

RAPPORT 1209

MESURES POUR EVITER LES BROUILLAGES EVENTUELS PRODUITS
PAR L'EQUIPEMENT DE STUDIO DE TELEVISION NUMERIQUE

(1990)

1. Introduction

Avec l'arrivée du traitement numérique des images, il convient d'examiner les problèmes dus aux rayonnements parasites produits par ces appareils. La normalisation de l'équipement vidéo numérique fabriqué pour fonctionner d'après la Recommandation 601 du CCIR exploite une fréquence d'échantillonnage de luminance de 13,5 MHz dont le neuvième harmonique coïncide exactement avec une fréquence de détresse internationale à savoir 121,5 MHz. De plus la fréquence de 243 MHz ou le 18ème harmonique de la fréquence d'échantillonnage de luminance est également réservée aux signaux de détresse internationaux.

Les fréquences de détresse internationales 121,5 MHz et 243 MHz sont utilisées par les émetteurs de localisation d'urgence du service aéronautique et par les radiobalises de localisation des sinistres (RLS) du service maritime. Les méthodes de fonctionnement sont les mêmes et un sinistre est indiqué par le rayonnement d'une porteuse ayant une modulation MA "de fréquences variables pulsées". Les signaux peuvent être reçus sur des récepteurs fixes mais ils sont généralement détectés par des récepteurs embarqués à bord d'avions ou de satellites. Un traitement complexe est nécessaire pour vérifier la fiabilité de ces signaux malgré le bruit, le brouillage et les variations de fréquences causés par des défauts d'accord et des effets Doppler sur une largeur de bande de 25 kHz. [Chung et Carter, 1987] indiquent le traitement mis en jeu dans le programme SARSAT (Recherche et sauvetage par poursuite à l'aide de satellite) du Canada, des Etats-Unis d'Amérique, de la France et de l'URSS.

Etant donné qu'il est nécessaire d'éliminer les brouillages préjudiciables, il convient de tenir compte de ce qui précède en première priorité lors de la conception, la fabrication et l'exploitation des équipements numériques. Le présent Rapport décrit les mesures à prendre des points de vue mécanique et électrique, les méthodes de mesures et un certain nombre de résultats de mesure.

2. Méthode de conception du circuit

Toutes les fois que c'est possible, l'architecture des cartes électroniques doit permettre de séparer les vitesses de fonctions logiques, les différentes fréquences et les différentes fonctions. Cette technique réduit les longueurs de pistes et aide à isoler les signaux numériques à fréquence élevée des signaux analogiques et également les pistes d'entrée et de sortie. L'adaptation d'impédance devra être employée pour les dispositifs logiques à grande rapidité. Des paires de signaux ECL symétriques sont fréquemment utilisés.

Il est recommandé d'utiliser des cartes de circuit imprimé multicouches ayant des plans de masse et d'alimentation car ces plans jouent le rôle de condensateurs d'alimentation aux fréquences élevées. Les bus d'alimentation numérique et analogique devront être isolés. Au cours de la réalisation de la carte, le système de distribution d'alimentation doit être examiné en premier lieu suivi des dispositions de distribution des signaux.

Des condensateurs de découplage, de résistance et d'impédance de fonctionnement faibles, devront être placés au voisinage des broches d'alimentation du circuit intégré pour réduire les boucles d'alimentation rayonnantes. Des condensateurs de découplage devront également être employés aux points d'arrivée d'alimentation sur la plaquette. On devra également employer des composants de surface là où c'est pratique.

3. Remarques sur les rayonnements électromagnétiques

On peut utiliser les techniques suivantes pour minimiser les rayonnements électromagnétiques causés par l'équipement :

- emplois de connecteurs blindés et mis à la terre au châssis de l'équipement,
- blindage et compartimentage des composants ou des sous-ensembles,
- blindage et minimisation de la longueur du câblage interne,
- réunion des mises à la terre et des blindages en un point commun,
- utilisation de cartes multicouches avec des plans de masse pour les prolongateurs,
- utilisation de châssis blindés RF

Il a été rapporté que le blindage n'est efficace que si toutes les entrées et les sorties sont filtrées.

Les rayonnements électromagnétiques peuvent provenir des câbles plats. Un moyen réalisable pour minimiser ce rayonnement consiste à utiliser du câble "plat et torsadé" et blindé ainsi que des câbles cylindriques spécialement conçus. Des renseignements complémentaires concernant le blindage électromagnétique sont contenus dans l'article de [Jerse et Terrien, 1986].

4. Méthodes de mesure

Les Publications 16 et 22 du CISPR sur lesquelles sont basées les méthodes recommandées par les associations de normalisation de nombreuses administrations fournissent en détails les spécifications et les procédures de mesure du rayonnement électromagnétique. Lorsqu'on mesure le rayonnement provenant d'un point déterminé de l'équipement les conditions de fonctionnement en exploitation réelle de cet équipement doivent être reproduites le mieux possible. En particulier on doit s'assurer de la présence de toutes les connexions extérieures.

