

## RECOMENDACIÓN UIT-R BT.1124-3

**Señales de referencia para la compensación de imágenes fantasma en sistemas de televisión analógica**

(Cuestión UIT-R 55/11)

(1994-1995-1998-2001)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a) que un sistema de compensación de imágenes fantasma que utiliza una señal de referencia para la compensación de imágenes fantasma (GCR, *ghost cancelling reference*) es una de las contramedidas más eficaces para este tipo de imágenes en las antenas de recepción individual y colectiva de señales de televisión;
- b) que el sistema debe ser eficaz para compensar imágenes fantasma múltiples y de retardo largo y corto, y también debe ser eficaz para la igualación de imágenes fantasma y formas de onda en las señales de vídeo;
- c) que las señales de referencia GCR pueden insertarse en las líneas de los intervalos de supresión vertical;
- d) que para cada sistema de televisión puede definirse una señal de referencia GCR apropiada;
- e) que en cada país se puede utilizar la señal de referencia GCR que se adecue a las condiciones de propagación y los tipos de medios de transmisión;
- f) que el sistema de GCR que utiliza señales de referencia GCR puede fabricarse con un coste razonable,
- g) que el coste de los compensadores de imágenes fantasma puede ser inferior si se utiliza de forma generalizada una señal GCR común,

*recomienda*

- 1 que la señal de referencia GCR sea una señal de referencia específica optimizada para la compensación de imágenes fantasma;
- 2 que la señal de referencia GCR permita una determinación rápida de la respuesta del canal, incluso en condiciones de relación señal-ruido deficiente;
- 3 que la señal de referencia GCR sea capaz de dar una respuesta plana en amplitud y en retardo de grupo en función de la frecuencia en toda la banda de paso de cada sistema;
- 4 que la señal de referencia GCR utilice eficazmente los recursos del intervalo de supresión vertical;
- 5 que para los sistemas de televisión NTSC, PAL y SECAM, una entidad de radiodifusión que desee integrar una señal de referencia GCR utilice dicho tipo de señal ajustándose a las especificaciones indicadas en el Anexo 1 para:
  - señal GCR A;
  - señal GCR B;
  - señal GCR C;
- 6 que en las nuevas aplicaciones de la GCR para los sistemas NTSC, PAL o SECAM, se utilice preferentemente la señal GCR C;

7 que para los sistemas analógicos de televisión avanzada, una entidad de radiodifusión que desee integrar una señal de referencia GCR utilice este tipo de señal ajustándose a las especificaciones indicadas en el Anexo 2 para el sistema MUSE.

## ANEXO 1

### Especificaciones de la señal GCR para los sistemas de televisión convencional

#### 1 Introducción

La señal GCR A para el sistema NTSC fue recomendada por el UIT-R en 1994 y se ha utilizado ampliamente en Japón desde 1989.

La señal GCR B fue recomendada por el UIT-R en 1994 y se ha utilizado ampliamente con el sistema NTSC, en Corea, desde 1993.

La señal GCR C para utilización con los sistemas NTSC, PAL y SECAM está siendo adoptada por las entidades de radiodifusión en muchos países que actualmente introducen las señales GCR.

##### 1.1 Señal GCR A

Los requisitos para la señal GCR en relación con el sistema NTSC se especifican en los Cuadros 1 a 4 y en las Figs. 1 a 3.

#### CUADRO 1

##### Especificación de la forma de onda GCR

	Valor	Observaciones
Amplitud	$70 \pm 2$ unidades IRE	Diferencia entre el nivel fijado y el nivel del punto central de la forma de onda GCR
Ajuste	$0 \pm 2$ unidades IRE	Diferencia entre el nivel de supresión y el nivel del pedestal de la línea activa. La diferencia entre la línea A y la línea B debe ser de 0,5 IRE o inferior
Anchura	$160 \pm 1,0$ sc <sup>(1)</sup> ( $44,7 \pm 0,28$ $\mu$ s)	Medida en el valor del 50% de la amplitud GCR
Inicio de la GCR	$60 \pm 1,5$ sc <sup>(2)</sup> ( $16,76 \pm 0,42$ $\mu$ s)	Temporización del flanco anterior de la señal GCR (punto del 50%) respecto al flanco anterior del sincronismo de línea
Flanco anterior	Integral de $\text{sen}(x)/x$	Véase la ecuación (1)
Flanco posterior	$0,25 \pm 0,05$ $\mu$ s (Barra 2T)	Intervalo entre el punto del 10% y el punto del 90% de la amplitud de la GCR

(1) sc – Ciclos de subportadora (un ciclo de subportadora de color:  $1/3,579545$   $\mu$ s).

(2) Especificados en el punto de salida del generador de la señal GCR. No se especifican en el punto de salida del dispositivo de inserción GCR, a menos que sea necesario.

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

siendo A un factor de normalización ( $A = f(\infty)$ ),  $\omega = 2\pi \times 4,177447 \times 10^6$ , y  $h(x)$  una función de ventana para indicar el espectro de la señal, tal como se representa en la Fig. 4, de forma que el coseno exponencial tiene la anchura de amplitud mitad de  $10,5 \mu\text{s}$ .

