

RAPPORT 458-5

**CARACTÉRISTIQUES DES SYSTÈMES DE RADIODIFFUSION
(B.km, B.hm et B.dam)**

(Question 44/10)

(1970-1974-1978-1982-1986-1990)

1. Introduction

La Question 44/10 est relative à la possibilité de normaliser sur le plan mondial un ou plusieurs systèmes de radiodiffusion sonore. Toutefois, l'étude de ce problème complexe n'est, à l'évidence, pas encore suffisamment avancée pour permettre d'atteindre cet objectif. Le présent Rapport se borne donc à rassembler les renseignements disponibles pour encourager les administrations, les organismes de radiodiffusion et les firmes industrielles à réfléchir au problème et à entreprendre les études propres à le résoudre.

Actuellement, la radiodiffusion en ondes kilométriques, hectométriques et décamétriques (bandes 5, 6 et 7), contrairement à la radiodiffusion sonore en ondes métriques (bande 8) et la télévision, est exploitée avec une absence presque totale de caractéristiques de transmission normalisées à l'échelon international, sauf en ce qui concerne l'espacement des canaux et les valeurs numériques des fréquences porteuses (à signaler, toutefois, que ces caractéristiques diffèrent elles-mêmes, dans les bandes d'ondes kilométriques et hectométriques, d'une Région à une autre). Les autres caractéristiques de transmission varient d'un pays à l'autre, voire d'un émetteur à l'autre [UER, 1971].

2. Systèmes susceptibles d'être normalisés

La liste ci-après ne saurait être considérée comme complète actuellement. On trouvera dans [Haviland, 1969] une étude comparative de plusieurs de ces systèmes. Cette étude montre aussi que pour définir un système, il faut tenir compte des brouillages entre les émetteurs; de plus, elle fait ressortir l'importance d'une définition précise de l'espacement des canaux.

Chacun de ces systèmes peut être associé à des dispositifs de traitement de la modulation (voir la Note 1). Si un tel dispositif est nécessaire dans le récepteur pour tirer pleinement parti du dispositif correspondant dans l'émetteur, il faut que la désignation codée soit complétée par une abréviation appropriée. Par exemple, un système à modulation d'amplitude à double bande latérale et démodulation d'enveloppe qui comporte un compresseur dans l'émetteur et un extenseur dans le récepteur sera désigné: MA-DBL-ENV-COM-EXT. Un exemple est donné dans l'Annexe I.

On trouve des descriptions de systèmes à modulation d'amplitude à double bande latérale et démodulation synchrone dans [Netzband, 1969] et [CCIR, 1966-69]. Seuls ces systèmes sont capables d'assurer la transition entre les systèmes à modulation d'amplitude à double bande latérale et démodulation d'enveloppe et les systèmes à bande latérale unique et démodulation synchrone; en effet, les récepteurs à démodulation synchrone donneraient des signaux audiofréquence sans distorsion aussi bien avec les systèmes à modulation d'amplitude à double bande latérale et démodulation d'enveloppe qu'avec les systèmes à bande latérale unique et démodulation synchrone («compatibilité des récepteurs»).

Il faut considérer que la transmission de signaux à bande latérale unique compatible (voir la Note 2), en radiodiffusion sonore, ne convient pas pour des services de radiodiffusion réguliers et qu'elle doit donc être réservée à des cas exceptionnels, pour les raisons suivantes:

- il est difficile de réduire le niveau des émissions hors bande dans la bande latérale supprimée d'un système à bande latérale unique compatible;
- les défauts de réglage des émetteurs à bande latérale unique compatible provoqueront des émissions hors bande de grande intensité;
- les imperfections des récepteurs classiques à double bande latérale qui n'ont pas d'influence sur la qualité de reproduction des émissions à double bande latérale peuvent donner lieu à une distorsion dynamique, quand la commande automatique de gain suit une partie du spectre à grande densité d'énergie, plutôt que la porteuse; ces imperfections peuvent aussi provoquer une distorsion de non-linéarité imputable à la réponse en amplitude et en phase dans l'étage à haute fréquence et l'étage à fréquence intermédiaire;

- il faut s'attendre à des distorsions de non-linéarité supplémentaires, semblables à celles qui perturbent les signaux à double bande latérale, quand on reçoit des signaux d'onde ionosphérique; ces distorsions ne peuvent pas être réduites par l'utilisation d'une technique de démodulation différente de la détection d'enveloppe.

Note 1. — On appelle «traitement de la modulation» tout procédé consistant à modifier certaines caractéristiques des signaux de modulation, telles que la dynamique, la bande audiofréquence, etc.

