

RAPPORT UIT-R BT.2018

ÉTUDE DU SIGNAL DE RÉFÉRENCE POUR L'ANNULATION DES IMAGES FANTÔMES POUR LE SYSTÈME C À UTILISER POUR ÉVALUER ET CORRIGER LES DISTORSIONS LINÉAIRES DANS LA CHAÎNE DE TRANSMISSION TÉLÉVISUELLE

(Question UIT-R 55/11)

(1998)

De nombreux pays souhaitent améliorer la qualité d'exploitation de leurs réseaux de radiodiffusion télévisuelle.

La correction automatique, au niveau du récepteur, des distorsions qui se sont accumulées dans la chaîne de transmission télévisuelle est l'un des meilleurs moyens d'améliorer la qualité effective de la chaîne. Dans cette optique, la Recommandation UIT-R BT.1124 définit les signaux de référence pour l'annulation des images fantômes (GCR) à utiliser pour corriger les distorsions linéaires dans les récepteurs, lesquels peuvent aussi être utilisés pour corriger les distorsions dans telle ou telle partie de chaînes de transmission télévisuelles complexes ou pour évaluer les distorsions.

Divers modules d'amélioration sont actuellement mis en œuvre dans les services de télévision existants, la correction des distorsions linéaires étant considérée comme l'un des plus importants.

Certains pays, qui utilisent actuellement des systèmes analogiques ayant une largeur de bande vidéo de 6 MHz, se proposent d'utiliser dans l'avenir le son numérique NICAM. On peut donc penser qu'il y aura deux largeurs de bande pour le signal de luminance, à savoir 6 MHz (sans son numérique) et 5 MHz (avec son numérique). La question des signaux GCR à 5 ou 6 MHz n'est donc pas dénuée d'intérêt.

En 1996, un Rapport (Doc. 11A/42) présentant quelques-uns des résultats des études consacrées au signal GCR pour le Système C (GCR-C) a été publié.

Le présent Rapport regroupe les résultats d'autres études (Doc. 11A/80) sur le sujet.

1 Correction automatique des distorsions linéaires et système de télévision analogique améliorée

Un système de télévision analogique améliorée utilise un format d'image panoramique 16:9, un son numérique et offre une meilleure qualité d'image que les systèmes de télévision classiques.

Les systèmes de télévision analogique améliorée reposent sur le principe du traitement du signal numérique.

Les principes et certains détails de la construction des systèmes de télévision analogique sont exposés dans les textes de l'UIT-R (Recommandation UIT-R BT.1118 – Télévision compatible améliorée à écran large utilisant des systèmes de télévision classiques; Recommandation UIT-R BT.1197 – Système PAL de télévision améliorée à écran large (système PALplus); Recommandation UIT-R BT.1298 – Systèmes NTSC de transmission de télévision améliorée à écran large; et Doc. 11A/8).

L'amélioration de la qualité de l'image est l'une des caractéristiques les plus importantes des systèmes de télévision améliorée. Cette amélioration est due à:

- l'utilisation de sources haute qualité du signal (studio numérique codé en composantes);
- l'utilisation d'un prétraitement et d'un post-traitement des signaux intratrame, ce qui permet de mieux séparer les signaux de luminance et les signaux de chrominance pendant le décodage;
- la correction au niveau du récepteur des distorsions linéaires qui se sont accumulées sur le trajet de transmission télévisuelle (On parle dans les textes de l'UIT-R d'«annulation des images fantômes»).

La correction automatique des distorsions linéaires est toute aussi importante pour les systèmes de télévision classiques que pour les systèmes de télévision améliorée. L'intégration dans le récepteur d'un dispositif d'annulation des images fantômes permet de corriger rapidement les distorsions linéaires qui se sont accumulées sur le trajet de réception télévisuelle, d'où une amélioration de la résolution des signaux de luminance et de chrominance affichés et du décodage du télétexte.

2 Normalisation des signaux d'essai GCR

La Recommandation UIT-R BT.1124 (Signaux de référence pour l'annulation d'images fantômes en télévision) définit des signaux GCR pour trois systèmes: A, B et C.

Le signal qui intéresse l'Europe et de nombreux autres pays, à savoir le signal C, a pour principal objectif de réduire les échos qui se sont accumulés sur le trajet de réception télévisuelle. Le signal GCR est largement utilisé pour évaluer et corriger rapidement les distorsions linéaires classiques [Gofaizen, 1995a et b] et (Doc. 11A/42).

Il est possible de corriger les distorsions au niveau du récepteur de télévision et à l'entrée de chaque liaison de la chaîne de distribution et de la chaîne de transmission. Etant donné que les distorsions linéaires peuvent se traduire par des effets non linéaires et par une détérioration des caractéristiques de bruit de l'image, l'utilisation d'une correction automatique des distorsions non linéaires n'exclut pas la nécessité de limiter ces distorsions dans chaque liaison. On peut donc utiliser plusieurs critères pour évaluer les distorsions linéaires. Ces critères peuvent être établis à l'aide des techniques informatiques.

Les études effectuées en Ukraine (Doc. 11A/80) ont tenu compte des éléments suivants:

- la possible optimisation du signal GCR-C grâce à l'utilisation de fonctions fenêtre alternatives, (voir les travaux [Gofaizen, 1995 a et b] et (Doc. 11A/42)), l'objectif étant d'améliorer la précision de l'évaluation et ces distorsions;
- le signal GCR étant déjà normalisé, toute éventuelle modification devrait être compatible avec l'utilisation actuelle qui est faite de ce signal dans un certain nombre de pays; il faudrait également s'interroger sur la compatibilité de ces modifications éventuelles ;
- un signal GCR optimisé devrait avoir une meilleure immunité au bruit pour ce qui est des brouillages causés par les canaux adjacents que le signal GCR standard (le gain d'immunité au bruit devrait être considéré comme le résultat de l'optimisation);
- l'utilisation d'un signal GCR optimisé ne doit pas se traduire par une augmentation du coût de l'équipement.

Ainsi, lorsqu'il a fallu choisir un signal GCR pour certains pays, on a estimé judicieux de procéder à diverses études pour trouver la solution la mieux adaptée compte tenu de ces différents éléments.

3 Description mathématique du signal GCR et analyse de ses propriétés fondamentales

Koo [1995] a décrit les propriétés de ce qu'on appelle désormais à l'UIT-R le signal GCR-C.

Cette analyse s'est poursuivie et a été complétée dans les travaux [Gofaizen, 1995a et b] et (Doc. 11A/42).

On trouvera ci-après une autre description et une analyse récente du même signal GCR-C, lesquels sont le résultat des toutes dernières études:

Dans (Doc. 11A/42), on montre que le signal GCR peut être représenté par l'équation suivante:

$$g(t) = \frac{A}{2\pi} \int_{-\Omega}^{\Omega} e^{j \text{sign}(\omega) b \omega^2} W(\omega) e^{j\omega t} d\omega \quad (1)$$

où:

$$W(\omega) = \int_{-mT}^{mT} w(t) e^{-j\omega t} dt$$

$$w(t) = q(t) s(t)$$

$$q(t) = \cos^2 \frac{\pi}{2} \frac{t}{mT}$$

$$s(t) = \frac{m-2}{mT} \text{sinc} \pi \frac{m-2}{m} \frac{t}{T}$$

$$\text{sign}(\omega) = \begin{cases} -1 & \text{pour } \omega < 0 \\ 0 & \text{pour } \omega = 0 \\ 1 & \text{pour } \omega > 0 \end{cases}$$

$$\text{sinc } x = \frac{\sin x}{x}$$

Les valeurs de paramètre de ce signal données dans la Recommandation UIT-R BT.1124 sont les suivantes:

$$A = 0,30358 \times 10^{-6} \text{ V}$$

$$b = 0,2829 \times 10^{-12} \text{ s}^2/\text{rad}$$

$$\Omega = 2\pi \times 5,5 \times 10^6 \text{ rad/s}$$

$$\Omega_1 = 2\pi \times 5 \times 10^6 \text{ rad/s}$$

$$c = 0,9121 \times 10^6 \text{ rad/s.}$$

Les paramètres T et m dans l'équation (1) sont:

$$T = \frac{m - 2}{m} \frac{\pi}{\Omega_1}$$

$$m = \frac{\Omega_1}{c} + 2$$

de sorte que $T = 94,5 \text{ ns}$ et $m = 36,4439$.

