

RECOMENDACIÓN UIT-R M.1076*

**SISTEMAS DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICOS PARA PERSONAS
CON AUDICIÓN DEFICIENTE**

(Cuestión UIT-R 49/8)

(1994)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que la amplificación, por sí sola, no permite remediar satisfactoriamente muchas formas de audición deficiente;
- b) que se ha recurrido a diversos medios para transmitir señales vocales desde el micrófono hasta el aparato auditivo del oyente. Entre estos medios cabe citar la radiación en la banda de infrarrojos, los campos de inducción magnética en el interior de los bucles corrientes, incluyendo operaciones en radiofrecuencia, la radiocomunicación en ondas métricas y el campo de inducción exterior de una antena radiante;
- c) que el anexo 1 contiene cierta información sobre conceptos de sistemas de radiocomunicaciones;
- d) que el anexo 2 contiene un resumen de las características de los sistemas de radiocomunicación y de los sistemas de campo de inducción en ondas métricas adecuados para una prótesis auditiva inalámbrica,

recomienda

1. que los parámetros técnicos de los sistemas de radiocomunicación para personas con audición deficiente se ajusten a los parámetros indicados en los anexos 1 y 2.
2. que se considere la aplicación práctica de sistemas de radiación en la banda de infrarrojos y bucles de inducción en audiofrecuencia para comunicarse con personas de audición deficiente en el caso de algunas aplicaciones.

ANEXO 1

Sistemas de radiocomunicación para personas con audición deficiente**1. Conceptos del sistema****1.1 Sistema radioeléctrico de campo de inducción**

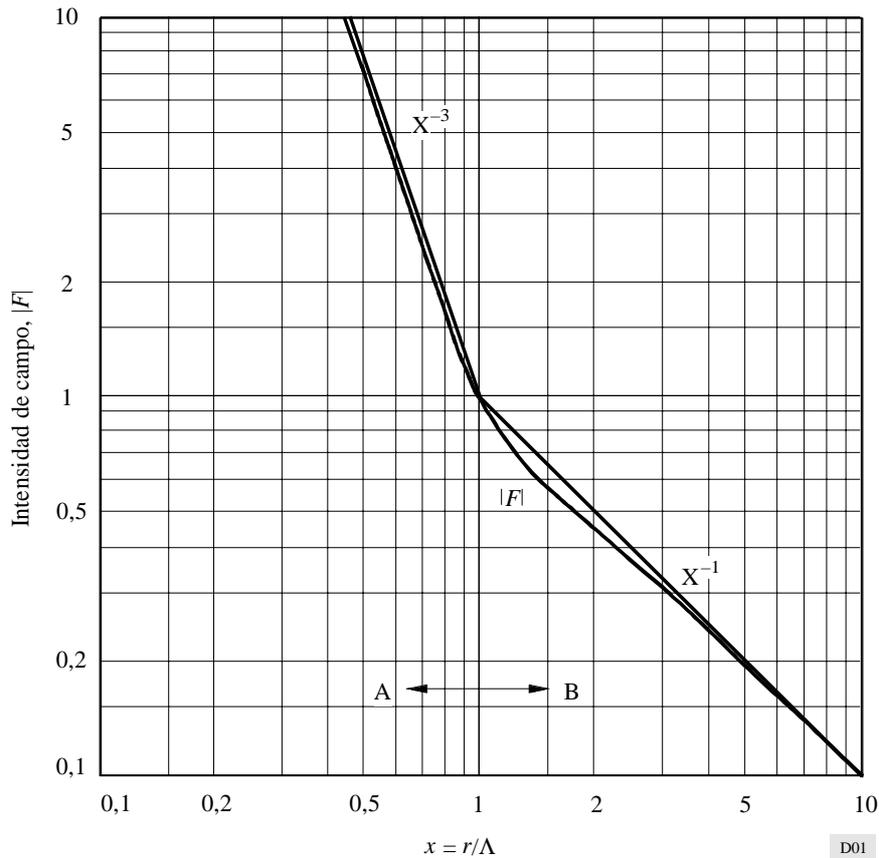
El sistema de ayuda auditiva entre equipos móviles por campo de inducción aprovecha el efecto de captura en modulación de frecuencia (MF) para permitir el funcionamiento en un mismo canal con selección por proximidad. Esta forma de selección presenta estrecha analogía con la utilizada en la conversación ordinaria.

