

SECCIÓN 3B: RADIOTELEFONÍA

RECOMENDACIÓN 455-2

**SISTEMA PERFECCIONADO DE TRANSMISIÓN PARA CIRCUITOS  
RADIOTELEFÓNICOS EN ONDAS DECAMÉTRICAS**

(Cuestión 146/9)

(1970-1974-1992)

El CCIR,

*considerando*

- a) que, para mantener una calidad de transmisión satisfactoria en los circuitos radiotelefónicos internacionales explotados en las frecuencias inferiores a 30 MHz y conectados a la red nacional, hay que compensar, en el extremo transmisor, la mayor parte, si no la totalidad, de las variaciones del volumen vocal de los abonados, y también la mayor parte, si no la totalidad, de las pérdidas que se producen entre el abonado y el centro internacional;
- b) que, en consecuencia, el circuito funciona a menudo con la ganancia total (entre puntos de dos hilos) y que es necesario emplear un supresor de reacción para mantener la estabilidad;
- c) que el supresor de reacción reduce notablemente la calidad de funcionamiento del circuito debido a su acción de conmutación y a su tendencia al funcionamiento indebido bajo el efecto del ruido o de la interferencia que se produce en el trayecto radioeléctrico;
- d) que la utilización de un supresor de reacción para asegurar la estabilidad global del canal radiotelefónico compromete la interconexión en cuatro hilos (véase la Recomendación G.101 del fascículo III.1 del CCITT) de los circuitos radioeléctricos con los cables de gran longitud, o con los enlaces por satélite;
- e) que si la pérdida de transmisión total en los circuitos radiotelefónicos en ondas decamétricas fuese casi constante, se podría eliminar el supresor de reacción e integrar un circuito radioeléctrico en una cadena internacional;
- f) que, para mantener constante la pérdida total y compensar al propio tiempo las variaciones del volumen vocal del abonado y las pérdidas de las líneas, hay que introducir en el extremo receptor del circuito una atenuación equivalente a la ganancia introducida en el extremo transmisor;
- g) que las ventajas que ofrecen los compansores (compresores-expansores) en el caso de ciertos circuitos establecidos en sistemas de transmisión en línea son muy conocidas, pero que no pueden obtenerse directamente con un circuito radioeléctrico en el que se produzcan desvanecimientos;
- h) que, en un circuito radioeléctrico de esta clase, hay que controlar el expansor empleando nuevos métodos para transmitir la información relativa al estado de funcionamiento del compresor;
- j) que estos nuevos métodos permiten aprovechar una relación de compresión superior a la que se obtiene en los compansores en línea, y que es generalmente de 2/1;
- k) que se han establecido el comportamiento y las ventajas de un sistema de compresor y expansor acoplados;
- l) que, con una disposición de este tipo, los dos extremos de un circuito serán complementarios, y tendrán que normalizarse los parámetros esenciales del sistema,

*recomienda*

1. que, siempre que sea posible, los circuitos radiotelefónicos en ondas decamétricas se exploten con una pérdida de transmisión total constante (entre puntos de dos hilos);
2. que, para obtener esta característica, se utilice un sistema de compresor y expansor acoplados por medio de un canal de control distinto del canal vocal y en el que no tengan efecto las distorsiones provocadas por los desvanecimientos\* ;
3. que el sistema asegure permanentemente una carga óptima del transmisor, a pesar de las variaciones de los niveles vocales de los abonados y de las pérdidas en las líneas;
4. que la señal vocal y la señal de control estén contenidas en un canal único de 3 kHz;
5. que el sistema responda a la descripción siguiente y tenga las características que se especifican a continuación:

**5.1 Consideraciones generales**

Para mayor comodidad, se considera en esta Recomendación que las especificaciones de funcionamiento son las de un sistema (del que un extremo se representa en la fig. 1) en el que se introduce un retardo del lado transmisión, antes de la compresión, en relación con un medidor de amplitud de la señal vocal. Esto no excluye otros tipos de sistemas que reúnan las exigencias de funcionamiento.

**5.2 Transmisión** (fig. 1a))**5.2.1 Canal «vocal»****5.2.1.1 Régimen estable** (Compresión y características generales)

Para los niveles de entrada comprendidos entre +5 dBm0 y -55 dBm0 (nota 1), el nivel de salida deberá situarse entre los límites indicados en la fig. 2.

