

Remplacée par une version plus récente



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

K.37

(10/96)

SÉRIE K: PROTECTION CONTRE LES
PERTURBATIONS

**Techniques d'amélioration de la compatibilité
électromagnétique hautes fréquences dans
les installations de télécommunication
(Recommandation de base sur la compatibilité
électromagnétique)**

Recommandation UIT-T K.37

Remplacée par une version plus récente

(Antérieurement Recommandation du CCITT)

Remplacée par une version plus récente

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE K PROTECTION CONTRE LES PERTURBATIONS

Pour plus de détails, voir la Liste des Recommandations de l'UIT-T.

Remplacée par une version plus récente

AVANT-PROPOS

L'UIT-T (Secteur de la normalisation des télécommunications) est un organe permanent de l'Union internationale des télécommunications (UIT). Il est chargé de l'étude des questions techniques, d'exploitation et de tarification, et émet à ce sujet des Recommandations en vue de la normalisation des télécommunications à l'échelle mondiale.

La Conférence mondiale de normalisation des télécommunications (CMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'études à traiter par les Commissions d'études de l'UIT-T lesquelles élaborent en retour des Recommandations sur ces thèmes.

L'approbation des Recommandations par les Membres de l'UIT-T s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT (Helsinki, 1^{er}-12 mars 1993).

La Recommandation UIT-T K.37 que l'on doit à la Commission d'études 5 (1993-1996) de l'UIT-T, a été approuvée par la CMNT (Genève, 9-18 octobre 1996).

NOTES

1. Dans la présente Recommandation, l'expression «Administration» est utilisée pour désigner de façon abrégée aussi bien une administration de télécommunications qu'une exploitation reconnue de télécommunications.
2. Les termes «annexe» et «appendice» aux Recommandations de la série K ont la signification suivante:
 - une *annexe* à une Recommandation fait partie intégrante de la Recommandation;
 - un *appendice* à une Recommandation ne fait pas partie de la Recommandation, il contient seulement quelques explications ou informations complémentaires spécifiques à cette Recommandation.

© UIT 1997

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'UIT.

Remplacée par une version plus récente

TABLE DES MATIÈRES

		Page
1	Domaine d'application.....	1
2	Références	1
3	Définitions	1
4	CEM hautes fréquences	1
5	Caractéristiques des équipements	1
6	Environnement	2
6.1	Eloignement des émetteurs radioélectriques	2
6.2	Réseau de mise à la terre et d'équipotentialité.....	2
6.3	Réseau d'alimentation et équipement électrique en courant alternatif	2
6.4	Matériaux et degré d'humidité.....	2
7	Installation	3
7.1	Equipement	3
7.2	Câblage.....	3
7.3	Connecteurs.....	3
8	Méthodes de travail	3
8.1	Restrictions d'utilisation des équipements perturbateurs.....	3
8.2	Eviter les décharges électrostatiques lors de l'installation et de l'entretien	4
9	Mesures d'amélioration spéciales	4
9.1	Ecrans.....	4
9.2	Filtrage	4
9.3	Filtrage de circuit de mode commun.....	5
9.4	Transformateurs d'isolement	5
9.5	Composants optiques	5
10	Bibliographie	5
Appendice I – Problèmes de compatibilité électromagnétique HF: origine et remèdes		6
I.1	Introduction.....	6
I.2	Origine du problème	6
I.3	Liste de pointage des solutions possibles	6
I.4	Référence bibliographique	7

Remplacée par une version plus récente

RÉSUMÉ

La présente Recommandation définit les techniques d'amélioration de la compatibilité électromagnétique que les opérateurs de télécommunication sont susceptibles d'appliquer afin d'éviter les perturbations, les brouillages et les dommages provoqués par les transitoires rapides et par les phénomènes radioélectriques.

Elle définit des principes à observer pour assurer le fonctionnement normal des systèmes de télécommunication, notamment:

- l'utilisation d'équipements de télécommunication conformes aux prescriptions en matière de compatibilité électromagnétique;
- les principes d'installation appropriés, tels que la réalisation de réseaux d'équipotentialité, de mise à la terre et de distribution de courant alternatif soigneusement étudiés, l'éloignement des équipements perturbateurs par rapport aux équipements de télécommunication, les conditions ambiantes et la conception des câblages;
- les pratiques opérationnelles consistant notamment à éviter d'utiliser des équipements radioélectriques portatifs à proximité d'équipements de télécommunication et à observer des précautions spéciales dans la manipulation de dispositifs sensibles aux décharges électrostatiques.

