

RECOMENDACIÓN UIT-R P.845-3

MEDICIÓN DE LA INTENSIDAD DE CAMPO EN ONDAS DECAMÉTRICAS

(Cuestión UIT-R 223/3)

(1992-1994-1995-1997)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que para determinar la exactitud de los métodos de predicción de la intensidad de campo en ondas decamétricas es preciso comparar la intensidad de campo predicha con datos medidos de intensidad de campo de suficiente exactitud;
- b) que las mediciones precisas de la intensidad de campo en ondas decamétricas son, por lo tanto, indispensables para una utilización eficaz del espectro de ondas decamétricas,

recomienda

- 1 que se prosigan de forma sistemática las mediciones de la intensidad de campo en ondas decamétricas en diversos lugares del mundo de conformidad con el Anexo 1;
- 2 que las mediciones se efectúen, cuando sea posible, por el método de medición normal descrito en el Anexo 2;
- 3 que los datos de intensidad de campo obtenidos en dichas mediciones se transmitan al Director de la Oficina de Radiocomunicaciones (BR) para que se pueda crear una base de datos de intensidad de campo uniformes y coherentes.

ANEXO 1

**Mediciones de la intensidad de campo de la onda ionosférica
en frecuencias superiores a 1,6 MHz****1 Introducción**

Las mediciones de la intensidad de campo de la onda ionosférica, si se realizan en condiciones cuidadosamente respetadas, sirven para evaluar la exactitud de los métodos de estimación de la intensidad de campo y de la pérdida de transmisión. También pueden indicar las fuentes de errores de los métodos de predicción existentes, y utilizarse para mejorar estos métodos o como base para desarrollar otros nuevos. Lo ideal sería efectuar mediciones de modo sistemático en la gama más amplia posible de condiciones, en una serie de frecuencias y sobre trayectos de distintas longitudes en todas las regiones del mundo. También habría que realizarlas a todas las horas del día en las distintas estaciones del año y para diferentes fases del ciclo solar.

Si bien se reconoce que a menudo la ocasión de llevar a cabo mediciones en determinados circuitos sólo se presenta de modo fortuito, por estar determinados por consideraciones de explotación los horarios de transmisión y los parámetros del sistema, tales como la elección de las antenas, no por ello dejan de ser útiles los resultados que pueden obtenerse en tales casos. No obstante, es evidente que la validez de los datos es máxima cuando las mediciones se realizan en condiciones normalizadas y cuando los resultados se analizan e inscriben en cuadros según procedimientos uniformes. Este Anexo trata de los criterios deseables que han de adoptarse, en la medida en que lo permitan otras limitaciones.

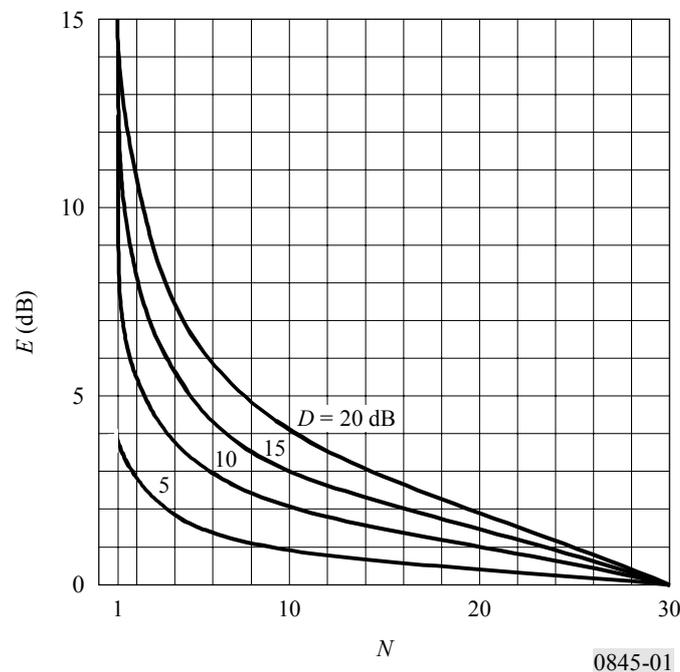
2 Elección de los circuitos y periodos de funcionamiento

Se necesitan datos acerca de la intensidad de campo relativa a circuitos de distintas longitudes en todas las regiones geográficas. Todos los días deben realizarse registros de una transmisión dada durante tantas horas como sea posible. Se debe fijar como objetivo hallar los valores medianos y otros valores porcentuales de la distribución diaria de la intensidad de la señal durante todos los días del mes. Cuando no es posible realizar mediciones todos los días surgen incertidumbres en las estimaciones de esos valores. Tomando como hipótesis una ley de variación logarítmica normal con desviación por decilos con respecto a la mediana de D (dB), el error típico E en la mediana basado en una muestra de N días extraída durante un mes de 30 días (véase la Fig. 1) es:

$$E = \frac{D}{1,28} \sqrt{\frac{1}{N} - \frac{1}{30}} \quad \text{dB} \quad (1)$$

FIGURA 1

Error típico de la mediana mensual, E en función del número de días muestreados, N para las diferentes desviaciones de decilos respecto de la mediana, D



Evidentemente, el error típico aumenta a medida que disminuye el número de días de registro. Pese a no haber un número de muestras límite que produzca un aumento abrupto del error, por regla general se requieren 10 o más mediciones para el cálculo de las medianas, 14 para el de los cuartiles y 18 para el de los decilos.

Pocas veces es factible organizar un programa de mediciones que abarque una parte importante del ciclo de actividad solar, pero para facilitar la interpretación de los datos y que éstos sean estadísticamente significativos, las mediciones deberían efectuarse durante un periodo mínimo de un año en una frecuencia fija determinada. Es muy conveniente tratar de registrar en un mismo trayecto varias señales al mismo tiempo en frecuencias distintas, para facilitar la comprensión de los efectos de propagación y obtener datos cuantitativos, tanto durante la noche, en que las frecuencias máximas utilizables son bajas, como durante el día, en que la absorción en las frecuencias inferiores es importante y las señales son encubiertas por el ruido de fondo.

3 Transmisor y antena transmisora

Es preciso que el transmisor se pueda identificar sin ambigüedad, para estar seguros de que lo que se registra es la transmisión deseada y no otras señales cocanal o en canales adyacentes, ni ruido interferente. Conviene interrumpir las señales periódicamente, por ejemplo, durante 5 m cada hora, tanto para identificar el transmisor y determinar los niveles de ruido de fondo, como para confirmar el grado de pureza de la señal. El transmisor debiera funcionar de preferencia

durante las 24 h del día y ser estable en cuanto a la potencia radiada y a la frecuencia, parámetros estos que es preciso conocer con exactitud. Para la recepción en trayectos cortos, sería deseable una potencia radiada de más de 1 kW y, en trayectos largos y medios, una potencia de 10 kW o más. Cuando se emplea un transmisor especial, éste normalmente emite ondas continuas, aunque también pueden utilizarse otras formas de onda a fin de estudiar las características de los modos de propagación individuales. Si se utilizan transmisores comerciales de señales moduladas, es importante que el tipo de modulación sea siempre el mismo y que el porcentaje medio de modulación no varíe. Las transmisiones de banda estrecha (anchura de banda ≈ 1 kHz o inferior), o un componente de banda estrecha de una señal compleja, resultan más adecuadas para el registro. Las señales de mayor anchura de banda están expuestas a contaminación por interferencias. En el pasado se utilizaron transmisiones de frecuencias patrón, pero en la actualidad se producen interferencias importantes en muchos puntos de recepción entre las estaciones de este servicio que utilizan la misma frecuencia. No obstante, pueden evitarse en cierta medida estas interferencias por medio de un receptor de banda estrecha capaz de separar las distintas audiofrecuencias de modulación de cada transmisor cocanal. Los transmisores de los servicios radiotelefónicos y radiotelegráficos entre puntos fijos ofrecen la ventaja de funcionar en canales relativamente exentos de interferencia, y, por lo general, se dispone de un registro detallado de los horarios de transmisión. En cambio, estos transmisores utilizan a menudo antenas de ganancia elevada, lo que suele ser un inconveniente.

Los transmisores de mapas del tiempo (FAX) que utilizan la manipulación por desplazamiento de frecuencia (± 400 Hz) constituyen una categoría apropiada de transmisores por satisfacer casi todos los criterios mencionados. En muchos casos se desconoce la posición del receptor (barcos), razón por la cual estos transmisores utilizan antenas omnidireccionales, y la mayoría funcionan las 24 h del día. Los sistemas receptores deben tener un alto grado de sensibilidad, sobre todo cuando se efectúan registros en trayectos muy largos.

El examen de la Lista Internacional de Frecuencias de la BR es útil para elegir los transmisores adecuados para la comprobación técnica. En particular, normalmente se obtiene información acerca de la potencia radiada, el tipo de modulación y el horario de funcionamiento. A veces, también se obtienen detalles acerca del tipo de antenas y de su orientación. La Lista Internacional de Frecuencias presenta una utilidad adicional, pues indica los transmisores cocanal y los que funcionan en canales adyacentes, y que han de tenerse en cuenta también para determinar la probabilidad de interferencias. Sin embargo, antes de iniciar un programa de mediciones sistemáticas, se recomienda que, después de seleccionar de este modo un transmisor potencialmente adecuado, se realicen en primer lugar una serie de mediciones de comprobación técnica en distintos momentos durante un mes aproximadamente a fin de determinar el orden de magnitud de las intensidades de campo de la señal, el periodo del día en que dichas señales pueden detectarse y el nivel de la interferencia experimentada. Después, sería preciso dirigirse directamente a la organización que explota el transmisor para que verifique los datos inscritos en la Lista Internacional de Frecuencias y proporcione otros detalles adicionales que se requieran – por ejemplo, el tipo de antena utilizada y las propiedades del suelo. En particular, hay que comprobar si la potencia radiada se mantiene constante, si las antenas que se emplean durante la noche no son distintas de las que se utilizan durante el día y si el transmisor no forma parte de una red de transmisores situados en diferentes puntos geográficos y que funcionan en la misma frecuencia – procedimiento adoptado en algunos países por los servicios de radiodifusión en ondas decamétricas. También importa confirmar que se propone mantener el transmisor en servicio durante todo el periodo previsto para realizar las mediciones. Sólo así se podrá tomar la decisión de realizar registros sistemáticos de las emisiones. Si bien lo ideal sería recibir detalles del registro de las incidencias del transmisor, en particular acerca de cualquier defecto o cambio temporal en las características técnicas que pudiesen influir en las mediciones, rara vez pueden obtenerse dichos datos y aplicar correcciones retrospectivas a los resultados. Desde el primer momento debe evitarse pues, la comprobación de transmisores cuyas características se sabe que fluctúan.

Para que un transmisor determinado resulte adecuado para las mediciones de intensidad de campo, es preciso conocer con exactitud las características de funcionamiento de su antena. Los transmisores dotados de antenas poco directivas presentan ventajas sobre los que tienen antenas muy directivas porque normalmente su diagrama de radiación real se ajusta más al teórico, porque las intensidades relativas en el punto de recepción de las señales que se propagan según modos diferentes se determinan entonces principalmente por los efectos de la propagación, y porque en fin pueden sacarse conclusiones válidas teniendo en cuenta simplemente la ganancia de la antena transmisora, cuando se desconocen las direcciones de emisión de las ondas. Pero por desgracia, pocas veces se utilizan antenas transmisoras de baja ganancia para las aplicaciones corrientes. La mayoría de los circuitos de ondas decamétricas entre puntos fijos emplean antenas log-periódicas o rómbicas de alta ganancia; en la radiodifusión que utiliza la onda ionosférica, está muy extendido el uso de sistemas de dipolos horizontales, que también presentan una importante directividad. Constituyen una excepción los transmisores de señales horarias, que tratan de dar servicio en todas las direcciones empleando dipolos de media onda verticales. Esas emisiones resultan particularmente apropiadas a los fines de la comprobación técnica. Pueden estimarse con bastante exactitud los diagramas de radiación de una antena de dipolo vertical, excepto para pequeños ángulos de elevación, en que las constantes del suelo determinan la intensidad de la señal. Sin embargo, incluso para ángulos de elevación pequeños, se conoce con más exactitud el comportamiento de este tipo de antenas que el de otros. Pero si ninguno de estos transmisores se halla en un punto adecuado para las mediciones, antes de comprobar las emisiones de una antena directiva debe verificarse si el trayecto por el círculo máximo hasta el receptor no implica la

recepción de señales procedentes de los lóbulos laterales. Si la propagación se efectúa a distancias medias o largas, teóricamente el diagrama polar vertical de la antena, para ángulos de elevación inferiores a 20° , será aproximadamente igual que el de una antena vertical corta de referencia situada sobre un suelo de tipo medio (véase la Fig. 2a)).

