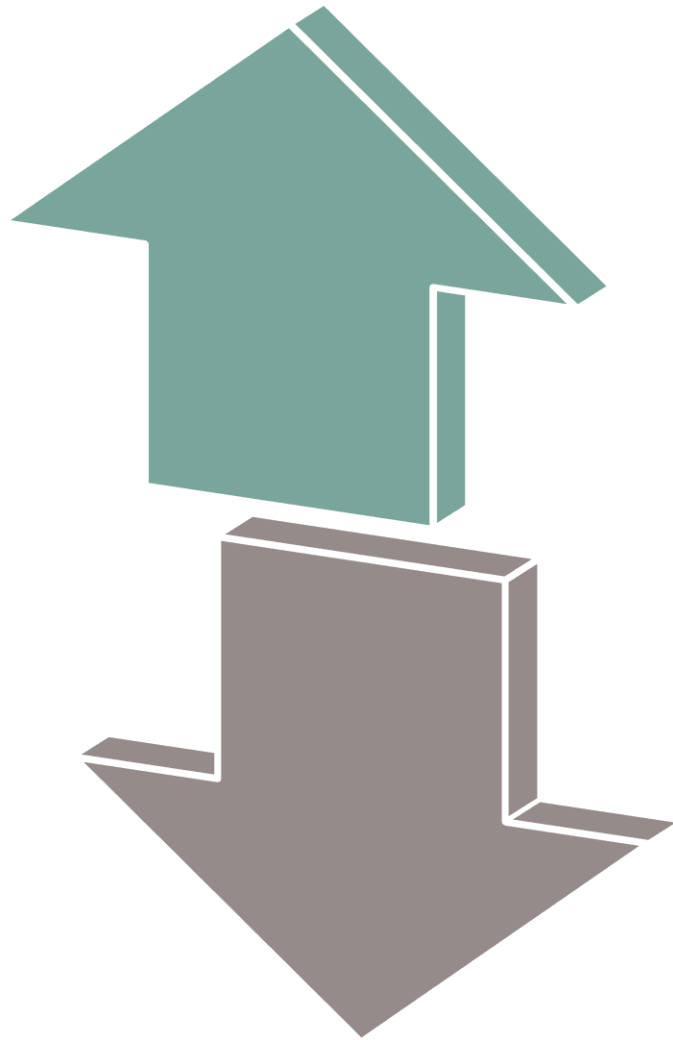


# Compatibilitate Electromagnetică

## Tema 8

### DISPOZITIVE DE PROTECȚIE

### ÎMPOTRIVA PARATRĂSNETULUI



**Partea VII**  
**Imunitate condusă.**  
**Regimuri tranzitorii**  
**rapide și supratensiuni**  
**atmosferice**



**C7.1**

- **Imunitate condusă (Susceptibilitate prin conducție)**

**C7.2**

- **Regimuri tranzitorii rapide și supratensiuni atmosferice**

**C7.3**

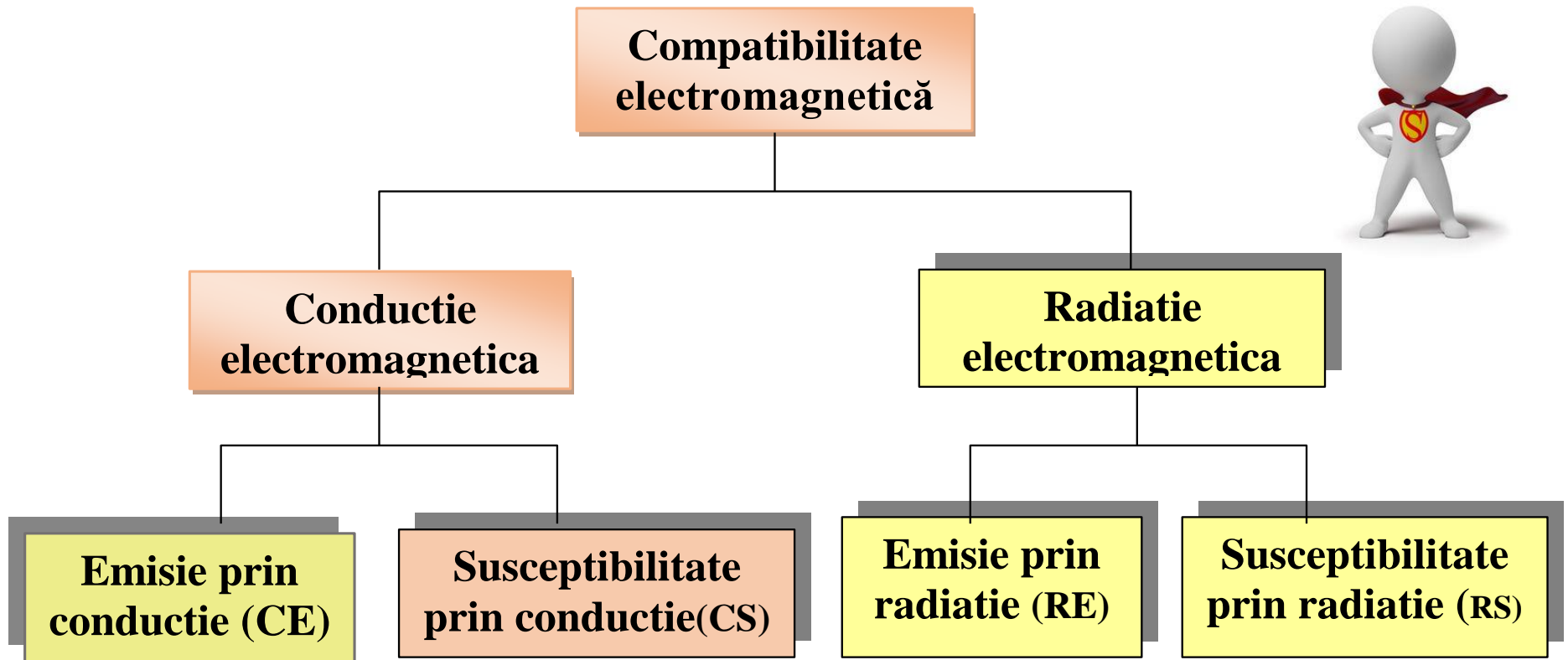
- **Standarde și reglementări**

**C7.4**

- **Proceduri și metode de test**



În funcție de mediul de propagare și distanța față de sursa de perturbații, **mărimile perturbatoare ajung pe căi diferite** și în combinații diverse până la circuitul perturbat.



***Testarea imunității la  
perturbații  
electromagnetice***



Măsurarea **imunității**, respectiv măsurarea **rezistenței la perturbații**, servește pentru determinarea aptitudinii unui aparat sau echipament electronic de a funcționa fără degradare în prezența perturbațiilor electromagnetice care pot să apară la locul său de utilizare.

**Mărimile perturbatoare** pot fi cunoscute fie din practica experimentală anterioară, fie pe baza unor **măsurători speciale de emisie electromagnetică** la locul de montaj.

Nivelele de perturbații corespunzătoare diferitelor *locuri de amplasare* se pot clasifica grosier în mai multe categorii de mediu, fiecărei categorii asociindu-i-se un anumit *nivel (grad) de severitate a încercării*.

**Atenție**, o verificare a imunității la perturbații absolvită cu succes pentru anumite mărimi perturbatoare reprezentative, **nu garantează că aparatul respectiv este absolut imun** (de exemplu, în cazul extrem al unei lovituri directe de trăsnet).

**Verificarea** permite totuși, în multe cazuri, să se poată spune că **aparatul este imun cu o anumită probabilitate**, complementară probabilității de apariție a unor mărimi perturbatoare situate peste **nivelul considerat reprezentativ al tensiunii**, respectiv **curentului de încercare**, pentru aparatul respectiv.

În timp ce, pentru **măsurarea emisiilor electromagnetice**, există încă de mult timp **prescripții cuprinzătoare și precise** referitoare la desfășurarea încercărilor și la valorile limită ale perturbațiilor, pentru **măsurarea imunității** se folosesc adesea **prescripții interne ale producătorilor sau ale utilizatorilor**, ceea ce dă naștere, în mod evident, la **interpretări diferite**.



**Important** este ca **producătorul și utilizatorul să cadă de acord**, în prealabil, asupra **tipului reprezentativ al mărimilor perturbatoare** și în mod special asupra **rezistenței interne a generatoarelor de încercare** care produc respectivele perturbații. **Dacă un aparat corespunde**, din punct de vedere al **rezistenței la perturbații**, solicitărilor stabilite în norme sau în prescripțiile stabilite în comun și **cu toate acestea se defectează la utilizator**, acesta este obligat, prin măsuri suplimentare, să-și reducă nivelul de perturbații sub nivelul prevăzut pentru încercare.

Din cauza **cerințelor foarte diferite** impuse pentru **rezistența la perturbații** în sistemele de automatizare, în electronica de putere, în electronica folosită pe autovehicule etc., **capitolul de față poate trata, bineînțeles, numai bazele electrotehnice ale procedeelelor și aparatelor utilizate**.