Note 2. — Une émission à bande latérale est dite «compatible» si elle peut être reçue par les récepteurs classiques existants, sans aucune modification et avec une qualité de réception au moins égale à celle qui est obtenue actuellement avec les systèmes à double bande.

TABLEAU I

Modulation	Démodulation	Désignation codée
Modulation d'amplitude à double bande latérale	Démodulation d'enveloppe	MA-DBL-ENV
Modulation d'amplitude à double bande latérale	Démodulation synchrone	MA-DBL-SYNC
Modulation d'amplitude à bande latérale unique	Démodulation synchrone	BLU-SYNC
Modulation de fréquence (bande étroite)		MF

3. Caractéristiques à spécifier

Pour les systèmes mentionnés au § 2, on trouvera ci-après les caractéristiques à spécifier. Cette liste n'est pas forcément complète.

3.1 Pour tous les systèmes:

- espacement des canaux;
- fréquences porteuses;
- fréquence(s) intermédiaire(s);
- stabilité de fréquence des oscillateurs des récepteurs.

Note 1. — Les relations entre ces caractéristiques sont indiquées dans l'Annexe II.

- Largeur de bande du signal audiofréquence;
- largeur de bande nécessaire à l'émission;
- largeur de bande globale du récepteur.

Note 2. — Pour les relations entre ces caractéristiques et l'espacement des canaux, voir l'Annexe I à la Recommandation 639. Des écarts par rapport aux valeurs normalisées peuvent être tolérés dans la mesure où ils n'entraînent pas un brouillage inacceptable.

- Caractéristiques du traitement de la modulation.

De plus, il convient de normaliser les caractéristiques suivantes:

3.2 Systèmes à modulation d'amplitude à double bande latérale

- taux de modulation maximal.

Lorsqu'on définit les caractéristiques d'émission et celles du récepteur de référence (dans le but d'adapter au mieux un plan de fréquences à des récepteurs de qualité convenable), il faut tenir compte des règles suivantes:

3.2.1 Les caractéristiques d'émission et celles du récepteur doivent être bien adaptées les unes aux autres, en particulier la courbe de réponse amplitude/fréquence. La distorsion harmonique doit être suffisamment réduite. A cet égard, on trouvera dans [Makiedonski, 1974], d'une part, une présentation et un examen des critères applicables en vue de déterminer les tolérances des caractéristiques globales d'amplitude et de phase et, d'autre part, un exposé des moyens permettant d'évaluer les valeurs réelles.

3.2.2 La largeur de bande audiofréquence à l'émission doit être adaptée à l'espacement des porteuses (voir l'Annexe I à la Recommandation 639). (La largeur de bande exacte ne peut pas être précisée. Certaines administrations estiment que le rapport de cette largeur de bande à l'espacement des porteuses devrait être d'environ 0,5 et certaines d'entre elles que cette valeur peut atteindre 1, mais ce rapport dépend de la valeur de l'espacement.)

3.2.3 La valeur des fréquences porteuses devrait être un multiple de leur espacement. Cet espacement devrait être le même, du moins en ondes kilométriques et hectométriques. (Il serait aussi avantageux du point de vue technique d'adopter, sur le plan mondial, un espacement régulier des porteuses, y compris en ondes décimétriques.)

3.2.4 La ou les valeurs des fréquences intermédiaires des récepteurs devraient être choisies de telle manière que les brouillages internes des récepteurs soient réduits au minimum. Lorsqu'on utilise des oscillateurs stables (voir l'Annexe II), la meilleure façon de satisfaire à cette condition est de choisir pour la ou les fréquences intermédiaires des récepteurs un multiple de l'espacement des porteuses.

3.3 *Systèmes à modulation à bande latérale unique et démodulation synchrone*

- réduction de la porteuse, (voir la Recommandation 326, § 1.5);
- affaiblissement de la bande latérale inutile;
- valeurs maximales des produits d'intermodulation;
- signaux auxiliaires pour la synchronisation des récepteurs.

Les spécifications du § 3.2 sont valables et, dans la mesure du possible, les mêmes caractéristiques devraient être adoptées.

Note 3. – Le Rapport 1059 contient des renseignements complémentaires sur les systèmes BLU.

3.4 *Modulation de fréquence*

- indice de modulation;
- fréquence de modulation maximale.

4. **Systèmes stéréophoniques en radiodiffusion à modulation d'amplitude**

[CCIR, 1974-78] décrit quatre méthodes de radiodiffusion stéréophonique utilisables dans les bandes 5 et 6. Dans tous les systèmes décrits par ce document, on utilise la modulation d'amplitude classique pour le signal stéréophonique somme et la modulation angulaire de la même porteuse pour le signal stéréophonique différence. Ces signaux diffèrent par le mode de production des modulations et par la répartition résultante de l'information sonore dans les diverses bandes latérales du signal radioélectrique.

