

RECOMENDACIÓN UIT-R SM.326-7*

DETERMINACIÓN Y MEDICIÓN DE LA POTENCIA DE MODULACIÓN DE AMPLITUD DE LOS TRANSMISORES RADIOELÉCTRICOS

(1951-1959-1963-1966-1974-1978-1982-1986-1990-1998)

Alcance

En esta Recomendación se facilitan métodos y consideraciones generales para la determinación y medición de la potencia de modulación de amplitud de los transmisores radioeléctricos de un transmisor radioeléctrico, así como para el cálculo utilizando los factores de conversión entre la potencia en la cresta de la envolvente, la potencia media y la potencia de portadora de un transmisor radioeléctrico.

Palabras clave

Transmisores de radiocomunicación de MA, medición de la potencia de MA, de la potencia de MA

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que el Artículo 1 del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) contiene definiciones de diferentes expresiones de la potencia;
- b) que en el Artículo 1, número 1.156, del RR se estipula que, siempre que se haga referencia a la potencia de un transmisor radioeléctrico, se exprese, según la clase de emisión, utilizando los símbolos arbitrarios indicados en una de estas formas:
- potencia en la cresta de la envolvente (PX o pX);
 - potencia media (PY o pY);
 - potencia de la portadora (PZ o pZ);

pero que el valor de una sola de estas potencias no es un dato suficiente más que para ciertas clases de emisión y para ciertas aplicaciones, siendo en muchos casos conveniente expresar la potencia del transmisor en otras formas (véase el Apéndice 1 al RR).

En las fórmulas, el símbolo p denota potencia expresada en vatios y P denota potencia expresada en decibelios con relación a un nivel de referencia;

- c) que, sólo en condiciones de funcionamiento definidas con precisión, se puede medir directamente cada una de esas potencias, o calcular el valor de una de ellas a partir de los resultados de la medición de otra;
- d) que en la Recomendación UIT-R SM.329 se definen los límites y métodos de medición de emisiones no deseadas en el dominio no esencial,

recomienda

1 que la determinación y la medición de la potencia de un transmisor radioeléctrico con modulación de amplitud se efectúen teniendo en cuenta las consideraciones siguientes y aplicando los métodos que figuran a continuación:

1.1 Consideraciones generales

En los transmisores de modulación de amplitud, no siempre es posible medir directamente la potencia en la cresta de la envolvente. En un transmisor ideal, perfectamente lineal, esta potencia puede calcularse teóricamente a partir de los resultados de una medición de la potencia media de la emisión modulada o de la potencia de la onda portadora; pero la diferencia entre el valor real de la potencia en la cresta de la envolvente y el valor calculado de este modo depende, en primer lugar, del grado de no linealidad del transmisor real.

Además, la coincidencia de los valores medidos de la relación entre la potencia media y la potencia de la onda portadora con los valores teóricos, no es un criterio seguro de la linealidad del transmisor debido a las distorsiones que pueden, en función del nivel de entrada, aumentar linealmente la potencia media sin aumentar proporcionalmente la potencia en la cresta de la envolvente.

* La Comisión de Estudio 1 de Radiocomunicaciones introdujo algunas modificaciones redaccionales en esta Recomendación en 2017 y 2019, de conformidad con la Resolución UIT-R 1.

La potencia en la cresta de la envolvente de un transmisor de doble banda lateral y portadora completa (A2A, A2B, A3C o A3E) que fuese perfectamente lineal y estuviese modulado al 100%, sería cuatro veces mayor que la potencia de la onda portadora. Pero todo transmisor presenta cierta falta de linealidad y este defecto produce una distorsión de la señal, así como un aumento de las emisiones fuera de banda. Para limitar la importancia de esos efectos indeseables, hay que limitar la potencia en la cresta de la envolvente a un valor útil, lo que equivale, en un transmisor de doble banda lateral y portadora completa, a limitar el índice de modulación útil a un valor inferior a 100%.

La potencia en la cresta de la envolvente está limitada por la distorsión de intermodulación aceptable. El método recomendado para definir y medir esta potencia en los transmisores de banda lateral única o de bandas laterales independientes (emisiones R3E, B8E, etc.) se describe más adelante. El mismo método puede también aplicarse a los transmisores de doble banda lateral (emisiones A3E).

1.2 Intermodulación

1.2.1 Principio de las mediciones de distorsión de intermodulación

La imperfección de la linealidad de los transmisores radioeléctricos de modulación de amplitud puede expresarse en función del nivel de los productos de intermodulación. Es cómodo, para determinar este nivel, medir por separado la amplitud de cada una de las oscilaciones de intermodulación resultantes de la aplicación, a la entrada del transmisor, de dos oscilaciones periódicas sinusoidales moduladoras de frecuencias f_1 y f_2 .