Des méthodes spéciales d'amélioration de la CEM, telles que l'installation d'écrans et de filtres, sont passées en revue pour les cas où surviennent des problèmes de compatibilité électromagnétique.

La présente Recommandation ne contient aucune règle de conception ni directive de fabrication concernant les circuits ou les équipements, étant entendu que les informations de cette nature sont déjà largement répandues.

INTRODUCTION

La présente Recommandation contient des directives à l'intention des opérateurs quant à la façon d'éviter les brouillages et les dégâts provoqués par les transitoires rapides et par les phénomènes radioélectriques. Le texte, dont la concision est voulue, renvoie le lecteur aux normes de référence et aux documents mentionnés dans la bibliographie.

Un équipement doit pouvoir fonctionner correctement, sans perturber d'autres équipements, lorsqu'il est installé dans l'environnement pour lequel il a été conçu. La classification des conditions d'environnement et les prescriptions des essais de CEM permettent d'assurer ce bon fonctionnement.

Normalement, un équipement de télécommunication répond aux prescriptions de CEM lorsque les portes des armoires sont fermées et que les différents panneaux dont il est muni sont en place. Les opérations indispensables d'ouverture des portes lors des activités d'installation et d'entretien exigent des précautions particulières si l'on manipule des dispositifs sensibles aux décharges électrostatiques. Dans de telles conditions, les équipements radioélectriques portatifs peuvent également causer des brouillages.

Des méthodes d'amélioration sont également indiquées dans les cas où les brouillages sont dus à des transitoires rapides ou à des phénomènes radioélectriques pour une raison ou une autre, par exemple si l'équipement est installé dans une classe d'environnement plus rigoureuse que celle pour laquelle il est conçu. Des règles pratiques sont énoncées pour les situations dans lesquelles surviennent des brouillages.

La présente Recommandation est une Recommandation fondamentale pour les télécommunications en ce qui concerne la CEM.

Remplacée par une version plus récente

Recommandation K.37

TECHNIQUES D'AMÉLIORATION DE LA COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE HAUTES FRÉQUENCES DANS LES INSTALLATIONS DE TÉLÉCOMMUNICATION (RECOMMANDATION DE BASE SUR LA COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE)

(Genève, 1996)

1 Domaine d'application

La présente Recommandation définit des techniques d'amélioration de la compatibilité électromagnétique hautes fréquences visant à éviter les perturbations et les brouillages causés par des transitoires rapides et par des phénomènes à hautes fréquences.

La présente Recommandation s'applique à l'installation et à l'entretien des équipements de télécommunication.

2 Références

La présente Recommandation se réfère à certaines dispositions des Recommandations UIT-T et textes suivants qui de ce fait en sont partie intégrante. Les versions indiquées étaient en vigueur au moment de la publication de la présente Recommandation. Toute Recommandation ou texte étant sujet à révision, les utilisateurs de la présente Recommandation sont invités à se reporter, si possible, aux versions les plus récentes des références normatives suivantes. La liste des Recommandations de l'UIT-T en vigueur est régulièrement publiée.

- Publication 50(161) de la CEI:1990, *Vocabulaire électrotechnique international – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique*.

3 Définitions

Les définitions de la Publication 50(161) de la CEI s'appliquent.

4 CEM hautes fréquences

En télécommunication, la CEM hautes fréquences porte sur la limitation des émissions et sur la sensibilité des équipements et des installations aux émissions.

Les émissions à hautes fréquences proviennent essentiellement des harmoniques des fréquences d'horloge de circuits numériques, qui se propagent par conduction ou par rayonnement. On peut considérer que les rayonnements non essentiels des équipements radioélectriques entrent également en ligne de compte. La limitation des émissions s'obtient au niveau de la conception des équipements et de la qualité de leur installation.

Les problèmes de sensibilité peuvent avoir pour origine les transitoires rapides et les phénomènes à hautes fréquences tels que les champs à fréquences radioélectriques de différents systèmes radioélectriques, les courants à fréquences radioélectriques induits dans les lignes d'alimentation électrique et de télécommunication, les transitoires rapides causés par des commutateurs situés dans des équipements connectés à l'alimentation en courant continu ou en courant alternatif, et par des décharges électrostatiques. La sensibilité à ces phénomènes est limitée par la conception des équipements, afin de les aligner sur des prescriptions d'essai normalisées, par la conception des réseaux, par la qualité de l'installation, par les conditions ambiantes et leur maintien, et par des méthodes de travail correctes.