Cuando se emplea un transmisor especial, es preferible servirse de una antena vertical corta. También puede utilizarse en trayectos cortos, un dipolo horizontal orientado de modo que la radiación transversal se haga en la dirección del círculo máximo. Para distancias más largas, correspondientes a pequeños ángulos de elevación, las componentes directa y reflejada en el suelo de la onda ionosférica prácticamente se anulan entre sí, por lo que no debería utilizarse una antena horizontal, que resultaría muy ineficaz, a menos de instalarla a gran altura.

Se determina mucho mejor la ganancia de la antena transmisora (al igual que la de la antena receptora) efectuando mediciones de la intensidad de campo en las cercanías pero a una distancia grande respecto a la longitud de onda. No obstante hay que reconocer que dichas mediciones pocas veces forman parte del programa normal de trabajos de una instalación transmisora y que, por lo general, no es posible conseguir que se realicen en un lugar alejado, si no es bajo el control de la organización responsable de la recepción. En consecuencia, normalmente debe calcularse la ganancia de la antena transmisora a partir de relaciones teóricas haciendo intervenir la geometría conocida de la antena y formulando ciertas hipótesis relativas al tipo de suelo.

4 Antena receptora, receptor y técnicas de registro

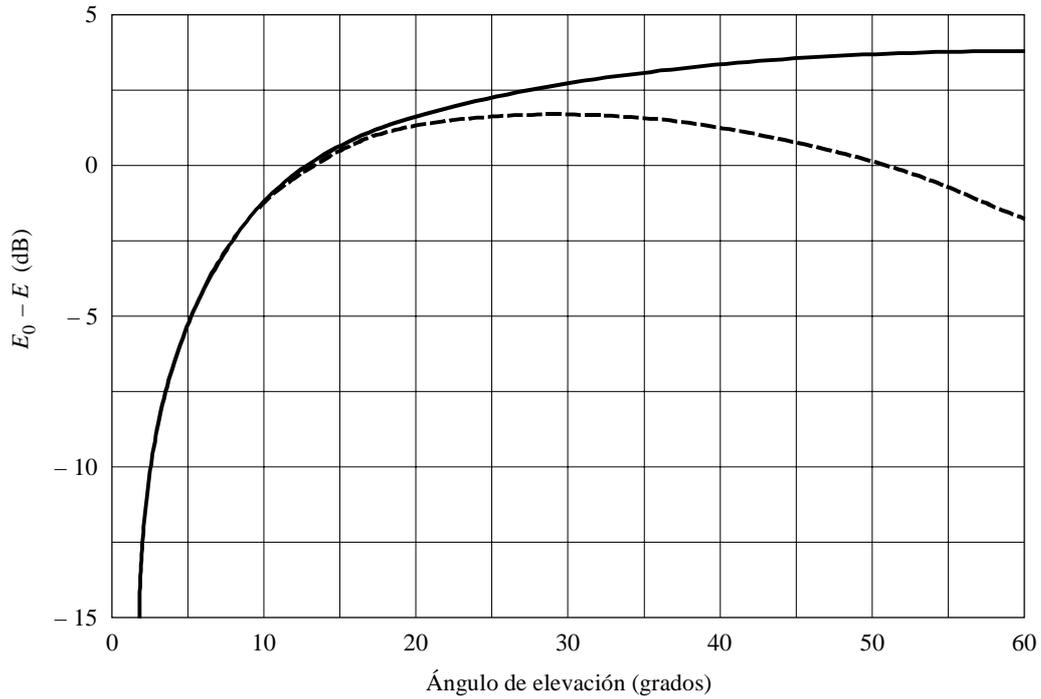
Dado que los métodos actuales de predicción de la intensidad de campo no tienen en cuenta los efectos de distorsión del campo debidos a las características locales del lugar de recepción, tales como un suelo ondulado u obstáculos constituidos por edificios, vegetación y antenas próximas que actúan como fuentes de radiación secundaria, es importante situar la antena receptora de modo que dichos efectos sean mínimos. La pendiente del terreno no debe ser mayor de 2° hasta una distancia igual a cinco longitudes de onda, y no tiene que haber obstáculo alguno que forme con la horizontal en el centro de la antena, un ángulo superior a 5° . La separación con respecto a las demás antenas debería ser, como mínimo, 10 veces la longitud de la antena.

Es más importante conocer con exactitud las características de la antena receptora que el que ésta tenga una ganancia elevada. Salvo en el caso de las frecuencias inferiores y durante el día, en que la absorción ionosférica es intensa, los niveles de umbral para la detección de la señal se determinarán normalmente por la intensidad del ruido externo, cualquiera que sea el tipo de antena receptora utilizada. Por lo general, cuanto mayor es la ganancia de la antena, más riesgo hay de cometer errores al evaluar sus características. En consecuencia, lo más adecuado es utilizar una antena activa vertical corta o una antena monopolo vertical puesta a tierra, cuya altura no rebase $1/4$ de la longitud de onda, o una pequeña antena de cuadro. Normalmente, esta antena de cuadro tiene que estar alineada en un plano vertical que contiene la dirección de círculo máximo hacia el transmisor. En trayectos largos, en que la propagación fuera del círculo máximo quizá sea importante, es preferible utilizar una antena monopolo vertical, que capta las señales en todas las direcciones en el plano horizontal. De registrarse varias transmisiones procedentes de distintos acimuts con antena, deberá utilizarse únicamente una antena vertical. Algunas organizaciones emplean antenas monopolo para las mediciones de la señal, pero normalizan los resultados mediante datos de calibración que suponen comparaciones de muestras de señales seleccionadas con las indicaciones de un «medidor de campo» portátil que lleva incorporada una antena receptora de cuadro.

En la Fig. 2a) se muestra la variación, con el ángulo de elevación, del término $E_0 - E$ (medida del nivel de la señal captada resultante de una onda ionosférica incidente de intensidad constante y de la onda reflejada en el suelo asociada, tal como se define en el § 6.2), para una antena monopolo vertical corta puesta a tierra y para una antena de cuadro, ambas situadas sobre un suelo de tipo medio. Cuando el ángulo de elevación es inferior a unos 30° , la antena monopolo y la de cuadro tienen diagramas polares muy semejantes, pero, si el ángulo de elevación es mayor, es preferible el diagrama de la antena de cuadro, dado que el nivel de la señal captada es relativamente independiente del ángulo. En la Fig. 2b) se muestra el efecto de las constantes del suelo sobre el que se encuentra la antena. Con suelo húmedo el nivel de la señal captada es de unos 2 a 6 dB más alto que en el caso de suelo muy seco, produciéndose las diferencias máximas cuando los ángulos de elevación son pequeños. Dado que la captación depende de manera apreciable de las constantes del suelo y del ángulo de elevación, cuando éste es pequeño, como ya se ha señalado al tratar de la antena transmisora, se plantean determinadas dificultades de interpretación de los datos en el caso de trayectos largos cuando no se conocen con exactitud los ángulos de elevación. En principio, el empleo de una contraantena se traduciría en un funcionamiento del sistema de recepción que dependería en menor grado de las condiciones climatológicas, que afectan al grado de humedad del suelo. La contraantena mejoraría las constantes del suelo y de ese modo aumentaría el nivel de la señal recibida. Ahora bien, para que fuese realmente eficaz, tendría que tener unas dimensiones del orden de varias decenas de longitudes de onda, y ello pocas veces es factible. Por otro lado, pueden aplicarse contraantenas de hasta cinco veces la longitud de onda, y éstas sirven para estabilizar la impedancia de la antena y mejorar la adaptación del circuito. Si se utiliza una contraantena, conviene evaluar su efecto realizando mediciones de calibrado cerca del punto de recepción, con señales emitidas desde un transmisor a bordo de una aeronave en la región del campo lejano.

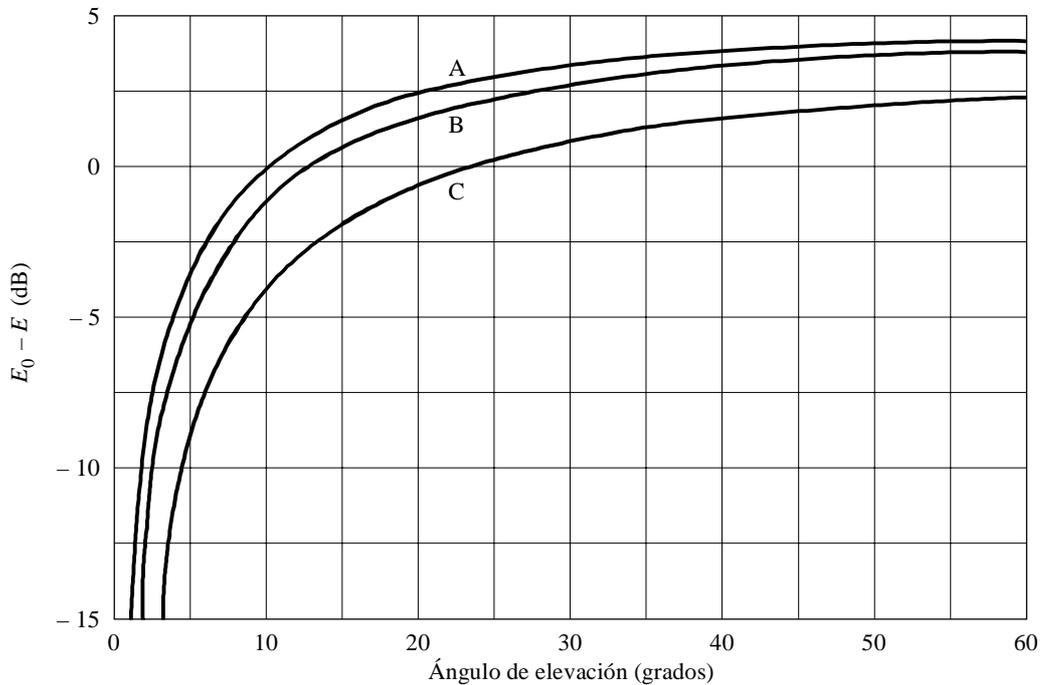
FIGURA 2

Diferencia entre el valor r.m.s. de la intensidad de campo incidente equivalente, E_0 , y el valor r.m.s. de la intensidad de campo de la onda ionosférica, E , para una antena monopolo vertical corta y para una antena de cuadro situadas a una altura de 1 m. Frecuencia: 15 MHz



a) Antenas monopolo y de cuadro situadas sobre un suelo de tipo medio, de conductividad $\sigma = 0,01$ S/m, y constante dieléctrica relativa $\epsilon = 15$

----- Monopolo
 ————— Cuadro



b) Antena de cuadro situada sobre un suelo húmedo, un suelo medio y un suelo muy seco

Curvas A: Suelo húmedo $\sigma = 0,02$ S/m, $\epsilon = 20$
 B: Suelo de tipo medio $\sigma = 0,01$ S/m, $\epsilon = 15$
 C: Suelo muy seco $\sigma = 0,002$ S/m, $\epsilon = 5$

0845-02

Para la recepción de señales en trayectos cortos, a veces resultan adecuados los dipolos horizontales de media onda para una sola frecuencia o los dipolos cargados para mediciones en varias frecuencias. En particular, el nivel de la señal captada no depende mucho de las constantes del suelo. No obstante, en el caso de trayectos largos y medios, en que los

ángulos de elevación son pequeños, el nivel recibido por tales antenas es limitado y depende en gran medida de dichos ángulos, a menos que se hallen las antenas a gran altura. No deberían utilizarse, pues, para esos trayectos, debido a las dificultades de calibrado.