Para dos oscilaciones sinusoidales moduladoras de frecuencias f_1 y f_2 , la frecuencia de la oscilación de intermodulación, a la salida del transmisor, viene dada por la fórmula:

$$F = p(F_0 \pm f_1) \pm q(F_0 \pm f_2) \text{ siendo } p, q = 1, 2, 3, \text{ etc.} \quad (1)$$

donde:

F_0 : frecuencia portadora

f_1 y f_2 : frecuencias de las oscilaciones moduladoras.

El signo positivo entre los dos términos de esta suma corresponde a oscilaciones de frecuencia muy elevada y, en general, de muy poca amplitud; este caso ofrece poco interés para la presente Recomendación.

1.2.2 Elección de las frecuencias de las oscilaciones moduladoras

Para medir la amplitud de los productos de intermodulación, es conveniente utilizar oscilaciones moduladoras cuyas frecuencias estén cerca de los límites de la banda de paso de audiofrecuencia. La banda de paso de audiofrecuencia que hay que considerar aquí es la banda de frecuencias a la entrada del transmisor que corresponde, a la salida, a la totalidad de una banda lateral de la emisión.

Los armónicos y las componentes de intermodulación, sobre todo de orden par, pueden tener su origen en el equipo de baja frecuencia a la entrada del transmisor, o durante el proceso de modulación. Para evitar coincidencias o interferencias a la salida del transmisor entre éstos y las componentes de intermodulación de tercero y quinto orden que han de medirse, deben elegirse cuidadosamente las frecuencias de modulación.

Debe evitarse que las frecuencias de modulación f_1 y f_2 estén en relación armónica y que la relación f_1/f_2 tome un valor próximo a uno cualquiera de los valores $2/3$, $2/5$, $2/7$, $3/4$, $3/5$, $3/7$ y $4/5$. En lo que concierne a esta última condición, se admite que en la mayor parte de los casos prácticos pueden despreciarse las componentes de intermodulación de orden superior al quinto.

Para una banda de paso de audiofrecuencia comprendida entre 300 y 3 000 Hz, puede tomarse, por ejemplo, para f_1 un valor próximo a 700 ó 1 100 Hz, y para f_2 un valor próximo a 1 700 ó 2 500 Hz, lo que responde a la condición arriba mencionada.

1.2.3 Nivel de intermodulación admisible

En la Recomendación UIT-R SM.329 se definen límites y métodos de medición de emisiones no deseadas en el dominio no esencial, mientras que a continuación se consideran los límites de productos de intermodulación como las que típicamente permiten la transmisión de la señal con calidad satisfactoria así como la medición de la potencia en la cresta de la envolvente con el método descrito en el § 1.3.

El nivel de intermodulación considerado aquí se mide por la relación, generalmente en decibelios, entre la potencia de la componente de intermodulación de radiofrecuencia $p(F_0 \pm f_1) - q(F_0 \pm f_2)$ que tenga la potencia más elevada, y la potencia de la componente fundamental de radiofrecuencia $(F_0 \pm f_1$ o $F_0 \pm f_2)$ producida por cualquiera de las dos oscilaciones moduladoras de frecuencias f_1 y f_2 aplicadas simultáneamente a la entrada del transmisor, cuyas amplitudes se han ajustado como se ha indicado anteriormente (§ 1.2.1, segundo párrafo).

El nivel de intermodulación que puede considerarse admisible, depende de la clase de emisión y del servicio al que se destina el transmisor. Desde ese punto de vista, pueden considerarse tres categorías principales de emisiones:

Primera categoría

- Emisiones radiotelefónicas monocanales, de banda lateral única (R3E, J3E, H3E), empleadas sin dispositivo de secreto.

Para estas clases de emisión la mayor parte de la energía de la señal moduladora se concentra en la parte del espectro que contiene frecuencias audibles relativamente bajas. Si después de la modulación, las componentes de gran energía siguen próximas en frecuencia a la portadora, pueden admitirse niveles de intermodulación relativamente elevados sin aumento importante de las radiaciones fuera de banda, ni distorsión notable.

Para el nivel de intermodulación admisible puede tomarse un valor inferior o igual a -25 dB.

Si una emisión de la misma clase se emplea con un dispositivo de secreto que pueda transponer las componentes de gran energía a una posición cualquiera de la banda necesaria, deja ya de cumplirse la condición anterior y hay que transferir la emisión a la segunda categoría.

