AÑO IV • 2.ª EPOCA
N.º 32 • 275 PTAS.
(Incluido IVA)
Canarias, Ceuta y Melilla 260 ptas.

NUEVA Electrónica

de Hobby Press, s.a.

Montajes de vanguardia al alcance de todos



Repetidor de llamada telefónica

Teoria electrónica



■ QUE SON LOS dBm

Kits

■ SONDA AF AMPLIFICADA PARA FRECUENCIMETRO

■ EFECTOS ACUSTICOS ELECTRONICOS

■ ANTENA A DISCOS PARA METEOSAT

¡¡BUSQUE EN EL INTERIOR LAS OFERTAS DE NUEVA ELECTRONICA!!

HOBBY PRESS, S.A.

INOTEC.

Director Editorial
José I. Gómez-Centurión

Director Ejecutivo
Miguel A. Rodríguez

Maqueta
Pilar García

Traducción
M.ª Paz Mouliaá

Fotografía
Javier Martínez
Carlos Candel

Portada
José M.ª Ponce

Dibujos
Fernando de los Hoyos

Edita
HOBBY PRESS, S.A.

Presidente
María Andrino

Consejero Delegado
José I. Gómez-Centurión

Jefe de administración
Pablo Hinojo

Publicidad
Marisa Esteban
Concha Gutiérrez

Secretaria de Dirección
Marisa Cogorro

Suscripciones
Rosa González

Redacción, Administración y Publicidad
La Granja, n.° 8
Polígono Industrial de Alcobendas
Telf.: 654 32 11

Dto. Circulación
Carlos Peropadre

Distribución
Coedis, S.A. Valencia, 245
Barcelona

Fotocomposición
Comphoto
Nicolás Morales, 38-40

Fotomecánica
Grof
Ezequiel Solana, 16

Depósito Legal:
M-18437-1983

Representante para Argentina, Chile, Uruguay y Paraguay: Cía. Americana de Ediciones, S.R.L. Sud América, 1.532. Telf.: 21 24 64. 1209 BUENOS AIRES (Argentina).

Traducción en Lengua española de la revista «Nuova Elettronica», Italia.

Director General.
Montuschi Giuseppe

Indicaciones de montaje

GRADO DE DIFICULTAD

COSTE DEL KIT

TIEMPO DE MONTAJE

NUEVA

Electrónica

Número 32
Febrero 1986

EN ESTE NUMERO



NOVEDADES: Información actualizada de las noticias y los más modernos desarrollos en el mercado nacional.

4 Noticias y Novedades

6 Repetidor de llamada telefónico

10 Antena a discos para Meteosat

18 Sonda A.F. amplificada para frecuencímetro

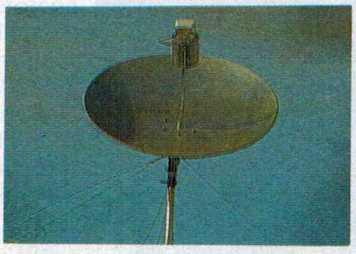
26 Efectos acústicos electrónicos

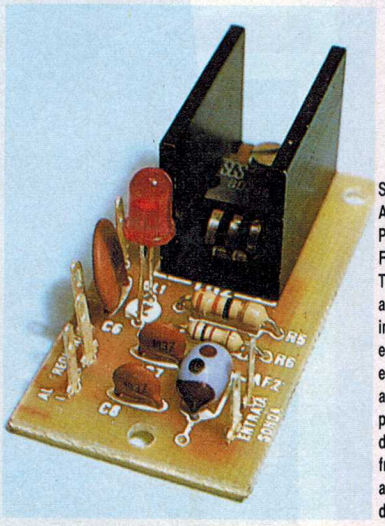
34 Ofertas de Prohobby

36 Qué son los dBm



REPETIDOR DE LLAMADA TELEFONICA: Este circuito electrónico evitará que pasen desapercibidas las llamadas telefónicas.





SONDA AF AMPLIFICADA PARA FRECUENCIMETRO: Un accesorio imprescindible en un taller de electrónica para ampliar las prestaciones del frecuencímetro a las señales de bajo nivel.



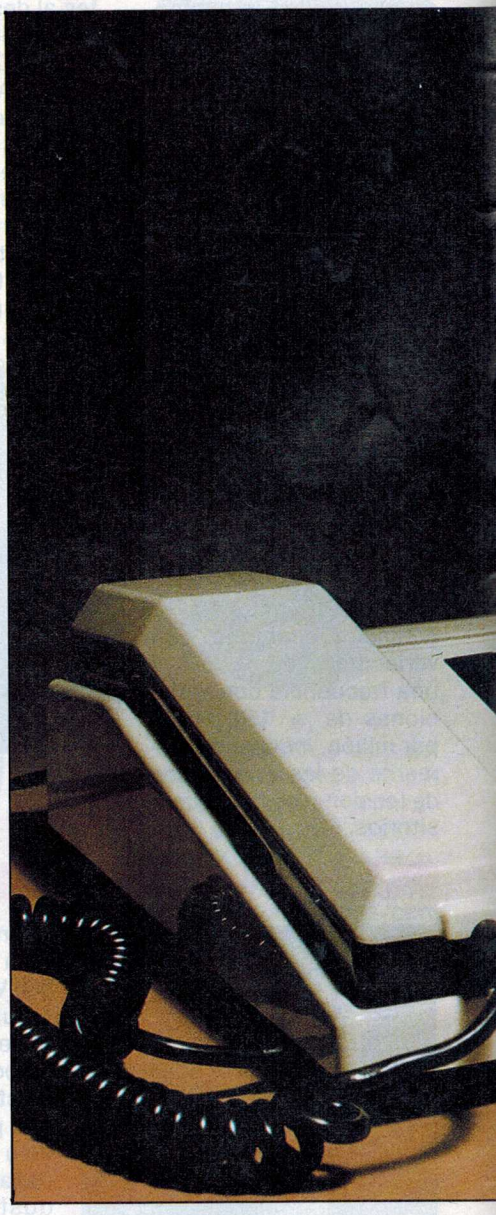
Repetidor de llamada telefónica

KITS

Repetidor de llamada telefónica



Dado que en las oficinas y en otros ambientes especialmente ruidosos, el timbre del teléfono no siempre es fácilmente perceptible y que no es posible aumentar más allá del máximo el volumen de dicho timbre, os presentamos un diseño capaz de activar una lamparilla indicadora o de excitar un timbre de mayor potencia.



Si el timbre del teléfono tiene una potencia más que suficiente para ser escuchado en cualquier habitación de una vivienda, no ocurre así en las oficinas, donde a veces el ruido de las máquinas es tan elevado que apaga totalmente el del teléfono.

Para solucionar este inconveniente hay dos posibilidades: conectar a la línea telefónica un accesorio que permita accionar un timbre de mayor potencia o bien instalar una bombillita que se encienda intermitentemente para indicar que el teléfono está sonando.

Esta segunda solución nos fue sugerida por uno de nuestros lectores que, aunque no trabaja en una ensordecedora oficina, debe hacer frente a un problema de distinta naturaleza; necesita llevar una prótesis acústica que en casa se suele quitar para no gastar muchas pilas, y en tales condiciones no puede oír el timbre del teléfono. Por consiguiente, sólo recurriendo a una sensación visual, como la de la lamparilla intermitente, podrá saber que el teléfono está sonando.

Esquema eléctrico

El esquema eléctrico de este repetidor es muy sencillo. En efecto, como se ve en la fig. 2, todo se reduce a un solo integrado, un fotoacoplador, para aislar

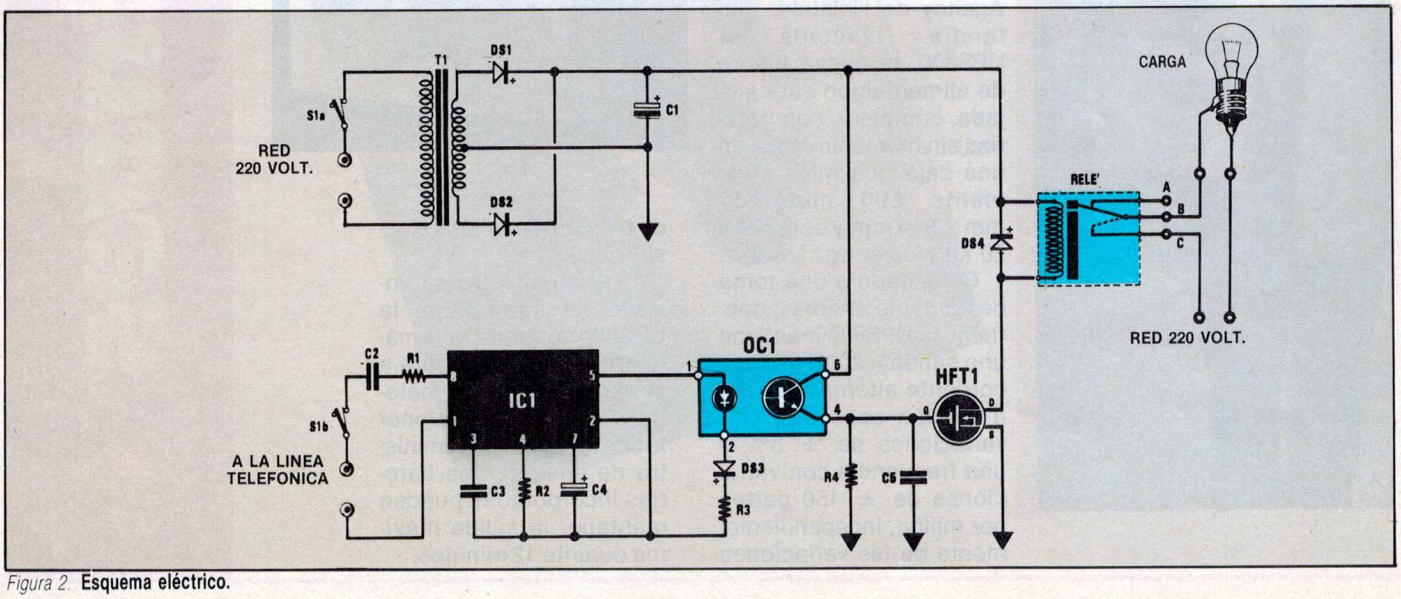


Figura 2. **Esquema eléctrico.**



Por medio de efectos ópticos o aumentando el nivel sonoro, este circuito garantiza la atención a las llamadas telefónicas.

eléctricamente la línea telefónica de la tensión de red, y un Hexfet de potencia más un relé de 12 volt.

Iniciamos la descripción de tal circuito por los dos terminales de la izquierda indicados con «a la línea telefónica» que, como se ve claramente, habrá que conectar en paralelo a la línea telefónica.

El interruptor S1/b, conectado en paralelo al interruptor de red S1/a, permitirá activar nuestro repetidor cuando suministremos tensión al circuito.

Cuando desde la línea telefónica lleguen los impulsos alternos necesarios para hacer sonar el teléfono, éstos, a través del condensador C2 y de la resistencia R1, llegarán a las entradas 8-1 del integrado IC1, un IS.1240 utilizado normalmente en los teléfonos electrónicos como detector de timbre y generador de notas en dos tonos.

La señal así obtenida en las patillas de salida 5-2, será aplicada al diodo emisor existente en el interior de un fotoacoplador normal tipo 4N37 o equivalente, que en el esquema eléctrico lleva las siglas OC1.

El fototransistor existente en el interior de este mismo fotoacoplador, captará esta señal bajo forma de impulsos luminosos y la convertirá de nuevo en una tensión que podremos detectar en los extremos de la resistencia R4 situada en su emisor, para polarizar el gate del Hexfet de potencia HFT1. Este último, al ponerse en conducción, procederá a excitar el relé situado en serie con su drain y de ese modo se cerrarán los contactos a la carga externa, que puede estar constituida por una bombillita o bien un timbre suplementario.

Para alimentar al fotoacoplador y el Hexfet podremos utilizar cualquier tensión continua no estabilizada, comprendida entre 14 y 18 volt. Por tanto, como se ve en el esquema eléctrico, en el secundario de 12 + 12 volt. del transformador T1 conectaremos dos diodos normales de silicio DS1-DS2 para rectificar las dos semiondas, que luego fil- ▶

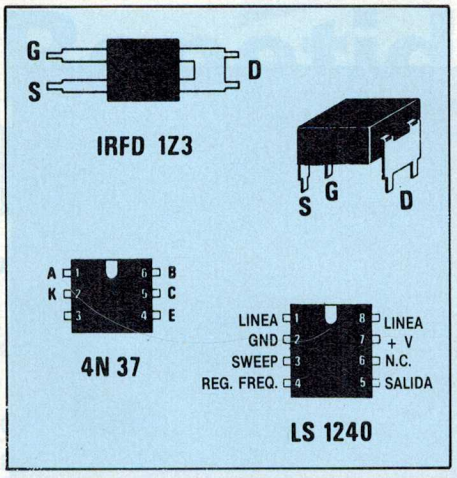


Figura 1. **Conexiones del fotoacoplador 4N37, del integrado LS.1240 y del Hexfet 1Z3. Como se ve en el dibujo, los dos terminales del Hexfet 1Z3 conectados juntos constituyen el Drain y, lógicamente, en en lado opuesto estarán el Source y el Gate.**

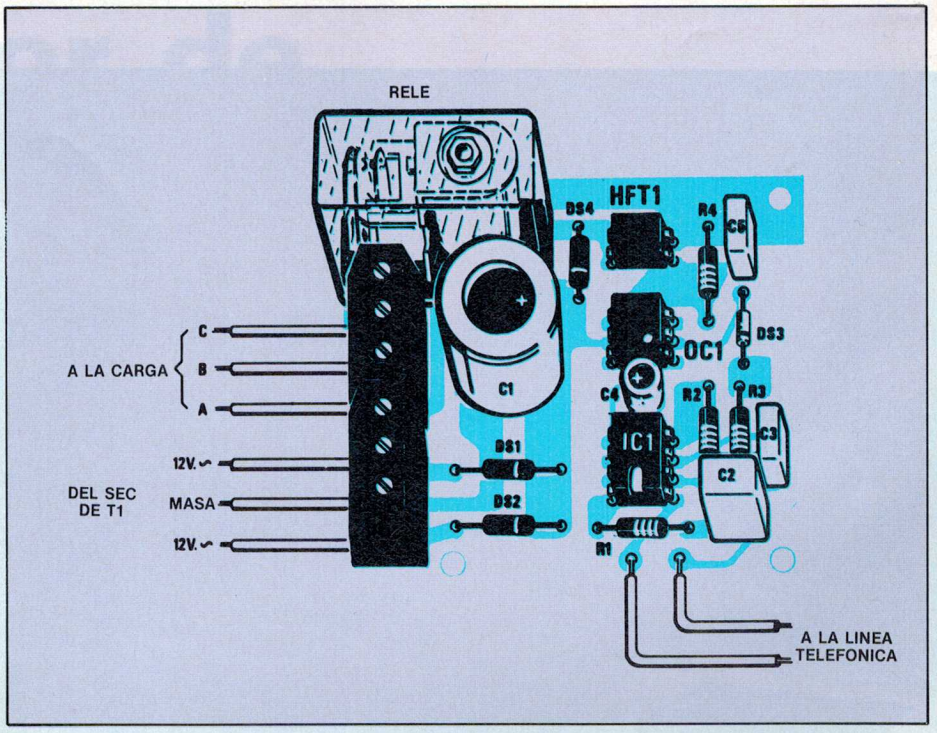


Figura 3. **Esquema práctico de montaje del repetidor telefónico.**

Componentes

R1 = 2.200 ohm. ¼ wat.
R2 = 12.000 ohm. ¼ wat.
R3 = 100.000 ohm. ¼ wat.
R4 = 100.000 ohm. ¼ wat.
C1 = 470 mF electrolítico 25 volt.
C2 = 1 mF poliéster
C3 = 100.000 pF poliéster
C4 = 10 mF electrolítico 25 volt.
C5 = 100.000 pF poliéster
DS1 = 1N.4007
DS2 = 1N4007
DS3 = 1N4148
DS4 = 1N4007
HFT1 = hexfet tipo IRFD.1Z3
OC1 = fotoacoplador tipo 4N37
IC1 = LS.1240
Relé = relé 12 volt. 1 circuito
T1 = transformador; primario 220 volt., secundario 12-12 volt. 0,5 amperios.
S1/a-S1/b = doble conmutador.

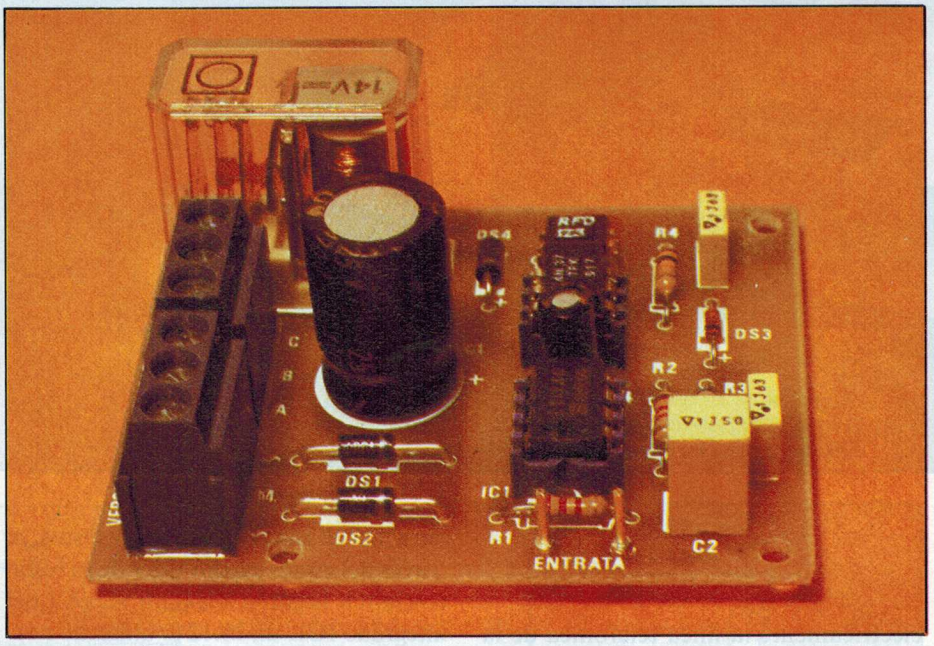


Foto de uno de los muchos prototipos que montamos y probamos antes de publicar el diseño.

traremos con el condensador electrolítico C1 de 470 mF.

En la práctica, lo que se obtiene es sólo una excitación del relé durante todo el tiempo en que suena el timbre del teléfono y la desexcitación del relé durante la pausa entre un timbrazo y el siguiente. Así pues, para obtener un sonido o el encendido de una lamparilla, habrá que conectar en los contactos de salida del mismo relé una lamparilla de 220 volt. o un timbre que funcionen directamente en la tensión de red a 220 volt.

Es obvio que en dicha salida podremos conectar también el primario de cualquier transformador, para alimentar con su secundario a baja tensión (12-24 volt.) un timbre idóneo para funcionar con tal voltaje. Si créeis que vuestra oficina es tan ruidosa que incluso este segundo sonido resultaría insuficiente, podéis conectar un pequeño clacson, aunque pensamos que ésta es una solución «extrema».