Algunas organizaciones están equipadas para efectuar mediciones con antenas de tipo especial, por ejemplo, rómbicas, empleadas en determinados circuitos a fin de mejorar la relación señal/ruido y de realizar mediciones en circunstancias en que no podría utilizarse una antena simple. Es difícil interpretar los resultados obtenidos con un sistema de antenas extenso en presencia de una intensidad de campo compleja, compuesta de varias ondas con ángulos de incidencia diferentes; sin embargo, tales mediciones pueden servir para las observaciones que nos interesan si se puede demostrar la existencia de una relación entre sus resultados y los que se obtendrían en el mismo momento con una antena normal. A la hora de elegir entre una antena para polarización horizontal o para polarización vertical, es prudente verificar si la recepción (o la transmisión) es predominantemente la de la onda ordinaria de mayor intensidad, en el caso de que los trayectos de propagación incluyan ondas con polarización netamente no circular.

Debería conectarse la antena receptora con el receptor mediante un cable coaxial enterrado y los dispositivos de adaptación adecuados. Estos últimos pueden ser un transformador o un preamplificador de banda ancha. La banda de paso del receptor debería ser lo más pequeña que permita la anchura de banda de las señales transmitidas, con objeto de optimizar la relación señal/ruido. Se proponen anchuras de banda del orden de 100 Hz, o incluso menos para la recepción de ondas continuas y para la comprobación de audiofrecuencias permanentes transmitidas en las bandas laterales de emisiones de señales horarias.

La intensidad de la señal recibida depende de la potencia radiada dentro de la banda de paso del receptor. Los factores determinantes son la portadora, la modulación y el modo de registro. Si la banda de paso del receptor comprende la portadora y todas las bandas laterales, la potencia radiada es igual a la suma de la potencia de la portadora y de las demás componentes. En la Recomendación UIT-R SM.326, figuran los datos relativos a distintos tipos de modulación. En el caso de la recepción de banda estrecha de una banda lateral única de una emisión de señales horarias cuya potencia de portadora es P y el índice de modulación en amplitud m , la potencia de la banda lateral es $m^2P/4$.

Es preciso detectar las señales, aplicarlas a circuitos adecuados de integración y suavizado y registrarlas en la forma apropiada.

Algunas organizaciones comprueban las emisiones de trayectos oblicuos a fin de registrar la aparición de fenómenos tales como las perturbaciones ionosféricas repentinas y las tormentas magnéticas, o para estudiar los datos estadísticos relativos al desvanecimiento. En estos casos, es posible que se necesiten procedimientos especiales de registro. Si no obstante, el principal fin consiste en recoger datos horarios representativos de la intensidad de campo, lo mejor es utilizar un registrador de plumilla con escala de amplitud logarítmica (es decir, graduada linealmente en decibelios) y cuya velocidad de avance sea de unos 2 cm por hora. La constante de tiempo de integración debería ser del orden de 20 s. Se obtiene así una longitud conveniente de registro para las operaciones de suavizado manual y, al mismo tiempo, permite descartar las secciones que aparecen contaminadas por señales interferentes o por perturbaciones atmosféricas intensas. A menudo resulta más sencillo registrar la tensión de control automático de ganancia de un receptor comercial, tras realizar modificaciones destinadas a alargar e igualar las constantes de los tiempos de establecimiento y de caída a los 20 s anteriormente indicados. No obstante, este método puede dar lugar a errores inaceptables en ciertas condiciones, incluso después de calibrada la respuesta en onda continua. Por lo general, la tensión de salida es aproximadamente proporcional al logaritmo de la tensión de entrada, pero dado que esta no linealidad se halla asociada al proceso de detección y se produce antes de la integración, los registros proporcionan el valor medio del logaritmo de la intensidad de campo y no el valor medio en unidades logarítmicas, que es el que se precisa. Dichos valores difieren cuando existe desvanecimiento. Otro método aceptable de registro supone la cuantificación digital de las amplitudes instantáneas con una frecuencia de muestreo conveniente para cubrir la periodicidad conocida de las componentes típicas de desvanecimiento (con duraciones del desvanecimiento de hasta unos 20 min). Es posible entonces determinar valores representativos mediante computador. Independientemente de los problemas de identificación de estaciones, el empleo de un computador para controlar el receptor que efectúa la medición puede acelerar y simplificar considerablemente tanto las mediciones como el análisis estadístico. Es preciso insistir en que debe introducirse por medio de técnicas alguna forma de verificación regular para asegurarse de que lo que se mide es la transmisión deseada.

Los valores horarios de cada día se expresan mejor en forma de valores medianos. Cuando se utiliza el registro gráfico es preferible calcular directamente el valor mediano como amplitud rebasada durante la mitad del tiempo de registro (es decir, durante 30 min en el caso de las medianas horarias). Este procedimiento es independiente de la escala de amplitud del diagrama. Cuando se utiliza para el registro una escala de amplitud logarítmica determinada, el valor mediano viene dado aproximadamente por los dos tercios de la desviación en el diagrama entre el valor casi mínimo (rebasado durante el $Q\%$ del tiempo, con $Q \geq 90\%$) y el valor casi máximo (rebasado durante el $(100 - Q)\%$ del tiempo), suponiéndose que el desvanecimiento tiene una distribución de Rayleigh. En el Anexo 2 se sugiere que cuando el registro y el tratamiento se realizan por computador se requiere un número mínimo de 12 muestras independientes para obtener unos valores medianos horarios que sean representativos. Teóricamente, las muestras se distribuyen uniformemente en el transcurso de la hora, pero si es preciso registrar conmutando las señales procedentes de diversos transmisores, se considera aceptable obtener grupos de 4 muestras en 4 min, y repetir este procedimiento tres veces en el transcurso de la hora.

5 Mediciones de calibrado

Las deflexiones del registrador gráfico de plumilla o los datos registrados por computador deben relacionarse con las tensiones asociadas aplicadas directamente al receptor por un generador de señales. Es preciso realizar mediciones periódicas de calibrado con objeto de expresar las lecturas de la tensión r.m.s. (raíz cuadrada de la media cuadrática) del generador de señales en términos de las amplitudes correspondientes de las ondas ionosféricas registradas. Existen dos posibles métodos: en el primero, es preciso medir las pérdidas de acoplamiento, de adaptación y del cable, así como la impedancia de la antena, de modo que los datos del registrador puedan expresarse como potencias disponibles en el receptor e intensidades de campo asociadas. En el otro, que es sólo adecuado para la recepción de componentes de polarización vertical, se realiza una comparación directa con los valores indicados por un «medidor de campo» portátil que lleva incorporada una antena de cuadro vertical. En este caso, importa conocer con exactitud qué hipótesis se han adoptado para calibrar el equipo de medida y qué intensidades de campo se han anotado (véase el § 6.2).

6 Conversión de los resultados de las mediciones en valores de potencia media disponible en el receptor y en valores r.m.s. de la intensidad de campo de la onda ionosférica

El método actual que se indica en la Recomendación UIT-R P.533 para evaluar la intensidad de campo de la onda ionosférica, da los valores de la potencia media disponible en el receptor, en ausencia de pérdidas del sistema de recepción, y los valores r.m.s. de la intensidad de campo de la onda ionosférica. Por ello se necesitan relaciones de conversión entre las tensiones medidas en los terminales de entrada del receptor y dichas magnitudes.

6.1 Potencia media disponible en el receptor

La relación entre la tensión medida a la entrada del receptor alimentado por una antena real y la potencia disponible en una antena receptora ideal, sin pérdidas, acoplada a una carga adaptada, depende de las pérdidas del sistema de recepción y de las impedancias de la antena y del receptor. Por lo general, las pérdidas del sistema de recepción y la impedancia de la antena son factores que dependen de la frecuencia. En particular, la relación de que aquí se trata no es función de la dirección de llegada de las ondas ni de su polarización.

Consideremos en primer lugar el caso ideal de una antena receptora sin pérdidas que alimenta a una carga adaptada.

Sea,

- P_a : potencia disponible de la antena receptora (dBW)
- V_0 : valor r.m.s. de la tensión en los bornes de la carga adaptada (dB(1 μ V))
- r : resistencia de carga de la antena (ohmios).

Entonces:

$$P_a = V_0 - 10 \log r - 120$$

En particular, si $r = 50 \Omega$:

$$P_a = V_0 - 137 \quad \text{dB} \quad (2)$$

Consideremos ahora el caso práctico de una antena acoplada a un receptor por medio de un cable de alimentación y de un transformador, o mediante cualquier otro circuito de adaptación, pero en el que se producen algunas pérdidas de adaptación. r es entonces la resistencia de carga que presenta el receptor.

Sea:

- V_r : valor r.m.s. de la tensión en los bornes de entrada del receptor (dB(1 μ V))
- L : pérdidas en el cable (dB)
- T : pérdidas de adaptación y de acoplamiento (dB).

Por lo general, la evaluación de T supone el conocimiento de la impedancia de la antena. T incluye las pérdidas que se producen en los transformadores y otros circuitos de adaptación de la antena y las pérdidas asociadas a la adaptación del cable de alimentación al receptor. Se tiene entonces:

$$V_0 = V_r + L + T$$

La ecuación (2) puede escribirse ahora:

$$P_a = V_r + L + T - 137 \quad \text{dB} \quad (3)$$

En el caso de la recepción de ondas ionosféricas con desvanecimiento, representando P_a la potencia media disponible (dBW) y V_m la tensión mediana horaria a la entrada del receptor (dB(1 μ V)), debe incluirse en la ecuación (3) un margen contra los desvanecimientos. Suponiendo que el desvanecimiento es de tipo Rayleigh, el valor r.m.s. de la tensión es 1,6 dB mayor que el valor mediano de la misma, de modo que:

$$P_a = V_m + L + T - 135,4 \quad \text{dB} \quad (4)$$

Puede utilizarse esta ecuación (4) para relacionar los valores medidos de V_m con los de P_a , a condición de que se conozcan las distintas pérdidas del sistema. Si no es posible determinar L y T , como por ejemplo cuando el calibrado se efectúa por normalización con un medidor de campo portátil, entonces puede expresarse P_a en función de E , valor r.m.s. de la intensidad de campo de la onda ionosférica (dB(μ V/m)), cuando se conoce este término (véase el § 6.2). La relación es entonces:

$$\begin{aligned} P_a &= E + G_r - 120 + 10 \log \left(\frac{\lambda^2}{480 \pi^2} \right) \\ &= E + G_r - 20 \log f - 107,2 \quad \text{dB} \end{aligned} \quad (5)$$

donde λ es la longitud de onda (m) y f la frecuencia (MHz). G_r es la ganancia de la antena receptora (expresada en decibelios con relación a una antena transmisora isótropa en el espacio libre) que, en particular, depende de la dirección de llegada de las ondas. Por lo general, esta dirección no se mide, sino que debe predecirse. En consecuencia, ello significa que la obtención de P_a es menos adecuada, dado que no conduce a datos independientes que permitan verificar la exactitud de las predicciones.

6.2 Valor r.m.s. de la intensidad de campo de la onda ionosférica

Las tensiones medidas a la entrada del receptor pueden expresarse por los valores correspondientes de la tensión inducida en la antena receptora y, por consiguiente, en función de las intensidades de campo. En el caso de configuraciones sencillas, tales como una antena monopolo vertical, un dipolo de radiación transversal o longitudinal, o una antena de cuadro, que sean sensibles a ondas con polarización única (horizontal o vertical), es conveniente introducir el concepto de intensidad de campo incidente equivalente. Éste se refiere a un campo resultante con la misma polarización a la cual la antena responde. Puede considerarse como la suma de una onda ionosférica incidente y de una onda reflejada en el suelo. Los medidores portátiles comerciales de la intensidad de campo están normalmente calibrados de modo que indican la intensidad de campo incidente equivalente. Por otra parte, en el caso de antenas grandes compuestas de elementos separados orientados de modo diferente, como por ejemplo una antena rómbica horizontal, el término «intensidad de campo incidente equivalente» no tiene significado físico. El nivel de la señal captada y el campo resultante varían para los diferentes elementos. En el caso de la captación fuera del eje del haz por una antena sencilla, tal como un dipolo o una antena de cuadro, el concepto de campo incidente equivalente tampoco resulta particularmente útil. La antena responde entonces a las ondas de polarización elíptica y las tensiones inducidas dependen, no sólo de la intensidad de campo, sino también de la adaptación entre las polarizaciones de la onda y las polarizaciones a las que la antena responde para las direcciones de incidencia a considerar. Las ondas de distinta polarización e intensidad que inciden en la misma dirección pueden entonces producir la misma tensión inducida.