FIGURA 1  
Forma de onda GCR para la línea A

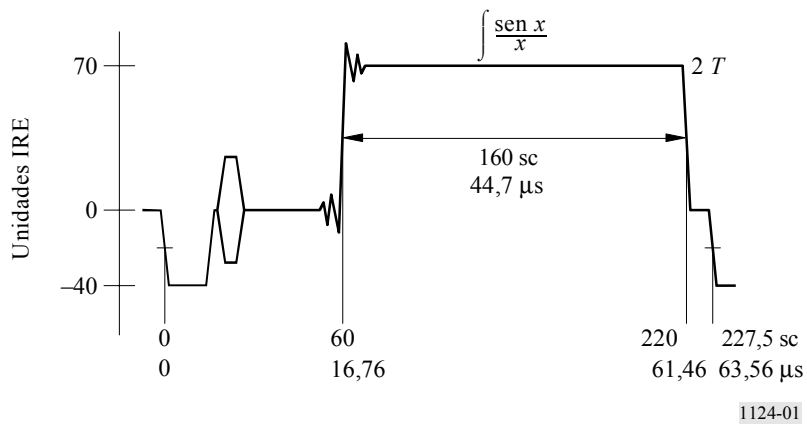


FIGURA 2  
Forma de onda pedestal cero para la línea B

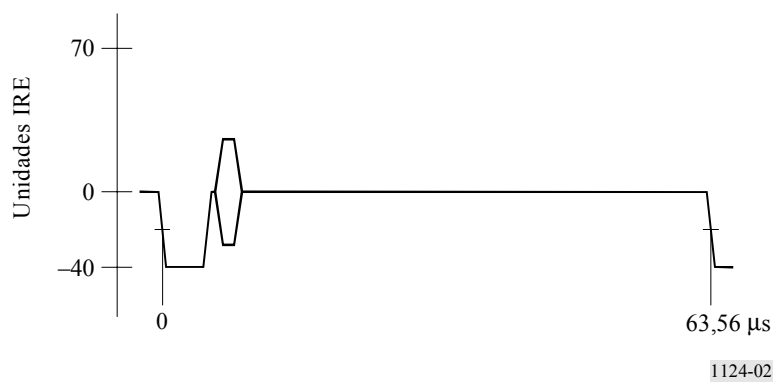
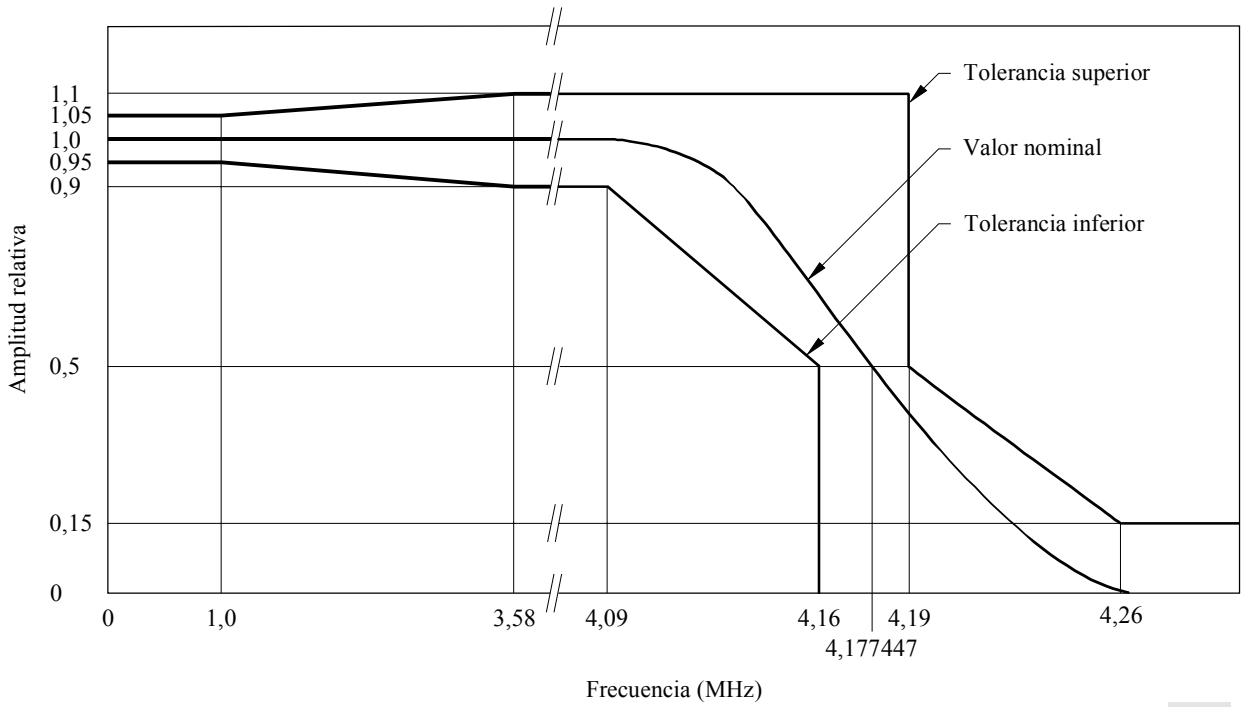


FIGURA 3

Espectro de frecuencia del impulso de referencia de la señal GCR



1124-03

Las características se aplican al diferencial o diferencia de una muestra de la señal GCR.

CUADRO 2

Línea de inserción GCR

Números de línea de inserción	18 y 281
-------------------------------	----------

CUADRO 3

Señal en la línea que precede inmediatamente a la línea GCR

Números de trama							
1	2	3	4	5	6	7	8
x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>

x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>, x<sub>3</sub> y x<sub>4</sub> no deben contener información que varíe en el tiempo.



CUADRO 6

## Especificaciones de la forma de onda GCR

Sistema de televisión	525 líneas	625 líneas	
		B, G	D, K
Límite de frecuencia de la señal GCR	4,18 MHz	5,0 MHz	6,0 MHz <sup>(1)</sup>
Altura del pedestal	30 unidades IRE	300 mV	
Inicio del pedestal <sup>(2)</sup>	8,75 $\mu$ s	10,5 $\mu$ s	
Terminación del pedestal <sup>(2)</sup>	61,9 $\mu$ s	62,5 $\mu$ s	
Inicio de la GCR <sup>(2)</sup>	11,5 $\mu$ s	12,2 $\mu$ s	
Duración de la GCR	25,6 $\mu$ s	20,6 $\mu$ s	
Nivel más bajo de la GCR	-10 unidades IRE	0 mV	
Nivel más alto de la GCR	+70 unidades IRE	600 mV	
Frecuencia del reloj <sup>(3)</sup>	4 $\times$ 3,58 MHz	4 $\times$ 4,43 MHz	

(1) La opción de 6 MHz no es compatible con la transmisión de señales de sonido digital NICAM utilizando una portadora de 5,85 MHz.

(2) Los tiempos de inicio y de terminación se definen en los puntos de amplitud mitad.

(3) Se refiere a la utilización de un reloj a cuatro veces la frecuencia de la subportadora de color NTSC o PAL, según el caso.

CUADRO 7a

## Secuencia de transmisión de la señal GCR NTSC

Número de campo	1	2	3	4
Polaridad de la señal GCR	+	-	+	-

CUADRO 7b

## Secuencia de transmisión de la señal GCR PAL\*

Número de campo	2	4	6	8
Polaridad de la señal GCR	+	-	+	-

\* No hay una relación absoluta entre la polaridad de la secuencia de transmisión GCR y la secuencia de ocho campos del PAL.

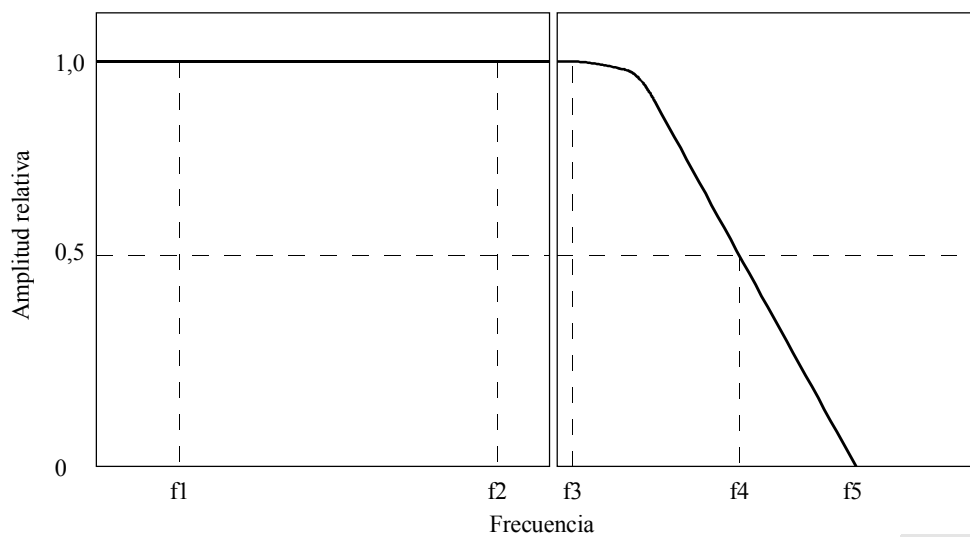
CUADRO 8

Valores de frecuencia de la Fig. 4

Frecuencia del sistema de televisión	525 líneas	625 líneas	
		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

