

Analyse du rapport technique

CEI 61000-2-5

Description et classification des environnements électromagnétiques

Jacques Delaballe

24 Mai 2011

Introduction

- Le rapport technique CEI 61000-2-5 Edition 2 a été développé par le GT 13 du Comité d'Etudes 77 « Compatibilité Electromagnétique »

Domaine d'application et objet

- La connaissance de l'environnement électromagnétique (EM) est un préalable au processus visant à obtenir la CEM
- Le rapport technique CEI 61000-2-5: 2011
 - présente le concept de degrés de perturbation et définit ceux-ci pour chacun des phénomènes EM
 - présente les différentes classes d'emplacements et les décrit au moyen de caractéristiques
 - fournit des informations générales sur les différents phénomènes EM que l'on peut rencontrer dans l'environnement et
 - compile des tableaux de niveaux de compatibilité pour les phénomènes EM que l'on considère être liés à ces classes d'emplacement
- Il sert de guide à ceux en charge de considérer et de développer les exigences relatives à l'immunité
- Il suit une approche visant à corréler phénomènes et essais normalisés
- Les descriptions des environnements EM sont majoritairement génériques

Quelques définitions

- **niveau de compatibilité (électromagnétique)**
 - niveau de perturbation EM spécifié que l'on utilise comme niveau de référence pour coordonner la définition des limites d'émission et d'immunité
- **degré de perturbation**
 - intensité quantifiée et spécifiée, située à l'intérieur d'une plage de niveaux de perturbation correspondant à un phénomène EM particulier rencontré dans l'environnement en question
- **niveau de perturbation**
 - grandeur d'une perturbation EM, mesurée et évaluée d'une façon donnée
- **classe d'emplacement**
 - ensemble d'emplacements présentant une propriété commune quant à la nature et la densité des équipements électriques et électroniques utilisés, y compris les conditions d'installation et les influences externes

Approche utilisée

- Trois catégories principales de phénomènes ont été identifiées
 - BF, HF, DES
- En premier lieu sont définies de façon générique les caractéristiques des phénomènes (amplitude, forme d'onde, impédance de source, occurrence ...) et établis les degrés (plages) prévisibles de perturbation
- Ensuite, une valeur unique est retenue comme étant la plus représentative d'une plage donnée pour chacun des phénomènes considérés dans un environnement particulier
 - cette valeur conditionne le niveau de compatibilité pour la classe d'emplacement considérée, les caractéristiques de celle-ci reposant sur les caractéristiques EM significatives d'un emplacement plutôt que sur des aspects géographiques ou structurels
- Les degrés de perturbation sont donnés à titre d'exemple de niveaux de compatibilité pour servir de guide aux comités de produits: ce ne sont pas des exigences d'immunité

Systeme de classification

- Raison d'être

- repérer un nombre limité de paramètres et de valeurs associées, susceptibles d'être choisis lors de la détermination d'exigences fonctionnelles
- intérêt économique, car limitant le nombre de variantes des différents appareils produits par un même fabricant

- Systeme de classification exhaustif néanmoins

- l'immunité n'est pas contrôlée pour tous les phénomènes mentionnés
- choix en fonction de l'environnement et des caractéristiques de l'élément considéré

Phénomènes de l'environnement EM

- Trois catégories de phénomènes définies pour décrire la totalité des perturbations
 - phénomènes de décharges électrostatiques (DES) (conduites et rayonnées)
 - phénomènes basse fréquence (conduits et rayonnés, quelle que soit leur source, à l'exception des DES)
 - phénomènes haute fréquence (conduits et rayonnés, quelle que soit leur source, à l'exception des DES)

Principaux phénomènes

Phénomènes		Tableau	Article
Conduits BF			
Réseaux d'alimentation	Harmoniques	2	5.1.1
	Variations d'amplitude de la tension	3	5.1.2.1 a)
	Creux de tension	Néant	5.1.2.1 b)
	Coupure brèves de tension	Néant	5.1.2.1 c)
	Déséquilibre de tension	4	5.1.2.1 d)
	Variations de la fréquence de la tension	5	5.1.2.2
Réseaux d'alimentation	Tensions de mode commun	6	5.1.3
	Transmission de signaux sur le secteur 0,1 à 3 kHz	7	5.1.4
	BF induites	7	
	Courant continu dans le réseau CA	Néant	5.1.7
Câbles de signal et de commande	BF induites (conditions normales)	8	5.1.6
	BF induites (conditions de défaut)	8	5.1.6

Présentation de la classification

- Pour chaque phénomène, la classification ne comporte qu'un seul niveau de compatibilité par classe d'emplacement
 - pour aider concepteurs et utilisateurs à définir les niveaux d'immunité
- La liste des degrés de perturbation contient
 - un degré «A» qui s'applique aux environnements nécessitant une certaine atténuation ou un certain contrôle pour répondre à certaines exigences
 - des degrés intermédiaires 1, 2, ...
 - un degré «X» à prendre en compte dans des conditions exceptionnelles