Esquema práctico

Para la realización práctica de este diseño deberéis montar en el circuito impreso LX.712 todos los componentes, como se ve en la fig. 3.

Aconsejamos iniciar el montaje por los dos zócalos del integrado IC1 y del fotoacoplador OC1, pasando luego a las pocas resistencias y diodos, colocando éstos últimos con la franja que rodea su

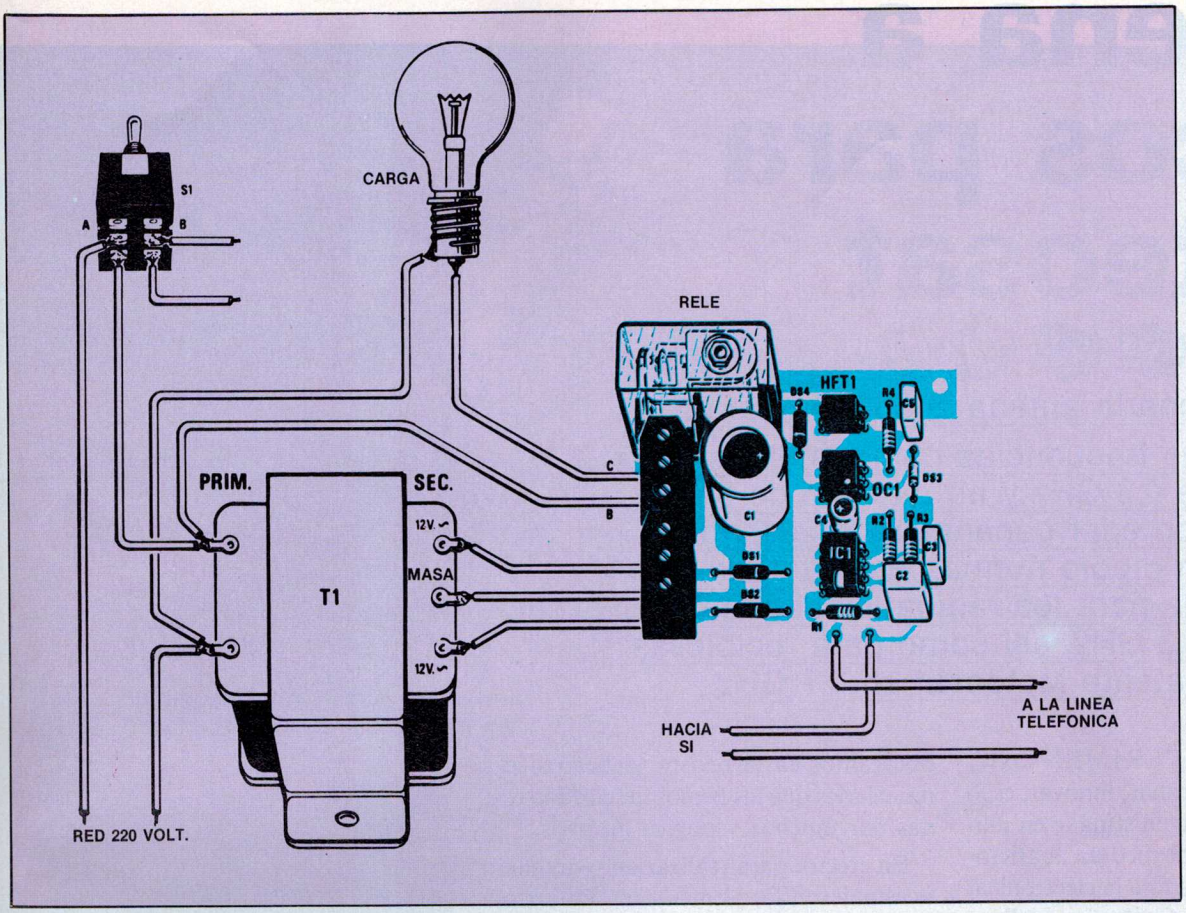


Figura 4. **En este dibujo se ven las conexiones a efectuar en las dos clemas y en el doble conmutador S1. Los dos hilos visibles a la derecha de S1 irán a conectarse a los dos hilos de la línea telefónica situados abajo a la derecha.**

En caso de dificultad

De una docena de montajes controlados por nosotros no se ha manifestado ningún fallo de funcionamiento, por lo que revisando que el montaje es correcto en el posicionado de los componentes, la ausencia de cortocircuitos entre pistas y con las soldaduras correctas, el circuito funcionará a la primera.

En el caso de presentarse alguna anomalía, supuesto que el circuito está montado correctamente, es conveniente concertar con algún amigo o conocido que os llamen por teléfono sin descolgar vosotros el teléfono para tener ocasión de efectuar las comprobaciones necesarias para la localización de la avería.

Puesto que el circuito integrado IC1 se alimenta exclusivamente mediante la línea telefónica, comprobar al recibir la llamada que la tensión entre las patillas 1 y 8 es de 30 voltios aproximadamente cada vez que suena el timbre del teléfono. En estas condiciones la tensión continua entre extremos de C4 alcanza los 24 volt. y en la patilla 5 se obtiene una tensión de 13 volt. con respecto a la patilla 2 que es la masa del circuito. Si en presencia de la señal de la línea no se cumplen estas condiciones estará defectuoso el circuito integrado.

Al aplicar la tensión de 13 volt. el optoacoplador en la patilla 1 debe obtenerse 17 volt. en su patilla 4 en caso contrario: 1.°) comprobar que la tensión de alimentación, patilla 5, es de 18 volt. 2.°) comprobar DS3, R3 o sustituir el optoacoplador.

En presencia de los 17 volt. en la patilla 4 del optoacoplador —Drain del Hexfet— se debe activar el relé. En caso contrario, verificar el diodo DS4, el propio relé y el Hexfet.

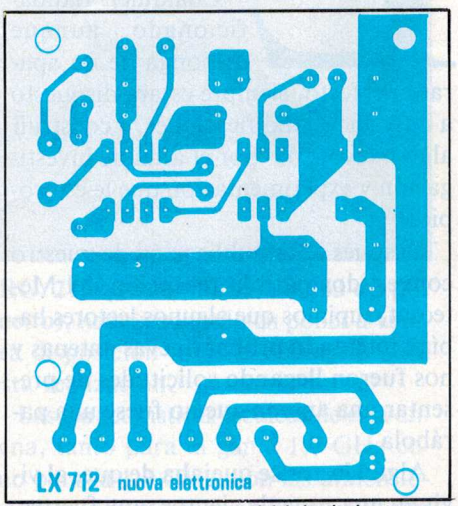


Figura 5. **Dibujo a tamaño natural del circuito impreso que suministramos serigrafiado y taladrado.**

cuerpo orientada como se ve en el esquema práctico.

Prosiguiendo el montaje, insertaréis las dos clemas del lado izquierdo del esquema práctico, los dos condensadores electrolíticos respetando su polaridad, y el Hexfet.

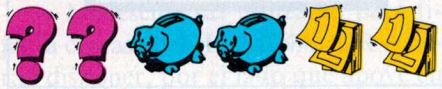
Como se ve en la fig. 1, el terminal D de este componente se distingue fácilmente, porque afecta a los dos terminales cortocircuitados entre sí. Por consiguiente, cuando lo insertéis en el circuito impreso, acordaros de orientar estos dos terminales hacia el relé.

A continuación podéis fijar el relé e insertar en los dos zócalos el integrado LS.1240, con la muesca de referencia dirigida hacia R1, y el fotoacoplador 4N37 con el pequeño punto de referencia orientado hacia C4.

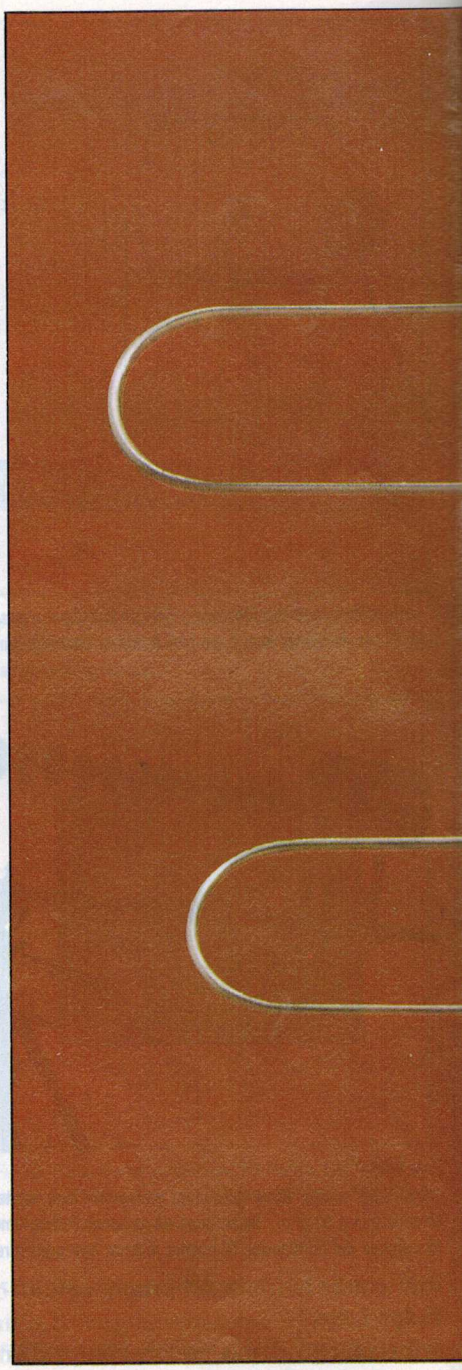
Ahora conectad en los terminales de las dos clemas el secundario del transformador T1, una lamparilla de 220 volt. y el doble conmutador S1 como se ve en la fig. 1.

Una vez conectados a la línea telefónica los dos hilos situados a la derecha del circuito, vuestro repetidor de llamadas estará listo para funcionar. Si deseáis comprobarlo, bastará que pidáis a un amigo que marque vuestro número de teléfono y así podréis constatar que a cada timbrazo se enciende la lamparilla. ■

Sonda A.F. amplificada para frecuencímetro



Si vuestra sonda de alta impedancia no os permite medir las débiles señales generadas por un oscilador AF, realizad esta sonda preamplificada y con ella sensibilizaréis vuestro frecuencímetro digital en una banda comprendida entre un mínimo del 1 MHz y un máximo de unos 500 MHz.



A menudo os habréis encontrado en la necesidad de comprobar la frecuencia generada por un transistor oscilador de un receptor, o por cualquier ogtro oscilador, y os habréis hallado en la imposibilidad de hacerlo porque la señal AF generada era tan baja, que el frecuencímetro digital no lograba leerla.

En estos casos no es posible apoyar la sonda en el colector del transistor o en la bobina osciladora para tratar de aumentar la señal en la entrada del frecuencímetro, ya que el oscilador se apagaría y si se mantuviese en funcionamiento, la capacidad parásita de la punta de prueba modificaría sensiblemente la frecuencia base.

Solamente con una sonda AF preamplificada podréis detectar inductivamente la débil señal de que disponéis y leer así la frecuencia generada.

Sirviéndoos de la sonda que presentamos, podréis acercar el «link» al cuerpo del transistor o a la bobina y, sin perturbar en absoluto el circuito, verificar la frecuencia de trabajo.

Como se ve en el gráfico de la fig. 1, esta sonda es capaz de amplificar cualquier señal de AF de un mínimo de 1 MHz a un máximo de 500 MHz, con una ganancia mínima en tensión de 12 dB (amplifica 4 veces) y una máxima de 22 dB (amplifica 12 veces). La ganancia, como se puede entender fácilmente, no es constante porque en la práctica no es posible, utilizando un solo transistor para reducir al máximo las dimensiones del circuito, realizar un preamplificador AF con una banda tan amplia, por lo cual habrá gamas de frecuencia a las que el preamplificador resultará más sensible que a otras, por motivos de resonancia y por las inevitables atenuaciones introducidas por la lontitud del cable de conexión entre sonda y frecuencímetro.

Así pues, si con frecuencia tenéis que efectuar medidas en señales débiles de AF, a lo largo de este artículo hallaréis todas las indicaciones necesarias para realizar este diseño.

Esquema eléctrico

El circuito eléctrico se compone de dos pasos distintos:

1. Paso preamplificador AF de banda ancha.

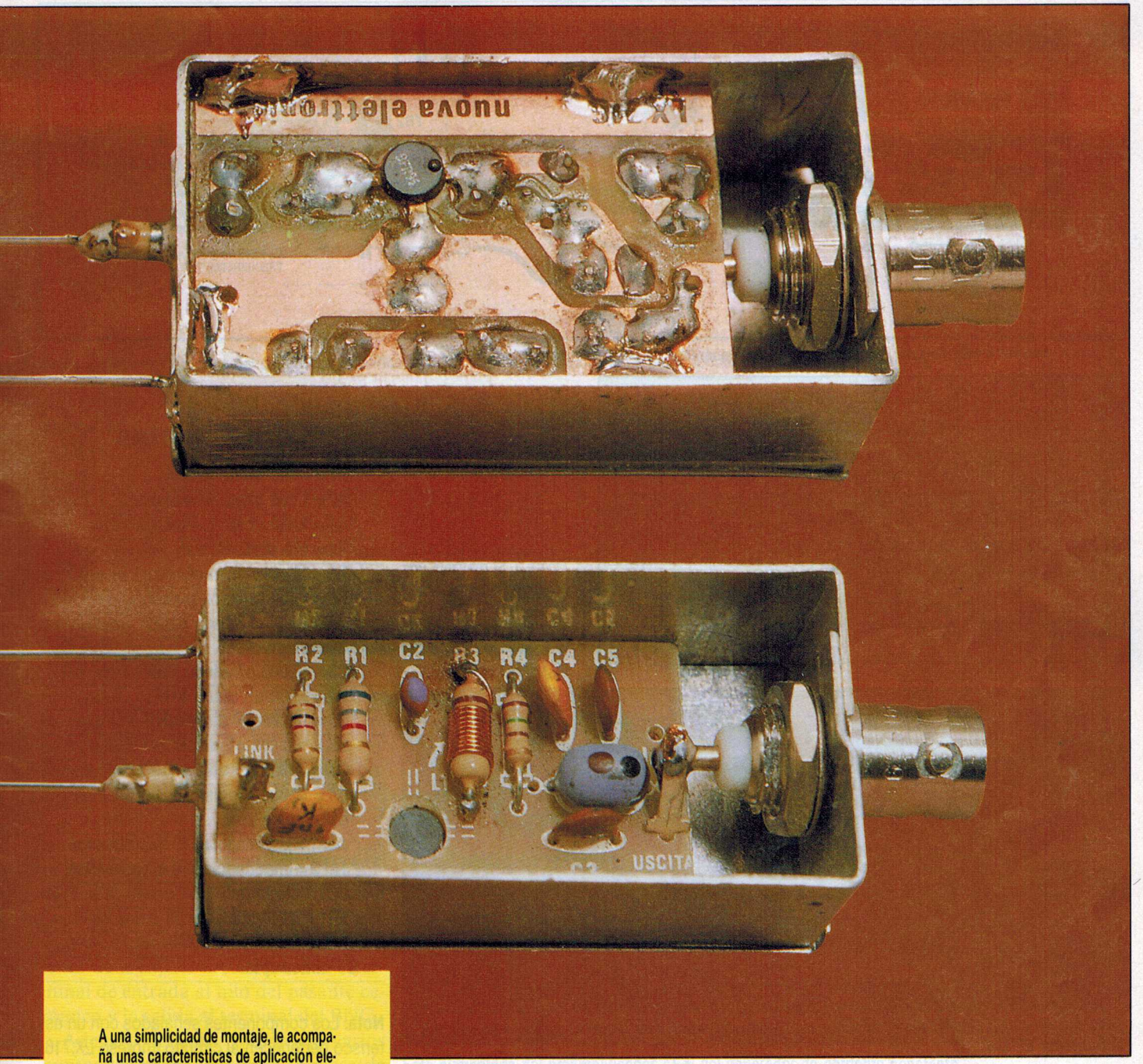
2. Paso generador de corriente constante.

En el esquema eléctrico de la fig. 2 hemos representado los dos pasos, aunque la sonda irá recluida en un contenedor metálico propio y el paso generador de corriente en el interior del frecuencímetro digital.

Iniciamos la descripción de nuestro diseño por la sonda visible a la izquierda en el esquema eléctrico.

La espira en U indicada como «link», servirá para captar inductivamente la señal de AF cada vez que la acerquemos al cuerpo de un transistor oscilador o a una bobina de un paso oscilador cualquiera.

La señal captada llegará, a través de C1, la base del transistor preamplificador TR1, un BFR.96, que procederá a amplificarla.



A una simplicidad de montaje, le acompaña unas características de aplicación elevadamente ventajosas.

Desde el colector del transistor, la señal amplificada se transferirá, a través de C3, al conector BNC situado en la parte posterior de la cajita metálica. De ahí tomaremos la señal mediante un cablecito coaxial de 52 ohm., para llevarla a la entrada del frecuencímetro digital.

La alimentación necesaria para hacer funcionar este transistor se tomará del cable coaxial mediante la impedancia JAF1 de 100 microhenrios.

Por el extremo opuesto del cable, como se ve en la misma figura, los 12 volt. de alimentación existentes en el frecuecímetro no llegarán directamente a la toma BNC, sino a través del transistor TR2, utilizado como generador de corriente constante para suministrar siempre a TR1 una tensión de 12 volt. con una corriente fija de 40 miliamperios.

El diodo led aplicado entre el positivo de los 12 volt. y la base de TR2, sirve sólo como protección. En efecto, si por cualquier motivo estuviese en corto el cablecillo coaxial de conesión entre sonda y frecuencímetro, el diodo led se encenderá par avisarnos de que la sonda no está alimentada.

Si no tenéis posibilidad de aplicar en el panel frontal del frecuencímetro un segundo BNC a utilizar exclusivamente para la entrada de la sonda, será conveniente que coloquéis un interruptor (ver S1) para excluir la tensión en TR2. De lo contrario, en cualquier otra sonda que insertéis en el BNC habrá, entre «punta de prueba» y masa, una tensión de 12 volt. que obviamente llevará al componente sobre el cual apoyéis la punta de prueba.