La relación entre la intensidad de campo incidente equivalente y la tensión inducida en la antena receptora es función de la frecuencia, pero, a diferencia de lo que ocurre cuando se considera la intensidad de campo de la onda ionosférica, dicha relación es independiente de la dirección de llegada de la onda y de las constantes del suelo. En ambos casos, el factor de conversión tiene la dimensión de una longitud, de modo que, cuando el concepto de intensidad de campo incidente equivalente tiene un sentido, conviene referirse a dos «longitudes equivalentes» de la antena. Una de ellas: l_{ei} relaciona la intensidad de campo incidente equivalente con la f.e.m. inducida en la antena, y la otra l_{es} , relaciona la intensidad de campo de la onda ionosférica con esta misma f.e.m. inducida en la antena. La comparación de la intensidad de campo incidente equivalente con la intensidad de campo de la onda ionosférica, que es lo mismo que relacionar l_{ei} con un valor adecuado de l_{es} , suele ser complicada y supone la adopción de hipótesis acerca de las amplitudes, las polarizaciones y los ángulos de llegada predominantes de los componentes de la onda así como el conocimiento del diagrama polar de la antena.

Sea:

E_0 : valor r.m.s. de la intensidad de campo incidente equivalente (dB(μ V/m))

V_m : valor mediano de la tensión en los bornes de entrada del receptor (dB(1 μ V))

y expresemos l_{ei} en metros. Suponiendo de nuevo un desvanecimiento de tipo Rayleigh:

$$E_0 = V_m + L + T - 20 \log(l_{ei}) + 7,6 \quad \text{dB} \quad (6)$$

Para una antena monopolo vertical de longitud física l (m), se tiene:

$$l_{ei} = \frac{\lambda}{2\pi} \operatorname{tg} \frac{\pi l}{\lambda} \quad (7)$$

y, en particular, para $l \ll \lambda$, $l_{ei} \approx \frac{l}{2}$.

En el caso de una pequeña antena de cuadro de n espiras y superficie A , orientada en el plano de incidencia, se tiene:

$$l_{ei} = \frac{2\pi n A}{\lambda} \quad (8)$$

Si E es el valor r.m.s. de la intensidad de campo de la onda ionosférica (dB(μ V/m)), y l_{es} se expresa en metros, la comparación con la ecuación (6) lleva a:

$$E = V_m + L + T - 20 \log(l_{es}) + 7,6 \quad \text{dB} \quad (9)$$

Ahora bien, l_{es} se expresa en función de la ganancia de antena con relación a una antena isótropa en el espacio libre (g_r) y de la resistencia de radiación r_a (Ω), mediante la siguiente ecuación:

$$l_{es}^2 = \frac{g_r \lambda^2 r_a}{120 \pi^2} \quad (10)$$

de modo que con $G_r = 10 \log g_r$, y f (MHz), E se puede expresar también por la relación:

$$E = V_m + L + T - G_r - 10 \log r_a + 20 \log f - 11,2 \quad \text{dB} \quad (11)$$

La diferencia entre la intensidad del campo incidente equivalente y la intensidad del campo de la onda ionosférica se obtiene haciendo la diferencia de las ecuaciones (6) y (11) para un mismo valor de V_m . Esto se indica en la Fig. 2 en el caso de una antena monopolo vertical corta puesta a tierra y en el caso de una antena de cuadro.

6.3 Parámetro preferido de la intensidad de campo para la comparación entre los valores medidos y las predicciones

En los § 6.1 y 6.2 se ha visto que, si bien los valores medidos se relacionan con la potencia disponible en el receptor en función solamente de los parámetros del sistema de recepción, es preciso, para relacionar las mediciones con los correspondientes valores de intensidad de campo de la onda ionosférica, conocer las direcciones de llegada de las ondas y sus polarizaciones. Dado que dichas direcciones normalmente no se miden sino que se predicen, resulta que, en lo posible, el parámetro preferido de la intensidad de campo, a los efectos de comparación con las predicciones, es la potencia disponible en el receptor. Por consiguiente, se recomienda que, al efectuar una nueva medición de la intensidad de campo en ondas decamétricas, la potencia disponible en el receptor, P_a , se deduzca directamente de los valores medidos de V_m , aplicando la ecuación (4) indicada en el § 6.1. Por otro lado, para obtener P_a a partir del valor mediano mensual eficaz de la intensidad de campo E en el Banco de Datos D1, ha de aplicarse la siguiente ecuación obtenida de las ecuaciones (4) y (11):

$$P_a = E + G_r + 10 \log r_a - 20 \log f - 124,2 \quad \text{dBW} \quad (12)$$

7 Tabulación de los datos

Podrán prepararse cuatro tipos de hojas de tabulación de datos, según que la organización encargada de las mediciones desee expresar los valores en:

- potencia recibida (dBW) (sin corregir los efectos de la antena de recepción);
- tensión a la entrada del receptor (dB(μ V)) (sin corregir los efectos de la antena de recepción);
- intensidad de campo incidente (dB(μ V/m)) (en el margen de la antena de recepción no se tiene en cuenta la reflexión de la onda ionosférica descendente cerca de la antena de recepción);
- intensidad de campo de la onda ionosférica (dB(μ V/m)).

La potencia recibida sería el parámetro más idóneo, pero actualmente es conveniente utilizar la intensidad de campo incidente debido a que el margen de la antena de recepción se conoce probablemente mejor en el punto de recepción.

7.1 Información sobre los circuitos y la explotación

En el Cuadro 1 figura un modelo de la hoja en la que se ha de consignar la información técnica necesaria. En los Cuadros 2 y 3 se amplía algo la información recogida en el Cuadro 1. Se han elaborado estos tres Cuadros para que los utilicen las organizaciones que tengan que medir la amplitud de las señales en ondas decamétricas.

CUADRO 1
Hoja de información técnica

| Banco de datos del UIT-R sobre mediciones de la amplitud de la señal en ondas decamétricas | | |
|--|------------|----------------------------------|
| Deberá adjuntarse la presente hoja de información técnica a las hojas de datos horarios | | |
| Tipo de información | Transmisor | Receptor |
| Ubicación | | |
| Latitud geográfica | N/S | N/S |
| Longitud geográfica | E/W | E/W |
| Nombre y dirección de la estación y/o números de teléfono, télex y telefax | | |
| Conductividad del suelo | S/m | S/m |
| Permitividad del suelo | | |
| Antena: tipo | | |
| polarización | | |
| apertura del haz en el plano horizontal | Grados | Grados |
| apertura del haz en el plano vertical | Grados | Grados |
| ganancia | dBi | dBi |
| longitud | m | m |
| altura | m | m |
| contraantena | | |
| número de elementos | | |
| Frecuencia | kHz | |
| Distintivo de llamada | | |
| Tipo de modulación | | |
| Potencia de la portadora | kW | |
| Potencia del alimentador de antena | kW | |
| Horario de funcionamiento | UTC | |
| Fuente de información | | |
| Fiabilidad de la información | | |
| Tipo de receptor | | |
| Tiempo de registro | | min/h |
| Anchura de banda del receptor | | kHz |
| Parámetro horario utilizado (señálese) | | Valor r.m.s. de la mediana media |
| Unidades objeto de registro (indíquense) | | |
| Potencia recibida | | dBW |
| Tensión a la entrada del receptor | | dB(μV) |
| Intensidad de campo incidente | | dB(μV/m) |
| Intensidad de campo de la onda ionosférica | | dB(μV/m) |
| Datos reducidos a 1 kW | | (Sí/no) |
| Antena TX reducida a isotrópica | (Sí/no) | |
| Ángulo de elevación hipotético | Grados | Grados |

7.2 Hojas mensuales de tabulación de las mediciones de la amplitud de las señales

En el Cuadro 4 figura un modelo de la hoja en la que se han de registrar los valores horarios y mensuales de las mediciones de la amplitud de las señales. En el Cuadro 5 se explica el Cuadro 4. El modelo del Cuadro 4 es necesario para indicar las frecuencias y los meses, mientras que el del Cuadro 1 es necesario únicamente para indicar cada frecuencia.

La evaluación del cómputo, los decilos superiores e inferiores, los cuartiles superiores e inferiores y las medianas, se efectúa con un computador o – si no se dispone de él – mediante el procedimiento descrito en el Cuadro 6.

**CUADRO 2
Explicación de la hoja de información técnica (Parte 1)**

| Banco de datos del UIT-R sobre mediciones de la amplitud de la señal en ondas decamétricas | |
|--|---|
| Explicación de la hoja de información técnica | |
| Ubicación | Nombre del emplazamiento del transmisor/receptor |
| Latitud geográfica | Latitud del transmisor/receptor (grados y min) |
| Longitud geográfica | Longitud del transmisor/receptor (grados y min) |
| Nombre y dirección de la estación | Nombre de la organización responsable del transmisor/receptor y dirección postal y/o teléfono/número de télex y telefax |
| Conductividad del suelo | En el emplazamiento del transmisor/receptor |
| Permitividad del suelo | En el emplazamiento del transmisor/receptor |
| Antena | Tipo (dipolo, log-periódica, en cortina ...) De polarización horizontal o vertical Dirección del haz principal horizontal (grados) Dirección del haz principal vertical (grados) Ganancia (dBi) en el lóbulo principal Longitud (m) Altura (m) Contraantena, si la hay – dense detalles Número de elementos |
| Frecuencia | (kHz) |
| Distintivo de llamada | Si los hay |
| Tipo de modulación | Radiodifusión, rtty, fax ... |
| Potencia de la portadora | Potencia nominal del transmisor (kW) |
| Potencia del alimentador de antena | Diferencia entre la potencia de la portadora del transmisor y la pérdida del cable hasta la antena (kW) |
| Horario de funcionamiento | En tiempo universal (UTC) |

Los valores medianos horarios deberán redondearse al decibelio más próximo. Si por algún motivo se piensa que un valor sólo es correcto con una aproximación de 2 a 4 dB, se le hará seguir de un símbolo literal descriptivo y calificarlo de incierto. Si no es posible garantizar una precisión de 4 dB como mínimo, entonces sólo se inscribirá el símbolo literal descriptivo sin indicar valor numérico. Se utilizan los siguientes símbolos literales:

- símbolos calificativos (figuran delante de los valores numéricos)
 - D: significa que el valor numérico es un límite inferior;
 - E: significa que el valor numérico es un límite superior;
 - U: significa que el valor numérico es incierto,
- símbolos descriptivos (figuran a continuación de los valores numéricos o solos)
 - C: significa que no se realizó ninguna medición o que fue imposible llevarla a cabo debido a problemas técnicos;
 - S: significa que la medición se halla afectada por, o fue imposible de realizar a causa de las interferencias o perturbaciones eléctricas atmosféricas.

CUADRO 3

Explicación de la hoja de información técnica (Parte 2)

| Banco de datos del UIT-R sobre mediciones de la amplitud de la señal en ondas decamétricas | |
|--|---|
| Explicaciones de la hoja de información técnica | |
| Fuente de información | ¿De dónde proviene la información relativa al transmisor? |
| Fiabilidad de la información | Evaluar subjetivamente la fiabilidad de dicha información. La más fiable es la información que procede directamente de la estación transmisora. La información procedente de la Lista Internacional de Frecuencias es poco fiable |
| Tipo de receptor | Fabricante, tipo de receptor |
| Tiempo de registro | ¿Cuántos minutos por hora se registran para calcular el valor horario? |
| Anchura de banda del receptor | (kHz) |
| Parámetro horario registrado | ¿Se registran los datos sobre las mediciones en valores medianos, medios o cuadráticos? |
| Unidades sometidas a registro | ¿Se midió la potencia recibida (dBW) (sin corregir los efectos de la antena receptora) o la tensión de entrada del receptor (dB(μV)) (sin corregir los efectos de la antena receptora) o la intensidad de campo incidente (dB(μV/m)) (en el margen de la antena receptora no se tiene en cuenta la reflexión de la onda ionosférica descendente cerca de la antena receptora) o la intensidad de campo de la onda ionosférica (dB(μV/m))? |
| Datos referidos a 1 kW | ¿Se han referido los datos sobre las mediciones a 1 kW de potencia radiada? |
| Antena transmisora referida a una antena isotrópica | ¿Se refirieron los valores medidos a los de una antena transmisora isotrópica? |
| Ángulo de elevación hipotético | ¿Cómo se calculó el ángulo de elevación de la onda de llegada, o qué valor hipotético se le dio, al calcular la ganancia de la antena transmisora o al convertir los datos medidos a la intensidad de campo de la onda ionosférica? |

No conviene indicar las medianas ni los cuartiles ni los decilos, si los resultados obtenidos no rebasan en más de 2 dB el nivel del ruido de fondo en la recepción.

