

## RECOMENDACIÓN UIT-R P.844-1\*

**FACTORES IONOSFÉRICOS QUE AFECTAN A LA COMPARTICIÓN DE FRECUENCIAS EN LAS BANDAS DE ONDAS MÉTRICAS Y DECIMÉTRICAS (30 MHz-3 GHz)**

(Cuestión UIT-R 218/3)

(1992-1994)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a) que la ionosfera, si bien causa ante todo la reflexión de las ondas radioeléctricas por debajo de aproximadamente 30 MHz, puede admitir la propagación en la banda de ondas métricas (30-300 MHz) en ciertas condiciones, durante periodos de tiempo relativamente cortos, y en determinadas regiones del mundo;
- b) que los mecanismos de propagación que existen para periodos de tiempo relativamente cortos deben tenerse en cuenta al planificar sistemas radioeléctricos con compartición de frecuencias;
- c) que la compartición de frecuencias es importante en la utilización eficaz del espectro radioeléctrico,

*recomienda*

que se tenga en cuenta la información siguiente al planificar sistemas radioeléctricos con compartición de frecuencias en las bandas de ondas métricas y decimétricas (30 MHz-3 GHz).

## **1. Propagación terrenal**

### **1.1 Introducción**

La propagación radioeléctrica en ondas métricas está controlada principalmente por objetos físicos, tales como el terreno y el recubrimiento del suelo (ecos parásitos), así como por factores troposféricos, principalmente la refracción. Sin embargo, la propagación ionosférica en largas distancias en ondas métricas puede tener lugar con pérdidas relativamente pequeñas. Estos casos de propagación pueden ser importantes en la interferencia en ondas métricas, especialmente para los sistemas que requieren alta fiabilidad.

### **1.2 Resumen de los posibles mecanismos de interferencia ionosférica**

El cuadro 1 proporciona un resumen de los mecanismos de propagación ionosférica que pueden ser causas importantes de interferencia en ondas métricas. En los puntos siguientes se da información adicional sobre los mecanismos más importantes.

### **1.3 Propagación normal en la región F**

Cerca de los máximos del ciclo de actividad solar, la propagación a larga distancia por la capa F2 es posible durante una fracción importante de tiempo en frecuencias por encima de 30 MHz. A bajas latitudes, este efecto se produce hasta 70 MHz. En las figs. 1, 2 y 3 se muestran valores de la MUF para un trayecto de 4 000 km excedidos durante el 1% de las horas para tres estaciones en el máximo de actividad solar.

### **1.4 Propagación transecuatorial (PTE)**

Puede darse una fuerte transmisión, especialmente durante los años de gran actividad solar, en trayectos largos Norte-Sur que atraviesan el Ecuador geomagnético.

Aparentemente hay dos tipos de propagación transecuatorial, caracterizados por los momentos en que se producen los máximos, las características de desvanecimiento y los modos de propagación.

---

\* La Comisión de Estudio 3 de Radiocomunicaciones efectuó modificaciones de redacción en esta Recomendación en 2000 de conformidad con la Resolución UIT-R 44.

CUADRO 1

## Principales causas de interferencia ionosférica a las estaciones que funcionan con frecuencias comprendidas entre 30 y 300 MHz

| Origen de la interferencia          | Zona de latitud | Periodo de interferencia intensa                                     | Frecuencia máxima aproximada con interferencia intensa (MHz) | Frecuencia aproximada por encima de la cual la interferencia es despreciable (MHz) | Distancias aproximadas entre las que se manifiesta la interferencia (km) | Principales características distintas  |
|-------------------------------------|-----------------|--|--|--|--|--|
| Reflexiones en la capa F normal     | Media           | Día, equinoccio de invierno, actividad solar máxima                  | 50   | 60   | Trayectos E-W<br>3 000-6 000 o   | Ocurrencias aproximadamente conformes con la morfología de la capa normal  |
|                                     | Baja            | De la tarde a las primeras horas de la noche, actividad solar máxima | 60   | 70   | trayectos N-S<br>3 000-10 000  |  |
| Reflexiones en la capa E esporádica | Alta            | Noche  | 70   | 90   | 500-4 000  | Principalmente durante los meses de verano en latitudes medias. Comienzo y final repentinos, empezando después y terminando antes al aumentar la frecuencia de explotación. La zona afectada tiene una extensión relativamente pequeña y es móvil. La duración es de minutos o de horas. No origina mejoras de la señal en distancias cortas |
|                                     | Media           | Día y primeras horas de la noche, verano                             | 60   | 83-135 <sup>(1)</sup>  |  |  |
|                                     | Baja            | Día  | 60   | 90   |  |  |
| Dispersión en la capa E esporádica  | Baja            | Desde el anochecer hasta la medianoche                               | 60   | 90   | Hasta 2 000  |  |