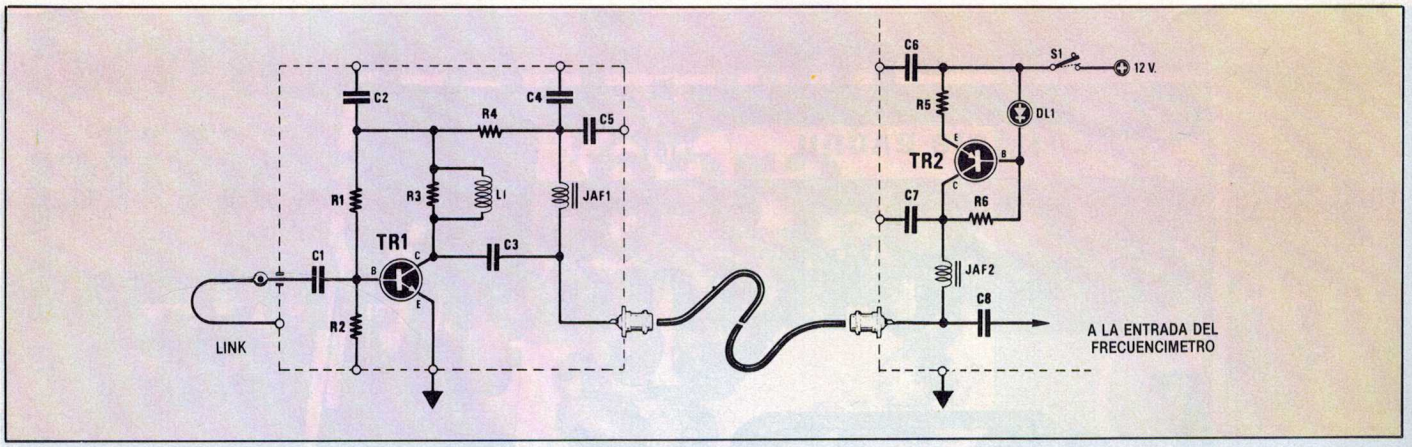


Figura 1. **Esquema eléctrico del preamplificador y del generador de corriente constante.**

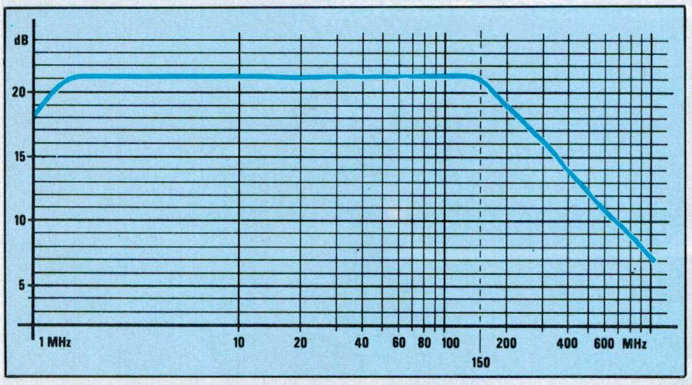


Figura 2. **Si realizáis un montaje perfecto, utilizando estaño de buena calidad, conseguiréis una ganancia de 18-22 dB hasta los 150 MHz.**

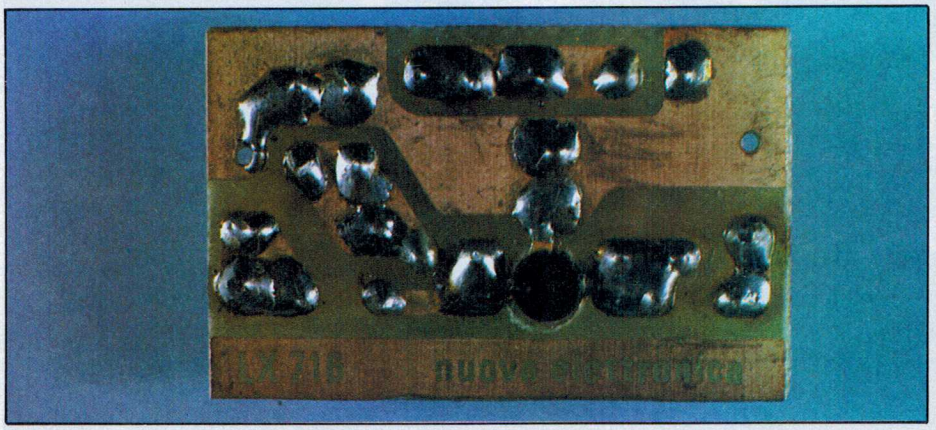
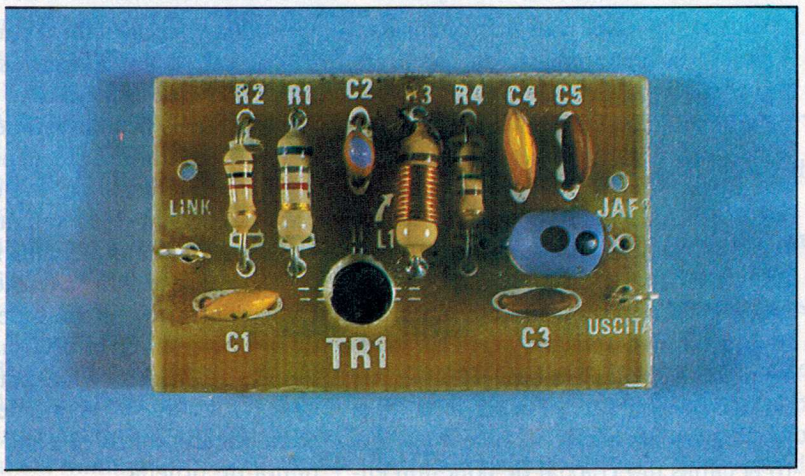


Foto de la sonda preamplificada de AF vista por el lado del circuito impreso, en cuyo centro irá soldado el transistor BFR.96.



El mismo circuito visto por la cara opuesta, esto es, por el lado de los componentes. Veasé la espira link necesaria para captar la señal de AF.

Componentes

*R1	6.800 ohm. ¼ wat.
*R2	1.000 ohm. ¼ wat.
*R3	1.800 ohm. ¼ wat.
*R4	150 ohm. ¼ wat.
R5	33 ohm. ½ wat.
R6	1.000 ohm. ¼ wat.
*C1	1.000 pF disco VHF
*C2	47 pF disco
*C3	10.000 pF disco VHF
*C4	1.000 pF disco VHF
*C5	10.000 pF disco VHF
C6	100.000 pF disco
C7	10.000 pF disco VHF
C8	10.000 pF disco VHF
L13	Ver texto
*JAF1	impedancia 100 microhenrios
*JAF2	impedancia 100 microhenrios
DL1	diodo led
TR1	NPN tipo BFR.96
TR2	PNP tipo BD.240
S1	interruptor

Nota: Los componentes señalados con un asterisco pertenecen al circuito impreso LX.716. El resto, al circuito impreso LX.716/A.

Realización práctica

Para realizar esta sonda se necesitan dos circuitos impresos, el primero de los cuales —LX.716— servirá para alojar todos los componentes relativos al transistor TR1 y el segundo —LX.716/A— para los componentes del transistor TR2.

Iniciaremos la descripción del montaje por la placa LX.716, en la cual deberéis insertar todas las resistencias (salvo la R3), los condensadores y la impe-

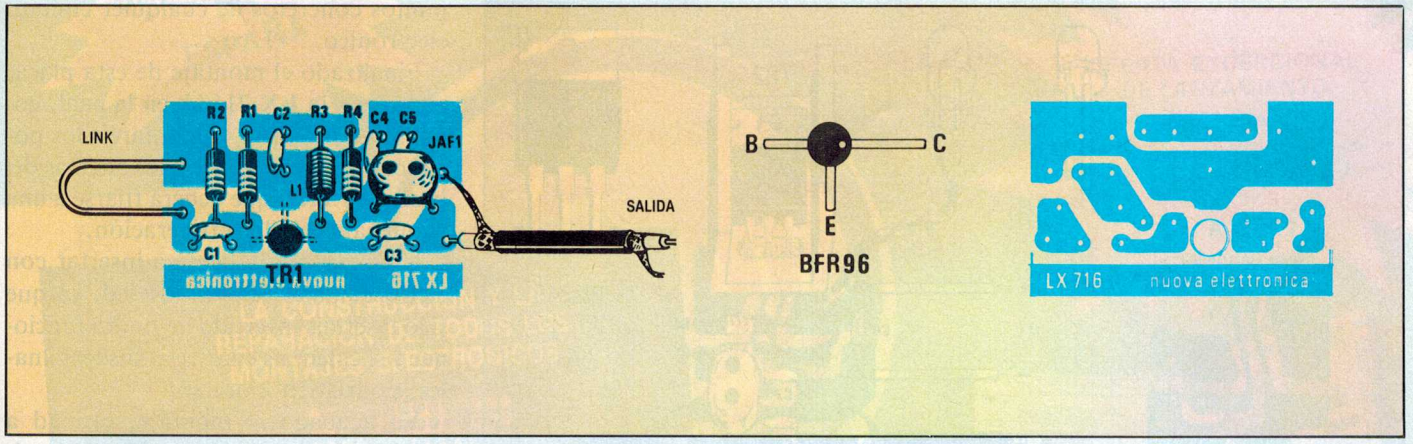


Figura 3. **Esquema práctico del circuito preamplificador AF y dimensiones reales de la placa. Conexiones del transistor BFR.96.**

dancia JAF1, como se ve en la fig. 3.

En la misma figura podéis ver que sobre la resistencia R3 irá devanada la bobina L1, compuesta de 10 espiras de hilo esmaltado de 0,5 mm.

Después de lijar el barniz aislante que recubre los extremos de este devanado, deberéis soldarlos a los terminales de la resistencia, que a continuación se insertará en la posición indicada en el dibujo.

En el orificio existente en la cara opuesta de este circuito impreso, esto es, la cara de cobre, deberéis apoyar el cuerpo del transistor TR1, soldando sus terminales directamente en las pistas correspondientes.

Finalizado el montaje, podréis tomar la cajita metálica, taladrar un lado para insertar el pasante cerámico (que soldaréis al metal de la caja) y el lado opuesto para fijar el BNC.

A continuación, introducid en el interior de la caja el circuito, soldad el terminal de entrada al hilo del pasante cerámico y la salida al terminal del BNC.

Además deberéis soldar en varios puntos las pistas de cobre de masa de este circuito al metal de la caja, para que ésta haga de blindaje.

También las dos tapas inferior y superior de la caja se soldarán, pero sólo en dos o tres puntos, por si fuera necesario retirarlas en caso de tener que sustituir el transistor.

En el hilo que sale al exterior por el pasante cerámico, podréis soldar ahora un «link» (hilo replegado en U) cuyo extremo opuesto sodaréis al metal del pequeño contenedor.

También podéis sustituir este link por una corta punta de prueba, si os resulta más cómodo para tomar la señal en

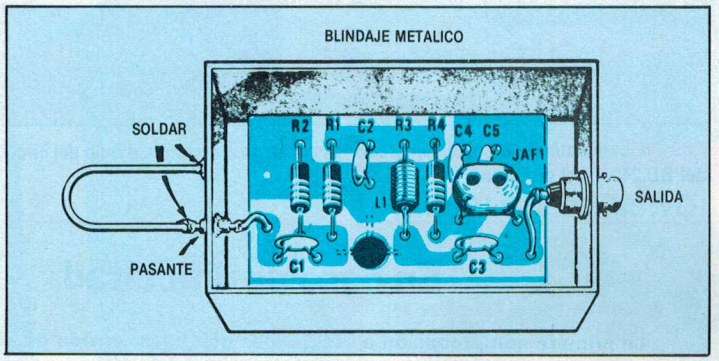


Figura 5. **El circuito impreso se introducirá en una pequeña caja metálica. Para la entrada AF (lado link) soldaréis en la caja el pasante cerámico incluido en el kit.**

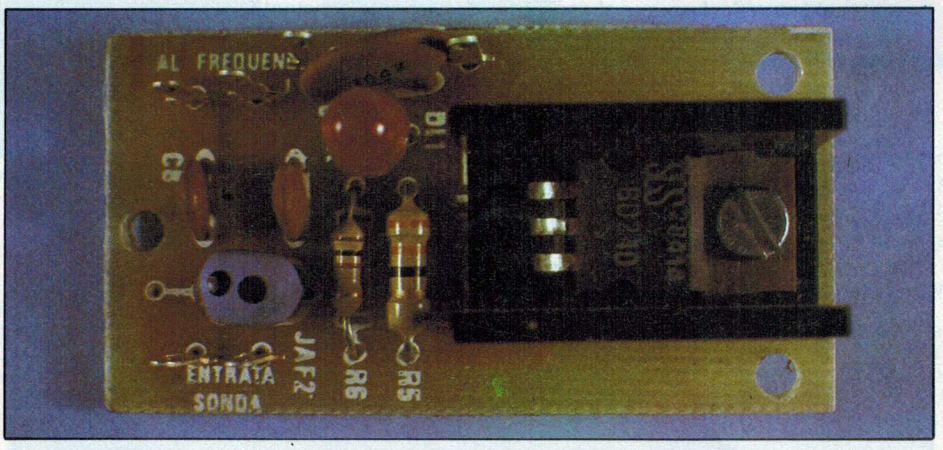
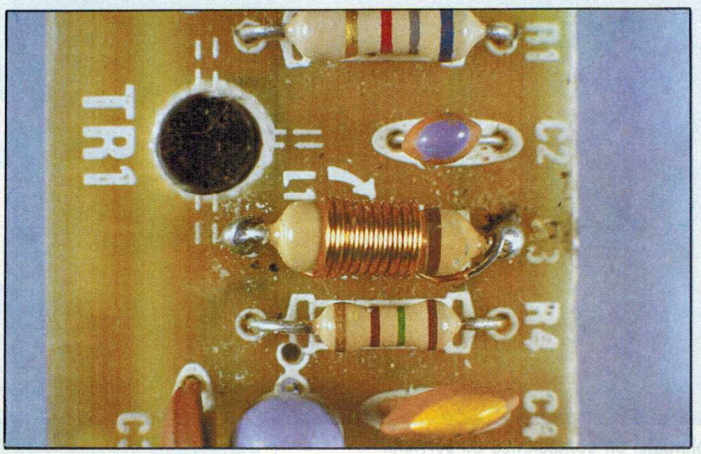


Foto aumentada del preamplificador AF y del generador de corriente constante.



Detalle de la construcción de L1 sobre la resistencia R3.

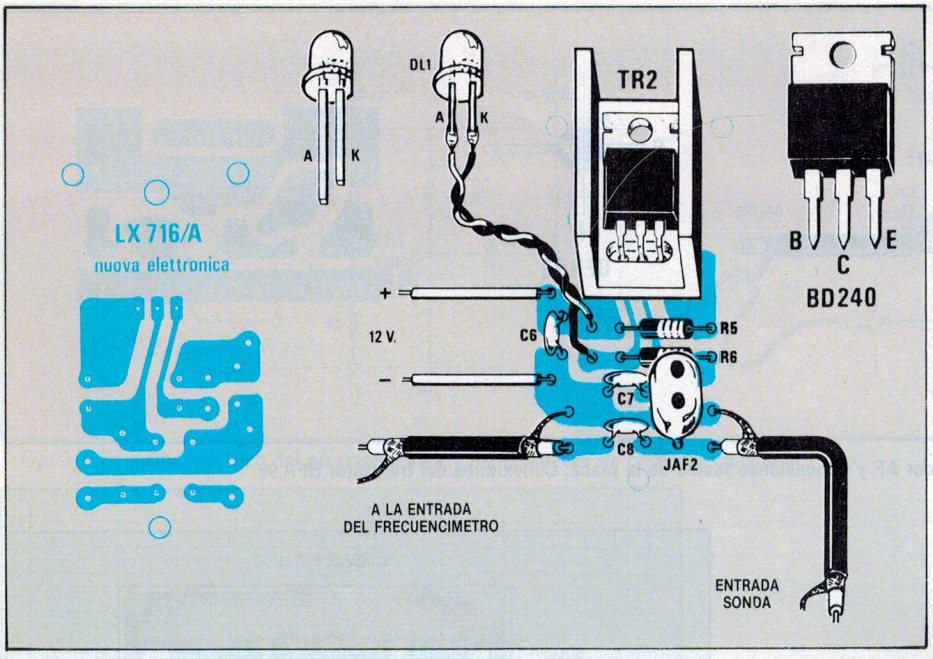


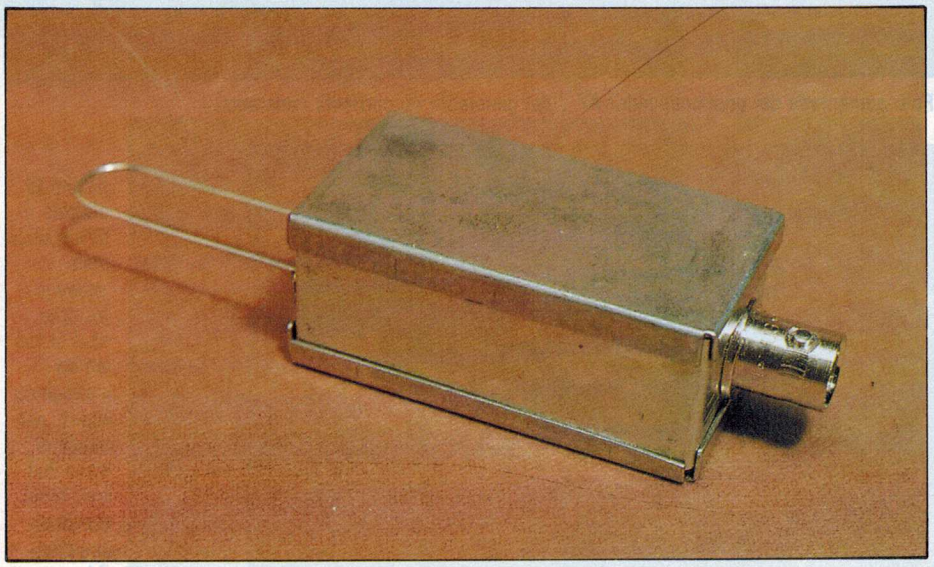
Figura 4. **Esquema práctico del generador de corriente constante, dibujo del circuito impreso y conexiones del BD.240 y del diodo led.**

En caso de dificultad

La primera comprobación a efectuar es que haya tensión de alimentación en la sonda propiamente dicha, para prevenir un cortocircuito en el cable coaxial o una mala soldadura incluso que el generador de corriente constante esté defectuoso. A este respecto debemos hacer incapié en que con el cable coaxial en cortocircuito se debe iluminar el diodo LED DL1, pero eso ocurrirá siempre que esté correctamente posicionado.

Si no hay tensión, y no hay un cortocircuito, comprobar la continuidad del cable coaxial, después de haber comprobado que sí da salida el generador. De no ser así comprobar la continuidad de JAF2 y las resistencias R5 y R6 y el diodo DL1. Si éstos son correctos cambiar el transistor TR2.

Comprobar si llega tensión a la sonda y si ésta no funciona, la tensión en el colector del transistor TR1; de no haber tensión, comprobar la continuidad del JAF1, R4 y L1. Si hay tensión comprobar la tensión de base, de unos 0,7 V y si ésta es correcta y el circuito no funciona se deberá cambiar el transistor TR1.



Sonda terminada con su blindaje, en condiciones de servicio.

puntos concretos de cualquier circuito electrónico.

Finalizado el montaje de esta placa, pasaréis a la LX.716/A en la cual, como se ve en la fig. 4, montaréis los pocos componentes requeridos además del transistor TR2, que deberá fijarse a una pequeña aleta de refrigeración.

El único componente a insertar con cierto cuidado es el diodo led, ya que si lo insertáis invertido no podrá funcionar y si calentáis en exceso sus terminales, podría deteriorarse.

Ya acabado el montaje, probad a aplicar en las entradas positiva/negativa una tensión positiva de 12 volt. y a cortocircuitar las dos entradas situadas junto a JAF2. Si el diodo led se enciende, el montaje es correcto. Si permanece apagado, habréis insertdo el led invertido.