Phénomènes BF développés

● Conduits

- harmoniques de la fréquence fondamentale de l'alimentation
- variations de l'amplitude et de la fréquence de la tension d'alimentation
- tensions de mode commun du réseau
- tensions des systèmes de transmission de signaux sur les réseaux électriques
- réseaux d'alimentation à îlotage
- tensions induites
- tension continue dans les réseaux courant alternatif

● Rayonnés

- champs magnétiques
- champs électriques

Exemple – Degrés et niveaux de perturbation des variations de tension dans la plage normale de fonctionnement

Degrés de perturbation	Norme de base
	CEI 61000-2-4
	Niveaux de perturbation
A (protégé)	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements
1	$\pm 8 \%$
2	$\pm 10 \%$
3	- 15 % à + 10 %
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation
<p>NOTE 1 Les degrés de perturbation A, 1, 2, 3 et X correspondent aux classes A, 1, 2, 3 et X définies dans la CEI 61000-2-4; voir Article 4.</p> <p>NOTE 2 Des variations allant de - 15 % à + 10 % peuvent se produire pendant une durée inférieure à 60 secondes. Pour une durée plus longue, la plage de - 10 % à + 10 % s'applique.</p>	

Phénomènes HF développés

- **Conduits**

- onde entretenue conduite en courant continu
- onde entretenue induite
- transitoires

- **Rayonnés**

- perturbations oscillatoires continues
- perturbations modulées
- perturbations impulsionnelles

Exemple – Degrés et niveaux de perturbation pour les transitoires oscillatoires conduits dans les réseaux BT en courant alternatif

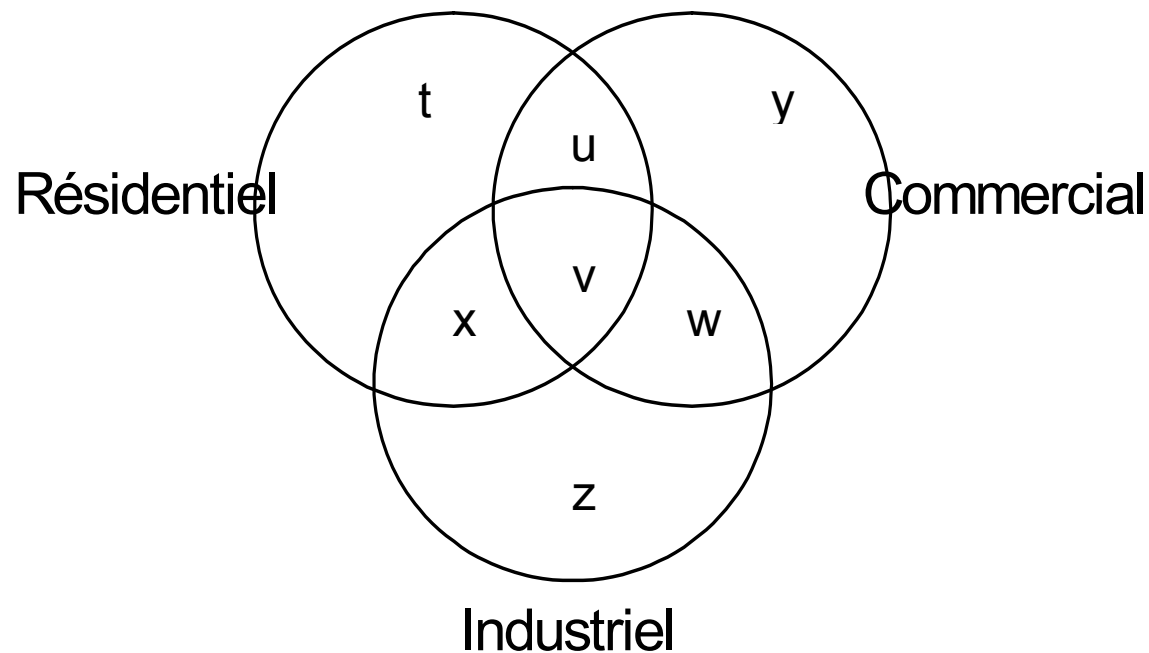
Degrés de perturbation	Phénomènes (sources)		
	Réponse locale d'un système à une perturbation impulsionnelle ^a	Réponse d'un bâtiment à une perturbation impulsionnelle ^a	Manceuvre d'un condensateur ^b
	Plage de fréquences des transitoires oscillatoires		
	Haute fréquence 0,5 MHz à 30 MHz	Moyenne fréquence 5 kHz à 500 kHz	Basse fréquence 0,2 kHz à 5 kHz
	5 ns à 50 ns ^c	0,5 µs ^c	1,5 µs ^c
	0,5 µs - 5 µs ^d	20 µs ^d	3 ms ^d
	Fréquents ^e	Occasionnels ^e	Occasionnels ^e
50 Ω à 300 Ω ^f	10 Ω à 50 Ω ^f	10 Ω à 50 Ω ^f	
Niveaux de perturbation			
A (protégé)	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements		
1	0,5 kV	1,0 kV	0,5 U _{crête}
2	1,0 kV	2,0 kV	1,0 U _{crête}
3	2,0 kV	4,0 kV	2,0 U _{crête}
4	4,0 kV	6,0 kV	3,0 U _{crête}
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation		
^a Les valeurs indiquées correspondent à la tension à vide (aucune charge importante n'étant connectée au moment où le phénomène se produit et aucun parafoudre n'étant installé dans le système) pour les systèmes d'une tension efficace de 120 à 690 V. Ces valeurs reflètent l'origine externe et les mécanismes de couplage de ces transitoires, qui sont, pour l'essentiel, indépendants de la tension du système.			
^b Les valeurs indiquées correspondent à la tension à vide pour les transitoires se manifestant à la crête de l'onde sinusoïdale à la fréquence d'alimentation, y compris la tension à la fréquence d'alimentation. Créés à l'intérieur de l'équipement, ces transitoires sont, pour l'essentiel, proportionnels à la tension du système.			
^c Temps de montée. Temps de montée initial de la première partie du transitoire.			
^d Durée. Valeur maximale à la moitié du maximum de l'enveloppe du transitoire.			
^e Densité temporelle.			
^f Impédance de la source			