Dans ce signal, il y a deux fonctions fenêtre:

- $W(\omega)$ dans le domaine fréquence ou sa transformée de Fourier $w(t)$, présentée dans l'équation, et
- $P(\omega)$ dans le domaine fréquence ou sa transformée de Fourier $p(t)$. Cette fonction fenêtre ne ressort pas de l'équation. C'est une fonction rectangulaire limitant l'intervalle du produit $e^{j \text{sign}(\omega)b \omega^2} W(\omega)$ lors de l'intégration sur ω .

La structure de chacune de ces fonctions fenêtre est représentée respectivement aux Fig. 1 et 2.

L'équation représentant le signal GCR dans le domaine temps peut s'écrire comme suit [Gofaizen, 1995a et b] et (Doc. 11A/42):

$$g(t) = f(t) \otimes w(t) \otimes p(t) \quad (2)$$

où:

$$f(t) = \frac{1}{2\sqrt{\pi b}} \left\{ \cos \left[\omega(t)t - \frac{\pi}{4} \right] + \frac{1}{\pi} \sin \left[\omega(t)t - \frac{\pi}{4} \right] \otimes \frac{1}{t} \right\}$$

$$p(t) = \frac{\pi}{\Omega} \text{sinc } \Omega t$$

$$\omega(t) = \frac{t}{4b}$$

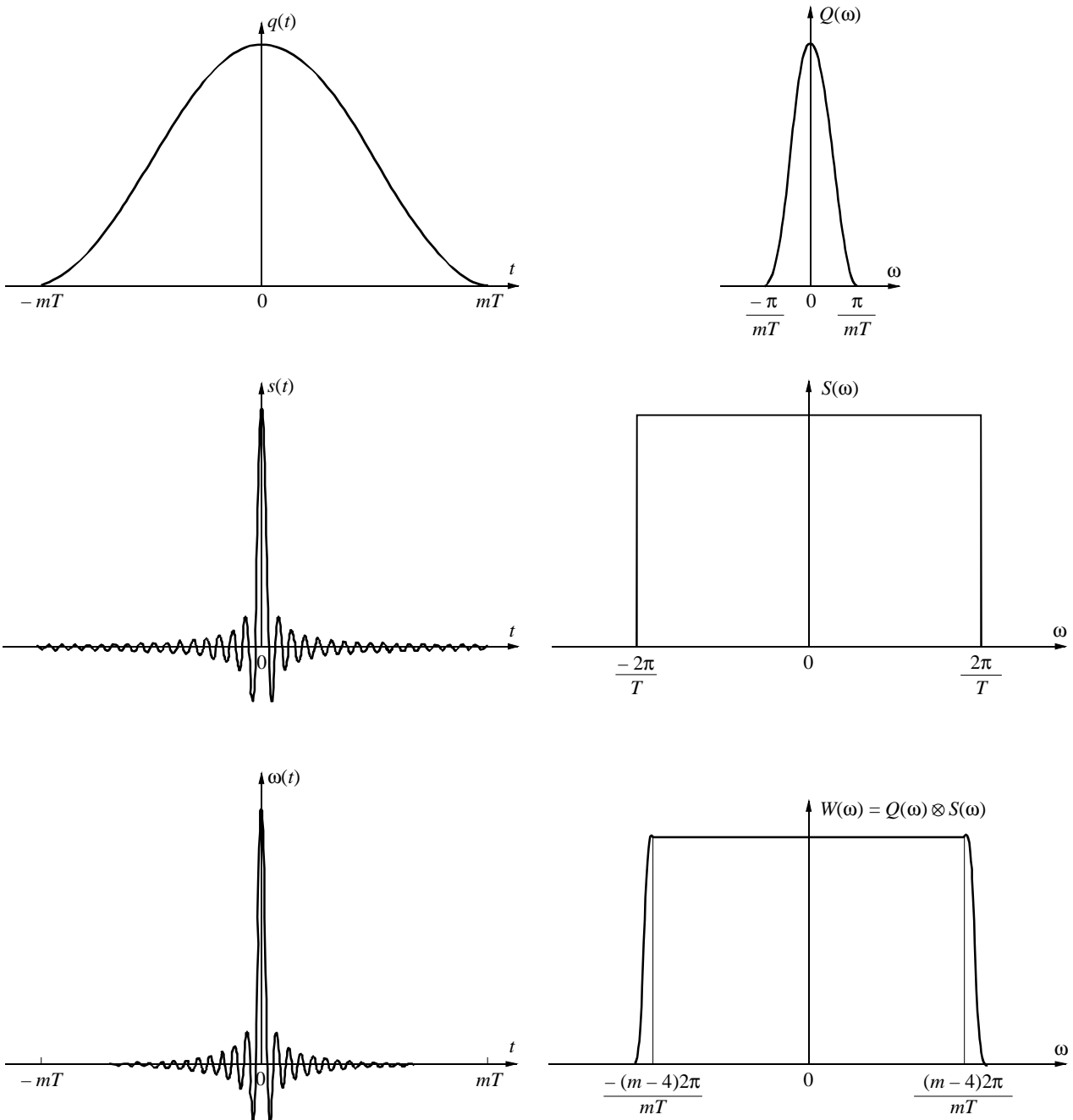
\otimes : signe de convolution.

La fonction $\omega(t)$ montre la relation linéaire qui existe entre le changement de fréquence et le temps.

Les caractéristiques propres du signal pour le système C sont les suivantes [Koo, 1995]:

- haute énergie,
- caractéristique amplitude-fréquence plate dans la bande de fréquences considérée,
- caractéristique de phase régulière dans la bande considérée,
- la caractéristique d'autocorrélation du signal GCR est limitée aux dépens de la convolution par la fonction $\text{sinc } \Omega t$,
- pour un niveau d'énergie donné, la durée du signal GCR est minimisée,
- la caractéristique spectrale du signal GCR est pour ainsi dire insensible aux variations de la fréquence d'échantillonnage et à la longueur des mots,
- le signal GCR est une grandeur réelle, ce qui simplifie l'équipement nécessaire pour son utilisation.

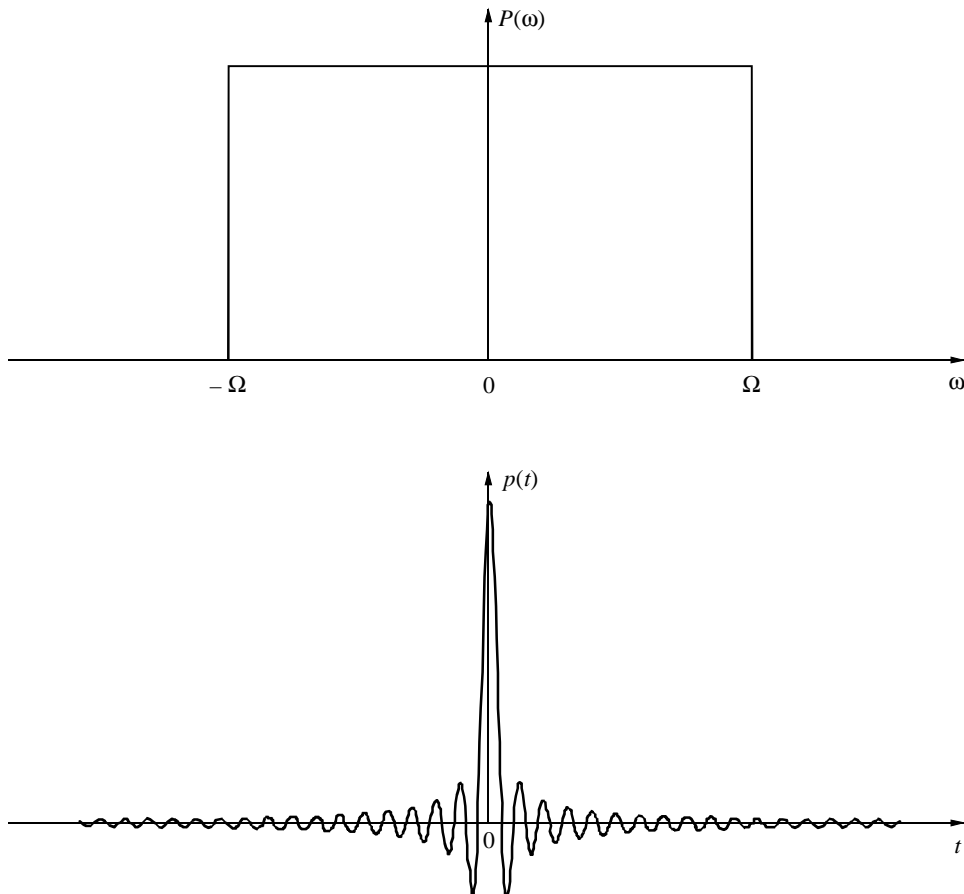
FIGURE 1
Structure de la fonction fenêtre $W(\omega)$ dans le domaine fréquence et dans le domaine temps