În tehnica de măsurare a **imunității**, există numeroase **procedee de simulare a Interferenței ElectroMagnetice (IEM)**, care corespund diferitelor surse de perturbații și emisiilor lor (prezentate în cursurile precedente)



## Măsurători de imunitate (Simularea IEM)

Cuplaj galvanic (prin conductie)

Tensiuni tranzitorii in retea

Supratensiuni de energie mare (traznet)

Supratensiuni de energie mică (Burst)

Frecvente discrete (CW)

Câmp E și H unde electromagnetice

Antene domeniu frecventa

Injectie de curent

Antene domeniu timp (ghid de unda)

Descărcări electrostatice (ESD)

Scântei în aer

Relevu de cuplaj in SF6



# Imunitate - concluzii

Echipamentul electronic trebuie să fie susceptibil la câmpurile electromagnetice din mediu și/sau la perturbațiile cuplate în porturile sale prin intermediul **cablurilor conectate**. Potențialele amenințări sunt:

- ✓ câmpurile radiate RF;
- ✓ fenomenele tranzitorii conduse;
- ✓ descărcările electrostatice (ESD);
- ✓ câmpurile magnetice;
- ✓ perturbațiile datorate tensiunii de alimentare.



Cu toate că **multe aspecte** ale **controlului emisiilor** sunt de asemenea **relevante** pentru **imunitate**, în unele cazuri **ecranarea** și **măsurarea supresiilor circuitului** care sunt solicitate pentru protecția împotriva **interferențelor ESD sau RF** poate fi **mai mult decât este necesar** pentru o **simplă complianță (conformitate)** cu **standardele de emisie**.

***Imunitate condusă  
(Susceptibilitate  
prin conducție)***

Pentru **simularea perturbațiilor transmise prin conducție** este necesar un simulator de perturbații corespunzător și un dispozitiv de cuplaj. Ultimul conține atât **elementele de cuplaj** cu obiectul de încercat, cât și **elementele de decuplare** față de rețeaua de alimentare.



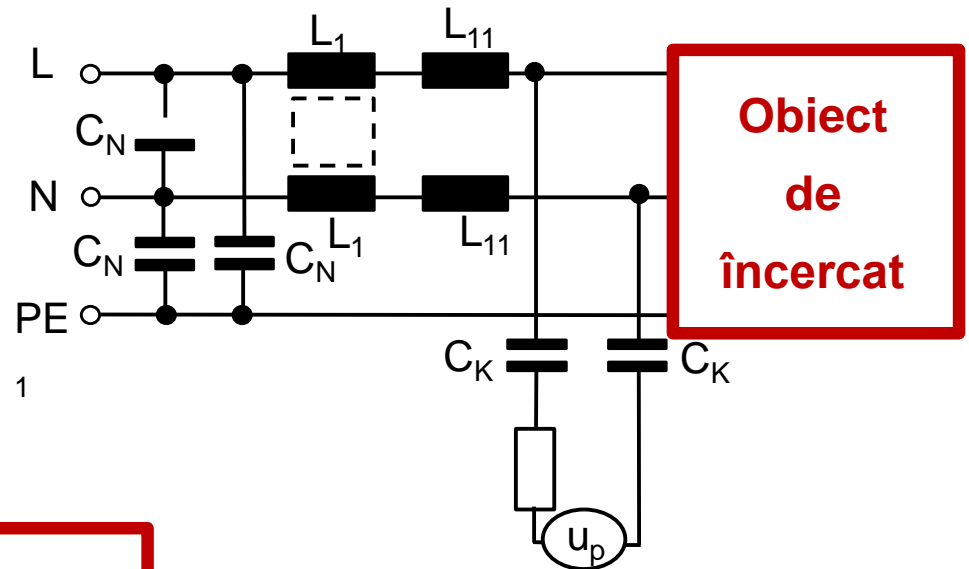
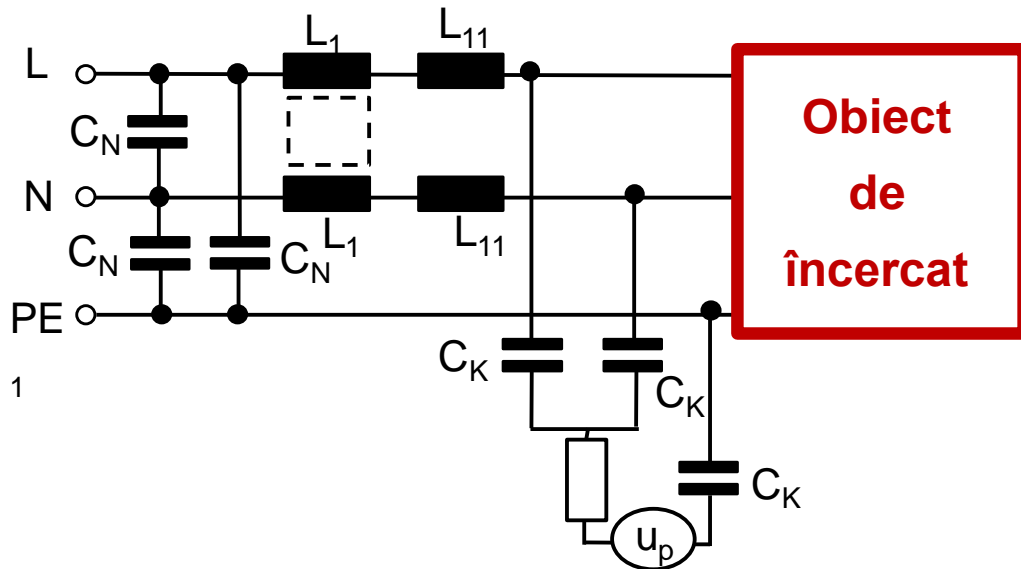
La **măsurarea imunității**, dispozitivul de cuplaj îndeplinește aproximativ același rol ca și **rețeaua artificială** de la măsurarea emisiilor perturbatoare numai că efectul său este invers. Astfel că, nu este de mirare că unele **dispozitive de cuplaj** pot fi folosite atât pentru **măsurarea emisiilor**, cât și pentru **măsurarea rezistenței la perturbații**.

**Simulatoarele de perturbații** se pot cupla cu obiectul de încercat atât **capacitiv**, cât și **inductiv**. În ambele cazuri trebuie să se facă distincție între **cuplarea pentru perturbațiile de mod comun** și **cuplarea pentru cele de mod normal**.

**Cuplarea capacitivă** pentru cele două tipuri de semnale este prezentată în **Figura 1**. Impedanțele serie  $L_1$  și  $L_{11}$  împiedică pe de o parte **pătrunderea impulsurilor de încercare în rețeaua de alimentare**, iar pe de altă parte, **garantează obținerea unei anumite forme de undă** la obiectul de încercat. Fără inductivități serie, practic, majoritatea simulatoarelor de perturbații ar fi scurtcircuitate datorită impedanței interne mici a rețelei.

**Fig. 1 Simularea perturbațiilor produse prin conducție prin cuplare capacitivă**

**a) cuplarea semnalelor perturbatoare de mod normal**



**b) cuplarea semnalelor perturbatoare de mod comun**

**Întrucât căderea de tensiune maxim admisă la 50 Hz pe bobinele serie este de 10 %, decuplarea de rețea este susținută prin montarea condensatoarelor de filtraj  $C_N$ .**



**Ca alternativă, se poate conecta înainte de dispozitivul de cuplare un transformator reglabil, cu care, spre exemplu, se poate mări tensiunea rețelei la 240 V și prin aceasta se poate compensa o cădere de tensiune mai mare pe bobinele serie.**

**Dispozitivele de cuplare cu utilizări multiple conțin suplimentar, un transformator de separare care permite utilizarea generatoarelor de perturbații cu o bornă de ieșire pusă la pamânt.**

**Atenție, la fel ca impedanța internă redusă a rețelei de alimentare, un obiect de încercat de impedanță mică încarcă în asemenea măsură simulatorul de perturbații încât, menținerea parametrilor mărimii perturbatoare devine o problemă.**

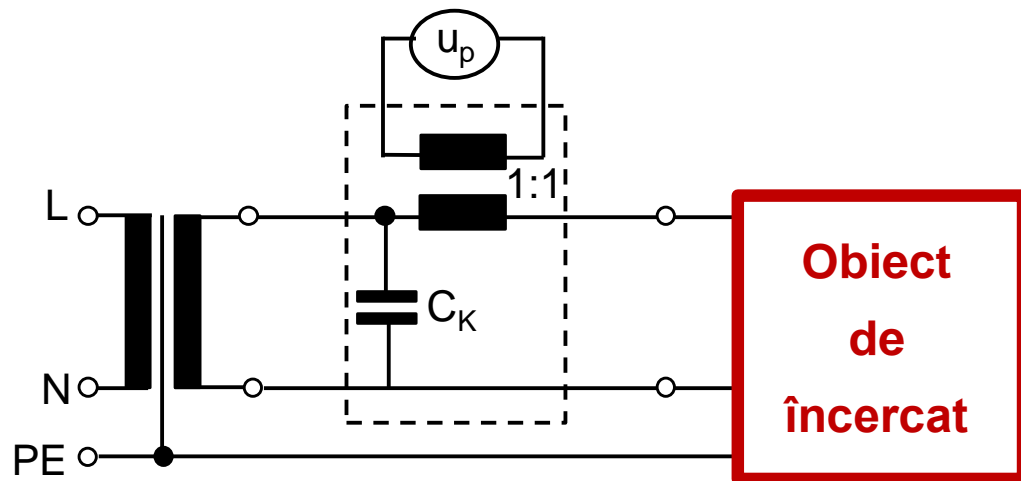
**De aceea, păstrarea severității condițiilor de încercare trebuie dovedită prin dispozitive adecvate de măsurare a tensiunii și curentului montate direct la bornele obiectului de încercat. În același scop, unele generatoare de perturbații sau dispozitive de cuplare au astfel de senzori înglobați.**