Una vez comprobado que el generador de corriente funciona correctamente, podréis introducirlo en el interior de vuestro frecuencímetro tratando de situarlo cerca del BNC de entrada, de modo que no se alargue mucho (máximo 3-4 cm) la conexión entre el terminal que afecta a la JAF2 y el terminal BNC.

Si por razones de espacio os veis obligados a colocar este circuito impreso a una cierta distancia del BNC, será conveniente que desoldéis del circuito la impedancia JAF2 y el condensador de desacoplo C8 y que toméis la señal a enviar a la entrada del frecuencímetro, directamente entre el condensador C8 y la masa. En este caso, para evitar que a través de JAF2 lleguen residuos de AF al transistor de alimentación TR2, es aconsejable añadir un segundo condensador de 10.000 pF en la bobina JAF2, por el lado situado hacia el colector de TR2.

Una vez finalizado el montaje, si disponéis de un oscilador de AF de débil potencia, del que anteriormente no lograbais leer la frecuencia, probad a aproximar el link al circuito y de ese modo podréis constatar que la frecuencia se visualiza normalmente en los display.

Si no utilizáis el LINK, sino que conectáis la sonda directamente al circuito —empleando por ejemplo una pequeña punta de prueba— acordaros de conectar la masa de la sonda a la del circuito sometido a prueba, mediante un segundo cablecillo de conexión soldado al borde de la caja metálica. ■

Efectos acústicos electrónicos



La electrónica no sólo sirve para realizar diseños de uso industrial, sino que puede dirigirse también a aplicaciones menos serias como es el caso de los dos diseños que ahora os presentamos, que podréis utilizar para gastar una simpática broma a vuestros amigos.

Los dos diseños que os presentamos nos fueron inicialmente encargados por un grupo de teatro que iba a representar una comedia centrada en un desventurado, perseguido por la mala suerte, que de noche no conseguía dormir a causa del canto de un invisible grillo, que cesaba inexplicablemente cada vez que el insomne encendía la luz para buscarlo y volvía a sonar aún más insistente e insoportable apenas apagaba la luz, fatigado de la vana búsqueda del sonido «torturador». Obsesionado por el escurridizo grillo, el pobre hombre decide tomarse unas merecidas vacaciones en la ciudad, esperando recuperar el sueño en la confortable y «silenciosa» mansión de un pariente rico.

En este momento, nuestros amigos necesitaban un dispositivo que simulase el goteo de un grifo, que debía turbar definitivamente el sueño y los nervios de nuestro protagonista.

La comedia a la que fuimos invitados por haber resuelto el problema del «grillo» y el de la «gota de agua», no sólo nos divirtió muchísimo sino que nos dio la idea de proponer estos sencillos dispositivos a nuestros lectores, que así podrán divertirse «intrigando» a familiares y amigos, a condición de que éstos tengan una buena dosis de humor.

Así, estos dos diseños sólo pueden tener dos aplicaciones prácticas: una en el ámbito teatral y la otra como pura broma, además de responder por otro lado a todos los que nos solicitan diseños sencillos y de rápida realización.

El grillo y la cigarra

El circuito representado en la fig. 1 permite obtener el canto del grillo y el de la cigarra, y está predispuesto para que cese el sonido apenas se encienda la luz y vuelva a producirse cuando ésta se apague.

Para obtener estos dos sonidos, la pausa, y el funcionamiento en ausencia de luz, son necesarios un solo integrado CD.4060, una fotorresistencia y un transistor para amplificar la señal de BF generada.

El integrado IC1 se utiliza como generador de notas y modulador de amplitud.

Los valores de las dos resistencias y del condensador aplicados en las patillas 9-10-11, permiten obtener una frecuencia de unos 2.400 Hz que será modulada en AM por los diodos aplicados en las patillas 4-1-13.

De los dos puentes J1 y J2 con los cuales cortocircuitamos los diodos DS2-DS3, obtenemos en cambio los distintos sonidos:

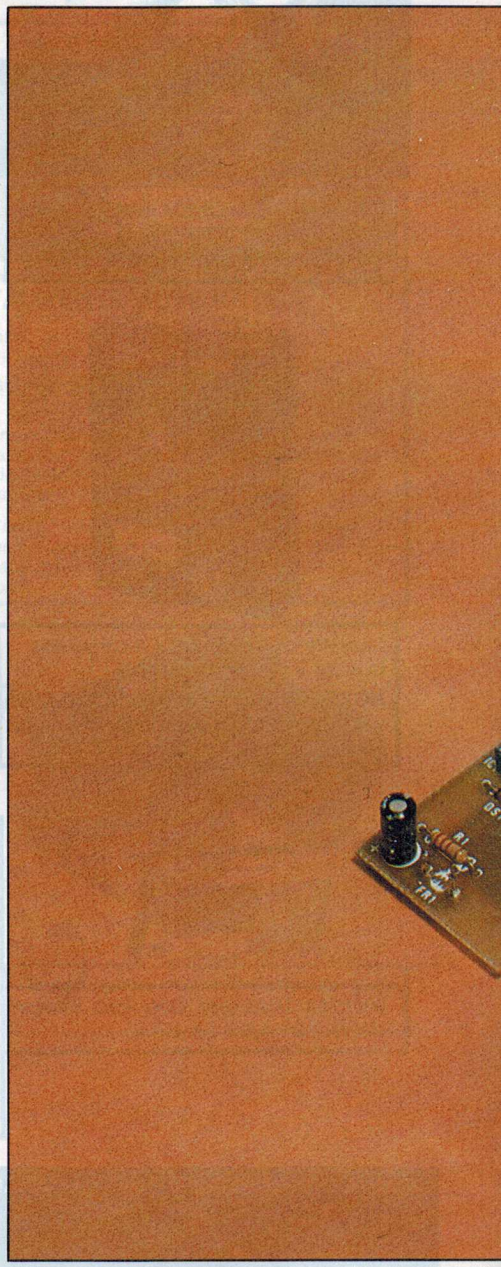
J1 cerrado y J2 cerrado = grillo intermitente

J1 abierto y J2 cerrado = grillo continuo

J1 cerrado y J2 abierto = cigarra continua

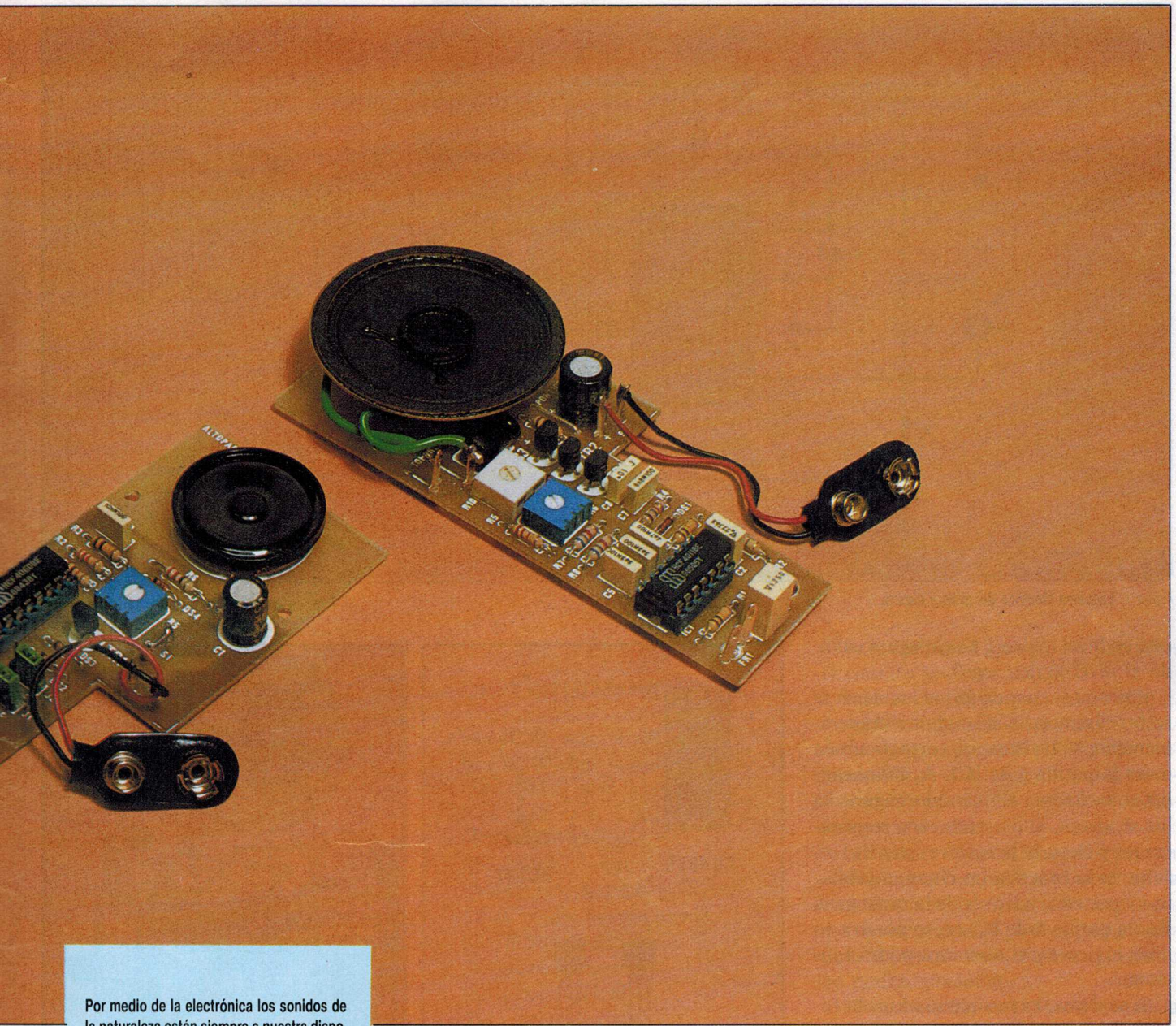
La señal generada se transferirá a la base del transistor TR1, de cuyo emisor la tomaremos para aplicarla al altavoz miniaturizado de 8 ohm.

El trimmer R5, conectado en serie con el altavoz, sirve para controlar el nivel de volumen.



Para hacer oscilar el integrado es indispensable que la patilla 12 se encuentre en nivel lógico 0 (esto es, cortocircuitada a masa), mientras que para bloquearlo habrá que llevar la patilla a nivel lógico 1, es decir, conectarla al positivo de alimentación.

Para obtener automáticamente estas dos conmutaciones de nivel lógico 0 a nivel lógico 1, utilizaremos una fotorresistencia normal conectada en paralelo al condensador electrolítico C2. Cuando la luz incida en la superficie de la fotorresistencia, su resistencia óhmica descenderá hasta el punto de llevar a nivel lógico 1 la patilla 12 de IC2, bloquean-



Por medio de la electrónica los sonidos de la naturaleza están siempre a nuestra disposición.

do su funcionamiento. En la oscuridad, la fotorresistencia asumirá un valor óhmico muy elevado (alrededor de 1 megaohm) y por tanto el condensador C1, al no estar ya cortocircuitado por la fotorresistencia FR1, podrá cargarse. De ese modo su terminal negativo estará en nivel lógico 0 (esto es, cortocircuitado a masa) y en esa situación se pondrá también la patilla 12 de IC1, que por consiguiente podrá oscilar.

Para alimentar este sencillo circuito basta una pila normal de 9 volt., ya que su consumo es irrisorio: 0,8 miliamperios en reposo y unos 15 miliamperios en funcionamiento.

La gota de agua

El circuito representado en la fig. 2 permite obtener el característico sonido del «goteo» y también en esta caso cesa el efecto al encender la luz y prosigue al apagarla.

Para realizar este circuito son necesarios un solo integrado tipo CD.4011 y tres transistores para amplificiar la señal de BF, además de un pequeño altavoz de 5 centímetros de diámetro mínimo. Utilizando altavoces aún más pequeños, el sonido de la gota resultaría demasiado metálico.

Los tres primeros nand (ver IC1/A-IC1/B-IC1/C) existentes en el interior del integrado CD.4011, se utilizan para obtener un oscilador de onda cuadrada cuya frecuencia es del orden de 0,6 Hz. Tal oscilador servirá para excitar cada 1,6 segundos el oscilador sinusoidal en 700 Hz, obtenido mediante el cuarto nand IC1/D, que será el que produzca el sonido característico de una gota de agua que cae.

También en este caso habrá una fotorresistencia que procederá a bloquear el sonido en presencia de luz y a activarlo apenas se apague la luz o se cubra la fototrresistencia con una mano.

En efecto, el oscilador en 0,6 Hz sólo funcionará si la patilla 5 de IC1/A ▶

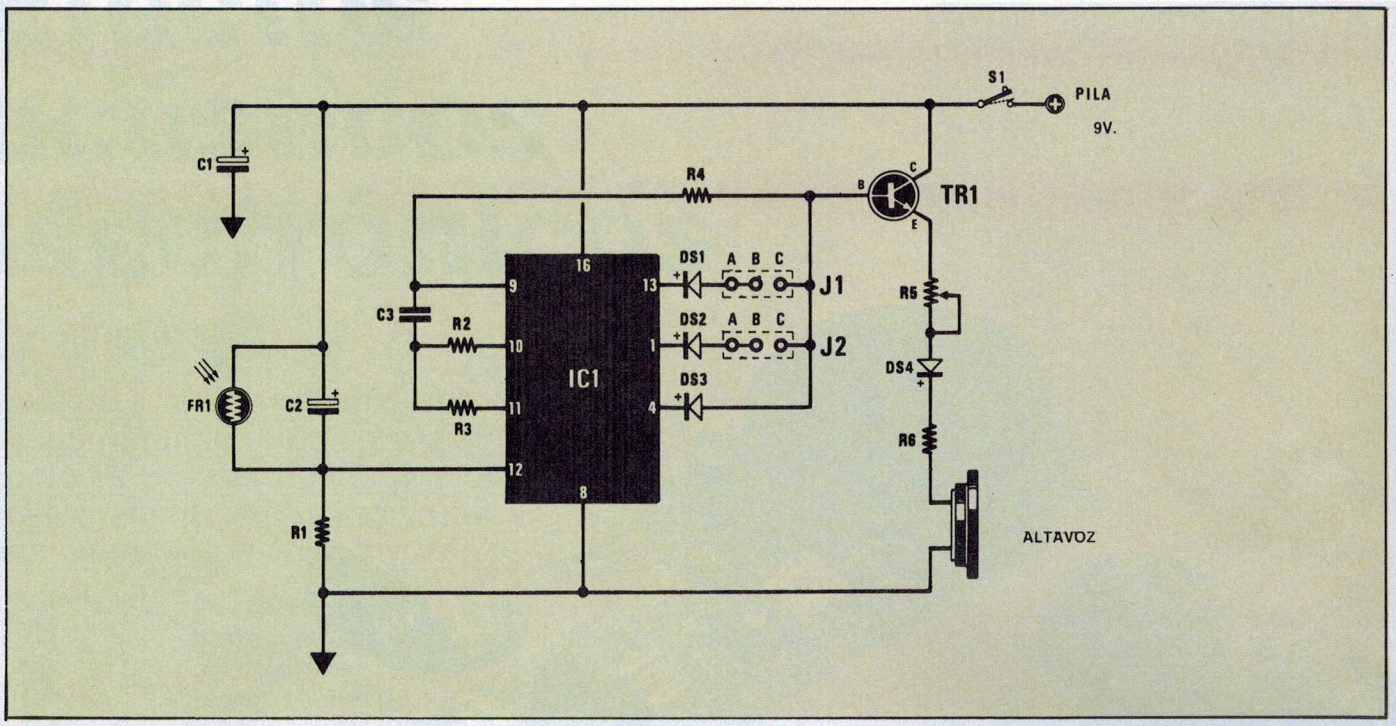


Figura 1. **Esquema eléctrico del grillo y cigarra.**

está en nivel lógico 1 y se apagará cuando el nivel lógico sea 0.

Por tanto, cuando la luz incide en la fotorresistencia, al disminuir considerablemente su resistencia, cortocircuita a masa la patilla 5 de IC1/A, bloqueando el oscilador. En cambio cuando la luz se apaga, al presentar una resistencia muy elevada la fotorresistencia, resulta en la práctica un circuito «abierto» y por ello, a través de la resistencia R1, la patilla 5 de IC1/A se pondrá en nivel lógico 1 y el oscilador podrá funcionar.

Si se desea, es posible sustituir la fotorresistencia por un conmutador que cortocircuite a masa o desconecte de masa esa patilla.

Los impulsos de onda cuadrada generados por este oscilador, a través del condensador C4 y del diodo DS1, desbloquearán el oscilador sinusoidal IC1/D en 700 Hz, del que tomaremos la señal para amplificarla mediante los tres transistores TR1-TR2-TR3.

El trimmer R6 servirá, en este circuito, para mantener bloqueado el oscilador a 700 Hz en ausencia de los impulsos de onda cuadrada generados por el oscilador de onda cuadrada y para excitarlo en presencia de tales impulsos. Así se obtendrá exactamente el característico sonido de goteo.

También para alimentar este circuito

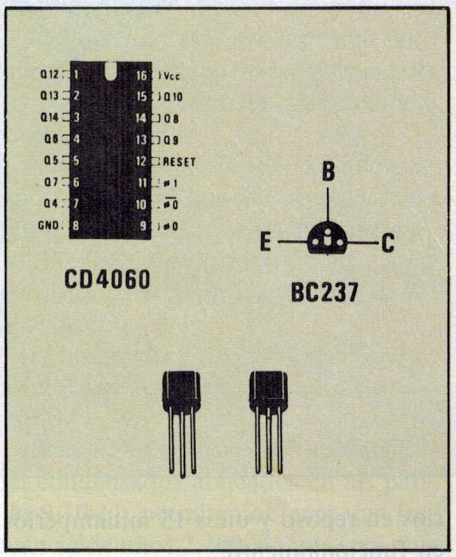


Figura 2. **Conexiones del integrado CD.4060 vistas desde arriba y del transistor BC.237 vistas en cambio desde abajo, es decir, por el lado en que los terminales salen de la envoltura plástica.**

emplearemos una pila normal de 9 volt., ya que el consumo es de 0,5 miliamperios en reposo y 10 miliamperios en presencia del «goteo».

Con estos dos circuitos tendréis la posibilidad de verificar cómo excitar y desexcitar dos osciladores distintos utilizando simplemente los niveles lógicos 0 y 1 y también qué fácil es modificar la frecuencia, aplicando en paralelo al condensador ya existente, otro de distinta capacidad.