Segunda categoría

- Emisiones radiotelefónicas de bandas laterales independientes (B8E).
- Emisiones de telegrafía armónica multicanal (R7B y B7B).
- Emisiones múltiplex de bandas laterales independientes (B7W).
- Emisiones radiotelefónicas monocanales, de doble banda lateral o banda lateral única (A3E, R3E, J3E, H3E), empleadas con un dispositivo de secreto.

Para estas clases de emisión, los productos de intermodulación producen interferencias indeseables entre canales o emisiones fuera de banda. Su nivel ha de limitarse más rigurosamente.

El nivel de intermodulación admisible puede ser inferior o igual a -35 dB.

Tercera categoría

- Emisiones de modulación de amplitud de doble banda lateral.

La potencia en la cresta de la envolvente de los transmisores de doble banda lateral pueden también medirse por el método recomendado en el § 1.3. Éste es esencialmente útil para determinar las emisiones fuera de banda del transmisor.

Algunas administraciones prefieren emplear el método de medición de distorsión armónica con una sola oscilación sinusoidal moduladora. En condiciones de funcionamiento aceptables, el índice de modulación no excede generalmente del 90%.

1.3 Método de medida de la potencia en la cresta de la envolvente

De las consideraciones expuestas se desprende que, debido a la imperfecta linealidad de los transmisores modulados en amplitud, la medición de la potencia en la cresta de la envolvente debe tener en cuenta el nivel de intermodulación admitido para el transmisor considerado y que, aplicando métodos diferentes de medida, pueden obtenerse resultados divergentes.

Es, pues, conveniente adoptar un método de medida único, lo más simple y seguro posible.

Se recomienda el método de medición siguiente:

1.3.1 Transmisores de modulación de amplitud de banda lateral única o de bandas laterales independientes con portadora reducida o suprimida

1.3.1.1 Se conecta la salida del transmisor a la línea de alimentación de la antena o a una carga de prueba con la adecuada impedancia terminal.

Debe medirse la potencia media. Para ello puede utilizarse cualquier aparato que sirva para medir la potencia media de una oscilación sinusoidal de radiofrecuencia de amplitud constante.

1.3.1.2 Se acoplan a la carga terminal un dispositivo de medida selectivo por ejemplo, un voltímetro selectivo de radiofrecuencia o un analizador de espectro, y un aparato que responda a la amplitud de cresta de la señal modulada, por ejemplo, un osciloscopio.

El dispositivo de medida selectivo se emplea para medir las amplitudes relativas de las componentes espectrales de la señal de radiofrecuencia. El valor de cresta de esta señal se determina mediante el indicador de cresta.

1.3.1.3 El conmutador de control de la portadora o el atenuador del transmisor se ajusta en la posición que corresponda al nivel necesario de la portadora.

De preferencia, este nivel será el siguiente:

- para la emisión con portadora suprimida: –40 dB o menor;
- para la emisión con portadora reducida: entre –16 dB y –26 dB;
- para la emisión con portadora completa: –6 dB,

con relación al nivel de la oscilación sinusoidal de referencia. Este nivel (0 dB) se denomina nivel de referencia.

1.3.1.4 La lectura del indicador de cresta correspondiente al nivel de referencia se determina inicialmente ajustando a 0 dB el conmutador de control de la portadora o el atenuador del transmisor (véase la Nota 1).

NOTA 1 – Este procedimiento de medición se aplica a los equipos provistos de un conmutador de control de la portadora. Si el equipo no tiene este conmutador, o si el conmutador no permite obtener un ajuste a 0 dB, el procedimiento sigue siendo válido si se conoce la atenuación de la portadora con respecto al nivel de referencia y se hacen los oportunos ajustes.

1.3.1.5 Una vez conocida la lectura correspondiente al nivel de referencia y ajustando el conmutador de control de la portadora en la posición indicada en el § 1.3.1.3 se modula el transmisor con dos oscilaciones sinusoidales cuya frecuencia se elige como se indica en el § 1.2.2.

1.3.1.6 Los niveles de entrada de ambas oscilaciones moduladoras se ajustan de modo que, a la salida:

- las oscilaciones de radiofrecuencia correspondientes a la señal de modulación tengan componentes fundamentales de igual amplitud y, simultáneamente,
- la lectura del indicador de cresta producida por la señal de radiofrecuencia compuesta sea igual a la lectura correspondiente a la de la oscilación de referencia, obtenida como se indica en el § 1.3.1.4.

1.3.1.7 A continuación se ajusta el nivel de la señal completa, incluida la portadora, de modo que la mayor componente de intermodulación, medida con el dispositivo selectivo, alcance a la salida el nivel de intermodulación admisible que se define en el § 1.2.3.

