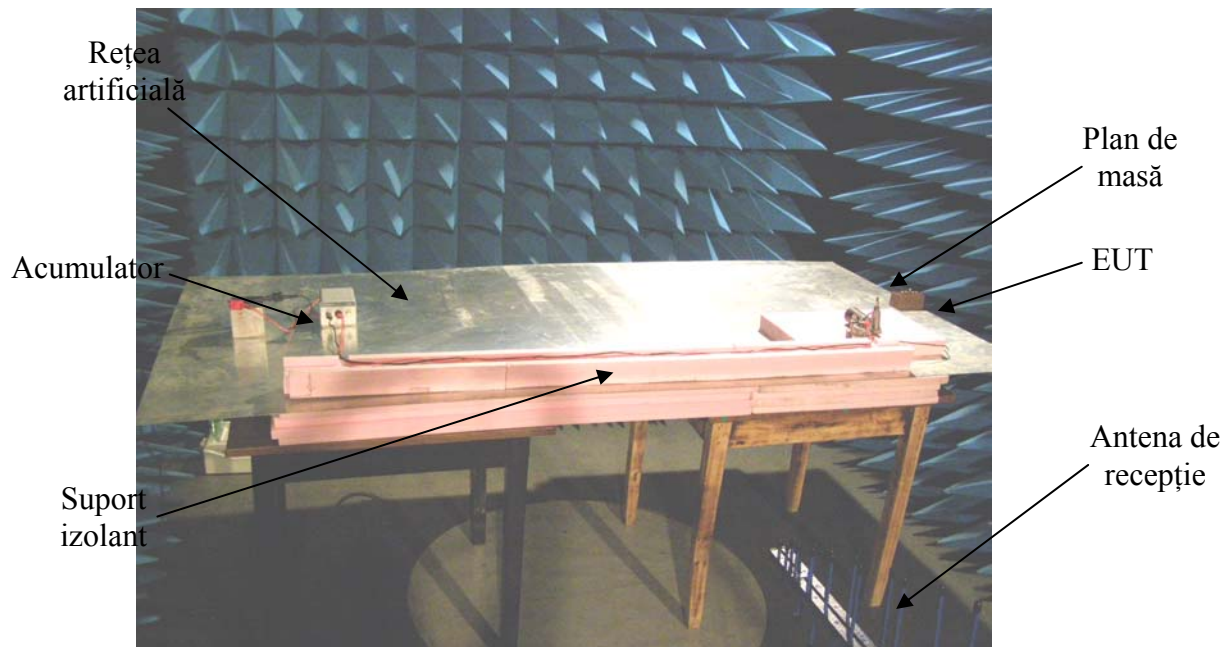


Fig. 9 Fotografia amplasamentului de măsurare a emisiilor radiate

De menționat faptul că au fost respectate dimensiunile și distanțele prevăzute în proiectul model funcțional, în directivă și în CISPR 25.

Planul de masă s-a realizat din tablă de oțel galvanizată cu grosimea de 1,5 mm și dimensiunile de 2500 x 1250 mm, acesta a fost amplasat pe două mese din lemn și i s-a asigurat înălțime de 900 mm față de podea.

Echipamentul de măsură a fost amplasat în camera de comandă.

În exemplul prezentat, ca EUT, a fost ales un motor de ștergător de parbriz, și în aceste condiții nu a fost necesară utilizarea unui simulator de sarcină (poziția 3 din fig. 1).

2 Măsurarea imunității ESA la radiații electromagnetice urmează să fie realizată în conformitate cu prevederile punctului 6.7 al Directivei Europene 2004/104/EC.

Încercarea de imunitate la câmp electromagnetic pentru ESA se va realiza prin una dintre metodele, sau o combinație dintre metodele prezentate în anexa IX a aceleiași directive.