FIGURA 4

Característica de frecuencia del filtro paso bajo



1124-04

FIGURA 5a  
Señal GCR positiva para sistemas de 525 líneas

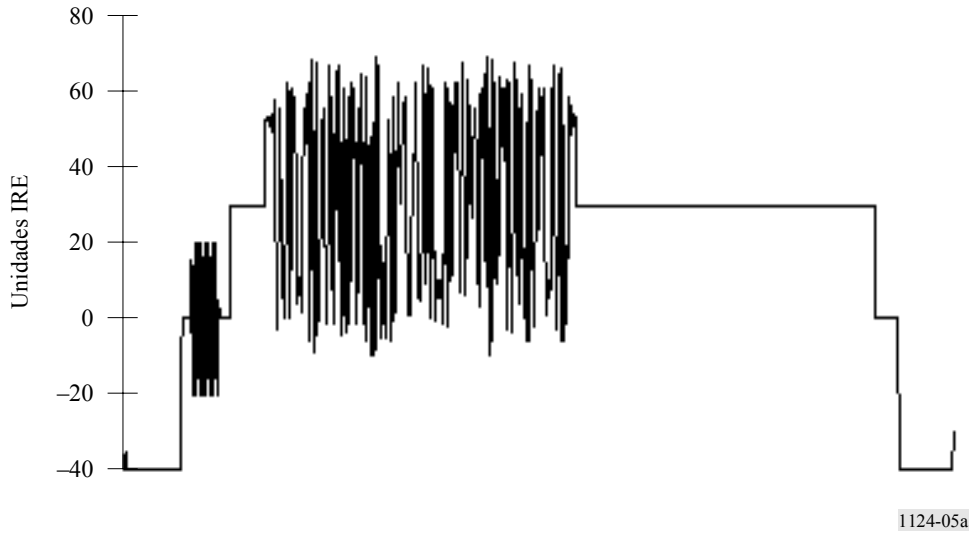


FIGURA 5b  
Señal GCR negativa para sistemas de 525 líneas

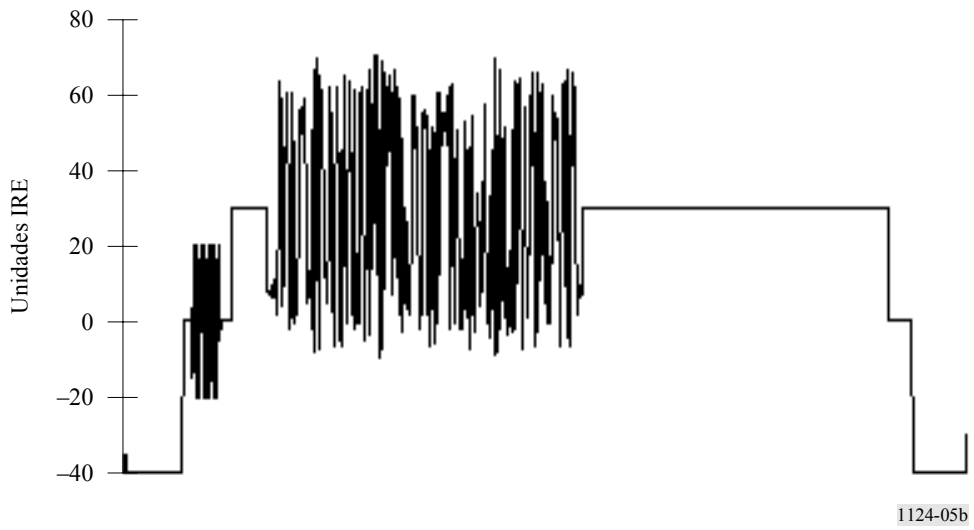




FIGURA 5c  
Señal GCR positiva para sistemas de 625 líneas (5 MHz)

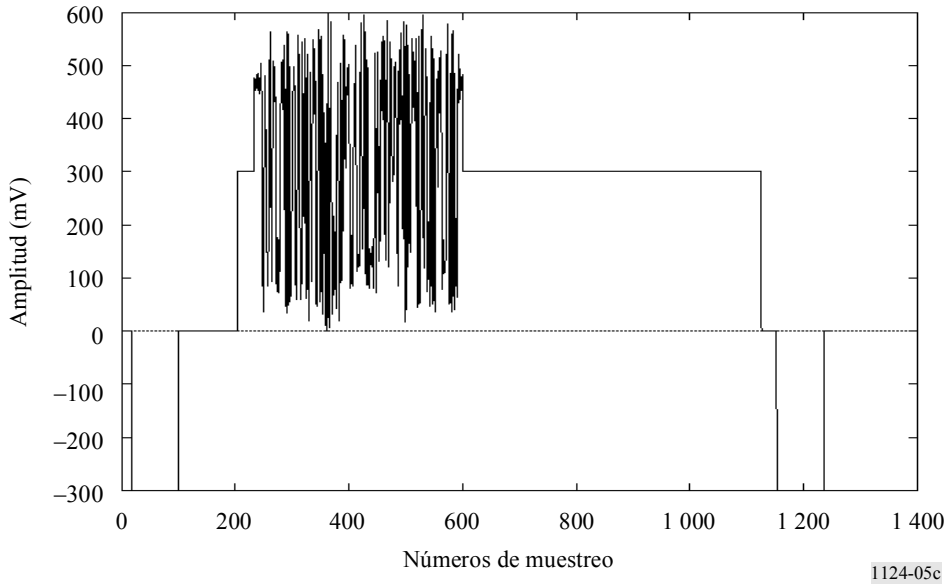


FIGURA 5d  
Señal GCR negativa para sistemas de 625 líneas (5 MHz)

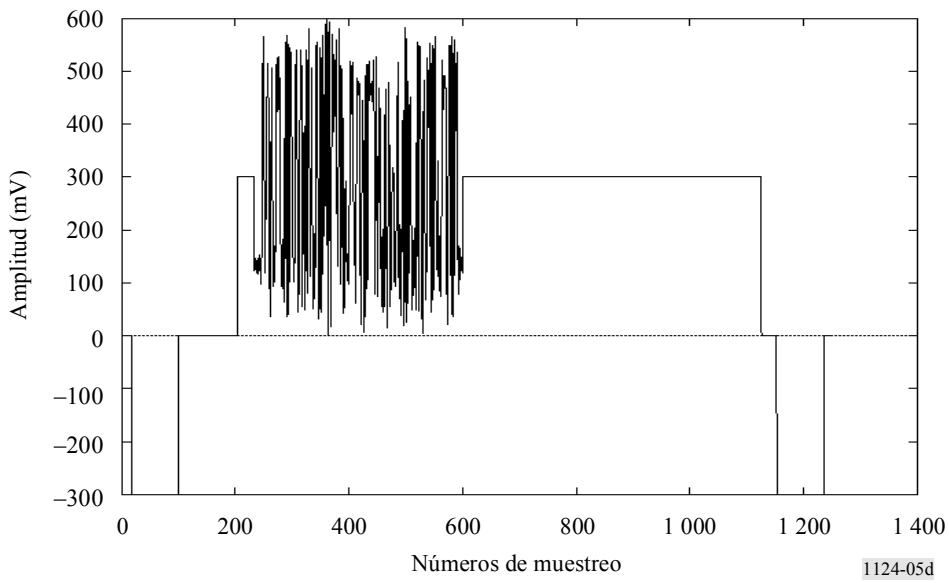


FIGURA 5e  
Señal GCR positiva para sistemas de 625 líneas (6 MHz)

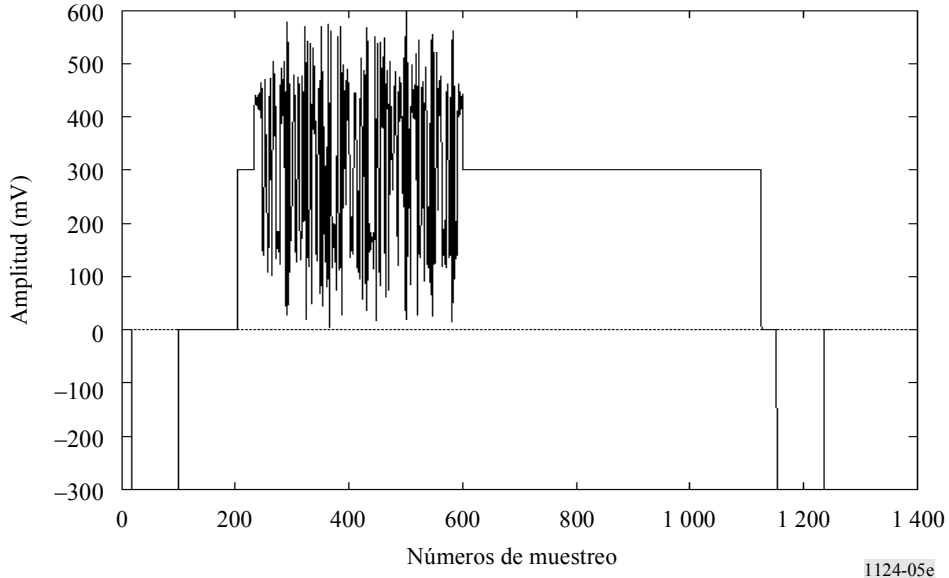
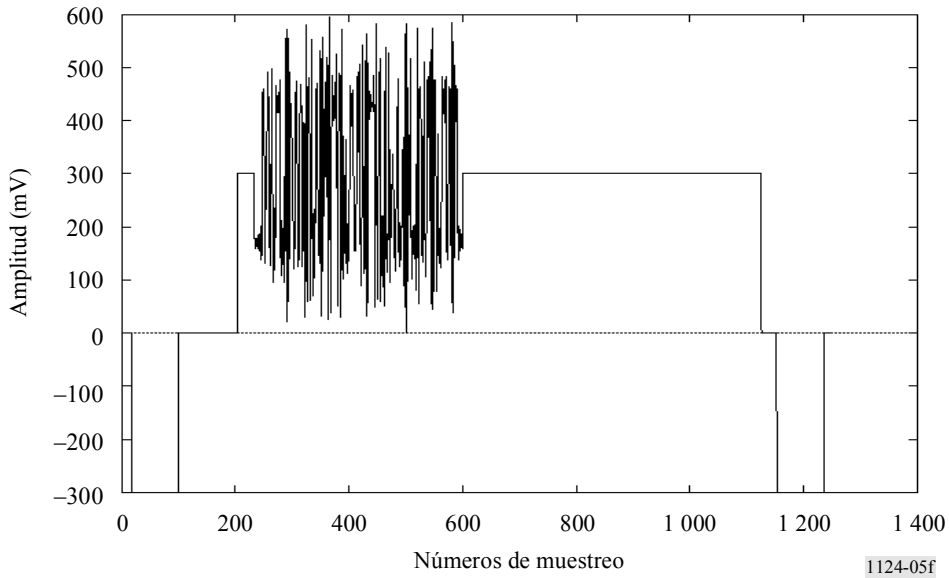


FIGURA 5f  
Señal GCR negativa para sistemas de 625 líneas (6 MHz)



### 1.3 Señal GCR C

A continuación se describen los requisitos de la señal de referencia para GCR. En el Cuadro 9 se indican los parámetros específicos para los sistemas de televisión (véase la Nota 1) SECAM, PAL y NTSC de 525 y 625 líneas.

