

RECOMMANDATION UIT-R BT.1124-3

**Signaux de référence pour l'annulation des images fantômes
dans les systèmes de télévision analogique**

(Question UIT-R 55/11)

(1994-1995-1998-2001)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) qu'un système d'annulation des images fantômes utilisant un signal de référence pour annulation des images fantômes (GCR, *ghost cancelling reference*) est une des mesures les plus efficaces pour éliminer les images fantômes de la réception de signaux de télévision par antenne individuelle ou collective;
- b) que ce système devrait éliminer efficacement les images fantômes multiples et longues, celles qui sont courtes ainsi que les images fantômes avant et qu'il serait aussi utile pour l'égalisation des signaux vidéo;
- c) qu'on peut insérer les signaux GCR sur les lignes de suppression de trame;
- d) qu'on peut définir un signal GCR approprié pour chaque système de télévision;
- e) que chaque pays utilise un signal GCR adapté aux diverses conditions de propagation et aux supports de transmission;
- f) qu'un annuleur d'images fantômes qui utilise les signaux GCR peut être fabriqué à un prix raisonnable;
- g) que l'utilisation généralisée d'un signal GCR commun permettrait de réduire le prix des annuleurs d'images fantômes,

recommande

- 1** que le signal GCR soit un signal spécialisé optimisé pour la fonction d'annulation des images fantômes;
- 2** que le signal GCR permette la détermination rapide de la réponse du canal, même en présence d'un mauvais rapport signal/bruit;
- 3** que le signal GCR soit à même de fournir une courbe de réponse plate en amplitude et en temps de propagation de groupe en fonction de la fréquence sur toute la bande passante de chaque système;
- 4** que le signal GCR utilise au mieux la suppression de trame;
- 5** que, pour les systèmes de télévision NTSC, PAL et SECAM, tout radiodiffuseur qui souhaite intégrer un signal GCR en utilise un qui réponde aux spécifications que donne l'Annexe 1 pour:
 - le signal GCR A;
 - le signal GCR B;
 - le signal GCR C;
- 6** que les nouvelles applications GCR aux systèmes NTSC, PAL ou SECAM utilisent de préférence le signal GCR C;

7 que, pour les systèmes de télévision analogique évoluée tout radiodiffuseur qui souhaite intégrer un signal GCR en utilise un qui réponde aux spécifications que donne l'Annexe 2 pour le système MUSE.

ANNEXE 1

Spécifications du signal GCR pour les systèmes de télévision classiques

1 Introduction

Le **signal GCR A** dont l'utilisation avec le système NTSC a été recommandée par l'UIT-R en 1994, est d'usage courant au Japon depuis 1989.

Le **signal GCR B** dont l'utilisation a été recommandée par l'UIT-R en 1994, est d'usage courant avec le système NTSC en Corée depuis 1993.

Le **signal GCR C** destiné à être utilisé avec les systèmes NTSC, PAL et SECAM commence à être adopté par des radiodiffuseurs dans de nombreux pays où les signaux GCR font leur apparition.

1.1 Signal GCR A

Les Tableaux 1 à 4 et les Fig. 1 à 3 donnent les spécifications du signal GCR convenant au système NTSC.

TABLEAU 1
Spécification du signal GCR

	Valeur	Observations
Amplitude	70 ± 2 unités IRE	Ecart entre le niveau de décollement et le niveau du point milieu du signal GCR
Décollement	0 ± 2 unités IRE	Ecart entre le niveau de suppression et le niveau du piédestal de la ligne active. L'écart entre la ligne A et la ligne B doit être au plus de 0,5 unité IRE
Largeur	$160 \pm 1,0$ sp ⁽¹⁾ ($44,7 \pm 0,28$ μ s)	Mesurée pour la valeur de 50% de l'amplitude du signal GCR
Début du signal GCR	$60 \pm 1,5$ sp ⁽²⁾ ($16,76 \pm 0,42$ μ s)	Synchronisation du front montant du signal GCR (point à 50%) par rapport au front avant de la synchronisation de ligne
Front montant	Signal $\sin(x)/x$ intégré	Voir l'équation (1)
Front arrière	$0,25 \pm 0,05$ μ s (barre 2T)	Intervalle entre le point à 10% et le point à 90% de l'amplitude du signal GCR

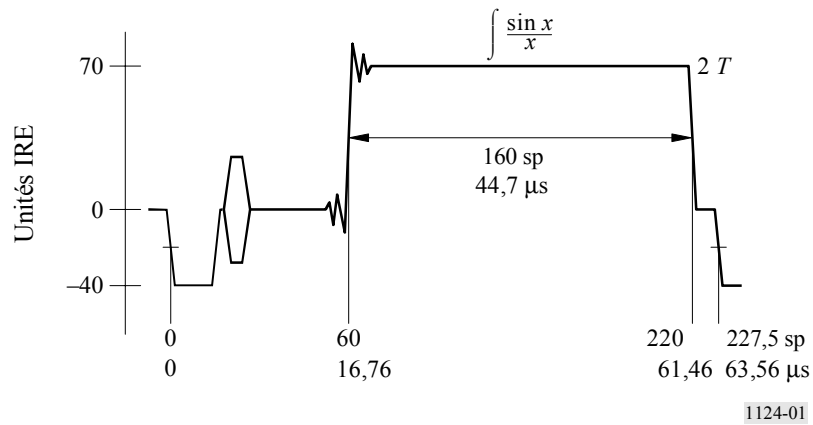
(1) sp – cycles de la sous-porteuse (ainsi que de la sous-porteuse couleur: $1/3,579545$ μ s).

(2) Spécifié à la sortie du générateur du signal GCR. Non spécifié, sauf si besoin est, à la sortie de l'organe d'insertion du GCR.

$$f(t) = \frac{1}{A} \int_{-\infty}^t \frac{\sin(\omega x)}{\omega x} h(x) dx \tag{1}$$

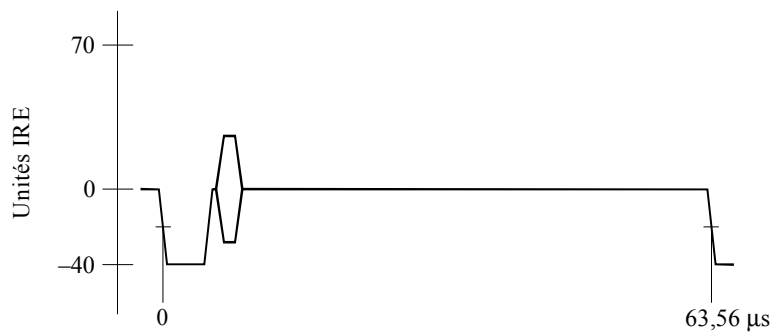
où A est un facteur normalisant ($A = f(\infty)$), $\omega = 2\pi \times 4,177447 \times 10^6$, et $h(x)$ est une fonction fenêtre permettant d'obtenir le spectre de signal représenté sur la Fig. 4, pour un cosinus surélevé ayant une largeur à mi-amplitude de $10,5 \mu\text{s}$.