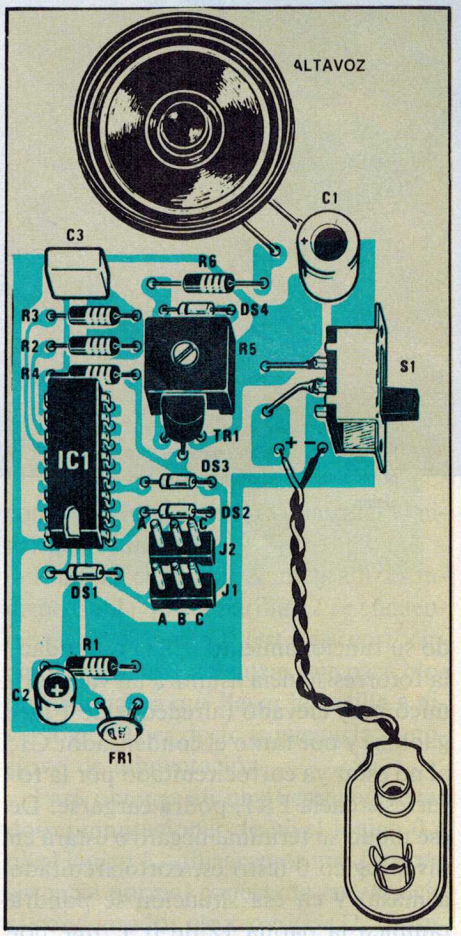
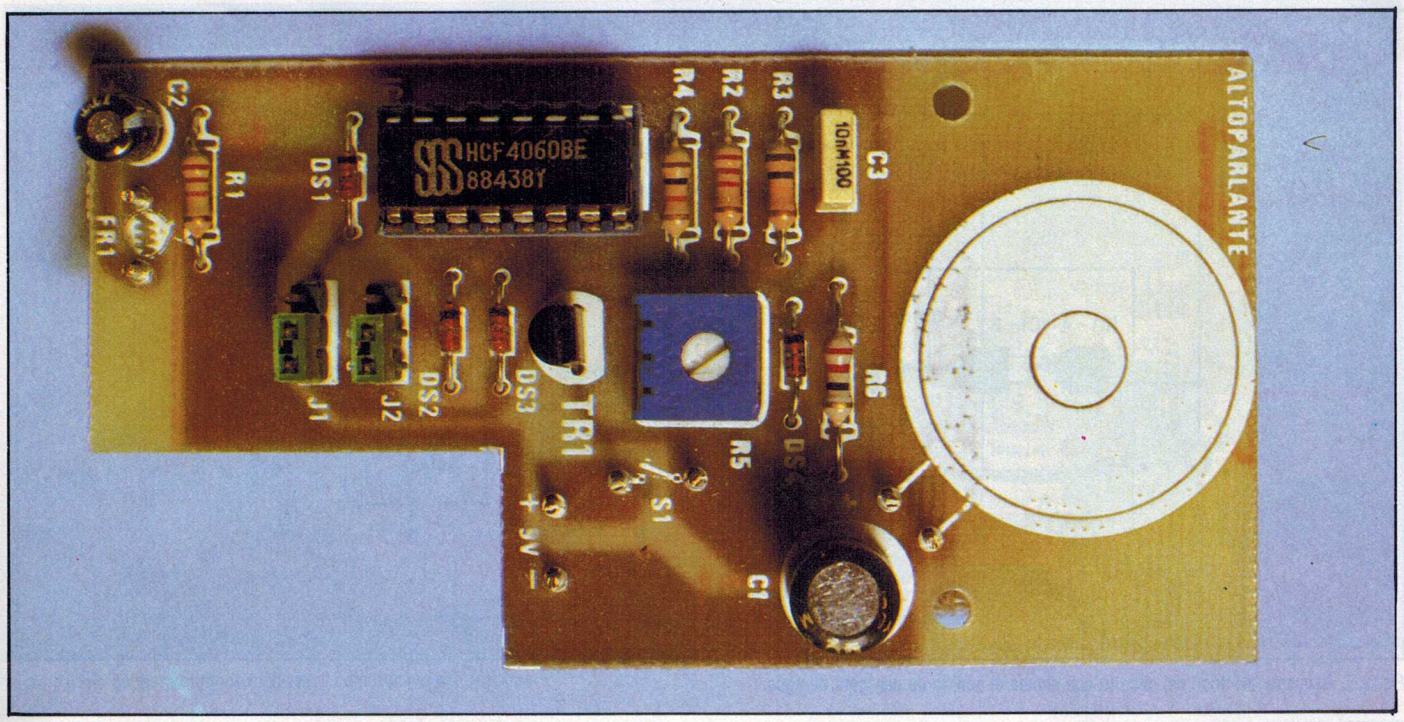
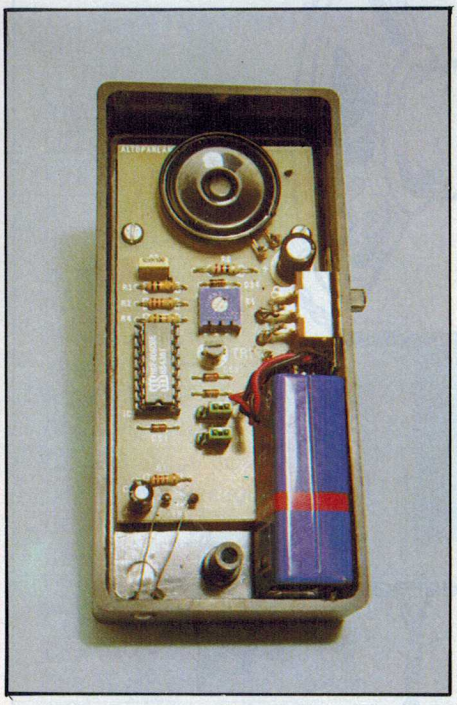


Figura 3. **Esquema práctico de montaje. La fotorresistencia FR1 visible abajo a la izquierda deberá ir fijada en la pared del contenedor plástico. Insertando en los conectores J1-J2 las correspondientes tomas hembra, se obtendrán tres sonidos distintos.**



Aspecto del diseño una vez finalizado el montaje.



Este diseño que genera el canto del grillo y de la cigarra, se introducirá junto a la pila de 9 volt. en un pequeño contenedor plástico. Veanse abajo a la izquierda los dos hilos que conectan al circuito impreso la fotorresistencia FR1.

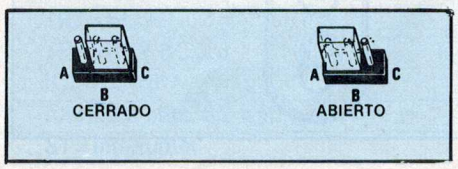


Figura 4. **Desplazando la toma sobre los puentes J1-J2 a la derecha, el circuito se cierra. Desplazándola a la izquierda, se abre.**

Componentes

R1 = 22.000 ohm. ¼ wat.
R2 = 22.000 ohm. ¼ wat.
R3 = 100.000 ohm. ¼ wat.
R4 = 10.000 ohm. ¼ wat.
R5 = 500 ohm. trimmer
R6 = 22 ohm. ¼ wat.
C1 = 100 mF electrolítico 16 volt.
C2 = 1 mF electrolítico 63 volt.
C3 = 10.000 pF poliéster
FR1 = fotoresistencia
DS1 = diodo 1N4148
DS2 = diodo 1N.4148
DS3 = diodo 1N.4148
DS4 = diodo 1N.4148
TR1 = NPN BC.237
IC1 = CD.4060
Altavoz 8 ohm. 0,1 wat.
S1 = interruptor
J1 = puente
J2 = puente

Realización práctica

Siguiendo el orden fijado en la presentación de los dos esquemas eléctricos, comenzaremos por la descripción del montaje del circuito Grillo/Cigarra para pasar luego al de la «gota de agua».

Para realizar el primero, utilizaremos el circuito impreso LX.718.

En este circuito, como se ve en la fig. 4, seguiréis el orden de montaje indicado; en primer lugar el zócalo del integrado IC1, a continuación todas las resistencias y por último todos los condensadores y diodos.

En estos últimos deberéis prestar atención a la franja de color que señala el cátodo (ver fig. 5) para orientarla como se ve claramente en el esquema práctico. Si invertís estos diodos, el circuito no podrá funcionar.

Los terminales de la fotorresistencia se pueden colocar en uno u otro sentido, mientras que la parte plana del cuerpo del transistor TR1 deberá quedar orientada hacia el trimmer R5 para no invertir los terminales E-B-C.

Junto a los diodos DS1 y DS2, insertaréis los dos conectores J1 y J2 que, a continuación, cortocircuitaréis con las dos tomas hembras de cortocircuito existentes en el kit.

Finalizado el montaje, podéis insertar en su zócalo el integrado CD.4060 con la muesca de referencia que aparece en un solo lado del cuerpo, orientada hacia el diodo DS1.

En la conexión de la pila, prestad atención para no invertir el hilo rojo (positivo) con el negro (negativo) porque alimentándolo en sentido inverso, ▶

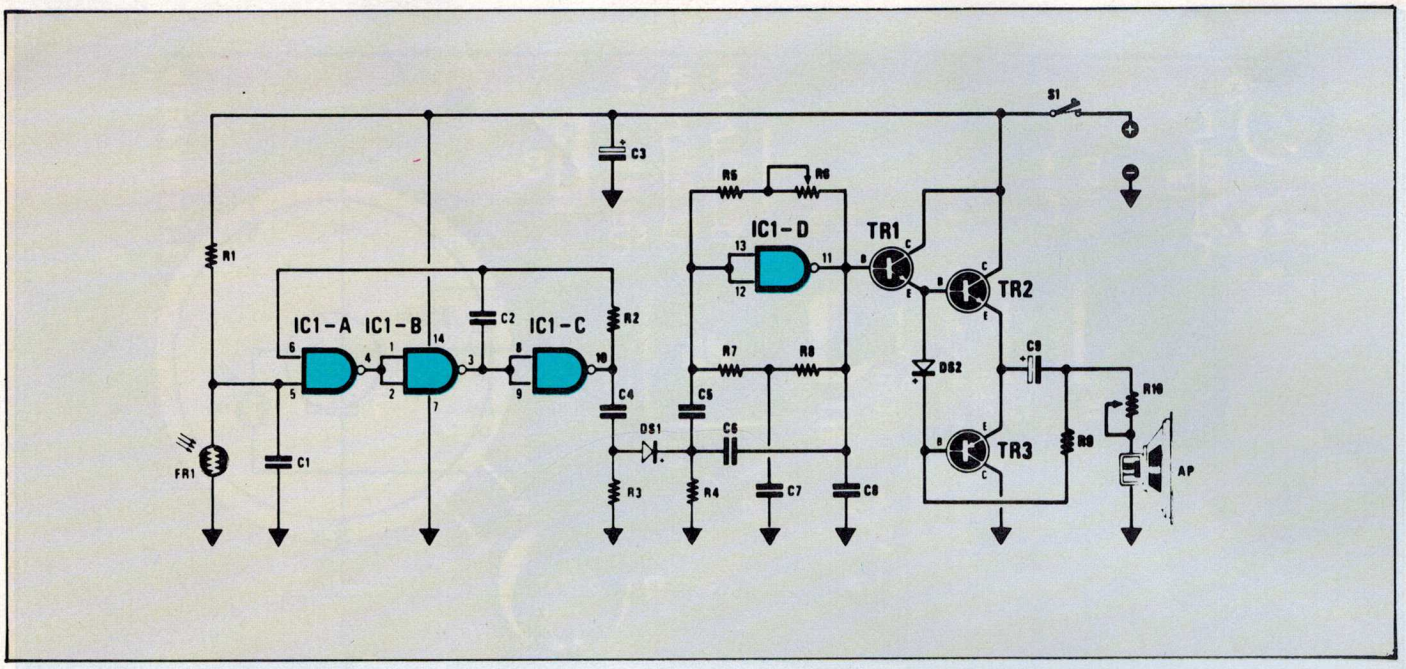


Figura 5. **Esquema eléctrico del circuito que simula el sonido de una gota de agua.**

el integrado se estropeará de inmediato.

Si no habéis cometido errores de montaje, el curcuito funcionará a la primera. En efecto, bastará suministrarle tensión mediante el interruptor S1 y cubrir con una mano o un cartoncito la fotorresistencia, para oír enseguida el característico canto del grillo o de la cigarra, dependiendo de cómo estén cortocircuitados los puentes J1 y J2.

Actuando sobre el trimmer R5, podréis variar la intensidad del sonido emitido por el altavoz, tratando de no exagerar, a menos que queráis realmente aturdir al desgraciado que sometáis a esta inocua «tortura».

Retirando la mano o el cartoncito de la fotorresistencia, el sonido cesará de inmediato.

Dado que se puede colocar la fotorresistencia a cierta distancia del resto del circuito mediante dos cables, podéis utilizar esta «broma» colocando la caja del circuito sobre un armario y la fotorresistencia en otra habitación para poderla accionar a vuestro gusto.

Para el segundo diseño deberéis utilizar el circuito impreso LX.717.

También en este caso iniciaréis el montaje por el zócalo del integrado, seguido de todas las resistencias, el trimmer, y todos los condensadores de poliéster.

Dado que los valores impresos en su envoltura pueden estar expresados en

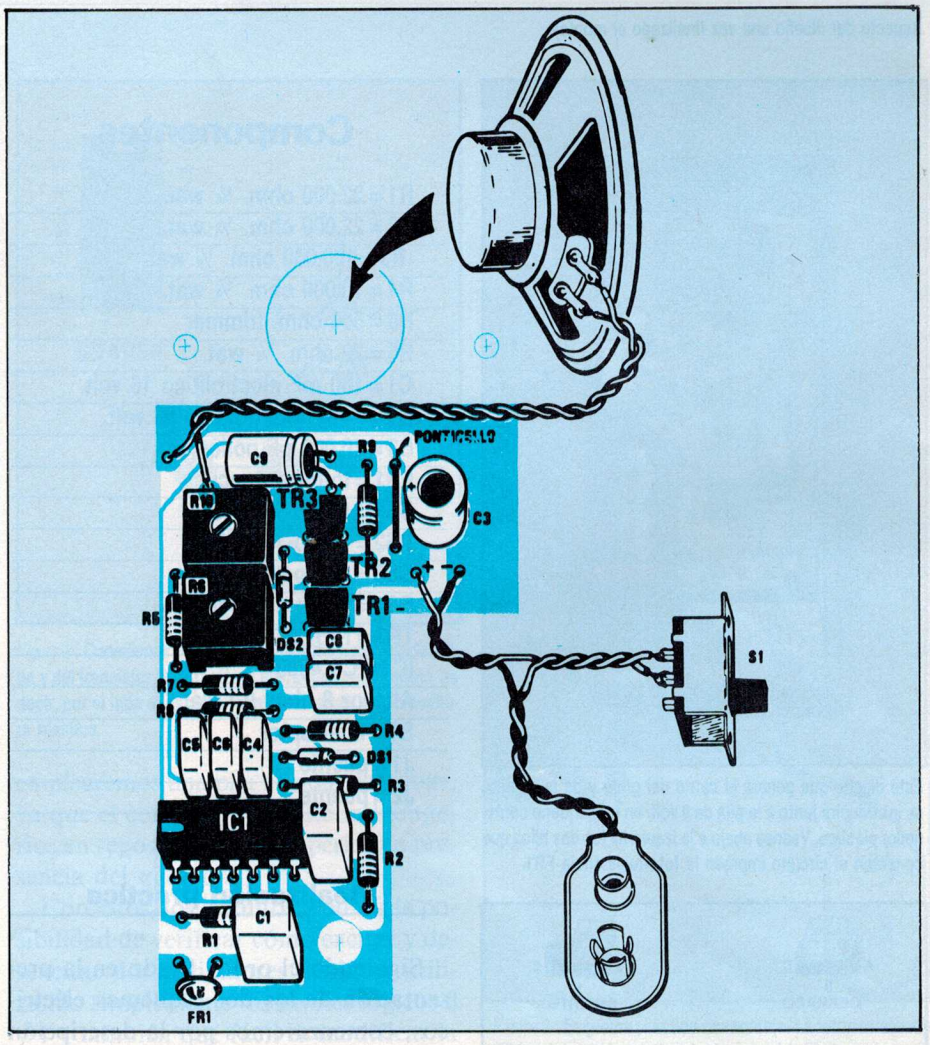


Figura 7. **Esquema práctico de montaje. No olvidéis efectuar el puente entre R9 y C3 y colocar todos los transistores con la parte plana orientada hacia el condensador C9 montado en horizontal. Como se explica en el artículo, el circuito funciona sólo oscureciendo la fotorresistencia.**

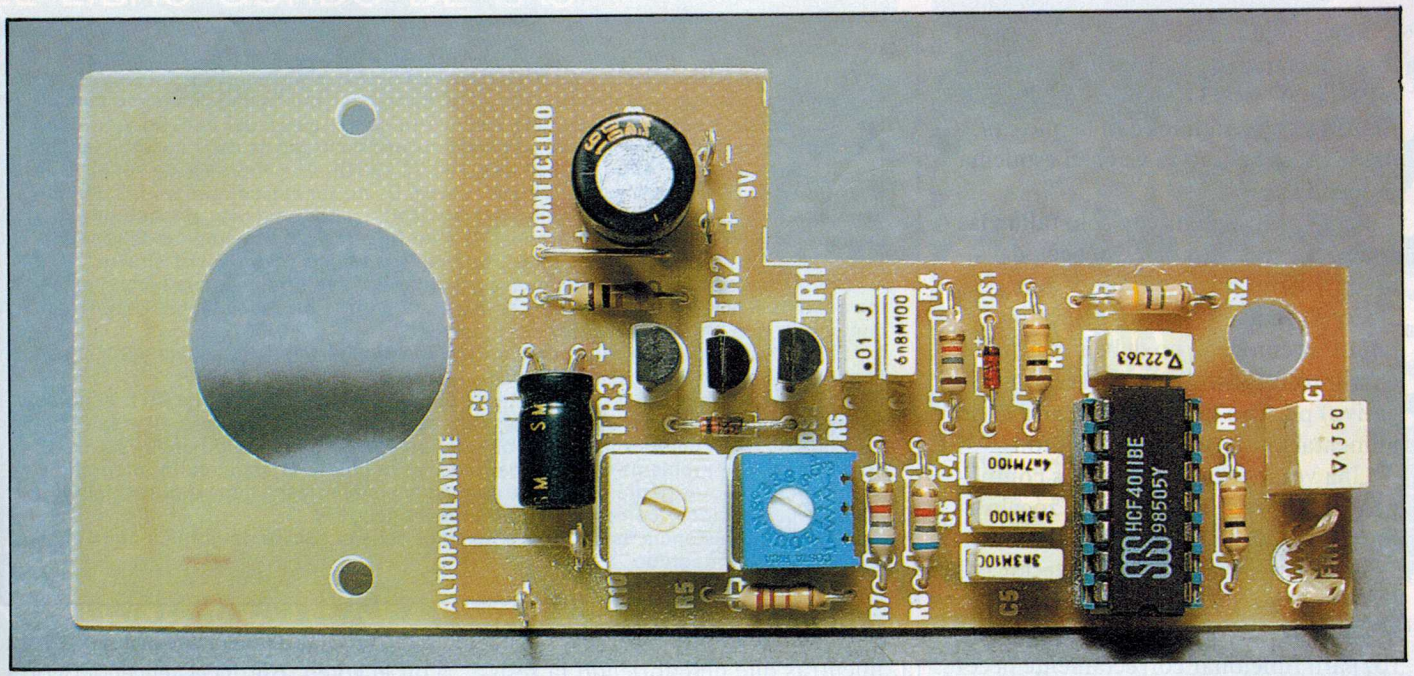
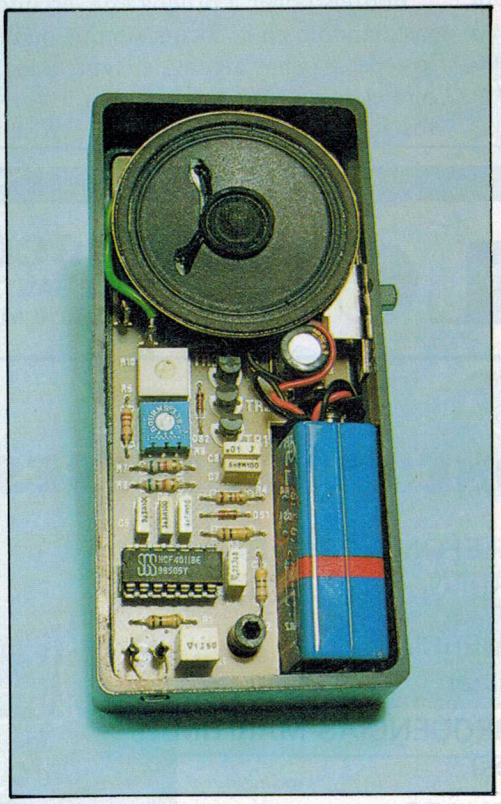


Foto de uno de los prototipos montado y comprobado por nosotros.