NOTA 1 – El funcionamiento correcto del proceso Color Plus adaptable al movimiento utilizado por el sistema PALplus se basa en el hecho de que los puntos separados 312 líneas en un cuadro tienen una relación de fase precisa. Para no perturbar esta relación, toda modificación a la ecualización de la señal aplicada por un dispositivo de compensación de imágenes fantasma situado en la cadena de transmisión o de recepción debe efectuarse preferiblemente durante el periodo de las líneas 624 a 22.

La señal GCR se coloca en una sola línea en el intervalo de supresión vertical, en una línea por campo en los sistemas de 525 líneas y en una línea por trama (dos campos) en los sistemas de 625 líneas.

La señal GCR tiene un espectro plano y energía elevada hasta la frecuencia  $f_1$ , y baja energía más allá de la frecuencia  $f_2$ . Los valores de  $f_1$  y  $f_2$  se muestran en el Cuadro 9. La Fig. 6 muestra el espectro de la señal GCR. En la Fig. 7 se muestra la señal GCR normalizada en función del tiempo.

En los sistemas de 525 líneas, la señal GCR se coloca en la línea 19 (y la línea correspondiente en el campo siguiente). En los sistemas de 625 líneas, la señal GCR se coloca de preferencia en la línea 318, y la línea 317 precedente no contiene información variable en función del tiempo. En los sistemas de 625 líneas y de 525 líneas, la línea que precede de forma inmediata a la línea GCR no debe contener preferentemente información variable en el tiempo a fin de no limitar la calidad de funcionamiento de los dispositivos de compensación de imágenes fantasma.

Para lograr una compensación eficaz en los sistemas de 625 (525) líneas que requieren unas gamas de compensación posterior de imágenes fantasma superiores a unos 38 (31)  $\mu\text{s}$ , al menos la siguiente línea no debe contener, de preferencia, ninguna información variable en el tiempo por ejemplo, si la línea 318 (19 y 282) se utiliza para GCR, la línea 319 (20 y 283) no debe incorporar información variable en el tiempo.

La señal GCR tiene una amplitud nominalmente constante dentro de la banda de interés, y se coloca en un pedestal de altura  $V_1$ . Los tiempos de establecimiento y caída del pedestal son nominalmente  $4T$ , y los tiempos de inicio y terminación de los puntos de amplitud mitad, con respecto al flanco anterior de sincronización horizontal son  $T_1$  y  $T_2$ , respectivamente. En el Cuadro 9 se indica los valores de  $V_1$ ,  $T_1$  y  $T_2$ .

La señal GCR tiene una duración de  $T_3$  (medida al 1% del valor máximo) y se inicia en el instante de  $T_4$ , tras el flanco anterior del sincronismo horizontal. La primera cresta (positiva o negativa) se produce  $T_5$  después del flanco anterior del sincronismo horizontal. La señal GCR varía entre  $V_2$  y  $V_3$ . Véase que el pedestal  $V_1$  es la media de estos valores extremos. En el Cuadro 9 figuran los valores de  $T_3$ ,  $T_4$ ,  $T_5$ ,  $V_2$  y  $V_3$ .

Las Figs. 8 y 9 muestran las formas de onda de la señal GCR en el pedestal y representan la línea A y la línea B, respectivamente. La línea A y la línea B tienen la misma altura de pedestal  $V_1$ , pero la polaridad de la señal GCR se invierte entre la línea A a la línea B.

CUADRO 9

	Sistema de televisión	525 líneas	625 líneas	
f1	Límite de frecuencia de la señal GCR	4,1 MHz	5,0 MHz <sup>(1)</sup>	6,0 MHz
f2	Límite de frecuencia de corte de la señal GCR	4,3 MHz	5,2 MHz	6,2 MHz
V1	Altura del pedestal	30 unidades IRE	350 mV	
T1	Inicio del pedestal	9,5 $\mu$ s	10,5 $\mu$ s	
T2	Terminación del pedestal	58,5 $\mu$ s	62,5 $\mu$ s	
T3	Duración de GCR	35,5 $\mu$ s	23,2 $\mu$ s	22,32 $\mu$ s
T4	Inicio de GCR	12,0 $\mu$ s	12,2 $\mu$ s	12,6 $\mu$ s
T5	Primera cresta de GCR	16,7 $\mu$ s	15,8 $\mu$ s	15,7 $\mu$ s
V2	Nivel más bajo de GCR	-10 unidades IRE	0 mV	
V3	Nivel más alto de GCR	+70 unidades IRE	700 mV	
Polaridad de GCR:				
	Línea A	Normal	Normal	
	Línea B	Invertida	Invertida	
Secuencia de transmisión de GCR <sup>(2)</sup> :				
	Campo 1	Línea A	-(3)	
	Campo 2	Línea B	Línea A	
	Campo 3	Línea A	-(3)	
	Campo 4	Línea B	Línea B	
	Campo 5	Línea B	-(3)	
	Campo 6	Línea A	Línea A	
	Campo 7	Línea B	-(3)	
	Campo 8	Línea A	Línea A	

(1) Para el sistema N de televisión de 625 líneas que se describe en la Recomendación UIT-R BT.470, la anchura de banda de imagen disponible (4,2 MHz), es inferior a la anchura de banda de la GCR de 625 líneas (5,0 MHz). Se propone que en el caso del sistema N de televisión, se utilice la señal GCR para 5 MHz de anchura de banda descrita en esta Recomendación para señales de 625 líneas, pero que se limite la banda a la anchura de banda de imagen disponible.

(2) No hay relación absoluta entre la polaridad de la secuencia de transmisión de GCR y la secuencia de ocho campos de PAL.

(3) La utilización de una señal GCR en modo campo para los sistemas de 625 líneas junto con el equipo de recepción adecuado puede dar un comportamiento mejorado en el caso de señales fantasma en movimiento. Es necesario efectuar nuevos estudios para investigar esta posibilidad.

Los valores numéricos de la señal de referencia en función del tiempo pueden calcularse a partir de la ecuación (2) siguiente:

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

$W(\omega)$  es la función de ventana (3):

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

cuyas constantes  $A$ ,  $b$ ,  $\Omega$ ,  $c$  y  $\Omega_1$  se indican en el Cuadro 10. En el Apéndice 1 aparecen fórmulas alternativas para definir esta señal en los espacios real y espectral. Pueden utilizarse para calcular los valores numéricos de la siguiente referencia en vez de las ecuaciones (2), (3), obteniéndose los mismos resultados. Se presentan para una mejor comprensión de la naturaleza de la señal GCR C. En el Informe UIT-R BT.2018 aparece información más detallada sobre las posibilidades de esta señal.

Los parámetros para las fórmulas de las señales GCR figuran en el Cuadro 10.