La respuesta global amplitud-frecuencia para el canal vocal en los dos casos siguientes: ganancia fija y control por medidor de amplitud, para cualquier nivel comprendido entre +5 dBm0 y -55 dBm0 sea:

*Por encima de 250 Hz:*

Atenuación con relación a la respuesta máxima en la banda comprendida entre 250 y 2 500 Hz (dB):

- para las frecuencias de la banda 250 a 2 500 Hz  $\leq 2$
- para las frecuencias de la banda 2 500 a 2 700 Hz  $\leq 6$
- para las frecuencias iguales o superiores a 2 800 Hz  $> 55$

*Por debajo de 250 Hz:*

Aumento de la ganancia total para las frecuencias inferiores a 250 Hz (dB)  $\leq 1$

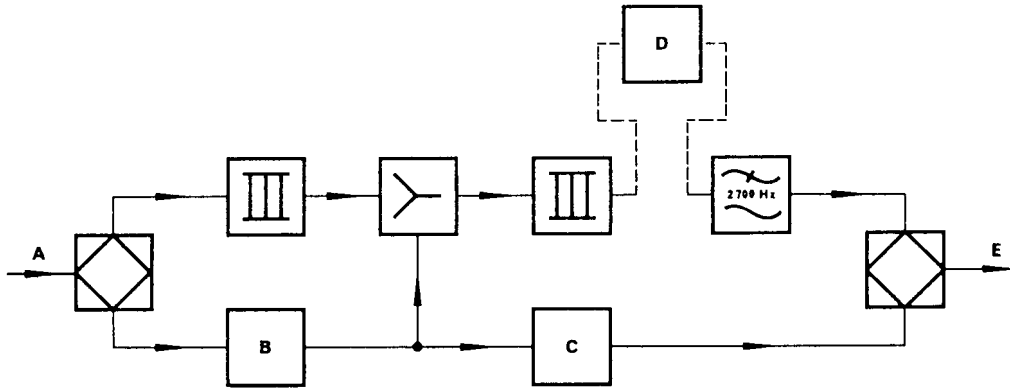
**5.2.1.2 Respuesta transitoria** (Total, comprendido el medidor de amplitud, pero excluido el retardo suplementario)

Tiempo de establecimiento, fig. 3a) (ms) (nota 2)  $7 \pm 2$

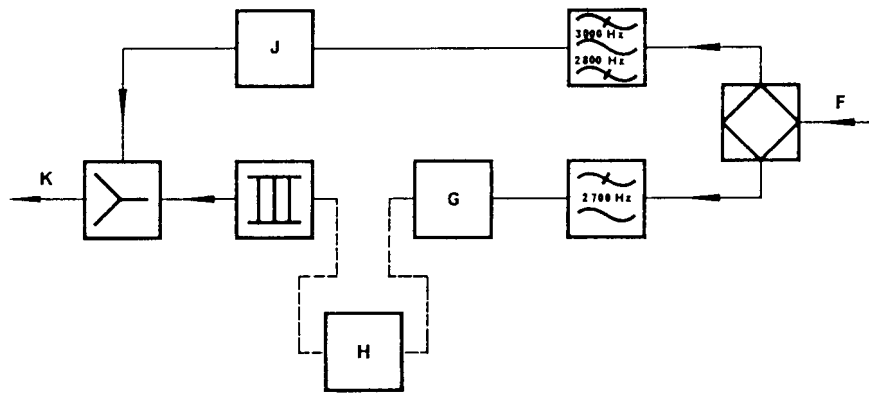
Tiempo de restablecimiento, fig. 3b) (ms) (nota 2)  $20 \pm 5$

\* Un sistema de este tipo se denomina «Lincompex», contracción de la expresión «linked compressor and expander» (compresor y expansor asociados); no se trata de una marca de fábrica ni se refiere al constructor de un equipo determinado.

FIGURA 1  
Sistema de telemando extendido



a) Transmisión



b) Recepción

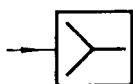
- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| A: Desde la línea terrestre           | F: Desde el receptor radioeléctrico  |
| B: Medidor de amplitud                | G: Regulador contra el desvanecimiento (amplificador de volumen constante) |
| C: Oscilador modulado en frecuencia   | H: Dispositivo de secreto  |
| D: Dispositivo de secreto             | J: Discriminador de frecuencia   |
| E: Hacia el transmisor radioeléctrico | K: Hacia la línea terrestre  |