1.3.1.8 Se anota la lectura del indicador de cresta producida por la señal mencionada en el § 1.3.1.7.

1.3.1.9 Este último instrumento se calibra, en función de la potencia en la cresta de la envolvente, mediante una sola oscilación sinusoidal.

Puede procederse del siguiente modo:

- sustituyendo las dos oscilaciones de modulación por una sola y suprimiendo la portadora, o, si esto no es posible,
- suprimiendo las dos oscilaciones y aumentando el nivel de la portadora. El nivel de entrada de modulación o el nivel de la portadora, según el caso, se ajusta para obtener una lectura arbitraria del indicador de cresta, lectura que, para obtener en la medida una precisión global óptima, de preferencia será igual a la obtenida en el § 1.3.1.8.

Se anota la lectura y se mide la correspondiente potencia media.

1.3.1.10 La potencia en la cresta de la envolvente se calcula mediante la fórmula:

$$\text{Potencia en la cresta de la envolvente} = \text{potencia media} \times \left[\frac{\text{Lectura obtenida en el § 1.3.1.8}}{\text{Lectura obtenida en el § 1.3.1.9}} \right]^2 \quad (2)$$

1.3.2 Transmisores de modulación de amplitud de doble banda lateral o de banda lateral única con portadora completa

Si el transmisor puede funcionar también con portadora suprimida o reducida y está provisto de un conmutador de control de la portadora, es preferible seguir el mismo procedimiento que se señala en el § 1.3.1.

Si el transmisor sólo puede funcionar con portadora completa, la medición se efectúa como sigue:

1.3.2.1 Igual que en el § 1.3.1.

1.3.2.2 Igual que en el § 1.3.1.

1.3.2.3 El transmisor se modula con dos oscilaciones sinusoidales cuya frecuencia se elige como se indica en el § 1.2.2.

1.3.2.4 Los niveles de entrada de las dos oscilaciones de modulación se ajustan de modo que, a la salida:

- las oscilaciones de radiofrecuencia correspondientes a la señal de modulación tengan componentes fundamentales de igual amplitud y, simultáneamente,
- el nivel de la mayor componente de intermodulación medido con el dispositivo selectivo, alcance el nivel de intermodulación admisible que se define en el § 1.2.3.

1.3.2.5 Se anota la lectura del indicador de cresta producida por la señal mencionada en el § 1.3.2.4.

1.3.2.6 A continuación se suprime la señal moduladora, se mide la potencia de la portadora y se anota la correspondiente lectura del indicador de cresta.

1.3.2.7 Se calcula la potencia en la cresta de la envolvente mediante la fórmula:

$$\text{Potencia en la cresta de la envolvente} = \text{potencia de portadora} \times \left[\frac{\text{Lectura obtenida en el § 1.3.2.5 con dos oscilaciones}}{\text{Lectura obtenida en el § 1.3.2.6 correspondiente a la amplitud de la portadora}} \right]^2 \quad (3)$$

NOTA 1 – En el Doc. [CCIR, 1970-74] se describe un método para medir la potencia en la cresta de la envolvente de los transmisores, utilizando los factores de conversión que figuran en el Cuadro 1 de esta Recomendación. Este método sólo es rigurosamente válido en el caso ideal de distorsión de intermodulación insignificante, pero también puede utilizarse para obtener resultados con un error aproximadamente inferior al 5% en el caso de transmisores con niveles de intermodulación de -40 dB o inferiores con relación al nivel de cualquier componente fundamental de la señal de radiofrecuencia.

2 que las relaciones entre la potencia en la cresta de la envolvente, la potencia media y la potencia de la onda portadora de un transmisor radioeléctrico se calculen valiéndose de los factores de conversión que figuran en el Anexo 1.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Documentos del ex CCIR

[1970-74]: 1/116 (Canadá).

ANEXO 1

Factores de conversión entre la potencia en la cresta de la envolvente, la potencia media y la potencia de la onda portadora de un transmisor radioeléctrico

Estos factores de conversión se han calculado a base de ciertas hipótesis que se exponen en las notas explicativas del § 3 del presente Anexo.

1 Factores de conversión a partir de la potencia en la cresta de la envolvente

1.1 El Cuadro 1 da los factores de conversión aplicables cuando se toma como unidad la potencia en la cresta de la envolvente.

1.2 En la columna 5 se dan los valores teóricos de la potencia media, que se obtendrían en el caso de modulación de amplitud con transmisores lineales. En la práctica, la imperfecta linealidad del transmisor y otras causas pueden aumentar la potencia media por encima de los valores indicados en el Cuadro 1.