CUADRO 10

**Parámetros para las fórmulas de las señales GCR**

	NTSC (normalizado) <sup>(1)</sup>	525 líneas	625 líneas (5 MHz)	625 líneas (6 MHz)	Unidades
$A$	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 <sup>2</sup> /rad
$\Omega$	$4,3\pi/7,16$	$2\pi \times 4,3 \times 10^6$	$2\pi \times 5,5 \times 10^6$	$2\pi \times 6,25 \times 10^6$	rad/s
$c$	$\pi/49$	$0,917998 \times 10^6$	$0,9121 \times 10^6$	$0,9121 \times 10^6$	rad/s
$\Omega_1$	$4,15\pi/7,16$	$2\pi \times 4,15 \times 10^6$	$2\pi \times 5,0 \times 10^6$	$2\pi \times 6,0 \times 10^6$	rad/s

<sup>(1)</sup> Parámetros NTSC normalizados  $4 \times 3,579545$  MHz a 1 Hz y 1 V cresta a cresta.

FIGURA 6a

Magnitud del espectro de la señal GCR para los sistemas de 525 líneas

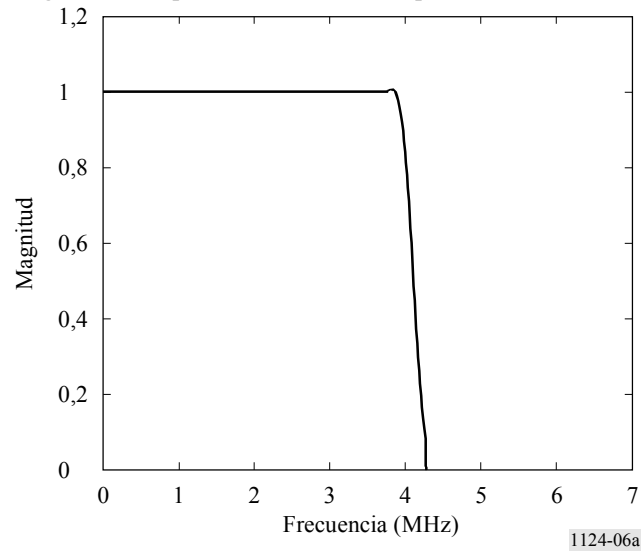


FIGURA 6b

Magnitud del espectro de la señal GCR para los sistemas de 625 líneas (5 MHz)

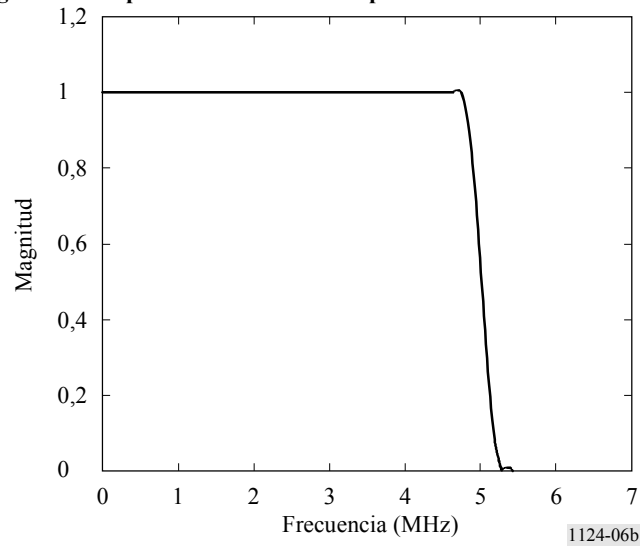


FIGURA 6c

Magnitud del espectro de la señal GCR para los sistemas de 625 líneas (6 MHz)