Pentru încercarea de imunitate la câmp electromagnetic, directiva impune domeniul de frecvență de la 20 MHz până la 2000 MHz, permițând să se aleagă oricare combinație dintre metodele de încercare prevăzute și anume:

- a. Încercarea într-o cameră semianecoică respectând prevederile din ISO DIS 11452-2:2003
- b. Încercarea într-o celulă TEM respectând prevederile din ISO 11452-3:2001 Ediția 3
- c. Încercarea cu transformatorul de curent (BCI) respectând prevederile din ISO DIS 11452-4:2003
- d. Încercarea în Stripline de 150 mm respectând prevederile din ISO

11452-5:2002 Ediția 2

e. Încercarea în Stripline de 800 mm conform punctului 4.5 din anexa IXa directivei 2004/104/EC.

Modulația semnalului de încercat trebuie să fie:

- AM, cu 1kHz și 80% factor de modulație în intervalul 20-800MHz
 - PM, cu durata 577μs și perioada 4600 μs, în intervalul 800-2000MHz
- dacă nu este altfel convenit între serviciul tehnic și producătorul ESA.

Nivelele de încercare, pentru fiecare metodă în parte, sunt prezentate la punctul 6.7.2.1 din respectiva directivă.

Pasul de frecvență și timpul de staționare pe fiecare frecvență în parte sunt prevăzute în capitolele 4.5 și 4.6 ale ISO 11452-1 și ele trebuie să fie documentate în raportul de încercare.

Încercarea în cameră semianechoică

Această metoda de încercare permite testarea sistemelor electrice și electronice ale vehiculelor prin expunerea unui ESA la radiația electromagnetică generată de o antenă. Pentru realizarea acestei încercări se va utiliza camera semianechoică existentă în cadrul laboratorului CEM al ICMET Craiova.

Domeniul de frecvență ce poate fi acoperit de încercarea de imunitate la câmp electromagnetic în camera semianechoică este de la 80 MHz până la cel puțin 2000 MHz în conformitate cu prevederile tabelului 1 din ISO 11452-1.

În cadrul etapei „Proiect model funcțional” s-a proiectat amplasamentul de încercare pentru încercarea de imunitate la câmp electromagnetic astfel încât să respecte prevederile capitolului 7.6 din ISO 11452-2: 2004 precum și dimensiunile și particularitățile camerei semianechoice existente în cadrul laboratorului CEM al ICMET.

Desenul amplasamentului astfel proiectat este prezentat în figura 2 pentru domeniul de frecvență 80 ÷ 1000 MHz și în figura 3 pentru frecvențele de peste 1000 MHz.