1.3 Como el factor de conversión depende de la señal moduladora, se han elegido uno o varios ejemplos, mencionados en la columna 2, para determinar los factores de conversión indicados en la columna 5.

1.4 Del mismo modo, en la columna 4 se dan los valores teóricos de la potencia de la portadora en condiciones determinadas de ausencia de modulación descritas en la columna 3 y elegidas de forma que esta potencia de la portadora sea fácilmente medible.

1.5 Salvo indicación contraria, la expresión «oscilación sinusoidal» se emplea en esta Recomendación en el sentido de «oscilación periódica sinusoidal de audiofrecuencia».

CUADRO 1

Clase de emisión	Señal moduladora	Condición de ausencia de modulación	Factor de conversión	
			Potencia de la portadora	Potencia media
			Potencia en la cresta de la envolvente	Potencia en la cresta de la envolvente
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>Modulación de amplitud</i> <i>Doble banda lateral</i> A1A, A1B Telegrafía sin modulación por una oscilación periódica	Serie de puntos rectangulares; señales de trabajo y de reposo alternadas y de igual duración; ninguna emisión durante los periodos de reposo (Nota 1)	Emisión continua	1	0,500 (-3,0 dB) (Nota 1)
D2A, D2B Telegrafía con manipulación por interrupción de una portadora modulada en frecuencia por una oscilación periódica de baja frecuencia	Serie de puntos rectangulares; señales de trabajo y de reposo alternadas y de igual duración; una sola oscilación sinusoidal que modula a la portadora principal; ninguna emisión durante los periodos de reposo (Nota 1)	Emisión continua	1	0,500 (-3,0 dB) (Nota 1)
A2A, A2B Telegrafía con manipulación por interrupción de una o varias oscilaciones periódicas de baja frecuencia que modulan a la portadora en amplitud o con manipulación de la portadora modulada por esas oscilaciones (véase el Cuadro 2)	Serie de puntos rectangulares; señales de trabajo y de reposo alternadas y de igual duración; una sola oscilación sinusoidal que modula a la portadora al 100% a) Manipulación de la oscilación moduladora b) Manipulación de la portadora modulada (Nota 1)	Emisión continua, oscilación moduladora suprimida (portadora solamente) Emisión continua, con oscilación moduladora	0,250 (-6,0 dB) 0,250 (-6,0 dB)	0,312 (-5,1 dB) 0,187 (-7,3 dB) (Nota 1)
A2N Portadora continua modulada en amplitud por una oscilación periódica de baja frecuencia (Ej., ciertos radiofaros)	Una sola oscilación sinusoidal que modula a la portadora al 100%; sin manipulación	Emisión continua, oscilación moduladora suprimida (portadora solamente)	0,250 (-6,0 dB)	0,375 (-4,3 dB)
A3E Telefonía de doble banda lateral, portadora completa (véase el Cuadro 2)	a) Una sola oscilación sinusoidal que modula a la portadora al 100% b) Texto leído sin altos ni bajos (Nota 2)	Portadora solamente Portadora solamente	0,250 (-6,0 dB) 0,250 (-6,0 dB)	0,375 (-4,3 dB) 0,262 (-5,8 dB)

CUADRO 1 (Continuación)