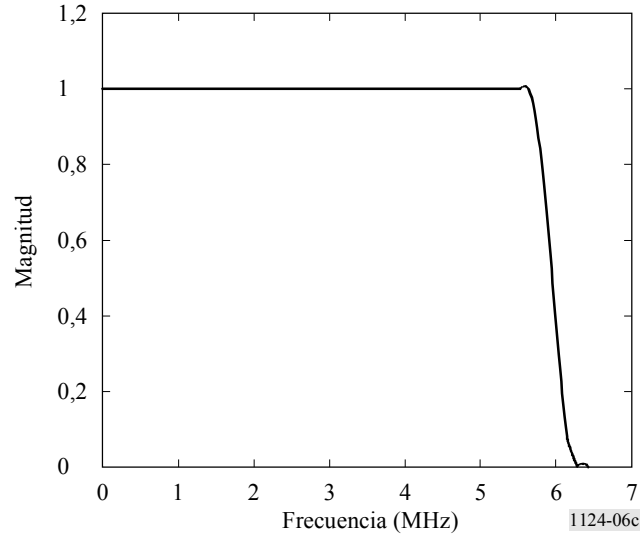


FIGURA 7

Ejemplo de señal GCR en función del tiempo para sistemas de 525 líneas

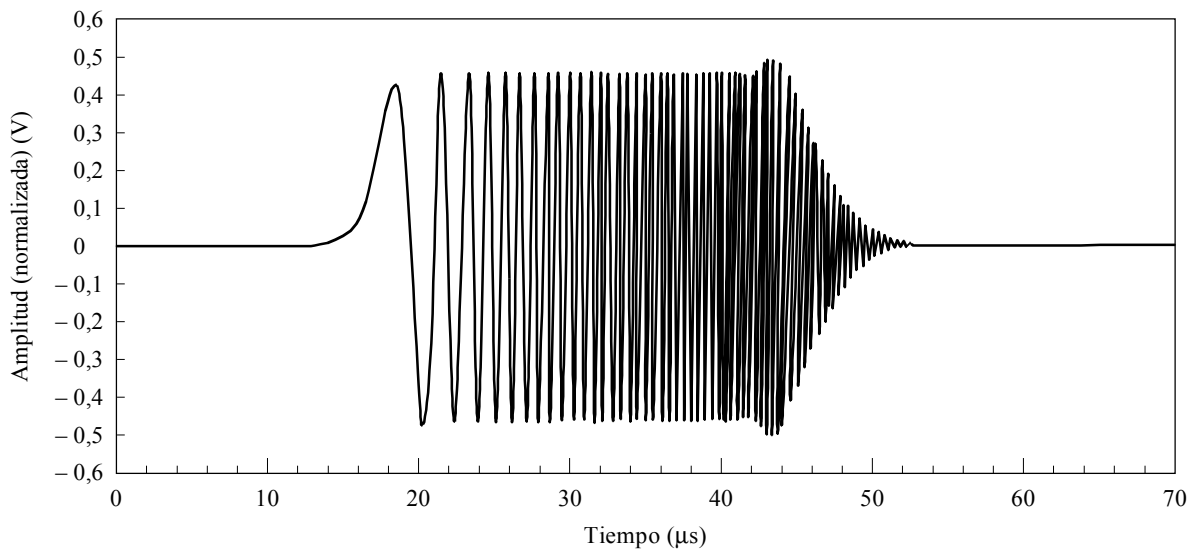


FIGURA 8a  
Línea A de señal GCR para sistemas de 525 líneas

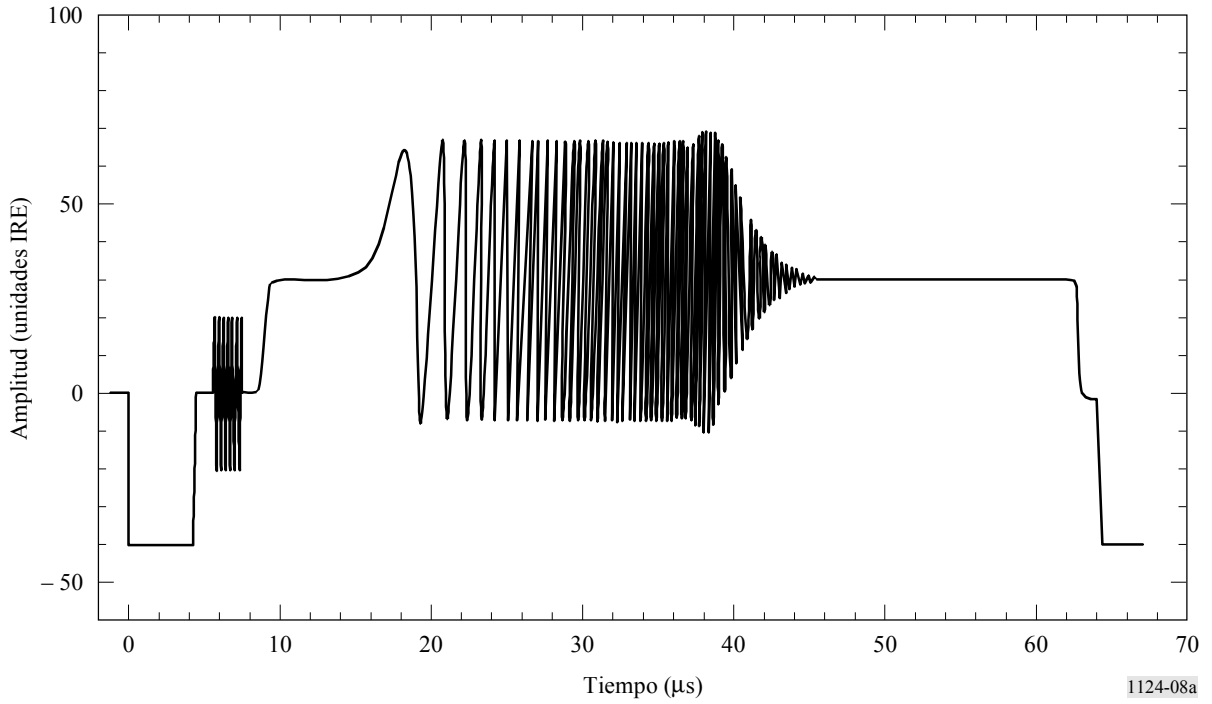


FIGURA 8b  
Línea A de señal GCR para sistemas de 625 líneas (5 MHz)

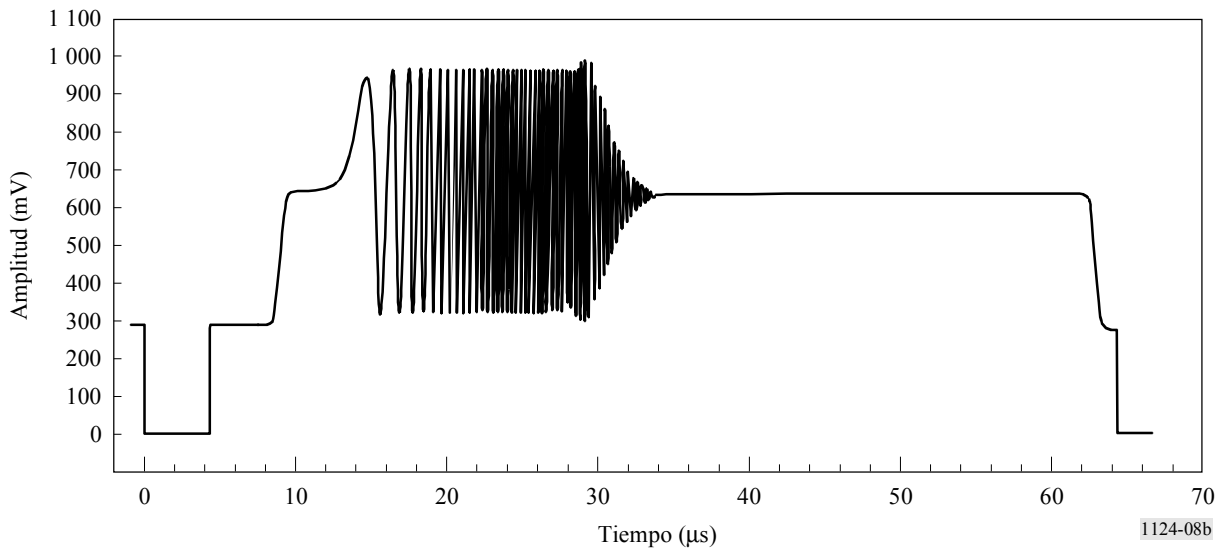
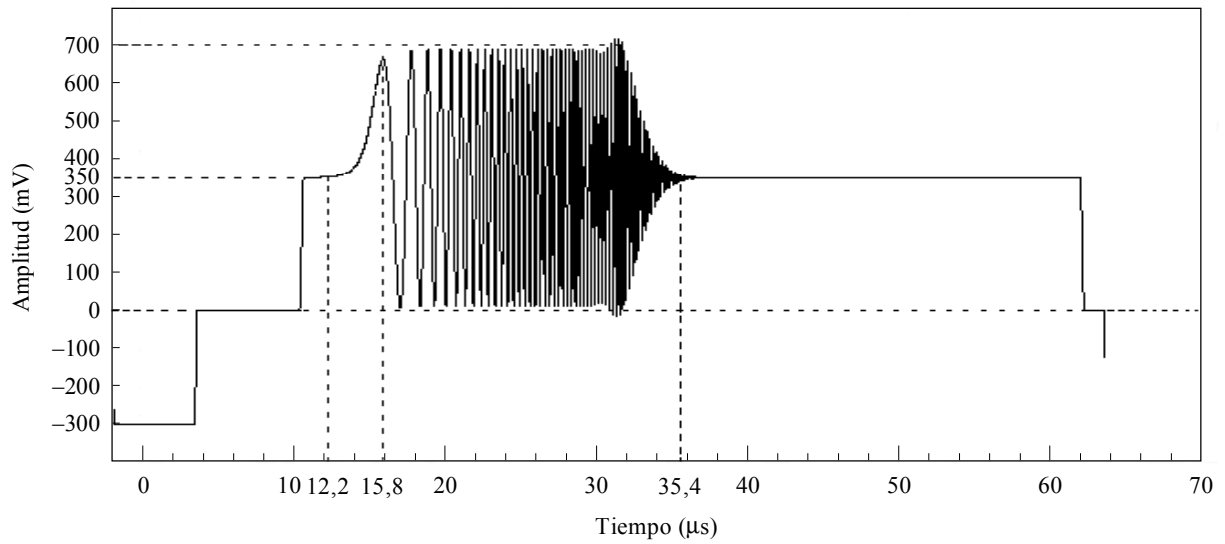


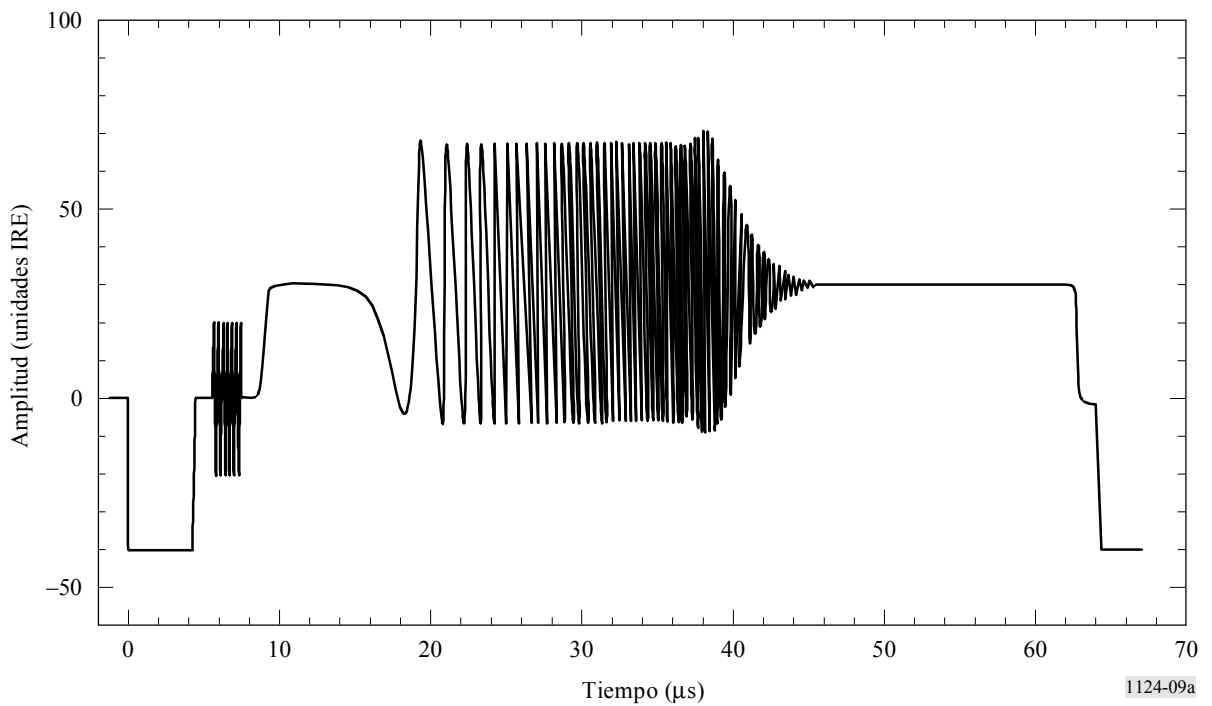


FIGURA 8c  
Línea A de señal GCR para sistemas de 625 líneas (6 MHz)