FIGURE 1
Forme du signal GCR pour la ligne A



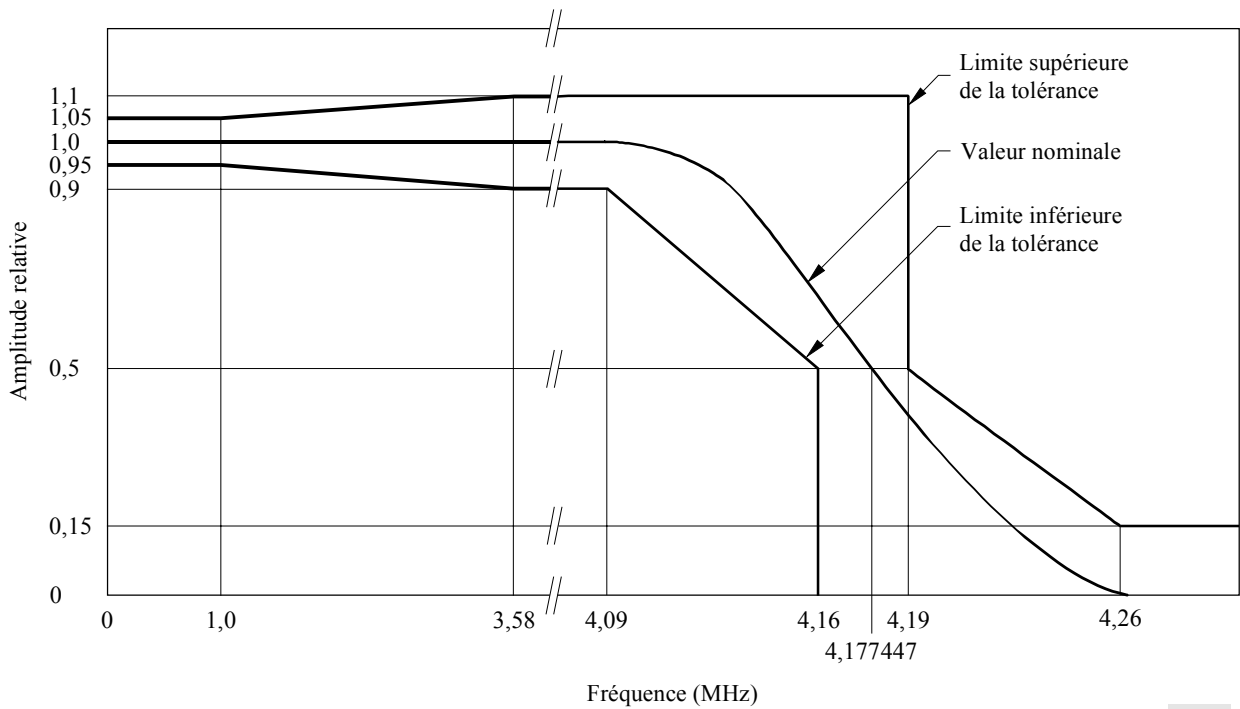
1124-01

FIGURE 2
Forme du signal sans piédestal pour la ligne B



1124-02

FIGURE 3
Spectre de fréquence de l'impulsion de référence



1124-03

Les caractéristiques sont appliquées à l'écart différentiel – ou pour un échantillon – du signal GCR.

TABLEAU 2

Ligne d'insertion du signal GCR

Numéros des lignes d'insertion	18 et 281
--------------------------------	-----------

TABLEAU 3

Signal sur la ligne précédant immédiatement la ligne du signal GCR

Numéros des trames							
1	2	3	4	5	6	7	8
x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄

x₁, x₂, x₃ et x₄ ne doivent pas comporter d'informations variables dans le temps.

TABLEAU 6

Spécifications du signal GCR

Système de télévision	525 lignes	625 lignes	
		B, G	D, K
Fréquence limite du signal CGR	4,18 MHz	5,0 MHz	6,0 MHz ⁽¹⁾
Hauteur du piédestal	30 unités IRE	300 mV	
Début du piédestal ⁽²⁾	8,75 µs	10,5 µs	
Fin du piédestal ⁽²⁾	61,9 µs	62,5 µs	
Début du GCR ⁽²⁾	11,5 µs	12,2 µs	
Durée du GCR	25,6 µs	20,6 µs	
Niveau le plus bas du GCR	-10 unités IRE	0 mV	
Niveau le plus élevé du GCR	+70 unités IRE	600 mV	
Fréquence d'horloge ⁽³⁾	4 × 3,58 MHz	4 × 4,43 MHz	

(1) L'option à 6 MHz n'est pas compatible avec la transmission d'un son numérique NICAM utilisant une porteuse de 5,85 MHz.

(2) Les instants début et fin correspondent aux points à mi-amplitude.

(3) On utilise ici une fréquence d'horloge égale à quatre fois la fréquence de la sous-porteuse couleur d'un système NTSC ou PAL, selon le cas.

TABLEAU 7a

Séquence de transmission du signal GCR NTSC

Numéro de trame	1	2	3	4
Polarité du signal CGR	+	-	+	-

TABLEAU 7b

Séquence de transmission du signal GCR PAL*

Numéro de trame	2	4	6	8
Polarité du signal GCR	+	-	+	-

* Il n'y a pas de relation entre la polarité de la séquence de transmission du GCR et la séquence à 8 trames du système PAL.

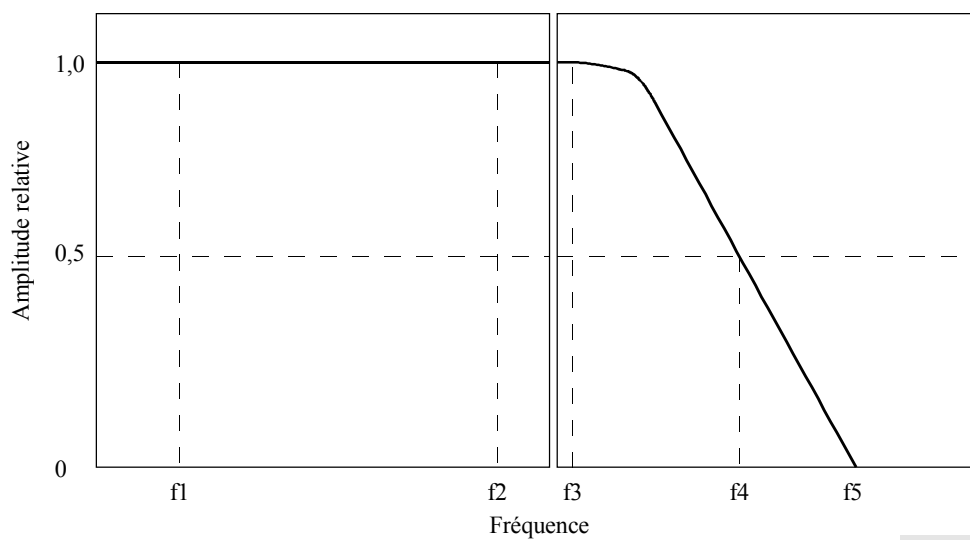
TABLEAU 8

Valeurs de fréquence de la Fig. 4

Fréquence du système de télévision	525 lignes	625 lignes	
		B, G	D, K
f1 (MHz)	1,00	1,00	1,00
f2 (MHz)	3,58	4,43	4,43
f3 (MHz)	4,09	4,80	5,80
f4 (MHz)	4,18	5,00	6,00
f5 (MHz)	4,25	5,20	6,20