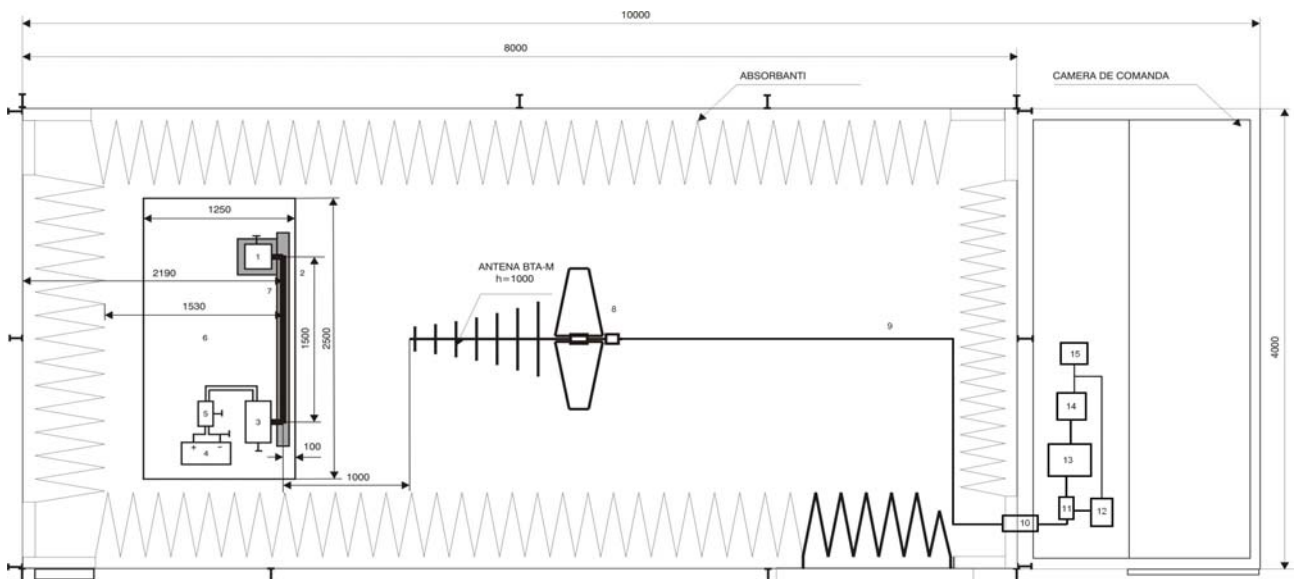


Fig. 2 Amplasamentul pentru încercarea de imunitate la radiații electromagnetice în domeniul de frecvență 80 ÷ 1000 MHz

Încercarea în „stripline”

Această metodă de încercare constă în supunerea cablurilor de conectare și/sau ESA la o anumită intensitate de câmp electromagnetic.

Domeniul de frecvență pentru această încercare va fi 20 MHz ÷ 400 MHz.

Metodologia de încercare este prezentată în ISO 11452-5:2002 și pentru a se putea realiza încercarea se va achiziționa în cadrul proiectului o structură Stripline în conformitate cu prevederile standardului amintit.

Deoarece „stripline” este o structură deschisă, în timpul funcționării, ea poate perturba mediul înconjurător. De aceea structura „stripline” trebuie să fie amplasată într-o cameră ecranată sau semianechoică.

Amplasamentul de încercare ce va trebui să fie realizat în cadrul proiectului este prevăzut în figura 4 și prevede montarea „stripline” în camera semianechoică existentă la ICMET.

