

## RECOMENDACIÓN UIT-R SNG.1421\*

**PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO COMÚN PARA LA  
INTEROPERABILIDAD EN LA TRANSMISIÓN DEL  
PERIODISMO ELECTRÓNICO POR SATÉLITE  
POR TELEVISIÓN DIGITAL**

(Cuestión UIT-R 249/4)

(1999)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a) que para facilitar la cobertura periodística internacional es necesario adoptar parámetros de funcionamiento del periodismo electrónico por satélite (SNG, *satellite news gathering*) digital uniformes con los que se asegure la interoperabilidad entre el equipo de los distintos fabricantes;
- b) que la Recomendación UIT-R SNG.1007 da normas técnicas (digitales) uniformes para el SNG,

*recomienda*

**1** que el equipo de SNG digital cumpla con los parámetros de funcionamiento uniformes que se describen en el Anexo 1.

## ANEXO 1

**1 Alcance**

En la Recomendación UIT-R SNG.770 se define el SNG como la «Transmisión temporal y ocasional de televisión o sonido radiofónico con escaso tiempo de aviso con fines de difusión, utilizando estaciones terrenas de enlace ascendente portátiles o fácilmente transportables ...». El equipo debe ser capaz de establecer el enlace ascendente del programa (o programas) de imagen con sus señales correspondientes del programa de sonido.

En el terminal del enlace ascendente debe disponerse de una capacidad de recepción limitada para ayudar a la puntería de la antena y para controlar la señal transmitida, cuando sea posible.

El equipo debe ser capaz de establecer los circuitos de comunicación bidireccional y la transmisión de datos conforme lo indicado en el § 4.

Se mantiene el máximo de elementos comunes con la Recomendación UIT-R BO.1211 tales como el múltiplex del tren de transporte, la aleatorización para la dispersión de energía, la estrategia de protección contra errores en cadena basada en la codificación Reed-Solomon (RS), el entrelazado convolucional y la codificación interior (convolucional). El sistema básico incluye todos los formatos de transmisión de la Recomendación UIT-R BO.1211 basándose en la modulación por desplazamiento de fase cuaternaria (MDP-4). No obstante, es posible utilizar técnicas de modulación más eficaces espectralmente como la de modulación por desplazamiento de fase de ocho estados (MDP-8) y la modulación de amplitud en cuadratura de 16 estados (MAQ-16) para algunas aplicaciones específicas.

Al utilizar los modos de gran eficacia espectral MDP-8 y MAQ-16 deben tenerse en cuenta las precauciones siguientes:

- dichos modos exigen valores superiores de la p.i.r.e. transmitida y/o del diámetro de la antena receptora, debido a su sensibilidad intrínseca al ruido y la interferencia;
- son más sensibles a las distorsiones lineales y no lineales; en particular, la MAQ-16 no puede utilizarse con transpondedores próximos a la saturación;

---

\* Esta Recomendación debe señalarse a la atención de la Comisión de Estudio 11 de Radiocomunicaciones y al Grupo de Trabajo 2 de la Comisión de Estudio 9 de Normalización de las Telecomunicaciones .

- son más sensibles al ruido de fase, especialmente para velocidades de símbolos reducidas; deben utilizarse, por tanto, convertidores de frecuencia de gran calidad;
- los esquemas de modulación/codificación del sistema no son invariantes en sentido rotacional, de forma que los deslizamientos del ciclo y los chasquidos de fase en la cadena pueden producir interrupciones del servicio; deben diseñarse, por tanto, sistemas de conversión de frecuencia y de recuperación de la portadora tras la demodulación para evitar deslizamientos del ciclo y chasquidos de fase.

El sistema puede utilizarse con distintas anchuras de banda de transpondedor de satélite en configuraciones de portadora única o múltiple por transpondedor (múltiplex con división de frecuencia (MDF)). En el Apéndice 1 figuran ejemplos de la posible utilización del sistema.

Los operadores del satélite deben también considerar la posibilidad de ofrecer capacidad de satélite adecuada.

La utilización de los sistemas de acceso condicional y de otros componentes del servicio tales como los de datos auxiliares o de datos en el intervalo de supresión vertical caen fuera del alcance de esta Recomendación.

## 2 Codificación en la fuente, información de servicio y multiplexación

### 2.1 Codificación en la fuente

Se emplea la codificación en la fuente del perfil principal MPEG-2 al nivel principal (MP@ML), conforme a las normas actuales (Recomendación UIT-T H.222). También puede considerarse la utilización de MPEG-2 4:2:2P@ML.

La fuente de vídeo y la velocidad binaria (resolución horizontal y vertical) no afecta a la interoperabilidad. Estos parámetros no se especifican en la Recomendación pues los receptores-decodificadores integrados (IRD, *integrated receiver decoders*) deben tratarlos automáticamente.

### 2.2 Codificación audio

La codificación del audio en las Capas I ó II MPEG se efectúa conforme a las normas actuales (Recomendación UIT-T H.222).

La configuración del canal de audio, la fuente y la velocidad binaria no afectan a la interoperabilidad. Estos parámetros no se especifican en esta Recomendación pues los IRD deben tratarlos automáticamente.

### 2.3 Codificación de los datos

Se seguirá estudiando.

### 2.4 Información específica de programa (PSI, *Program Specific Information*) e información de servicio (SI, *Service Information*)

#### 2.4.1 Generalidades

La PSI y la SI deben cumplir los requisitos pertinentes de las normas y directrices aplicables.

Los cuadros indicados a continuación son obligatorios para la radiodifusión digital de señales de vídeo (DVB-S) y de sonido MPEG-2:

PAT: Cuadro de asociación de programa (*Program Association Table*)

PMT: Cuadro de correspondencia de programa (*Program Map Table*)

CAT: Cuadro de acceso condicional (*Conditional Access Table*)

NIT: Cuadro de información de red (*Network Information Table*), sistema de entrega real

SDT: Cuadro de descripción de servicio (*Service Description Table*), (tren de transporte real)

TDT: Cuadro de fecha y hora (*Time and Date Table*)

EIT: Cuadro de información de eventos (*Event Information Table*), tren de transporte presente/siguiente-real.

Algunas de estos cuadros de información de servicio o su contenido pueden no ofrecer interés para el servicio SNG digital, pero se siguen exigiendo.

Esta Recomendación no especifica valores o sintaxis de cuadros de información de servicio, pero recomienda que el equipo utilice todos los valores por defecto posibles para facilitar un despliegue simple y rápido del SNG digital.

En las transmisiones SNG digital, puede ser imposible la corrección in situ de cuadros de información de servicio, debido a problemas operacionales. Por tanto, sólo son obligatorios los cuadros de información de servicio con definición MPEG-2 PAT, PMT y SDT (cuadro de descripción de servicio del tren de transporte, *transport stream Service Description Table*).

### 2.4.2 Primer descriptor SDT

El primer descriptor del bucle descriptor SDT contiene aquél que identifica el tren de transporte del tipo «CONA» aplicación de contribución, (CONtribution Application).

<i>Sintaxis</i>	<i>N.º de bits</i>	<i>Identificador</i>
transport-stream-descriptor () (descriptor del tren de transporte)		
descriptor_tag (rótulo de descriptor)	8	uimsbf
descriptor_length (longitud del descriptor)	8	uimsbf
para (i=0;i<N;i++) symbol 123 \f «Symbol» \s 10		
byte	8	uimsbf
Symbol 125 \f «Symbol» \s 10		
Symbol 125 \f «Symbol» \s 10		

Semántica del descriptor del tren de transporte:

El descriptor\_length field (campo de longitud de descriptor) se pone en el valor 0x04.

byte: Campo de 8 bits. Los cuatro bytes contendrán los valores 0x43, 0x4F, 0x4E, 0x41 (ASCII: «CONA»).

### 2.4.3 Segundo descriptor SDT

En las transmisiones SNG digital (DSNG), el bucle del descriptor SDT contiene también un segundo descriptor, el descriptor SNG digital, con la sintaxis siguiente:

<i>Sintaxis</i>	<i>N.º de bits</i>	<i>Identificador</i>
DSNG-descriptor () (descriptor DSNG)		
descriptor_tag (rótulo de descriptor)	8	uimsbf
descriptor_length (longitud del descriptor)	8	uimsbf
para (i=0;i<N;i++) symbol 123 \f «Symbol» \s 10		
station_identification_char (carácter de identificación de estación)	8	uimsbf
symbol 125 \f « Symbol» \s 10		
symbol 125 \f « Symbol» \s 10		

descriptor\_tag  
(rótulo de descriptor): 0x68

Semántica del descriptor DSNG:

station\_identification\_char (carácter de identificación de estación): Es un campo que contiene un cadena utilizada para la identificación rápida de la estación de enlace ascendente que transmite el tren de transporte. Los caracteres de la cadena van codificados en ASCII.

#### 2.4.4 Directrices

##### 2.4.4.1 Directrices para la utilización del SDT (cuadro de descripción de servicio del tren de transporte) en los trenes SNG digital

Las SDT se repiten al menos cada 10 s.

El campo `station_identification_char` contiene los elementos siguientes separados por una coma en el orden indicado:

- código de estación habitual,
- sede SNG,
- suministrador SNG.

El código de estación habitual es el código asignado a la estación por el operador de satélite con el que se utiliza más frecuentemente la estación.