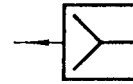
Transformador diferencial



Red de retardo

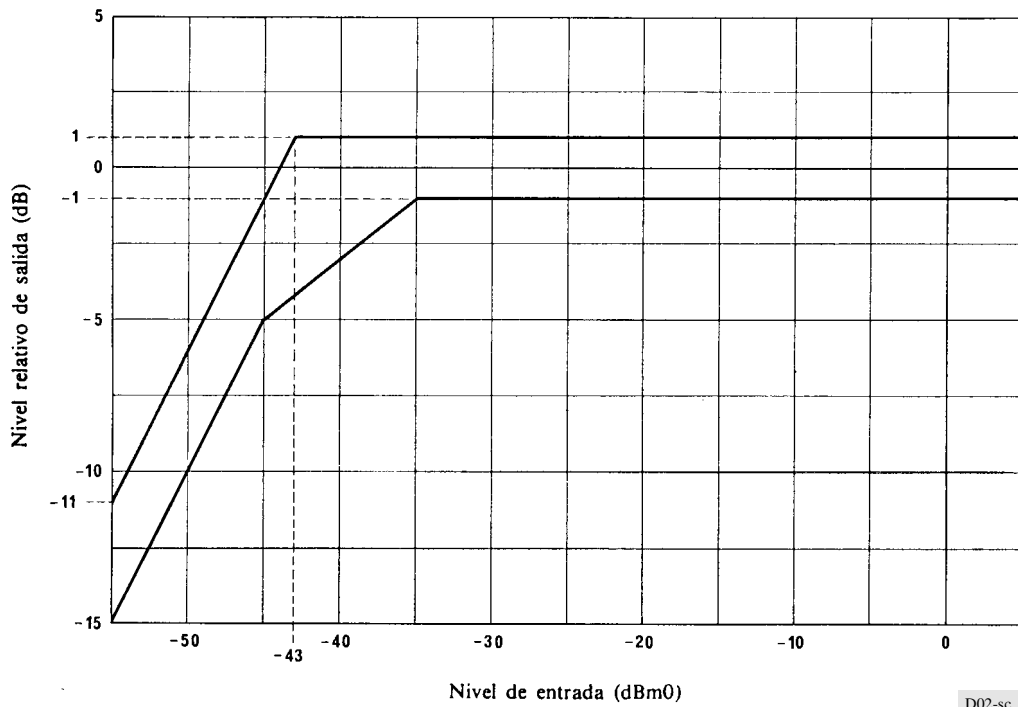


Compresor



Expansor

FIGURA 2  
Característica entrada/salida en transmisión



D02-sc

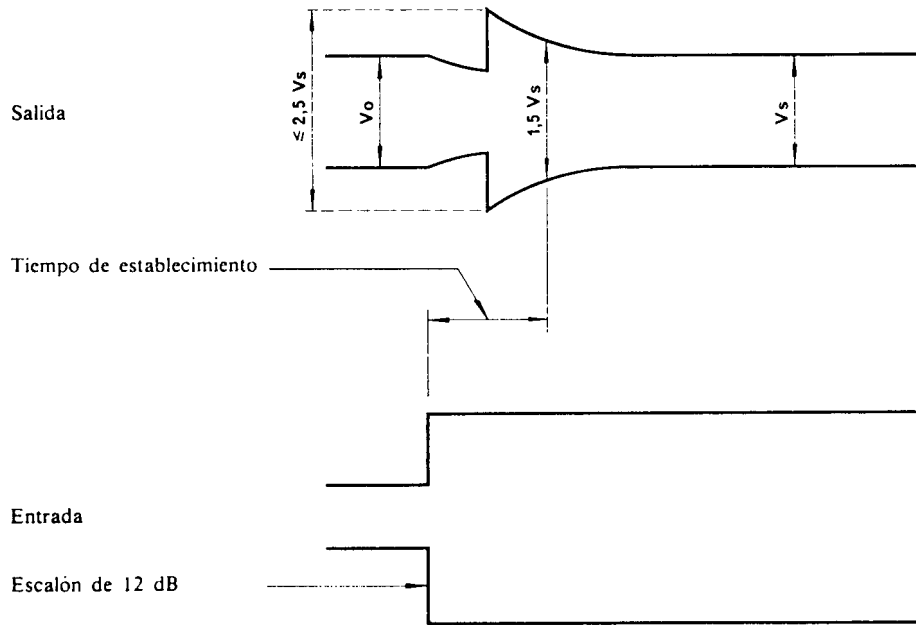
### 5.2.2 Canal de control

#### Oscilador modulado en frecuencia

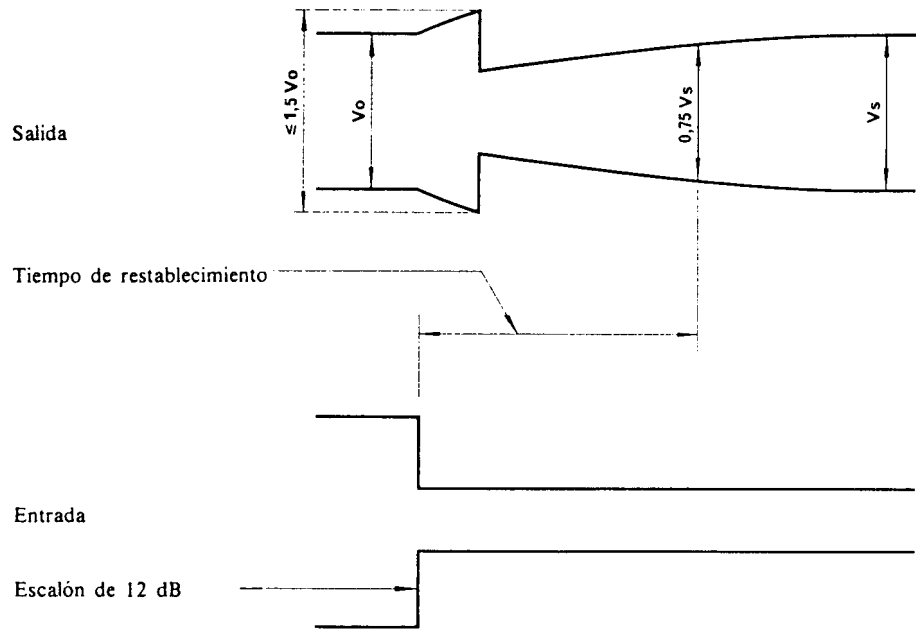
(Frecuencia controlada por la señal de salida del medidor de amplitud)