Cuando se utiliza un receptor de prótesis auditiva por campo de inducción en la vecindad de dos transmisores que trabajan en un mismo canal, empleándose una transmisión MF con excursión media de frecuencia, la modificación rápida de la intensidad de campo, sumada al efecto de captura en la MF, permite pasar con rapidez de la recepción de las señales del transmisor más distante a las del transmisor más cercano con una mínima interferencia ulterior de importancia. Por ejemplo, para una excursión de frecuencia de 12 kHz y desacentuación del receptor de 75 μ s, puede demostrarse que, con una relación de intensidades de campo de 8 a 1, la interferencia máxima del transmisor más distante es de 34 dB (no ponderada). Dentro de la región de debilitamiento del campo de inducción en relación cúbica inversa, la distancia a que debe hallarse otro transmisor, para lograr este resultado, es sólo del doble de la distancia a que se encuentre el propio interlocutor. En la fig. 1 se ilustra el debilitamiento del campo.

* Se invita al Director de la Oficina de Radiocomunicaciones a que señale esta Recomendación a la atención de la CEI (Comisión Electrotécnica Internacional).

FIGURA 1

Intensidad de campo en el espacio libre en la proximidad de un dipolo pequeño



La intensidad de campo, $|F|$, en el plano ecuatorial es proporcional a

$$\left| \frac{1}{r^3} + j/\lambda r^2 - 1/\lambda^2 r \right|$$

λ : longitud de onda en radianes = $\lambda/2\pi \approx 48$ metros dividido por la frecuencia en MHz

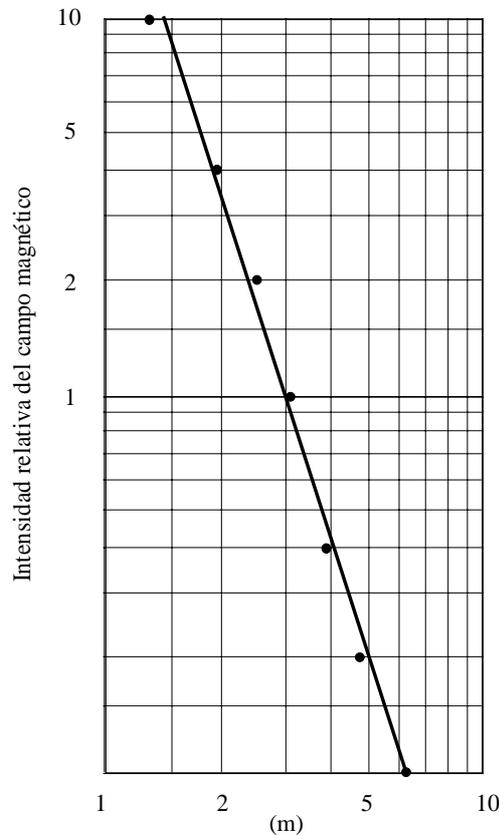
A: Inducción
B: Radiación

Un campo de inducción magnética experimenta menores perturbaciones causadas por objetos conductores tales como el cuerpo humano, y es compatible con el empleo de una antena de varilla de ferrita compacta. En la fig. 2 puede verse el resultado de mediciones del debilitamiento de un campo de inducción magnética.

El diseño de una prótesis auditiva por campo de inducción se basa en los siguientes cuatro principios:

- Se toma unos 4 MHz como límite superior de la frecuencia portadora; en frecuencias superiores, la extensión del campo de inducción, que decrece rápidamente, es insuficiente (menor de 12 m).
- Se toma 12 kHz como límite inferior de la excursión máxima de frecuencia, ya que cuando la excursión es menor, las transmisiones cercanas en el mismo canal producen una interferencia excesiva.
- Se toma 3 MHz como límite inferior de la frecuencia portadora. El factor de calidad (Q) de los bobinados sintonizados de las antenas de varillas de ferrita, es del orden de 200. En frecuencias de la portadora inferiores, la anchura de banda de los circuitos sintonizados de la antena no permite la excursión de frecuencias necesaria.
- La frecuencia portadora media de todos los transmisores debe estabilizarse dentro de un margen de 20 Hz de la frecuencia nominal del canal para evitar que se produzcan notas sostenidas de batido audibles en los receptores que trabajen cerca de más de un transmisor en el mismo canal. Dado que la frecuencia portadora se ha fijado por debajo de 4 MHz, el grado necesario de estabilización puede obtenerse por comparación con osciladores de cristal de cuarzo que trabajan a temperatura ambiente.