Componentes

R1 = 10.000 ohm. ¼ wat.
R2 = 4,7 megaohm. ¼ wat.
R3 = 100.000 ohm. ¼ wat.
R4 = 18.000 ohm. ¼ wat.
R5 = 22.000 ohm. ¼ wat.
R6 = 1 megaohm. trimmer
R7 = 68.000 ohm. ¼ wat.
R8 = 68.000 ohm. ¼ wat.
R9 = 1.000 ohm. ¼ wat.
R10 = 100 ohm. trimmer
C1 = 1 mF poliéster
C2 = 220.000 pF poliéster
C3 = 100 mF electrolítico 16 volt.
C4 = 4.700 pF poliéster
C5 = 3.300 pF poliéster
C6 = 3.300 pF poliéster
C7 = 6.800 pF poliéster
C8 = 10.000 pF poliéster
C9 = 47 mF electrolítico 16 volt.
FR1 = fotorresistencia
DS1 = diodo 1N.4148
DS2 = diodo 1N.4148
TR1 = NPN BC.237
TR2 = BC.237
TR3 = PNP BC.328
IC1 = CD.4011
Altavoz 8 ohm. 0,2 wat.
S1 = interruptor



También este diseño y su correspondiente pila irá recluido en un pequeño contenedor plástico.

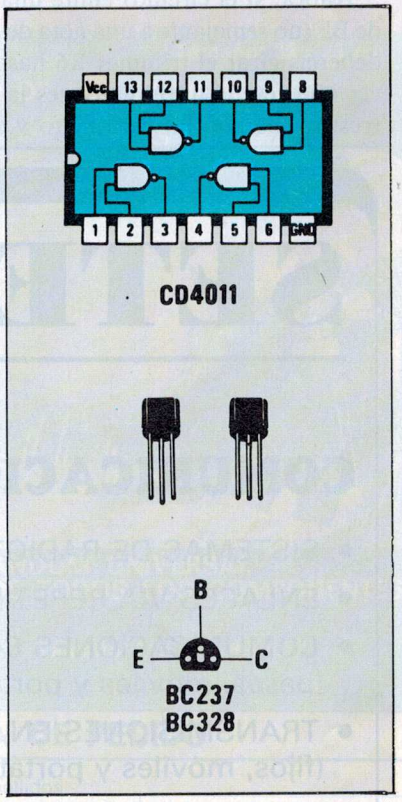


Figura 6. Conexiones del integrado vistas desde arriba y de los transistores vistas en cambio desde abajo.

nanofaradios o en microfaradios, indicamos para los menos expertos ambas posibilidades:

1 mF = 1
220.000 pF = 220n ó .22
10.000 pF = 10n ó.01
6.800 pF = 6n8 ó .0068
4.700 pF = 4n7 ó .0047
3.300 pF = 3n3 ó .0033

Después de los condensadores de poliéster, insertad los electrolíticos C3 y C9 respetando la polaridad de sus terminales, así como los diodos DS1-DS2 cuyo lado contorneado por una franja de colores se orientará como indica claramente el esquema práctico de la fig. 7. ▶

Por último montaréis los tres transistores, tratando de no confundir los dos NPN tipo BC237 con el PNP tipo BC238 y colocándolos con la parte plana orientada como se ve en el esquema práctico.

Para finalizar el diseño sólo faltan las conexiones de la fotorresistencia, del altavoz y de la toma pila de 9 volt.

Como ya hemos dicho, respecto a esta última conexión no debéis confundir el hilo rojo (positivo) con el negro (negativo) para no invertir la polaridad de alimentación en todo el circuito.

Una vez montados todos los componentes, podréis insertar en el zócalo el integrado CD.4011 con la muesca de referencia orientada hacia el exterior del circuito y por último suministrar tensión al circuito que, a diferencia del primero, para funcionar correctamente necesita un pequeño ajuste.

Ahora, si el circuito emite una nota de BF (no semejante a una gota de agua) deberéis girar el trimmer R6 hasta hacer que cese. Cubrid entonces la fotorresistencia con un cartoncito y de inmediato deberá oírse el sonido de la gota, mientras que descubriendo la resistencia, el sonido deberá cesar.

Podréis poner a prueba este circuito instalándolo en la cocina sin que nadie lo sepa. Apenas alguien apague la luz, oirá el goteo e irá a comprobar los grifos, cerrándolos con fuerza, pero en cuanto apague de nuevo la luz volverá a oír el goteo. Entonces, encenderá otra vez y, como los grifos están bien cerrados, se dedicará a comprobar todos los electrodomésticos, a escrutar el techo en busca de goteras, hasta que seáis incapaces de contener la risa y desveléis vuestro secreto. ■

En caso de dificultad

Como recomendamos siempre que en un circuito se utiliza una pila como alimentación, se debe medir la tensión que suministra con la carga del circuito y no debe ser inferior en un 15% a la tensión nominal; en caso contrario se debe sustituir la pila.

LX718. Dejando abiertos los puentes J1 y J2 aplicar un generador de señal en la base de TR1 para obtener sonidos en el altavoz. De no ser así, comprobar la continuidad del altavoz, R6, DS4 y el propio TR1; situar R5 en cortocircuito al efectuar estas pruebas. También se puede comprobar la serie R5-altavoz cortocircuitando repetidamente el emisor y el colector de TR1, que debe producir ruidos en el altavoz.

Si esta parte del circuito funciona, cortocircuitar la fotorresistencia FR1; si en estas condiciones el circuito funciona se debe sustituir la fotorresistencia después de comprobar que sin luz el circuito no funcionaba.

Si el circuito sigue sin funcionar verificar los diodos, las resistencias y C3; si son correctas cambiar el circuito integrado.

LX717. Aplicar la señal procedente de un generador en la base de TR1; si no se obtiene sonido verificar el altavoz y el resto de la etapa amplificadora. Si esta etapa funciona girar el cursor de R6 hasta obtener un sonido continuo de unos 700 c/s. Si no se obtiene el problema estará localizado en la puerta D del circuito integrado o en sus componentes periféricos. Si se obtiene la señal volver a girar el potenciómetro hasta dejar de oirlo y comprobar la fotorresistencia FR1.

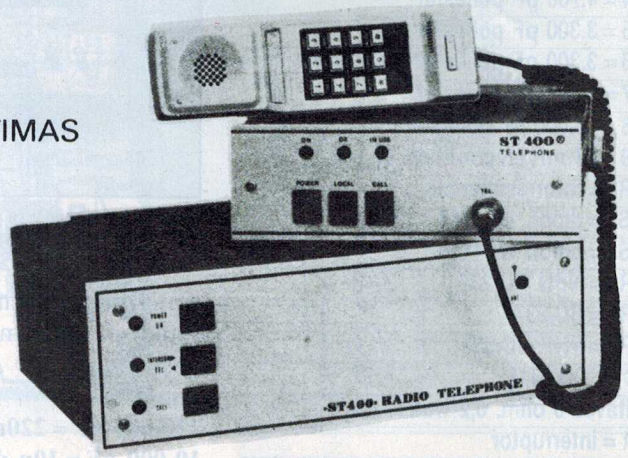
Si la fotorresistencia es correcta y no se obtiene el sonido de gota de agua cambiar el circuito integrado.

SETELCO

RADIOCOMUNICACIONES
CALLE SANTA ENGRACIA, 57, 1.º IZQUIERDA
28010 MADRID. TELEFONO 448 29 05

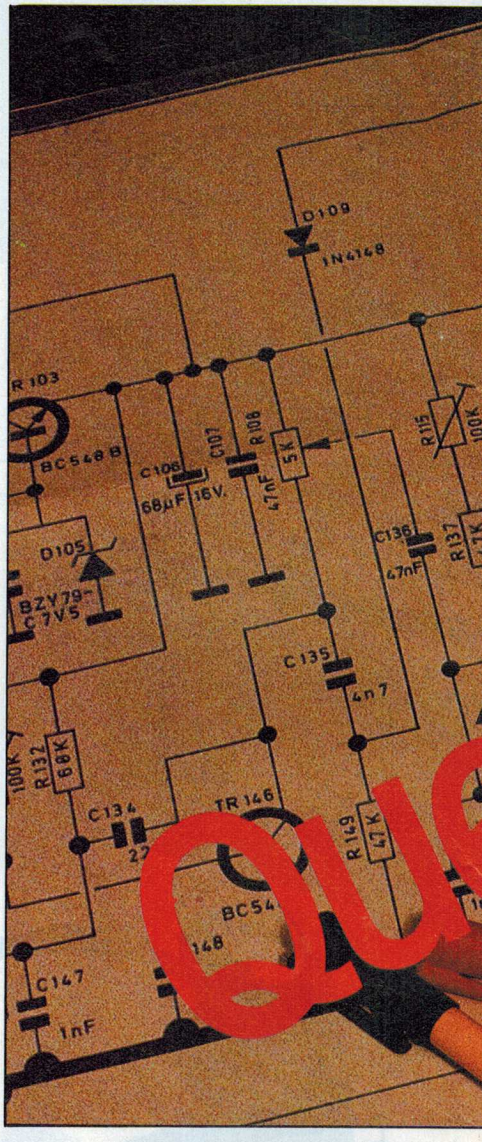
COMUNICACIONES TERRESTRES Y MARITIMAS

- SISTEMAS DE RADIOTELEFONIA PRIVADA
- ENLACES VIA REPETIDOR (VHF, UHF, SHF)
- COMUNICACIONES COMERCIALES (bases, móviles y portátiles)
- TRANSMISIONES EN FRECUENCIAS MARITIMAS (fijos, móviles y portátiles)
- EMISORAS FM COMERCIALES
- EMISORAS TV
- RADIOENLACES
- ALARMA VIA RADIO
- TELEFONOS SIN HILOS
- TELEFONIA EN GENERAL



LA MEJOR SOLUCION A SUS COMUNICACIONES

Calcular la potencia irradiada por un transmisor o la distancia que es posible cubrir en base a la atenuación de recorrido, averiguar cuántos microvoltios llegarán a un receptor utilizando una antena direccional o saber cuántos watios entrega en salida un amplificador de BF, todo ello resultará sencillísimo empleando como unidad de medida los dBm. En este artículo os lo demostraremos con simples ejemplos prácticos.



TENIENDO en cuenta que para muchos es ya un problema calcular una ganancia o una atenuación en dB, nuestro deseo de difundir una nueva unidad de medida podría parecer sólo un modo de complicar aún más esos cálculos, provocando la más completa confusión entre:

dB = decibelio

dBm = decibelio miliwatio (se dice «debeeme»)

dBW = decibeliowatio (se dice «debewatio»).

Sin embargo, el objetivo de este artículo es precisamente disipar definitivamente cualquier duda entorno a estas tres unidades de medida, mediante ejemplos prácticos que pongan en evidencia la diferencia entre ellas y cuándo se debe utilizar los dB y cuándo los dBm.

Cuándo se deben emplear los dB

Los dB representan la «relación» de potencia existente entre una señal aplicada en una entrada y la misma señal tomada en una salida. Tal relación puede ser una GANANCIA si la potencia existente en salida es mayor que la aplicada en entrada, o una ATENUACION si la potencia en salida es menor que la aplicada en entrada.

En la práctica, los dB deberían utilizarse tomando como base la POTENCIA, pero en BF, al amplificar las señales exclusivamente en tensión, resulta más cómodo utilizar como valor base la TENSION.

Por ejemplo, si se desea medir la ganancia de un paso preamplificador de BF o la exaltación de un control de tono, se prefiere comprobar el valor de la tensión que se aplica en entrada y compararla con la tensión resultante en salida.

De ese modo si, por ejemplo, aplicamos en la entrada de un preamplificador una señal de 2,5 milivolt. y en salida hallamos una tensión cuya amplitud alcanza los 14 milivolt., podremos afirmar que este paso obtiene una ganancia en tensión igual a:

14 : 2,5 = 5,6 veces

y observando la tabla constataremos que una ganancia en tensión de 5,6 veces equivale a **15 dB.**

En AF, al trabajar con valores de impedancia siempre conocidos (50 ó 75 ohm.), resulta ventajoso calcular todo en potencia.

Si adquirimos un lineal con una ganancia declarada de 8 dB, observando la tabla de decibelios veremos que tal valor corresponde a una ganancia en POTENCIA de 6,31 veces. Por consiguiente, si excitamos este lineal con una potencia de 3 wat., en salida hallaremos:

6,31 × 3 = 18,93 wat.

Si en cambio lo excitamos con 5,5 wat., en salida obtendremos:

6,31 × 5,5 = 34,70 wat.

En el caso de las antenas, si adquirimos una con una ganancia declarada de 12 dB, sabremos que aplicándola a un transmisor, éste aumentará 15,85 veces la potencia irradiada y aplicándola a un receptor, éste aumentará también 15,85 veces la potencia captada. Pero en ambos casos, si se desea saber cuántos watios resultan irradiados por dicha antena, deberemos saber cuántos watios tenemos disponibles en la salida de nuestro transmisor y si nos interesa saber a cuántos microvoltios corresponde la señal captada, habrá que conocer el valor en microwatios captado por una antena con ganancia en dB igual a 0.

Los dB, por tanto, son útiles para calcular tanto una ganancia como una atenuación sin conocer el «valor de partida».

Por ejemplo, podríamos comparar los dB a un porcentaje de descuento o de aumento como podrían ser los números 10 por 100, 30 por 100, etc.

(**NOTA:** aclaramos que dB no significa porcentaje y así 5 dB, como se ve en la tabla, no corresponden a un



aumento del 5 por 100), por tanto si en un escaparate vierais un cartel «20 por 100 de descuento sobre nuestros precios, IVA incluido» y os preguntarais cuánto gastaríais en total, la primera operación consistiría en conocer el precio «base» de los artículos que queréis adquirir, efectuar sobre éste el 20 por 100 de descuento y añadir luego el impuesto IVA que podría ser un 6 por 100, un 12 por 100, un 30 por 100...

Es decir, los números 20 por 100 e IVA 12 por 100 sirven para calcular el coste «final» en relación con el valor «base».

Ahora resultará fácil entender que si disponemos de una antena con una ganancia de 12 dB y la conectamos a un transmisor que entrega 4 wat., irradiaremos un potencia igual a:

4 × 15,85 = 63,4 wat.

Conectándola en cambio a un transmisor que entrega sólo 0,1 wat. la potencia irradiada será igual a:

0,1 × 15,85 = 1,58 wat.

En recepción, si la señal captada por una antena con ganancia igual a 0 dB es de 25,119 femtowat. (femtowat = microwat. : 1.000.000), utilizando la antena con ganancia de 12 dB — equivalente a un aumento de 15,85 veces en potencia— tendríamos una señal igual a:

25,119 × 15,85 = 398,126 femtowat.

Ahora podremos saber cuántos «microvoltios» tendremos disponibles en el extremo de esta antena utilizando la siguiente fórmula:

microvolt. =
$\sqrt{(\text{femtowat} \times R \times 1.000) : 1.000}$

donde R es el valor de impedancia de la antena.

Para efectuar este cálculo podéis emplear estas dos fórmulas simplificadas, para antenas de 50 ohm. y 75 ohm.:

microvolt. = $0{,}2236 \times \sqrt{\text{femtowat}}$ (antena de 50 ohm.)

microvolt. = $0{,}2738 \times \sqrt{\text{femtowat}}$ (antena de 75 ohm.)

Así pues, con una potencia de 398,126 femtowat., en los extremos de estas dos antenas tendremos una tensión en microvoltios igual a:

$0{,}2236 \times \sqrt{398{,}126} = 4{,}46$ microvolt. en 50 ohm.

$0{,}2738 \times \sqrt{398{,}126} = 5{,}46$ microvolt. en 75 ohm.

De este sencillo ejemplo se podría deducir, erróneamente, que utilizar una antena de 75 ohm. es más ventajoso que emplear una de 50 ohm., ya que la primera proporciona una señal «más fuerte». ▶

En efecto, 5,46 microvolt. es superior a 4,46 microvolt., pero es un error garrafal porque la potencia captada es idéntica en las dos antenas y por consiguiente, permaneciendo invariable la POTENCIA, es obvio que la tensión será distinta en función de su resistencia de carga.

Razonando en «potencia» descubriremos que no existe diferencia alguna. Por ejemplo, si adquirimos dos soldadores de 10 wat. uno de los cuales funciona a 220 volt. y el otro a 12 volt., nadie afirmaría que el primero «calienta mucho más» porque funcione con una tensión mayor. Ambos tienen una potencia de 10 watios y ésta no resulta en absoluto influenciada por la tensión de alimentación.

Así pues, si los dB son útiles para calcular ganancias o atenuaciones incluso sin conocer el valor «base» (no es posible determinar los watios de salida de un lineal si no se conoce la potencia aplicada en la entrada, ni obtener la tensión en microvolt. en los extremos de una antena si no se conoce el valor de la potencia captada), los **dBm** indican en cambio el valor de los watios y de los voltios, porque su «número» corresponde a un valor determinado y real.

Por qué son cómodos los dBm

Remitiéndonos de nuevo al ejemplo del escaparate, si en lugar del «descuento del 20 por 100 más IVA» figurase junto a cada artículo el IMPORTE EN PESETAS ya practicado el descuento y añadido el IVA, el adquirente no tendría que efectuar cálculo alguno porque ya sabe el total. Por ello, si de nuestro amplificador salen 44 dBm, por la tabla podremos deducir de inmediato que éstos corresponden a 25 wat.

De igual modo, si en el extremo de nuestra antena hay —87 dBm sabremos que éstos equivalen a 1,995 picowat., por tanto, si nuestra antena presenta una impedancia de 50 ohm., en sus extremos tendremos una señal de 9,988 microvolt., mientras que si presenta una impedancia de 75 ohm., tendremos una tensión de 12,233 microvolt.

Una vez que dispongamos de los valores en wat. y en volt., será mucho más fácil calcular atenuaciones y ganancias, dado que trabajamos con números reales.

Siempre por medio de nuestra tabla, podremos ver que **0 dBm** equivale a: **1 miliwat.**
correspondiente a:

223,607 milivolt. en 50 ohm.
273,861 milivolt. en 75 ohm.
774,597 milivolt. en 600 ohm.

por tanto, si la potencia o la tensión resultan inferiores a los valores arriba indicados, los dBm se transformarán en valores «negativos», es decir, cada número estará precedido por el signo «—».