La sede SNG (que funciona durante el periodo de transmisión) es el centro de control a través del cual la estación puede identificarse de forma única (dando su código de estación habitual) y situarse rápidamente. El suministrador SNG es el propietario de la estación SNG.

Los IRD pueden tener la flexibilidad suficiente para tratar al menos la tabla de información de servicio obligatoria y suficientemente inteligentes para ignorar informaciones de servicio opcionales que no se han concebido para utilización.

Los IRD de SNG digital deberán poder decodificar e interpretar la SDT y los descriptores especificados.

##### 2.4.4.2 Directrices para lograr la compatibilidad con los IRD de consumo

Si se exige la compatibilidad con los IRD de consumo, la SDT contendrá tres descriptores:

- El primero es un descriptor del tren de transporte [0x67] que contiene la cadena ASCII «DVB». La presencia de este descriptor implica que estarán presentes todos los cuadros SI, conforme a la especificación DVB-SI.
- El segundo es el descriptor del tren de transporte [0x67] que contiene la cadena ASCII «CONA». La presencia de este descriptor indica que la transmisión tiene carácter de contribución.
- Para las transmisiones SNG digital el tercero es el descriptor digital SNG [0x68].

## 2.5 Multiplexación

El tren de entrada del sistema se organiza en paquetes de longitud fija, siguiendo el multiplexador de transporte MPEG-2 (MUX) (véase la Recomendación UIT-T H.222). La longitud total del paquete del múltiplex de transporte MPEG-2 es de 188 bytes.

## 3 Sistema de transmisión

El Sistema se define como el bloque funcional de equipo que adapta la señal de TV de banda de base, procedente de la salida del multiplexador de transporte MPEG-2 (véase la Recomendación UIT-T H.222) a las características del canal de satélite.

La trama de transmisión del sistema es síncrona con los paquetes de transporte del múltiplex MPEG-2 (véase la Recomendación UIT-T H.222).

El Sistema utiliza la modulación MDP-4 y opcionalmente las modulaciones MDP-8 y MAQ-16, así como la concatenación de los códigos convolucional y RS. Para las modulaciones MDP-8 y MAQ-16, se aplica la codificación reticular pragmática, optimizando la protección contra errores de la codificación convolucional que se define en la Recomendación UIT-R BO.1211. El código convolucional se puede configurar flexiblemente, lo que permite la optimización de las características del sistema para una anchura de banda determinada del transpondedor del satélite.

Las transmisiones de televisión digital por satélite pueden resultar afectadas por las limitaciones de potencia, lo que hace que la robustez frente al ruido de interferencia haya sido uno de los objetivos del diseño del sistema. Por otra parte, cuando se dispone de márgenes de potencia superiores, puede aumentarse la eficacia espectral para reducir el coste del segmento espacial. Así pues, el Sistema ofrece múltiples modos de transmisión (codificación y modulaciones interiores) lo que permite adoptar distintos compromisos entre potencia y eficacia espectral. En algunas aplicaciones específicas de contribución, algunos modos MDP-4 y MDP-8 son adecuados, gracias a su envolvente casi constante, para el funcionamiento con amplificadores de potencia de satélites saturados, en configuraciones de una sola portadora por transpondedor. Todos los modos – incluyendo el MAQ-16 – son apropiados para el funcionamiento en canales de satélite casi lineales y en aplicaciones de tipo MDF multiportadora.

Se aplican los procesos siguientes al tren de datos (véase la Fig. 1):

- adaptación y aleatorización del múltiplex de transporte para la dispersión de energía (conforme a la Recomendación UIT-R BO.1211);
- codificación exterior (por ejemplo, RS) (conforme a la Recomendación UIT-R BO.1211);
- entrelazado convolucional (conforme a la Recomendación UIT-R BO.1211);
- codificación interior:
  - codificación de código perforado convolucional (conforme a la Recomendación UIT-R BO.1211);
  - codificación de retícula (pragmática) asociada a la MDP-8 y la MAQ-16 (opcional);
- correspondencia binaria con constelaciones:
  - MDP-4 (conforme a la Recomendación UIT-R BO.1211);
  - MDP-8 (opcional);
  - MAQ-16 (opcional);
- conformación de la banda de base de raíz cuadrada del coseno exponencial:
  - factor de caída  $\alpha = 0,35$ , conforme a la Recomendación UIT-R BO.1211 para la MDP-4, la MDP-8 y la MAQ-16;
  - factor de caída opcional adicional  $\alpha = 0,25$  (para las modulaciones opcionales MDP-8 y MAQ-16);
- modulación en cuadratura (conforme a la Recomendación UIT-R BO.1211).

Si la señal recibida está por encima del nivel de la relación  $C/N$  y la  $C/I$ , se diseña la técnica adoptada de corrección de errores en recepción sin canal de retorno para obtener un objetivo de calidad casi sin error (QEF, *quasi-error-free*). El objetivo QEF implica menos de un suceso erróneo sin corregir por hora de transmisión, lo que corresponde a una proporción de bits erróneos (BER) comprendida entre  $1 \times 10^{-10}$  y  $1 \times 10^{-11}$  a la entrada del demultiplexor MPEG-2.

### 3.1 Adaptación a las características del transpondedor del satélite

La velocidad de símbolos se adapta a unas características determinadas del transpondedor y, en el caso de múltiples portadoras por transpondedor (MDF), al plan de frecuencias adoptado. En el Apéndice 1 se ofrecen ejemplos de la posible utilización del Sistema.

### 3.2 Interfaz

El Sistema está limitado por las interfaces siguientes que figuran en el Cuadro 1.

CUADRO 1  
Interfaces del Sistema

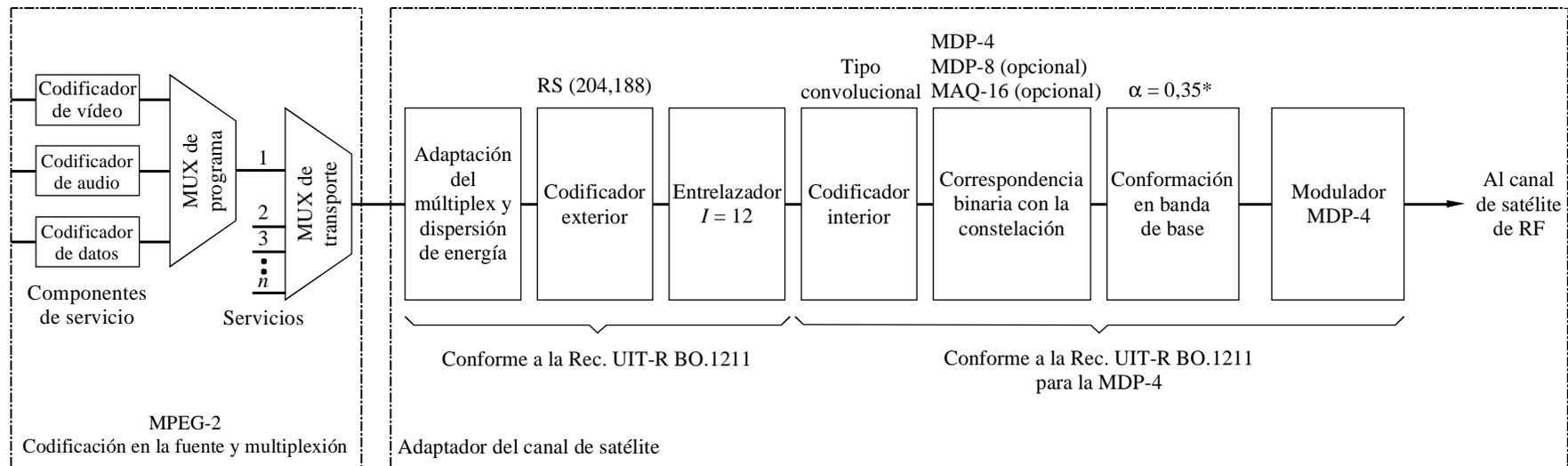
Emplazamiento	Interfaz	Tipo de interfaz	Conexión
Estación transmisora	Entrada	Múltiplex de transporte MPEG-2	Del múltiplex MPEG-2
	Salida	FI de 70/140 MHz FI en banda de 1,5 GHz, RF	A los dispositivos de RF
Estación receptora	Entrada	Múltiplex de transporte MPEG-2	Al demultiplexor MPEG-2
	Salida	FI de 70/140 MHz FI en banda de 1,5 GHz	De los dispositivos de RF

### 3.3 Codificación del canal

#### 3.3.1 Adaptación del múltiplex de transporte y aleatorización para la dispersión de energía

Véase la Recomendación UIT-R BO.1211.

FIGURA 1  
Diagrama de bloques funcional del Sistema



\*  $\alpha = 0,25$  para MDP-8 y MAQ-16 (adicional y opcional).

**3.3.2 Codificación exterior (RS), entrelazado y trama**

Véase la Recomendación UIT-R BO.1211.

**3.3.3 Codificación interior y correspondencia binaria**

Como el espectro puede estar invertido, dependiendo de la cadena de conversores de frecuencia, el demodulador necesita adaptar automáticamente su configuración para ajustarse a la situación real.

**3.3.3.1 Codificación interior y correspondencia binaria al modo MDP-4 (convolucional)**

Véase la Recomendación UIT-R BO.1211.