1124-08c

FIGURA 9a  
Línea B de señal GCR para sistemas de 525 líneas



1124-09a

FIGURA 9b  
 Línea B de señal GCR para sistemas de 625 líneas (5 MHz)

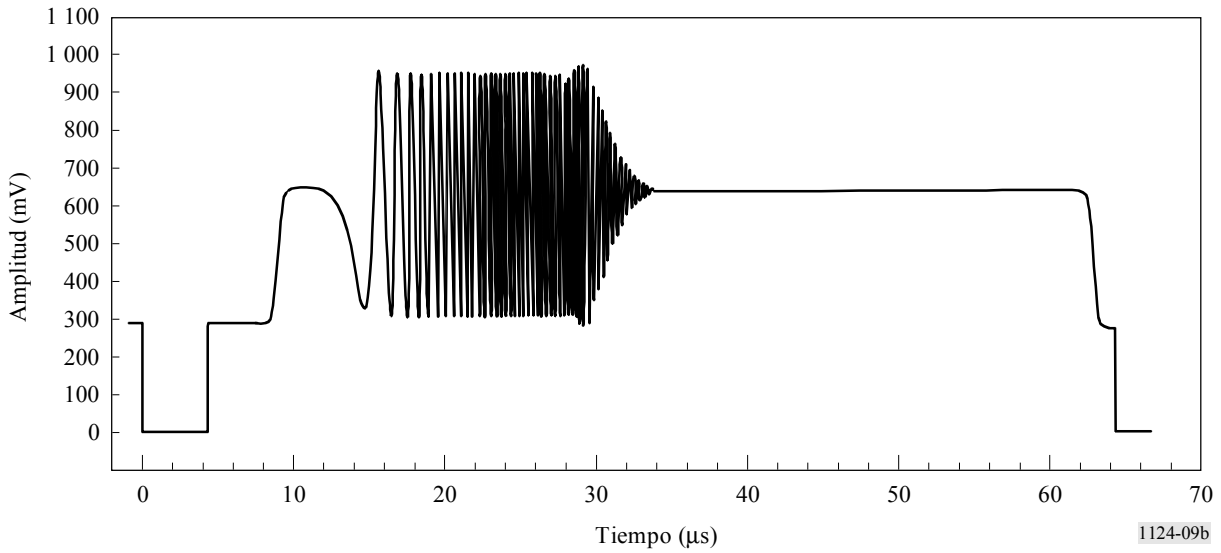
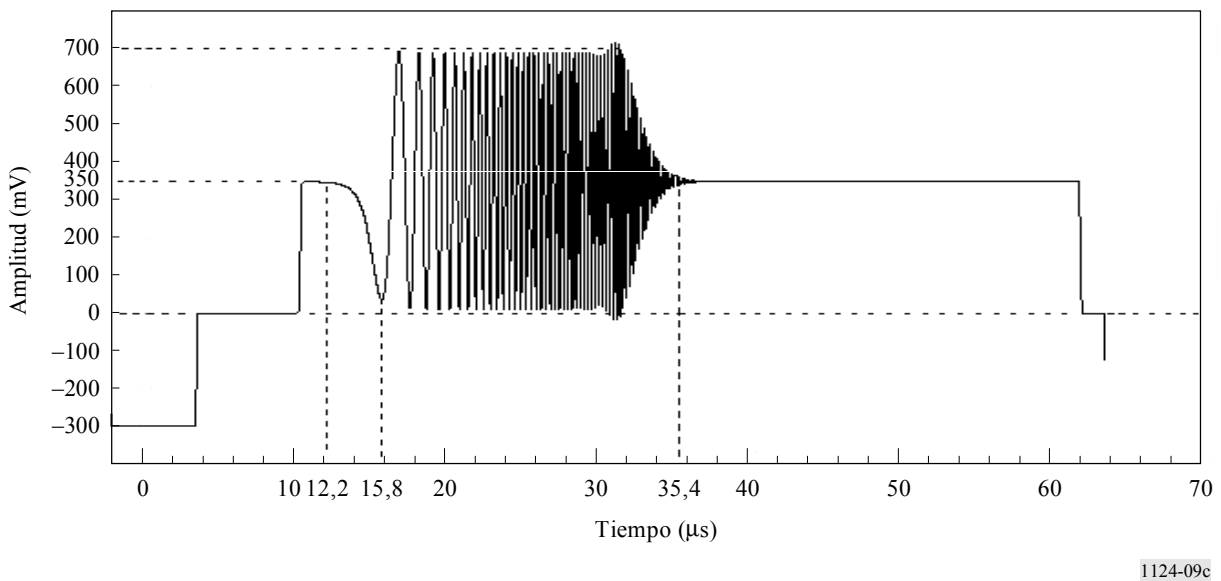


FIGURA 9c  
 Línea B de señal GCR para sistemas de 625 líneas (6 MHz)



## APÉNDICE 1

## AL ANEXO 1

**Posibles fórmulas alternativas para la definición matemática de la señal GCR C**

Tras realizar las transformaciones correspondientes, las ecuaciones (2) y (3) del § 1.3 del Anexo 1 pueden también escribirse en las dos variantes indicadas a continuación que indican más claramente la estructura de la señal GCR. Estas variantes utilizan dos funciones ventana:

- $W(\omega)$  de la ecuación (2) o su transformada inversa de Fourier,  $w(t)$ , y
- $P(\omega)$  o su transformada inversa de Fourier  $p(t)$ . Se trata de una función rectangular que limita el intervalo del producto  $e^{j\text{sign}(\omega)b\omega^2} W(\omega)$ . Esta función ventana no se deduce claramente de la ecuación (4).

*Variante 1*

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

siendo:

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

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

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

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

Los valores de  $T$  y  $m$  para los parámetros de la señal GCR C, indicados en el Cuadro 10 para el sistema de 625 líneas de 5 MHz son  $T = 94,5$  ns,  $m = 36,4439$ .

Los valores de  $T$  y  $m$  para los parámetros del sistema de 6 MHz son  $T = 79,487$  ns,  $m = 43,332$ .

Variante 2

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

siendo:

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

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

$\omega(t)$ : demuestra la relación lineal entre el cambio de frecuencia y el tiempo

$\otimes$ : signo de convolución.

## ANEXO 2

### Especificaciones de la señal de referencia GCR para los sistemas de televisión avanzada

Las señales de prueba son necesarias para controlar la calidad del canal. Esta comprobación debe efectuarse en transmisiones reales y las señales de prueba se insertan en líneas especiales del intervalo de supresión vertical.