4.1 *Système stéréophonique en modulation d'amplitude utilisé en Australie et au Brésil*

Depuis 1985, l'Administration australienne a autorisé ses stations de radiodiffusion en ondes hectométriques à émettre en stéréophonie. La modulation d'amplitude en quadrature compatible a été adoptée comme norme de modulation stéréophonique. Des essais sur le terrain [CCIR, 1982-86a] ont permis de confirmer que la largeur de bande occupée de la transmission stéréophonique n'est pas tellement plus importante que celle de la transmission monophonique. En janvier 1986, l'Administration brésilienne a adopté le même système, qu'elle utilise comme système exclusif.

5. Préaccentuation, désaccentuation et limitation à 10 kHz de la largeur de bande audiofréquence pour les administrations qui utilisent dans la bande 6 (ondes hectométriques) (B.hm) un écartement de canaux de 10 kHz.

Avec un écartement de canaux de 10 kHz en B.hm, on a mis en oeuvre une préaccentuation et une désaccentuation normalisées, ainsi qu'une limitation à 10 kHz de la largeur de bande audiofréquence [CCIR, 1986-90]. On a obtenu un système émission/réception à réponse audiofréquence uniforme d'environ 50 Hz à presque 10 kHz (limite uniquement due au choix de la largeur de bande du récepteur), ce qui réduit le brouillage causé aux stations exploitées sur des fréquences éloignées de ± 20 kHz. De plus, le système élimine complètement les produits d'intermodulation dynamiques perturbateurs d'ordre élevé qui contribuent au bruit et au brouillage dans la B.hm. Ce système est décrit en détail dans l'Annexe I.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- HAVILAND, R. P. [juin 1969] Comparaison de systèmes de transmission utilisant diverses techniques de modulation et démodulation. *Rev. de l'UER (Technique)*, 115-A, 102-108.
- MAKIEDONSKI, A. [1974] Analiza zniekształcen obwiedni sygnału zmodulowanego przy jednoczesnym występowaniu zniekształcen tłumieniowych i fazowych jego grupy falowej (Analyse des distorsions de l'enveloppe d'un signal modulé en présence de distorsions simultanées d'amplitude et de phase de ses composantes spectrales). *Prace Instytutu Łączności*, Vol. XXI, 3, 75.
- NETZBAND, R. [avril 1969] Nouveau dispositif de réception à une ou à deux bandes latérales en radiodiffusion à modulation d'amplitude. *Rev. de l'UER (Technique)*, 114-A, 60-63.
- UER [août 1971] Modulation processing techniques in AM sound broadcasting. Doc. Tech. N° 3088.
- Documents du CCIR*
- [1966-69]: X/135 (Etats-Unis d'Amérique).
- [1974-78]: 10/279 (Etats-Unis d'Amérique).
- [1982-86]: a. 10/246 (Australie).
- [1986-90]: 10/103 (Etats-Unis d'Amérique).

BIBLIOGRAPHIE

- DOC [juillet 1984] Report on AM stereo system tests. Lab. Rep. 110. Dept. of Communications (DOC), Belconnen ACT 2616, Australie.
- LACHARNAY, S., FONTEYNE, J. et MASSUCCI, M. [1978] Radiodiffusion en ondes kilométriques et hectométriques. *Radiodif.-Télév.*, 1.
- Documents du CCIR*
- [1978-82]: 10/15 (UER).
- [1986-90]: 10/81 (Brésil).

ANNEXE I

UTILISATION DE DIVERS TRAITEMENTS DE LA MODULATION

L'OIRT a étudié la possibilité d'augmenter le taux de modulation, c'est-à-dire la puissance dans la bande latérale, en pratiquant la modulation trapézoïdale ou la compression dynamique dans des émetteurs à ondes hectométriques et décimétriques [CCIR, 1970-74a]. Les résultats obtenus ont montré que la compression sans écrêtage est préférable si le but poursuivi est d'augmenter la puissance dans la bande latérale avec une perte minimale de qualité (pour les programmes musicaux, par exemple). Cependant, si l'on estime que la perte de qualité n'est pas très importante (pour les programmes parlés, par exemple), la modulation trapézoïdale donne une plus grande puissance dans la bande latérale.

Des expériences faites par le RFZ à Berlin ont confirmé les valeurs suivantes de l'accroissement de puissance dans les bandes latérales:

- *Compression de 12 dB:*
gain moyen pour un temps d'établissement de 0,5 ms et un temps de retour de 35 ms: ≈ 6 dB
- *Compression de 6 dB:*
gain moyen pour une longue période d'amortissement (1,5 s) pour des programmes à forte dynamique: ≈ 3 dB
- *Modulation trapézoïdale:*
gain moyen avec augmentation de 5 dB du niveau du signal audiofréquence et écrêtage: ≈ 3 dB.