**3.3.3.2 Codificación interior y correspondencia binaria para los modos MDP-8 y MAQ-16 (tipo de codificación en retícula pragmática)**

Los esquemas de codificación interior producen modulaciones con código reticular (TCM) pragmático que son una ampliación del método de codificación adoptado en la Recomendación UIT-R BO.1211. Las modulaciones con código reticular pragmático se producen siguiendo el esquema básico de la Fig. 2 y los Cuadros 2 y 3. El tren paralelo binario (P0 a P7 de la Fig. 2) a la salida de entrelazador convolucional se lleva al convertidor paralelo-paralelo (véase la Nota 1) que distribuye los bits de la entrada por dos ramas, dependiendo de la modulación y el modo de codificación interior seleccionados.

NOTA 1 – Los esquemas de los convertidores paralelo-paralelo se han seleccionado de forma que se reduzca, en promedio, la relación de errores de byte a la entrada del decodificador RS (alta concentración de errores binarios en bytes). De esta manera, se reduce la BER después de la corrección RS. Además, algunos bytes con sincronismo MPEG se codifican convolucionalmente de forma regular.

El convertidor paralelo-paralelo se sincroniza de forma que los bytes con sincronismo MPEG en su forma normal (47<sub>h</sub>) o en forma invertida binaria (B8<sub>h</sub>), aparecen regularmente en el byte A (véase el Cuadro 2). Cuando se transmite un byte con sincronismo MPEG (47<sub>h</sub>) el byte A se codificará de la siguiente manera: A = (A7, ..., A0) = 01000111.

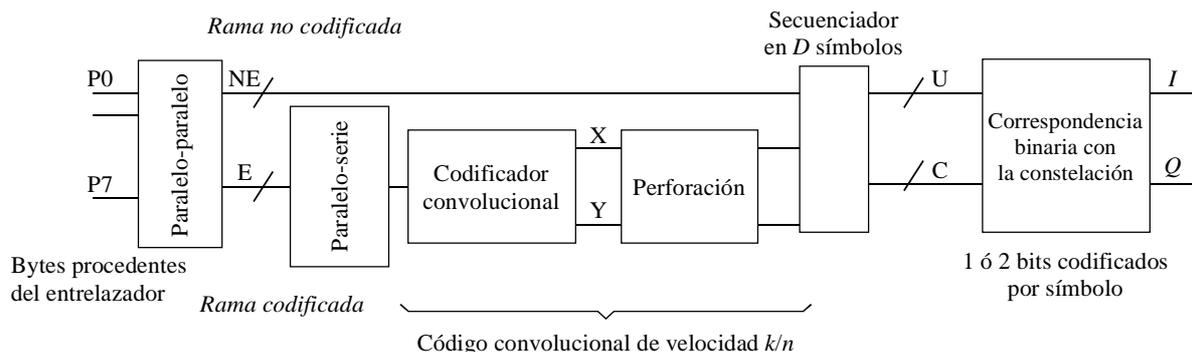
La señal NE de la rama no codificada genera, a partir del secuenciador de símbolos, una secuencia de señales U que han de transmitirse individualmente en un símbolo modulado. Estos bits generan transiciones en paralelo en el código con retícula y sólo están protegidos por una gran distancia euclídea en el espacio de la señal (véase la correspondencia binaria con la constelación). La señal E en la rama codificada se procesa mediante el codificador convolucional perforado, conforme a la Recomendación UIT-R BO.1211. Estos bits generan, mediante el secuenciador de símbolos, una secuencia de señales C que se transmiten individualmente en un símbolo modulado. El esquema de codificación específico para cada constelación y velocidad de codificación sigue la especificación que figura en los § 3.3.3.2.1 a 3.3.3.2.3. En lo que sigue, se indicará un código reticular pragmático caracterizado por *c* bits codificados por símbolo (*c* = 1 ó 2), con la notación *c*CBPS (véase la Nota 2).

NOTA 2 – Los esquemas 1CBPS exigen una velocidad de procesamiento inferior del decodificador TCM en comparación con la de los esquemas 2CBPS. Se han efectuado selecciones sobre la base de la calidad óptima en presencia de ruido gaussiano blanco auditivo (AWGN).

NOTA 3 – Los modos MDP-4 descritos en el § 3.3.3.1 pueden generarse mediante un esquema TCM como el de la Fig. 2, sin bits no codificados.

FIGURA 2

**Principio del codificador con retícula interior**



La conversión paralelo-paralelo de entrada se define mediante el Cuadro 2. Los bytes de entrada genéricos  $P = (P7 \dots, P0)$  se toman de la secuencia A (primera) B, D, F, G, H, L (última) (las letras C, E, I, J, K no se utilizan para evitar conflictos de notación). Para la MDP-4, el convertidor paralelo-paralelo se reduce a un convertidor paralelo-serie.

CUADRO 2

## Conversión paralelo-paralelo

Modo	Entrada P								Salida	
	Último							Primero		
MDP-4	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	⇒	E1
MDP-8 de velocidad 2/3	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	⇒	NE1
	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	⇒	E1
MDP-8 de velocidad 5/6	G3	G7	F3	F7	D3	D7	B3	B7	⇒	NE4
	G2	G6	F2	F6	D2	D6	B2	B6	⇒	NE3
	G1	G5	F1	F5	D1	D5	B1	B5	⇒	NE2
	G0	G4	F0	F4	D0	D4	B0	B4	⇒	NE1
	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	⇒	E1
MDP-8 de velocidad 8/9					F5	F7	B1	B7	⇒	NE6
					F4	F6	B0	B6	⇒	NE5
					F3	D3	D7	B5	⇒	NE4
					F2	D2	D6	B4	⇒	NE3
					F1	D1	D5	B3	⇒	NE2
					F0	D0	D4	B2	⇒	NE1
					A1	A3	A5	A7	⇒	E2
				A0	A2	A4	A6	⇒	E1	
MAQ-16 de velocidad 3/4	D1	D3	D5	D7	B1	B3	B5	B7	⇒	NE2
	D0	D2	D4	D6	B0	B2	B4	B6	⇒	NE1
	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	⇒	E1
MAQ-16 de velocidad 7/8	L3	L7	G3	G7	D3	D7	B3	B7	⇒	NE4
	L2	L6	G2	G6	D2	D6	B2	B6	⇒	NE3
	L1	L5	G1	G5	D1	D5	B1	B5	⇒	NE2
	L0	L4	G0	G4	D0	D4	B0	B4	⇒	NE1
	H2	H5	F0	F3	F6	A1	A4	A7	⇒	E3
	H1	H4	H7	F2	F5	A0	A3	A6	⇒	E2
	H0	H3	H6	F1	F4	F7	A2	A5	⇒	E1

El convertidor paralelo-serie de la Fig. 2 da primero el bit E asociado a su índice máximo. El convertidor paralelo-serie y el codificador convolucional no introducen ningún retardo relativo entre las ramas codificada y no codificada (es decir, se conserva la temporización binaria entre las ramas no codificada y codificada, como se indica en el Cuadro 3).

Las funciones de perforación y secuenciador de símbolos se ajustan a la definición del Cuadro 3.

La correspondencia binaria con constelaciones se efectúa asociando los bits de entrada  $m$  (U, C de la Fig. 2) con el vector correspondiente en el espacio de señal de Hilbert perteneciente a la constelación elegida. Las constelaciones posibles son MDP-8 ( $m = 3$  bits) y MAQ-16 ( $m = 4$  bits). La correspondencia óptima de los bits codificados y no codificados en constelaciones es distinta en los casos de esquemas 1CBPS o 2CBPS. La representación cartesiana de cada vector se indicará por  $I, Q$  (es decir los componentes en fase y en cuadratura).

### 3.3.3.2.1 Codificación interior y correspondencia binaria para la 8PSK de velocidad 2/3 (2CBPS)

Para la MDP-8 de velocidad 2/3, la codificación interior responde a la representación de la Fig. 3.

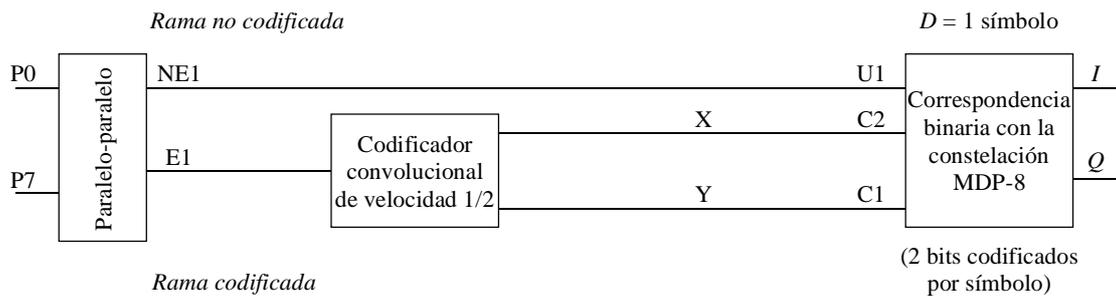
CUADRO 3

Definición de la perforación y del secuenciador de símbolos

Modo	Último símbolo			Primer símbolo		Salida
MDP-4 de velocidad 1/2				Y1	⇒	C2
				X1	⇒	C1
MDP-4 de velocidad 2/3		Y4	X3	Y1	⇒	C2
		Y3	Y2	X1	⇒	C1
MDP-4 de velocidad 3/4			X3	Y1	⇒	C2
			Y2	X1	⇒	C1
MDP-4 de velocidad 5/6		X5	X3	Y1	⇒	C2
		Y4	Y2	X1	⇒	C1
MDP-4 de velocidad 7/8	X7	X5	Y3	Y1	⇒	C2
	Y6	Y4	Y2	X1	⇒	C1
MDP-8 de velocidad 2/3				NE1	⇒	U1
				Y1	⇒	C2
				X1	⇒	C1
MDP-8 de velocidad 5/6			NE2	NE4	⇒	U2
			NE1	NE3	⇒	U1
			Y1	X1	⇒	C1
MDP-8 de velocidad 8/9		NE2	NE4	NE6	⇒	U2
		NE1	NE3	NE5	⇒	U1
		Y2	Y1	X1	⇒	C1
MAQ-16 de velocidad 3/4				NE2	⇒	U2
				NE1	⇒	U1
				Y1	⇒	C2
				X1	⇒	C1
MAQ-16 de velocidad 7/8			NE2	NE4	⇒	U2
			NE1	NE3	⇒	U1
			X3	Y1	⇒	C2
			Y2	X1	⇒	C1