Clase de emisión	Señal moduladora	Condición de ausencia de modulación	Factor de conversión	
			Potencia de la portadora	Potencia media
			Potencia en la cresta de la envolvente	Potencia en la cresta de la envolvente
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>Modulación de amplitud Banda lateral única</i> H2N Portadora continua modulada en amplitud por una oscilación periódica, onda portadora completa	Una sola oscilación sinusoidal que modula a la portadora al 100%; sin manipulación	Oscilación moduladora suprimida (portadora solamente)	0,250 (-6,0 dB)	0,500 (-3,0 dB)
R3E Telefonía de banda lateral única; onda portadora reducida	a) Dos oscilaciones sinusoidales que modulan al transmisor a su potencia en la cresta de la envolvente b) Texto leído sin altos ni bajos (Nota 2)	Solamente portadora reducida Solamente portadora reducida	0,025 (-16,0 dB) 0,0025 (-26,0 dB) 0,025 (-16,0 dB) 0,0025 (-26,0 dB)	0,379 (-4,2 dB) 0,454 (-3,4 dB) 0,096 (-10,2 dB) 0,093 (-10,3 dB)
H3E Telefonía de banda lateral única; onda portadora completa	a) Una sola oscilación sinusoidal que modula a la portadora al 100% b) Texto leído sin altos ni bajos (Nota 2)	Portadora solamente Portadora solamente	0,250 (-6,0 dB) 0,250 (-6,0 dB)	0,500 (-3,0 dB) 0,275 (-5,6 dB)
J3E Telefonía de banda lateral única; onda portadora suprimida	a) Dos oscilaciones sinusoidales que modulan al transmisor a su potencia en la cresta de la envolvente b) Texto leído sin altos ni bajos (Nota 2)	Portadora suprimida Portadora suprimida	< 0,0001 (< -40 dB) < 0,0001 (< -40 dB)	0,500 (-3,0 dB) 0,100 (-10 dB)
<i>Modulación de amplitud Bandas laterales independientes</i> B8E Telefonía de dos bandas laterales independientes, portadora reducida o suprimida	a) Una sola oscilación sinusoidal en cada banda lateral, que modula al transmisor a su potencia nominal en la cresta de la envolvente, moduladas las dos bandas al mismo nivel b) Texto leído sin altos ni bajos en las dos bandas laterales simultáneamente (un canal por banda) (Notas 2 y 3) c) Texto leído sin altos ni bajos en cada uno de los cuatro canales simultáneamente (dos por banda lateral) (Notas 2 y 3)	Solamente portadora reducida Portadora suprimida Solamente portadora reducida Portadora suprimida Solamente portadora reducida Portadora suprimida	0,025 (-16 dB) 0,0025 (-26 dB) < 0,0001 (< -40 dB) 0,025 (-16 dB) 0,0025 (-26 dB) < 0,0001 (< -40 dB) 0,025 (-16 dB) 0,0025 (-26 dB) < 0,0001 (< -40 dB)	0,379 (-4,2 dB) 0,454 (-3,4 dB) 0,500 (-3,0 dB) 0,061 (-12,1 dB) 0,048 (-13,2 dB) 0,050 (-13 dB) 0,096 (-10,2 dB) 0,093 (-10,4 dB) 0,100 (-10 dB)

CUADRO 1 (Continuación)

Clase de emisión	Señal moduladora	Condición de ausencia de modulación	Factor de conversión	
			Potencia de la portadora	Potencia media
			Potencia en la cresta de la envolvente	Potencia en la cresta de la envolvente
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>Modulación de amplitud</i> <i>Facsimil</i> A1C Facsimil; modulación directa de la onda portadora principal por la señal de imagen	Imagen de tablero de damas en blanco y negro; señal de modulación cuadrada que modula a la onda portadora como en A1B	Emisión continua	1	0,500 (-3,0 dB)
A3C Facsimil; subportadora modulada en frecuencia por la señal de imagen y que modula en amplitud a la onda portadora principal	Cualquier imagen, modulación en amplitud de la onda portadora principal, al 100% (los factores de conversión son independientes de la forma de la señal de imagen)	Solamente portadora principal	0,250 (-6,0 dB)	0,375 (-4,3 dB)
R3C Facsimil; subportadora modulada en frecuencia por la señal de imagen y que modula en amplitud a la portadora principal; banda lateral única, portadora reducida	Para esta clase de emisión, la modulación por la señal de imagen modifica la distribución de la potencia en la banda de frecuencias ocupada sin afectar a la potencia total	Solamente portadora reducida	0,025 (-16,0 dB) 0,0025 (-26,0 dB)	0,733 (-1,3 dB) 0,905 (-0,4 dB)
J3C Facsimil; subportadora modulada en frecuencia por la señal de imagen y que modula en amplitud a la portadora principal; banda lateral única, portadora suprimida	Para esta clase de emisión, la modulación por la señal de imagen modifica la distribución de la potencia en la banda de frecuencias ocupada, sin afectar a la potencia total	Portadora suprimida	< 0,0001 (< -40 dB)	1
<i>Modulación de amplitud</i> <i>Televisión</i> C3F Televisión; banda lateral residual; sólo imagen	<p>a) <i>Imagen completamente blanca</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - 405 líneas, 50 tramas, modulación positiva - 525 líneas, 60 tramas, modulación negativa - 625 líneas, 50 tramas, modulación negativa - 819 líneas, 50 tramas, modulación positiva <p>b) <i>Imagen completamente negra</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - 405 líneas, 50 tramas, modulación positiva - 525 líneas, 60 tramas, modulación negativa - 625 líneas, 50 tramas, modulación negativa - 819 líneas, 50 tramas, modulación positiva 	(Nota 4)		0,800 (-1,0 dB) 0,164 (-7,9 dB) 0,177 (-7,5 dB) 0,742 (-1,3 dB)
		(Nota 4)		0,080 (-11,0 dB) 0,608 (-2,2 dB) 0,542 (-2,7 dB) 0,085 (-10,7 dB)