## Cuplarea inductivă a perturbațiilor de mod normal



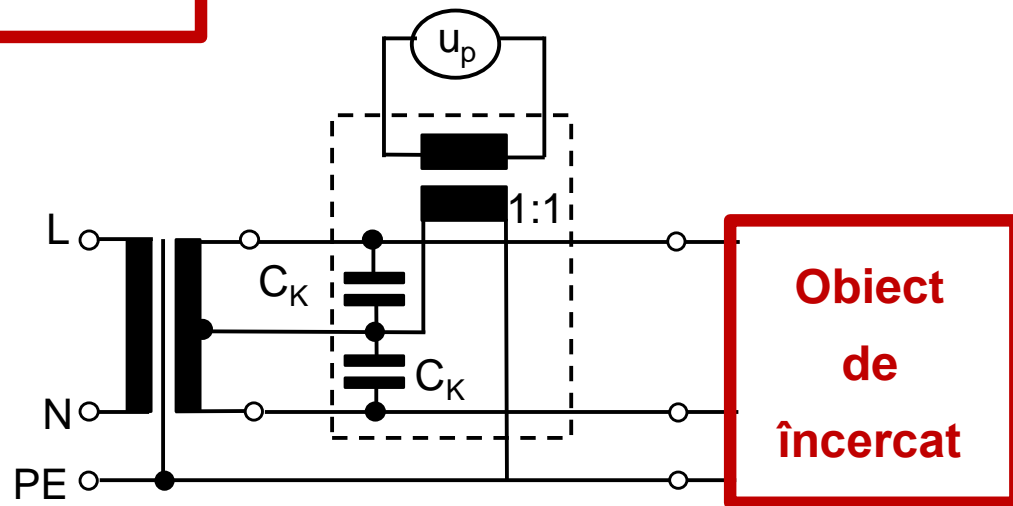
și respectiv de mod comun este prezentată schematic în Figura 2.

Fig. 2 Simularea perturbațiilor produse prin conducție prin cuplare inductivă



a) cuplarea semnalelor perturbatoare de mod normal

b) cuplarea semnalelor perturbatoare de mod comun



Transformatoarele de cuplaj sunt transformatoare de bandă largă

Decuplarea față de rețeaua de alimentare se face aici în principal prin condensatoarele de blocare  $C_K$ . La frecvențe înalte, acestea reprezintă un scurtcircuit astfel încât, atât la cuplarea perturbațiilor de mod normal, cât și a celor de mod comun, semnalele perturbatoare nu se transmit în rețeaua de alimentare prin transformatoarele de separare.


Deoarece transformatoarele de bandă largă transferă curentul, respectiv căderea de tensiune din circuitul de alimentare prin raport de transformare la ieșirea simulatorului de perturbații, în unele cazuri este necesară compensarea acestor efecte.

**Cuplarea inductivă** este mai puțin utilizată decât **cuplarea capacitivă** datorită lipsei de pe piață a unor **transformatoare de bandă largă**, de putere mare.

În final, precizăm și faptul că, pentru **cuplarea liniilor de date și de semnal** se pot folosi **descărcătoare de supratensiuni** cu gaz inert.

După aceste considerente de bază, în cele ce urmează, va fi **aprofundata simularea unor perturbații tipice**.





***Regimuri tranzitorii  
rapide și supratensiuni  
atmosferice***

## = Regim tranzitoriu =

De-a lungul anilor s-a constatat că pe **cablurile de alimentare ale rețelei** pot să apară **supratensiuni tranzitorii** datorită **operațiilor de comutare, remedierii erorilor** sau a **loviturilor de fulger** în alte puncte din **rețea**.

Studiile arată că **regimurile tranzitorii de peste 1 kV** reprezintă **aproximativ 0.1 %** din **numărul total de regimuri tranzitorii observate**.

German ZVEI a realizat un **STUDIU** în care a făcut o analiză statistică a **28 000** regimuri tranzitorii reale **depășind 100 V**, în **40 de locații** de-a lungul a **3 400 de ore**. Rezultatele au fost analizate pentru **amplitudinea de vârf, rata medie de apariție a regimului tranzitoriu și conținutul de energie**.

Average rate of occurrence of mains transients

<u>Area Class</u>	<u>Average rate of occurrence</u> (transients/hour)
Industrial	17.5
Business	2.8
Domestic	0.6
Laboratory	2.3

**Regimurile tranzitorii de energie mare** ar putea amenința dispozitivele active din rețeaua de alimentare a echipamentului. Fronturile cu creștere rapidă sunt cele mai perturbative pentru operarea circuitului, deoarece ele sunt cele mai puțin atenuate de căile de cuplaj și pot genera tensiuni mari în circuitul de împământare inductiv și în căile de semnal.

**Circuitele analogice** sunt aproape imune la regimuri tranzitorii izolate scurte, în timp ce **circuitele digitale** sunt ușor de corupt de către acestea.

**Regimurile tranzitorii din rețea** pot apărea în mod diferențial (între fază și neutru) sau în mod comun (între fază/neutru și pământ).

Vârfurile de mod diferențial sunt de obicei asociate cu timpi de creștere relativ mici și energie ridicată, și necesită supresia pentru a preveni daune ale circuitului de intrare dar nu afectează în mod semnificativ operarea circuitului.

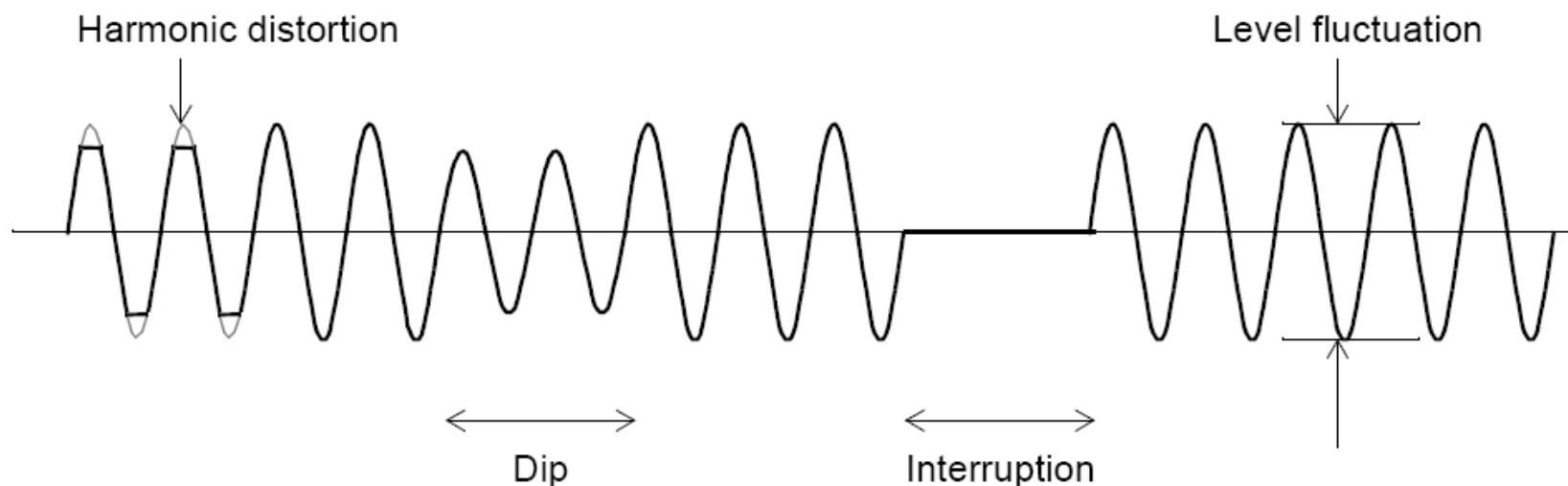
Regimurile tranzitorii de mod comun sunt mai greu de suprimat deoarece acestea necesită conexiunea unor componente de supresie între fază și pământ, sau în serie cu împământarea, și deoarece capacitățile parazite la pământ sunt mai greu de controlat.

Căile de cuplaj ale acestora sunt foarte simiare cu cele urmate de semnalele RF de mod comun. Din păcate, ele sunt de asemenea mai perturbative deoarece ele rezultă în flux de curent tranzitoriu în căile conductoare către pământ.