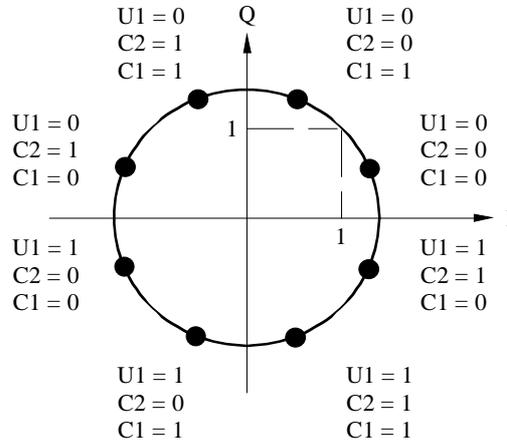
FIGURA 3

Principio de la codificación interior para la MDP-8 de velocidad 2/3 (2CBPS)



Para la velocidad 2/3, la correspondencia binaria con la constelación MDP-8 se ajustará a la representación de la Fig. 4. Si se aplica el factor de normalización  $1/\sqrt{2}$  a los componentes  $I$  y  $Q$ , el promedio de la energía correspondiente por símbolo se hace igual a 1.

FIGURA 4  
Correspondencia binaria con la constelación MDP-8 de velocidad 2/3 (2CBPS)

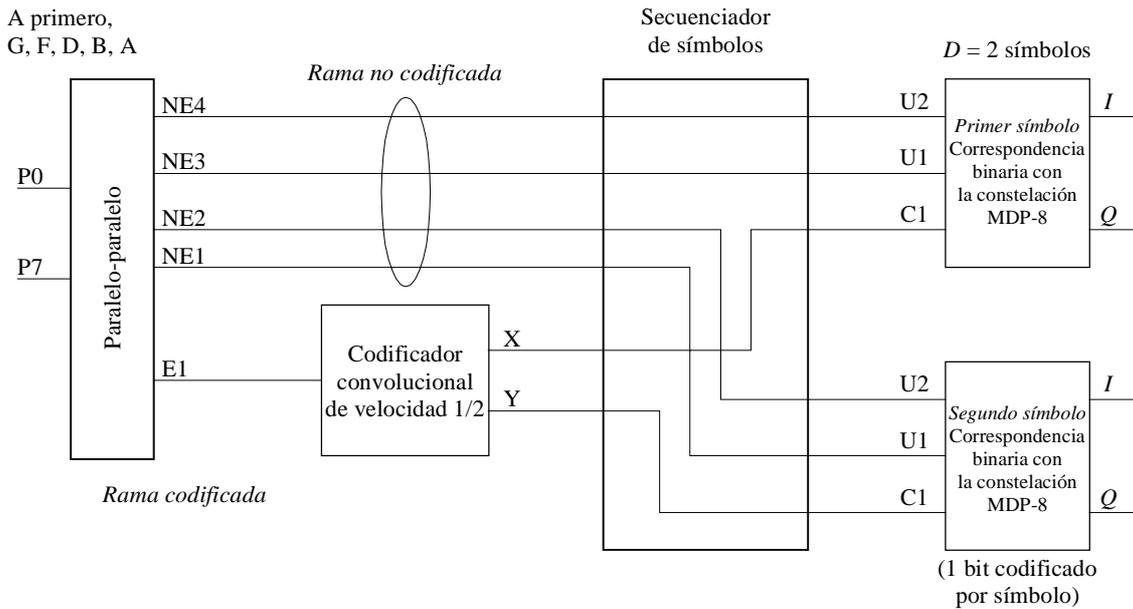


1421-04

3.3.3.2.2 Codificación interior y correspondencia binaria para la MDP-8 de velocidad 5/6 y 8/9 (1CBPS)

Para la MDP-8 de velocidad 5/6, la codificación interior responde a la representación de la Fig. 5.

FIGURA 5  
Principio de la codificación interior para la MDP-8 de velocidad 5/6 (1CBPS)

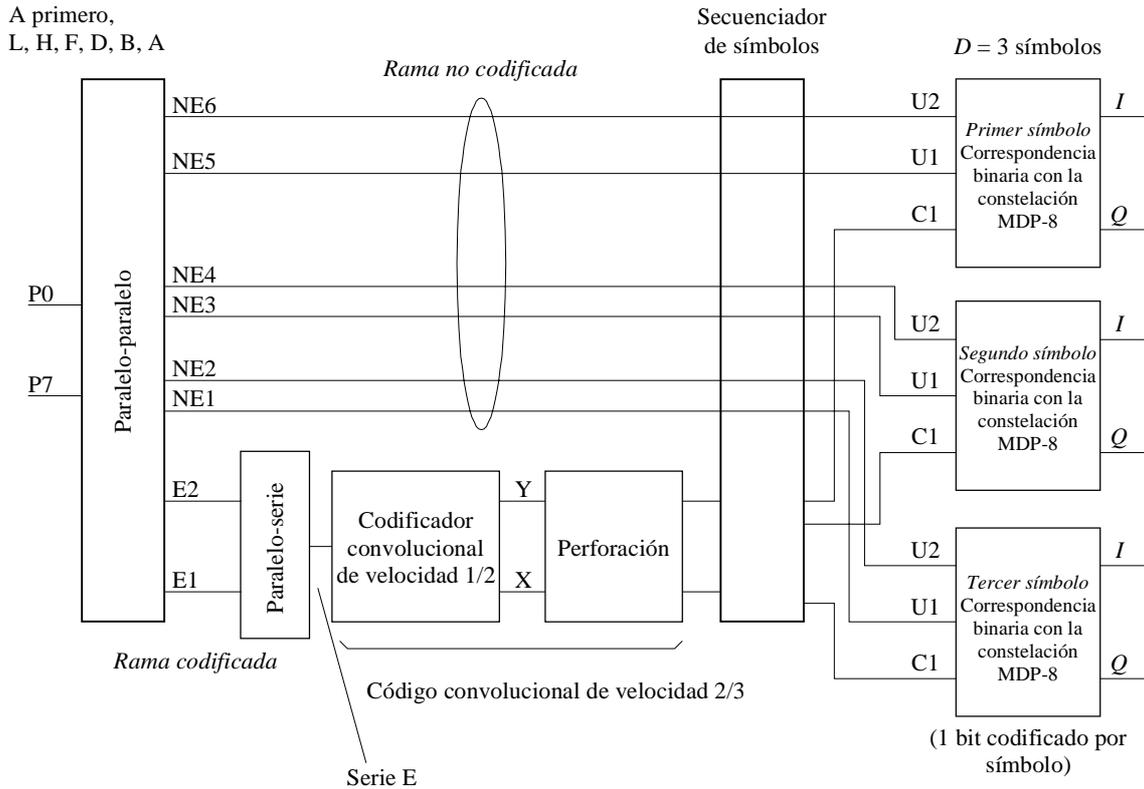


1421-05

Para la MDP-8 de velocidad 8/9, la codificación interior responde a la representación de la Fig. 6.

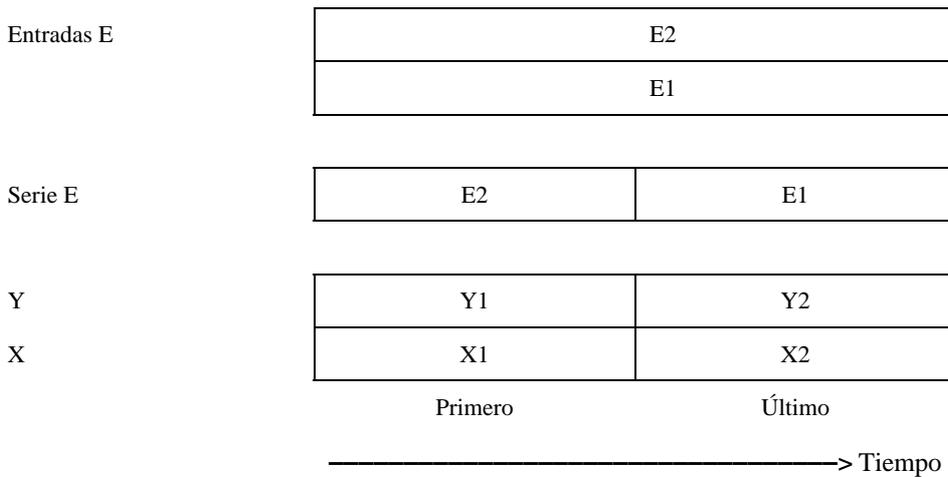
FIGURA 6

Principio de la codificación interior para la MDP-8 de velocidad 8/9 (1CBPS)



1421-06

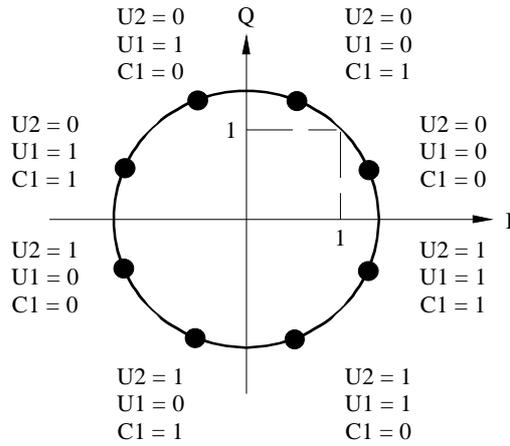
Para la MDP-8P de velocidad 8/9 la temporización del convertidor paralelo-serie y el codificador convolucional siguen el principio esquemático siguiente:



Para las velocidades 5/6 y 8/9, la correspondencia binaria con la constelación MDP-8 se ajustará a la representación de la Fig. 7. Si se aplica el factor de normalización  $1/\sqrt{2}$  a los componentes  $I$  y  $Q$ , el promedio de la energía correspondiente por símbolo se hace igual a 1.