FIGURA 2
Resultados de las mediciones del debilitamiento de un campo de inducción magnético



Los puntos representan los valores de campo medidos; la línea recta corresponde exactamente al debilitamiento cúbico inverso. Las mediciones se efectuaron en el laboratorio en la proximidad de grandes objetos metálicos. Se utilizó una frecuencia de 3,6 MHz.

D02

1.2 Sistema de ondas métricas

Los sistemas que emplean transmisión radioeléctrica por ondas métricas permiten la comunicación a distancias mayores que los sistemas radioeléctricos de campo de inducción, ya que se basan en un campo de radiación que disminuye menos rápidamente con la distancia que el campo de inducción. En consecuencia, los sistemas de transmisión radioeléctrica por ondas métricas requieren la asignación de un canal de frecuencia separado a cada transmisión efectuada en un sitio cualquiera, como por ejemplo en una escuela y sus cercanías. Este requisito puede satisfacerse con los métodos existentes de asignación de frecuencias y no constituye un factor importante en la explotación del sistema.

La recepción en ondas métricas es por lo general menos sensible a la interferencia causada por el ruido natural y artificial que la recepción en frecuencias más bajas, y los sistemas que emplean transmisión radioeléctrica por ondas métricas pueden resultar útiles en ciertas circunstancias pues permiten evitar problemas locales de interferencia que pueden afectar al funcionamiento del sistema radioeléctrico de campo de inducción.

Los sistemas de radiocomunicación destinados únicamente a la comunicación a corta distancia son capaces de producir altas intensidades de campo a sus distancias de trabajo requeridas sin radiar niveles de potencia significativos. El aprovechamiento de las posibilidades resultantes en materia de utilización compartida del espectro entraña una mejor utilización de éste y puede permitir el establecimiento de grandes números de canales por ejemplo para satisfacer las necesidades de las grandes escuelas para niños con audición deficiente.

ANEXO 2

Características de los sistemas

1. Sistemas radioeléctricos de campo de inducción

Se ha construido un sistema operativo de prótesis auditiva radio por campo de inducción.

La evaluación del sistema ha puesto en evidencia que se obtienen beneficios sustanciales, tales como:

- una gran mejora en la discriminación de la palabra en entornos ruidosos;
- eliminación virtual de los problemas de interferencia cocanal por sistemas adyacentes como resultado del efecto de captura de la técnica MF;
- mayor flexibilidad de utilización a efectos educativos. Por ejemplo, situando adecuadamente a los alumnos, puede utilizarse una sola frecuencia en aulas abiertas con más de un profesor;
- el número de canales necesarios en los sitios donde hay muchos grupos de usuarios queda reducido a cuatro. A estos efectos se han construido transmisores y receptores de cuatro canales, que además:
 - simplifican los cambios de frecuencia;
 - permiten que los niños utilicen los dispositivos en aulas distintas, seleccionando la frecuencia adecuada;
 - eliminan las dificultades que entraña la presencia de grupos diferentes de niños con dispositivos que funcionan a frecuencias distintas.

A la frecuencia de 3 175 kHz (frecuencia de los dispositivos de canal único) se han observado algunas interferencias en recepción debidas a transmisores de alta potencia (10 kW) que funcionan en 3 184 kHz a distancias de hasta 30 km. Este problema se ha resuelto utilizando dispositivos de cuatro canales en otras frecuencias y, en un caso, cambiando la frecuencia del transmisor de alta potencia.

También ha aparecido interferencia en la recepción de señales a 3 175 kHz procedente del séptimo armónico de la frecuencia intermedia ($7 \times 455 \text{ kHz} = 3 185 \text{ kHz}$). Esta señal no esencial se genera en el receptor y degrada la relación señal/ruido recibida al añadir al receptor un cierto nivel de ruido. El problema se ha solucionado modificando la disposición de la placa del circuito para reducir al mínimo la interacción entre las señales de radiofrecuencia y las de audiofrecuencia.