FIGURE 4

Courbe de réponse en fréquence du filtre passe-bas



1124-04

FIGURE 5a

Signal GCR positif pour les systèmes à 525 lignes

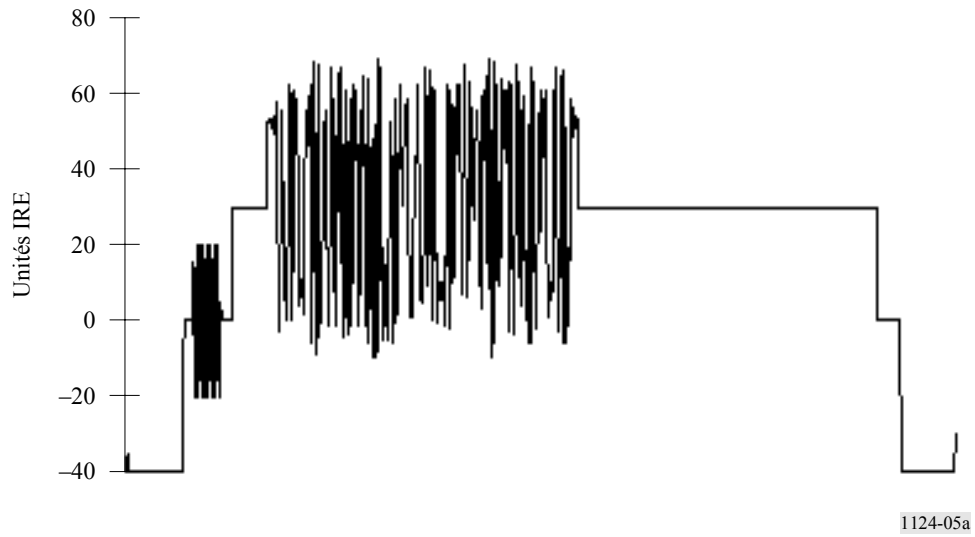


FIGURE 5b

Signal GCR négatif pour les systèmes à 525 lignes

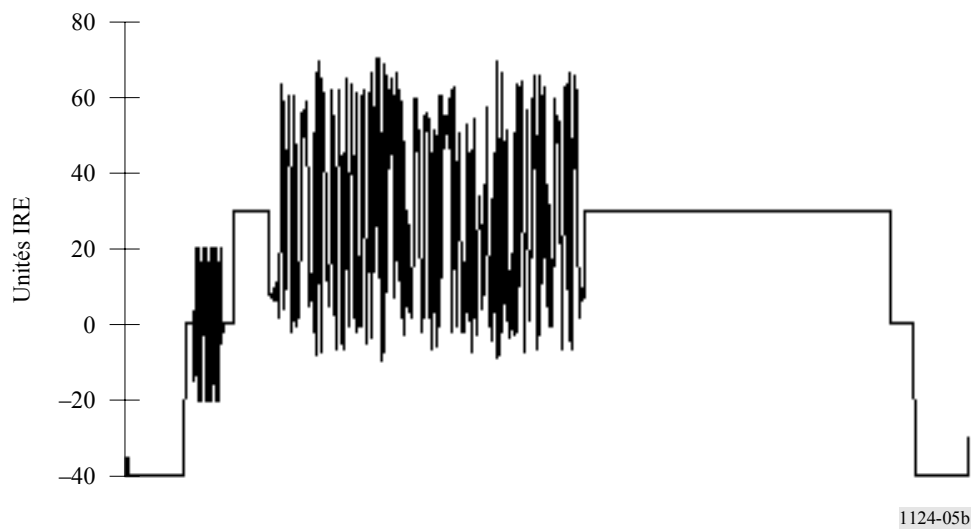


FIGURE 5c
Signal GCR positif pour les systèmes à 625 lignes (5 MHz)

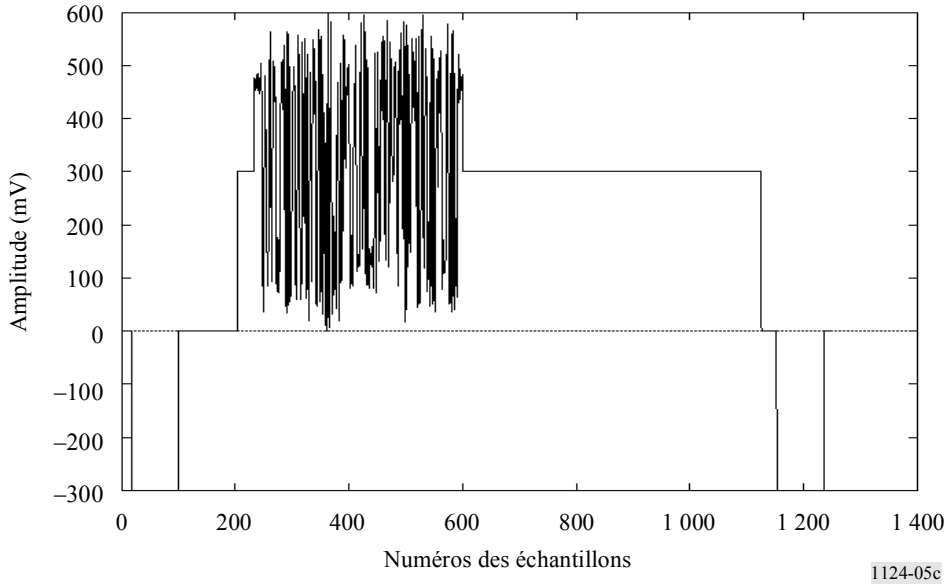


FIGURE 5d
Signal GCR négatif pour les systèmes à 625 lignes (5 MHz)

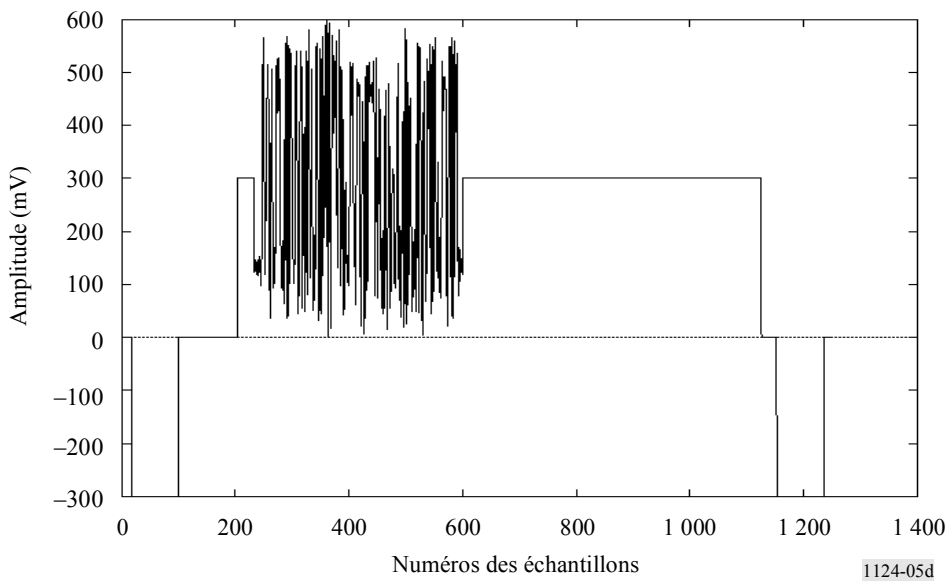


FIGURE 5e
Signal GCR positif pour les systèmes à 625 lignes (6 MHz)

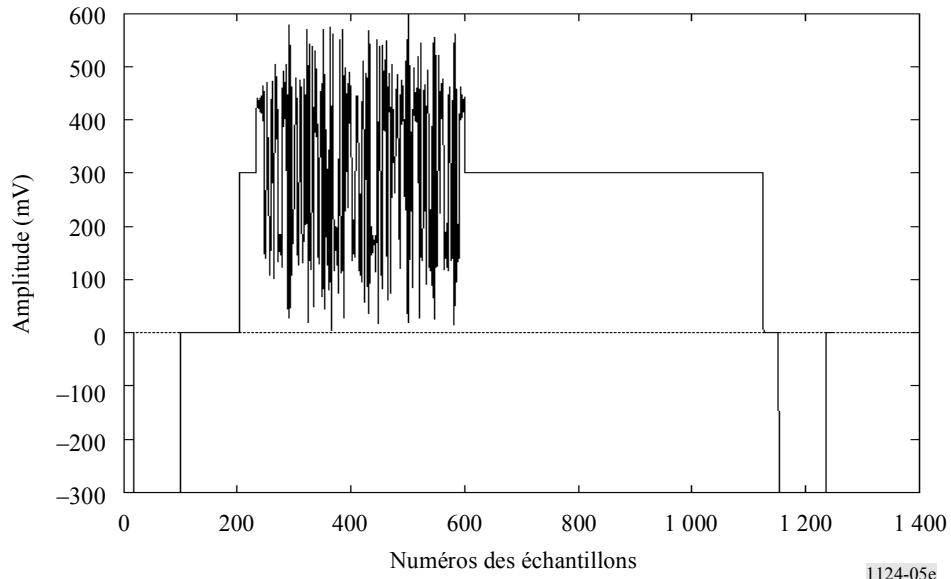
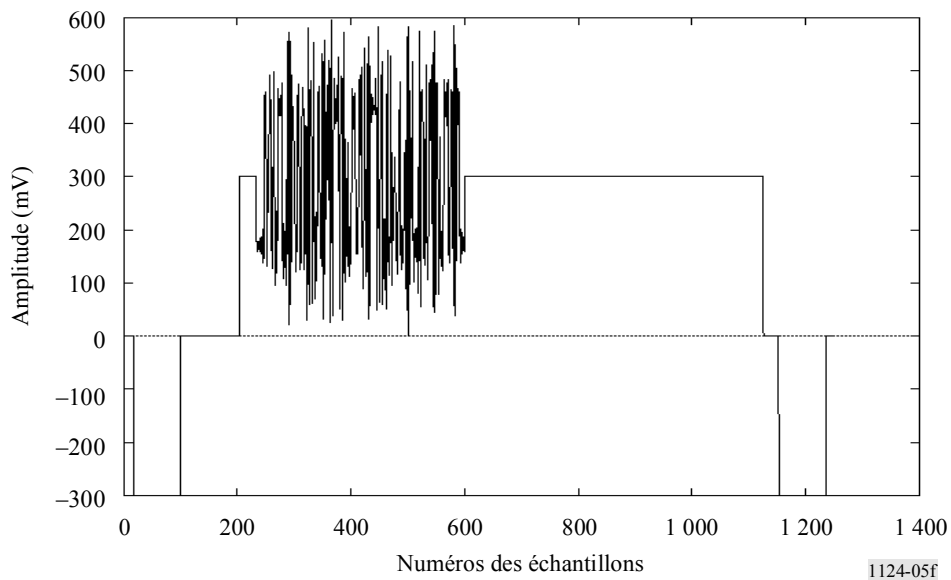


FIGURE 5f
Signal GCR négatif pour les systèmes à 625 lignes (6 MHz)



1.3 Signal GCR C

Les exigences imposées au signal de référence pour GCR sont décrites ci-après. Le Tableau 9 donne les caractéristiques particulières qui s'appliquent aux systèmes de télévision (voir la Note 1), NTSC, PAL et SECAM, en 525 et 625 lignes.