|  |             |
|--|-------------|
| Frecuencia central nominal (Hz)  | 2900 ± 1    |
| Excursión de frecuencia máxima (Hz)  | ±60         |
| Variación de frecuencia para cada variación de nivel de entrada de 1 dB (fig. 4) (Hz)  | 2           |
| Nivel de entrada que ha de aplicarse al extremo transmisor para obtener la frecuencia central nominal (dBm0)   | -25         |
| Frecuencia del oscilador para un nivel de entrada de 0 dBm0 (Hz)   | 2850        |
| Frecuencia del oscilador en ausencia de señal de entrada del lado transmisor (Hz)  | ≤ 2980      |
| Para aumentos bruscos del nivel de entrada, superiores a 3 dB, la duración necesaria para que el oscilador efectúe un 80% de la variación de frecuencia correspondiente debería ser (ms) | 5 a 7       |
| Para disminuciones bruscas del nivel de entrada, superiores a 3 dB, la velocidad de variación de la frecuencia del oscilador debería estar comprendida entre (Hz/ms)                     | 1,5 y 3,5   |
| Espectro limitado a la salida entre (Hz)   | 2810 y 2990 |
| Nivel de salida con relación al nivel del tono de prueba en el canal vocal (dB)  | -5          |

FIGURA 3  
Respuesta en régimen transitorio en transmisión



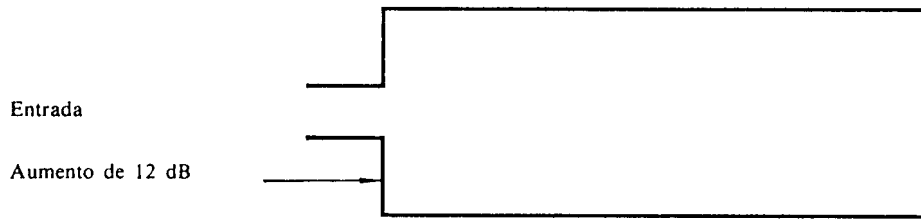
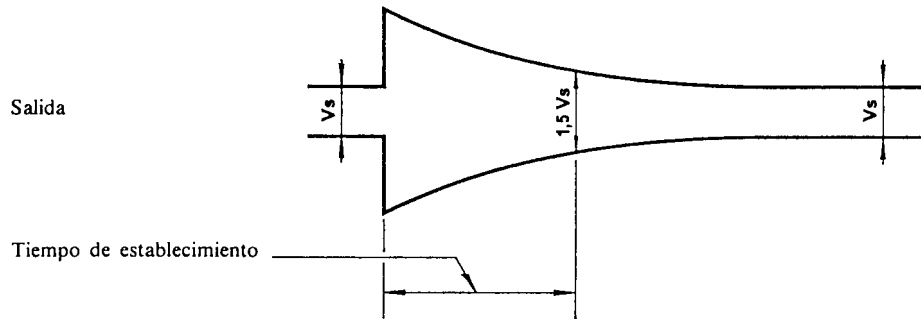
a) Tiempo de establecimiento



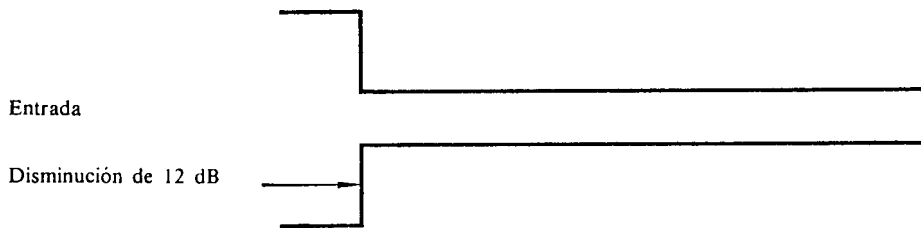
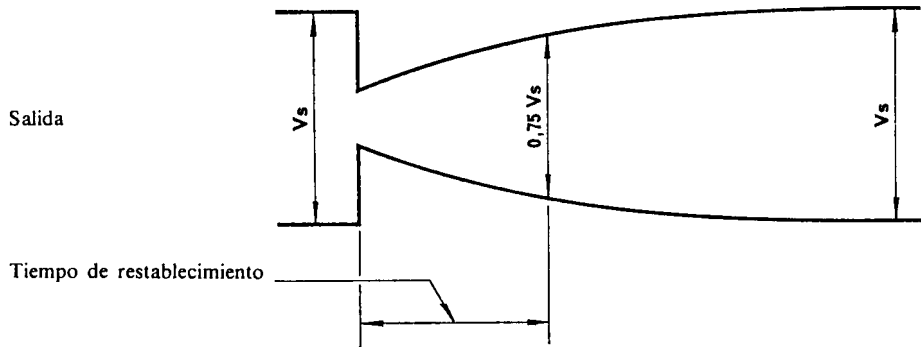
b) Tiempo de restablecimiento

FIGURA 3 (cont.)