$Q(\omega)$, $S(\omega)$, $W(\omega)$: transformées de Fourier de $q(t)$, $s(t)$, $w(t)$ respectivement

Rap 2018-01

FIGURE 2
Structure de la fonction fenêtre $P(\omega)$ dans le domaine fréquence et dans le domaine temps



$P(\omega)$: transformée de Fourier de $p(t)$

Rap 2018-02

4 Analyse des paramètres du signal GCR dans le domaine fréquence et dans le domaine temps

Les caractéristiques du signal GCR, évaluées à l'aide d'un tel modèle, sont données ci-après.

La Fig. 3 illustre le prototype de Fourier d'une fonction fenêtre $w(t)$.

Les Fig. 4 et 5 décrivent la fonction fenêtre $W(\omega)$ respectivement en représentations linéaire et logarithmique. La fonction $W(\omega)$ décroît jusqu'aux niveaux relatifs suivants, aux fréquences suivantes:

| | |
|-----------------|-----------|
| -6 dB | à 5 MHz |
| moins de -60 dB | à 5,5 MHz |
| moins de -75 dB | à 6 MHz. |

Si on augmente encore la fréquence, on observe une variation d'environ 20 dB/MHz de l'affaiblissement.

Les Fig. 6 et 7 (lignes A et B) illustrent les deux polarités du signal GCR.

FIGURE 3
Prototype de Fourier de la fonction fenêtre

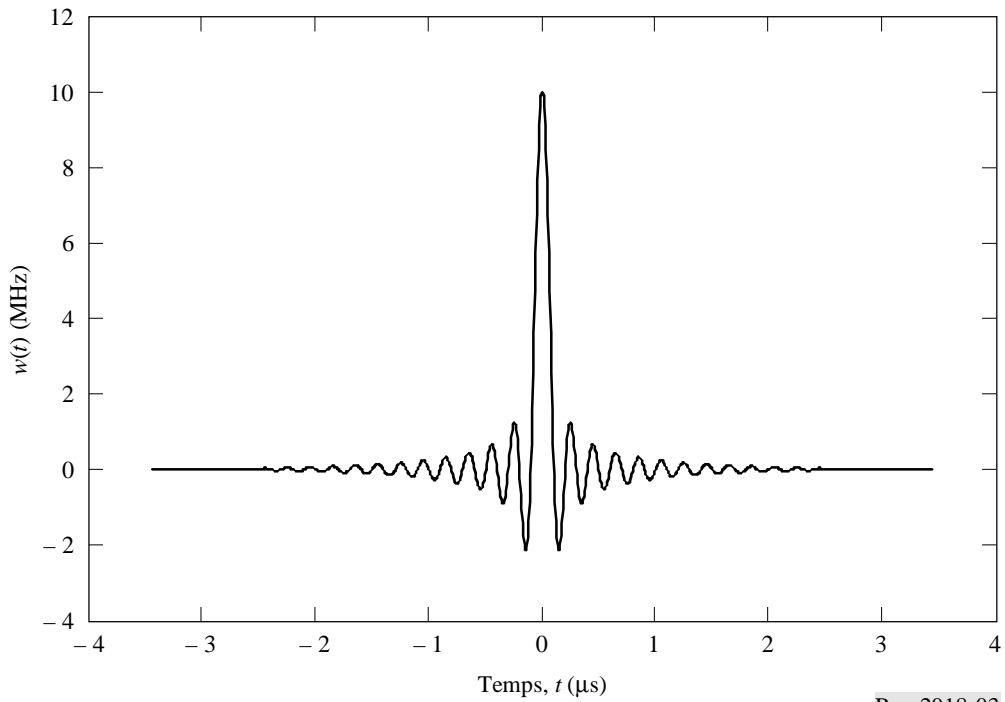


FIGURE 4
Fonction fenêtre, représentation linéaire

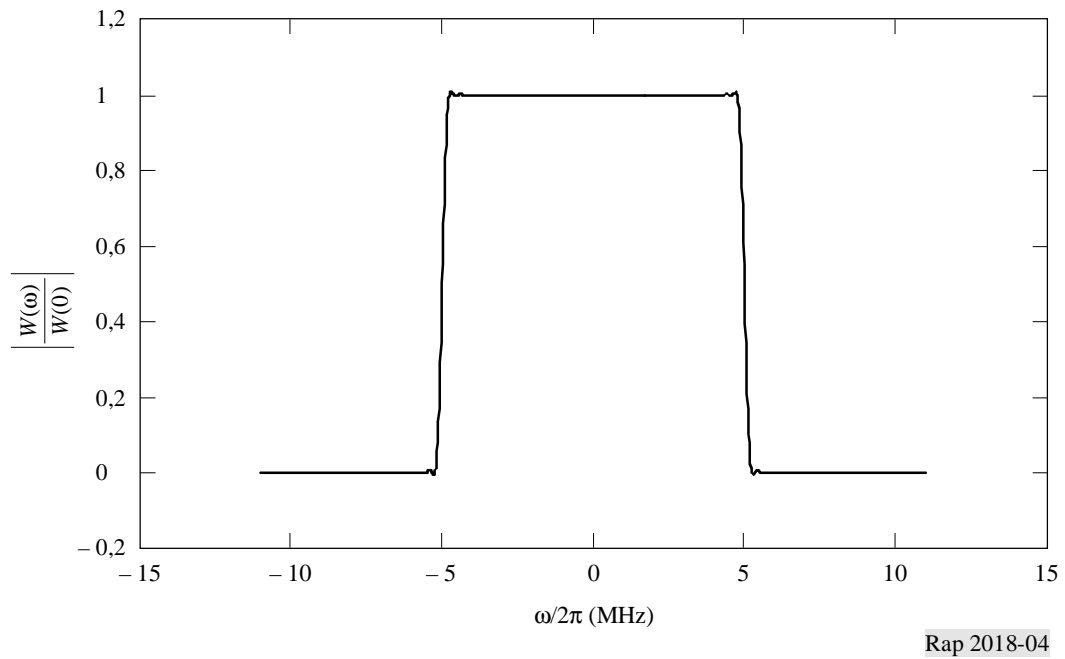
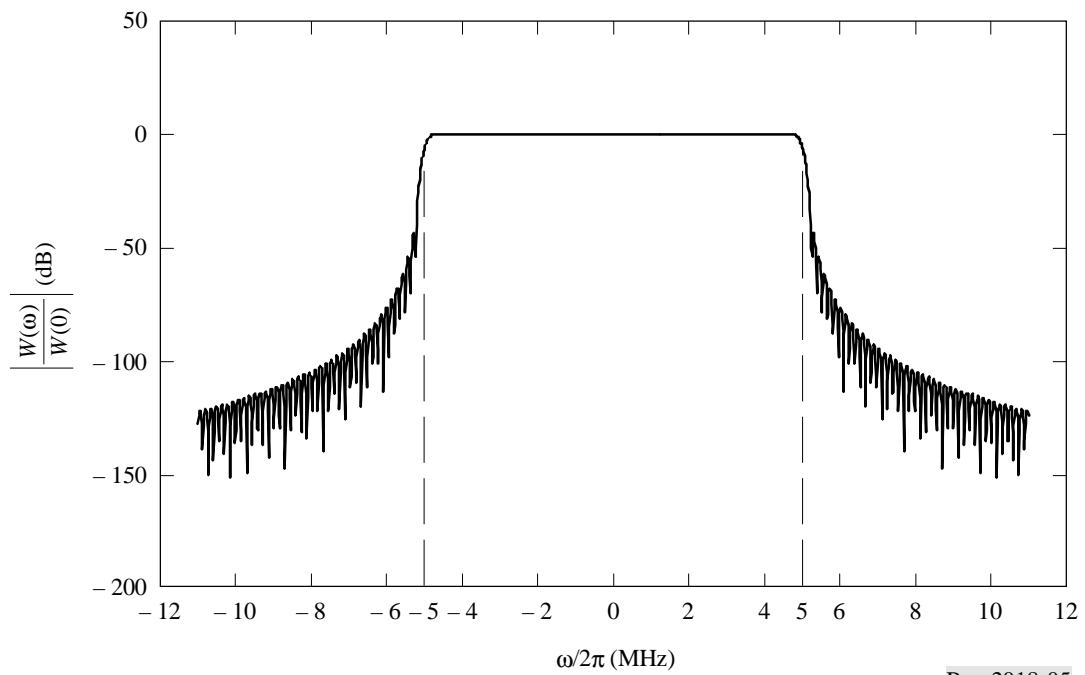
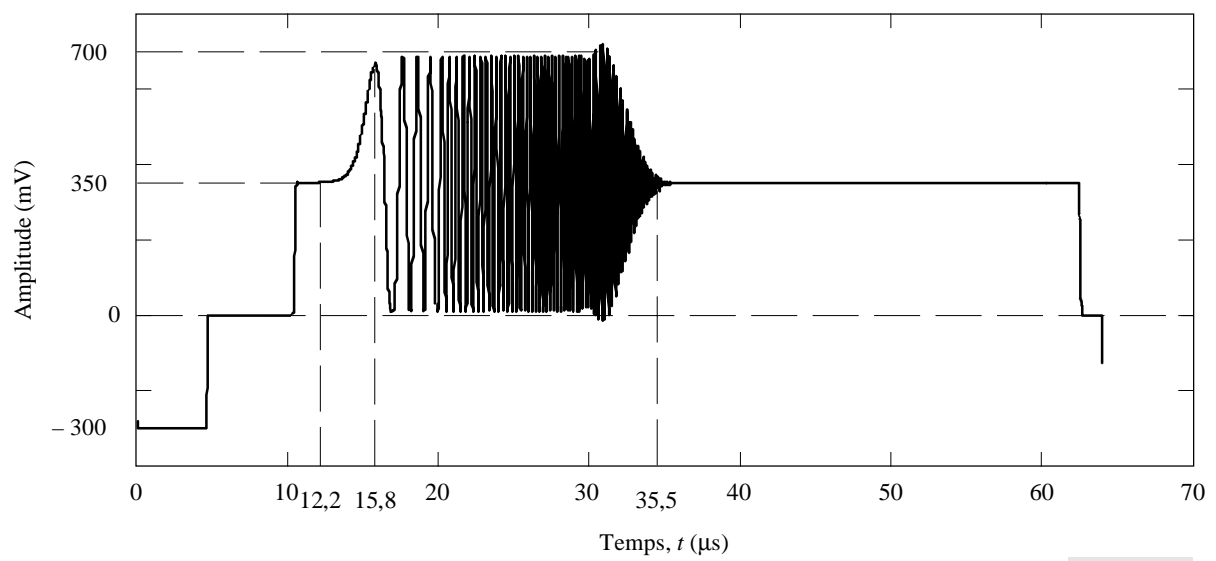