NOTE 1 – Le bon fonctionnement de la technique Couleur Plus avec adaptation au mouvement (MACP) qu'utilise le système PAL plus repose sur le fait que des points d'une image espacés de 312 lignes présentent une relation de phase précise. Pour éviter de perturber cette relation, il convient de modifier l'égalisation du signal appliqué par un dispositif d'annulation des images fantômes situées dans la chaîne de transmission ou de réception, de préférence pendant la période des lignes 624 à 22.

Le signal GCR se trouve sur une seule ligne de la suppression de trame, à raison d'une ligne par trame pour les systèmes à 525 lignes et d'une ligne par image (2 trames) pour les systèmes à 625 lignes.

Le signal GCR a un spectre uniforme, une forte énergie jusqu'à la fréquence f_1 et une énergie faible au-delà de f_2 . Les valeurs de f_1 et f_2 sont indiquées dans le Tableau 9. La Fig. 6 présente le spectre du signal GCR et la Fig. 7 donne le signal GCR normalisé en fonction du temps.

Dans les systèmes à 525 lignes, le signal GCR se trouve sur la ligne 19 (et la ligne correspondante de la trame suivante). Dans les systèmes à 625 lignes, il se trouve de préférence sur la ligne 318, la ligne 317 précédente ne contenant aucune information variable dans le temps. Pour les systèmes à 625 ou 525 lignes, il serait préférable que la ligne précédant immédiatement la ligne sur laquelle se trouve le signal GCR ne contienne pas d'informations variables dans le temps afin de ne pas limiter les performances des systèmes d'annulation d'images fantômes.

Pour annuler efficacement les images fantômes dans les systèmes à 625-(525) lignes nécessitant après l'annulation des images fantômes des plages de plus de 38 (31) μs environ, il serait préférable que la ligne suivante à tout le moins ne contienne aucune information variable dans le temps; par exemple si la ligne 318 (19 et 282) est utilisée pour le signal GCR, la ligne 319 (20 et 283) ne devrait pas contenir d'informations variables dans le temps.

Le GCR a une amplitude en principe constante dans la bande de référence et se trouve sur un piédestal de hauteur V_1 . Les temps de montée et de descente du piédestal sont en principe de $4T$ et, par rapport au front avant de la synchronisation horizontale, les points à mi-amplitude de début et de fin se situent à T_1 et T_2 respectivement. Le Tableau 9 donne les valeurs de V_1 , T_1 et T_2 .

Le signal GCR dure T_3 (mesuré à 1% de sa valeur maximale) et commence à T_4 après le front avant de la synchronisation horizontale. La première crête (positive ou négative) se trouve à T_5 après le front avant de la synchronisation horizontale. Le GCR varie entre V_2 et V_3 . A noter que V_1 du piédestal est la moyenne de ces deux valeurs extrêmes. Le Tableau 9 donne les valeurs de T_3 , T_4 , T_5 , V_2 et V_3 .

Les signaux GCR sur piédestal sont représentés sur les Fig. 8 et 9, et correspondent respectivement aux lignes A et B. Les lignes A et B ont des piédestaux de même hauteur V_1 mais les polarités du GCR y sont inversées.

TABLEAU 9

	Système de télévision	525 lignes	625 lignes	
f1	Fréquence limite du signal GCR	4,1 MHz	5,0 MHz ⁽¹⁾	6,0 MHz
f2	Fréquence limite absolue du signal GCR	4,3 MHz	5,2 MHz	6,2 MHz
V1	Hauteur du piédestal	30 unités IRE	350 mV	
T1	Début du piédestal	9,5 µs	10,5 µs	
T2	Fin du piédestal	58,5 µs	62,5 µs	
T3	Durée du GCR	35,5 µs	23,2 µs	22,32 µs
T4	Début du GCR	12,0 µs	12,2 µs	12,6 µs
T5	Première crête du GCR	16,7 µs	15,8 µs	15,7 µs
V2	Niveau le plus bas du GCR	-10 unités IRE	0 mV	
V3	Niveau le plus élevé du GCR	+70 unités IRE	700 mV	
Polarité du CGR:				
	Ligne A	Normal	Normal	
	Ligne B	Inversé	Inversé	
Séquence de transmission du GCR ⁽²⁾ :				
	Trame 1	Ligne A	-(3)	
	Trame 2	Ligne B	Ligne A	
	Trame 3	Ligne A	-(3)	
	Trame 4	Ligne B	Ligne B	
	Trame 5	Ligne B	-(3)	
	Trame 6	Ligne A	Ligne A	
	Trame 7	Ligne B	-(3)	
	Trame 8	Ligne A	Ligne A	

(1) Pour le système de télévision N à 625 lignes, décrit dans la Recommandation UIT-R BT.470, la largeur de bande d'image disponible (4,2 MHz) est inférieure à la largeur de bande du signal GCR à 625 lignes (5,0 MHz). Pour le système de télévision N, il est proposé d'utiliser le signal GCR relatif à la largeur de bande de 5 MHz décrit dans la présente Recommandation pour les signaux à 625 lignes, mais d'en limiter la bande à la largeur de bande d'image disponible.

(2) Il n'y a pas de relation entre la polarité de la séquence de transmission du GCR et la séquence à 8 trames du système PAL.

(3) L'utilisation d'un signal GCR en mode trame pour les systèmes à 625 lignes, associée à un équipement de réception approprié, pourrait permettre d'améliorer la qualité de fonctionnement dans le cas de signaux d'images fantômes mobiles. Il convient de poursuivre les études sur ce point.

Les valeurs numériques du signal de référence en fonction du temps peuvent être calculées au moyen de l'équation (2) suivante:

$$f(t) = \frac{A}{2\pi} \left[\int_0^{\Omega} [\cos(b\omega^2) + j \sin(b\omega^2)] W(\omega) e^{j\omega t} d\omega + \int_{-\Omega}^0 [\cos(b\omega^2) - j \sin(b\omega^2)] W(\omega) e^{j\omega t} d\omega \right] \quad (2)$$

$W(\omega)$ est la fonction fenêtre (3):

$$W(\omega) = \int_{-\frac{\pi}{c}}^{\frac{\pi}{c}} \left[\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos(ct) \right) \left(\frac{1}{2\pi} \int_{-\Omega_1}^{\Omega_1} e^{j\gamma t} d\gamma \right) \right] e^{-j\omega t} dt \quad (3)$$

où les constantes A , b , Ω , c et Ω_1 sont données dans le Tableau 10. D'autres formules relatives à la définition de ce signal dans les domaines temporel et fréquentiel figurent dans l'Appendice 1. On peut les utiliser à la place des équations (2) et (3) et obtenir les mêmes résultats pour le calcul des valeurs numériques du signal de référence. Ces nouvelles formules permettent de mieux comprendre la nature du signal GCR C. On trouvera de plus amples informations concernant les potentialités liées à ce signal dans le Rapport UIT-R BT.2018.

Les paramètres utilisés dans les formules GCR sont indiqués dans le Tableau 10.

TABLEAU 10

Paramètres utilisés dans les formules donnant le GCR

	NTSC (Normalisé) ⁽¹⁾	525 lignes	625 lignes (5 MHz)	625 lignes (6 MHz)	Unités
A	9	$3,592 \times 10^{-7}$	$0,30358 \times 10^{-6}$	$2,7 \times 10^{-6}$	V
b	110	$0,53656 \times 10^{-12}$	$0,2829 \times 10^{-12}$	$0,23 \times 10^{-12}$	s ² /rad
Ω	$4,3\pi/7,16$	$2\pi \times 4,3 \times 10^6$	$2\pi \times 5,5 \times 10^6$	$2\pi \times 6,25 \times 10^6$	rad/s
c	$\pi/49$	$0,917998 \times 10^6$	$0,9121 \times 10^6$	$0,9121 \times 10^6$	rad/s
Ω_1	$4,15\pi/7,16$	$2\pi \times 4,15 \times 10^6$	$2\pi \times 5,0 \times 10^6$	$2\pi \times 6,0 \times 10^6$	rad/s

(1) Paramètres du NTSC normalisés à $4 \times 3,579545$ MHz rapporté à 1 Hz, et 1 V_{c-c}.