5 Caractéristiques des équipements

L'équipement doit pouvoir fonctionner sans problème de compatibilité électromagnétique dans les conditions d'environnement pour lesquelles il est conçu. C'est la raison pour laquelle quatre classes d'environnement électromagnétique ont été définies pour les équipements de télécommunication [1]. Cette classification a servi à spécifier les conditions d'essai requises pour différents types d'équipements [2] et [3]. Il faut en outre spécifier les caractéristiques requises des émissions [4].

Remplacée par une version plus récente

L'opérateur doit spécifier les conditions à remplir en se référant à la Recommandation UIT-T appropriée ou au document correspondant avant de vérifier la conformité de l'équipement aux dites conditions, soit en consultant les indications du constructeur, soit en procédant lui-même au contrôle des caractéristiques de l'équipement.

6 Environnement

6.1 Eloignement des émetteurs radioélectriques

Les centres de télécommunication doivent être installés à une distance suffisante des radioémetteurs de telle sorte que l'intensité du champ radioélectrique ne dépasse pas la sévérité caractéristique de la classe d'environnement correspondante [1]. Le tracé des trajets en faisceaux hertziens doit éviter les aéroports et les zones caractérisées par la présence de signaux radar.

6.2 Réseau de mise à la terre et d'équipotentialité

Afin d'obtenir une bonne compatibilité électromagnétique, il est primordial que les locaux dans lesquels l'équipement est installé soient munis d'un réseau spécial de mise à la terre et d'équipotentialité soigneusement conçu. Les classes d'environnement «Centres de télécommunication majeurs» et «Centres de télécommunication mineurs» supposent l'implémentation d'un réseau de mise à la terre et d'équipotentialité conforme aux indications de [5]. Des directives concernant la réalisation d'un réseau de mise à la terre et d'équipotentialité dans des locaux d'abonné figurent dans [6]. Les méthodes recommandées pour la réalisation d'un tel réseau dans les centres de télécommunication figurent dans [7].

Du point de vue de la protection contre les transitoires rapides et les phénomènes radioélectriques, la réalisation de l'équipotentialité à l'intérieur des locaux s'avère plus importante que le contact avec la terre par l'électrode de mise à la terre.

6.3 Réseau d'alimentation et équipement électrique en courant alternatif

En ce qui concerne le schéma du réseau d'alimentation a.c. des bâtiments, on préfère le type TN-S au type TN-C [5], [6] et [8]. Les documents de référence (voir les références bibliographiques) donnent des conseils pour tous les cas où le courant est fourni par un réseau TT ou IT.

Dans le cas d'un réseau TT, les surtensions auxquelles les lignes de télécommunication et les lignes d'alimentation exposent les équipements de télécommunication peuvent être beaucoup plus élevées que dans le cas d'un réseau TN-S, ce qui nécessite une immunité plus poussée ou une protection accrue.

On prendra soin, dans les locaux qui abritent des équipements de télécommunication, de munir les installations électriques de dispositifs de protection appropriés. Des tubes fluorescents pour applications industrielles, par exemple, non munis de condensateurs d'antiparasitage, peuvent induire des perturbations dans les systèmes de transmission numérique de forte capacité.

Des installations électriques utilisant une alimentation à onduleur peuvent causer de graves perturbations, surtout quand elles sont connectées à des réseaux de distribution TT. Les équipements de télécommunication sont spécialement touchés par les perturbations quand l'impédance de mode commun de la ligne de télécommunication est faible. Pour cette raison, dans les systèmes TT, les équipements auront de préférence une impédance de mode commun élevée.

6.4 Matériaux et degré d'humidité

Le choix des matériaux et le contrôle du degré d'humidité permettent de limiter l'importance des décharges électrostatiques susceptibles de se produire dans un environnement donné [9].

Dans un environnement non contrôlé, caractérisé par la diversité des types de matériaux et des degrés d'humidité, et dans lequel le type de chaussures et de vêtements du personnel ne fait l'objet d'aucune spécification, on peut mesurer des tensions de charge électrostatique supérieures à 8 kV. Dans un environnement partiellement maintenu sous contrôle par des restrictions d'utilisation de matériaux dotés de propriétés fortement tribo-électriques, mais dans lequel le degré d'humidité peut fluctuer librement, la tension de charge électrostatique reste normalement inférieure à 8 kV.