Respuesta transitoria del regulador de desvanecimiento



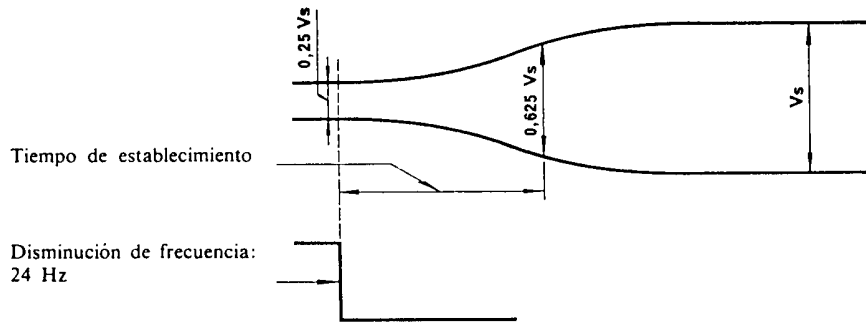
c) Tiempo de establecimiento



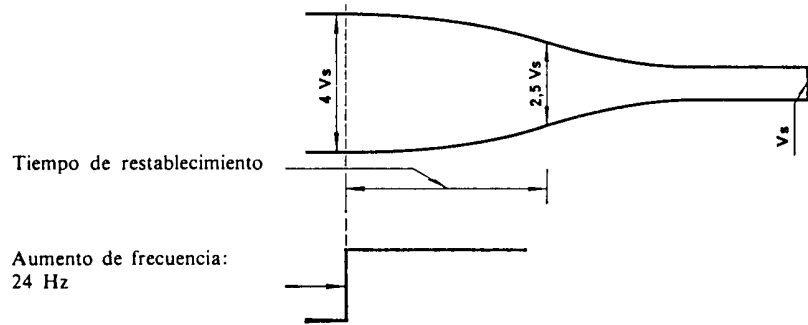
d) Tiempo de restablecimiento

FIGURA 3 (cont.)

Respuesta en régimen transitorio en recepción



e) Tiempo de establecimiento

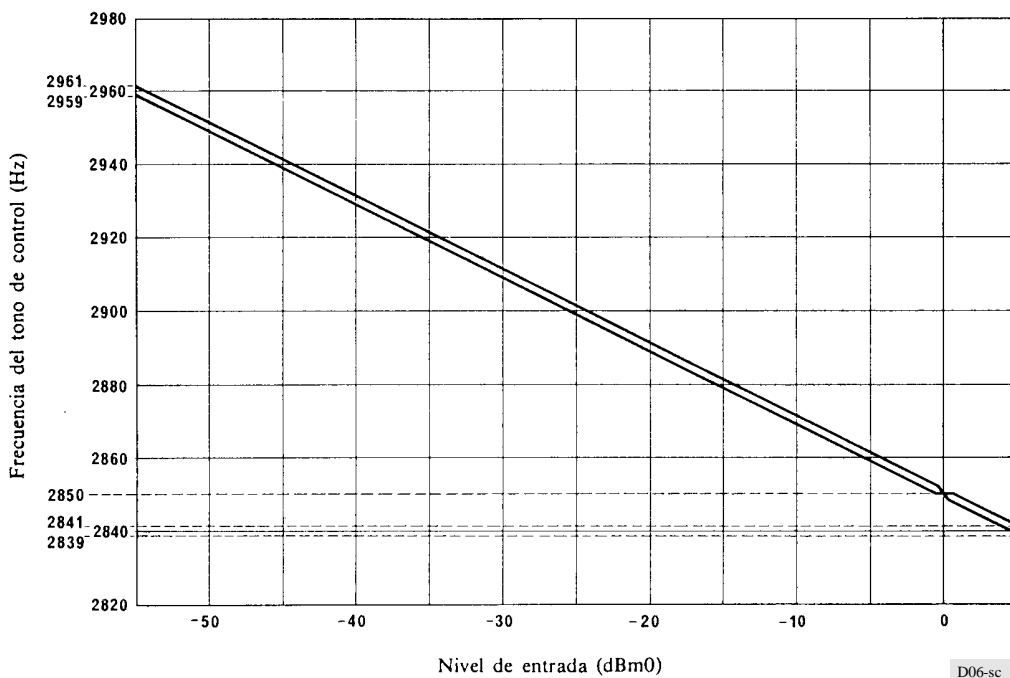


f) Tiempo de restablecimiento

D05-sc

FIGURA 4

Variación de la frecuencia del tono de control en función del nivel de entrada en transmisión



D06-sc

### 5.3 **Recepción** (fig. 1b);

#### 5.3.1 **Canal «vocal»**

##### 5.3.1.1 **Régimen estable**

La respuesta global amplitud/frecuencia del canal vocal en los dos casos siguientes: ganancia fija y ganancia regulada, debería ser:

*Por encima de 250 Hz:*

Atenuación con relación a la respuesta máxima en la banda comprendida entre 250 y 2 500 Hz (dB):