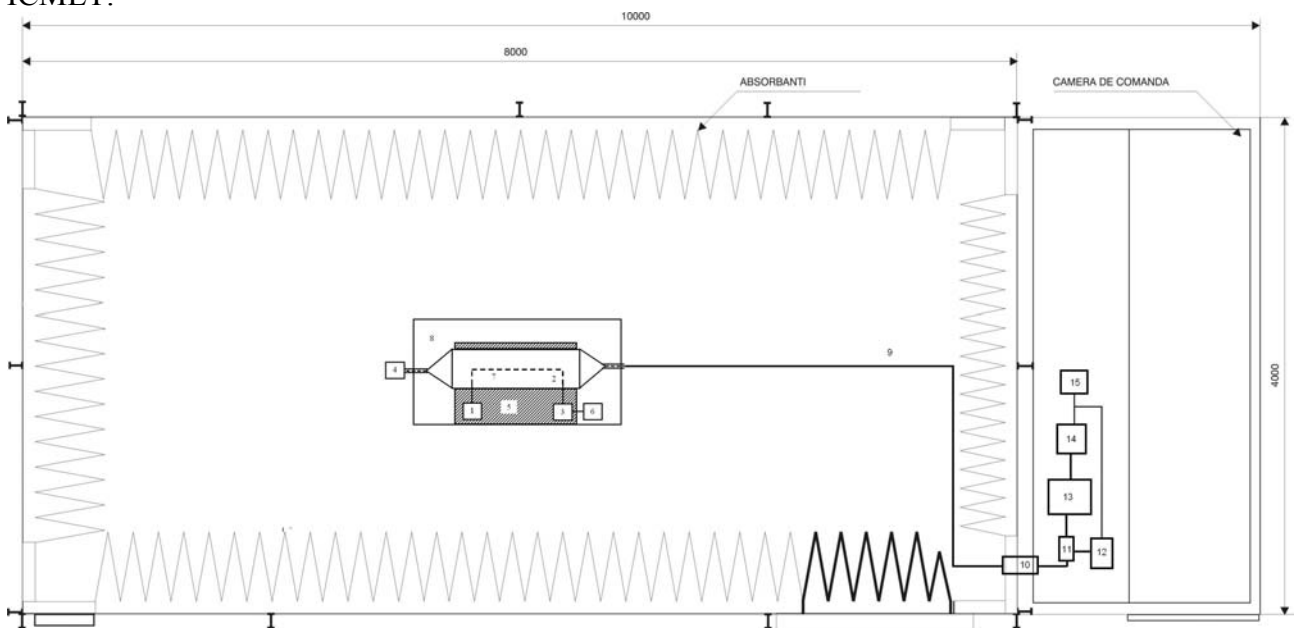


Fig. 4 Amplasamentul pentru încercarea de imunitate la radiații electromagnetice în stripline

Încercarea în „stripline” de 800mm

Metoda de încercare în Stripline de 800 mm este prevăzută în cadrul capitolului 4.5 din Anexa IX din cadrul Directivei Europene 2004/104/EC. Structura Stripline de 800 mm există în cadrul laboratorului CEM al ICMET Craiova și ea constă din două planuri metalice paralele aflate la o distanță de 800mm. Echipamentul de testat este poziționat central între cele două planuri și supuse la o anumită intensitate a câmpului electromagnetic.

Domeniul de frecvență pentru această încercare este 20 ÷ 1000 MHz.

Această metodă se pretează pentru încercarea sistemelor electronice complete incluzând senzori și actuatori precum și controlere. Această metodă este convenabilă pentru încercarea aparatelor ale căror dimensiuni maxime sunt mai mici decât 1/3 din 800 mm.

Stripline-ul trebuie să fie introdus într-o cameră ecranată (pentru a preveni

emisiile externe) și poziționată la 2 m depărtare de perete și orice perete metalic pentru a preveni reflecțiile electromagnetice. Materialul absorbant de RF poate fi utilizat pentru reducerea reflexiilor. Striplinul trebuie să fie așezat pe un suport neconductor la cel puțin 0.4 m deasupra podelei.

În cadrul acestei etape a proiectului, după achiziționarea echipamentelor și a materialelor stabilite în cadrul proiectului de model funcțional, s-a trecut la amenajarea amplasamentelor de încercare.

Spre exemplu pentru a realiza în bune condiții încercarea de imunitate a ESA la radiații electromagnetice toate amplasamentele încercare s-au amenajat în camera semianecoică existentă în laborator, respectând punctul 1.2 din „Proiectul de model funcțional”.

a) Pentru încercarea de imunitate în câmp de antenă amplasamentele au fost realizate în conformitate cu figurile 2 și 3, și se pot vedea în fotografiile următoare:

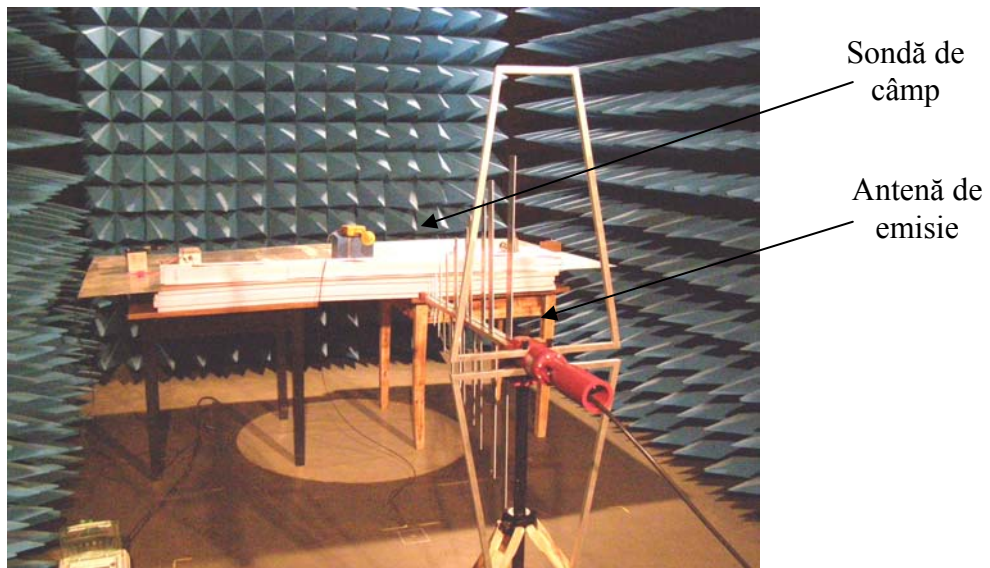


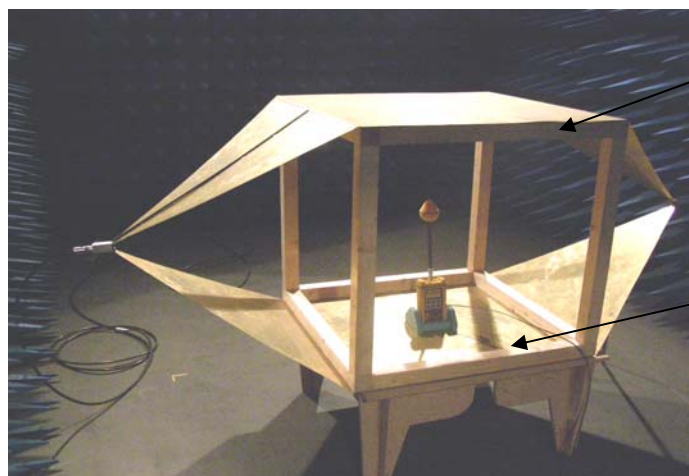
Fig. 10 Fotografia amplasamentului pentru încercarea de imunitate la radiații electromagnetice pentru domeniul de frecvență $80 \div 1000$ MHz

De menționat faptul că au fost respectate dimensiunile și distanțele prevăzute în proiectul model funcțional, în directivă și în CISPR 25.

Pentru încercarea de imunitate în structura „Stripline” de 800 mm amplasamentul de încercare a fost realizat în conformitate cu fig. 4 din „proiectul de model funcțional” și o fotografie a sa este prezentată în fig. 12:

Structura „Stripline” a fost amplasată în camera semianecoică pe un suport izolant de 400 mm.

Sonda de câmp electric folosită la calibrarea stripline-ului a fost de tip EMR20.



Stripline
de 800 mm

Sondă de
câmp

Fig. 12 Fotografia amplasamentului pentru încercare de imunitate la radiații electromagnetice în Stripline de 800 mm

3 Măsurarea emisiilor tranzitorii de tensiune produse de ESA urmează să fie realizate în cadrul proiectului în conformitate cu prevederile punctului 6.9 al Directivei Europene 2004/104/EC

Emisiile tranzitorii de tensiune produse de ESA se vor măsura în conformitate cu metoda prezentată la punctul 3 din Anexa X a Directivei Europene 2004/104/EC, iar nivelele de încercare sunt date în tabelul 2 din directivă.

Punctul 4.3 din ISO 7637-2: 2004 prezintă o procedură de încercare pentru evaluarea ESA din punct de vedere al emisiilor perturbatoare conduse. Pentru măsurarea emisiilor conduse datorate fenomenelor tranzitorii pe liniile de alimentare se va utiliza un osciloscop digital.