FIGURA 7

Correspondencia binaria con la constelación MDP-8 de velocidades 5/6 y 8/9 (1CBPS)



1421-07

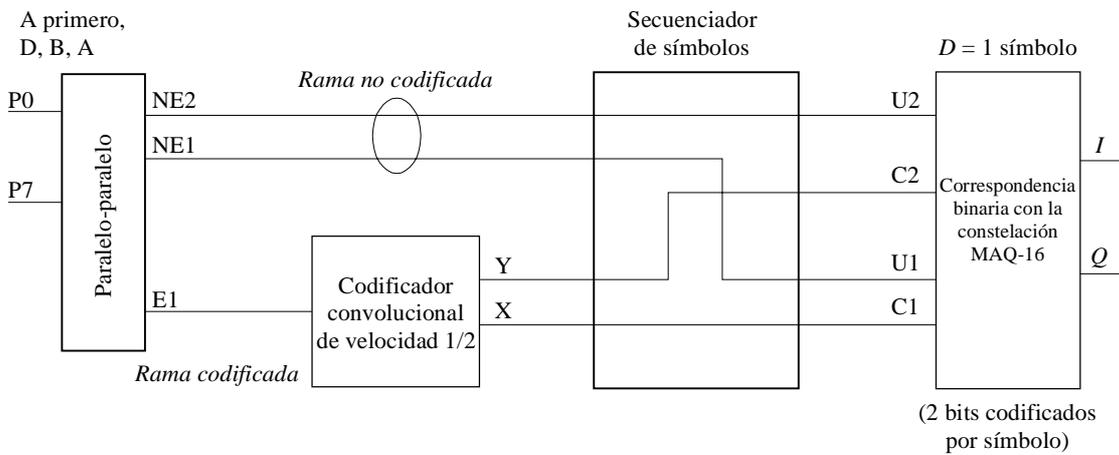
3.3.3.2.3 Codificación interior y correspondencia binaria para la MAQ-16 de velocidades 3/4 y 7/8 (2CBPS)

Los modos MAQ-16 son adecuados para los transpondedores casi lineales.

Para la MAQ-16 de velocidad 3/4 la codificación interior se ajusta al esquema de la Fig. 8.

FIGURA 8

Principio de la codificación interior para la MAQ-16 de velocidad 3/4 (2CBPS)

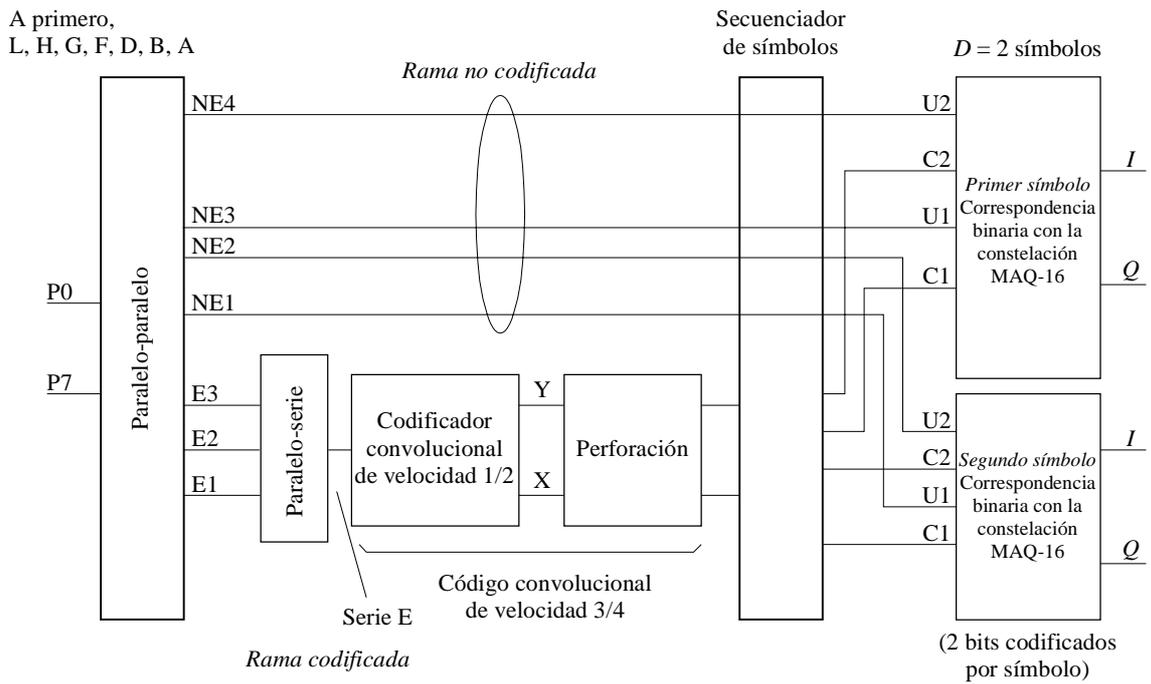


1421-08

Para la MAQ-16 de velocidad 7/8, la codificación interior se ajusta al principio de la Fig. 9.

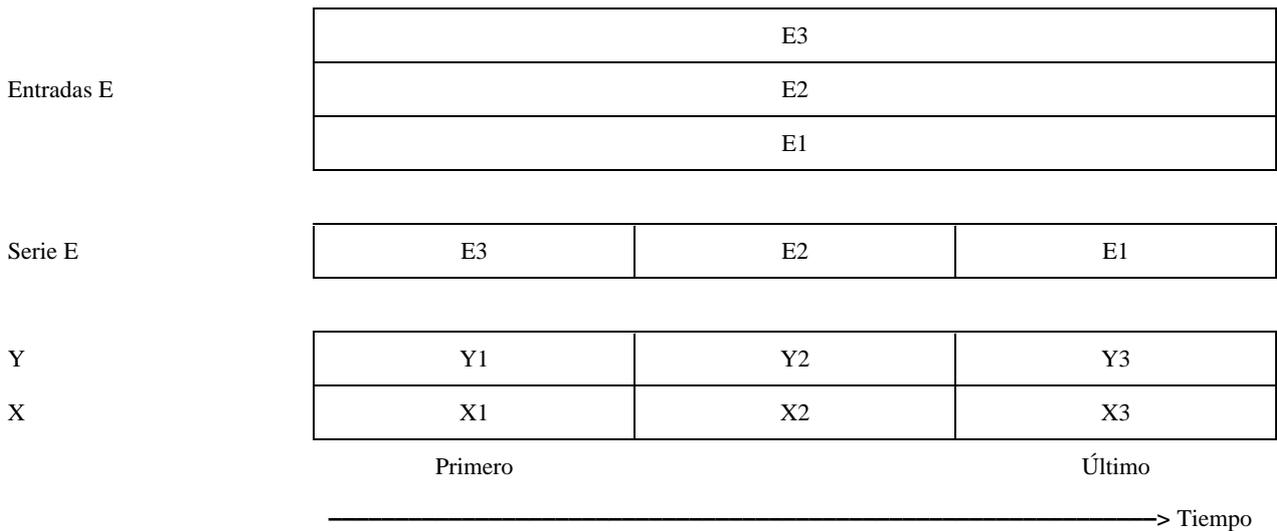
FIGURA 9

Principio de la codificación interior para la MAQ-16 de velocidad 7/8 (2CBPS)