- Para las frecuencias de la banda 250 a 2 500 Hz  $\leq 2$
- Para las frecuencias de la banda 2 500 a 2 700 Hz  $\leq 6$
- Para las frecuencias iguales o superiores a 2 800 Hz (regulador contra el desvanecimiento con ganancia fija)  $> 55$

*Por debajo de 250 Hz:*

Aumento de la ganancia total para las frecuencias inferiores a 250 Hz (dB)  $\leq 1$

##### 5.3.1.2 **Regulador contra el desvanecimiento**

*Régimen estable*

Para los niveles de entrada comprendidos entre +7 dB y –35 dB con relación al nivel de entrada nominal especificado del regulador contra el desvanecimiento; el nivel de salida debería situarse en los límites indicados en la fig. 5. El nivel de entrada nominal especificado, cuyo valor puede variar de una administración a otra, es el valor medio a la entrada del regulador contra el desvanecimiento, en régimen estable, cuando se aplica al lado de transmisión una señal de 0 dBm0.

*Respuesta transitoria*

Tiempo de establecimiento: fig. 3c) (ms)  $11 \pm 2$

Tiempo de retorno: fig. 3d) (ms)  $32 \pm 6$

##### 5.3.1.3 **Expansor** (Controlado por la señal de salida del discriminador)

Gama dinámica efectiva (dB) 60

#### 5.3.2 **Canal de control**

##### 5.3.2.1 **Característica amplitud/frecuencia y característica retardo diferencial del filtro**

Atenuación en la banda 2 810 a 2 990 Hz (con relación a la atenuación en 2 900 Hz) (dB)  $-1$  a  $+2$

Retardo diferencial en la banda 2 840 a 2 900 Hz (ms)  $< 3$

Atenuación por debajo de 2 700 Hz y por encima de 3 150 Hz (con relación a la atenuación en 2 900 Hz) (dB)  $> 55$

##### 5.3.2.2 **Discriminador** (Traductor frecuencia-amplitud)

Característica para un nivel nominal del tono de control.

Cuando la frecuencia del tono de control varía entre 2 840 Hz y 2 960 Hz, las variaciones de la señal de salida del expansor deberían estar comprendidas entre los límites indicados en la fig. 6.

##### 5.3.2.3 **Gama de amplitud del discriminador**

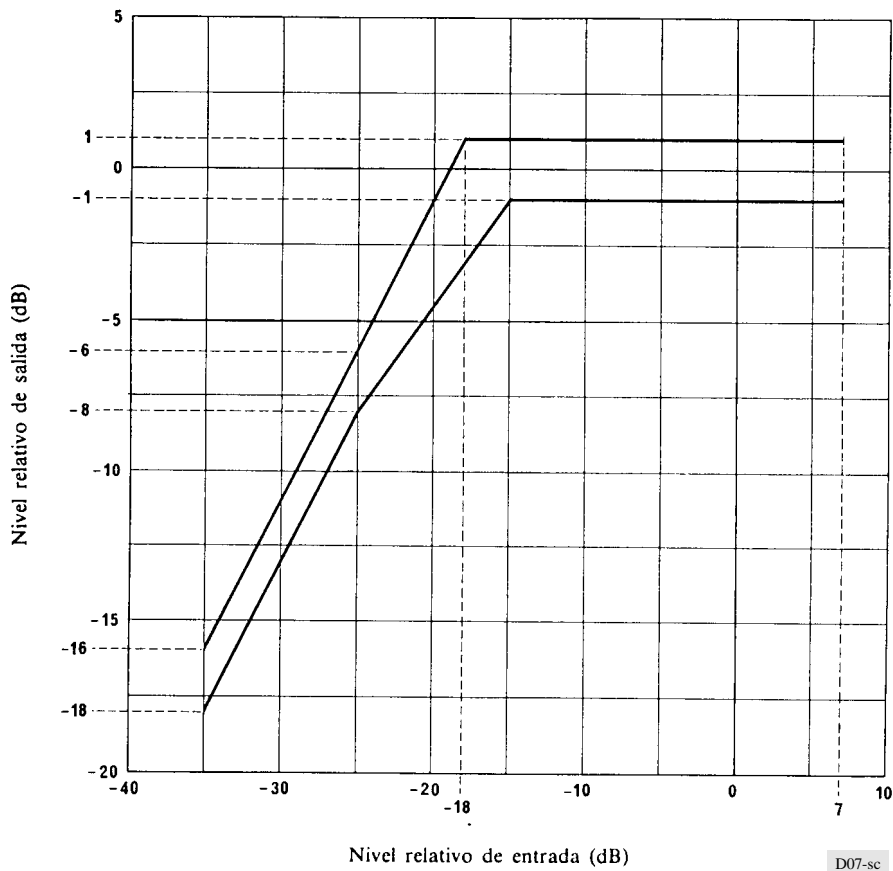
Las respuestas indicadas en el § 5.3.2.2 deberían obtenerse con tonos de control cuyos niveles de entrada estén comprendidos entre 0 dB y –30 dB con relación al nivel nominal a la entrada. Para niveles de entrada comprendidos entre –30 dB y –50 dB con relación al valor nominal, podría agregarse una tolerancia de  $\pm 1$  dB a los límites indicados en la fig. 6.