FIGURE 6a

Magnitude du spectre du signal GCR pour les systèmes à 525 lignes

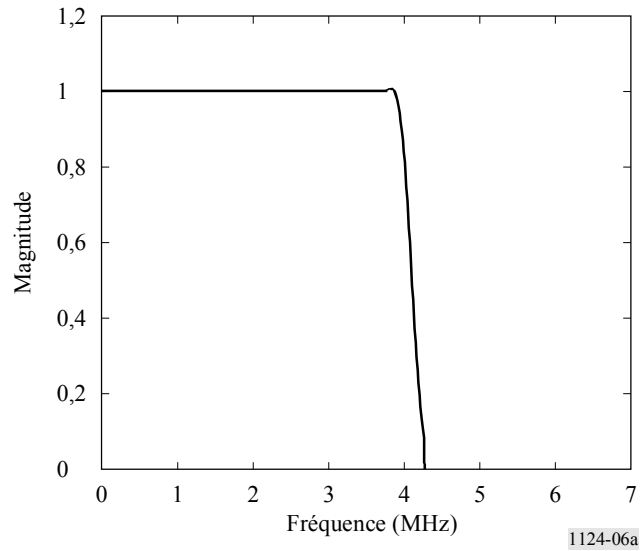


FIGURE 6b

Magnitude du spectre du signal GCR pour les systèmes à 625 lignes (5 MHz)

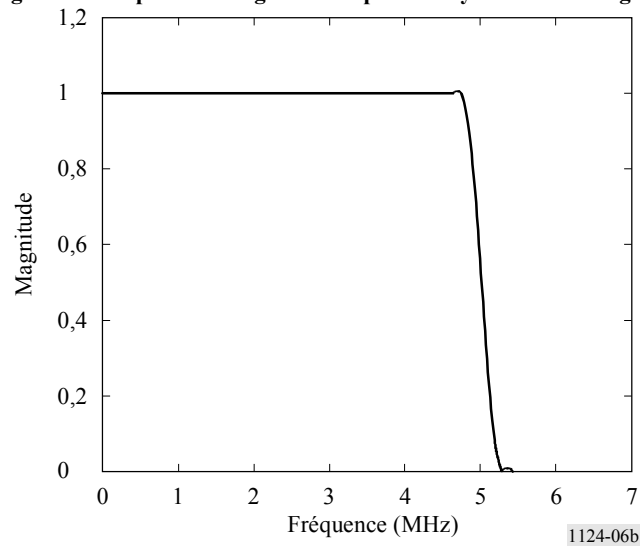


FIGURE 6c

Magnitude du spectre du signal GCR pour les systèmes à 625 lignes (6 MHz)

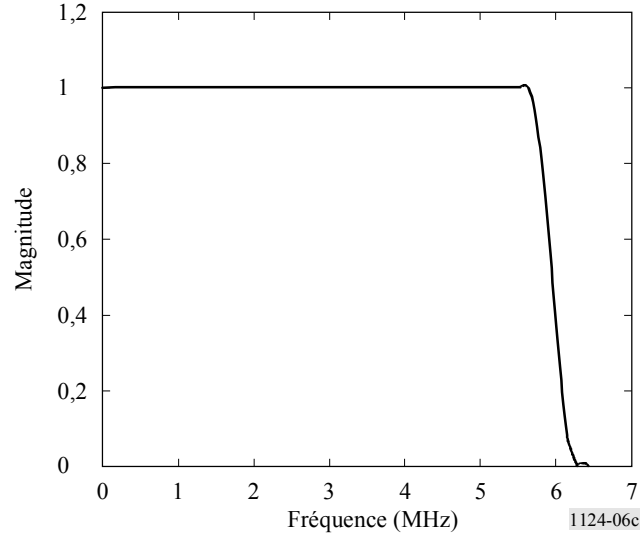
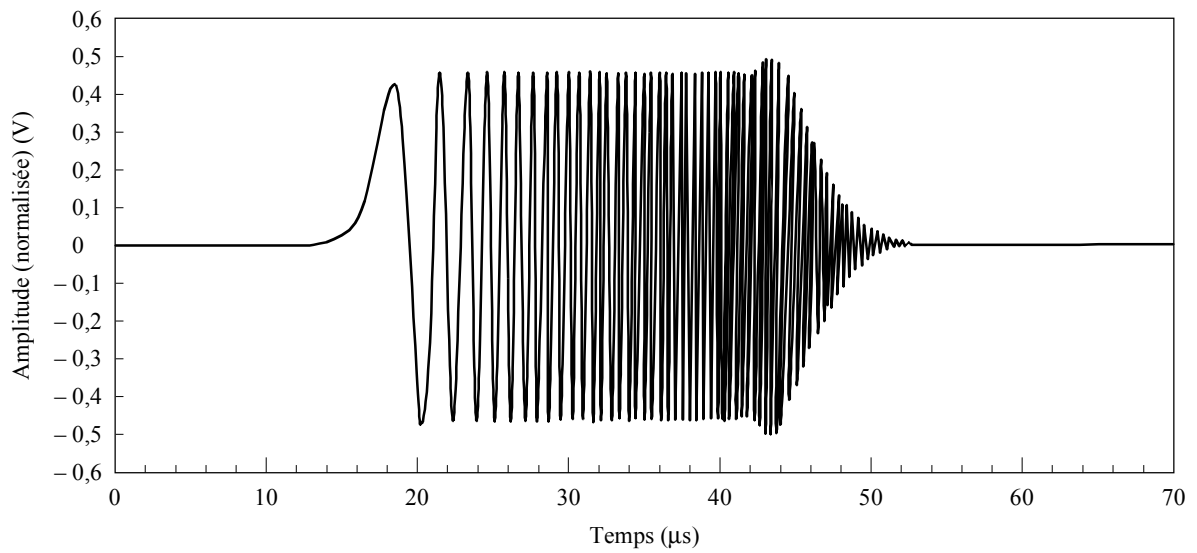


FIGURE 7

Exemple de signal GCR en fonction du temps pour les systèmes à 525 lignes



1124-07

FIGURE 8a

Ligne A du signal GCR pour les systèmes à 525 lignes

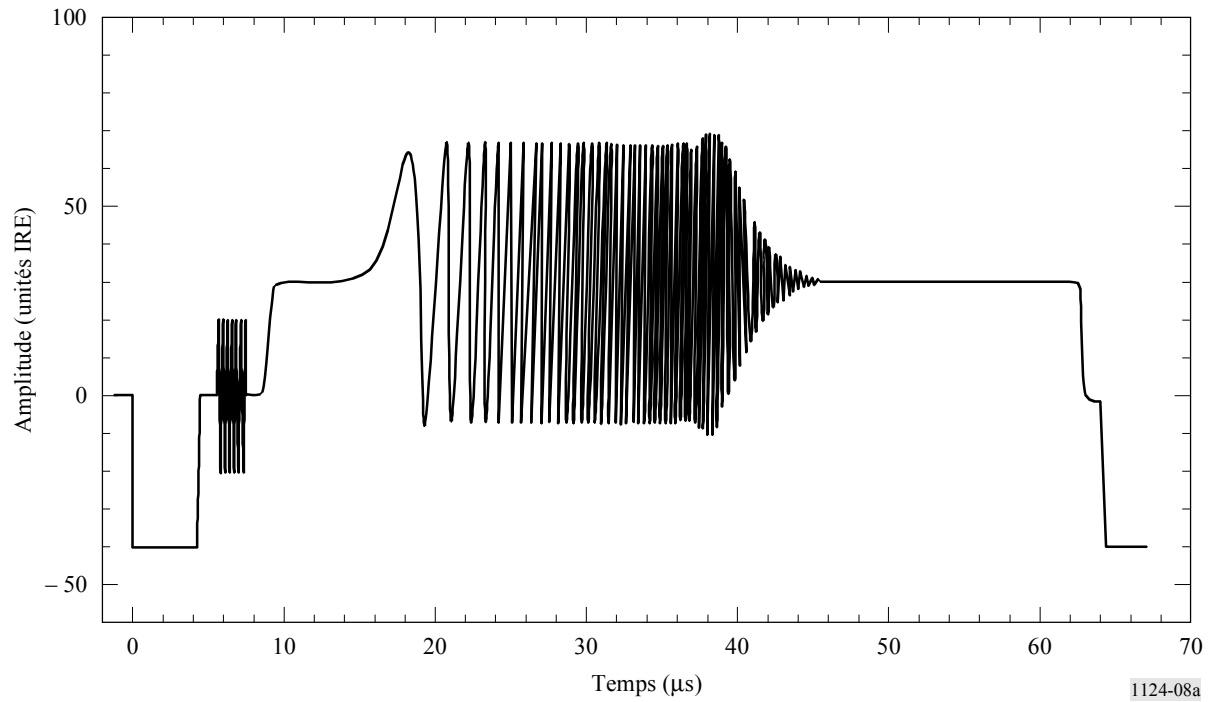


FIGURE 8b

Ligne A du signal GCR pour les systèmes à 625 lignes (5 MHz)