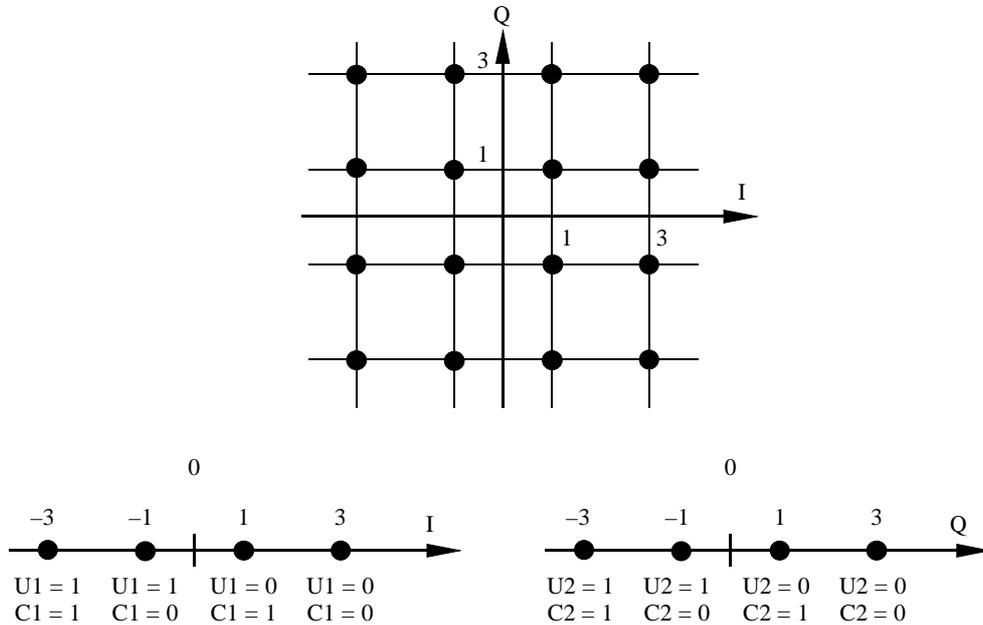
1421-09

Para la MAQ-16 de velocidad 7/8 la temporización del convertidor paralelo-serie y el codificador convolucional siguen el principio esquemático siguiente:



Para las velocidades 3/4 y 7/8, la correspondencia binaria con la constelación MAQ-16 se ajustará a la representación de la Fig. 10. Si se aplica el factor de normalización  $1/\sqrt{2}$  a los componentes  $I$  y  $Q$ , el promedio de la energía correspondiente por símbolo se hace igual a 1.

FIGURA 10  
 Correspondencia binaria con los ejes I y Q para la constelación MAQ-16  
 de velocidades 3/4 y 7/8 (2CBPS)



1421-10

### 3.4 Conformación de la banda de base y modulación en cuadratura

Para la modulación MDP-4, el espectro de la señal a la salida del modulador se ajusta a la Recomendación UIT-R BO.1211 para un factor de caída,  $\alpha = 0,35$ .

Para las modulaciones opcionales MDP-8 y MAQ-16, el espectro de la señal a la salida del modulador se ajusta a la Recomendación UIT-R BO.1211 para un factor de caída,  $\alpha = 0,35$ . Como opción, el espectro de la señal puede corresponder a un factor de caída más estrecho,  $\alpha = 0,25$ .

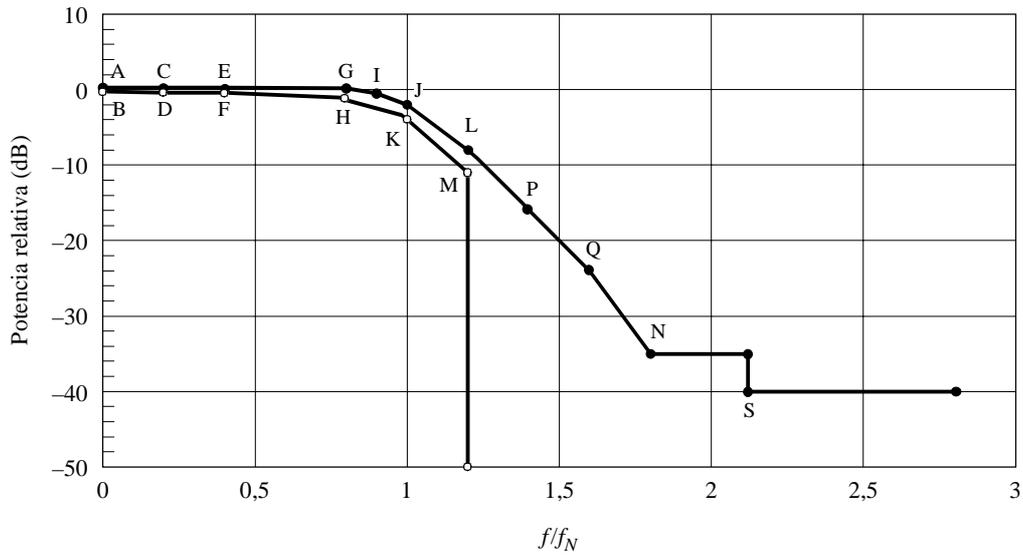
La Fig.11 da el gráfico del espectro de la señal a la salida del modulador para un factor de caída,  $\alpha = 0,35$ .

La Fig. 11 representa también una posible plantilla para la implementación de los circuitos del filtro del modulador de Nyquist. Los puntos A a S de las Figs. 11 y 12 se definen en el Cuadro 4 para factores de caída  $\alpha = 0,35$  y  $\alpha = 0,25$ . La plantilla de la respuesta en frecuencia del filtro se basa en la hipótesis de señales de entrada ideales en delta de Dirac separadas por el periodo de símbolos  $T_s = 1/R_s = 1/2f_N$ , mientras que en el caso de señales de entrada rectangulares, deberá aplicarse a la respuesta del filtro una corrección  $x/\text{sen } x$  adecuada.

La Fig. 12 da la plantilla aplicable al retardo de grupo para la realización física del filtro del modulador de Nyquist.

FIGURA 11

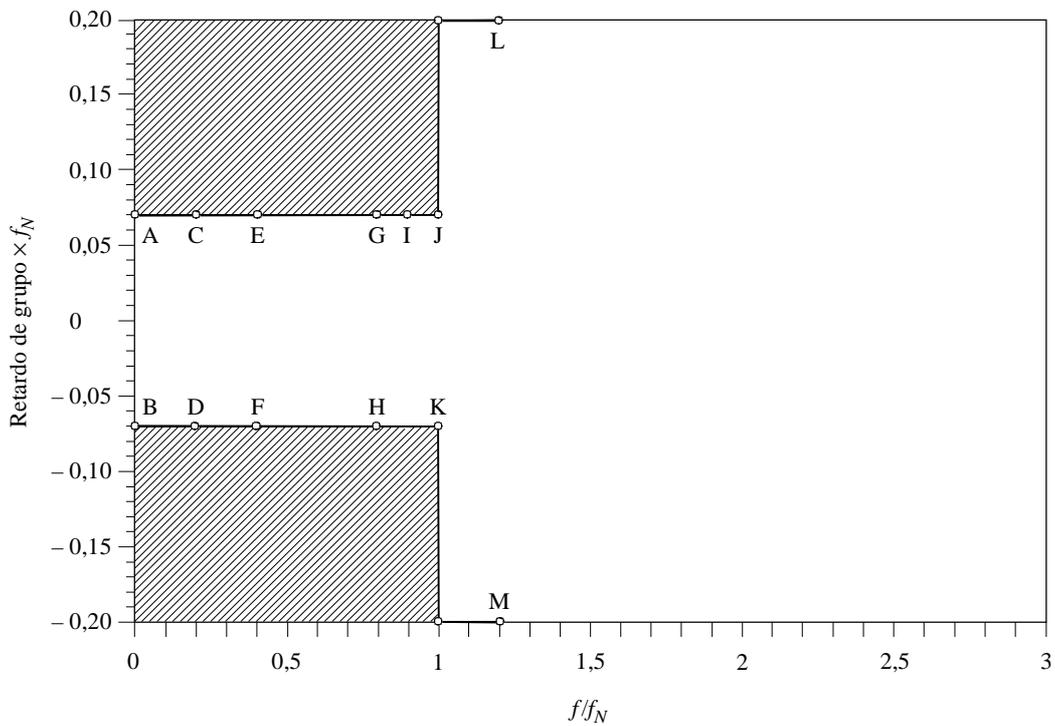
Gráfico de la plantilla del espectro de la señal a la salida del modulador representado en el dominio de la frecuencia de la banda de base (factor de caída,  $\alpha = 0,35$ )



1421-11

FIGURA 12

Gráfico del retardo de grupo del filtro del modulador (factores de caída,  $\alpha = 0,35$  y  $\alpha = 0,25$ )



1421-12

CUADRO 4

Definición de los puntos de las Figs. 11 y 12

Punto	Frecuencia para $\alpha = 0,35$	Frecuencia para $\alpha = 0,25^{(1)}$	Potencia relativa (dB)	Retardo de grupo
A	$0,0 f_N$	$0,0 f_N$	+0,25	$+0,07/f_N$
B	$0,0 f_N$	$0,0 f_N$	-0,25	$-0,07/f_N$
C	$0,2 f_N$	$0,2 f_N$	+0,25	$+0,07/f_N$
D	$0,2 f_N$	$0,2 f_N$	-0,40	$-0,07/f_N$
E	$0,4 f_N$	$0,4 f_N$	+0,25	$+0,07/f_N$
F	$0,4 f_N$	$0,4 f_N$	-0,40	$-0,07/f_N$
G	$0,8 f_N$	$0,86 f_N$	+0,15	$+0,07/f_N$
H	$0,8 f_N$	$0,86 f_N$	-1,10	$-0,07/f_N$
I	$0,9 f_N$	$0,93 f_N$	-0,50	$+0,07/f_N$
J	$1,0 f_N$	$1,0 f_N$	-2,00	$+0,07/f_N$
K	$1,0 f_N$	$1,0 f_N$	-4,00	$-0,07/f_N$
L	$1,2 f_N$	$1,13 f_N$	-8,00	-
M	$1,2 f_N$	$1,13 f_N$	-11,00	-
N	$1,8 f_N$	$1,60 f_N$	-35,00	-
P	$1,4 f_N$	$1,30 f_N$	-16,00	-
Q	$1,6 f_N$	$1,45 f_N$	-24,00	-
S	$2,12 f_N$	$1,83 f_N$	-40,00	-

<sup>(1)</sup> El factor de caída,  $\alpha = 0,25$  es opcional y se aplica únicamente a la MDP-8 y la MAQ-16.