<sup>(1)</sup> Durante el 0,1% del tiempo entre 08.00 y 23.00 hora local, en el periodo de mayo a agosto (111 min en total), pueden deducirse del anexo 1 a la Recomendación UIT-R P.534 las siguientes frecuencias, para una distancia de 1 800 km y para  $\Gamma = 30$  dB en una zona de latitud media:

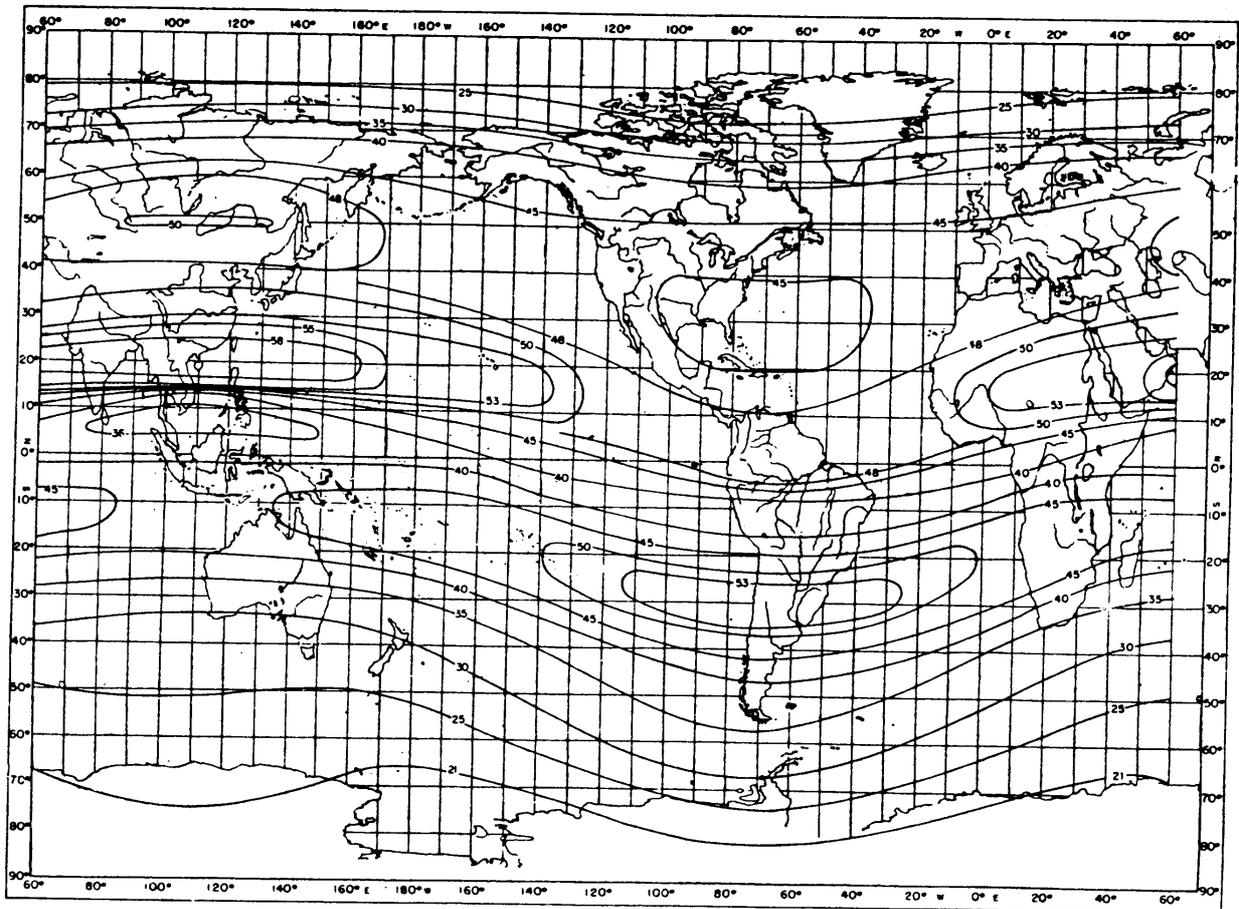
|   |         |
|---|---------|
| Región A (Europa y África del Norte):         | 83 MHz  |
| Región B (América del Norte):                 | 93 MHz  |
| Región C (Asia):                              | 135 MHz |
| Región D (Promedio para el hemisferio Norte): | 115 MHz |