On a fait en Suède des études sur les possibilités d'amélioration du rapport signal utile/signal brouilleur en radiofréquence par la compression-extension audiofréquence sur un système à modulation d'amplitude et double bande latérale, ainsi que sur un système à modulation de fréquence ayant une déviation de fréquence maximale de ± 5 kHz [CCIR, 1966-69].

La gamme audiofréquence était: 40 à 5000 Hz.

Le compresseur réduisait de moitié (en dB) la dynamique du signal audiofréquence. Les constantes de temps étaient de 2 ms pour le temps d'établissement et de 20 ms pour le temps de retour. Les caractéristiques de l'extenseur étaient symétriques de celles du compresseur.

Les résultats expérimentaux peuvent être résumés ainsi:

En l'absence de brouillage, aucun changement de qualité n'a été observé lorsque le compresseur et l'extenseur étaient tous deux utilisés. La qualité à l'écoute a également été jugée satisfaisante lorsque seul le compresseur était utilisé.

En cas de brouillage dans le même canal, on a trouvé les rapports de protection en radiofréquence suivants (dB):

	Modulation d'amplitude	Modulation de fréquence
– sans compresseur ni extenseur	40 à 50	40 à 45
– avec compresseur seulement	30 à 40	30 à 40
– avec compresseur et extenseur	20 à 25	25 à 30

A noter que ces valeurs ont été obtenues avec un émetteur brouilleur non équipé d'un compresseur de modulation.

Dans une étude plus développée, relative à la modulation d'amplitude à double bande seulement, on a examiné l'effet de la compression-extension sur le rapport de protection en radiofréquence avec un émetteur brouilleur équipé d'un compresseur [CCIR, 1970-74b]. L'étude a été faite avec différents types de programmes transmis par l'émetteur utile et l'émetteur brouilleur.

Lorsqu'un programme parlé est brouillé par un autre programme parlé, la réduction du rapport de protection en radiofréquence est d'environ 15 dB en utilisant la compression-extension. Aucune détérioration de la qualité de reproduction n'a été constatée. Avec la compression seulement, il y a une petite réduction du rapport de protection en radiofréquence, environ 10 dB. Dans ce cas, la qualité de reproduction n'atteint pas un niveau acceptable et demeure manifestement plus mauvaise qu'avec la transmission sans compression.

Pour un programme musical brouillé par une autre musique ou de la parole, le résultat dépend dans une large mesure du genre de programme utile. L'avantage obtenu avec la compression-extension ou avec la compression seulement est toujours plus faible que lorsque le programme utile est un programme parlé, et même quelquefois négligeable.

Le Japon a mis au point une nouvelle méthode de compression fondée sur des techniques numériques [CCIR, 1982-86a]. Cette méthode peut servir à des applications très diverses, qu'il s'agisse d'une transmission radiophonique avec forte compression ou de qualité élevée et elle se traduit par une dégradation moindre de la qualité du signal.

Le principe de l'opération est le suivant:

- les signaux sont divisés en segments de longueur prédéterminée comprenant un certain nombre de points de passage à zéro;
- chaque segment doit être commandé individuellement;
- l'information de commande d'un segment provient du segment proprement dit;
- la commande est fixe dans le même segment et varie uniquement aux contours des segments.

Pour obtenir une plus grande compression, la méthode numérique de compression de niveau permet de supprimer la plupart des inconvénients que présentent les méthodes analogiques traditionnelles. Pour diverses applications, on peut aisément choisir les caractéristiques de compression en lisant les adresses correctes de la mémoire morte et la portée dynamique du signal d'origine peut être rétablie au récepteur grâce à l'information de commande reçue.

Grâce à ces caractéristiques, la méthode de compression se prête à des applications très variées.

Des études menées aux Etats-Unis ont conduit à adopter une préaccentuation et une désaccentuation normalisées, ainsi qu'une limitation de la bande à 10 kHz, ce qui améliore la réponse globale audiofréquence et réduit le brouillage [CCIR, 1986-90a]. Les caractéristiques ci-dessous décrites s'appliquent à la radiodiffusion en ondes hectométriques aux Etats-Unis.