**5.3.3 Valor total del tiempo de establecimiento y del tiempo de restablecimiento (retorno al reposo)**  
 (Una variación brusca de 24 Hz de la frecuencia del tono de control se utiliza para simular un escalón de 12 dB)

|   |            |
|---|------------|
| Tiempo de establecimiento, fig. 3e) (ms)  | $20 \pm 5$ |
| Tiempo de restablecimiento, fig. 3f) (ms) | $20 \pm 5$ |

**FIGURA 5**  
**Característica entrada/salida del regulador contra el desnavecimiento**  
 (Véase el § 5.3.1.2)

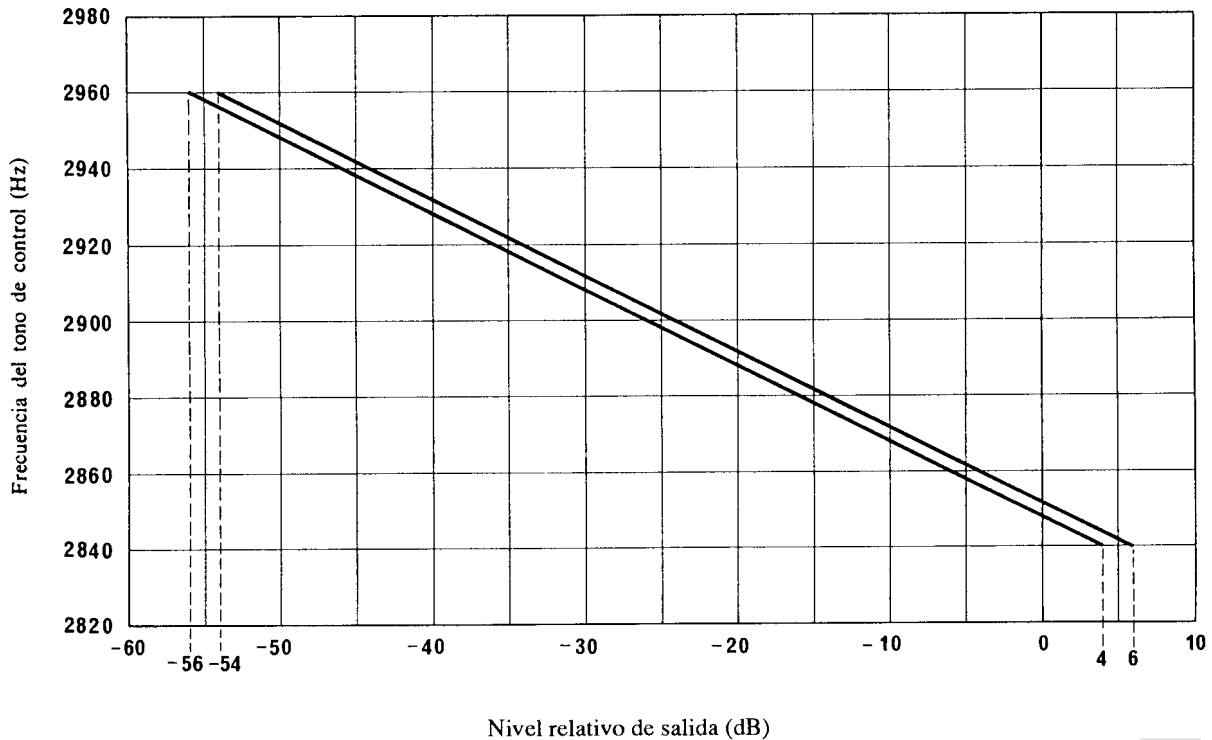


**5.4 Ecuación (global) del tiempo de transmisión**

Para asegurar una calidad de transmisión satisfactoria, especialmente la de los impulsos de tonos, como los de numeración o de señalización, conviene ecualizar las duraciones de transmisión totales en el canal vocal y en el canal de control; esta ecualización debe hacerse a la entrada del expansor, con una precisión por lo menos igual a 4 ms. Además, el retardo diferencial en una parte de la banda de paso del canal vocal (250 a 2 500 Hz) no debiera exceder de 4 ms.

Para poder obtener este resultado con equipos de diseño diferente, conviene que la ecualización de tiempo esté repartida en partes iguales entre los extremos transmisor y receptor del equipo; además, debería ser ajustable, para tener en cuenta el retardo existente en los sistemas de secreto.

FIGURA 6  
**Variación del nivel de salida en recepción, en función  
 de la frecuencia del tono de control**  
 (Véase el § 5.3.2.3)



D08-sc

### 5.5 *Llamada y numeración*

Hay que asegurarse de que las señales de llamada y de numeración pasan completamente por el equipo en ambos extremos o de que lo evitan por completo. Se preferirá el primer método.