## = Fenomene datorate tensiunii de alimentare =

Fenomenele considerate sunt:

- ✓ armonici și inter-armonici;
- ✓ fluctuații de tensiune, căderi de tensiune și întreruperi de scurtă durată a alimentării;
- ✓ nesimetrie de tensiune în alimentarea trifazică;
- ✓ semnalizarea de la rețea;
- ✓ variația frecvenței de putere.



**Căderile de tensiune și întreruperile** sunt o caracteristică a tuturor rețelelor de distribuție, și sunt de obicei datorate compensării deficitare sau de comutația de sarcină în alt loc din sistem. Tipic, **întreruperile de tensiune** (în opoziție cu întreruperile de curent) pot să dureze timp de **10-500 ms**.

În țările UE **fluctuațiile tensiunilor de sarcină și de linie**, la punctul de conectare la consumator, se mută către valoarea **230 V ± 10 %**.

Datorită faptului că sarcina din sistemul energetic variază pe un model diurn apar schimbări mici în tensiune în aceste limite.

**Tensiunea declarată nu include căderile de tensiune** de la locația clientului, și de aceea ar trebui proiectate **surse de alimentare stabilizate** pentru a satisface cel puțin limita de **-15 %**.

**Căderile de tensiune ce depășesc 10 %** din tensiunea nominală apar **de până la 4 ori pe lună** pentru consumatorii urbani și mai frecvent în zonele rurale unde alimentarea se face prin liniilor electrice aeriene.

Sarcinile din industria grea pot cauza etape de termen scurt sau fluctuații aleatorii care pot afecta mulți consumatori alimentați de la aceeași sursă. Principalul efect al acestor perturbații sunt flickerele lămpilor, care pot cauza disconfort fiziologic.



***Standarde și  
reglementări***

# Standarde



**SR EN 61000-4-4**  
**IEC 61000-4-4**

**SR EN 61000-4-5**  
**IEC 61000-4-5**

**SR EN 61000-4-11**  
**IEC 61000-4-11**



# SR EN 61000-4-4

## Compatibilitate electromagnetă Partea 4-4: Tehnici de încercare și măsurare - Încercări de imunitate la trenuri de impulsuri rapide de tensiune, 2006

### Domeniu de aplicare și scop

Acest standard se referă la imunitatea echipamentelor electrice și electronice la fenomene tranzitorii rapide, repetitive. Se specifică cerințele de imunitate și procedurile de încercare referitoare la trenurile de impulsuri rapide de tensiune. Sunt indicate domeniile nivelurilor de încercare și stabilește procedurile de încercare.

Scopul acestui standard este de a stabili o referință comună și reproductibilă pentru evaluarea imunității echipamentelor electrice și electronice când sunt supuse trenurilor de impulsuri rapide de tensiune aplicate la porturile de alimentare, de semnal, de comandă și de pământ.

## Acest standard definește:

- forma tensiunii de încercare;
- domeniul nivelurilor de încercare;
- echipamentul de încercare;
- proceduri de verificare a echipamentului de încercare;
- configurația de încercare;
- procedura de încercare.



Acest standart **furnizează** specificații pentru **încercările în laboratoare și pentru încercările post-instalare.**

## Generalități



Încercarea cu impulsuri rapide repetitive, este o încercare cu salve compuse dintr-un anumit număr de impulsuri rapide cuplate la porturile de alimentare, de comandă, de semnal și de pământ ale echipamentelor electrice și electronice.

**Importante pentru încercare sunt:**

- ✓ amplitudinea mare,
- ✓ timpul de creștere mic,
- ✓ frecvența de repetiție mare ,
- ✓ energia redusă a impulsurilor.

**Încercarea este destinată să demonstreze imunitatea echipamentelor electrice și electronice, atunci când sunt supuse la perturbații tranzitorii de tipul celor provenind de la fenomenele tranzitorii de comutație (întreruperea sarcinilor inductive, vibrațiile contactelor releelor, etc.).**

## Configurația de încercare

Diferite **tipuri de încercări** sunt definite, în funcție de mediile înconjurătoare pentru încercare. Acestea sunt:

- ✓ **încercări de tip** (de conformitate) realizate în laborator (aceasta fiind metoda preferată);
- ✓ **încercări după instalare** realizate pe echipamente în condiții finale de instalare.

**Configurația de încercare** cuprinde **următoarele echipamente**:

- plan de masă de referință;
- dispozitiv de cuplare (rețea sau pensetă);
- rețea de decuplare;
- generator de încercare.

### Procedura de încercare cuprinde:

- verificarea condițiilor de referință în laborator;
- verificarea preliminară a funcționării corecte a echipamentului;
- efectuarea încercării;
- evaluarea rezultatelor încercării.



## Evaluarea rezultatelor încercării



Rezultatele încercării trebuie să fie clasificate luând în considerare pierderea funcționalității sau degradarea performanțelor echipamentului supus încercării, prin raportare la un nivel al performanțelor definit de producătorul acestuia sau de solicitantul încercării sau convenit printr-un acord între producător și cumpărătorul produsului.

**Clasificarea recomandată este următoarea:**

- a) funcționare normală în limitele specificate de producător, solicitant sau cumpărător;
- b) pierdere temporară a funcționalității sau degradarea performanțelor care dispare după încetarea perturbației și în continuare, echipamentul supus încercării revine la funcționarea normală, fără intervenția operatorului;
- c) pierdere temporară a funcționalității sau degradarea performanțelor, pentru a căror corectare este necesară intervenția operatorului;
- d) pierdere a funcționalității sau degradarea performanțelor care nu este recuperabilă, din cauza defectării echipamentului, programului sau unei pierderi de date.

# SR EN 61000-4-5

## Compatibilitate electromagnetă Partea 4-5: Tehnici de încercare și măsurare - Încercări de imunitate la unde de șoc, 2003

### Domeniu de aplicare și scop

Acest standard se referă la cerințele de imunitate pentru echipamente, la metodele de încercare și la gama de niveluri de încercări recomandate la unde de șoc unidirecționale cauzate de supratensiuni provocate de fenomene tranzitorii produse de comutații și trăsnet.

În standard sunt definite mai multe niveluri de încercare raportate la diferite condiții de mediu și de instalare.

Aceste cerințe sunt dezvoltate și aplicate la echipamente electrice și electronice.

## Acest standard definește:



- domeniul nivelurilor de încercare;
- echipamentul de încercare;
- configurația de încercare;
- procedura de încercare.

**Încercarea de laborator** descrisă în acest standard are ca **scop determinarea reacției EUT**, în condiții operaționale specificate, **la supratensiuni de origine atmosferică sau produse de comutații** pentru anumite niveluri primejdioase.

Acest standard nu este destinat evaluării capacității izolației de a suporta tensiuni ridicate.

În acest standard **nu au fost luate în considerare loviturile de trăsnet directe.**



## Generalități

❖ **Fenomenele tranzitorii produse de comutații** pot fi împărțite în **fenomene tranzitorii** provenind de la:

- 1) perturbații rezultate din **comutațiile în marile rețele electrice**, cum sunt cele produse de comutarea bateriilor de condensatoare;
- 2) **comutații de mai mică importanță** efectuate în apropierea instrumentelor sau modificări de sarcină în rețelele de distribuție electrică;
- 3) **circuitele rezonante asociate dispozitivelor de comutație**, cum ar fi tiristoarele;
- 4) **diverse defecte ale rețelei**, cum ar fi scurtcircuiturile și amorsările la dispozitivul de legare la pământ a instalației.

## ❖ Fenomene tranzitorii produse de trăsnet

Principalele mecanisme prin care trăsnetele produc tensiuni de șoc sunt:

- 1) o lovitură de trăsnet directă pe o linie exterioară care determină injectarea de curenți mari și care se transformă în tensiune în urma scurgerii prin rezistența de legare la pământ sau prin impedanța liniei exterioare;
- 2) o lovitură de trăsnet indirectă (o descărcare între nori sau în interiorul lor sau pe obiecte apropiate, care generează câmpuri electromagnetice) care induce tensiuni/curenți în conductoarele liniilor situate în exterior și/sau în interiorul unei clădiri;
- 3) scurgerea la pământ a curentului de trăsnet rezultat din descărcările directe apropiate și cuplarea la rețeaua comună a unui dispozitiv de legare la pământ a instalației.

## Evaluarea rezultatelor încercării



Rezultatele încercării trebuie să fie clasificate luând în considerare pierderea funcționalității sau degradarea performanțelor echipamentului supus încercării, prin raportare la un nivel al performanțelor definit de producătorul acestuia sau de solicitantul încercării sau convenit printr-un acord între producător și cumpărătorul produsului.

**Clasificarea recomandată este următoarea:**

- a) funcționare normală în limitele specificate de producător, solicitant sau cumpărător;
- b) pierdere temporară a funcționalității sau degradarea performanțelor care dispare după încetarea perturbației și în continuare, echipamentul supus încercării revine la funcționarea normală, fără intervenția operatorului;
- c) pierdere temporară a funcționalității sau degradarea performanțelor, pentru a căror corectare este necesară intervenția operatorului;
- d) pierdere a funcționalității sau degradarea performanțelor care nu este recuperabilă, din cauza defectării echipamentului, programului sau unei pierderi de date.