Tensiunile tranzitorii de la sursa de perturbații, care este dispozitivul supus încercării, sunt măsurate folosind rețeaua artificială pentru stabilizarea impedanței care constituie sarcina dispozitivului supus încercării. Sursa perturbatoare este conectată, prin rețeaua artificială, la rezistența de șuntare (a se vedea 5.2 din ISO 7637-2), la comutatorul S (a se vedea 5.3 din ISO 7637-2), și la sursa de alimentare (a se vedea 5.4) din ISO 7637-2 ca în figura 1a) sau b) din ISO 7637-2.

În figurile următoare sunt prezentate amplasamentele de încercare pentru măsurarea emisiilor tranzitorii de tensiune.

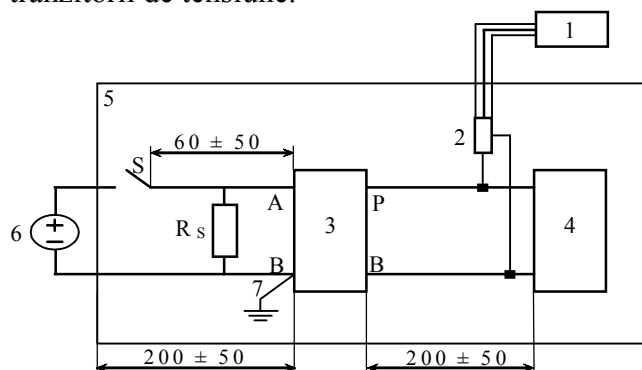


Fig. 6 Amplasamentul de încercare pentru emisiile tranzitorii de tensiune pentru impulsuri lente

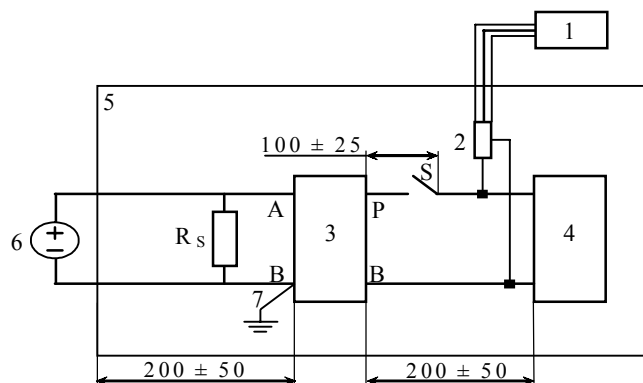


Fig. 7 Amplasamentul de încercare pentru emisiile tranzitorii de tensiune pentru impulsuri rapide

Legăturile dintre rețeaua artificială, comutator, și dispozitivul supus încercării, trebuie să fie distanțate la $(50 \pm 0,1)$ mm deasupra planului de referință metallic.

Formele tranzitorii măsurate trebuie să fie evaluate în conformitate cu Anexa C din ISO 7637-2. Toate informațiile pertinente și rezultatele încercării trebuie să fie înregistrate. Dacă cerințele din planul de încercare includ rezultatele evaluării tranzitorii care respectă obiectivele de performanță, ele vor fi specificate în planul de încercare.

În cadrul acestei etape a proiectului după achiziționarea echipamentelor și a materialelor stabilite în cadrul proiectului de model funcțional s-a trecut la amenajarea amplasamentelor de încercare.

Spre exemplu pentru a realiza în bune condiții măsurarea emisiilor tranzitorii de tensiune s-au amenajat amplasamentele de încercare, iar acestea se poate vedea în fotografiile din figurile 13 și 14. Aceste amplasamente respectă dimensiunile impuse în „proiectul de model funcțional”.