Préaccentuation de l'émission en ondes hectométriques

La préaccentuation est l'intensification des audiofréquences élevées avant la modulation et l'émission. La plupart des stations en B.hm utilisent actuellement, à des degrés divers, la préaccentuation. Celle-ci est employée pour tenter de compenser "l'étroitesse" de la réponse de la majorité des récepteurs. Si la préaccentuation n'est pas contrôlée, une station peut brouiller la réception de programmes diffusés par des stations voisines exploitées dans des canaux adjacents. La nuisance de ce brouillage dépendra:

- 1) des caractéristiques de réponse des récepteurs;
- 2) de la quantité et de la nature de la préaccentuation de l'émission;
- 3) de la mesure dans laquelle la station emploie les techniques de compression/limitation et
- 4) de la limitation de bande de l'émission MA dans le processeur audio, l'émetteur ou l'antenne.

La préaccentuation n'améliore que d'une façon limitée la réponse audiofréquence du système émission/réception en B.hm quand les récepteurs sont équipés de transformateurs FI. Nombre de récepteurs utilisant des filtres de céramique à réponse étroite ne peuvent être améliorés par l'emploi d'une préaccentuation excessive. Ces récepteurs ne recouvrent pas les audiofréquences élevées qui ont été préaccentuées.

Chaque station de radiodiffusion en B.hm devrait diffuser avec une préaccentuation audio aussi proche que possible (selon les possibilités du système d'émission de la station) de la norme recommandée, sans la dépasser. La courbe s'applique aux audiofréquences jusqu'à 10 kHz (voir la Figure 1). Elle décrit la réponse audio statique du système d'émission net recommandé pour une station MA.

La courbe de préaccentuation recommandée est une courbe de variation nulle jusqu'à 2 122 Hz, après quoi elle commence à monter. Elle est semblable à la courbe 75 μ s utilisée pour la radiodiffusion dans la Région 2. Pour réduire la "surintensification" aux fréquences élevées, on fait en sorte que l'atténuation commence à 8 700 Hz. L'analyse a montré que la courbe proposée était compatible avec la plupart des récepteurs MA existants.

Méthode de mesure

La courbe de préaccentuation utilisée en B.hm est une courbe statique qui ne peut être dynamiquement mesurée. Des études ont montré que les fonctions dynamiques et non linéaires accomplies par la plupart des processeurs audio des stations MA modifieront toute courbe de préaccentuation donnée. De plus, c'est la réponse audio de tout le système d'émission MA qui indique une performance conforme à la norme. C'est pourquoi il faudrait mesurer la courbe de préaccentuation d'une station, afin de déterminer sa conformité avec cette norme, en observant les spécifications suivantes:

- 1) la conformité avec la courbe devrait être mesurée en balayant le système d'émission de la station avec des fréquences audio. Les fonctions dynamiques du processeur de la station en B.hm mais non les circuits de mise en forme de l'onde, seront neutralisées (c'est-à-dire, dans le mode "insensibilité");

- 2) la meilleure mesure de la réponse globale audio d'un système d'émission se fait par détection du signal émis, ce qui garantira que la combinaison émetteur MA/antenne reproduit fidèlement le signal audio préaccentué. On peut aussi, si la combinaison émetteur et antenne est à bande raisonnablement large, déterminer la performance par mesure statique du signal audio avant modulation.

Désaccentuation du récepteur à ondes hectométriques

La désaccentuation d'un récepteur résulte des caractéristiques de sélectivité de ses étages RF et FI et des caractéristiques de réponse de sa section audiofréquence. Une courbe de désaccentuation normalisée permet aux stations B.hm de connaître avec certitude, les caractéristiques probables de la réponse globale des récepteurs MA.

Les récepteurs MA devraient compléter la caractéristique de préaccentuation de l'émission en incorporant une réponse audiofréquence de système de réception globale décrit ci-après. (La réponse globale audiofréquence du système d'un récepteur MA est la réponse combinée RF, FI et audiofréquence.) La courbe de désaccentuation est caractérisée par un point d'inflexion simple à 2122 Hz et par un zéro simple à 8700 Hz. C'est le complément précis de la norme de préaccentuation précédemment décrite. Les normes préaccentuation/désaccentuation ne s'appliquent qu'aux audiofréquences inférieures à 10 kHz; la mise en oeuvre des normes préaccentuation/désaccentuation produit un système émission/réception fondamentalement uniforme jusqu'à presque 10 kHz, la limite étant uniquement due au choix de la largeur de bande du récepteur MA.

Méthode de mesure

La caractéristique de désaccentuation devrait être déterminée en mesurant la réponse de fréquence globale, conformément à la clause 11.2 de la Publication 315-3 de la Commission électrotechnique internationale.

Bien qu'il s'agisse d'une option pour améliorer le récepteur MA, l'emploi d'un filtre à coupure brusque est recommandé. S'il est utilisé, le filtre à coupure brusque devra:

- 1) avoir une valeur "Q" aussi élevée que possible,
- 2) supprimer adéquatement les porteuses brouilleuses et,
- 3) ne pas trop dégrader la performance désirée de la largeur de bande du récepteur MA.