FIGURE 5
Fonction fenêtre, représentation logarithmique



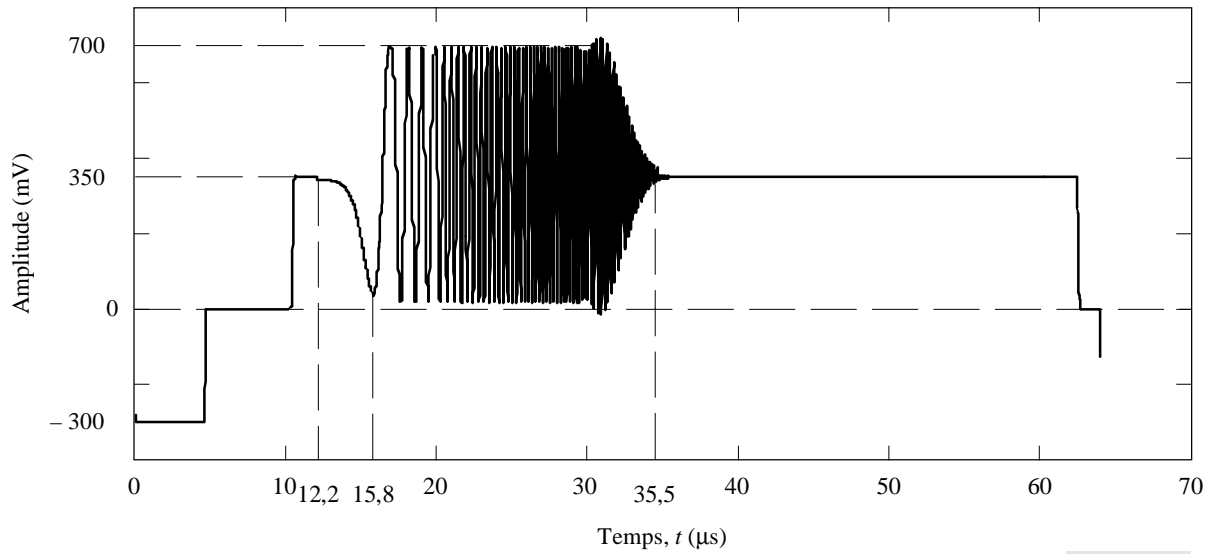
Rap 2018-05

FIGURE 6
Ligne A du signal GCR de polarité positive



Rap 2018-06

FIGURE 7
Ligne B du signal GCR de polarité négative

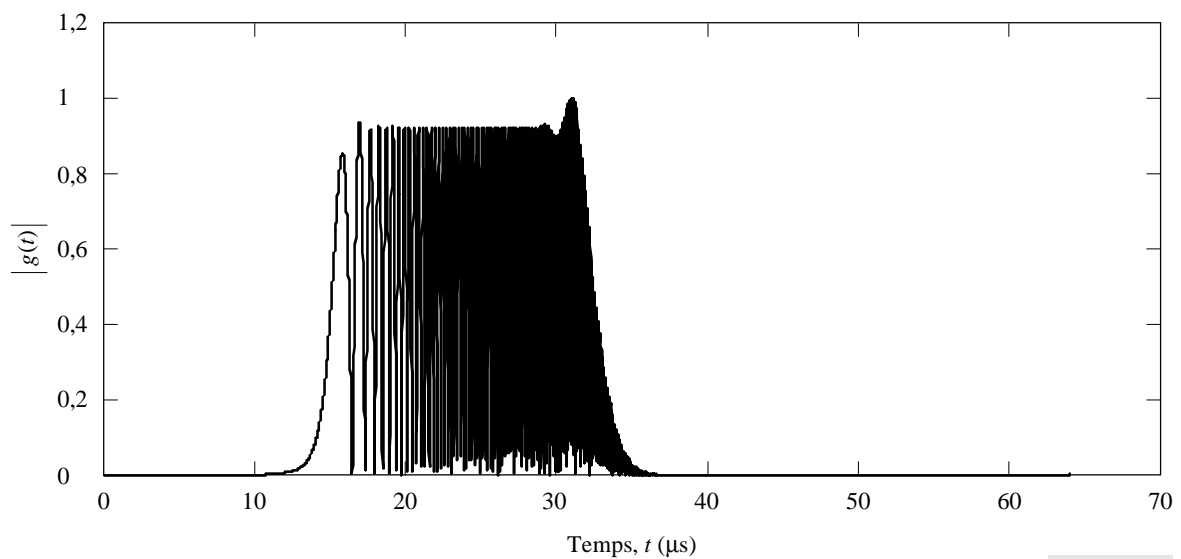


Rap 2018-07

Les Fig. 8 et 9 illustrent la caractéristique amplitude-fréquence du signal GCR respectivement pour une représentation linéaire et logarithmique, normalisée au niveau unité, conformément à la Recommandation UIT-R BT.1124. L'enveloppe de l'amplitude du signal normalisée au niveau unité atteint les niveaux suivants, aux temps suivants:

- 6 dB à $t = 15,1$ μ s et $t = 32,4$ μ s
- 40 dB à $t = 12,4$ μ s et $t = 35,7$ μ s
- 60 dB à $t = 9,4$ μ s et $t = 37,1$ μ s;

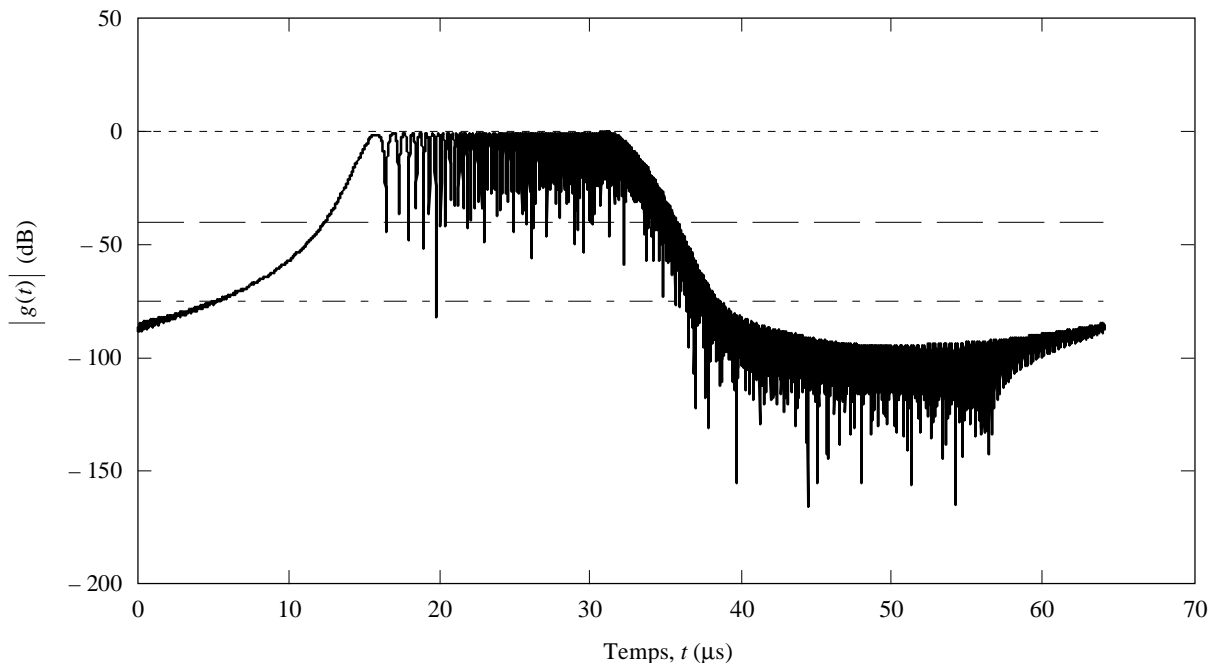
FIGURE 8
Valeur du signal GCR, normalisée au niveau unité, représentation linéaire



Rap 2018-08

FIGURE 9

Valeur du signal GCR, normalisée au niveau unité, représentation logarithmique



Rap 2018-09

5 Analyse des propriétés du signal GCR

Pour utiliser concrètement le signal GCR, il est utile de déterminer dans quelle mesure divers facteurs influencent la précision de l'estimation des distorsions tout en adaptant les paramètres du signal de référence.

Le signal GCR possède une propriété importante: son énergie en dehors des domaines temps et fréquence spécifiés est insignifiante. Dans le domaine temps, en dehors de l'intervalle spécifié, ($t < 12,2 \mu\text{s}$ et $t > 35,4 \mu\text{s}$) le niveau résiduel est inférieur à -40 dB . Sur un intervalle un peu plus large ($t < 11 \mu\text{s}$ et $t > 36 \mu\text{s}$) le niveau résiduel est inférieur à -60 dB . Dans le domaine fréquence, à $f > 5 \text{ MHz}$, la densité spectrale devient rapidement insignifiante. C'est la raison pour laquelle, dans la pratique, ce signal est tolérant vis-à-vis des variations de la caractéristique fréquence en dehors de la largeur de bande nominale de 5 MHz . En outre, pour ces raisons et compte tenu du fait qu'on utilise un signal GCR de polarité soit positive, soit négative, les parties adjacentes du signal de télévision n'influent pas sur la mesure des distorsions à l'aide du signal GCR.

D'autres évaluations ont été faites pour évaluer l'influence de certains facteurs:

– Influence de la limitation du signal dans le domaine temps

Conformément à la Recommandation UIT-R BT.1124, les limites du signal correspondent aux échantillons temporels $t = 12,2 \mu\text{s}$ et $t = 35,4 \mu\text{s}$. Des estimations montrent que la différence des transformées de Fourier du signal non limité dans le temps et du signal ayant des limites spécifiées, normalisées par rapport à $F(0)$, ne dépasse pas $0,005 \text{ dB}$. On obtient un résultat analogue pour une zone fenêtre plus large, limitée aux échantillons temporels compris entre $t < 11 \mu\text{s}$ et $t > 36 \mu\text{s}$.

– Influence de la limitation de la largeur de bande sur la transformée de Fourier du signal

Compte tenu de la méthode de calcul du signal GCR, il faut effectuer deux opérations pour limiter la largeur de bande:

- utilisation d'une fonction fenêtre $W(\omega)$ limitant le signal à 5 MHz à -6 dB , avec un affaiblissement en augmentation rapide de sorte qu'à $5,5 \text{ MHz}$, elle est inférieure à -60 dB ;
- utilisation de limites d'intégration $(-\Omega, \Omega)$ pour calculer la transformée de Fourier inverse adaptée à la gamme de fréquences $\pm 5 \text{ MHz}$, ce qui correspond à une multiplication par la fenêtre rectangulaire appropriée, le niveau de crête étant situé entre ces fréquences et le niveau zéro en dehors de leurs limites.

L'utilisation de ces deux fenêtres a les résultats suivants: la limitation de spectre due à l'utilisation de la deuxième fenêtre intervient lorsque la densité spectrale du signal est très faible puisque ce signal a été affaibli en raison de l'utilisation de la première fenêtre. L'influence de la première fonction fenêtre sur le signal GCR n'est donc pas significative.

L'utilisation de la première fenêtre avec une zone de transition très étroite se traduit par l'apparition d'oscillations de même amplitude que celle de la partie finale du signal. C'est un inconvénient du signal GCR mais le compromis qui a été accepté permet de limiter les distorsions entre 0 et 5 MHz, sous réserve d'une réduction d'énergie suffisante au-dessus de 5,1 MHz. Ceci est très important pour un système de télévision améliorée puisque les fréquences au-dessus de 5,1 MHz sont utilisées pour la transmission d'un signal sonore numérique.

– *Choix de la fonction fenêtre $W(\omega)$*

Compte tenu de ce qui précède, il est évident que la forme de la fonction fenêtre n'a pas d'incidence majeure sur les propriétés du signal GCR. Toutefois, il est souhaitable d'évaluer l'importance de cette incidence étant donné qu'un certain nombre d'études réalisées dans le monde ont été consacrées au choix des fonctions fenêtre en relation avec la synthèse des filtres à réponse impulsionnelle finie. Par exemple, on considère généralement qu'une fonction fenêtre de Hamming est meilleure qu'une fonction fenêtre \cos^2 . Une classe de fenêtres plus large - la fenêtre Kaizer - permet de simuler une approximation quasi exacte de fenêtres comme les fenêtres de Hamming, de Blackman et autres en faisant varier les paramètres.

La Fig. 10 illustre deux réalisations de la fenêtre $W(\omega)$ en représentation logarithmique. La première a été obtenue à partir d'une fenêtre \cos^2 et la seconde à partir d'une fenêtre de Hamming. La Fig. 11 montre les différences de la caractéristique amplitude-fréquence entre les deux réalisations, normalisées à l'amplitude de fréquence 0. Il est clair qu'entre 5 et 6 MHz, l'affaiblissement observé pendant la deuxième réalisation est d'environ 10 dB supérieur à celui de la première. A des fréquences plus élevées, on obtient de moins bons résultats avec la seconde réalisation. Toutefois ceci n'est pas significatif étant donné que le niveau relatif des transformées de Fourier apparaît être inférieur à -60 dB. Ces estimations peuvent être utiles pour construire des signaux GCR en vue de nouvelles applications.