Los parámetros utilizados son los siguientes:

Medio de transmisión:	Campo de inducción magnético de dipolo
Modulación:	MF
Excursión de frecuencia:	$\pm 12,5 \text{ kHz}$
Frecuencias portadoras:	3 175, 3 225, 3 275, 3 325 kHz
Tolerancia de frecuencia:	$\pm 20 \text{ Hz}$
Gama de audiofrecuencias:	100 Hz-5 kHz
Preacentuación de audio:	6 dB/octava
Antena transmisora:	Varilla de ferrita, 127 mm \times 10 mm, dispuesta verticalmente
Potencia de la etapa final del transmisor:	60 mW
Intensidad del campo producido a 3 m:	11 mV/m (medida a una frecuencia de 3 175 kHz)
Potencia radiada del transmisor:	38 nW (calculada a partir de lo anterior)
Radiaciones no esenciales del transmisor:	No detectables; valor calculado 0,1 pW
Dimensiones del transmisor:	145 mm \times 53 mm \times 18,5 mm
Antena receptora:	Varilla de ferrita, 57 mm \times 10 mm, dispuesta verticalmente
Tipo de receptor:	Superheterodino de conversión única

Dimensiones del receptor:	80 mm × 53 mm × 18,5 mm (dispositivo de cuatro canales) 70 mm × 53 mm × 18,5 mm (dispositivo de un solo canal)
Frecuencia intermedia:	455 kHz
Alcance del sistema:	12 m (según el entorno)

La frecuencia portadora inferior, que se fija para que la transmisión se produzca por medio de un campo de inducción, entraña otras ventajas. Ayuda a mantener un bajo consumo de pilas en el receptor, y permite obtener un buen rechazo de la frecuencia imagen sin recurrir a las técnicas de los superheterodinos con doble conversión de frecuencia.

La utilización de una antena de varilla de ferrita incorporada es particularmente apropiada en un transmisor pensado para entregarlo fácilmente a otra persona.

2. Sistemas radioeléctricos por ondas métricas

Estos sistemas comparten desde hace muchos años, con resultados satisfactorios, las bandas de frecuencias de 27,5-39 MHz, 72-76 MHz, 88-108 MHz y 173-175 MHz con el tipo de servicios radioeléctricos al que se han atribuido dichas bandas de frecuencias en el Reglamento de Radiocomunicaciones.

2.1 27,5-39 MHz

Anchura de banda del canal:	40 kHz
Tolerancia de frecuencia:	2,5 kHz (transmisor)
Potencia radiada del transmisor:	50 mW
Emissiones no esenciales (transmisor):	4 nW (25-1 000 MHz) 20 nW (por encima de 1 000 MHz)
Emissiones no esenciales (receptor):	2 nW (30-1 000 MHz) 20 nW (por encima de 1 000 MHz)

2.2 72-76 MHz

Anchura de banda del canal:	50 kHz para un dispositivo de banda estrecha 200 kHz para un dispositivo de banda ancha
Tolerancia de frecuencia:	± 0,005% (transmisor)
Estabilidad de frecuencia:	± 0,005% (receptor)
Intensidad de campo producida a 30 m:	No ha de exceder de 8 000 µV/m
Potencia radiada del transmisor:	1 170 µW (calculada a partir de la cifra anterior)
Necesidades de modulación para modulación de frecuencia:	± 20 kHz como máximo (banda estrecha) ± 75 kHz como máximo (banda ancha)
Emissiones fuera de banda:	25 kHz o más desde la portadora, no más de 150 µV/m a 30 m para banda estrecha 150 kHz o más desde la portadora, no más de 150 µV/m a 30 m para banda ancha
Selectividad del receptor:	40 dB como mínimo, canal adyacente
Rechazo de la frecuencia imagen del receptor:	40 dB como mínimo

2.3 88-108 MHz

Anchura de banda del canal:	200 kHz
Intensidad de campo producida a 15 m:	No ha de exceder de 50 $\mu\text{V}/\text{m}$
Potencia radiada del transmisor:	0,011 μW (calculada a partir de la cifra anterior)
Emisiones fuera de banda:	100 kHz o más desde la portadora, no más de 40 $\mu\text{V}/\text{m}$ a 3 m
Normas del receptor:	Deben ajustarse a las aplicables a los receptores normales para esta banda

2.4 173-175 MHz

Anchura de banda del canal:	50 kHz
Tolerancia de frecuencia:	± 5 kHz
Potencia radiada del transmisor:	2 mW
Emisiones no esenciales (transmisor):	4 nW (41-68, 87,5-118, 162-230, 470-872 MHz) (250 nW en otros casos por debajo de 1 000 MHz)
	20 nW (por encima de 1 000 MHz)
Emisiones no esenciales (receptor):	2 nW (100 kHz-1 000 MHz)
	20 nW (1 000-4 000 MHz)