Largeur de bande de 10 kHz pour les émissions en ondes hectométriques

Chaque station de radiodiffusion en B.hm devrait moduler son émetteur en employant la largeur de bande audiofréquence décrite par la Figure 2. Des filtres audio passe-bas appropriés et soigneusement conçus, pour le filtrage final avant la modulation, peuvent être utilisés pour appliquer cette spécification. Le but de la spécification de largeur de bande est d'éliminer le brouillage en contrôlant la largeur de bande RF occupée, des stations MA.

Le spectre d'enveloppe du signal audio alimentant l'émetteur en B.hm devrait être à -15 dB à 10 kHz, diminuant progressivement jusqu'à -30 dB à 10,5 kHz puis demeurant à -30 dB de 10,5 kHz à 11,0 kHz. A 11,0 kHz, la largeur de bande audio devrait être à -40 dB, diminuant progressivement jusqu'à -50 dB à 15 kHz. Au-dessus de 15 kHz, cette largeur de bande devrait rester au moins à -50 dB. Le niveau de référence est de 1 dB au-dessus d'une onde sinusoïdale à 200 Hz à modulation négative de 90%.

Méthode de mesure

On détermine qu'une station en B.hm est conforme à cette caractéristique de largeur de bande en mesurant la largeur de bande audio de la station de la façon suivante:

- 1) Les mesures de la largeur de bande audio devraient être effectuées à l'entrée audio de l'émetteur MA. Pour les stations MA stéréophoniques, la largeur de bande audio devrait être mesurée à l'entrée G + D du modulateur RF. Il est à noter que la norme de largeur de bande caractérise une largeur de bande audio représentant le programme de la station modifié par des circuits qui peuvent être non linéaires dans le processeur audio de la station. C'est pourquoi il est recommandé d'utiliser un signal d'essai qui caractérise adéquatement un matériel type de programme audio et non de se fier à des fréquences d'essai audio statiques. Il peut cependant être utile de mesurer statiquement la largeur de bande au moment où est mesurée la préaccentuation MA.
- 2) Il conviendrait de mesurer la largeur de bande audio en utilisant un signal d'essai représenté par le bruit USASI (United States of America Standards Institute) (voir la Figure 3) pulsé par une fréquence de 2,5 Hz avec un facteur de forme de 12,5%. Le bruit USASI est conçu pour simuler les spectres moyens à long terme du terme des programmes audio types. La pulsion du bruit a pour but de simuler les transitoires audio que l'on rencontre dans le programme audio. Le bruit USASI est une source de bruit blanc (c'est-à-dire un bruit d'égal énergie à toutes les fréquences) filtré par:
 - 1) un réseau passe-haut à 100 Hz, 6 dB par octave,
 - 2) un réseau passe-bas à 320 Hz, 6 dB par octave (voir les Figures 3 et 4).Un générateur de bruit pulsé USASI est représenté à la Figure 4.

Si l'on utilise la ligne d'affaiblissement, le rapport amplitude de crête/amplitude moyenne devrait être de 20 dB à la sortie audio du pulseur. Le processeur audio de la station doit se trouver dans le mode d'exploitation normal.
- 3) Une fréquence de balayage appropriée ou un analyseur de spectre TFR (transformation de Fourier rapide) devrait être utilisé pour mesurer la conformité avec la spécification de largeur de bande. Quand on utilise un analyseur de spectre audio à balayage de fréquence pour mesurer la conformité avec la spécification de largeur de bande, la mesure effectuée par l'analyseur devrait demander l'emploi:
 - a) d'une largeur de bande à résolution de 300 Hz,
 - b) d'une division horizontale/2 kHz,
 - c) d'une division verticale/10 dB,
 - d) d'une référence de 1 dB au-dessus de 200 Hz (onde sinusoïdale) modulation négative 90%,
 - e) d'un affichage des crêtes maximales.



La sensibilité et la plage de fonctionnement de l'analyseur sont dûment ajustées pour déterminer la conformité. Quand on utilise un analyseur TFR pour mesurer la conformité avec la spécification de largeur de bande, l'analyseur devrait comporter les éléments suivants:

- a) référence à 1 dB au-dessus de 200 Hz (onde sinusoïdale), modulation négative 90%;
- b) fenêtre Hanning;
- c) plage horizontale de 20 kHz;
- d) gamme dynamique de 80 dB (ou gamme disponible);
- e) affichage des crêtes maximales (ou fonction équivalente).