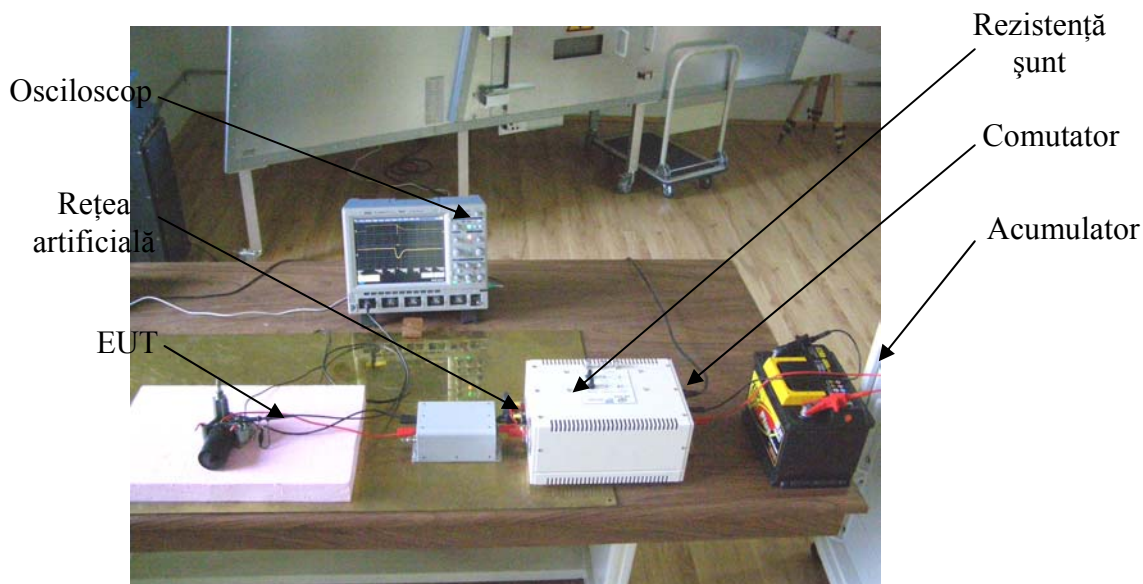


Fig 13 Amplasamentul de încercare pentru emisii tranzitorii de tensiune pentru impulsuri lente

De menționat faptul că au fost respectate dimensiunile și distanțele prevăzute în proiectul model funcțional, în directivă și în CISPR 25.

Planul de masă s-a realizat din tablă de alamă și are dimensiunea de 2000 x 600 mm, acesta a fost amplasat pe o masă din lemn și i s-a asigurat înălțime de 850 mm față de podea.

În exemplul prezentat, ca EUT, a fost ales un motor de ștergător de parbriz.

4 Măsurarea imunității la perturbații tranzitorii conduse, transmise pe liniile de alimentare ale ESA

se va realiza în conformitate cu prevederile punctului 6.8 din Directiva Europeană 2004/104/EC

Aici este specificat faptul că imunitatea ESA reprezentative trebuie să se testeze prin metodele prezentate în ISO 7637-2:DIS 2002 în capitolul 4.4.

Schema de încercare pentru măsurări de imunitate la fenomen tranzitoriu a dispozitivelor electrice și electronice este prezentată în figura 2 din ISO 7637-2.

Pentru impulsurile de încercare tip 3a și 3b, legăturile între bornele generatorului de impuls de încercare și DUT trebuie să fie întinse în linii drepte paralele la o înălțime de $(50 \pm 0,1)$ mm deasupra planului de referință și trebuie să aibă o lungime de $(0,5 \pm 0,1)$ m.