5. Niveaux acceptables des rayonnements

La Publication 22 du CISPR recommande que les limites du rayonnement électromagnétique pour l'équipement de classe A (matériel basse tension qui n'est pas à usage domestique) soient conformes aux limites figurant dans le Tableau I.

TABLEAU I

Limites de champ du brouillage rayonné à une distance d'essai de 30 m pour l'équipement de classe A

Gamme de fréquences (MHz)	Limites quasi-crête dB ($\mu\text{V}/\text{m}$)
30 à 230	30
230 à 1 000	37

Un certain nombre d'administrations recommandent cependant les limites figurant au Tableau II.

TABLEAU II

Limites des émissions non essentielles (CSA Classe A)
Champ maximal en dB($\mu\text{V}/\text{m}$) à 30 m

Fréquence (MHz)	Champ maximal en dB ($\mu\text{V}/\text{m}$) à 30 m
30 à 88	30
88 à 216	34
216 à 1 000	37

Le Document [CCIR, 1986-1990s] donne des renseignements utiles pouvant servir à établir des jugements comparatifs concernant le niveau des brouillages dus aux équipements numériques.

6. Mesures des niveaux de brouillage rayonné

Des mesures des niveaux des signaux rayonnés à 121,5 MHz effectuées sur un prototype de décodeur PAL-RVB/Y, C_R, C_B numérique basé sur la Recommandation 601 ont été menées à bien en Australie en utilisant une technique de mesure conforme à la Publication 22 du CISPR [CCIR, 1986-90b]. A une distance de 30 m du décodeur, on a mesuré des niveaux de champ atteignant 46 dB($\mu\text{V}/\text{m}$). Lorsqu'on a enlevé les câbles, on a mesuré des niveaux de 37 dB($\mu\text{V}/\text{m}$).

Des mesures semblables ont été effectuées au Royaume-Uni [CCIR, 1986-1990c], en utilisant encore un équipement expérimental conforme à la Recommandation 601 et reproduisant au mieux les techniques de mesure exposées dans la norme BS 6527: 1984 (qui est en concordance avec la Recommandation 22 du CISPR) afin d'assurer la reproductibilité des résultats. L'équipement en essai était monté sur une table orientable télécommandée et l'antenne de mesure était réglable en hauteur et en polarisation de sorte que l'on pouvait obtenir des mesures effectuées dans le cas le plus défavorable; on a mesuré ainsi des niveaux de champ (rapporté à 30 m) atteignant 39 dB(μ V/m). Toutefois, si l'équipement était enfermé dans une cage grillagée la valeur du champ (toujours rapporté à 30 m) s'abaissait à 24 dB(μ V/m).

Ces mesures effectuées sur un équipement prototype montre bien qu'il existe un problème en puissance. Il est nécessaire de tenir soigneusement compte de la compatibilité électromagnétique de l'équipement basé sur la Recommandation 601, dans la conception, la fabrication et l'emploi.

Au Japon, [CCIR, 1986-90d] on a effectué des mesures de rayonnement produit par un équipement vidéo numérique fabriqué industriellement dont la fréquence d'échantillonnage est approximativement de 14,3 MHz. Bien que cet équipement ne soit pas conforme à la Recommandation 601, les mesures des niveaux de rayonnement du neuvième harmonique (128,7 MHz) peuvent utilement servir d'indication pour les niveaux qu'on obtiendrait sur des équipements produits industriellement conformément à la Recommandation 601. La mesure a donné pour le niveau du rayonnement du neuvième harmonique rapporté à 30 m, la valeur de 22 dB(μ V/m).

Les résultats rapportés dans [CCIR, 1986-90e], fournis à partir d'essais effectués dans un studio de télévision numérique expérimental en France, ont donné, des champs moyens qui, à une distance de 30 m, seraient compris entre 29 dB(μ V/m) et 37,8 dB(μ V/m). Si l'on tient compte d'un affaiblissement de 20 dB dû à la construction en béton du studio, le champ résultant sera certainement inférieur à la limite correspondante du CISPR qui est de 30 dB(μ V/m) à 30 m.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CHUNG, T. et CARTER, C.R. [1987] Processing of real ELT signals for SARSAT. Canadian Elect. Eng. J. Vol. 12, No. 1.
- JERSE, T. et TERRIEN, M. [1986] A Designers Guide to Shielding. Hewlett Packard Publication.

Documents du CCIR :

- [1986-90]: a. 11/81 (CCIR); b. 11/10 (Australie); c. GTI 11/7-143 (Royaume-Uni); d. GTI 11/7-157 (Japon); e. GTI 11/7-161 (UER).