FIGURE 10

Fenêtre de Hamming et fenêtre \cos^2 , représentation logarithmique

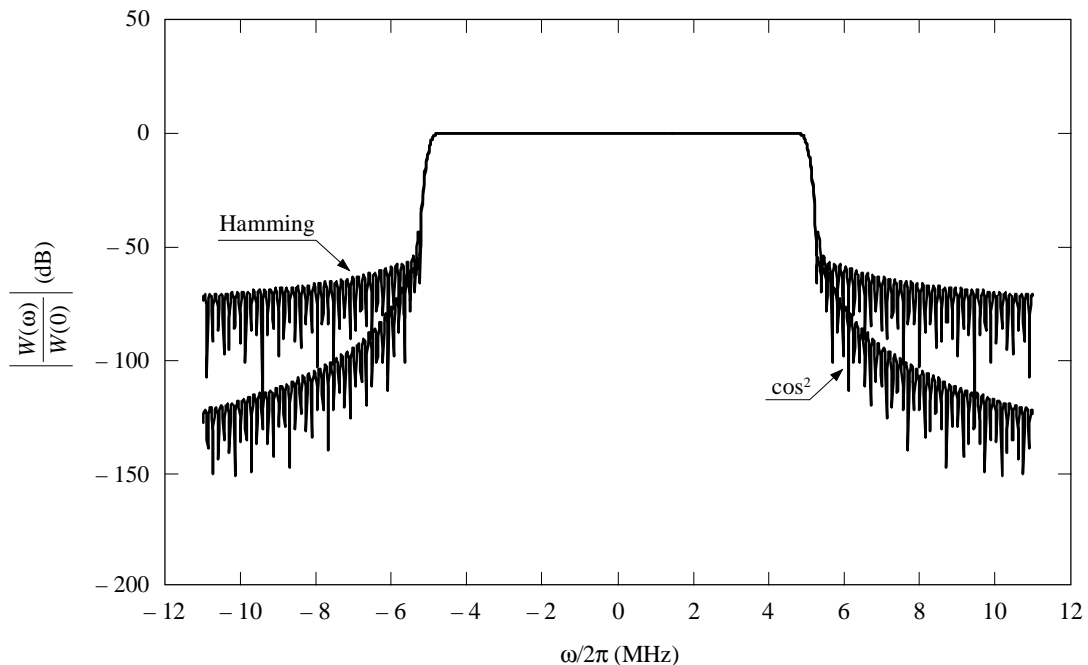
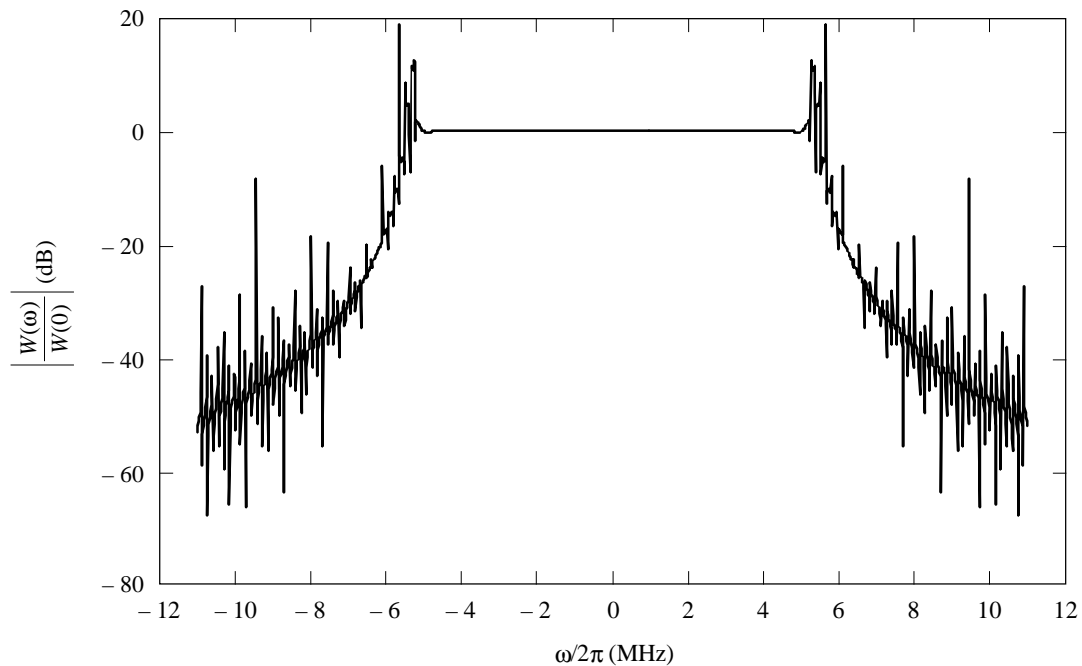


FIGURE 11

Différence entre une fenêtre de Hamming et une fenêtre \cos^2 , représentation logarithmique

Rap 2018-11

Il ressort de cette analyse que la fonction fenêtre utilisée par le signal GCR pour le système C, telle qu'elle est décrite dans la Recommandation UIT-R BT.1124, est optimale.

6 Paramètres du signal GCR pour le canal de largeur de bande 6 MHz

Dans le projet de rapport consacré au système de télévision SECAM améliorée (Doc. 11A/8) on envisage deux modes de fonctionnement: transmission de signaux son analogiques uniquement et transmission de signaux son analogiques et numériques.

Lorsque l'on utilise à la fois des signaux son analogiques et numériques, la largeur de bande nominale du signal vidéo est de 5,1 MHz et le signal GCR décrit dans la Recommandation UIT-R BT.1124 convient parfaitement.

Dans le cas du système SECAM classique ou du système SECAM amélioré avec son analogique uniquement, le limitation et la correction des distorsions linéaires (y compris des images fantômes) devraient théoriquement se faire jusqu'à 6 MHz. Il est proposé de définir le signal GCR pour cette largeur de bande.

Les valeurs de paramètre suivantes sont proposées pour un signal GCR-C lorsqu'il faut une largeur de bande de 6 MHz:

$$A = 2,7 \times 10^{-7} \text{ V}$$

$$b = 0,23 \times 10^{-12} \text{ s}^2/\text{rad}$$

$$c = 0,9121 \times 10^6 \text{ rad/s}$$

$$\Omega = 2\pi \times 6,25 \times 10^6 \text{ rad/s}$$

$$\Omega_1 = 2\pi \times 6 \times 10^6 \text{ rad/s.}$$

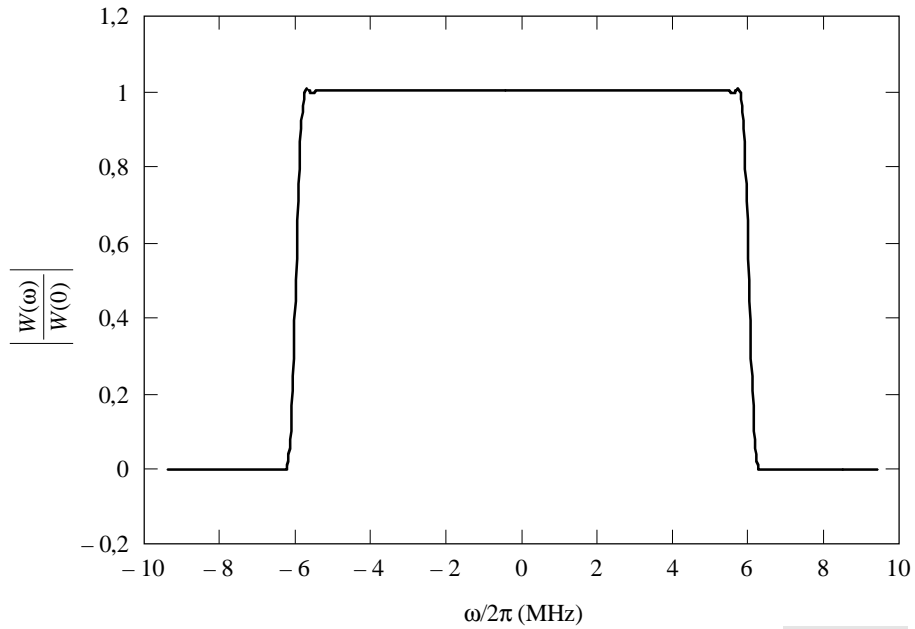
Avec ces valeurs, on calcule m et T :