CUADRO 1 (Fin)

Clase de emisión (1)	Señal moduladora (2)	Condición de ausencia de modulación (3)	Factor de conversión	
			Potencia de la portadora	Potencia media
			Potencia en la cresta de la envolvente	Potencia en la cresta de la envolvente
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>Telegrafía multicanal</i> R7B y B7B (Nota 5) Telegrafía armónica multicanal; banda lateral única o bandas laterales independientes; portadora reducida	Telegrafía por desplazamiento de frecuencia o telegrafía armónica por dos frecuencias 2 canales 3 canales 4 o más canales (Nota 6)	Solamente portadora reducida	0,025 (-16,0 dB)	0,379 (-4,2 dB)
			0,0025 (-26,0 dB)	0,454 (-3,4 dB)
			0,025 (-16,0 dB)	0,261 (-5,8 dB)
J7B Telegrafía armónica multicanal; banda lateral única; portadora suprimida	Telegrafía por desplazamiento de frecuencia o telegrafía armónica por dos frecuencias 2 canales 3 canales 4 o más canales (Nota 6)	Portadora suprimida	< 0,0001 (< -40 dB)	0,500 (-3,0 dB)
			< 0,0001 (< -40 dB)	0,333 (-4,8 dB)
			< 0,0001 (< -40 dB)	0,250 (-6,0 dB)
B9W (Nota 5) Combinación de señales telefónicas y de telegrafía multicanal; bandas laterales independientes; portadora reducida o suprimida	Texto leído sin altos ni bajos en un solo canal y un grupo de señales de telegrafía multicanal (4 o más canales) (Notas 6 y 7)	Solamente portadora reducida	0,025 (-16,0 dB)	0,132 (-8,8 dB)
			0,0025 (-26,0 dB)	0,138 (-8,6 dB)
	Texto leído sin altos ni bajos en dos canales y un grupo de señales de telegrafía multicanal (4 o más canales) (Notas 6 y 7)	Portadora suprimida	< 0,0001 (< -40 dB)	0,151 (-8,2 dB)
			Solamente portadora reducida	0,025 (-16,0 dB)
		0,0025 (-26,0 dB)		0,105 (-9,8 dB)
		< 0,0001 (< -40 dB)	0,113 (-9,5 dB)	

2 Factores de conversión a partir de la potencia portadora

2.1 El Cuadro 2 da los factores de conversión aplicables cuando se toma la potencia de la onda portadora como unidad, según la práctica corrientemente seguida por lo menos para las dos clases de emisión de modulación de amplitud A2A, A2B y A3E.

2.2 La columna 5 da los valores teóricos de la potencia media que se obtendrían con las señales moduladoras indicadas en la columna 2 y con transmisores prácticamente lineales. Los factores de conversión indicados son los cocientes de los factores correspondientes de las columnas 5 y 4 del Cuadro 1.

2.3 De la misma forma, la columna 4 da los valores teóricos de la potencia en la cresta de la envolvente. Los factores de conversión indicados son las inversas de los factores correspondientes de la columna 4 del Cuadro 1.

2.4 La columna 3 da las condiciones de ausencia de modulación que permiten determinar y medir la potencia de la onda portadora elegida como unidad.

CUADRO 2

Clase de emisión	Señal moduladora	Condición de ausencia de modulación	Factor de conversión	
			Potencia de la portadora	Potencia media
			Potencia en la cresta de la envolvente	Potencia en la cresta de la envolvente
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
A2A, A2B Telegrafía por manipulación por interrupción de una o varias oscilaciones periódicas de baja frecuencia que modulan la portadora en amplitud, o por manipulación de la portadora modulada por esas oscilaciones	Serie de puntos rectangulares; señales de trabajo y de reposo alternadas y de igual duración; una sola oscilación sinusoidal que modula a la portadora al 100%	a) Manipulación de la oscilación moduladora	4 (+6,0 dB)	1,25 (+1,0 dB)
		b) Manipulación de la emisión modulada (Nota 1)	4 (+6,0 dB)	0,75 (-1,3 dB) (Nota 1)
A3E Telefonía de doble banda lateral, portadora completa	a) Una sola oscilación sinusoidal que modula a la portadora al 100%	Solamente portadora	4 (+6,0 dB)	1,5 (+1,8 dB)
		b) Texto leído sin altos ni bajos (Nota 2)	4 (+6,0 dB)	1,05 (+0,2 dB)

3 Notas explicativas

NOTA 1 – Cuando en lugar de estar constituida por una serie de señales de trabajo y de reposo alternadas de igual duración, la señal moduladora está codificada con ayuda de un alfabeto telegráfico, hay que multiplicar los factores de conversión de la columna 5 por los siguientes coeficientes:

- Alfabeto Morse: $0,49/0,50 = 0,98$ (-0,1 dB).
- Alfabeto Telegráfico Internacional N.º 2: $0,58/0,50 = 1,16$ (+0,6 dB).
- Alfabeto de 7 unidades de la Recomendación UIT-R F.342: $0,5/0,5 = 1$.