Un contrôle parfait du choix des matériaux, une formation adéquate du personnel et une maîtrise du degré d'humidité relative, maintenu par exemple au-dessus de 40%, auront normalement pour effet de réduire la tension de charge électrostatique à moins de 4 kV. Il est souvent possible d'adopter des dispositions de ce genre dans les centres de télécommunication. Il est également possible de limiter la tension de charge sans contrôler le degré d'humidité, mais en choisissant les matériaux de revêtement des sols et le matériau des chaussures du personnel de telle sorte que le trajet vers le système de mise à la terre offre une résistance totale inférieure à $10^8 \Omega$.

Remplacée par une version plus récente

Dans un environnement spécialement régularisé, par exemple un centre de réparation de cartes imprimées, les tensions de charge doivent être réduites au minimum, généralement à moins de 200 V. Les mesures de limitation adoptées à cet effet sont spécifiées dans [9].

7 Installation

7.1 Equipement

L'équipement est normalement raccordé au réseau de mise à la terre et d'équipotentialité pour des raisons de sécurité. Dans la mesure du possible, les équipements de télécommunication ne doivent pas être installés à proximité d'équipements radioélectriques de forte puissance. Ce danger est particulièrement important dans les environnements industriels.

7.2 Câblage

La compatibilité électromagnétique d'un système dépend autant des caractéristiques des câbles que de leur installation. Les brouillages sont la conséquence d'une tension perturbatrice de mode différentiel dans le circuit affecté. Les mesures d'atténuation visent donc à limiter autant que possible cette perturbation de mode différentiel par comparaison au signal transmis par le circuit.

L'emploi de paires torsadées ou de câbles coaxiaux permet habituellement d'éviter le couplage direct des perturbations de mode différentiel. Ces deux structures de câble limitent le couplage à la boucle en mode différentiel.

Le couplage de mode commun fait apparaître dans un système des tensions et des intensités de mode commun. La symétrie des paires torsadées et la présence d'écrans permettent de réduire le couplage du mode commun au mode différentiel. La Recommandation [10] traite de différents aspects de la symétrie des câbles; bien que la symétrie des câbles normaux ne soit pas très bonne aux fréquences élevées, il existe des câbles spécialement conçus. Les paires torsadées peuvent être protégées par des écrans et le conducteur extérieur des câbles coaxiaux peut faire office d'écran. L'impédance et l'admittance de transfert mesurent la qualité des écrans. La définition de ces caractéristiques et les spécifications applicables aux différents types de câbles figurent dans [11] et [12].

On peut limiter le couplage de mode commun en diminuant la distance entre les lignes de signalisation et les lignes d'alimentation électrique et en réduisant autant que possible la surface des boucles de mise à la terre. De préférence, les câbles de types différents ne suivront pas le même chemin, du moins dans les centres de télécommunication. Les chemins de câbles métalliques interconnectés et reliés au réseau de mise à la terre et d'équipotentialité contribuent à réduire la superficie des boucles de mise à la terre. Dans certains cas, l'emploi d'un chemin de câble métallique fermé permet de former un écran autour des câbles. Le document [8] donne un ensemble de principes de compatibilité électromagnétique pour les câbles et les circuits.

7.3 Connecteurs

Pour être efficaces aux fréquences élevées, les écrans des câbles doivent être en contact avec la paroi métallique de l'enveloppe de l'équipement. Il importe par ailleurs que cette connexion soit réalisée au moyen d'un connecteur de bonne qualité, dont l'impédance de transfert soit suffisamment basse ou encore au moyen d'un autre circuit, spécialement conçu à cet effet, qui réalise un contact autour de l'écran. Le contact réalisé par un fil de connexion unique n'est pas suffisant aux fréquences élevées.

Le document [8] couvre différents aspects concernant les connecteurs.

8 Méthodes de travail

8.1 Restrictions d'utilisation des équipements perturbateurs

L'usage d'équipements radioélectriques portatifs est de plus en plus répandu parmi le public, voire au sein du personnel des compagnies de télécommunication. Plus particulièrement, les nouveaux systèmes tels que le GSM font appel à la technique d'accès multiple à répartition dans le temps (TDMA, *time division multiplexing technique*) et constituent une source potentielle de perturbations, puisque le signal TDMA est redressé à l'intérieur de l'équipement affecté.