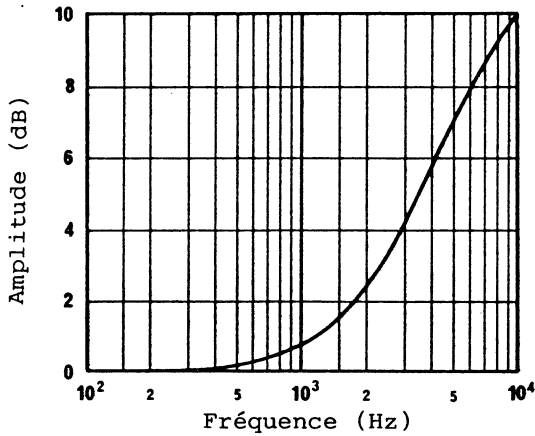


FIGURE 1

Courbe modifiée de préaccentuation normalisée MA, 75 μs

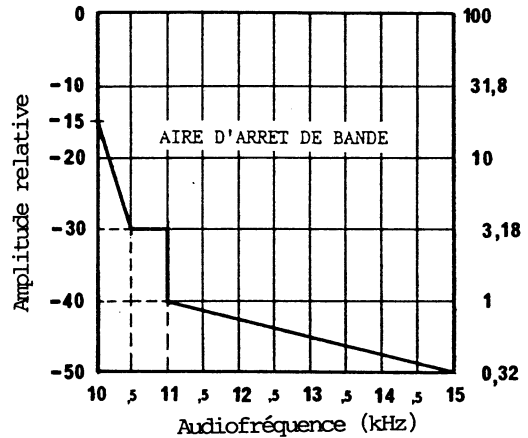


FIGURE 2

Spécification arrêt de bande NRSC
(spectre entrée enveloppe audio à émetteur MA)

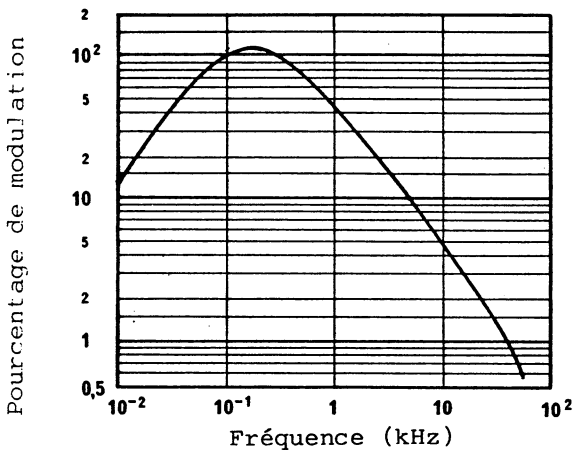


FIGURE 3

Spectre du bruit USASI

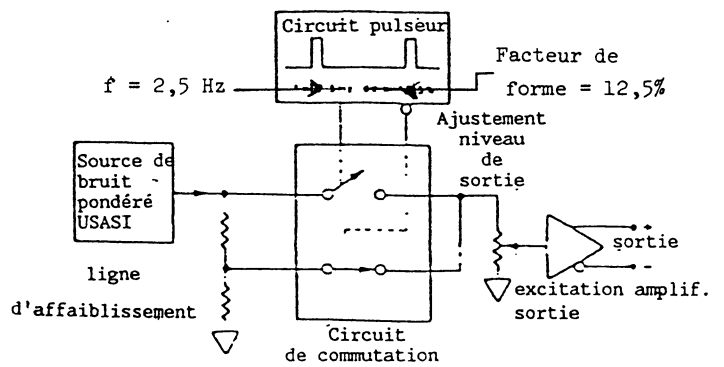


FIGURE 4

Générateur de bruit pulsé USASI

4) En URSS [CGIR, 1986-90b], on a mis au point une méthode permettant de mesurer le taux moyen de modulation des signaux de radiodiffusion MA à double bande latérale.

Le taux moyen de modulation du signal MA est déterminé par la formule:

$$\bar{m} = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{\int_0^T |U_A(t) - U_0| dt}{U_0 T}$$

où: U_0 - amplitude de la tension de la porteuse du signal,
 $U_A(t)$ - valeur instantanée de l'amplitude du signal MA,
 T - temps d'intégration

Le taux moyen de modulation est égal au produit de la valeur maximale du taux de modulation par le paramètre du signal de modulation audiofréquence, désigné comme étant la "tension moyenne relative".

$$U_{\text{tmr}} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \cdot \frac{\int_0^T |U(t)| dt}{U_H T}$$

où: U_{tmr} - tension moyenne relative,
 $U(t)$ - valeur instantanée du signal de modulation,
 U_H - tension correspondant au niveau nominal au point de mesure.