NOTA 2 – Se supone que la potencia de la señal moduladora, para un texto leído sin altos ni bajos, es inferior en 10 dB a la de una oscilación sinusoidal de referencia. Los factores de conversión de la columna 5 se basan en esta relación, que puede considerarse como un valor práctico para la telefonía, exceptuadas las transmisiones del servicio de radiodifusión sonora.

Para las clases de emisión a las que se aplica la presente Nota, el nivel de referencia de la oscilación sinusoidal se fija como sigue:

- emisiones A3E, H3E y R3E: nivel de una oscilación sinusoidal que module el transmisor al 100%;
- emisiones R3E y J3E de un solo canal: nivel de una oscilación sinusoidal que module el transmisor a su potencia en la cresta de la envolvente;
- emisiones R3E, B8E y J3E multicanales: nivel de una oscilación sinusoidal que module el transmisor a la cuarta parte (–6 dB) de su potencia en la cresta de la envolvente.

Aunque estas hipótesis no corresponden siempre a la práctica seguida por ciertas administraciones, conducen a los valores medios prácticos indicados en la columna 5.

NOTA 3 – En el caso de las emisiones de bandas laterales independientes (B8E) de hasta 3 ó 4 canales, se supone que cada canal incluye una señal moduladora independiente de la de los demás canales.

NOTA 4 – Las condiciones de ausencia de modulación no pueden definirse exactamente debido a la naturaleza extremadamente compleja y asimétrica de la modulación; los valores dados en la columna 5 son promedios que pueden variar según la tolerancia en la anchura de los impulsos de sincronismo y en el nivel del negro.

NOTA 5 – Las relaciones de potencia en telegrafía armónica multicanal dependen del número de canales y no de la anchura de banda por ellos ocupada. En consecuencia, puede haber una o dos bandas laterales ocupadas, y no hay que establecer aquí distinción alguna entre las emisiones de la clase R7B y las de la clase B7B.

Las señales telegráficas pueden ocupar todos los canales de la emisión, como en telegrafía R7B y B7B, o uno o varios canales de una emisión mixta (B9W). Por consiguiente, conviene considerar el grupo de canales de telegrafía armónica como equivalente a uno o varios canales telefónicos normales.

NOTA 6 – Las relaciones indicadas en el Cuadro 1 se basan en las condiciones que a continuación se mencionan, que se consideran como características actualmente.

- Cuando se utilizan de 1 a 4 canales telegráficos, la potencia media en cada canal se determina a base de la adición de las tensiones. Así, si n representa el número de canales de igual nivel, la potencia media en cada canal estará representada por:

$$\frac{\text{Potencia en la cresta de la envolvente asignada al grupo de canales}}{n^2} \text{ siendo } n = 1, 2, 3 \text{ ó } 4. \quad (4)$$

- Cuando se utilizan más de 4 canales telegráficos, es costumbre elevar la potencia en cada canal a un nivel superior a aquel para el que no se rebasaría nunca la potencia en la cresta de la envolvente asignada al grupo de canales. Como es lógico suponer que las fases de las diversas subportadoras se hallan distribuidas de modo aleatorio, se puede aumentar la potencia media de la emisión sin que ésta rebase la potencia en la cresta de la envolvente asignada al grupo de canales durante una porción de tiempo que no exceda de un valor pequeño y especificado.

En este caso la potencia media de cada canal se da por la relación:

$$\frac{\text{Potencia en la cresta de la envolvente asignada al grupo de canales}}{4n} \text{ siendo } n > 4. \quad (5)$$

En estas condiciones, la potencia en la cresta de la envolvente asignada al grupo de canales no se rebasa durante más del 1% al 2% del tiempo.

NOTA 7 – Para las emisiones mixtas, se admite que los niveles medios en los canales telefónicos se ajustan a los valores indicados en la Nota 2 para las emisiones B8E. Para evitar las interferencias que provienen del grupo de canales telegráficos, se admite que el nivel de este grupo se reduce en 3 dB con relación al nivel especificado en la Nota 6, cuando se utiliza un solo canal para telefonía, y en 6 dB si se emplea más de uno.