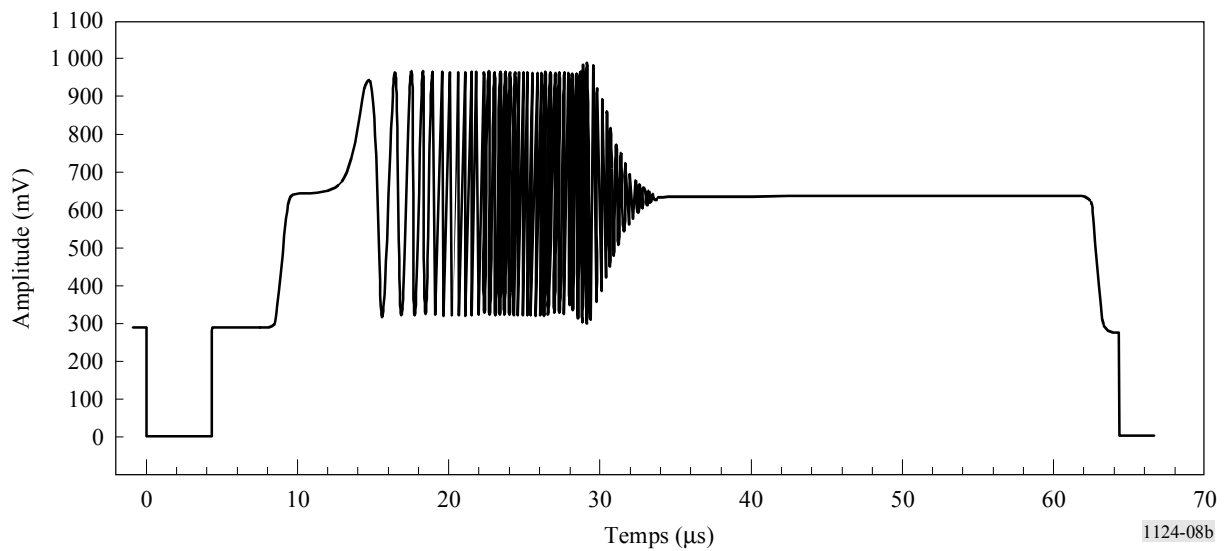
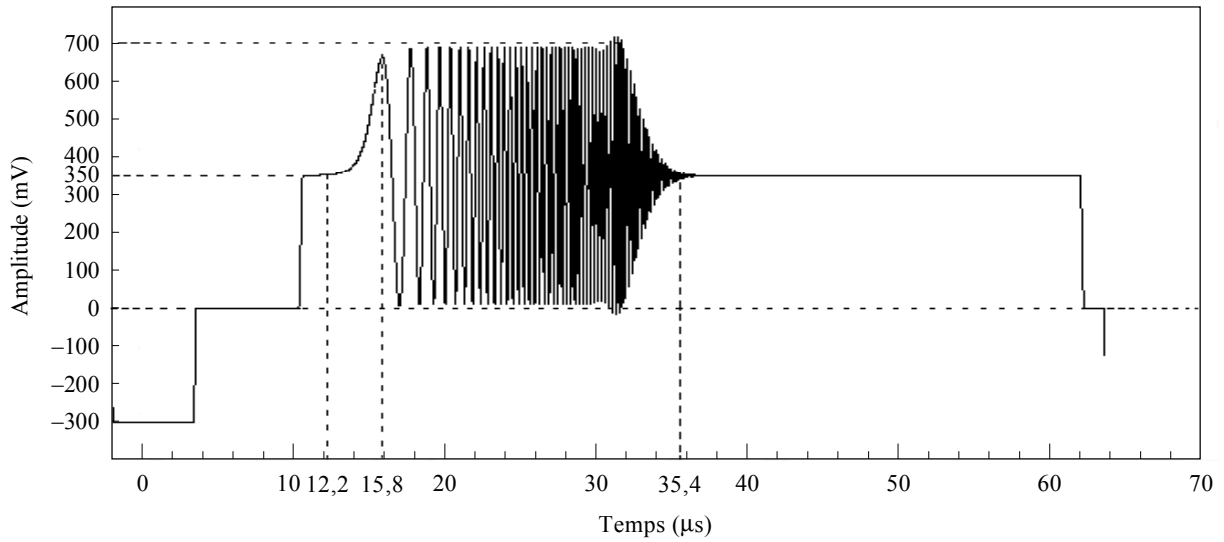
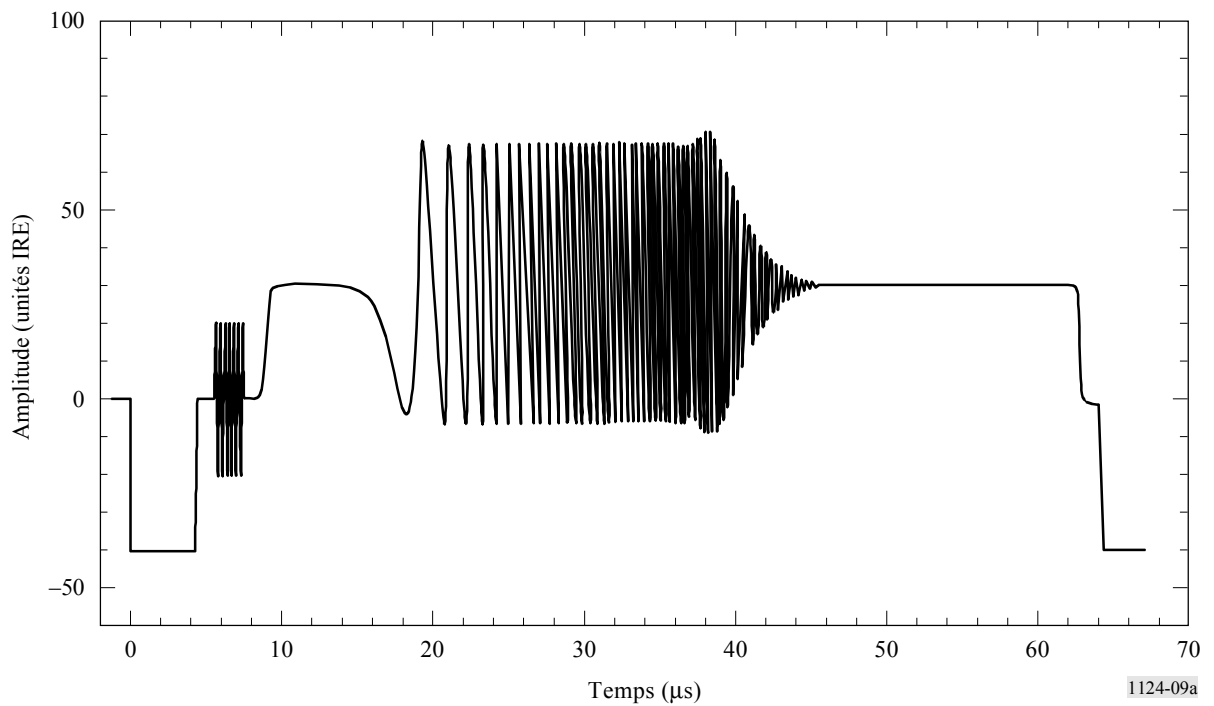


FIGURE 8c
Ligne A du signal GCR pour les systèmes à 625 lignes (6 MHz)