Si, por algún motivo, más de la mitad de todos los posibles valores numéricos diarios correspondientes a un mes van acompañados de un símbolo calificativo o faltan, los valores medianos, los cuartiles y los decilos también deben ir precedidos de la letra U y acompañados del símbolo literal descriptivo que proceda, que será el que convenga para calificar a la mayoría de los datos ausentes o acompañados de tal símbolo. Cuando el valor mediano, el cuartilo o el decilo sólo rebasa de 2 a 4 dB el ruido de fondo, dicho valor también debe ir precedido del símbolo U y seguido del símbolo S.

7.3 Tabulación de datos para su tratamiento por computador

De efectuarse mediciones de la intensidad de la señal con la ayuda de un sistema computadorizado, el intercambio de datos se hará con arreglo al procedimiento descrito en el Cuadro 7.

CUADRO 4

Modelo de hoja para las mediciones horarias y mensuales de la amplitud de la señal

| Banco de datos del UIT-R sobre mediciones de la amplitud de la señal en ondas decamétricas | | | | | | | | | | | Circuito: | | | | Frecuencia: kHz | | | | Mes: | | Año: | | | | | |
|--|--|-----------|-----------|-----------|-----------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|
| Día | Hora UTC | 0030-0130 | 0130-0230 | 0230-0330 | 0330-0430 | 0430-0530 | 0530-0630 | 0630-0730 | 0730-0830 | 0830-0930 | 0930-1030 | 1030-1130 | 1130-1230 | 1230-1330 | 1330-1430 | 1430-1530 | 1530-1630 | 1630-1730 | 1730-1830 | 1830-1930 | 1930-2030 | 2030-2130 | 2130-2230 | 2230-2330 | 2330-0030 | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cómputo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Decilo superior | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cuartilo superior | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mediana | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cuartilo inferior | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Decilo inferior | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Símbolos calificativos: | E: potencia de entrada del receptor por debajo del umbral del registro | | | | | D: potencia de entrada del receptor por encima del valor máximo de registro | | | | | U: valor incierto | | | | | | | | | | | | | | | |
| Símbolos descriptivos: | C: no se realizó ninguna medición ni hubo problemas técnicos | | | | | S: interferencia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

CUADRO 5

Explicaciones relativas a la realización de las mediciones horarias y mensuales de la amplitud de la señal

| Banco de datos del UIT-R sobre mediciones de la amplitud de la señal en ondas decamétricas | |
|--|--|
| Explicación de la hoja de tabulaciones para las mediciones horarias | |
| Circuito | Nombre de la estación transmisora/receptora |
| Valores horarios | <p>En el caso de las transmisiones continuas, se ha de tomar la señal media entre 30 min antes de la hora y 30 min después de la hora. Cuando una transmisión dure 60 min, de una hora determinada hasta la hora siguiente, se dividirá en dos periodos de 30 min y se inscribirán dos valores horarios en el cuadro</p> <p>Las horas en las que no se efectúen mediciones se indicarán en el cuadro con el símbolo C</p> <p>Las horas en las que se efectúen mediciones, pero que se consideran influidas por perturbaciones o parásitos atmosféricos, se indicarán en el cuadro con el símbolo S</p> <p>Las horas en las que se efectúen mediciones y durante las cuales la señal deseada esté por debajo del umbral de registro se indicarán en el cuadro con el símbolo E, al igual que el valor de umbral</p> <p>Las horas en las que se efectúen mediciones, pero durante las cuales la señal deseada esté por encima del valor máximo de registro se indicarán en el cuadro con el símbolo D, al igual que el valor máximo</p> <p>Las horas en las que se efectúen mediciones pero durante las cuales la señal deseada sea incierta por cualquier razón, se indicarán en el cuadro con el símbolo U, al igual que el valor medido</p> <p>Se utilizarán únicamente los números enteros más próximos a los valores en decibelios de las amplitudes horarias y mensuales resumidas</p> |
| Cómputo | El número de horas con valores numéricos incluidos los indicados por los símbolos D, E y U constituyen el «cómputo» |
| Decilos, cuartiles y medianas | Todos los valores de amplitud medidos se indicarán por orden de amplitud decreciente. Los valores clasificados con el símbolo D deberán aparecer en el extremo superior y los valores clasificados con el símbolo E irán en el extremo inferior. Los decilos, los cuartiles y las medianas se determinan con arreglo al Cuadro 6 |

CUADRO 6

Cuadro para calcular los decilos, los cuartiles y las medianas

| Banco de datos del UIT-R sobre mediciones de la amplitud de la señal en ondas decamétricas | | | |
|--|--|---------------------------------|---------------------------|
| Cuadro para calcular los decilos, los cuartiles y las medianas | | | |
| En el cuadro que figura a continuación se explica cómo se ha de proceder para calcular los decilos, los cuartiles y las medianas. | | | |
| Si el cuadro contiene 31 valores, el 4° valor a partir del más alto es el decilo superior, la mitad de la suma de los valores 8° y 9° constituye el cuartilo superior, y el valor 16° constituye la mediana. | | | |
| Si el cuadro contiene 30 valores, se considera que el decilo superior es el 4° valor multiplicado por 9 más el tercer valor dividido por 10, etc. | | | |
| El cálculo de los decilos y los cuartiles superiores se inicia en el extremo superior del cuadro. Los decilos y los cuartiles inferiores se calculan a partir del extremo inferior del cuadro. | | | |
| Cómputo | Valores que han de emplearse en los cálculos | | |
| | Decilo | Cuartilo | Mediana |
| 31 | 4° | $(8^\circ + 9^\circ)/2$ | 16° |
| 30 | $(9 \cdot 4^\circ + 3^\circ)/10$ | $(3 \cdot 8^\circ + 9^\circ)/4$ | $(16^\circ + 15^\circ)/2$ |
| 29 | $(4 \cdot 4^\circ + 3^\circ)/5$ | 8° | 15° |
| 28 | $(7 \cdot 4^\circ + 3 \cdot 3^\circ)/10$ | $(3 \cdot 8^\circ + 7^\circ)/4$ | $(15^\circ + 14^\circ)/2$ |
| 27 | $(3 \cdot 4^\circ + 2 \cdot 3^\circ)/5$ | $(7^\circ + 8^\circ)/2$ | 14° |
| 26 | $(3^\circ + 4^\circ)/2$ | $(3 \cdot 7^\circ + 8^\circ)/4$ | $(14^\circ + 13^\circ)/2$ |
| 25 | $(2 \cdot 4^\circ + 3 \cdot 3^\circ)/5$ | 7° | 13° |
| 24 | $(3 \cdot 4^\circ + 7 \cdot 3^\circ)/10$ | $(3 \cdot 7^\circ + 6^\circ)/4$ | $(13^\circ + 12^\circ)/2$ |
| 23 | $(4^\circ + 4 \cdot 3^\circ)/5$ | $(6^\circ + 7^\circ)/2$ | 12° |
| 22 | $(4^\circ + 9 \cdot 3^\circ)/10$ | $(3 \cdot 6^\circ + 7^\circ)/4$ | $(12^\circ + 11^\circ)/2$ |
| 21 | 3° | 6° | 11° |
| 20 | $(9 \cdot 3^\circ + 2^\circ)/10$ | $(3 \cdot 6^\circ + 5^\circ)/4$ | $(11^\circ + 10^\circ)/2$ |
| 19 | $(4 \cdot 3^\circ + 2^\circ)/5$ | $(5^\circ + 6^\circ)/2$ | 10° |
| 18 | $(7 \cdot 3^\circ + 3 \cdot 2^\circ)/10$ | $(3 \cdot 5^\circ + 6^\circ)/4$ | $(10^\circ + 9^\circ)/2$ |
| 17 | | 5° | 9° |
| 16 | | $(3 \cdot 5^\circ + 4^\circ)/4$ | $(9^\circ + 8^\circ)/2$ |
| 15 | | $(4^\circ + 5^\circ)/2$ | 8° |
| 14 | | $(3 \cdot 4^\circ + 5^\circ)/4$ | $(8^\circ + 7^\circ)/2$ |
| 13 | | | 7° |
| 12 | | | $(7^\circ + 6^\circ)/2$ |
| 11 | | | 6° |
| 10 | | | $(6^\circ + 5^\circ)/2$ |

CUADRO 7

Explicaciones de la hoja de intercambio de datos por computador

| Banco de datos del UIT-R sobre mediciones de la amplitud de la señal en ondas decamétricas | |
|---|--|
| Explicaciones del intercambio de datos por computador | |
| Cuando el intercambio de datos se efectúe por computador, las mediciones deberán ir acompañadas también de información técnica. No obstante, los valores diarios y mensuales deberán atenerse al siguiente formato: | |
| Columnas 1-3 | Circuito y código de frecuencia |
| Columna 5 | 1: valores diarios 2: decilos superiores 3: cuartiles superiores 4: medianas 5: cuartiles inferiores 6: decilos inferiores |
| Columna 7 | 1: medianas 2: media 3: valor cuadrático medio |
| Columna 8 | 1: potencia disponible en el receptor (dBW) 2: tensión en la entrada del receptor (dB(μ V)) 3: intensidad de campo incidente (dB(μ V/m)) 4: intensidad de campo de la onda ionosférica (dB(μ V/m)) |
| Columnas 10-11 | Año (dos cifras) |
| Columnas 13-14 | Mes (dos cifras) |
| Columna 16 | 1 = 01-12 UTC 2 = 13-24 UTC |
| Columnas 18-19 | Día del mes |
| Columnas restantes de 21 a 80: 5 columnas, 1 por cada 12 h | Columna 1: símbolo calificativo (o espacio) Columna 2: datos – centenas Columna 3: datos – decenas Columna 4: datos – unidades Columna 5: símbolos descriptivos (o espacio) |
| Los datos deberán registrarse en discos magnéticos (formato MS-DOS de 3½ pulgadas). | |

ANEXO 2

**Técnica de medición de la intensidad de campo en ondas decamétricas –
Especificaciones para la realización de una campaña de mediciones de la
intensidad de campo con el fin de mejorar en el futuro los métodos de predicción**

1 Introducción

Algunas dificultades graves que plantea la medición de intensidades de campo en ondas decamétricas estriban en la identificación inequívoca de las transmisiones y en las características del material y de las antenas que pueden emplearse para realizar las mediciones. Por ello, se recomienda que se instale una red de nuevos transmisores y receptores controlados por computador que se ajusten a las características indicadas en este Anexo. Se reducirán así al mínimo las imprecisiones, con lo que se obtendrán datos de muy buena calidad y podrá disponerse de gran número de instalaciones receptoras en todo el mundo a un coste moderado.

2 La campaña de mediciones de la intensidad de campo en ondas decamétricas

Los datos requeridos no podrán obtenerse a menos que se instalen nuevos transmisores y receptores. Se recomienda que dichos transmisores permitan cambiar de frecuencia con agilidad, que cada uno de ellos emita en cinco frecuencias secuencialmente, con arreglo a una pauta predeterminada. En cada caso debe haber un periodo de emisión de una señal estable para las mediciones manuales, así como secuencias calificadas que permitan la identificación auditiva y por computador de la fuente y la evaluación por computador de las intensidades de la señal y del ruido de fondo o la interferencia.

Para que sea mínima la posibilidad de interferencia, las transmisiones se efectuarán en frecuencias asignadas, probablemente en las bandas del servicio fijo.