$$m = 43,332$$

$$T = 79,487 \text{ ns.}$$

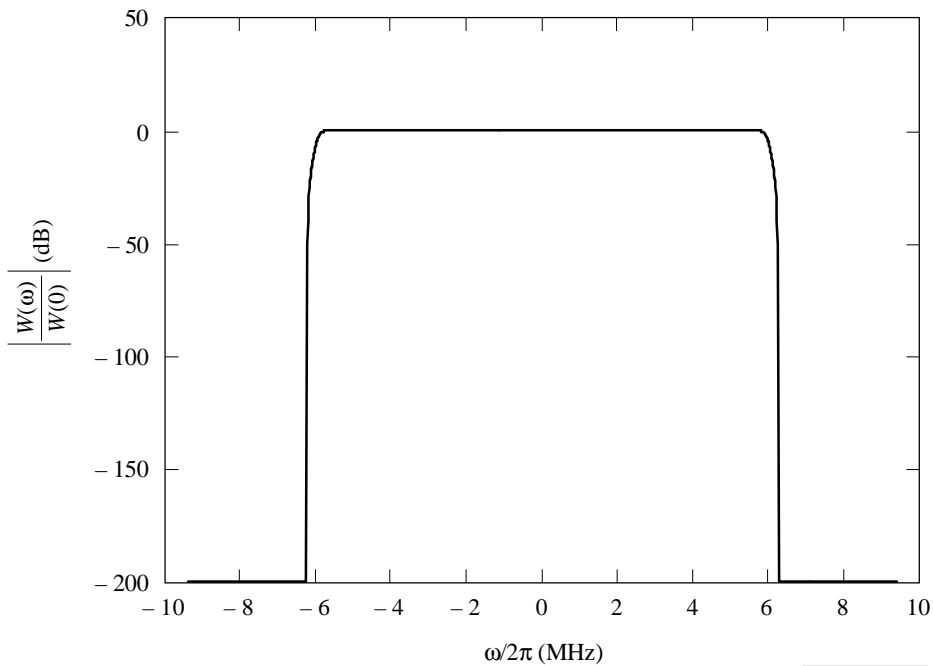
Les Fig. 12, 13 et 14 représentent la caractéristique amplitude-fréquence de la fonction fenêtre $W(\omega)$ pour une largeur de bande de 6 MHz en représentations linéaire et logarithmique.

FIGURE 12
Caractéristiques amplitude-fréquence de la fonction fenêtre $W(\omega)$
pour une largeur de bande de 6 MHz, représentation linéaire



Rap 2018-12

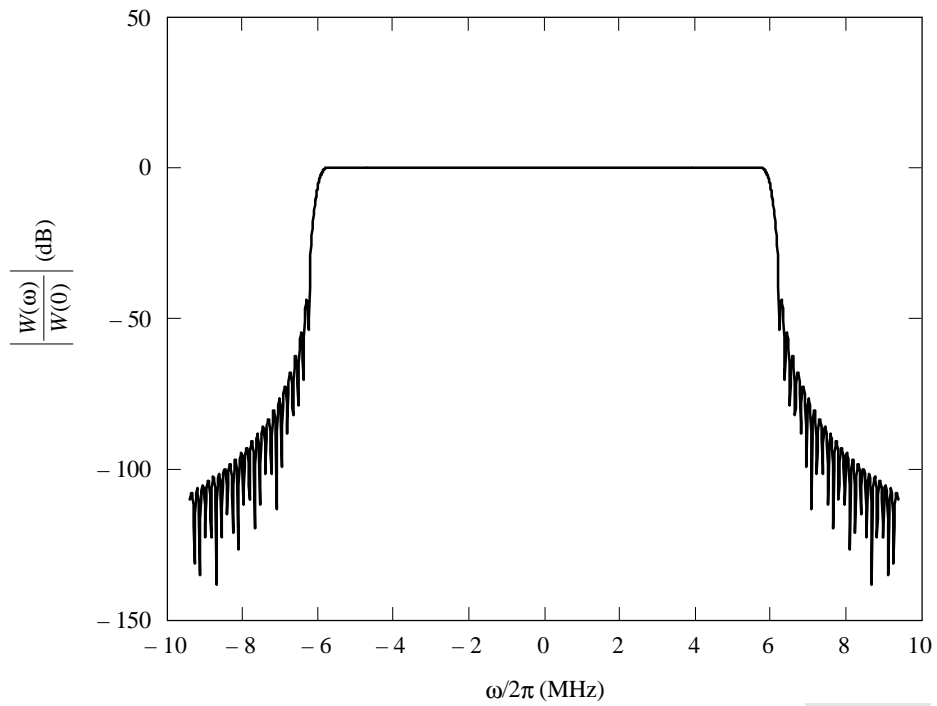
FIGURE 13
Spectre du signal GCR pour une largeur de bande de canal de 6 MHz
pour $\Omega_1 = 2\pi \times 6 \times 10^6$ rad/s, $\Omega = 2\pi \times 6,25 \times 10^6$ rad/s



Rap 2018-13

FIGURE 14

Spectre du signal GCR pour une largeur de bande de canal de 6 MHz
pour $\Omega_1 = 2\pi \times 6 \times 10^6$ rad/s et pour une intégration illimitée

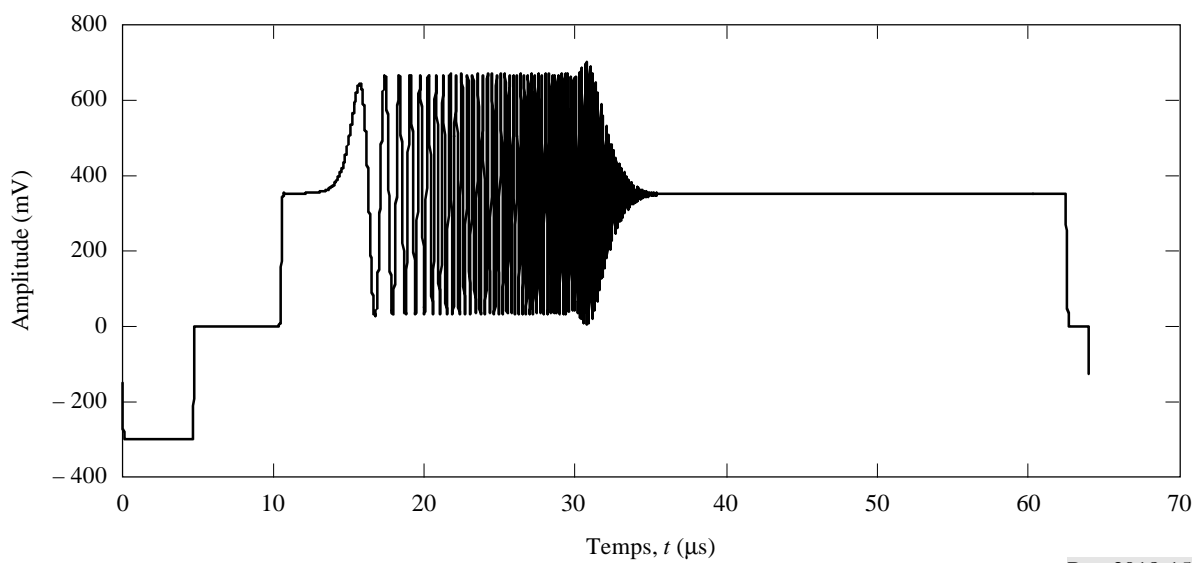


Rap 2018-14

Les Fig. 15 et 16 illustrent les lignes A et B du signal GCR de 6 MHz, pour une polarité positive et pour une polarité négative.