### 5.6 *Carga del transmisor*

A fin de que los transmisores estén en régimen de plena carga y, al propio tiempo, mantengan en un nivel aceptable los productos de intermodulación y la radiación fuera de banda, se recomienda que los niveles de los circuitos vocal y de control de cada canal telefónico sean los que figuran en el cuadro 1. Estos niveles se basan en una potencia media total de salida de  $-6$  dB con relación al valor teórico de la potencia de cresta nominal del transmisor y en una potencia de la portadora de  $-20$  dB con relación a dicha potencia de cresta.

### 5.7 *Linealidad del trayecto de transmisión*

Las condiciones de carga especificadas permiten obtener en el transmisor radioeléctrico un margen suficiente para tener en cuenta los cambios que normalmente se producen con relación a las condiciones de ajuste del equipo Lincompex y en el trayecto de transmisión que va hasta el transmisor. Teniendo presente que a la salida del equipo de transmisión Lincompex la señal está comprimida con una relación valor de cresta/valor medio de unos 8 dB, y la posibilidad de que se produzcan crestas transitorias en la salida del compresor, debe preverse un margen adecuado de linealidad en el equipo de transmisión, entre la salida del equipo de transmisión Lincompex y el transmisor. Consideraciones análogas se aplican al equipo situado entre la salida del receptor radioeléctrico y la entrada del equipo receptor Lincompex.

Los receptores que se utilizan actualmente en el servicio fijo son adecuados para los circuitos Lincompex, pero los niveles deben elegirse de modo que haya un margen de linealidad suficiente.

CUADRO I

| Número de canales | Potencia de cada canal (dB con relación a la potencia de cresta) |                     |
|-------------------|--|---------------------|
|                   | Circuito vocal   | Circuito de control |
| 1                 | - 7  | -12                 |
| 2                 | -10  | -15                 |
| 3 <sup>(1)</sup>  | -12  | -17                 |
| 4                 | -13  | -18                 |

(1) Para facilitar la explotación, tal vez convenga utilizar para tres canales niveles idénticos de potencia a los utilizados para cuatro canales.

**5.8 Estabilidad de frecuencia**

El error de frecuencia máximo aceptable de un extremo a otro del circuito radioeléctrico debe mantenerse entre los límites de  $\pm 2$  Hz.

*Nota 1* – Para la definición de la relación señal/nivel de medida (dBm0), véanse los textos pertinentes del CCITT.

*Nota 2* – Las definiciones del tiempo de establecimiento y del tiempo de restablecimiento son iguales a las dadas por el CCITT para los compansores (véase la Recomendación G.162, fascículo III.1). Estas definiciones son las siguientes:

- *el tiempo de establecimiento* de un compansor es el comprendido entre el instante en que se aplica a la entrada un aumento brusco de 12 dB y aquel en que la envolvente de la tensión a la salida alcanza un valor igual a 1,5 veces el valor en régimen permanente;
- *el tiempo de restablecimiento* (retorno al reposo) de un compansor es el comprendido entre el instante en que se aplica a la entrada una disminución brusca de 12 dB y aquel en que la envolvente de la tensión a la salida alcanza un valor igual a las 3/4 partes del valor en régimen permanente.

*Nota 3* – Se considera que los parámetros enumerados anteriormente corresponden a los valores mínimos que han de adoptarse para asegurar la compatibilidad entre los equipos. Se han especificado también tolerancias máximas, pero admitiendo que no se utilizarán como límites para la realización técnica.

*Nota 4* – Las variaciones en el tiempo de temperatura y de tensión de alimentación, en cuyo límite conviene mantener los valores de los parámetros, no serán las mismas en una administración que en otra; por ello no se han mencionado. En sus especificaciones para los compansores, el CCITT indica (Recomendación G.162) que los valores de los parámetros deben mantenerse constantes en una gama de temperatura de +10 °C a +40 °C y para variaciones de la alimentación de  $\pm 5\%$  con relación al valor nominal.

*Nota 5* – No se ha aludido a otros parámetros que normalmente debieran incluirse en una especificación para este tipo de equipo, por ejemplo, las impedancias y los niveles de entrada y de salida, la relación señal/ruido, la distorsión armónica, etc.; en efecto, no se ha juzgado que los valores de estos parámetros sean esenciales en lo que respecta a la compatibilidad entre los equipos. Las administraciones tendrán posibilidad de incluir sus propios valores, para garantizar, en buenas condiciones, la integración del equipo en las redes que explotan.

*Nota 6* – Según esta Recomendación, el tipo de transmisión en el canal de control no se considera como una emisión de clase F3E; por consiguiente, no se aplican las prohibiciones del Reglamento de Radiocomunicaciones relativas a las emisiones de clase F3E en los servicios fijos, en las bandas inferiores a 30 MHz.

*Nota 7* – Otra técnica asociada se denomina «Syncompex», contracción de la expresión «synchronized compressor and expander» (compansores sincronizados). Se diferencia principalmente de Lincompex en que para modular el canal de control se utilizan técnicas digitales en vez de analógicas. El empleo de modulación digital para la información de control hace que el sistema tenga mayor tolerancia para los errores de frecuencia de un extremo a otro, con lo que se amplía la gama de aplicaciones. Las características del sistema Syncompex están contenidas en el anexo II al Informe 354-5 (Düsseldorf, 1990).