Remplacée par une version plus récente

L'intensité du champ d'un téléphone portatif de type GSM atteint pratiquement 8 V/m à une distance de 1 m et tombe à 2,5 V/m à 3 m [13]. La valeur spécifiée du champ radioélectrique pour assurer l'immunité d'un équipement à installer dans un centre de télécommunication est normalement de 1 V/m ou de 3 V/m. Or le champ radioélectrique produit par les téléphones portables peut dépasser 1 V/m. C'est la raison pour laquelle les exploitants des centres de télécommunication doivent réglementer l'utilisation de téléphones cellulaires dans leurs locaux, de façon à garantir que les champs radioélectriques apparaissant au voisinage immédiat des équipements ne dépassent pas les limites indiquées.

8.2 Eviter les décharges électrostatiques lors de l'installation et de l'entretien

Bien que les équipements de télécommunication spécialement conçus pour présenter une immunité aux décharges électrostatiques ne subissent pas de perturbations en cours de fonctionnement, la manipulation de cartes imprimées et de composants exige des précautions particulières. Dans les centres de télécommunication, les supports des équipements peuvent être munis de bornes de mise à la terre auxquelles le personnel peut se raccorder par des bracelets antistatiques. Les spécifications techniques et de sécurité concernant ces bornes de mise à la terre sont indiquées dans [9].

Lorsque les locaux de l'abonné ne sont pas équipés de bornes de mise à la terre, il faut empêcher l'apparition de décharges électrostatiques par l'utilisation d'outils et de surfaces de travail spécialement conçus pour permettre l'égalisation des potentiels pendant la manipulation de dispositifs sensibles aux décharges de ce type. Il faut par ailleurs utiliser des emballages de protection antistatiques pour le transport de ces dispositifs, et leur réparation doit s'effectuer dans un centre de réparation spécialement conçu où tous les matériaux, l'outillage, le mobilier, la tenue de travail et les chaussures du personnel sont contrôlés [9].

9 Mesures d'amélioration spéciales

Le présent paragraphe est une orientation générale en matière de techniques d'amélioration de la CEM hautes fréquences. L'application des principes énoncés visant à résoudre des problèmes pratiques est examinée dans l'Appendice I.

9.1 Ecrans

Dans le cas des équipements destinés à être installés dans des centres de télécommunication, les spécifications en matière d'émissions et d'immunité aux champs radioélectriques prennent souvent en considération la classe «Centres de télécommunication majeurs». S'ils fonctionnent dans des centres de télécommunication mineurs ou dans des installations électroniques distantes [7], des problèmes risquent d'apparaître du fait de la proximité d'un émetteur radio ou des émissions des équipements de télécommunication qui perturbent la réception des émissions radiophoniques ou de télévision dans les maisons proches du centre de télécommunication ou de l'installation électronique distante. En pareilles circonstances, l'exploitant peut recourir à la solution qui consiste à installer un écran autour du centre ou autour de l'équipement responsable des perturbations. Il peut suffire d'utiliser à cet effet des tôles métalliques; le problème peut parfois être résolu par l'installation d'une seule de ces tôles, correctement mise à la terre, sur une seule paroi.

L'installation d'écrans peut également s'avérer nécessaire lorsque l'équipement de télécommunication perturbe le fonctionnement d'un système radioélectrique du même centre de télécommunication. L'origine du rayonnement doit alors être identifiée et l'écran doit ensuite être installé en conséquence, par exemple autour du répartiteur principal, à moins qu'il ne s'avère nécessaire de raccorder les écrans des câbles aux coffrets des équipements.

9.2 Filtrage

Lorsque des phénomènes radioélectriques ou des transitoires très intenses causent des perturbations via des lignes de télécommunication basse fréquence ou via des lignes d'alimentation, il est possible d'affaiblir les brouillages au moyen de filtres. Ceux-ci doivent être associés aux écrans ou être montés à l'intérieur des équipements, d'entente avec le constructeur.

Les clients qui n'utilisent que le téléphone normal pourront bénéficier à l'avenir de services numériques à large bande via leurs lignes d'abonné existantes. Dans ce cas il faudra supprimer le filtre passe-bas servant à limiter les perturbations hautes fréquences.