FIGURE 15

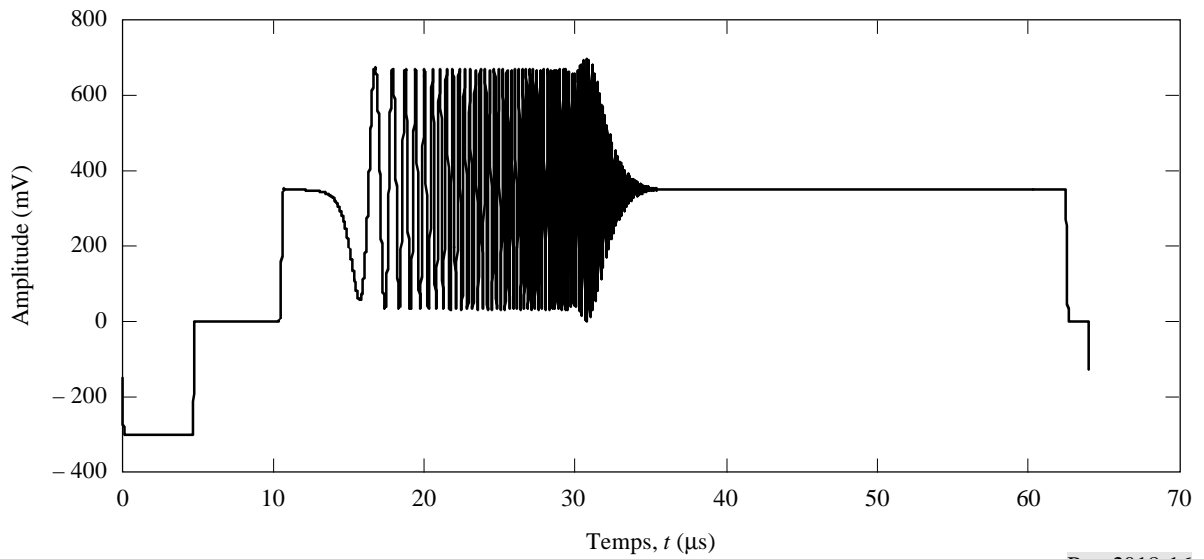
Ligne A du signal GCR pour une largeur de bande de 6 MHz



Rap 2018-15

FIGURE 16

Ligne B du signal GCR pour une largeur de bande de 6 MHz

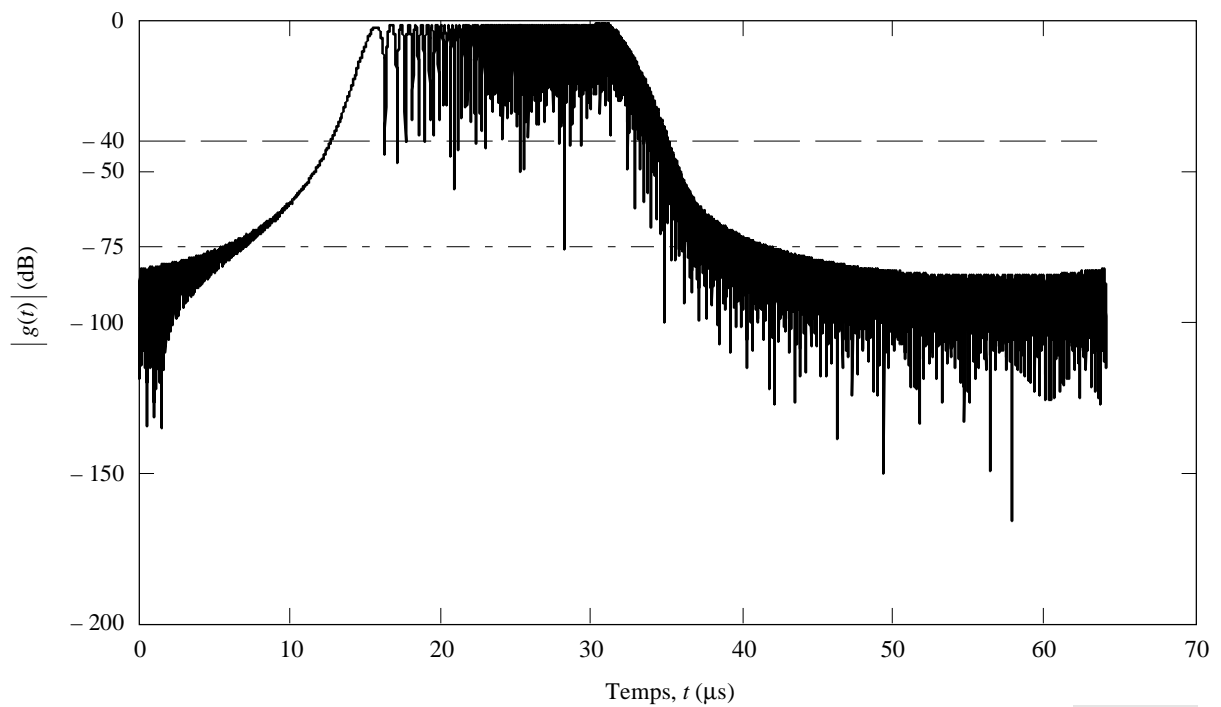


Rap 2018-16

La Fig. 17 illustre une courbe de la valeur du signal GCR, en représentation logarithmique.

FIGURE 17

Valeur du signal GCR, normalisée au niveau unité, représentation logarithmique



Rap 2018-17

L'analyse de ces figures montre que d'autres propriétés de cette variante largeur de bande étendue du signal GCR-C sont analogues à celles du signal GCR décrit dans la Recommandation UIT-R BT.1124.

7 Conclusion

Les résultats des évaluations quantitatives et les figures présentées qui donnent les caractéristiques du signal GCR dans le domaine temps et le domaine fréquence permettent de mieux comprendre le comportement du signal et pourraient être utiles pour le développement de la Recommandation UIT-R BT.1124.

Les résultats des études confirment que les paramètres choisis pour le signal GCR-C sont optimaux pour être utilisés avec des systèmes ayant une largeur de bande vidéo nominale de 5 MHz.

Il est envisagé de procéder à d'autres études concernant l'utilisation possible, pour les systèmes D et K, de deux versions du signal GCR-C, le premier est décrit dans la Recommandation UIT-R BT.1124 pour une largeur de bande vidéo de 5 MHz et le second proposé ici pour une largeur de bande vidéo de 6 MHz.

Si les méthodes et le matériel appropriés sont mis au point, l'adoption du signal GCR-C comme signal universel pour l'évaluation et la correction des distorsions dans la chaîne de transmission télévisuelle permettra de caractériser les canaux et de corriger les distorsions linéaires sur les trajets de transmission télévisuelle analogiques et analogiques/numériques. Avec le signal GCR-C, il est donc possible d'améliorer considérablement la qualité offerte par les systèmes de radiodiffusion télévisuelle analogiques.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

GOFAIZEN, O.V. [1995a] On standardization of GCR test signal for automatic evaluation and correction of linear distortion in TV path. UkrTelecom. II International Conference on telecommunications, audio and TV broadcasting. 19-22 septembre, Odessa (Ukraine).

GOFAIZEN, O.V. [1995b] Questions of estimation of GCR test signal parameters for evaluation and correction of linear distortion in TV path. Ukrainian Scientific Research Institute of Radio and Television (UNIIRT), **3**, 47-49.

KOO, D. [juin 1995] Ghost cancellation with ITU System-C standard ghost cancellation reference signal. *SMPTE J.*, Vol. 104, **6**, 370-376.

BIBLIOGRAPHIE

GOFAIZEN, O.V. et FOMIN, K.V. Study of GCR signal for evaluation and correction of linear distortion in TV channel. Proc. of the Ukrainian Scientific Research Institute of Radio and Television (UNIIRT) (à publier).

UNIIRT [1996] Rapport: Study on standardization in the Ukraine of GCR test signal for evaluation and correction of linear distortion in analogue TV channel and other video transmitting systems in the sphere of telecommunications. Ukrainian Scientific Research Institute of Radio and Television. Odessa (Ukraine).

Textes de l'UIT

Recommandation UIT-R BT.1119 – Signalisation «écran large» pour la radiodiffusion (Signalisation pour les caractéristiques «écran large» ou autre de télévision améliorée).

Doc. 11C/22 (Annexe 4) – Contributions to a possible Report on GCR signals (Président du GT 11C), 23 mars 1996.