## Compatibilitate electromagnetă Partea 4-11: Tehnici de încercare și măsurare - Încercări de imunitate la scăderi de tensiune, întreruperi de scurtă durată și variații de tensiune

### Domeniu de aplicare și scop

Acest standard **definește** metodele **de încercare a imunității** și domeniul nivelurilor de încercare preferențiale **pentru scăderi de tensiune, întreruperi de scurtă durată și variații de tensiune**, pentru echipamentele electrice și electronice conectate la rețelele de alimentare cu energie electrică de joasă tensiune.

**Se aplică** echipamentelor electrice și electronice având un **curent absorbit nominal care nu depășește 16 A pe fază**, destinate **conectării la rețele de curent alternativ de 50 Hz sau 60 Hz**.

**Nu se aplică** echipamentelor electrice și electronice destinate **conectării la rețelele de curent alternativ de 400 Hz**. Încercările pentru aceste rețele vor fi acoperite de viitoarele standarde.

## Generalități

Scăderile de tensiune, întreruperile de scurtă durată sau variațiile tensiunii de alimentare **pot afecta** echipamentele electrice și electronice.

Scăderile de tensiune și întreruperile de scurtă durată **sunt produse de avarii în rețea**, în special scurtcircuite în instalații sau de variații bruște și importante de sarcini. În anumite cazuri pot să apară două sau mai multe scăderi sau întreruperi consecutive. **Variațiile de tensiune sunt produse de sarcini variabile continuu conectate în rețea.**

Aceste fenomene au o natură aleatoare și pot fi caracterizate de o manieră minimă în scopul utilizării lor pentru simulări în laborator, prin mărimea deviației de față de la tensiunea nominală și prin durată.

În consecință, în acest standard **sunt specificate diferite tipuri de încercări pentru a simula efectele variațiilor bruște de tensiune**. Aceste încercări trebuie aplicate numai în cazuri particulare și justificate, sub responsabilitatea specificațiilor de produs.

## Evaluarea rezultatelor încercării



Rezultatele încercării trebuie să fie clasificate luând în considerare pierderea funcționalității sau degradarea performanțelor echipamentului supus încercării, prin raportare la un nivel al performanțelor definit de producătorul acestuia sau de solicitantul încercării sau convenit printr-un acord între producător și cumpărătorul produsului.

**Clasificarea recomandată este următoarea:**

- a) funcționare normală în limitele specificate de producător, solicitant sau cumpărător;
- b) pierderea temporară a funcționalității sau degradarea performanțelor care dispăre după încetarea perturbației și în continuare, echipamentul supus încercării revine la funcționarea normală, fără intervenția operatorului;
- c) pierderea temporară a funcționalității sau degradarea performanțelor, pentru a căror corectare este necesară intervenția operatorului;
- d) pierdere a funcționalității sau degradarea performanțelor care nu este recuperabilă, din cauza defectării echipamentului, programului sau unei pierderi de date.



# *Proceduri și metode de test*



## Aparate utilizate

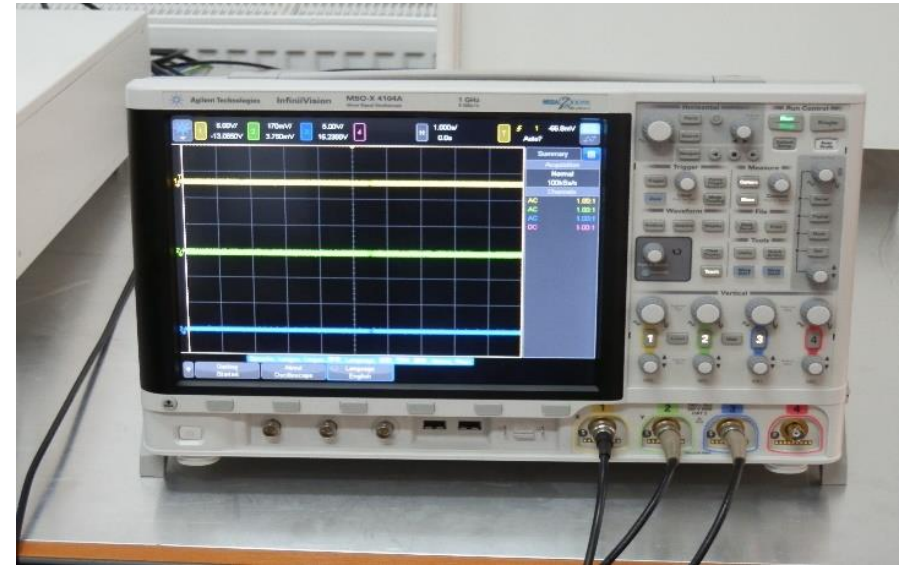
### UCS – The ultra-compact simulator

Acest echipament se utilizează pentru a testa imunitatea echipamentelor electrice și electronice la:



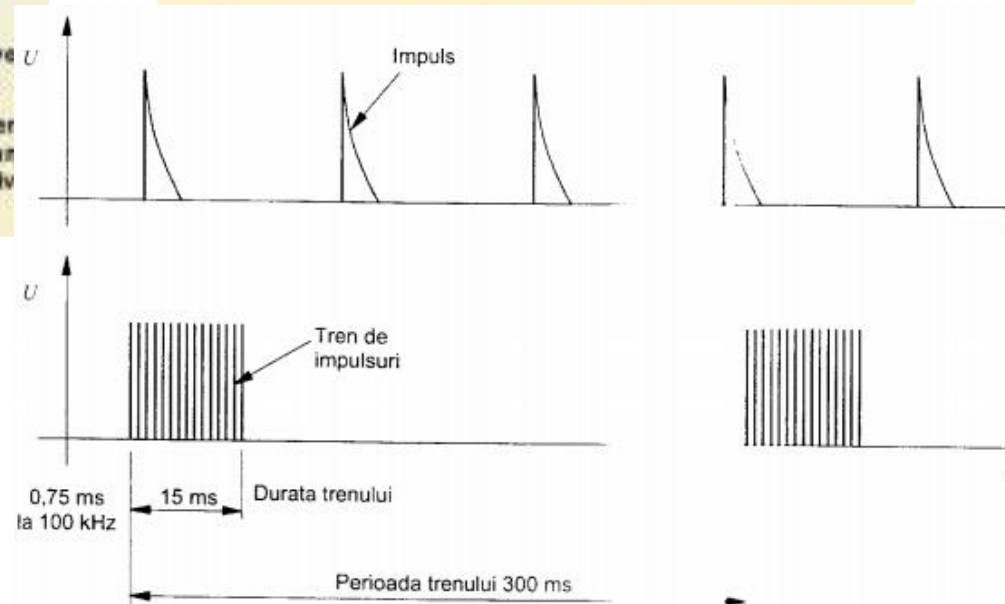
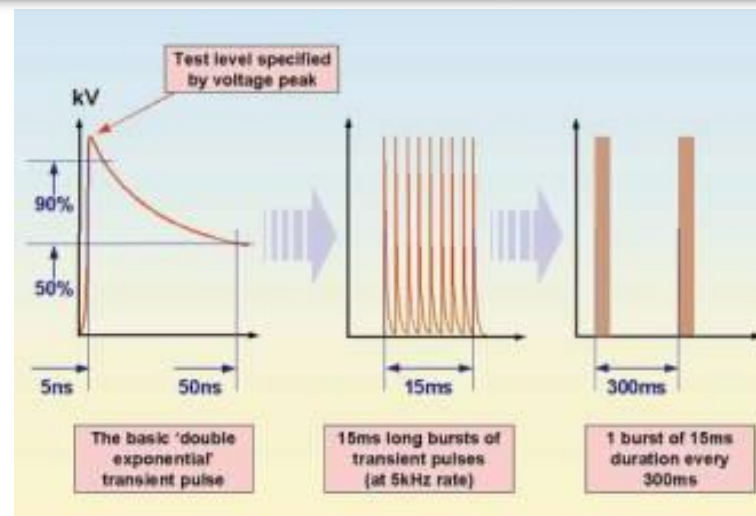
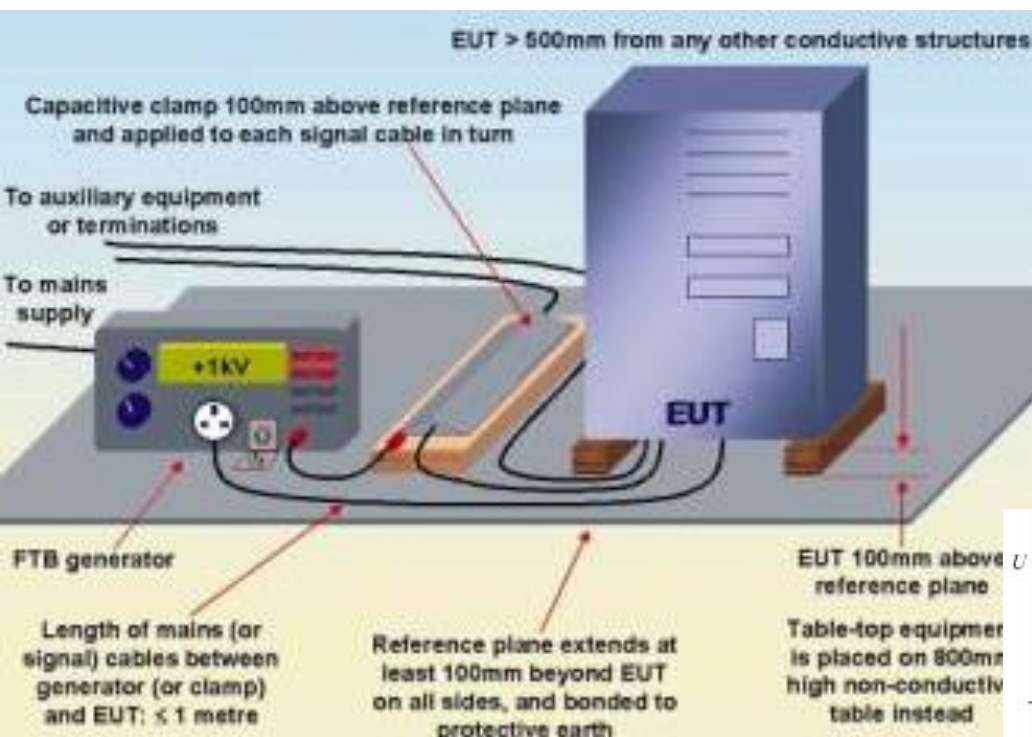
- trenuri de impulsuri rapide de tensiune (SR EN 61000-4-4);
- unde de șoc (SR EN 61000-4-5);
- și cu ajutorul motorului variac, la scăderi de tensiune, întreruperi de scurtă durată și variații de tensiune (SR EN 61000-4-11).