Din acest punct de vedere s-a proiectat în așa fel amplasamentul acestei încercări încât să corespundă figurii 2 din standardul de referință și rezultatul este prezentat în figura 8:

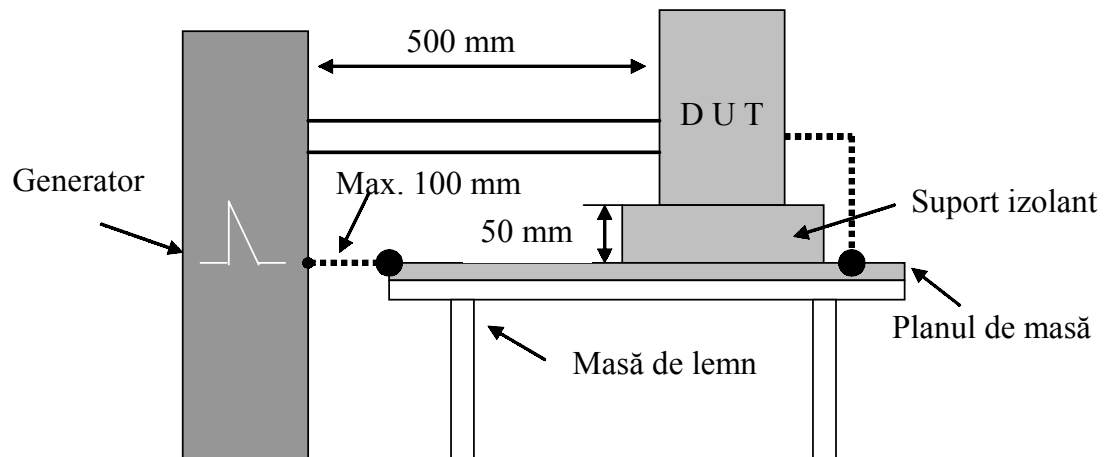


Fig. 8 Amplasamentul pentru încercarea de imunitate la perturbații tranzitorii conduse, transmise pe liniile de alimentare

Generatorul de impuls de încercat (a se vedea 5.6 din ISO 7637-2) este setat pentru a furniza polaritatea, amplitudinea și durata impulsului specific cu DUT și rezistența opțională R_V deconectată. (a se vedea Figura 2a din ISO 7637-2). Valorile adecvate sunt alese din Anexa A din ISO 7637-2. Apoi, DUT se conectează la generator (a se vedea Figura 2b din ISO 7637-2), dacă osciloscopul este deconectat.

În funcție de condițiile reale, funcționarea DUT trebuie să fie evaluată în timpul și / sau după aplicarea impulsurilor de încercare.

Pentru generarea corectă a impulsurilor de încercare cerute, poate fi necesară conectarea și deconectarea sursei de alimentare. Conectarea poate fi efectuată de către generatorul de impulsuri de încercare dacă sursa de alimentare este integrată în el.

O cale pentru a simula forma de undă produsă de un alternator în momentul reducerii bruște a sarcinii (a se vedea Figura 12 din ISO 7637-2), este de a conecta o diodă (puntea de diode) la bornele de ieșire a generatorul de impuls de încercat[a se vedea Figurile 2a) și b din ISO 7637-2].

În cadrul acestei etape a proiectului, după achiziționarea echipamentelor și a materialelor stabilite în cadrul proiectului de model funcțional s-a trecut la amenajarea amplasamentului de încercare de imunitate la perturbații tranzitorii conduse.

Spre exemplu pentru a realiza în bune condiții încercarea de imunitate la perturbații tranzitorii conduse s-a amenajat amplasamentul de încercare, iar acestea se poate vedea în fotografia din figura 15, acest amplasament respectă dimensiunile impuse în proiect și anume:

- planul de masă este realizat din alamă și are dimensiunea de 2 x 0,6 m
- înălțimea mesei este de 85 cm
- legătura de masă s-a realizat din tablă de cupru cu grosimea de 0,3 mm și are lungimea de 95 mm.



Fig. 15 Amplasamentul de încercarea de imunitate la perturbații tranzitorii conduse

Generatorul și sistemul de monitorizare sunt integrate într-un rack și conectate prin interfață de tip GPIB IEEE 488.2 la un calculator Laptop.

Astfel întregul proces de încercare la imunitate la perturbații transmise prin conducție este condus cu ajutorul software-ului achiziționat împreună cu echipamentul.