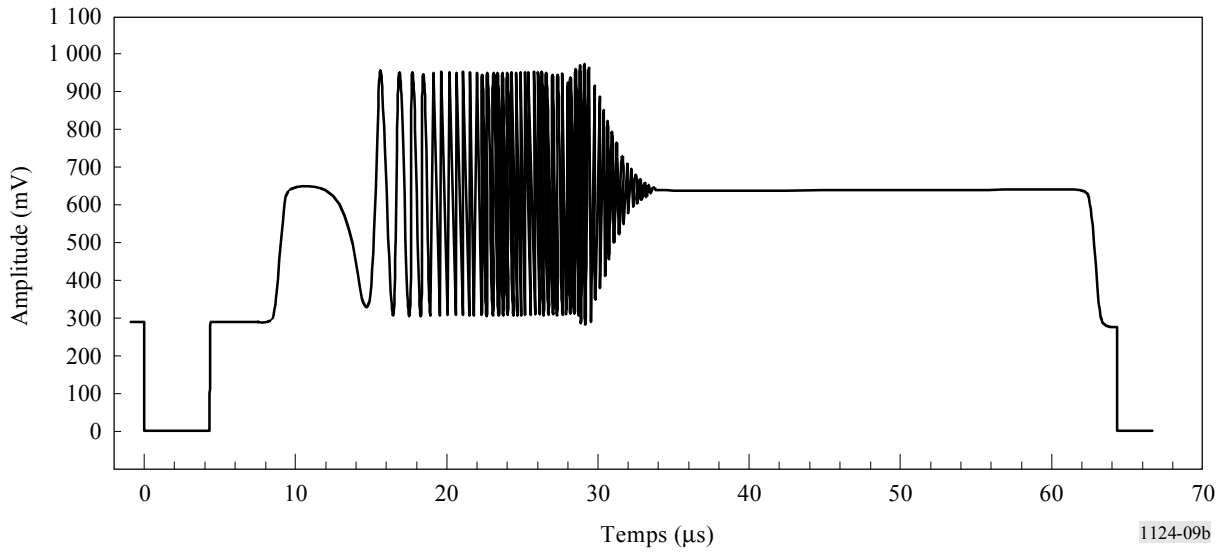
1124-08c

FIGURE 9a
Ligne B du signal GCR pour les systèmes à 525 lignes



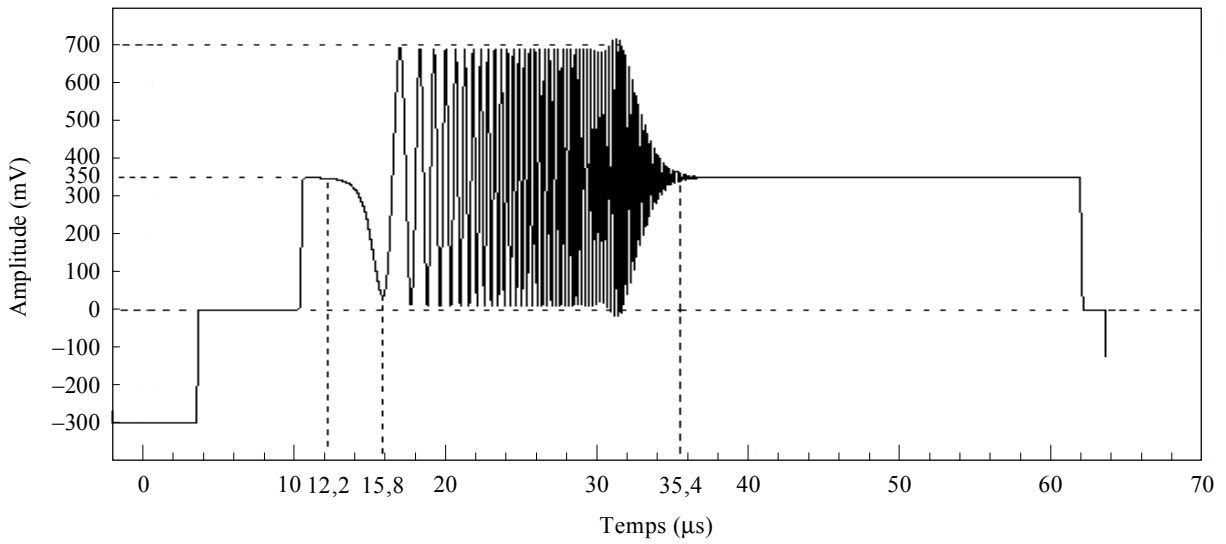
1124-09a

FIGURE 9b
 Ligne B du signal GCR pour les systèmes à 625 lignes (5 MHz)



1124-09b

FIGURE 9c
 Ligne B du signal GCR pour les systèmes à 625 lignes (6 MHz)



1124-09c

APPENDICE 1

À L'ANNEXE 1

Autres formules possibles pour la définition mathématique du signal GCR C

Les équations (2) et (3) du § 1.3 de l'Annexe 1 peuvent également, après transformations idoines, être exprimées suivant les deux variantes possibles mentionnées ci-dessous, qui indiquent plus clairement la structure du signal GCR. Ces variantes utilisent deux fonctions fenêtres:

- $W(\omega)$ figurant dans l'équation (2) ou sa transformée de Fourier inverse $w(t)$, et
- $P(\omega)$ ou sa transformée de Fourier inverse $p(t)$. Il s'agit d'une fonction rectangulaire limitant l'intervalle du produit $e^{j\text{sign}(\omega)b\omega^2} W(\omega)$. Cette fonction fenêtre n'est pas clairement indiquée dans l'équation (4).

Variante 1

$$g(t) = \frac{A}{2\pi} \int_{-\Omega}^{\Omega} e^{j\text{sign}(\omega)b\omega^2} W(\omega) e^{j\omega t} d\omega \quad (4)$$

où:

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

$$q(t) = \cos^2 \frac{\pi}{2} \frac{t}{mT}, \quad s(t) = \frac{m-2}{mT} \text{sinc} \pi \frac{m-2}{mT} t,$$

$$\text{sign}(\omega) = \begin{cases} -1 (\omega < 0), \\ 0 (\omega = 0), \\ 1 (\omega > 0), \end{cases} \quad \text{sinc} x = \frac{\sin x}{x},$$

$$T = \frac{m-2}{m} \frac{\pi}{\Omega_1}, \quad m = \frac{\Omega_1}{c} + 2$$

T et m , relatifs aux paramètres du signal GCR C donnés dans le Tableau 10 pour le système à 625 lignes et 5 MHz, ont pour valeur: $T = 94,5$ ns et $m = 36,4439$.

Pour le système à 6 MHz, ces valeurs sont égales à: $T = 79,487$ ns et $m = 43,332$.

Variante 2

$$g(t) = f(t) \otimes w(t) \otimes p(t) \quad (5)$$

où:

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

$$p(t) = \frac{\pi}{\Omega} \operatorname{sinc} \Omega t, \quad \omega(t) = \frac{t}{4b}$$

$\omega(t)$: illustre la relation linéaire entre les changements de fréquence et le temps

\otimes : signe de convolution.

ANNEXE 2

Spécifications du GCR pour les systèmes de télévision évoluée

On a besoin de signaux d'essai pour contrôler la qualité du canal. Ce contrôle doit avoir lieu pendant des transmissions en direct et les signaux d'essai sont insérés sur des lignes particulières de la suppression de trame.