## Osciloscopul MSO-X 4104A de la Agilent Technologies



## Motorul Variac MV26

## Modul de testare a imunității la trenuri de impulsuri rapide



Aspect general al unui tren de impulsuri rapide de tensiune



**Nivelurile de încercare preferate pentru încercarea cu trenuri de impulsuri rapide de tensiune** aplicate porturilor de alimentare, de pământ, de semnal și de comandă ale echipamentelor sunt indicate în Tabelul 1.

**Tabelul 1**

**Tensiunea de încercare cu circuitul de ieșire în gol și frecvența de repetiție a impulsurilor**

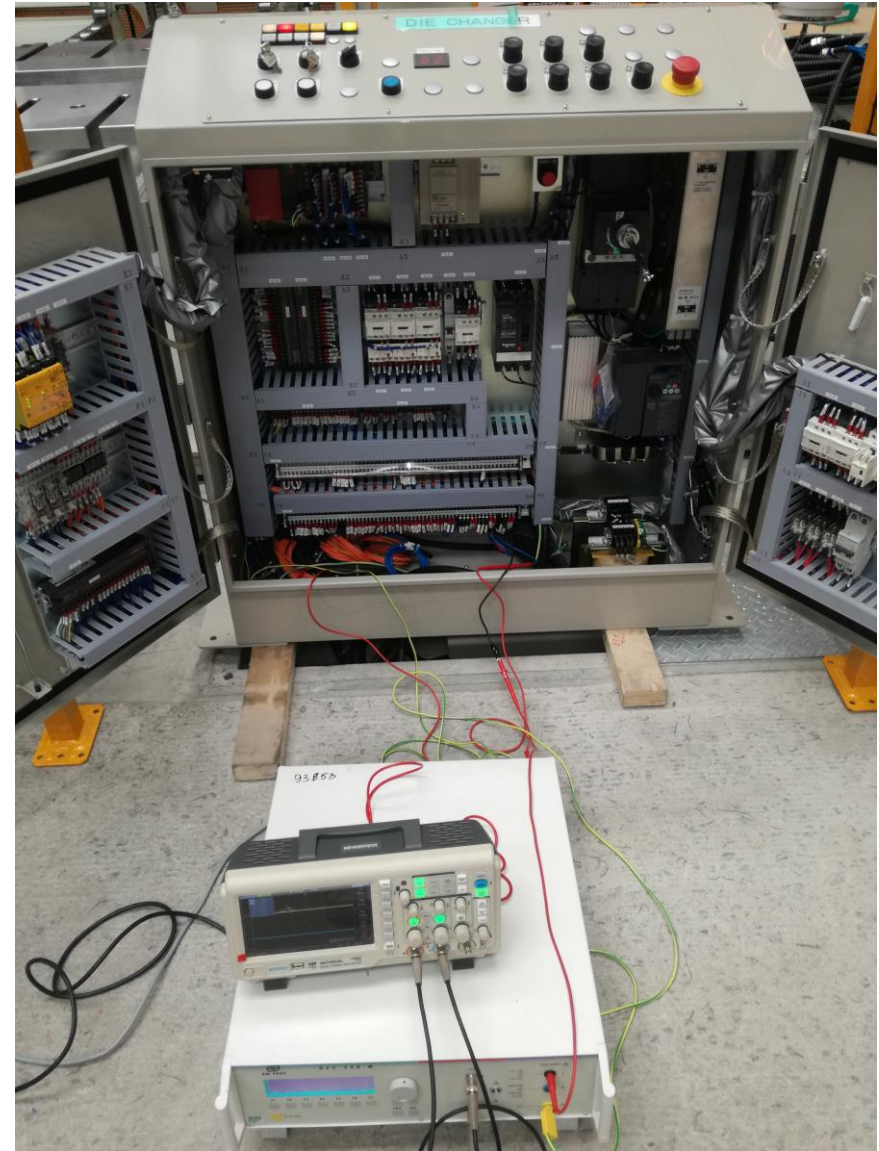
Nivel	Pe porturile de alimentare, PE		Pe intrări/ieșiri de semnal, pe porturile de date și de comandă	
	Tensiune de vârf kV	Frecvența de repetiție kHz	Tensiune de vârf kV	Frecvența de repetiție kHz
1	0.5	5 sau 100	0.25	5 sau 100
2	1	5 sau 100	0.5	5 sau 100
3	2	5 sau 100	1	5 sau 100
4	4	5 sau 100	2	5 sau 100
$x^a$	special	special	special	special