Remplacée par une version plus récente

9.3 Filtrage de circuit de mode commun

Lorsqu'il ne suffit pas de réduire au minimum la superficie des circuits de retour commun, les câbles peuvent être munis de bobines de filtrage ou de noyaux de ferrite pour augmenter l'impédance du circuit de mode commun. Un tel dispositif réduit l'intensité de mode commun sans affecter le signal de mode différentiel. L'obtention d'une réduction effective de l'intensité de mode commun dépend de l'impédance d'origine du circuit de mode commun; mais, dans de nombreux cas, un système installé peut être équipé très facilement d'un dispositif efficace de ce type.

9.4 Transformateurs d'isolement

Les transformateurs d'isolement servent essentiellement à interrompre le trajet basse fréquence des boucles de mode commun dans les circuits d'alimentation et dans les circuits de signalisation. Selon la capacité entre le primaire et le secondaire du transformateur, celui-ci est susceptible d'augmenter également l'impédance du circuit de mode commun aux très hautes fréquences.

9.5 Composants optiques

L'utilisation d'isolateurs optiques et en particulier de liaisons optiques au lieu de câbles métalliques est un moyen efficace pour empêcher les couplages brouilleurs dus aux phénomènes radioélectriques et aux transitoires rapides via les accès de signalisation.

10 Bibliographie

- [1] Recommandation UIT-T K.34 (1996), *Classification des conditions d'environnement électromagnétique pour les équipements de télécommunication – Transitoires rapides et phénomènes radioélectriques*.
- [2] Recommandation UIT-T K.32 (1995), *Spécifications d'immunité et méthodes d'essai pour les décharges électrostatiques vers les équipements de télécommunication – Recommandation générique de la compatibilité électromagnétique*.
- [3] Recommandation K.15 du CCITT (1972), *Protection des installations de téléalimentation et des répéteurs de ligne contre les coups de foudre et les perturbations dues aux lignes électriques voisines*.
- [4] CISPR 22, *Limites et méthodes de mesure des caractéristiques de perturbations radioélectriques produites par les appareils de traitement de l'information*.
- [5] Recommandation UIT-T K.27 (1996), *Configurations équipotentielles et mise à la terre dans les bâtiments de télécommunication*.
- [6] Recommandation UIT-T K.31 (1993), *Configurations équipotentielles et mise à la terre des installations de télécommunication à l'intérieur d'un bâtiment d'abonné*.
- [7] Recommandation UIT-T K.35 (1996), *Configurations équipotentielles et mise à la terre dans les installations électroniques distantes*.
- [8] CEI 77B (Secrétariat) 121 (juillet 1995), *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 5: Méthodes de réduction et recommandations d'installation – Section 1: Mise à la terre et câblage*.
- [9] ETSI Technical Report ETR 127, *Equipment engineering (EE); Electrostatic environment and mitigation measures for Public Telecommunications Network (PTN) [Ingénierie des équipements; Environnement électrostatique et mesures de protection des réseaux de télécommunication publics]*.
- [10] Recommandation UIT-T K.10 (1996), *Perturbation à basse fréquence due à la dissymétrie des installations de télécommunication par rapport à la terre*.
- [11] Publications de la série 1196 de la CEI, *Câbles pour fréquences radioélectriques – Spécifications*.
- [12] CEI 46A (Bureau central) 159, *Spécification générique pour câbles à fréquences radioélectriques – Partie 4: Méthodes d'essai – Chapitre 7: Efficacité d'écran*.
- [13] ETSI Technical Report ETR 151, *Equipment Engineering (EE); EMC testing of telecommunications equipment above 1 GHz [Ingénierie des équipements: essais de CEM des équipements de télécommunication au-dessus de 1 GHz]*.

Remplacée par une version plus récente

Appendice I

Problèmes de compatibilité électromagnétique HF: origine et remèdes

I.1 Introduction

Le présent appendice, fondé sur la référence dans I.4, contient des orientations sur la manière de procéder en cas d'apparition d'un problème pratique de CEM. Une démarche logique consiste à identifier tout d'abord l'origine du problème et ensuite à y remédier de la manière la plus économique. Les moyens utilisés pourront être différents selon que le cas se présente dans l'installation d'un client, dans une installation extérieure ou dans un centre de télécommunication; mais, en général, on pourra recourir à quelques procédés empiriques.