CUADRO 1 (Continuación)

| Origen de la interferencia   | Zona de latitud | Periodo de interferencia intensa                   | Frecuencia máxima aproximada con interferencia intensa (MHz) | Frecuencia aproximada por encima de la cual la interferencia es despreciable (MHz) | Distancias aproximadas entre las que se manifiesta la interferencia (km) | Principales características distintas   |
|--|-----------------|--|--|--|--|---|
| Reflexiones por ionización meteórica   | Todas           | Particularmente durante lluvias meteoríticas       | Puede ser importante en cualquier frecuencia de la gama      |  | Hasta 2 000  | Ráfagas de señal con duraciones que varían entre una fracción de segundo y varios minutos. Variación diurna acusada, máximo a las 0600 horas locales, mínimo a las 1800 horas. Existe cierta actividad permanente, que aumenta considerablemente en los periodos de lluvia previsible meteorítica |
| Reflexiones en columnas de ionización auroral alineadas con el campo magnético | Alta            | Última hora de la tarde y noche                    |  |  |  | Asociada a perturbaciones geomagnéticas, normalmente cuando el índice <i>K</i> local alcanza un valor de 5 o más. Nota rechinante característica debida a múltiples desplazamientos Doppler. Duración normal de unas pocas horas, a menudo desde las primeras horas de la tarde hasta medianoche  |
| Dispersión en la región F  | Baja            | Desde el anochecer hasta la medianoche, equinoccio | 60   | 90   | 1 000-4 000  |   |
| Efectos especiales de propagación transecuatorial                              | Baja            | Desde el anochecer hasta la medianoche             | 60   | 80   | 4 000-9 000  | Trayectos generalmente alineados de forma simétrica a lo largo del Ecuador magnético. Generalmente coincidente con periodos equinocciales; ocurrencias regulares. Señales fuertes (véanse más detalles en el texto principal)   |

FIGURA 1

MUF para un trayecto de 4 000 km excedida durante el 1%  
de las horas – solsticio de diciembre, máximo de actividad solar



El primer tipo de PTE, que se denomina el tipo tarde, tiene las características siguientes:

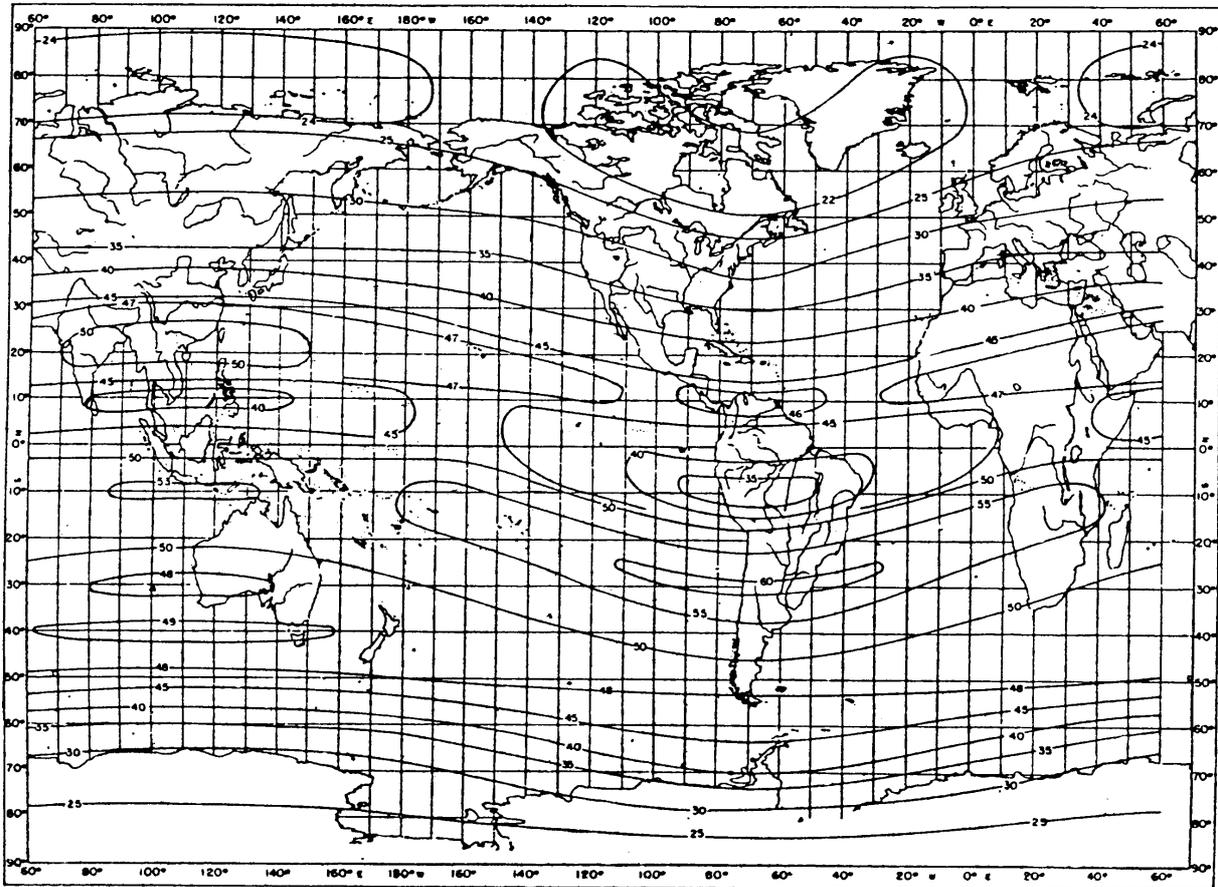
- un máximo alrededor de 1700-1900 LMT (hora media local); la hora se mide en el punto en que el circuito corta el Ecuador magnético;
- normalmente, señales fuertes y estables con baja tasa de desvanecimiento y pequeña dispersión Doppler (aproximadamente  $\pm 2-4$  Hz);
- trayectos de aproximadamente 6 000-9 000 km de longitud y a veces más largos.

El segundo tipo de PTE, que se denomina tipo atardecer, admite por lo general frecuencias mayores que el tipo tarde y tiene características muy diferentes:

- un máximo alrededor de 2 000-2 300 LMT;
- altas intensidades de señal, pero no desvanecimiento importante y rápido hasta unos 15 Hz y gran dispersión Doppler que a veces rebasa 40 Hz;
- longitudes de trayecto generalmente más cortas que para el tipo tarde, de unos 3 000-6 000 km.

FIGURA 2

MUF para un trayecto de 4 000 km excedida durante el 1% de las horas – solsticio de junio; máximo de actividad solar



D02-sc

## 1.5 Propagación esporádica en la región E

La ionización esporádica en la región E se manifiesta como una capa horizontal de intensa ionización que mide aproximadamente 1 km de espesor y 100 km en sentido horizontal. Estas capas se sitúan normalmente a una altura de 100 a 120 km y pueden causar propagación anormal en ondas métricas durante periodos de varias horas.

La propagación esporádica en la región E disminuye al aumentar la frecuencia, pero puede ser una causa importante de interferencia a frecuencias de hasta unos 135 MHz.