## Exemplu de testarea a imunității la trenuri de impulsuri rapide de tensiune

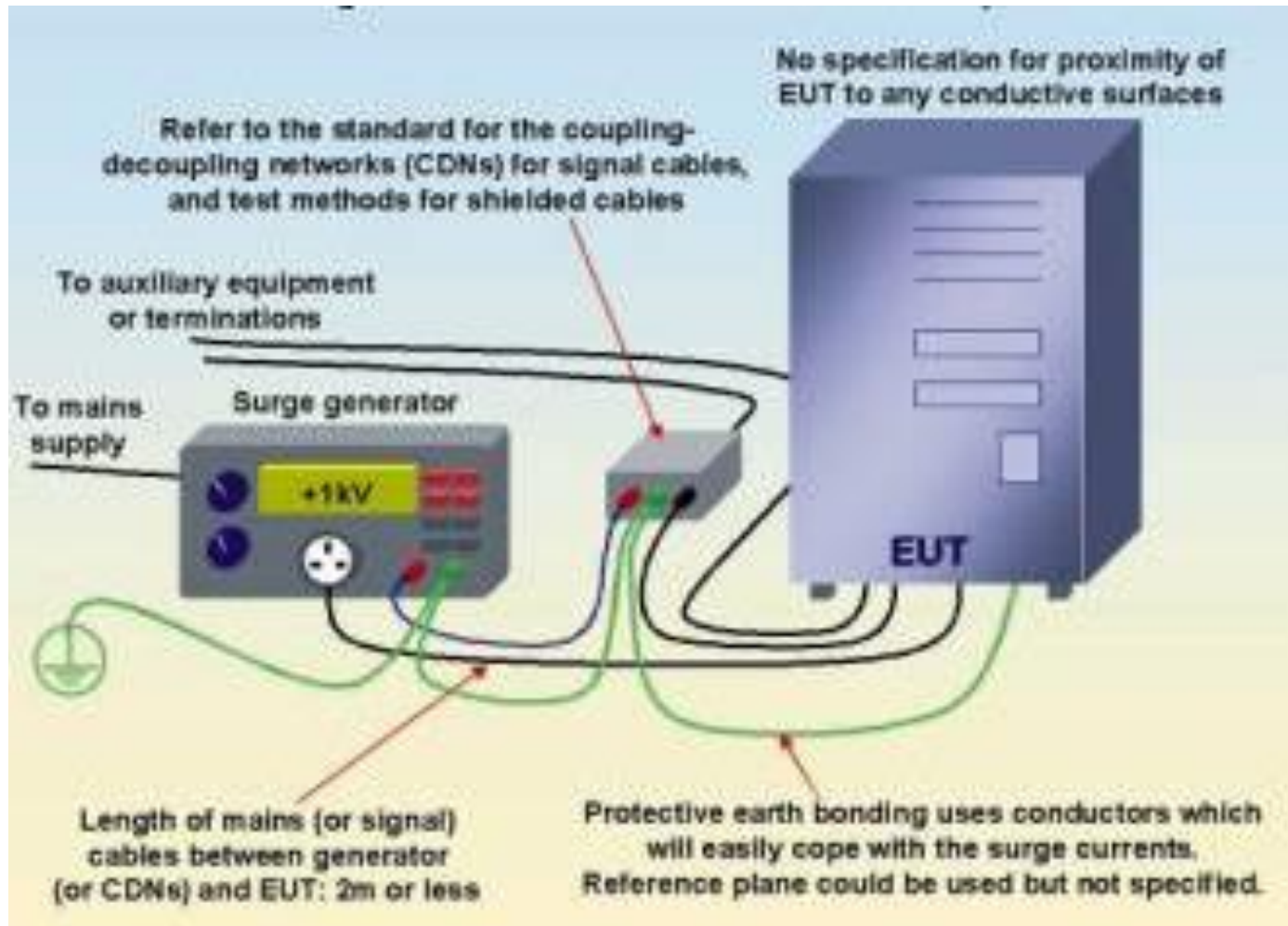






# SR EN 61000-4-5

## Modul de testare a imunității la unde de șoc





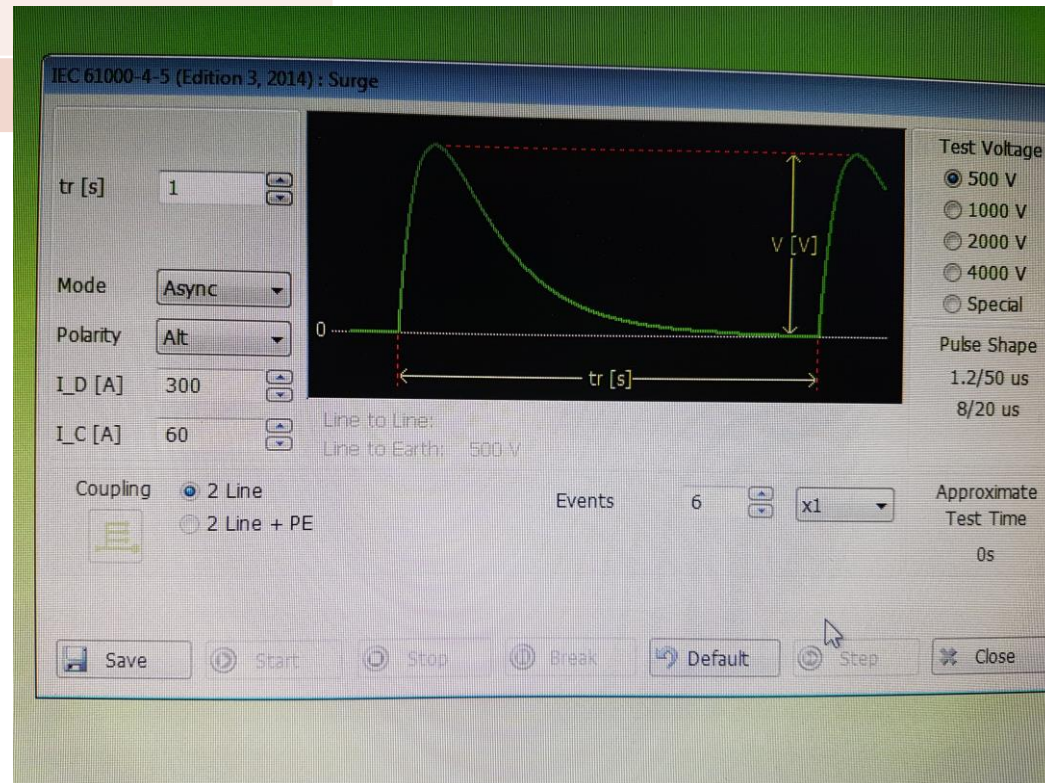
**Domeniul preferențial al nivelurilor de încercare este indicat în Tabelul 2.**



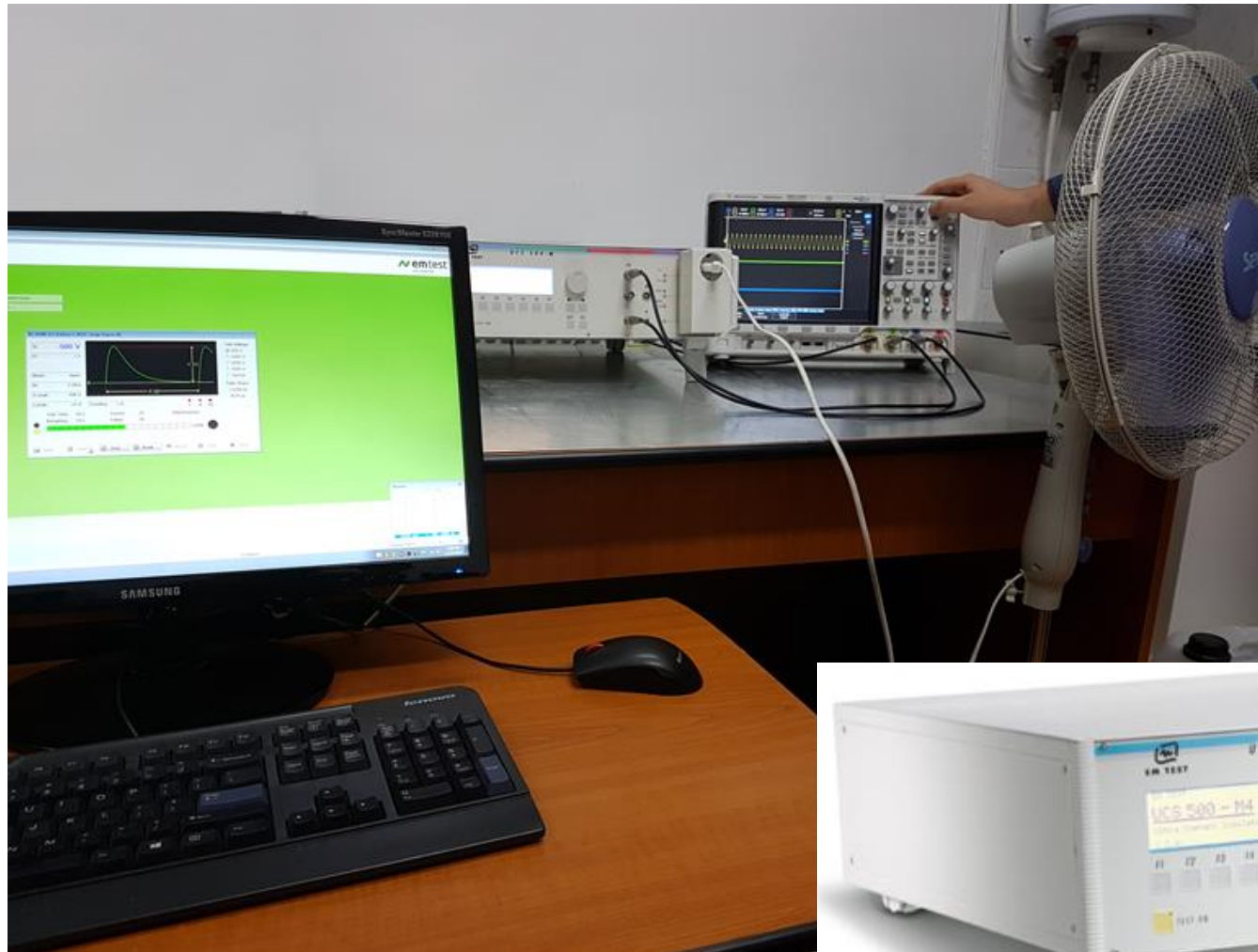
Nivel	Tensiunea de incercare in gol $\pm 10\%$ kV
1	0.5
2	1
3	2
4	4
$\chi^d$	special