Exemple - Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés (en V/m, RMS) et distance à la source (en m)

Degrés de perturbation	Phénomènes (sources)	
	Système TETRA P = 8 W (ERP)	UWB P = 0,11 mW ^b (EIRP)
	Fréquences des émetteurs	
	380 MHz à 921 MHz ^a	3,1 GHz à 10,6 GHz, 22 GHz à 29 GHz
A (protégé)	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements	
1	0,3	0,3
	66	0,25
2	1	1
	20	0,074
3	3	3
	6,6	0,025
4	10	10
	2	0,0074
5	30	30
	0,66	0,0025
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation	
^a Voir le Tableau B.3. ^b Recommandation UTI-R SM.1756, le masque de spectre est spécifié par la EIRP à -41,3 dBm/MHz. Si l'on suppose que le spectre est plat dans la largeur de bande occupée (dans le cas du OFDM UWB multi-bandes, la largeur de bande d'un groupe de canaux est de 1584 MHz), la puissance totale est évaluée à -9,3 dBm, soit 0,11 mW. On suppose, dans ce cas, que le gain d'antenne est de 0 dBi.		

Classification des environnements

- Un minimum de classes d'emplacements sont définies



Classification des environnements

- Description des 3 emplacements selon des critères différents:
 - fonctions pour le résidentiel
 - lieux pour le commercial/public
 - équipements installés, énergie générée,... pour l'industriel
- Caractéristiques des équipements
- Limites pertinentes
- Interfaces et accès
- Attributs sous forme de tableau

Tableau (exemple)

Accès	Attributs	Commercial	Public/général	Public/hôpital	Public/trafic
	Environnement externe ^a				
Enveloppe	Radio amateur à plus de 20 m ^b	X	X	X	X
	Radio CB à plus de 20 m ^b	X	X	X	
	Radio CB entre 5 m et 20 m				X
	Émetteur de radiodiffusion fonctionnant à une fréquence inférieure à 1,6 MHz à plus de 5 km ^b	X	X	X	X
	Émetteurs FM et TV à plus d'1 km ^b	X	X	X	X
	Systèmes de communication cellulaires avec station de base éloignée à plus de 200 m (émetteurs-récepteurs portatifs, par ex. GSM, WiMAX, etc.) ^b	X	X		
Alimentation en courant alternatif	Alimentation de ligne MT ou HT ^b			X	X
Signal	Réseau de télécommunication ^c	X	X	X	X

Les annexes

- Annexe A: Niveaux de compatibilité des classes d'emplacements

Phénomènes		Pour des détails relatifs au phénomène, voir le paragraphe	Pour des détails relatifs au degré de perturbation, voir le Tableau	Degrés de perturbation pour chaque accès				
				Enveloppe	Alimentation CA	Alimentation CC	Signal	Terre
Conduits BF	Harmoniques	5.1.1	2	—	2	—	—	—

- Annexe B: Perturbations rayonnées continues
- Annexe C: Examen de l'attribution des degrés de perturbation rayonnée
- Annexe D: Perturbations impulsionnelles rayonnées
- Annexe E: Télécommunications sur ligne d'alimentation

JE VOUS REMERCIE DE VOTRE ATTENTION