### 3.5 Calidad en cuanto a errores

El módem, conectado en el bucle de FI, cumple los requisitos de calidad en cuanto a BER en función de la relación  $E_b/N_0$  del Cuadro 5.

### 3.6 Configuraciones de transmisión para situaciones de emergencia

El equipo SNG digital preverá al menos una configuración decidida por el usuario para poder atender a situaciones de emergencia.

Esta configuración se seleccionará fácilmente en el equipo.

El Cuadro 6 muestra ejemplos de configuraciones de transmisión para la DVB que pueden utilizarse en situaciones de emergencia.

El Cuadro 7 muestra los parámetros convenidos por el Grupo Interuniones de Operaciones de Satélite (ISOG, *Inter-union Satellite Operations Group*).

CUADRO 5

## Calidad del bucle de FI del sistema

Modulación	Velocidad del código interior	Eficacia espectral (bit/símbolo)	Margen de realización del módem (dB)	$E_b/N_0$ requerida <sup>(1)</sup> para una BER = $2 \times 10^{-4}$ antes de RS QEF <sup>(2)</sup> después de RS (dB)
MDP-4	1/2	0,92	0,8	4,5
	2/3	1,23	0,8	5,0
	3/4	1,38	0,8	5,5
	5/6	1,53	0,8	6,0
	7/8	1,61	0,8	6,4
MDP-8 (opcional)	2/3	1,84	1,0	6,9
	5/6	2,30	1,4	8,9
	8/9 <sup>(3)</sup>	2,46	1,5	9,4
MAQ-16 (opcional)	3/4 <sup>(3)</sup>	2,76	1,5	9,0
	7/8	3,22	2,1	10,7

- (1) Las cifras de  $E_b/N_0$  se refieren a la velocidad binaria útil  $R_u$  (formato de 188 bytes, antes de la codificación RS) (se tiene en cuenta el factor  $10 \log 188/204 =$  aproximadamente 0,36 dB debido al código de salida RS) e incluyen los márgenes de realización del módem. Para la MDP-4, la cifra se obtiene a partir de la Recomendación UIT-R BO.1211. Para la MDP-8 y la MAQ-16, se adoptan los márgenes de realización del módem que aumentan con la eficacia espectral para atender a la mayor sensibilidad asociada a estos esquemas.
- (2) La expresión QEF significa aproximadamente menos de un suceso erróneo no corregido por hora a la entrada del demultiplexor MPEG-2. Pueden definirse otros objetivos de proporción de errores residual para las transmisiones de calidad de contribución. BER de  $2 \times 10^{-4}$  antes de la decodificación RS corresponde aproximadamente a una relación de errores de byte comprendida entre  $7 \times 10^{-4}$  y  $2 \times 10^{-3}$ , dependiendo del esquema de codificación.
- (3) La MDP-8 de velocidad 8/9 es adecuada para transpondedores de satélite próximos a la saturación, mientras que la MAQ-16 de velocidad 3/4 ofrece una mejor eficacia espectral para transpondedores casi lineales en configuración de acceso múltiple por división en frecuencia (AMDF).

CUADRO 6

## Ejemplos de configuraciones de transmisión DVB

Perfil de codificación MPEG 2	Velocidad binaria $R_u$ (después del múltiplex) (Mbit/s)	Modulación	Velocidad de código	Velocidad de símbolos $R_s$ (MBd)	Anchura de banda total $1,35 R_s$ (MHz)
MP@ML	3,0719	MDP-4	3/4	2,222	3,000
MP@ML	4,6078	MDP-4	3/4	3,333	4,500
MP@ML	6,3120	MDP-4	3/4	4,566	6,160
MP@ML	8,2941	MDP-4	3/4	6,000	8,100
MP@ML	8,4480	MDP-4	3/4	6,1113	8,250
4:2:2P@ML	21,5030	MDP-4	7/8	13,3332	18,000

Nota informativa: Para las velocidades binarias y las velocidades de símbolos la precisión típica es de  $\pm 10^{-6}$ .

## CUADRO 7

## Ejemplo de configuración de transmisión ISOG

Nombre de la configuración	Perfil de codificación MPEG-2 <sup>(1)</sup>	Velocidad binaria, $R_u$ <sup>(1)</sup> (después del multiplex) (Mbit/s)	Modulación <sup>(1)</sup>	Velocidad de código <sup>(1)</sup>	Velocidad de símbolos $R_s$ (MBd)	Anchura de banda total $R_s$ (MHz)
MP-SETUP (ISOG)	MP@ML	8,448	MDP-4	3/4	6,1113	8,25

<sup>(1)</sup> Véanse las Recomendaciones UIT-T H.262 y UIT-R BO.1211.

#### 4 Canales de comunicación bidireccional

Continuará estudiándose.

#### APÉNDICE 1

##### AL ANEXO 1 (Informativo)

#### Ejemplos de utilización posible del Sistema

En las configuraciones de portadora única por transpondedor, la velocidad de transmisión de símbolos,  $R_s$ , puede adaptarse a una anchura de banda (BW) determinada de transpondedor (a -3 dB) para lograr la capacidad máxima de transmisión, compatible con la degradación aceptable de la señal debida a las limitaciones de anchura de banda del transpondedor. A fin de tener en cuenta las posibles inestabilidades de índole térmica y de envejecimiento, puede hacerse referencia a la curva de respuesta en frecuencia del transpondedor.

En la configuración de múltiples portadoras MDF, la  $R_s$  puede adaptarse al intervalo de frecuencia (BS) atribuido al servicio por el plan de frecuencias a fin de optimizar la capacidad de transmisión, manteniendo al mismo tiempo la interferencia mutua entre portadoras adyacentes a un nivel aceptable.

El Cuadro 8 da ejemplos de la capacidad máxima de velocidad binaria útil,  $R_u$ , que puede obtenerse en el sistema en función de las anchuras de banda BW o BS. Las cifras para velocidades binarias muy reducidas y muy elevadas pueden no tener interés en aplicaciones específicas. En estos ejemplos, las relaciones  $BW/R_s$  o  $BS/R_s$  son  $\eta = 1 + \alpha = 1,35$ , siendo  $\alpha$  el factor de caída de la modulación. Esta alternativa permite obtener un valor despreciable de la degradación  $E_b/N_0$  debida a las limitaciones de anchura de banda del transpondedor, así como a la interferencia de canal adyacente en un canal lineal. Pueden lograrse velocidades binarias superiores con el factor de caída menor de  $\alpha = 0,25$  (opcional para la MDP-8 y la MAQ-16) y con  $BW/R_s$  o  $BS/R_s$  igual a  $\eta = 1 + \alpha = 1,25$ .

El Cuadro 9 examina posibles ejemplos de utilización del sistema en la configuración de portadora única por transpondedor. Se ofrecen distintas modulaciones y velocidades de codificación interior con las velocidades binarias pertinentes. Conforme a las aplicaciones prácticas típicas, se considera que una relación  $BW/R_s$  igual a 1,31 ofrece una eficacia espectral ligeramente mejor que la de los ejemplos del Cuadro 8 para los mismos esquemas de modulación y codificación. La anchura de banda del transpondedor considerada de 36 MHz es suficientemente amplia para permitir las transmisiones en un sólo canal por portadora (SCPC) de gran calidad 4:2:2P@ML, así como las transmisiones de múltiples canales por portadora (MCPC) MP@ML y 4:2:2P@ML.

CUADRO 8

**Ejemplos de velocidades binarias máximas en función de la anchura de banda del transpondedor (BW) o del intervalo de frecuencia (BS), para  $BW/R_s$  o  $BS/R_s = \eta = 1,35$**