I.2 Origine du problème

Lorsqu'on soupçonne que des signaux radioélectriques continus en direction ou en provenance d'un équipement de télécommunication causent des brouillages, on peut tenter d'identifier la source en se servant d'un récepteur radiophonique ou de télévision. Voici quelques caractéristiques habituelles de ce type de perturbation:

- les perturbations causées par les émissions de radioamateurs ou de «cibistes» tendent à brouiller les signaux au point qu'il est difficile de suivre une conversation radiophonique; elles produisent des lignes diagonales sur les écrans de télévision;
- les stations de radiodiffusion produisent un bruit de fond, vocal ou musical, compréhensible, et les émissions MF peuvent produire des lignes ondulées verticales sur un écran de télévision;
- les équipements industriels, scientifiques et médicaux, voire les équipements de télécommunication, produisent des crachements et des ronflements dans les programmes radiophoniques et du «floconnement statique ou mobile» sur les écrans de télévision.

On peut également rechercher l'origine des perturbations en repérant dans l'environnement d'éventuelles antennes de grandes dimensions, des usines ou des hôpitaux. Une méthode efficace consiste à allumer et à éteindre l'équipement suspecté tout en observant les modifications subies par le récepteur radioélectrique ou de télévision. Bien entendu, cela n'est pas applicable aux grands appareillages.

Si on suspecte des perturbations transitoires, on peut allumer et éteindre successivement les équipements électriques proches ou les lampes à fluorescence tout en observant le système perturbé.

On peut obtenir des renseignements utiles en analysant à quel moment ont commencé les perturbations électromagnétiques, s'il y a des périodes de silence et de bruit, si quelqu'un a installé un ordinateur personnel, un télécopieur, un réfrigérateur, ou si certains appareils électriques ne fonctionnent pas correctement.

I.3 Liste de pointage des solutions possibles

La liste de pointage ci-dessous contient des propositions dont les coûts peuvent varier dans une large mesure. Il est toujours indispensable de trouver l'origine du problème pour être en mesure d'appliquer la technique la plus appropriée et la solution la plus économique.

Problèmes téléphoniques simples:

- mauvaises connexions: nettoyer les connexions sales ou corrodées;
- isolant endommagé: remplacer;
- dispositif de protection contre les surtensions défectueux: remplacer;
- démodulation dans un appareil téléphonique: faire la comparaison avec un appareil téléphonique de haute qualité; remplacer ou monter un filtre ou une bobine;
- courants de mode commun sur la ligne d'abonné: monter un filtre ou une bobine.

Problèmes du réseau de télécommunication:

- insuffisance de mise à la terre ou d'équipotentialité: s'assurer que les Recommandations relatives à l'équipotentialité ont été suivies; vérifier la continuité; nettoyer les connexions sales, corrodées ou peintes; vérifier si le système de mise à la terre principal est encore efficace;
- absence d'équipotentialité des écrans de câble: remédier;
- problème de couplage de mode différentiel (paire torsadée): raccourcir autant que possible la partie non torsadée aux interconnexions;

Remplacée par une version plus récente

- absence d'écran électromagnétique: s'assurer de la présence des joints autour des portes, panneaux d'accès, etc.; s'assurer que les surfaces de contact ne sont pas peintes ou corrodées et qu'aucune matière telle que du ruban adhésif ne se trouve entre les surfaces de contact;
- écran électromagnétique endommagé: s'assurer que les joints sont en contact parfait quand les portes sont fermées; remplacer les joints corrodés ou endommagés; nettoyer les surfaces de contact;
- courant de mode commun dans les câbles: utiliser des bobines en ferrite ou d'autres dispositifs d'amélioration; utiliser des câbles correctement blindés; modifier le cheminement des câbles concernés;
- carte imprimée défectueuse: remplacer les cartes imprimées individuellement et contrôler le brouillage;
- équipements trop rapprochés: éloigner l'équipement suspect;
- fréquence utilisée en commun avec un service autorisé: prendre contact avec les autorités de gestion du spectre;
- blindage insuffisant: installer les écrans nécessaires au niveau de l'équipement ou du bâtiment.

I.4 Référence bibliographique

- Bell Canada: EMC Engineering Guide, DL CG 92-307, Issue 2, mars 1993 [Guide de l'ingénierie de la CEM].

Remplacée par une version plus récente

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série B	Moyens d'expression: définitions, symboles, classification
Série C	Statistiques générales des télécommunications
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	Maintenance: systèmes de transmission, de télégraphie, de télécopie, circuits téléphoniques et circuits loués internationaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux pour données et communication entre systèmes ouverts
Série Z	Langages de programmation