Los receptores por instalar pueden revestir distintas características, dentro de las especificaciones que se indican más adelante, pero para la antena de recepción se recomienda un tipo único. Cada receptor debe operar efectuando una secuencia de mediciones rápida, deteniéndose en cada frecuencia no más de 12 s, y podrá medir niveles de señal en muchas de las 45 frecuencias transmitidas durante cada hora. Puede disponerse de al menos un modelo de receptor, incluyendo el interfaz, el computador y el soporte lógico a un precio moderado y se espera que algunas administraciones presten material a los países en desarrollo en que sea muy necesario obtener nuevos datos de mediciones.

3 Transmisor

3.1 Ubicación de los transmisores

Para recoger datos representativos de las condiciones de propagación de las ondas decamétricas en escala mundial debe haber de preferencia nueve transmisores por lo menos. Éstos se hallarían ubicados en los hemisferios septentrional y meridional en latitudes medias y en las zonas tropicales en las Regiones 1, 2 y 3 (véase el Cuadro 8). Sin embargo, hay que tener en cuenta que, de no estar disponible la distribución propuesta en el Cuadro 8, pueden obtenerse resultados útiles con un número de transmisores más limitado.

CUADRO 8

| | Región 1 | Región 2 | Región 3 |
|--------------|------------------------------|-------------------|-------------------|
| Hemisferio N | Europa septentrional/central | América del Norte | Asia |
| Trópicos | África tropical | Región del Caribe | Asia sud-oriental |
| Hemisferio S | África meridional | América del Sur | Australasia |

3.2 Potencia del transmisor

La potencia de los transmisores estaría comprendida entre 5 y 10 kW.

3.3 Antenas transmisoras

Las antenas transmisoras serían omnidireccionales en acimut y tendrían un diagrama de elevación amplio. Para evitar la necesidad de conmutar frecuentemente entre potencias de radiofrecuencia elevadas, es preferible emplear un solo monopolo de banda ancha o una estructura cónica. Sin embargo, ese tipo de antenas suele exhibir un diagrama de radiación vertical (drv) cambiante para frecuencias superiores a aproximadamente el triple de la frecuencia de diseño más baja, que se verifica cuando la altura de la antena es aproximadamente $\lambda/4$, por lo que conviene estudiar minuciosamente las características de las distintas antenas propuestas. El criterio a seguir, en el caso de los drv, consistirá en que, a frecuencias de operación elevadas, el diagrama no diferirá en más de 3 dB del drv de un monopolo $\lambda/2$ (el caso del punto medio de la banda) en la gama de ángulos de elevación de hasta 65°. A ese respecto, una posibilidad consistiría en elegir una antena de banda ancha cuya frecuencia de funcionamiento más alta fuese aproximadamente igual al triple de la frecuencia de diseño más baja mientras que, para poder operar en la frecuencia de explotación más baja, se dispondría de una red de adaptación selectiva en frecuencia.

La antena debe instalarse en un terreno plano con una pendiente no superior a 2°, situada en un emplazamiento despejado con obstáculos que no tengan más de 4° de elevación.

3.4 Frecuencias y secuencias de transmisión

Las transmisiones procedentes de un emplazamiento deben realizarse en cinco bandas de frecuencias, de preferencia en las bandas del servicio fijo, cerca de 5,5, 8, 11, 15 y 20 MHz. Las emisiones en cada frecuencia deben radiarse de modo secuencial a los 0, 4, 8, 12, etc. minutos después de cada hora. La secuencia de frecuencias debe comunicarse al Director de la Oficina de Radiocomunicaciones para su difusión a todos los participantes en la campaña de medición.

En caso de que funcionen simultáneamente más de cinco transmisores, se necesitará más de una frecuencia en todas las bandas para evitar la interferencia mutua. Seis a diez transmisores precisan dos frecuencias en cada banda, 11 a 14 requieren tres por banda, etc.; el número requerido para n transmisores es $\lceil (n - 1)/5 \rceil + 1$. En el Cuadro 9 se halla una secuencia para nueve transmisores que utilizan dos frecuencias, 1 y 2, en cada banda A a E.

CUADRO 9

Secuencia de frecuencias para nueve transmisores

| | | Minutos | | | | | |
|--|---|---------|----|----|----|----|----|
| | | 0 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 |
| T r a n s m i s o r | 1 | A1 | B1 | C1 | D1 | E1 | |
| | 2 | B1 | C1 | D1 | E1 | A2 | |
| | 3 | C1 | D1 | E1 | A2 | B2 | |
| | 4 | D1 | E1 | A2 | B2 | C2 | |
| | 5 | E1 | A2 | B2 | C2 | D2 | |
| | 6 | A2 | B2 | C2 | D2 | E2 | |
| | 7 | B2 | C2 | D2 | E2 | A1 | |
| | 8 | C2 | D2 | E2 | A1 | B1 | |
| | 9 | D2 | E2 | A1 | B1 | C1 | |

3.5 Señal transmitida

3.5.1 La emisión debe ser de la clase F1B, con un desplazamiento de frecuencia de 850 Hz. Conforme a la Recomendación UIT-R F.246 la «marca» debe hallarse en una frecuencia inferior, esto es, 425 Hz por debajo de la frecuencia asignada.

NOTA 1 – Si la emisión se produce utilizando técnicas de banda lateral única de portadora suprimida, entonces puede ser conveniente usar, por ejemplo, como frecuencia de referencia, una frecuencia de portadora suprimida de 1 225 Hz por debajo de la frecuencia asignada, en asociación con frecuencias de modulación de banda lateral superiores en 800 Hz para la frecuencia de referencia y en 1 650 Hz para la frecuencia espacial.

3.5.2 La secuencia transmitida en cada frecuencia debe ser la descrita a continuación con una duración de 12 s. La secuencia se repetirá cada 4 min, reduciendo las repeticiones finales en lo necesario para dar tiempo al cambio de frecuencia del transmisor:

- preámbulo MDF a 100 bit/s durante 1 s, que comprenda inversiones de señal iniciadas en la frecuencia de referencia;
- pausa de 50 ms;

- señal de identificación en el código Morse en la frecuencia superior (véase la Recomendación UIT-R F.246), contenida dentro de un periodo que no exceda de 3,3 s:
 - las relaciones de longitud dentro de la secuencia del código Morse serán las siguientes:
 - longitud del elemento punto 1 unidad
 - longitud del elemento raya 3 unidades
 - espacio entre elementos dentro de un carácter 1 unidad
 - espacio entre caracteres dentro del distintivo de llamada 3 unidades
 - la longitud de la unidad para la longitud del elemento punto etc., será el múltiplo de 100 ms más elevado a fin de que, en la mayor medida posible, el distintivo de llamada ocupe totalmente el tiempo de 3,3 s disponible; el distintivo de llamada comenzará al principio del periodo disponible y el tiempo no utilizado quedará al final del periodo;
 - si es admisible, esta señal de identificación puede basarse ventajosamente en el código internacional de localización utilizado por los radioaficionados, siempre que la señal pueda estar contenida dentro del periodo especificado;
- una pausa de 50 ms;
- una secuencia complementaria de 256 bits, transmitida a 1 200 bit/s del siguiente modo:

Secuencia 1:

```
1110010000101000000101001101100000011011001010001110101111011000000110
1111010111000101001101100011100100110101111110101111011000000110111101
0111111010110010011100011011001010001110101111011000111001000010100011
1010110010011111100100110101111110101111011000
```

- una pausa de 50 ms;
- una segunda secuencia complementaria de 256 bits, transmitida a 1 200 bit/s del siguiente modo:

Secuencia 2:

```
0001101111010111111010110010011111100100110101110001010000100111000110
1111010111000101001101100011100100110101111110101111011000111001000010
1000000101001101100011100100110101110001010000100111111001000010100011
1010110010011111100100110101111110101111011000
```

- una pausa de 50 ms;
- una serie de inversiones MDF, que comprenda 273 bits a 100 bit/s, comenzando en la frecuencia inferior;
- una secuencia de identificador de código Gold de 127 bits, a 100 bits/s, que comienza en la frecuencia inferior. Las frecuencias que deberá utilizar cada estación transmisora que participa en la campaña pueden solicitarse a la BR, quien notificará asimismo las secuencias en uso a las estaciones receptoras;
- una señal constante en la frecuencia superior durante 3 s por lo menos, que continuará hasta que la duración total de la secuencia alcance 12 s.

NOTA 2 – El identificador automático adopta la forma de un código Gold de longitud 127 bits, obtenido utilizando el siguiente algoritmo generador del registro de desplazamiento de 7 etapas:

$$s_1 = x^7 + x^3 + x$$

$$s_2 = x^7 + x^3 + x^2 + x + 1$$

las secuencias asignadas sucesivamente a las estaciones transmisoras estarán en el orden:

$$s_1 ; s_2 ; (s_1 + s_2); (s_1 + \tau \cdot s_2); \dots (s_1 + \tau^{126} \cdot s_2)$$

donde τ^n representa un desplazamiento cíclico de n lugares.

3.6 Anotaciones sistemáticas

Se mantendrán en todos los emplazamientos sistemas de anotación con datos detallados sobre el estado del transmisor y, en particular, sobre la potencia del mismo; esas anotaciones se enviarán periódicamente al Director de la BR.

4 Receptores

4.1 Ubicación de los receptores

Para el registro de los nueve transmisores propuestos debería haber el mayor número posible de estaciones receptoras. Debido a la existencia de un nulo en el diagrama de elevación de las antenas transmisoras verticales, no se realizarán mediciones en alcances inferiores a 500 km.

4.2 Antenas y emplazamiento

Para las mediciones de la intensidad de campo, y con arreglo a las especificaciones del Apéndice 1 se recomienda emplear antenas activas verticales cortas. Las antenas se instalarán en un terreno llano, de pendiente no superior a 2° , y en un emplazamiento despejado, de 25 m de radio como mínimo, apareciendo los obstáculos más distantes a una elevación máxima de 4° , medida en superficie. La antena deberá estar ubicada lejos de líneas de energía eléctrica y otras estructuras metálicas. Dicha antena puede estar protegida físicamente por una cerca o empalizada de madera de hasta 2 m de altura situada a una distancia de por lo menos 3 m. Es preferible que esté situada en una zona donde la conductividad del suelo sea buena y homogénea; en cualquier caso, debe además conocerse la conductividad para emplearla en el análisis de los resultados.

4.3 Especificaciones y calibración de los receptores

Los receptores con que se realicen las medidas de intensidad del campo deberían cumplir los siguientes requisitos mínimos de funcionamiento:

- Control de sintetizador (en pasos de 10 Hz).
- Bus exterior utilizable para el control por computador.
- Precisión de frecuencias igual ± 1 parte en 10^6 .
- Bandas laterales de ruido del sintetizador: comportamiento de mezclado recíproco inferior a 70 dB en una anchura de banda de 3 kHz, con una separación de 20 kHz.
- Sensibilidad BLU = $1,0 \mu\text{V}$ con terminación para al menos 10 dB de relación $(S + N)/N$ en una anchura de banda de 3 kHz.
- Respuestas parásitas no deseadas (por ejemplo, imagen, frecuencias intermedias) inferiores a 70 dB.
- Selectividad: anchura de banda de 3 kHz aproximadamente, factor de forma (-60 dB a -6 dB) 2:1.
- Linealidad: intercepción de tercer orden, espaciamiento = 20 kHz, +10 dBm.
- Capacidad de medición del valor medio verdadero en el plazo de 4 s.
- La exactitud de temporización dentro del sistema receptor debe ser inferior a 1 s.

4.4 Secuencia de mediciones del receptor

De los 12 s de la secuencia de códigos transmitida, sólo se requieren para las mediciones por computador 4 s, dejando una tolerancia suficiente para las diferencias de temporización.

En el § 5 se indica que se requieren 12 muestras para establecer un nivel de señal mediano en un intervalo de 1 h. Así, es suficiente con medir 4 muestras en 4 min, repitiendo el proceso tres veces por hora valiéndose del ciclo de transmisión por periodos de 20 min. De ese modo, podría darse cabida a mediciones en 5 frecuencias durante 4 min, y en 25 frecuencias durante 1 h. La secuencia se representa en la Fig. 3.