Le paramètre U_{tmr} peut être utilisé pour le calcul numérique de la variation du taux de modulation, obtenue à la suite de la compression dynamique du signal de modulation.

Un appareil de mesure des paramètres du signal de radiodiffusion numérique a été mis au point sur la base d'un algorithme qui permet de calculer le taux moyen de modulation et la tension moyenne relative conformément aux formules données ci-dessus. L'instrument comprend deux voies de mesure, ce qui permet d'effectuer des mesures simultanées à l'entrée du modulateur et à la sortie de l'émetteur, ou à l'entrée et à la sortie du processeur. L'appareil sert à contrôler les émetteurs MA à double bande latérale et les dispositifs de prétraitement du signal de radiodiffusion.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Documents du CCIR

[1966-69]: X/153 (Suède).

[1970-74]: a. 10/66 (OIRT); b. 10/43 (Suède).

[1982-86]: a. 10/211 (Japon).

[1986-90]: a. 10/103 (Etats-Unis d'Amérique); b. 10/256 (URSS).

BIBLIOGRAPHIE

WAKURI, T. [novembre 1984] An approach to digital level compression using the zero-crossing points of programme signals, NHK Lab. Note N° 308.

ANNEXE II

ESPACEMENT ENTRE CANAUX, RAPPORT DE PROTECTION
ET FRÉQUENCE INTERMÉDIAIRE

Le choix des fréquences porteuses, de l'espacement entre canaux et des fréquences intermédiaires des récepteurs doit être fait de façon à réduire le plus possible les brouillages dus:

- aux oscillateurs locaux du récepteur utilisé ou des récepteurs situés dans le voisinage, que ce soit par leur fréquence fondamentale ou par leurs harmoniques;
- aux harmoniques d'une fréquence d'émission, ou des produits de combinaison entre plusieurs fréquences d'émission [CCIR, 1963-66; SCART, 1966; CCIR, 1970-74].

Si les fréquences porteuses, d'une part, et la ou les fréquences intermédiaires, d'autre part, sont des multiples entiers de l'espacement entre canaux, toute fréquence brouilleuse sera également un multiple de cet espacement. Par suite, théoriquement, une protection maximale pourra être obtenue, car la différence de fréquences entre tout signal brouilleur de ce type et la fréquence porteuse utile sera ou nulle ou égale à un multiple de l'espacement entre canaux.

Pour que ces conditions soient remplies dans une bande de radiodiffusion donnée, il est essentiel que l'espacement entre canaux soit le même dans toute cette bande. Il serait encore plus avantageux si ces conditions pouvaient être remplies aussi bien en ondes kilométriques qu'hectométriques ou encore, de préférence, en ondes kilométriques, hectométriques et décimétriques. Par ailleurs, ces conditions devraient être satisfaites dans le monde entier, ou tout au moins dans les zones où un plan de fréquences unique existe ou sera établi [Eden, 1967].

Pendant, il faut noter que la perturbation due à un signal brouilleur augmente très rapidement lorsque la différence de sa fréquence avec la fréquence utile augmente à partir de zéro.

Dans les conditions actuelles, en bande décimétrique, les différences entre les fréquences peuvent avoir n'importe quelle valeur et cela peut conduire à une augmentation du rapport de protection pouvant atteindre 17,5 dB. Si le système proposé était adopté, les différences de fréquences dépendraient de la précision de l'oscillateur local et du réglage des filtres passe-bande à fréquence intermédiaire. Pour obtenir la meilleure amélioration possible, il peut être nécessaire d'avoir des précisions de fréquence de l'ordre de 100 Hz. La précision de la fréquence intermédiaire peut être obtenue par l'emploi de filtres mécaniques ou céramiques, de préférence aux filtres classiques. Le réglage de l'accord initial et la dérive de l'oscillateur local pourraient conduire à des dispositifs spéciaux tels que la commande automatique de fréquence. L'adoption de ce système donnerait peu d'amélioration dans un avenir proche avec les récepteurs existants, mais permettrait une amélioration substantielle à l'avenir sans aucun inconvénient dans les conditions présentes.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

EDEN, H. [décembre 1967] Réflexions sur une réorganisation de la radiodiffusion en ondes kilométriques et hectométriques. *Rev. de l'UER*, 106-A, 242-251.

SCART [mai 1966] Contribution à l'étude de la fréquence intermédiaire pour les récepteurs de radiodiffusion destinés à recevoir les émissions en ondes kilométriques et hectométriques. Fascicule de documentation SCART, VII, édité par la SDSA, 16, rue de Presles, 75-Paris-15^e, France.

Documents du CCIR

[1963-66]: X/161 (France).

[1970-74]: 10/273 (France).