

Cuvânt înainte

Domeniul Compatibilității Electromagnetice (CEM) este un domeniu nou, cu o importanță din ce în ce mai mare, pe măsura creșterii poluării electromagnetice a mediului.

În trecut, unul dintre cele mai mediatizate evenimente datorat interferenței electromagnetice în domeniul militar a fost în iulie 1967 în războiul din Vietnam. Atunci s-a constatat că un radar de putere montat pe un avion, prin radiație electromagnetică a declanșat explozia rachetelor de pe alte aparate de zbor. Aceasta a costat SUA 27 de aparate de zbor, moartea a 134 de persoane și circa 72 de milioane de dolari pierderi.

Se cunoaște cazul unui avion care transporta ceasuri cu cuarț. Un asemenea ceas nu are un efect perturbator, dar mai multe ceasuri, printr-un efect de rezonanță au creat o perturbație care a afectat sistemele de zbor ale avionului. Un asemenea eveniment este greu de prevăzut sau analizat, așa încât transporturile ulterioare au fost realizate cu aparatura electronică nealimentată.

Interferența electromagnetică poate fi privită ca o poluare, la fel cu cea chimică sau sonoră. Din păcate interferența electromagnetică nu poate fi simțită, gustată sau mirosită, de aceea este mai dificil de detectat.

Aceste exemple luate la întâmplare dovedesc importanța majoră a domeniului. În cercurile specialiștilor în electronică se spune în glumă că orice problemă de interferență poate fi rezolvată printr-un ecran. Alți specialiști numesc intenția de a controla procesele de interferență "magie neagră" sau "voodoo". Este oare așa?

Această carte încearcă să facă o introducere în domeniul vast al compatibilității electromagnetice pentru ca studenții interesați, de la Electronică Aplicată și Electrotehnică să obțină o privire de ansamblu. Cursul se vrea un îndrumar practic, de aceea partea matematică a fost redusă la minimum posibil. Cursul nu poate cuprinde toate informațiile din domeniu, pentru că, fiind un domeniu la modă se scrie foarte mult. Față de lucrările clasice această carte conține un capitol în plus, de exemple de probleme de interferență și unele rezolvări. Cartea poate fi utilă și inginerilor din domeniul electric care vor putea găsi informații utile.

Importanța perturbațiilor este evidențiată în limba germană unde numai 3 litere diferențiază cuvântul a perturba (stören) de cuvântul a distruge (zerstören). Mai mult, la postul TV PRO 7 în perioada iunie, iulie 1997 au fost emisiuni despre compatibilitate (efectele fulgerului sau efectele telefoniei mobile GSM asupra organismului uman) unde a fost invitat prof. Adolf Schwab din Karlsruhe. În cadrul Universității din Braunschweig a fost înființată o facultate de compatibilitate electromagnetică.

În sfârșit un ultim argument în favoarea importanței domeniului este că după noile reglementări ale Comunității Europene (directiva EC 89/336) a vinde un aparat care nu respectă cerințele EMC este considerat delict penal.

Mulțumim d-lui prof. dr. ing. W. Szabo pentru sprijinul acordat, d-lui prof. dr. H. Rohling de la Universitatea Tehnică din Braunschweig pentru condițiile create elaborării acestui curs, precum și tuturor colegilor de catedră care ne-au ajutat cu sfaturi și observații, în special lui M. Romanca și Gh. Pana care s-au aplecat cu atenție asupra materialului.

CUPRINS¹

Importanța EMC. Istoric.

1. Interacțiunea dintre mediu și echipamentele electronice

- 1.1. Definiții. Aspecte juridice.
- 1.2. Standarde naționale și internaționale.
- 1.3. Surse de perturbații
- 1.4. Efectul asupra ființelor vii

2. Perturbații electromagnetice. Căi de pătrundere.

- 2.1. Cuplaje parazite capacitive, inductive, galvanice
- 2.2. Mase și împământări antiperturbative
- 2.3. Ecranare, torsadare, gardare
- 2.4. Perturbații prin descărcări electrostatice și nucleare

3. Perturbații în circuitele digitale și analogice.

- 3.1. Realizarea compatibilității electromagnetice în circuite analogice
- 3.2. Realizarea compatibilității electromagnetice în circuite digitale
 - 3.2.1. Familii logice și caracteristici EMC
 - 3.2.2. Plachete cu circuite digitale și caracteristici EMC
- 3.3. Realizarea compatibilității electromagnetice în transmisii digitale

4. Perturbații conduse prin rețeaua industrială de curent alternativ.

- 4.1. Măsurări de reducere a perturbațiilor din rețea
 - 4.1.1. Filtre de rețea
 - 4.1.2. Elemente de limitare
 - 4.1.3. Alte elemente antiperturbative

5. Măsurări în EMC

- 5.1. Aparatură pentru măsurări în EMC
- 5.2. Măsurarea perturbațiilor radiate
- 5.3. Măsurarea susceptibilității la perturbații radiate
- 5.4. Măsurarea perturbațiilor conduse
- 5.5. Măsurarea susceptibilității la perturbații conduse
- 5.6. Măsurări speciale de susceptibilitate
- 5.7. Măsurarea mijloacelor de atenuare a perturbațiilor
- 5.8. Măsurări automate

6. Semnale în EMC

- 6.1. Analiza semnalelor
- 6.2. Transformări integrale
- 6.3. Semnale eșantionate
- 6.4. Analiza spectrală a semnalelor eșantionate
- 6.5. Studii de caz asupra semnalelor cu potențial perturbativ

7. Proiectarea EMC a circuitelor și cablajelor

- 7.1. Aspecte ale metodologiei de proiectare în perspectiva EMC a PCB
- 7.2. Modelarea componentelor pentru cablaje EMC
- 7.3. Software pentru proiectarea PCB în vederea EMC

8. Aspecte și probleme EMC

- 8.1. Calitatea sistemelor PC AT și EMI
- 8.2. Siguranțe
- 8.3. Liniile electrice lungi
- 8.4. Magistrala pentru avioane, MIL STD 1553

Bibliografie

¹ *Toate mărcile menționate în această lucrare sunt înregistrate și proprietatea producătorilor.

Prescurtări:

EMC- Electromagnetic Compatibility

EMI- Electromagnetic Interference

CISPR- Comite International Special des Perturbations Radioelectrique

FCC- Federal Communication Comission (SUA)

UUT- Unit Under Test, unitate de testat

EPI- echipamente pentru prelucrarea informațiilor

PCB- Printed Circuit Boards, plachete cu circuit imprimat