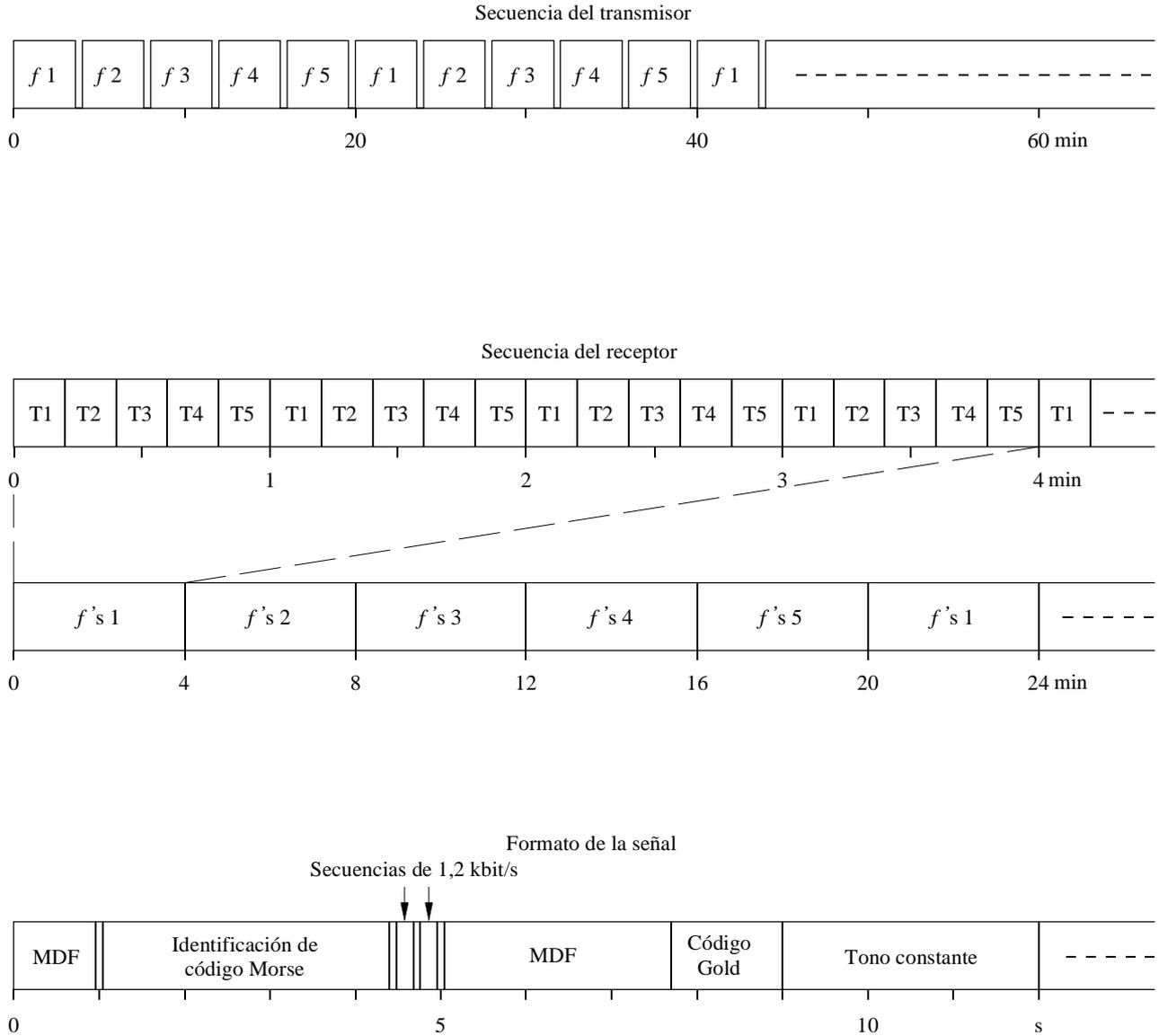
Para cumplir el requisito anterior, las organizaciones que operen solamente un receptor pueden seleccionar para realizar mediciones hasta 25 transmisiones de las 45 potencialmente disponibles. O bien, para someter a comprobación técnica más de 25 transmisiones, operarían dos receptores en paralelo. Para la selección de transmisiones adecuadas podrá recabarse asesoramiento al grupo internacional, como se recomienda en el § 6.

4.5 Unidades y calibración del registro

El empleo de una antena receptora normalizada y de sistemas receptores que permiten una conversión común a intensidades de campo debe realizarse en todos los emplazamientos durante el análisis de datos. Las amplitudes medidas se expresarán en términos de tensión de entrada en el receptor correspondiente introduciendo una señal de calibración de

referencia, una vez al día en condiciones ideales. Esta señal será de amplitud fija, que dé una salida en el receptor aproximadamente de escala completa. La intensidad de la señal de calibración se anotará en el registro de la estación, junto con una indicación de cualquier atenuación de entrada utilizada; el nivel de salida en el receptor se registrará en disco blando.

FIGURA 3
Secuencias y formatos



0845-03

5 Medición de las señales y del ruido de fondo y procesamiento de los datos

En este punto se describen los procedimientos básicos mediante los que obtener amplitudes de señal para incluir éstas en un futuro banco de datos del UIT-R. El formato de señal del transmisor (§ 3.5.2) ha sido diseñado de modo que puedan realizarse, si se desea, medidas adicionales para otros tipos de estudios de propagación.

5.1 Muestreo

Para cada circuito seleccionado (combinación transmisor/receptor/frecuencia), el receptor registra en cada hora un número suficiente de muestras de amplitud para poder obtener estimaciones estadísticamente significativas de las medianas horarias y de las intensidades de señal y de ruido que es preciso determinar en relación con el desvanecimiento probable en el transcurso de una hora. Tanto si el procesamiento de la señal es analógico como si es digital, deben determinarse en primer lugar las amplitudes de tensión medias durante un periodo de 4 s, en cada dos ciclos de transmisión de 12 s. Deberá tomarse un mínimo de 12 de esas muestras en una hora de un día dado, que se distribuirán de manera aproximadamente uniforme a lo largo del periodo de emisión del transmisor. Esto da un error normalizado debido al muestreo de menos de 2 dB.

5.2 Atenuación de entrada

Para permitir variaciones de la amplitud de la señal en diferentes circuitos y en distintas horas del día, se sugiere que se introduzca un atenuador conmutado sometido a control de computador entre la antena y el receptor; los valores de atenuación han de inscribirse en disco blando junto con los datos de la señal y del ruido.

5.3 Registro de los datos

Los datos deben introducirse en un disco blando en un formato acordado (Apéndice 2). En el Apéndice 3 se dan reglas para tratar las muestras en las que la señal no es diferenciable del ruido y la interferencia.

5.4 Determinación de las medianas mensuales y decilos

Deberán calcularse las medianas mensuales y los decilos superior e inferior de la amplitud de señal, combinando los datos de amplitud de señal mediana horaria a una hora dada, para los diferentes días. En el Anexo 1 se indican ciertas reglas aplicables a las muestras diarias en que la señal es inferior al ruido.

5.5 Normalización de datos

Los datos obtenidos de distintos emplazamientos de recepción irán acompañados de los correspondientes factores de calibración del receptor y de la antena, para cada circuito. Mediante esta información y la obtenida de los sistemas de anotaciones del transmisor, los diferentes valores diarios/horarios se convertirán en datos centralizados y normalizados, incorporables al banco de datos.

6 Manipulación de datos, garantía de calidad y formación de personal

El plan prevé un gran número de puntos de recepción (algunos de los cuales operarían en zonas muy necesitadas de ingenieros capacitados) y un gran volumen de datos, probablemente en formato de disco flexible, que se enviarían a un órgano central, donde se compilarían y procesarían. Un plan de esas características sólo funcionará si se presta la debida atención a la organización y a la formación profesional.

Se recomienda constituir un grupo internacional que supervise el programa de mediciones y que oriente y preste asistencia a los participantes. Se recomienda también que la UIT preste su apoyo a la recepción y procesamiento de los datos, en consulta con dicho grupo.

Las tareas que se precisa realizar son las siguientes:

- recopilar y validar datos de mediciones obtenidos de los distintos emplazamientos de recepción;
- crear y mantener ficheros sinópticos de las intensidades de campo medianas horarias/diarias;
- normalizar esos resultados con arreglo a las características conocidas de comportamiento de los sistemas de transmisión y recepción, crear un banco de datos definitivo;
- organizar cursillos formativos en diversas partes del mundo para asegurarse de que los sistemas de recepción serán operados satisfactoriamente.

Se recomienda remitir al Director de la Oficina de Radiocomunicaciones todos los datos registrados por estos equipos, a fin de facilitar la creación de una nueva base de datos de mediciones de la intensidad de campo del UIT-R.

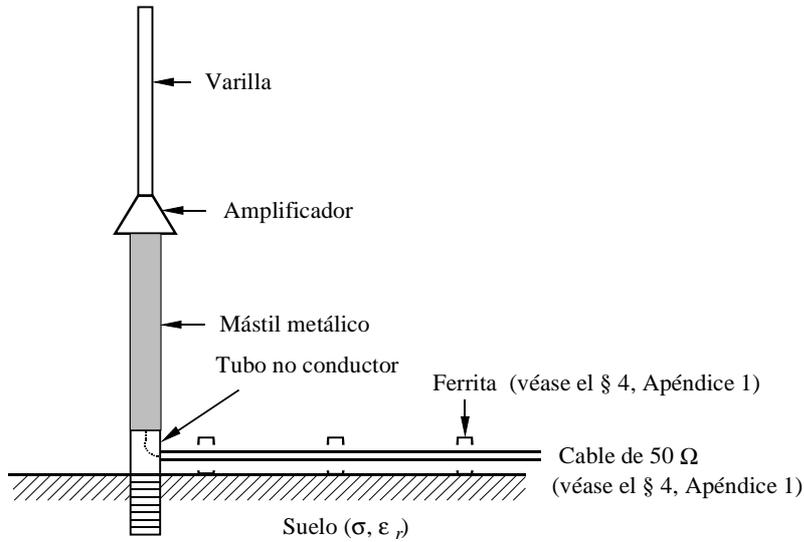
APÉNDICE 1

Especificaciones de una antena vertical para realizar pruebas de mediciones de la intensidad de campo en condiciones reales

1 Esquema general

FIGURA 4a

Esquema general de una antena activa

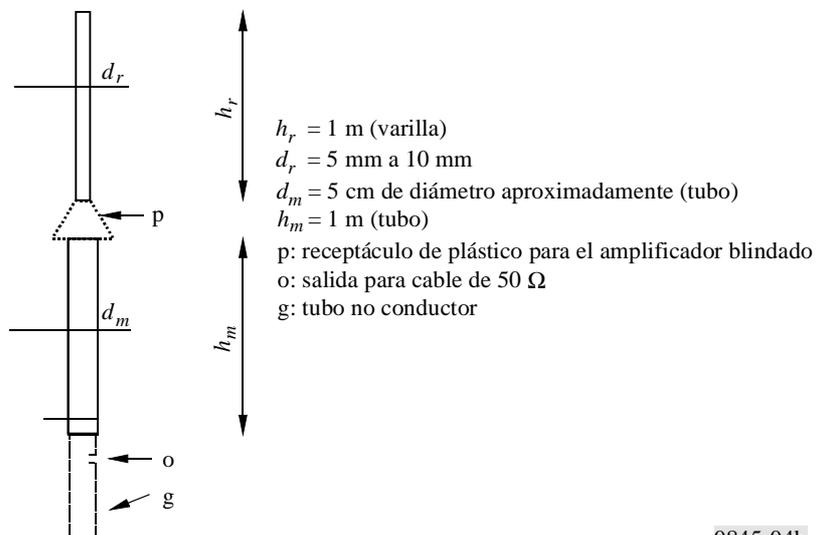


0845-04a

2 Estructura metálica

FIGURA 4b

Estructura geométrica de una antena activa



0845-04b

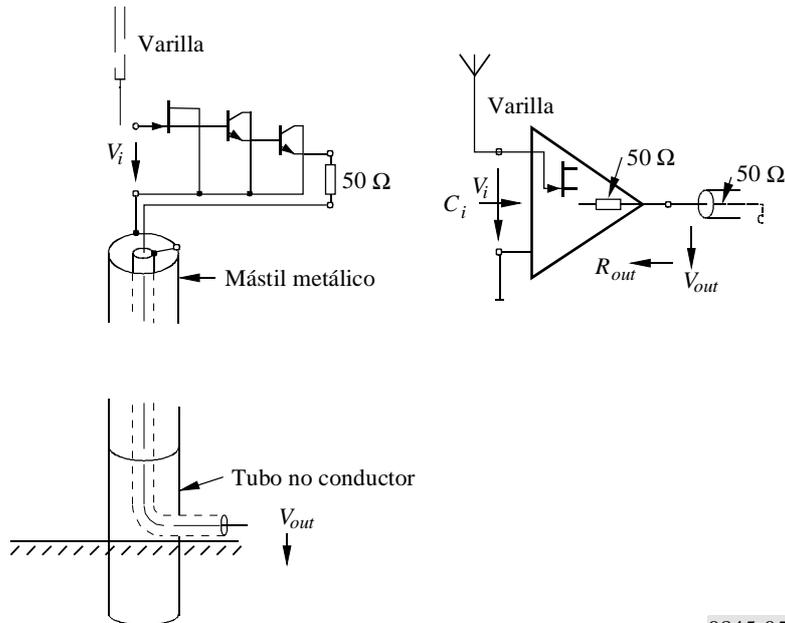
3 Amplificador de antena activa

3.1 Esquema básico

Podría utilizarse, como ejemplo, un circuito seguidor fuente FET y un circuito seguidor emisor bipolar. La corriente continua podría suministrarse por el conductor interno del cable coaxial.