**Tabelul 2**

## Forma impulsului de tensiune

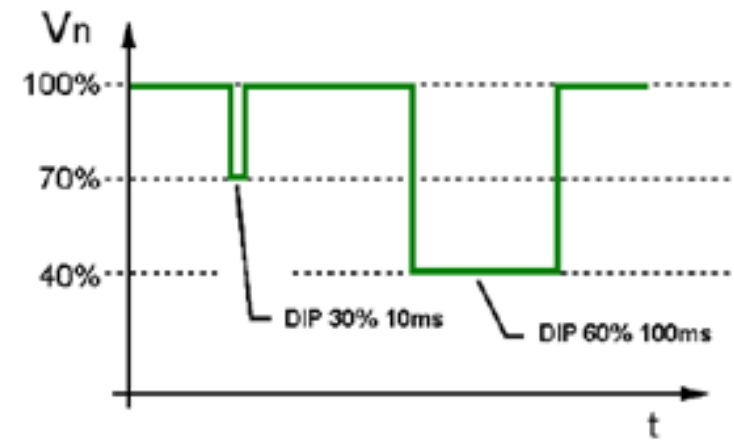
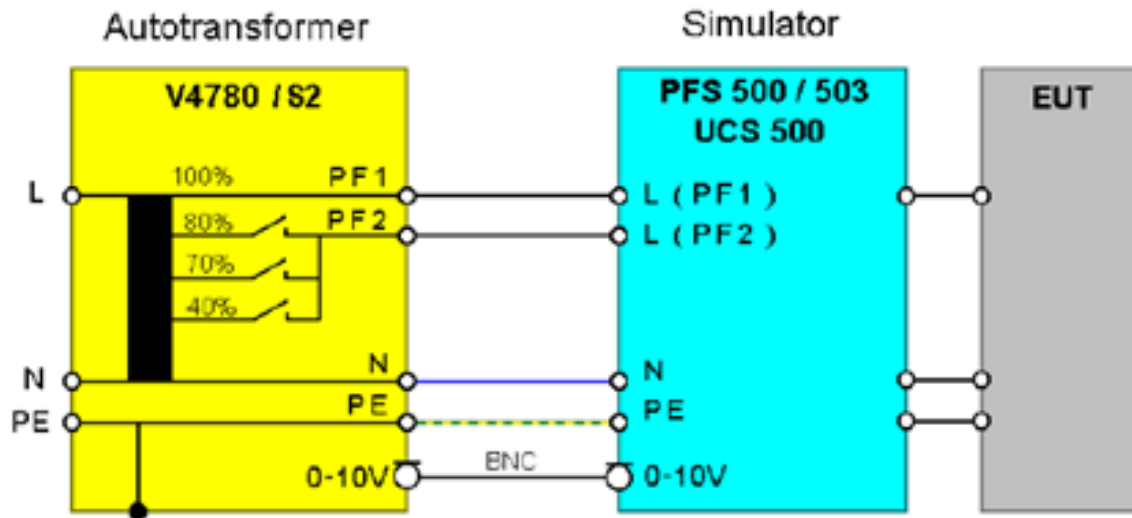


## Exemplu de testarea a imunității la unde de șoc



# SR EN 61000-4-11

Modul de testare a imunității la scăderi de tensiune, întreruperi de scurtă durată și variații de tensiune



Motor Variac



UCS



## Clasa 1

Această clasă se aplică alimentărilor protejate și are niveluri de compatibilitate mai mici decât nivelul rețelelor publice. Se referă la utilizarea echipamentelor foarte sensibile la perturbații din alimentarea cu energie electrică, de exemplu **instrumentația laboratoarelor tehnologice, unele automatizări și echipamente de protecție, unele calculatoare** etc.

## Clasa 2

Această clasă se aplică **punctelor de conexiune comună (PCC pentru sisteme de consumatori) și în mediul industrial în general**. Nivelurile de compatibilitate ale acestei clase sunt identice cu cele ale rețelelor publice; din acest motiv componentele proiectate pentru aplicații în rețelele publice pot fi utilizate în această clasă de mediu industrial.

## Clasa 3

Această clasă se aplică numai pentru IPC în medii industriale. Ea are niveluri de compatibilitate mai mari decât cele ale clasei 2 pentru unele fenomene perturbatoare. De exemplu, **se recomandă utilizarea acestei clase când sunt îndeplinite oricare din condițiile următoare:**

- cea mai mare parte a sarcinii este alimentată prin convertoare;
- prezența mașinilor de sudare;
- motoare mari sunt pornite frecvent;
- sacinile variază rapid.

Clasa	Nivel si durata ( $t_a$ ) de incercare pentru scaderi de tensiune (50 Hz/60 Hz)				
Clasa 1	De la caz la caz, in conformitate cu cerintele echipamentului				
Clasa 2	0 % timp de 0,5 perioade	0 % timp de 1 perioada	70 % timp de 25/30 perioade		
Clasa 3	0 % timp de 0,5 perioade	0 % timp de 1 perioada	40 % timp de 10/12 perioade	70 % timp de 25/30 perioade	80 % timp de 250/300 perioade
Clasa X	X	X	X	X	X

Clasa	Nivel si durata ( $t_a$ ) de incercare pentru intreruperi de scurta durata(50 Hz/60 Hz)
Clasa 1	De la caz la caz, in conformitate cu cerintele echipamentului
Clasa 2	0 % timp de 250/300 perioade
Clasa 3	0 % timp de 250/300 perioade
Clasa X	X

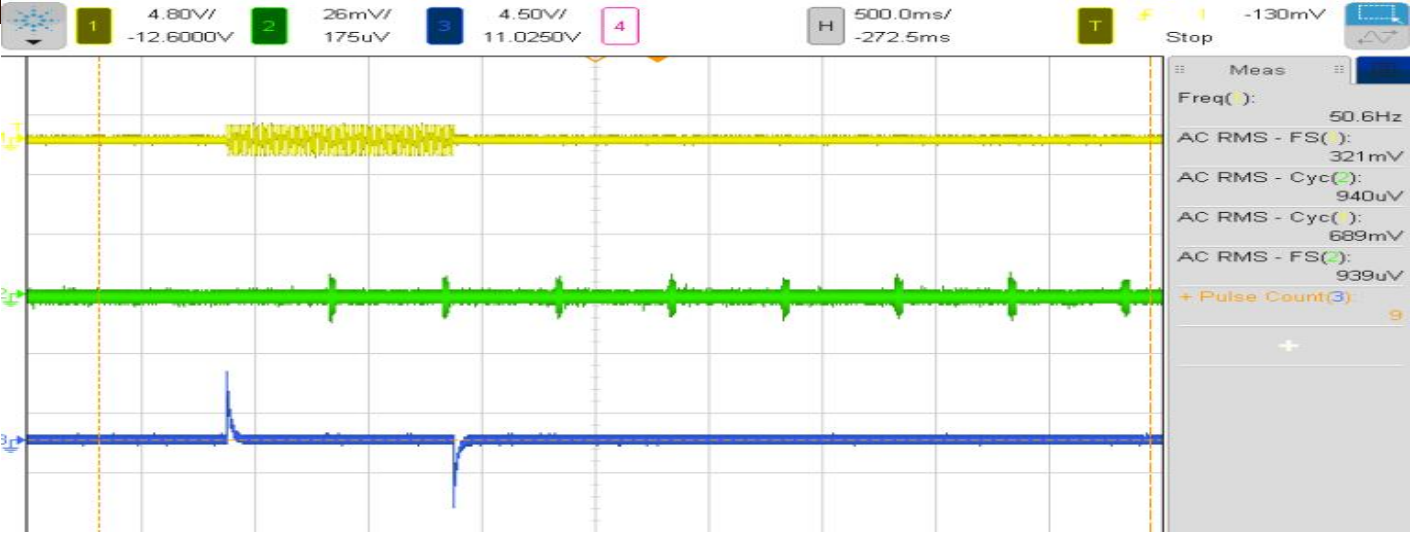
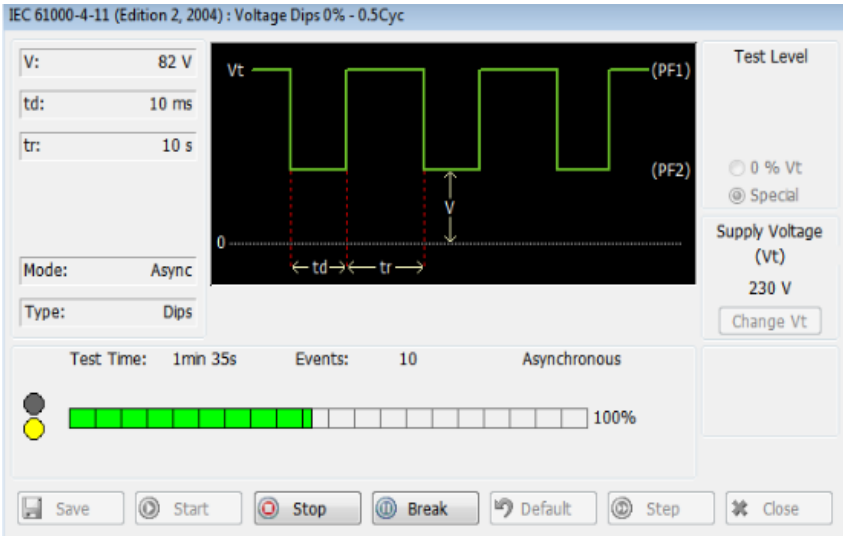
Durate ale varatiilor de scurta durata ale tensiunii de alimentare			
Nivelul tensiunii de incercare	Timpul de descrestere a tensiunii ( $t_d$ )	Durata tensiunii reduse ( $t_d$ )	Timpul de crestere a tensiunii ( $t_d$ ) (50 Hz/60 Hz)
70 %	Brusc	1 perioada	25/30 perioade
$X^a$	$X^a$	$X^a$	$X^a$

# Exemplu de testare a imunității conform IEC 61000-4-11

## Mașina de tuns



## IEC 61000-4-11, Voltage Dip



**Mulțumesc pentru Atenție!!!**