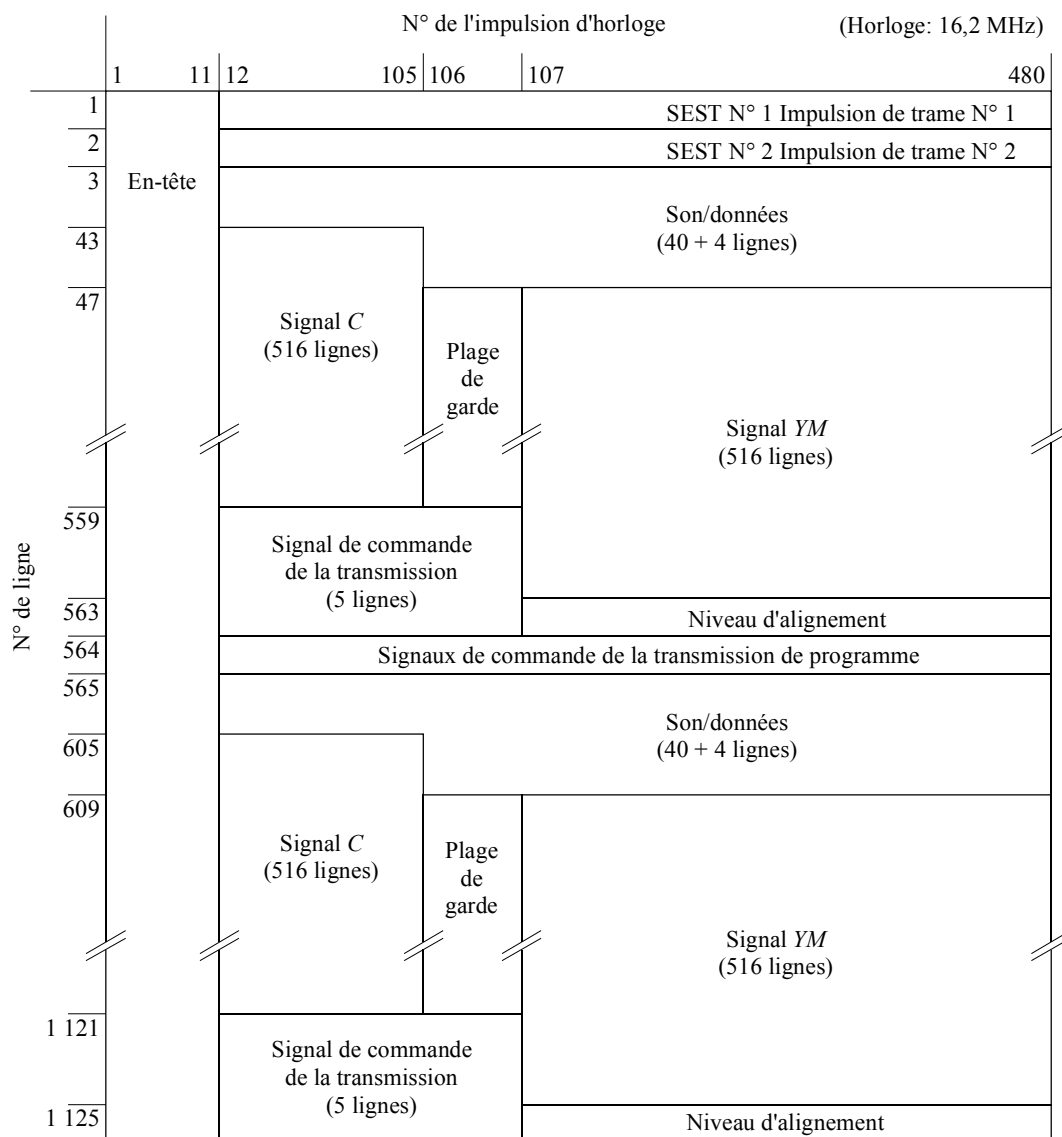
Le signal MUSE comprend un signal d'essai dans la suppression de trame (SEST) qui sert à l'égalisation. La Fig. 10 présente la forme du signal MUSE où le signal SEST se trouve sur les lignes 1 et 2 (voir la Recommandation UIT-R BO.786).

Le signal SEST peut aussi servir de référence pour la suppression des images fantômes. Il consiste en un ensemble d'impulsions positives et négatives dont la largeur de bande est limitée à 8,1 MHz (à -3 dB). Elles sont représentées sur la Fig. 11. La position de l'impulsion sur la ligne varie à chaque image de sorte que dans la première image le sommet de l'impulsion coïncide avec le point d'échantillonnage (la fréquence d'échantillonnage est 16,2 MHz), alors que dans la deuxième image, il se situe à mi-chemin entre deux points d'échantillonnage. Cette alternance permet de mesurer les caractéristiques en fréquence de la chaîne de transmission jusqu'à la fréquence d'échantillonnage et il est ainsi possible d'égaliser la distorsion du signal sur toute la gamme des fréquences nécessaire à la transmission de MUSE.

Avant limitation de la largeur de bande, les niveaux du sommet et de la base de l'impulsion sont égaux, respectivement, au niveau maximal du blanc et au niveau du noir (239 et 16 dans la représentation à 8 bits).

En émission en MF, le signal SEST n'est pas préaccentué.

FIGURE 10
Format du signal MUSE

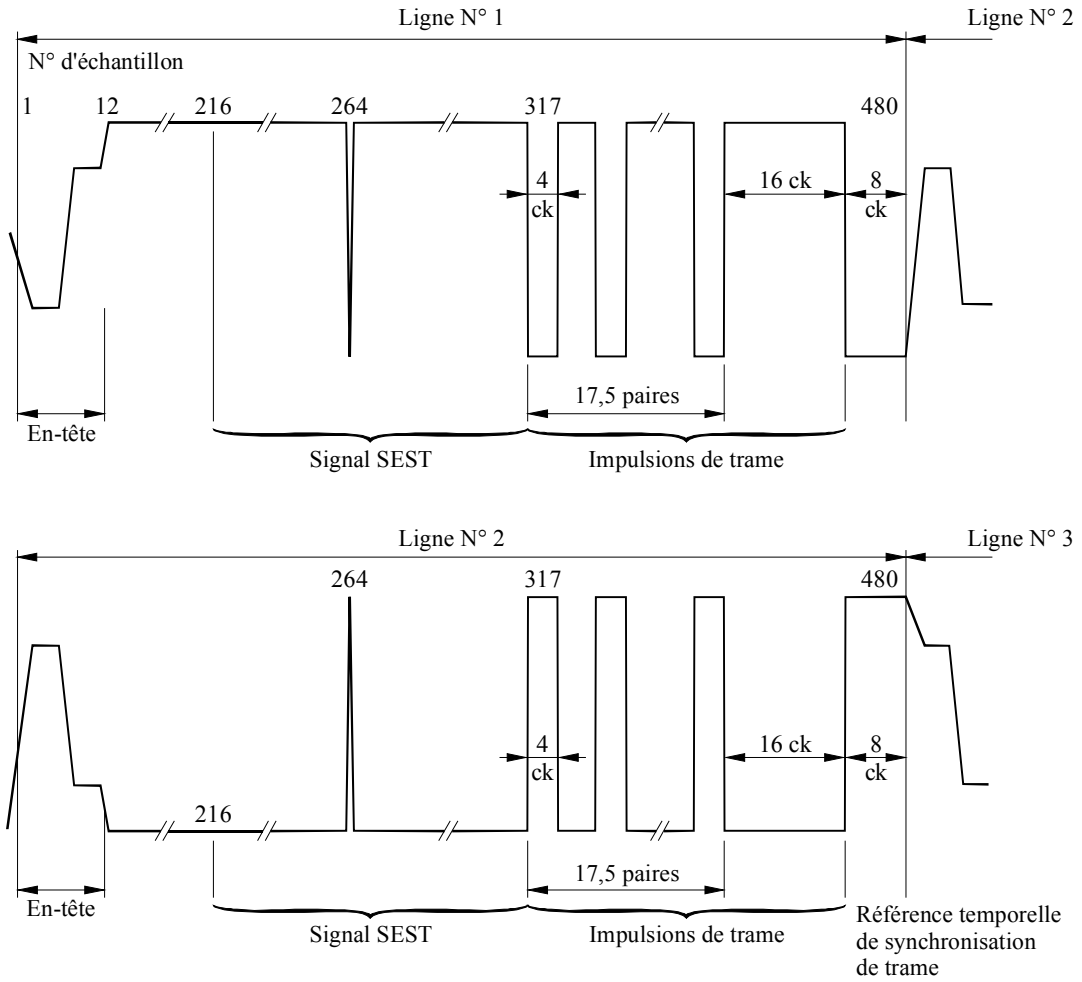


Note 1 – Signal de commande de la transmission valable pour la trame qui suit celle où il se trouve.

Note 2 – La ligne N° 564 est attribuée, par exemple, à des signaux de commande de la transmission du programme par les radiodiffuseurs.

Note 3 – La relation temporelle avec le signal vidéo du studio est la suivante:
le signal C de la ligne N° 43 et le signal YM de la ligne N° 47 correspondent aux signaux de studio de la ligne N° 42.

FIGURE 11
Format du signal SEST



Note 1 – ck dans la Figure équivaut à une période de l'horloge de transmission (16,2 MHz).

Note 2 – L'intervalle délimité par les échantillons N° 216 à N° 316 sert aux signaux d'essai insérés dans l'intervalle de suppression de trame.