BW o BS (MHz)	$R_s = BW/1,35$ (MBd) <sup>(1)</sup>	$R_u$ (Mbit/s) <sup>(2)</sup>									
		MDP-4					MDP-8			MAQ-16	
		Velocidad 1/2	Velocidad 2/3	Velocidad 3/4	Velocidad 5/6	Velocidad 7/8	Velocidad 2/3	Velocidad 5/6	Velocidad 8/9 <sup>(3)</sup>	Velocidad 3/4	Velocidad 7/8
72	53,333	49,1503	65,5338	73,7255	81,9172	86,0131	98,3007	122,876	131,068	147,451	172,026
54	40,000	36,8627	49,1503	55,2941	61,4379	64,5098	73,7255	92,1568	98,3007	110,588	129,020
46	34,074	31,4016	41,8688	47,1024	52,3360	54,9528	62,8032	78,5040	83,7376	94,2047	109,906
41	30,370	27,9884	37,3178	41,9826	46,6473	48,9797	55,9768	69,971	74,6357	83,9651	97,9593
36	26,666	24,5752	32,7669	36,8627	40,9586	43,0065	49,1503	61,4379	65,5338	73,725	86,0131
33	24,444	22,5272	30,0363	33,7908	37,5454	39,4227	45,0545	56,3181	60,0726	67,5817	78,8453
30	22,222	20,4793	27,3057	30,7190	34,1322	35,8388	40,9586	51,1983	54,6115	61,4379	71,6776
27	20,000	18,4314	24,5752	27,6471	30,7190	32,2549	36,8627	46,0784	49,1503	55,2941	64,5098
18	13,333	12,2876	16,3834	18,4314	20,4793	21,5033	24,5752	30,7190	32,7669	36,8627	43,0065
15	11,111	10,2397	13,6529	15,3595	17,0661	17,9194	24,5752	25,5991	27,3057	30,7190	35,8388
12	8,888	8,1917	10,9223	12,2876	13,6529	14,3355	16,3834	20,4793	21,8446	24,5752	28,6710
9	6,666	6,1438	8,1917	9,2157	10,2397	10,7516	12,2876	15,3595	16,3834	18,4314	21,5033
6	4,444	4,0959	5,4611	6,1438	6,8264	7,1678	8,1917	10,2396	10,9223	12,2876	14,3355
4,5	3,333	3,0719	4,0959	4,6078	5,1198	5,3758	6,1438	7,6797	8,1917	9,2157	10,7516
3	2,222	2,0480	2,7306	3,0719	3,4132	3,5839	4,096	5,1198	5,4611	6,1438	7,1678
1,5	1,111	1,0240	1,3653	1,5359	1,7066	1,7919	2,048	2,5599	2,7306	3,0719	3,5839

- (1) Pueden adoptarse relaciones  $BW/R_s$  o  $BS/R_s$  distintas de  $1 + \alpha$  para diferentes requisitos de servicio. Por ejemplo, la configuración MP (véase el § 3.6) puede transmitirse en un intervalo de frecuencia de 9 MHz con un margen de anchura de banda de 750 kHz. La adopción de valores de  $BS/R_s$  significativamente inferiores a  $1 + \alpha$  (por ejemplo,  $BS/R_s = 1,21$  asociado a  $\alpha = 0,35$ ), para mejorar la explotación del espectro debe estudiarse minuciosamente en cada caso, pues pueden producirse degradaciones intensas de la calidad debidas a limitaciones de anchura de banda y/o interferencia de canal adyacente, especialmente con las modulaciones MDP-8 y MAQ-16 y con velocidades de codificación elevadas (por ejemplo, 5/6 ó 7/8).
- (2)  $R_u$  es la velocidad binaria útil (formato de 188 bytes) después del múltiplex MPEG-2.  $R_s$  (velocidad de símbolos) corresponde a la anchura de banda en -3 dB de la señal modulada.  $R_s(1 + \alpha)$  corresponde a la anchura de banda total teórica de la señal después del modulador.
- (3) La MDP-8 de velocidad 8/9 es adecuada para transpondedores de satélite que funcionan cerca de la saturación, mientras que la MAQ-16 de velocidad 3/4 ofrece una mejor eficacia espectral para transpondedores casi lineales, en configuración AMDF.

CUADRO 9

**Ejemplos de configuraciones del sistema por satélite: una sola portadora por transpondedor**

Anchura de banda del satélite (a -3 dB)	Modo del sistema	Velocidad de símbolos, $R_s$ (MBd)	Velocidad binaria, $R_u$ (después del múltiplex) (Mbit/s)	$E_b/N_0$ <sup>(1)</sup> (especificación) (dB)
36	MDP-4 de velocidad 3/4	27,500	38,015	5,5
36	MDP-8 de velocidad 2/3	27,500	50,686	6,9

(1) Los valores de  $E_b/N_0$  se refieren a la especificación del bucle de FI para la situación QEF (véase el § 5). Deben evaluarse en cada caso las degradaciones de la calidad de tipo total lineal, no lineal y de interferencia a través del satélite; los valores típicos son del orden de 0,5 a 1,5 dB.

Las modulaciones de envolvente casi constante tales como las MDP-4 y MDP-8 son eficaces en cuanto a potencia en la configuración de portadora única por transpondedor, pues pueden funcionar con transpondedores próximos a la saturación. A la inversa, la MAQ-16 no es eficaz en términos de potencia, pues sólo puede funcionar con transpondedores casi lineales (es decir, con una gran reducción de la potencia de salida (OBO, *output-back-off*). La utilización de un valor pequeño del factor de caída  $\alpha = 0,25$  con la MDP-8 puede producir una degradación no lineal superior por el satélite.

El Cuadro 10 examina posibles ejemplos de la utilización del sistema en configuración de portadora múltiple MDF y en modo SCPC. Se ofrecen distintas modulaciones y modos de codificación con las velocidades binarias pertinentes.

CUADRO 10

**Ejemplos de configuraciones del sistema por satélite: transmisiones de portadoras múltiples MDF, modo SCPC**

Anchura de banda del satélite (MHz)	Anchura del intervalo (BS) (MHz)	Número de intervalos en la anchura de banda	Codificación vídeo	Modo del sistema	Velocidad de símbolos (MBd)	BS/R <sub>s</sub> (Hz/Bd)	Velocidad binaria R <sub>u</sub> (Mbit/s)	E <sub>b</sub> /N <sub>0</sub> <sup>(1)</sup> (especificación) (dB)
36	9	4	MP@ML	MDP-4, de velocidad 3/4	6,1113	1,47	8,4480	5,5
36	18	2	4:2:2P@ML	MDP-4, de velocidad 7/8	13,3332	1,35	21,5030	6,4
36	12	3	4:2:2P@ML	MDP-8, de velocidad 5/6	9,3332	1,28	21,5030	8,9
36	9	4	4:2:2P@ML	MAQ-16, de velocidad 7/8	6,6666	1,35	21,5030	10,7
72	18	4	4:2:2P@ML	MDP-4, de velocidad 7/8	13,3332	1,35	21,5030	6,4

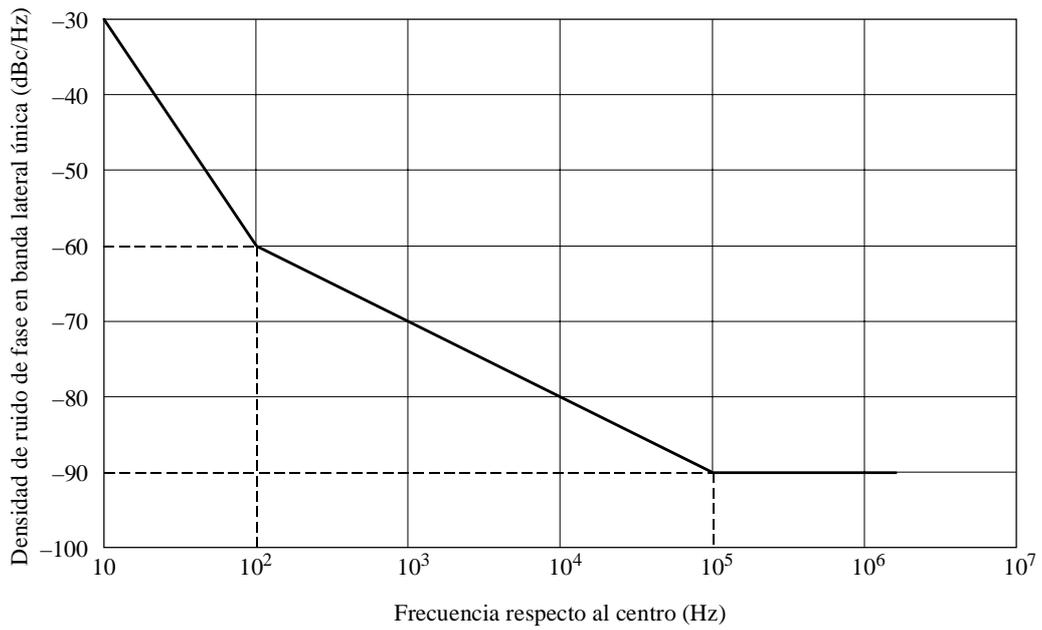
<sup>(1)</sup> Los valores de E<sub>b</sub>/N<sub>0</sub> se refieren a la especificación del bucle del FI para situación QEF (véase el § 5). Las degradaciones de la calidad de tipo total lineal, no lineal y de interferencia a través del satélite deben evaluarse en cada caso; los valores típicos son del orden de 0,5 a 1,5 dB.

En la configuración MDF, el transpondedor de satélite debe ser casi lineal (es decir, con una OBO, grande) para evitar la interferencia excesiva de intermodulación entre señales. Por tanto, puede utilizarse la MAQ-16.

El sistema, cuando funciona en los modos MDP-8 y MAQ-16, es más sensible al ruido de fase que en los modos MDP-4. La Fig. 13 muestra un ejemplo de curva de ruido de fase de transmisión para portadoras con velocidades de información menores de < 2048 Mbit/s, tomada de la especificación INTELSAT IESS-310 para modulaciones MDP-8 con codificación de retícula pragmática.

FIGURA 13

Ejemplo de curva de ruido de fase en banda lateral única continua (para portadoras con velocidades de información inferiores o iguales a 2 048 Mbit/s)



1421-13

NOTA 1 – Los diseñadores de equipo deben tener en cuenta los requisitos en cuanto a ruido de fase total del sistema que se produce en el modulador, en los convertidores elevadores o reductores, en el satélite y en los osciladores del receptor.

\_\_\_\_\_