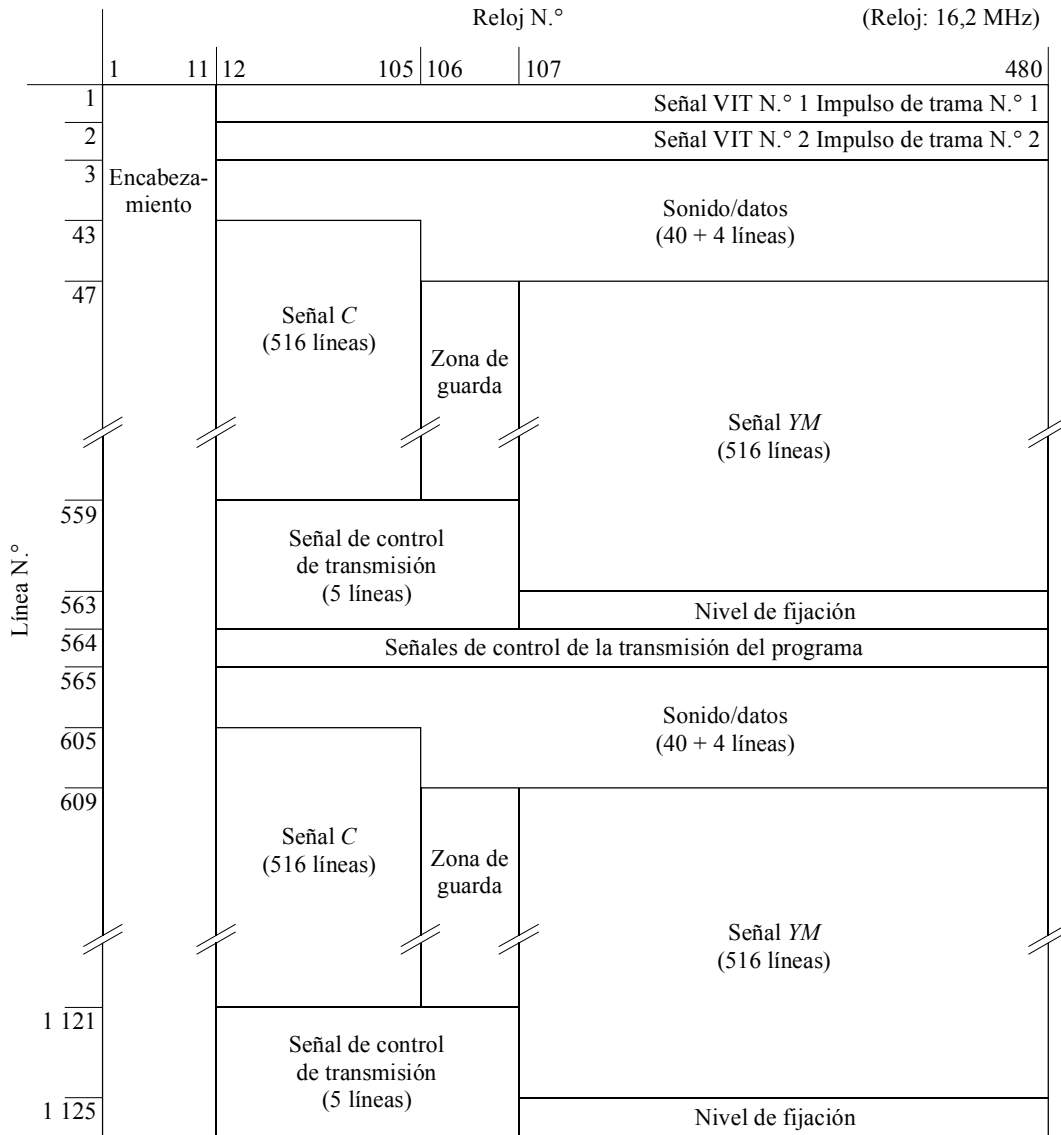
La señal MUSE contiene una señal de pruebas de intervalo vertical (VIT) para utilización de la igualación de la forma de onda. La Fig. 10 muestra el formato de la señal MUSE en el que la señal VIT está situada en la línea N.º 1 y la línea N.º 2 (véase la Recomendación UIT-R BO.786).

La señal VIT puede utilizarse también para la referencia de compensación de imágenes fantasma. Se compone de un conjunto de señales de impulsos positivos y negativos limitados en anchura de banda a 8,1 MHz (−3 dB). La forma de onda se representa en la Fig.11. La posición de la señal de impulso en la línea va alternando según el cuadro de forma que en la primera trama el punto máximo de la señal de impulso coincide con el punto de muestreo (frecuencia de muestreo de 16,2 MHz), mientras que en la segunda trama está a mitad de camino de los puntos de muestreo. Esta alternancia permite medir las características de frecuencia de la cadena de transmisión hasta la frecuencia de muestreo, con lo que es posible igualar la distorsión de la forma de onda en la gama de frecuencias necesaria de la transmisión MUSE.

Los niveles superior e inferior de la señal de impulso antes de la limitación de anchura de banda son iguales al nivel de recorte de blanco y al nivel de negro, respectivamente (239 y 16 en una representación de 8 bits).

En el caso de transmisión de modulación de frecuencia, la acentuación no se aplica a la señal VIT.

FIGURA 10  
Formato de la señal MUSE



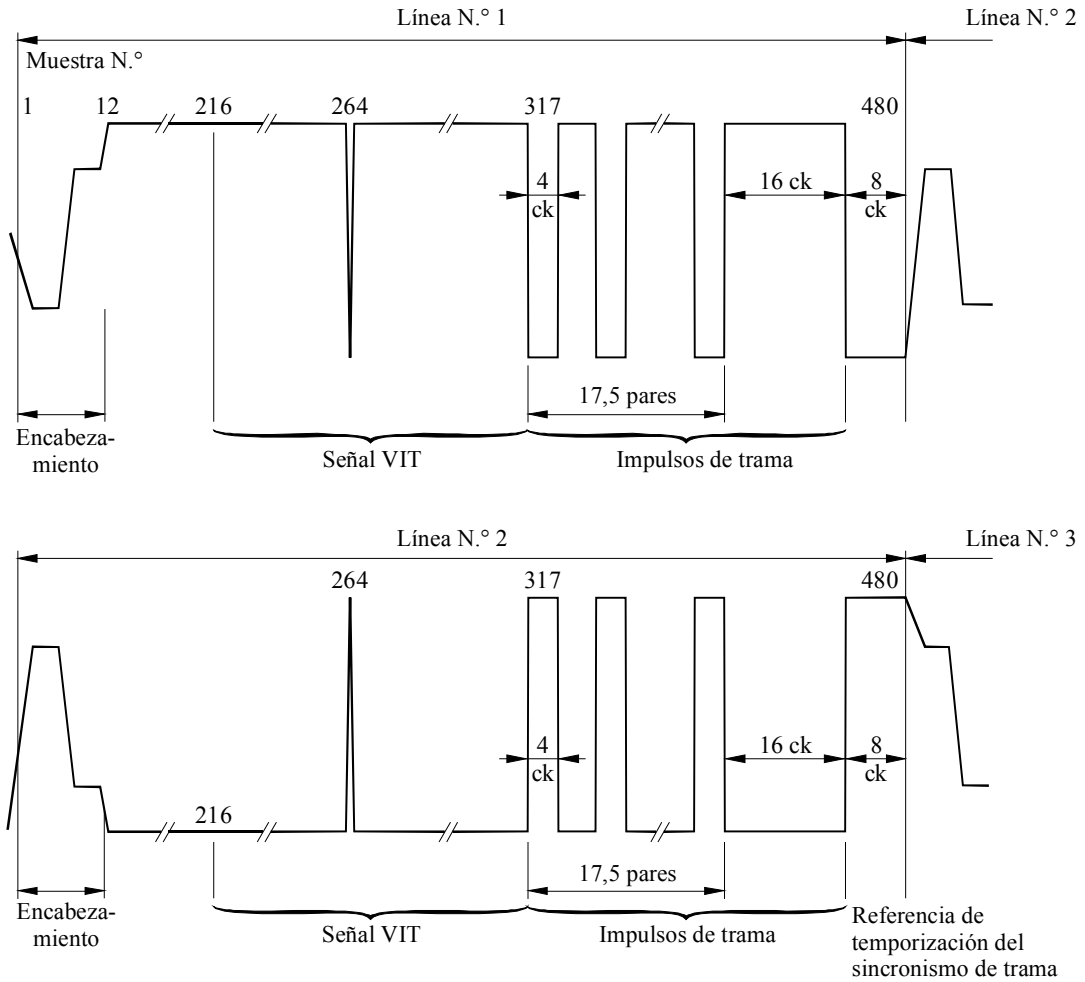
Nota 1 – La señal de control de transmisión es válida para la trama que sigue al campo que la contiene.

Nota 2 – La línea N.º 564 se asigna para usos tales como las señales de control de la transmisión de programas por las organizaciones de radiodifusión.

Nota 3 – La relación de temporización con la señal vídeo de estudio es como sigue:

La señal C de la línea N.º 43 y la señal YM de la línea N.º 47 corresponden a las señales de estudio de la línea N.º 42.

FIGURA 11  
Forma de onda de la señal VIT



Nota 1 – ck: duración idéntica a la del reloj de transmisión (16,2 MHz).

Nota 2 – El intervalo entre las muestras números 216 y 316 se utiliza para las señales VIT.