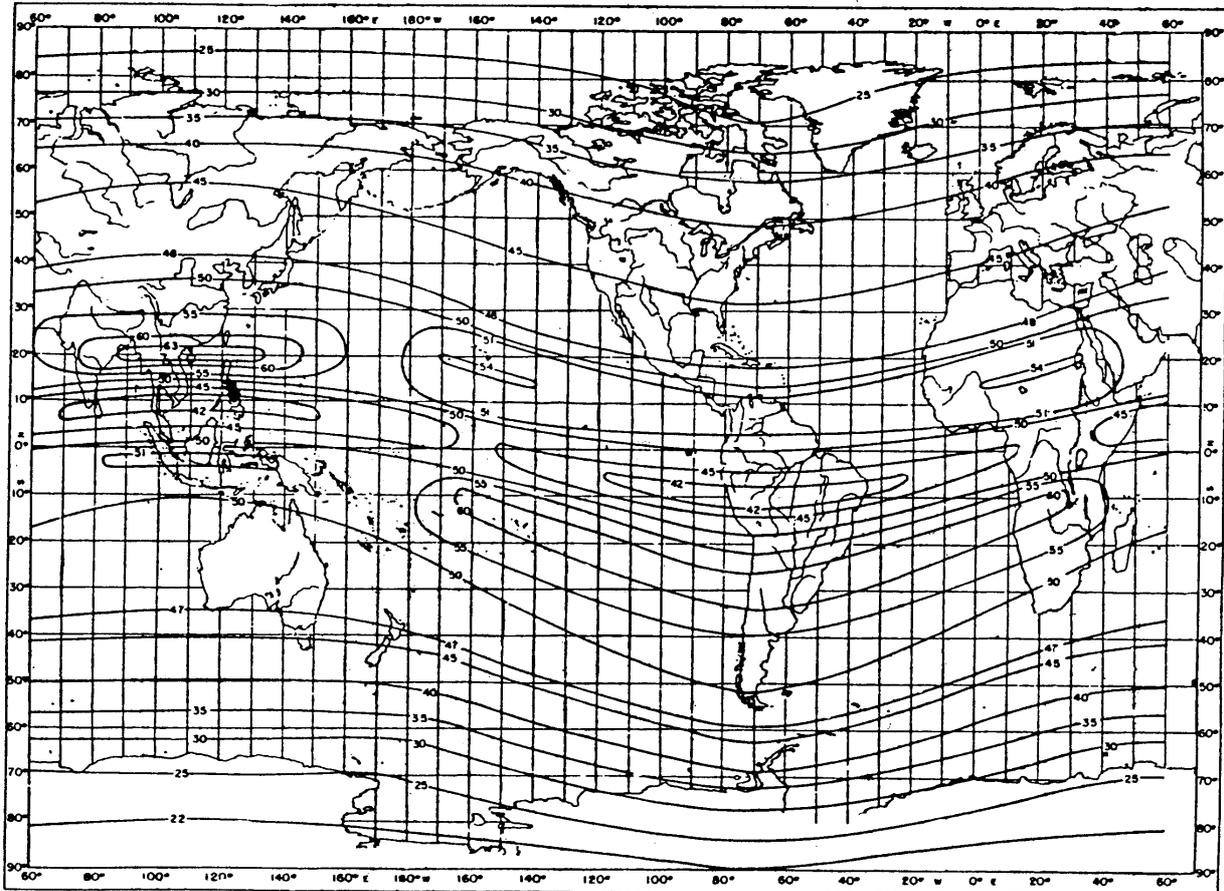
La Recomendación UIT-R P.534 proporciona un método para calcular las intensidades de las señales transmitidas por la capa esporádica E y la probabilidad de ocurrencia.

## 1.6 Ionización producida por las estelas meteóricas

La dispersión procedente de la ionización debida a las estelas meteóricas puede producir interferencia de ondas métricas en distancias de hasta unos 2 000 km. Si bien las estelas meteóricas individuales son efectivas durante periodos que se miden en segundos, las ráfagas meteóricas pueden admitir propagación continua o casi continua durante periodos de tiempo mucho mayores.

El efecto de las estelas meteóricas en la propagación de ondas métricas tiene variaciones espaciales, diurnas y estacionales. En la Recomendación UIT-R P.843 figura información adicional.

FIGURA 3  
MUF para un trayecto de 4 000 km excedida durante el 1%  
de las horas – equinoccio; máximo de actividad solar



D03-sc

## 1.7 Ionización auroral

Durante los periodos perturbados magnéticamente se manifiestan irregularidades alineadas según las líneas de campo en las zonas aurorales. Esta ionización puede producir importantes reflexiones que originan propagación normalmente fuera del trayecto de círculo máximo. Esto puede producir interferencia a frecuencias de ondas métricas, principalmente en las latitudes geomagnéticas medias a altas.

## 2. Propagación Tierra-espacio

La propagación radioeléctrica en las bandas de ondas métricas y decimétricas por trayectos Tierra-espacio a través de la ionosfera está sujeta a la atenuación, la rotación de polarización, el centelleo de amplitud y fase y la curvatura de los trayectos del rayo. Estos efectos pueden afectar el alcance de la compartición de frecuencias de los servicios por satélite y la realizada entre los servicios por satélite y los terrenales.

En el caso de los sistemas por satélites en órbita, el efecto de las variaciones de tiempo y posición de las irregularidades de la ionosfera puede resultar importante, especialmente en las regiones ecuatoriales y aurorales.