FIGURA 5

Esquema básico de una antena activa



0845-05

3.2 Características eléctricas de una antena activa

- Amplificación: $V_{out}/V_i \approx 1/2 \triangleq -6 \text{ dB}$
- Impedancia de entrada: $C_i = 15 \text{ pF}$
- Resistencia de salida: $R_{out} = 50 \Omega$, relación de onda estacionaria en voltaje ≤ 2
- Valor del ruido medio en la salida:

$$F_{out} \leq 15 \triangleq 11,8 \text{ dB}$$

(Potencia de ruido disponible medida en la salida de la antena blindada o en la salida del amplificador cuando éste recibe $C_A = 10 \text{ pF}$ en la entrada.)

- Gama de linealidad (nivel de señal para una compresión de 1 dB)

$$V_{comp, out} \geq 1,2 \text{ V (con una carga de } 50 \Omega \text{)} \\ \text{medidos con una antena ficticia.}$$

- Características de intermodulación:

Punto de intercepción de segundo orden medido en la salida:

$$\text{IPOP2} \geq 50 \text{ V (ó } 47 \text{ dBm) (con antena ficticia)}$$

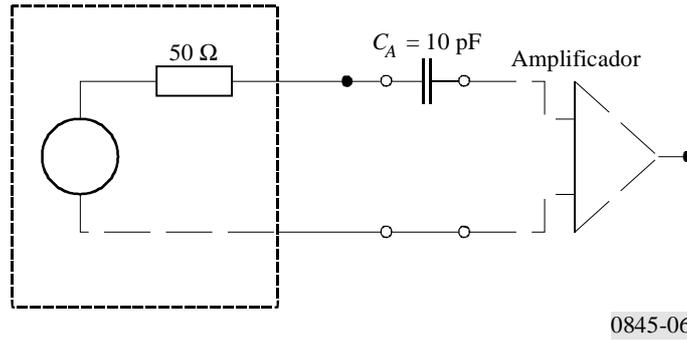
Punto de intercepción de tercer orden medido en la salida:

$$\text{IPOP3} \geq 5 \text{ V (ó } 27 \text{ dBm) (con antena ficticia)}$$

Los puntos de intercepción se medirán mediante el método de los dos generadores de señal.

- Antena ficticia para las mediciones efectuadas en el amplificador

FIGURA 6

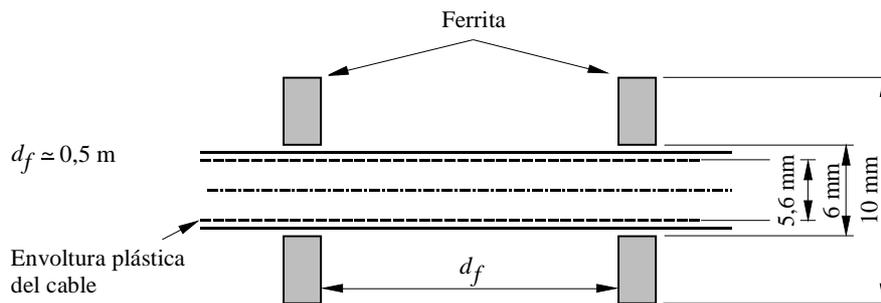


0845-06

4 Cable de antena

- Impedancia característica: $Z_c = 50$
- Supresión de corrientes en el conductor externo mediante anillos de ferrita

FIGURA 7



0845-07

- Tipo de ferrita: $A_1 = 3\,000$ a $5\,000 \text{ nH/vuelta}^2$

NOTA 1 – La disposición indicada (anillos de ferrita separados a lo largo de toda la longitud del alimentador coaxial) es adecuada para las instalaciones temporarias (por ejemplo, selección del emplazamiento). Para las instalaciones permanentes, se incorporan 50 anillos de tipo 73 (no utilizar anillos de tipo 77) en el extremo de antena de alimentador coaxial y se utiliza cable enterrado de bajas pérdidas para encaminar la señal hasta el instrumento de medición de la intensidad de la señal. El circuito equivalente de los 50 anillos en el cable coaxial de tipo RG 58 (27 cm de cable con 50 anillos de ferrita) es un transformador de aislamiento no-balanceado-no-balanceado.

5 Protección contra el rayo

El amplificador debe estar protegido contra descargas atmosféricas mediante diodos y un descargador a la entrada.

La antena deberá poder soportar campos eléctricos transitorios de:

$$\left| \frac{dE}{dt} \right| \geq 500 \quad \text{kV}/(\text{m} \cdot \text{s})$$

APÉNDICE 2

Registro de las amplitudes de la señal y el ruido e información conexas

1 Introducción

Las amplitudes de la señal y el ruido de un promedio de 4 s han de registrarse en disquetes. Si bien esto conducirá a la necesidad de un mayor tratamiento ulterior de los datos por un equipo internacional que, en el caso de que se registraran las amplitudes medianas horarias, evitará el análisis de los datos fuera de línea en emplazamientos distantes y permitirá introducir cambios de los procedimientos de análisis si más adelante resulta necesario.

2 Organización general de los datos

Las amplitudes de la señal y el ruido se conservarán en registros individuales, correspondientes cada uno a un periodo de una hora.

La información sobre la calibración constituirá un archivo distinto.

Se dispondrá también de un archivo de descripción general que contenga información tal como los títulos de las disquetes, etc.

Los datos que tengan valores determinados previamente se codificarán y tabularán a fin de ahorrar espacio y facilitar cierta verificación en el curso del proceso.

3 Cuadros

3.1 Cuadro del receptor

Cada registro contiene:

- | | |
|---|----------|
| – código numérico del receptor valor máximo 65 536 (binario) | 2 bytes |
| – nombre del receptor 20 caracteres | 20 bytes |

Número previsto de registros: -----

3.2 Cuadro del transmisor

Cada registro contiene:

- | | |
|---|----------|
| – código numérico del transmisor valor máximo 65 536 (binario) | 2 bytes |
| – distintivo de llamada del transmisor 5 caracteres | 5 bytes |
| – nombre del transmisor 20 caracteres | 20 bytes |

Número previsto de registros: -----

3.3 Cuadro de frecuencias

Cada registro contiene:

- | | |
|--|---------|
| – frecuencia (binaria) frecuencia central redondeada hasta los más próximos 100 Hz | 2 bytes |
|--|---------|

Número previsto de registros: 25

4 Formatos de los ficheros

4.1 Fichero de descripción general

Sólo un registro que contiene:

- Título 32 caracteres
que contiene la secuencia
«SG 3 HF measurements»
- Observaciones 50 caracteres
(para la incorporación de la información
general pertinente)

4.2 Fichero sobre calibración

Cada registro contiene:

- Fecha y hora de la calibración (binaria) 4 bytes
- Una señal de calibración para las
25 frecuencias
1 byte para cada frecuencia 25 bytes
- Total 29 bytes

El número de registros depende del número de calibraciones que se efectúan en el periodo semanal (existe un registro por calibración).

4.3 Fichero de mediciones (para cada hora y circuito)

- Fecha y hora (binario) 4 bytes
- Código del transmisor (binario) 2 bytes
- Identificación de la frecuencia 1 byte
(índice de los cuadros de frecuencias)
- Atenuación de entrada (dB) 1 byte
- Valores de la señal y el ruido – 12 veces (binario)
 - Amplitud de la señal 1 byte
 - Letra calificativa o descriptiva de la señal 1 byte
 - Amplitud del ruido 1 byte
- Total 44 bytes

5 Organización de las disquetes

Cada disquete contendrá datos para un periodo de una semana (7 días) que comprenderán:

- un fichero de descripción general
- un fichero sobre la calibración
- 168 ficheros horarios de señales y ruido.

6 Consideraciones sobre el almacenamiento

Para recoger los datos se utilizarán disquetes de 3 ½ pulgadas. Los datos correspondientes a una semana de registro ocuparán una disquete.

7 Observaciones

- Todas las estaciones receptoras inscribirán su actividad en el grupo internacional de coordinación y recibirán un código de identificación.
- Fecha y hora – es un número binario (4 bytes) que contiene los segundos transcurridos desde las 00:00:00 UT del 1 de enero de 1970, conforme al reloj del sistema; permite el cálculo de la fecha y la hora reales.
- El Anexo 1 contiene letras calificativas.
- El Anexo 1 da reglas para calificar como inciertos a los valores numéricos.
- Las amplitudes de la señal y el ruido se registrarán como valores enteros.

APÉNDICE 3

Reglas para determinar las amplitudes medianas horarias de las señales

En el caso de un determinado circuito habrá normalmente 12 muestras de amplitud de las señales en una hora dada de un día determinado. Si todas esas muestras tienen valores numéricos sin calificar, la mediana se determina fácilmente clasificándolos en orden ascendente y tomando el promedio de los dos números medios.

Sin embargo, surgen complicaciones cuando ciertos valores de la muestra están calificados o van acompañados de letras descriptivas o sustituidos por las mismas. Se proponen las siguientes letras de calificación y descripción (véase también el Anexo 1):

- D: indica que el valor numérico es inferior o igual al valor real (por ejemplo, cuando rebasa toda la escala del receptor)
- E: indica que el valor numérico es superior o igual al valor real (por debajo del ruido de fondo del receptor, el ruido atmosférico y el ruido artificial y la interferencia)
- U: indica que el valor numérico es incierto. Un valor numérico se califica cuando se cree que es exacto dentro de \pm (2 a 4 dB)
- C: es imposible cualquier medición por problemas técnicos
- S: la medición se halla afectada por la interferencia o las perturbaciones eléctricas atmosféricas o resulta imposible por estas causas.

Cada amplitud de la señal medida va acompañada de una amplitud asociada del ruido de fondo compuesto, con el que se compara al elegir las letras E y U.

Los casos de C o S no contribuyen al recuento de la muestra de las señales, pero sí lo hacen los valores numéricos acompañados por letras calificativas.

Cuando existen algunos valores de datos acompañados por letras calificativas se determina una primera mediana de ensayo ignorando todas esas letras. Si se observa entonces que todas las medianas acompañadas de D son mayores que esa mediana y que todas las acompañadas de E son menores, entonces la primera mediana de ensayo se considera la mediana final. En otro caso se obtiene una segunda mediana de ensayo desplazando todos los valores E a la parte baja de la lista y todos los valores D a la parte alta. Entonces la mediana final es el promedio de la primera y la segunda mediana de ensayo. Si éstas difieren en más de 2 dB, entonces la mediana final queda calificada con U.

Si más de la mitad de las muestras de señales están calificadas con E (o D), la mediana se determina en la forma normal y se califica también con E (o D).