Hemos creído oportuno indicar los valores de tensión en las tres impedancias más conocidas porque:

—50 ohm. es la impedancia estándar de todos los equipos para radioaficionados.
—75 ohm. es la impedancia estándar utilizada en todas las instalaciones de TV y FM.
—600 ohm. es la impedancia estándar de cualquier aparato de BF.

Es necesario aclarar que los dBm no son una unidad de medida que sustituya a los dB en todos los cálculos. Estas dos unidades de medida, como veremos en los ejemplos siguientes, servirán ambas para calcular GANANCIAS y ATENUACIONES y dado que los dB se pueden sumar y restar a los valores de los dBm, todos los cálculos quedarán notablemente simplificados, con la ventaja de disponer de inmediato de los valores en wat., miliwat., microwat., picowat., femtowat., y los correspondientes en volt., milivolt., microvolt., y nanovolt.

Cómo transformar los wat. en dBm y viceversa

Aunque la tabla con saltos de 0,2 dBm para los números negativos y de 0,5 dBm para los positivos, es más que suficiente para obtener todos los valores requeridos de tensión o potencia, muchos estarán interesados en conocer también la fórmula a utilizar para convertir los wat. en dBm o viceversa:

dBm = 10 × Log (wat × 1.000)
miliwat = 10↑ (dBm : 10).

Ya que los dBm nos darán como resultado miliwatios, para transformarlos en watios efectuaremos:

Wat. = miliwat : 1.000

Como veréis, en la primera fórmula tenemos un LOG y en la segunda una ELEVACION a POTENCIA (indicada con el signo ↑), por tanto sólo quienes dispongan de una calculadora dotada de estas dos funciones podrán efectuar fácilmente tales operaciones.

Para disipar cualquier duda al respecto, pondremos algunos ejemplos:

«CALCULAR A CUANTOS dBm CORRESPONDEN 15 wat.»:
10 × Log (15 × 1.000) = 41,76 dBm

Para ejecutar este cálculo con vuestra calculadora, escribid el número 15 y multiplicadlo por 1.000, pulsando a continuación la tecla « = » para obtener así 15.000. Ahora pulsad la tecla LOG y multiplicad el resultado por 10. Veréis que el resultado es 41,76.

«CALCULAR A CUANTOS WAT. CORRESPONDEN 35 dBm»:
10↑(35 : 10) = 3.162 miliwat.
3.162 : 1.000 = 3,162 wat.

Para esta conversión habrá que escribir el número 35, dividirlo por 10 y pulsar la tecla « = » para obtener así el número 3,5. Ahora habrá que pulsar la tecla INVERS (o bien 2 nd) y la tecla 10 × (que habitualmente está sobre la tecla Log) y obtendréis el número 3.162 correspondiente a los miliwat. Dividiendo por 1.000 obtendréis 3,162 wat.

La tecla INVERS o 2 nd pulsada antes que la tecla «10 x» sirve para invertir la función de Log.

Los números negativos y los números positivos

En los ejemplos que figuran a continuación efectuaremos con frecuencia sumas o restas con GANANCIAS y PERDIDAS y a muchos les resultará inexplicable el porqué, cuando efectuamos una resta, el resultado de la operación se convierte en una suma y viceversa.

De cualquier forma creemos que con nuestros ejemplos podréis comprender rápidamente el enigma.

Si os preguntáramos:
«si en el terminal de una antena receptora disponéis de una señal de —50 dBm y la transferís al receptor mediante un cablecillo coaxial que introduce una PERDIDA de 10 dBm, ¿cuántos dBm tendréis en la entrada del receptor?», estamos seguros de que muchos de vos-

otros efectuaríais esta errónea operación:
50—10 = 40 dBm (erróneo).

De igual modo, si os preguntáramos: «si antes de enviar al receptor esta señal de —50 dBm, la amplificáis en 20 dB, ¿cuántos dBm tendréis en la salida del preamplificador?»,
muchos procederíais de este modo:
50 + 20 = 70 dBm (erróneo).
El error existente en ambas operaciones consiste en no haber tenido en cuenta el signo NEGATIVO que precede al primer número. Para entender cuándo hay que sumar y cuándo restar entre sí dos números, tendréis que acordaros siempre de considerar la escala de los **dBm** como una escala graduada de un termómetro corriente, en que **0 dBm** corresponde a una temperatura de **0 grados.**

Ahora, asociando al **aumento de la temperatura** el concepto de **GANANCIA** y a la **disminución de temperatura** el concepto de **PERDIDA,** veréis como todo resulta más claro.

En efecto, supongamos que tenemos una temperatura de **—15 grados** (esto es, 15 grados bajo cero) y que el parte meteorológico dice que de noche esta temperatura bajará **6 grados** (equivalentes a una PERDIDA o ATENUACION).

Tratándose de una «disminución», ninguno de vosotros hará «15—6 = 9 grados, sino que efectuará una suma aunque la temperatura haya bajado, es decir:
—15—6 = —21 grados (bajo cero)
dado que al tener ya una temperatura bajo cero, bajando ésta otros 6 grados, obviamente hará más frío.

Así pues, el efectuar este sencillo cálculo nos lleva a ejecutar la operación correcta de «resta algebraica», es decir, se baja por la escala graduada del termómetro hacia valores «más negativos», efectuando una suma:
15 + 6 = 21.

Si, por el contrario, el parte meteorológico dice que la temperatura subirá 8 grados (GANANCIA), nadie efectuaría 15 + 8 = 23 porque de esta manera aumentaría el «frío». Por tanto, cualquiera efectuaría instintivamente la operación correcta:
—15 + 8 = —7 grados. Así pues, también en este caso no hemos efectuado una suma, sino una resta:
15—8 = 7.

Por tanto, siempre refiriéndonos a la escala graduada de un termómetro, no suscitará ninguna duda el afirmar que partiendo de una temperatura inicial de —12 grados (esto es, 12 grados bajo cero) y aumentando ésta 16 grados (GANANCIA), el resultado es de 4 grados sobre cero:
—12 + 16 = 4 grados (sobre cero),
y de modo análogo, si una temperatura inicial de 6 grados sobre cero bajase 9 grados (PERDIDA o ATENUACION), todos dirían que nos encontramos a 3 grados bajo cero:
6—9 = —3 grados (bajo cero).

En cambio cuando la temperatura, y lógicamente los dBm, no están precedidos por el signo «—», es obvio que habrá que **restar** por cada disminución de temperatura (atenuación) y sumar por cada aumento de temperatura (ganancia).

Así, si la temperatura inicial de 30 grados sube 5 grados más (GANANCIA), todos efectuarán esta correcta operación:
30 + 5 = 35 grados (sobre cero)
y si la temperatura inicial de 30 grados sufriese una disminución de 2 grados (PERDIDA o ATENUACION), todos efectuarían una resta:
30—2 = 28 grados (sobre cero).

Basándonos en esta comparación entre los números que figuran en un termómetro y los dBm, será mucho más fácil comprender cuándo es necesario RESTAR y cuándo SUMAR.

Ejemplo n.° 1: atenuación cable coaxial

Supongamos que en el terminal de salida de una antena receptora disponemos de una señal a —50 dBm y que la transferimos a nuestro receptor utilizando un cablecillo coaxial que introduce una PERDIDA de 10 dB.

Para calcular cuántos dBm hallaremos en la entrada de nuestro receptor y establecer a cuántos microvolt. corresponden con una impedancia de 50 ohm., sabiendo que tenemos una «atenuación» de 10 dB, deberemos restas estos últimos a los —50 dBm existentes en la antena, por tanto tendremos que bajar de valor, como ocurría con la escala graduada del termómetro, esto es:
—50—10 = —60 dBm.

Y —60 dBm, como podremos verificar en la tabla n.° 2, es una potencia «menor» respecto a —50 dBm:
—50 dBm = 10 nanowat.
—60 dBm = 1 nanowat.
Por consiguiente en la entrada del receptor habrá —60 dBm y dado que éste dispone de una impedancia de 50 ohm., sabremos que la amplitud de esta señal será igual a 223 microvolt.

Ejemplo n.° 2: atenuación de recorrido

Si a 100 metros de distancia de la antena de vuestro transmisor colocáis un medidor de campo, es muy probable que la aguja indicadora del instrumento vaya al fondo escala. Llevando el medidor de campo a 50 km, es obvio que la señal se atenuará y cuanto más nos alejemos, tanto más bajará hacia el cero la aguja indicadora del medidor, ya que al aumentar la distancia aumentará la atenuación.

Con los dBm es posible determinar aproximadamente cuántos microvolt., estarán disponibles a 500 km, a 1.000 km, a 10.000 km, conociendo lógicamente la potencia en dBm irradiada por el transmisor.

Los ejemplos que pongamos os permitirán resolver todos los problemas relativos a la recepción de las señales de TV, de las señales de los radioaficionados y de las transmitidas vía satélite, por consiguiente servirán también para la realización de las futuras antenas o parábolas a utilizar para la recepción de TV vía satélite.

Si la transmisión y la recepción tiene lugar entre un satélite y la tierra, es decir, con propagación **perfectamente rectilínea,** la fórmula es la siguiente:

Atenuación = 10 × Log (4 × PI × d : L) ↑ 2

donde:
PI = número pi, esto es, 3,141592
d = distancia entre los dos puntos en metros
L = longitud de onda de la frecuencia en metros.

Disponiendo de una calculadora científica, podréis comprobar que de esta manera se obtienen números astronómicos. Por tanto, para resolver este problema, recomendamos la adopción de ▶

esta segunda fórmula simplificada:
Atenuación = 20 × (1,099 + (log d)— —(log L).

Obviamente, también en este caso se necesita una calculadora científica que disponga de la función LOG o bien un ordenador.

Ejemplo n.° 3: calcular atenuación a 550 km en 1.296 MHz

¿Qué atenuación en dBm se obtiene a una distancia de 550 km para una frecuencia de 1.296 MHz?

Para resolver este problema la primera operación a efectuar consiste en convertir los km en metros, es decir:
500 × 1.000 = 500.000 metros.

De este número obtendremos el Log., que resultará de:
LOG 500.000 = 5,69897.

La segunda operación será la conversión de MHz a longitud de onda en metros:
L (en metros) = 300 : MHz.
es decir:
300 : 1.296 = 0,2314 metros.
y el logaritmo de este número será:
LOG 0,2314 = 0,63563.

Disponiendo de todos los datos de la fórmula, podemos ejecutar el cálculo de la atenuación de recorrido:
(1,099 + 5,69897)—(—0,63563) = = 7,4336.

NOTA: En la operación recién efectuada figura la sustracción de un número negativo (ver —0,63563); en la práctica, como en el caso del termómetro, este número deberá ser sumado. Por tanto tendremos:
1,099 + 5,69897 + 0,63563 = 7,4336.

Multiplicaremos luego el valor obtenido **por 20**, obteniendo así el resultado final:
7,4336 × 20 = 148,67 dB
es decir, la señal irradiada llegará a una distancia de **500 km** atenuada en **148,67 dB.**

Suponiendo que nuestro transmisor irradie en antena una potencia de **30 dBm** (como se ve en la tabla, 30 dBm corresponden a una potencia de **1 wat.**), deberemos restar a ese valor inicial la atenuación de recorrido, obteniendo así:
30—148,67 = —118,67 dBm.

NOTA: En este caso deberéis considerar los 30 dBm como una temperatura de 30 grados sobre cero y los 148,67 dBm como una repentina DISMINUCION de la **temperatura** y así comprenderéis porqué se obtienen —118,67 dBm.

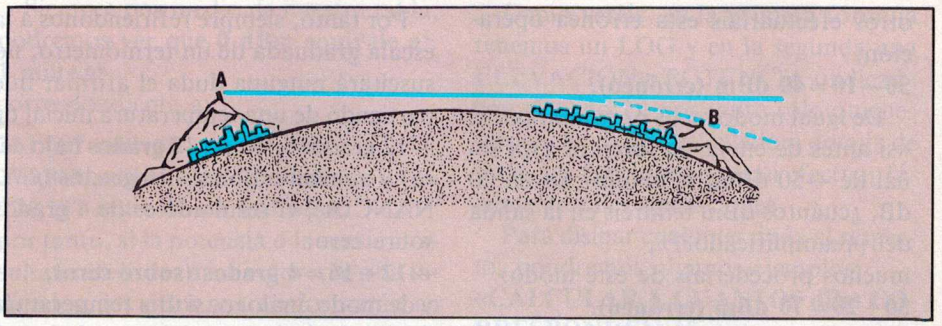


Figura 1. **Respecto al normal alcance óptico, las ondas electromagnéticas se curvan ligeramente (ver línea B) como atraídas por el suelo, por lo cual la distancia efectiva resulta siempre de 1,2 a 1,8 superior respecto a la distancia considerada como óptica directa.**

En este momento, observando la tabla n.° 2 hallaréis que el número **—118,6 dBm** (el valor más aproximado al requerido) corresponde a una tensión de **262,7 nanovolt.**, con una impedancia de 50 ohm., y de **321,7 nanovolt.**, con una impedancia de 75 ohm.

Ejemplo n.° 4: calcular la atenuación a 350 km en 145 MHz

¿Qué atenuación se obtiene a una distancia de 350 km en una frecuencia de 145 MHz?

Como siempre, convertiremos los km en metros:
350 × 1.000 = 350.000 metros.

De este número obtendremos el LOG:
LOG 350.000 = 5,54406.

Ahora convertiremos los MHz a longitud de onda en metros:
300 : 145 = 2,068 metros.
y obtendremos el logaritmo:
LOG 2,068 = 0,31555.

Sustituyendo en la fórmula todos los datos así obtenidos, tendremos:
(1,099 + 5,54406)—(0,31555) = 6,32751.

NOTA: En este segundo ejemplo, al resultar positivo el logaritmo de la longitud de onda (véase que el número 0,31555 no va precedido por el signo «—»), hemos efectuado una normal sustracción.

El número obtenido se multiplicará por 20, obteniendo así:
6,32751 × 20 = 126,55 dB.

Así pues, la señal irradiada llegará a una distancia de 350 km atenuada en **126,55 dB.**

Suponiendo que nuestro transmisor (considerando también la ganancia de una eventual antena direccional) irradie una potencia de **50 wat.**, por la tabla n.° 2 podremos saber que dicha potencia equivale a **47 dBm.** Restando los 126,55 dB de atenuación de recorrido correspondientes a los 350 km de distancia, tendremos:
47—126,55 = —79,55 dBm.

En la tabla n.° 2 el valor —79,55 dBm no existe, por lo cual asumiremos el valor más aproximado, esto es, —79,6 dBm que corresponden a una señal de **23,4 microvolt.**, en 50 ohm., y de **28,6 microvolt.**, en 75 ohm.

Los ejemplos n.° 3 y n.° 4, al no haber tomado en consideración el **alcance óptico** que explicaremos más adelante, sólo resultan válidos para radioconexiones entre emisoras en tierra y satélites.

Ejemplo n.° 5: calcular la potencia ERP irradiada

Disponiendo de un transmisor que entrega una potencia de unos **20 wat.**, deseamos conocer la efectiva potencia en **dBm** irradiada por una antena dipolo o bien mediante una antena direccional que presenta una ganancia de aproximadamente 8 dB.

La primera operación a efectuar será la conversión de esos 20 wat., a dBm. Por tanto, en la tabla n.° 2 podremos ver que dicha potencia equivale a unos 43 dBm.

Así pues, si utilizamos una antena dipolo normal que presenta en los lóbulos una ganancia de unos 2 dB, la potencia ERP (EFFECTIVE RADIATION POWER) irradiada en antena será igual a:
43 + 2 = 45 dBm.
esto es, una potencia efectiva de **31,6 wat.**

Sustituyendo el dipolo por una antena direccional que presenta una ganancia de 8 dB, irradiaremos una potencia ERP igual a:

43 + 8 = 51 dB.

que corresponderá a una potencia equivalente a 79,33 wat. y ésta sería efectivamente la potencia irradiada si el transmisor estuviese directamente conectado a la antena, pero dado que utilizaremos un cablecillo coaxial, habrá que comprobar los dB de atenuación en función de su longitud y de la frecuencia de trabajo.

Supongamos que hemos elegido un cable que presenta una atenuación de 3 dB por cada 100 metros y que empleamos sólo 50 metros. En ese caso el cable introducirá una pérdida igual a:

3 : 100 × 50 = 1,5 dB.

por tanto habrá que restar esos dB a la potencia precedentemente calculada.

Por consiguiente, con la antena dipolo tendremos:

45—1,5 = 43,5 dBm, igual a 22,387 wat.

y para la antena direccional:

51—1,5 = 49,5 dBm, igual a 89,125 wat.

Conociendo la potencia efectiva entregada en dBm, podremos ahora evaluar qué potencia (microvolt.), tendremos a 50-100-200 km, determinar si el receptor elegido es capaz de captar nuestra señal y definir también de qué ganancia deberá disponer la antena receptora en caso de que nuestra señal llegue notablemente debilitada.

El alcance óptico en UHF-SHF

Transmitiendo y recibiendo entre dos puntos localizados en TIERRA, es necesario tener en cuenta que la propagación rectilínea sólo se logra si las dos estaciones están situadas a una adecuada altitud, de modo que se obtenga una visibilidad óptica directa.

Esta distancia óptica se puede obtener utilizando la siguiente fórmula:

$$\mathbf{Km = 3{,}57 \times \sqrt{(Htx)} + \sqrt{(Hrx)}}$$

donde:

3,57 = un número fijo.

Htx = altitud en metros del transmisor.

Hrx = altitud en metros del receptor.

KM = kilómetros ópticos.

Llegados a este punto es necesario tener en cuenta que las ondas electromagnéticas de las ondas UHF y SHF se curvan ligeramente, como atraídas por el suelo. Por tanto, en tales frecuencias la propagación resulta en VISIBILIDAD OPTICA a una distancia aún mayor que la calculada por nosotros.

En este caso se dice que la conexión tiene lugar en VISIBILIDAD «ELECTROMAGNETICA» y esta distancia resulta siempre de **1,2** a **1,8** veces mayor que la VISIBILIDAD «OPTICA».

Junto a esta «ventaja», en las gamas de UHF y SHF existen también factores de «desventaja» como, por ejemplo, las condiciones atmosféricas, que en ciertos casos consiguen atenuar la señal en:

0,001 dB × Km para frecuencias en 300 MHz.

0,002 dB × Km para frecuencias en 450 MHz.

0,006 dB × Km para frecuencias en 1,3 GHz.

0,001 dB × Km para frecuencias en 5 GHz.

0,02 dB × Km para frecuencias en 10 GHz.

0,2 dB × Km para frecuencias en 24 GHz.

Por último debemos recordar que transmitiendo al nivel del mar se pueden verificar fenómenos de CONDUCCION, a causa de una fuerte evaporación en la superficie del mar que crea varios estratos de aire frío y caliente y que tienen la ventaja de comportarse como auténticas GUIAS de ONDA cuya altitud puede variar de un mínimo de unos 10 metros a un máximo de 70 metros, permitiendo al receptor o al transmisor que se encuentran en el interior de este conducto, aumentar el alcance más allá de las distancias previsibles teóricamente.

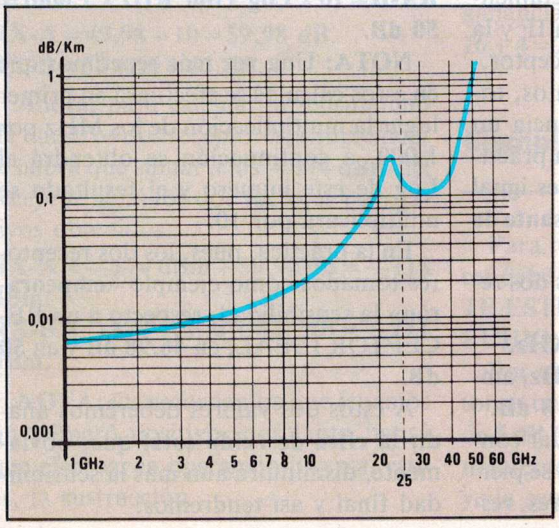


Figura 2. **Como se ve en este gráfico, en la frecuencia de 1 GHz se tiene una atenuación de 0,01 dB por km, para alcanzar 0,1 dB en la frecuencia de 20 GHz. En 22,23 GHz se tiene una atenuación máxima de 0,2 dB por km, ya que dicha frecuencia resulta atenuada por el vapor acuoso.**

Ejemplo n.° 6: calcular el alcance electromagnético mínimo y máximo

Suponiendo que la estación transmisora se encuentre a unos **1.900 metros** sobre el nivel del mar y la receptora a **750 metros** y que no exista entre ellas ninguna montaña o cualquier otro obstáculo, ¿cuál será el alcance electromagnético mínimo y máximo?

Como hemos visto, la fórmula a utilizar es la siguiente:

$$\mathbf{Km = 3{,}57 \times \sqrt{Htx} + \sqrt{Hrx}}$$

Por consiguiente, sustituyendo los datos que poseemos, tendremos:

$3{,}57 \times \sqrt{1.900} + \sqrt{750}$, igual a:

$3{,}57 \times (43{,}588 + 27{,}386) = 253{,}37$ km alcance óptico directo.

Por tanto los 253,37 km de alcance OPTICO DIRECTO pueden teóricamente variar entre:

253,37 × 1,2 = 304 km mínimo.

253,37 × 1,8 = 456 km máximo.

Así pues, a una distancia de 253 km tendremos la certeza de poder efectuar una conexión directa, a 304 km la conexión está garantizada por el alcance OPTICO ELECTROMAGNETICO, que en casos favorables podrá llegar a 456 km.

Ejemplo n.° 7: calcular altitud a la cual situar receptor o TX

Suponiendo que hemos situado un transmisor a 850 metros de altitud, de- ▶

seamos saber a qué altura deberemos colocar el receptor para recibir dicha emisora a unos 350 km de distancia en VISIBILIDAD ELECTROMAGNETICA.

La fórmula a utilizar es la siguiente:

(Km : 3,57)—$\sqrt{Htx}$ = Hrx.

(Hrx × Hrx) = Altitud RX.

Como hemos señalado en el apartado «EL ALCANCE OPTICO EN LAS UHF Y SHF», el alcance ELECTROMAGNETICO es mayor que el OPTICO, por lo cual la distancia ya no resultará de 350 km sino que será, teóricamente, de 1,2 a 1,8 menor.

Tomando el **valor medio**, igual a **1,5**, obtendremos:

Km 350 : 1,5 = 233 km.

(233 : 3,57 = 65,26)—($\sqrt{850}$ = 29,15) = = 35,85.

35,85 × 35,85 = 1.285 metros.

Teóricamente podremos afirmar que poniendo el receptor a unos **1.285 metros** de altitud, tendremos óptimas posibilidades de recibir esa emisora.

Ejemplo n.° 8: potencia de llegada en dBm a 300 km en gama 1.296 MHz

Transmitiendo en antena una potencia de **50 dBm ERP**, deseamos saber qué señal resultará disponible a una distancia de **300 km**, teniendo en cuenta todos los factores peyorativos de atenuación, transmitiendo en la frecuencia de **1.296 MHz.**

Como en el ejemplo n.° 1, deberemos calcular la atenuación de recorrido utilizando la fórmula:

20 × (1,099) + (Log d)—(Log L).

Dado que L es la longitud de onda expresada en metros, convertiremos los MHz en metros:

300 : 1.296 = 0,231 metros.

el Log de 0,231 será igual a —0636.

Ahora convertiremos los 300 km a metros y obtendremos:

300 × 1.000 = 300.000 metros.

y de este número obtendremos el Log:

Log 300.000 = 5,477.

Para la frecuencia de 1.296 MHz tendremos, por tanto, una atenuación de recorrido en dB igual a:

20 × ((1,099 + 5,477)—(—0,636)) = 144,24 dB atenuación de recorrido.

(Como ya hemos explicado, al ser negativo el número —0,636, se debe sumar y no restar).

Sabiendo que en dicha frecuencia obtenida tenemos una atenuación peyorativa debida a las condiciones atmosféricas igual a **0,006 dB por km**, en 300 km tendremos una atenuación de:

0,006 × 300 = 1,8 dB.

y, por tanto, la atenuación total será igual a:

144,24 + 1,8 = 146,04 dB.

Sabiendo que la atenuación de recorrido es de **146,04 dBm**, que dejaremos en 146 dBm, y conociendo la potencia irradiada que es igual a **50 dBm**, tendremos que restar esa atenuación a los 50 dBm entregados por el TX, obteniendo así:

50 dBm—146 dB = —96 dBm.

Observando la tabla n.° 2, descubriremos que a tal distancia nuestra señal tendrá una amplitud de 3,5 microvolt., sobre una impedancia de 50 ohm., y de 4,3 microvolt., sobre 75 ohm.

Tened presente que aunque a la antena receptora lleguen esos microvolt., en el receptor, debido a la atenuación introducida por el cablecillo coaxial, esa señal será de amplitud inferior. Suponiendo que el cable coaxial introduzca una pérdida de 8 dB, obtendremos:

—96 dBm —8 dB = —104 dBm.

y —104 dBm corresponden a 1,41 microvolt., sobre 50 ohm.

Ejemplo n.° 9: ¿cuántos microvolt., mínimo puede captar mi RX?

Para efectuar este cálculo es absolutamente necesario conocer exactamente el ANCHO de BANDA de la IF y la CIFRA de RUIDO total del receptor.

Disponiendo de estos dos datos, tomaremos como base de referencia un RECEPTOR IDEAL (que en la práctica no existe) cuya sensibilidad es igual a **—174 dB sobre una banda pasante de 1 Hz.**

Para este ejemplo tomaremos dos receptores:

RX-A = banda pasante de 50 KHz.

RX-B = banda pasante de 100 KHz, ambos con una **cifra de ruido de 3 dB.**

La primera operación a efectuar consistirá en determinar cuántos dB se pierden utilizando estos dos receptores, respecto a un **RECEPTOR IDEAL** y para ello emplearemos la siguiente fórmula:

dB RX = 10 × Log (KHz × 1.000)

donde:

dB RX = factor de empeoramiento.

KHz = KHz de banda pasante del receptor.

Para nuestro ejemplo tendremos:

RX-A = 10 × Log (50 KHz × 1.000) = 46,98 dB.

RX-B = 10 × Log (100 KHz × 1.000) = 50 dB.

NOTA: Una vez más repetimos que en estos cálculos se efectuará en primer lugar la multiplicación de los MHz por 1.000, a continuación se obtendrá el Log de este número y el resultado se multiplicará por 10.

En la práctica, pues, los dos receptores tomados como ejemplo «**empeorarán**» la sensibilidad, respecto a un RECEPTOR IDEAL, en **46,98 dB** y en **50 dB.**

A estos dos valores deberemos añadir la **cifra de ruido total** que, obviamente, disminuirá aún más la sensibilidad final y así tendremos:

TABLA n.° 1

dB	Potencia	Tensión	dB	Potencia	Tensión
0,0	1,000	1,000	23	199,5	14,13
0,1	1,023	1,012	24	251,2	15,85
0,2	1,047	1,023	25	316,2	17,80
0,3	1,072	1,035	26	391,1	20,00
0,4	1,096	1,047	27	501,2	22,40
0,5	1,122	1,059	28	631,0	25,10
0,6	1,148	1,072	29	794,3	28,20
0,7	1,175	1,084	30	1.000	31,60
0,8	1,202	1,096	31	1.259	35,50
0,9	1,230	1,109	32	1.585	40,00
1,0	1,259	1,122	33	1.995	44,60
1,5	1,412	1,189	34	2.512	50,10
2,0	1,585	1,259	35	3.162	56,20
2,5	1,778	1,334	36	3.981	63,10
3,0	1,995	1,413	37	5.012	70,80
3,5	2,239	1,496	38	6.310	79,50
4,0	2,512	1,585	39	7.943	89,00
4,5	2,818	1,679	40	10.000	100,0
5,0	3,162	1,778	41	12.590	112,2
5,5	3,548	1,884	42	15.850	126,0
6,0	3,981	1,995	43	19.950	141,3
6,5	4,467	2,114	44	25.120	158,5
7,0	5,012	2,239	45	31.620	178,0
7,5	5,623	2,371	46	39.810	200,0
8,0	6,310	2,512	47	50,120	224,0
8,5	7,080	2,661	48	63.100	251,0
9,0	7,943	2,818	49	79.430	282,0
9,5	8,913	2,985	50	100.000	316,0
10	10,00	3,162	51	125.900	355,0
11	12,59	3,548	52	158.500	400,0
12	15,85	3,981	53	199.500	446,0
13	19,85	4,467	54	251.200	501,0
14	25,12	5,012	55	316.200	562,0
15	31,62	5,623	56	398.100	631,0
16	39,81	6,310	57	501.200	708,0
17	50,12	7,080	58	631.000	795,0
18	63,10	7,943	59	794,300	890,0
19	79,43	8,913	60	1.000.000	1.000
20	100,0	10,00	65	3.162.000	1.780
21	125,9	11,22	70	10 millon.	3.162
22	158,5	12,60			

NOTA: Para calcular una GANANCIA en potencia o tensión, sólo habrá que **multiplicar** el número representado en las columnas de la derecha por los wat. o volt., de base.

Para calcular una ATENUACION, habrá que efectuar una DIVISION. Ejemplo: con una ganancia de 11 dB, ¿qué potencia se obtiene con una base de 3,5 wat.?

3,5 x 12,59 = 44,06 wat.

Con una atenuación siempre de 11 dB, ¿qué potencia se obtiene con una base de 3,5 wat.?

3,5 : 12,59 = 0,277 wat.

Si alguien quisiera obtener valores en dB no representados en la tabla, por ejemplo 11,8 dB, podrá obtenerlos multiplicando el valor de 11 dB por el correspondiente valor de 0,8 dB.

Ejemplo:

11 dB en potencia = 12,59 veces.
11 dB en tensión = 3,548 veces.
0,8 dB en potencia = 1,202 veces.
0,8 dB en tensión = 1,096 veces.

y por tanto se obtiene:

11,8 dB en potencia = 12,59 x 1,202 = 15,13 veces.
11,8 dB en tensión = 3,548 x 1,096 = 3,888 veces.

RX-A = 46,98 + 3 = 49,98 dB.
RX-B = 50 + 3 = 53 dB.

A estos datos aún hay que añadir el **factor peyorativo** de unos **10 dB** debido al umbral del discriminador FM. Si la discriminación es efectuada por un PLL, el **factor peyorativo** queda reducido a la mitad, es decir a 5 dB. Por consiguiente, suponiendo que el discriminador introduzca 10 dB de pérdida, tendremos:

RX-A = 49,98 + 10 = 59,98 dB.
RX-B = 53 + 10 = 63 dB.

Ahora, para calcular la sensibilidad de nuestros dos receptores, simplemente habrá que sumar a los **—174 dBm** del receptor ideal los dos factores peyorativos obtenidos:

RX-A = —174 dBm + 59,98 dB = —114 dBm.
RX-B = —174 dBm + 63 dB = —111 dBm.

NOTA: Os recordamos que tenemos un número positivo, por tanto habrá que efectuar la operación inversa, esto es, la sustracción.

En la práctica, de la tabla n.° 2 podremos deducir que el receptor:

RX-A, que tiene una sensibilidad de —114 dBm, puede detectar señales que no sean inferiores a 0,446 microvolt., en 50 ohm.;

RX-B, que tiene una sensibilidad de —111 dBm, puede detectar señales que no resulten inferiores a 0,630 microvolt., en 50 ohm.

Ejemplo n.° 10: ¿qué antena utilizar para recibir —130 dBm?

Sabiendo que nuestro receptor tiene una sensibilidad de **—114 dBm,** deseamos saber qué antena elegir para recibir la señal de una emisora que llega a nosotros con **—130 dBm** (cálculo que podremos efectuar conociendo la potencia del TX en dBm y teniendo en cuenta la atenuación de recorrido).

En la práctica el cálculo para obtener este dato es muy sencillo, ya que sólo habrá que restar a los **—130 dBm** de llegada los **—115 dBm** de que dispone nuestro receptor:

130—114 = 16 dB.

por tanto, en este caso, es necesario elegir una antena con una ganancia de **16 dB.**

En este cálculo, sin embargo, no hemos tenido en cuenta la atenuación introducida por el cable coaxial.

Suponiendo que hayamos elegido un cable cuya longitud nos dé una atenuación total de 4 dB, tendremos que sumar tal valor a los 16 dB obtenidos anteriormente y, por tanto, nuestra antena deberá ser capaz de garantizar una ganancia mínima de:

16 + 4 = 20 dB.

Ejemplo n.° 11: ¿es importante la cifra de ruido?

Para recibir señales débiles, el receptor debe disponer de BANDA PASANTE ESTRECHA Y BAJA CIFRA DE RUIDO.

Por ejemplo, si tomamos dos receptores, uno con una CIFRA DE RUIDO de **5 dB (RX-A)** y otro de **2 dB (RX-B),** notaremos de inmediato cómo disminuye la sensibilidad manteniendo fijo en cada uno un ANCHO DE BANDA DE 100 KHz. Como ya sabréis (ver ejemplo n.° 8), la sensibilidad se calculará sobre el ancho de banda, es decir:

dB RX = 10 x Log (KHz x 1.000)
10 x Log (100 x 1.000) = 50 dB.

A este valor habrá que añadir la **cifra de ruido,** por tanto tendremos:

RX-A = 50 + 5 = 55 dB.
RX-B = 50 + 2 = 52 dB.

A estos dos números aún habrá que añadir 10 dB como factor de empeoramiento del detector (ver ejemplo n.° 8), por tanto obtendremos:

RX-A = 55 + 10 = 65 dB.
RX-B = 52 + 10 = 62 dB.

Sumando estos datos a los —174 dBm de un receptor IDEAL, tendremos:

RX-A = —174 + 65 = —109 dBm.
RX-B = —174 + 62 = —112 dBm.

Comprobando la tabla de conversión en microvolt., constataremos que sobre una impedancia de entrada de 50 ohm.:

RX-A: —109 dBm corresponden a 793 nanovolt., (0,79 microvolt.).
RX-B: —112 dBm corresponden a 561 nanovolt., (0,56 microvolt.).

Atención a la «noise figure» del primer preamplificador

Este apartado interesa a quienes habiendo adquirido un preamplificador AF con la intención de mejorar la SENSIBILIDAD de su receptor, al insertarlo comprueban que la sensibilidad resulta considerablemente EMPEORADA.

En efecto, en la elección de un preamplificador AF siempre se toma en consideración únicamente la GANANCIA y así se preferirá un preamplificador con ganancia de 10 dB frente a otro que presente sólo 7 dB de ganancia. En la práctica, sin embargo, puede darse el caso de que el segundo, aun disponiendo de una ganancia inferior, sea el único idóneo para aumentar la sensibilidad del receptor.

Efectivamente, la característica más importante de un preamplificador no es, como se podría suponer, la «ganancia», sino la **CIFRA DE RUIDO NF** (noise figure). Con dos ejemplos os demostraremos la importancia de este dato:

Preamplificador A = ganancia 10 dB y NF 4 dB.

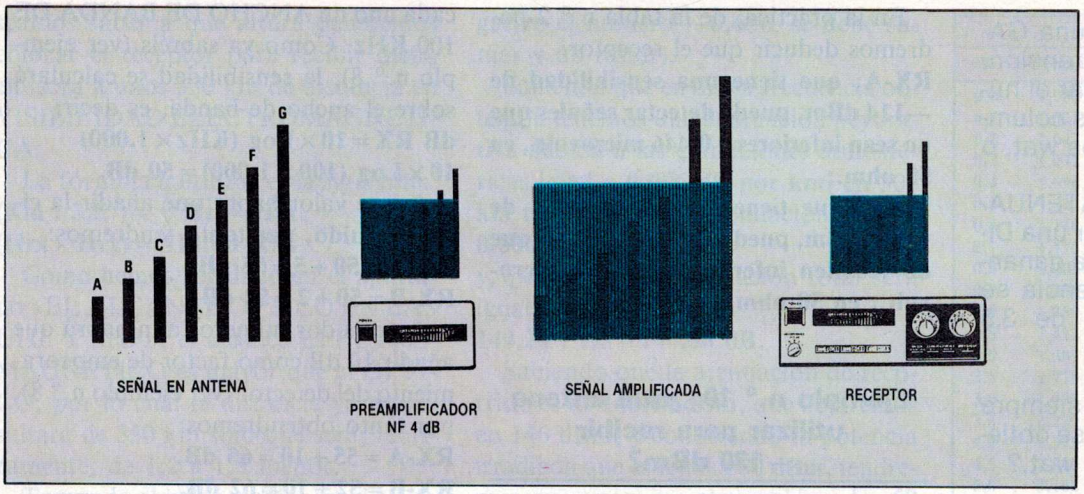


Figura 4. **Por ejemplo, si insertáis un preamplificador con ganancia de 10 dB pero con una noise/figure de 4 dB, os daréis cuenta de que la sensibilidad empeora. Ello se debe a que el preamplificador amplificará en 10 dB las emisoras más fuertes F-G, pero no las emisoras A-B-C-D-E, al resultar su NF más elevada que la de vuestro receptor.**

Preamplificador B = ganancia 7 dB y NF 1,8 dB.

Suponiendo que el primer paso preamplificador de nuestro receptor tenga una ganancia de 12 dB con una NF de 3 dB, la cifra de RUIDO TOTAL del conjunto será igual a:

NF TOTAL = NF pre + NF RX—1: Gan. pre.

donde:

NF pre = figura de ruido del preamplificador.

NF RX = figura de ruido del receptor.

Gan. pre = ganancia del preamplificador.

Para efectuar este cálculo es absolutamente necesario convertir todos los valores de ganancia y de NF en dB y así tendremos:

Preamplificador A: ganancia 10 dB = 10 veces en potencia.

NF 4 dB = 2,512 veces en potencia.

Preamplificador B: ganancia 7 dB = 5,011 veces en potencia.

NF 1,8 dB = 1,514 veces en potencia.

Nuestro receptor: ganancia 12 dB = 15,85 veces en potencia.

NF 3 dB = 1,995 veces en potencia.

Aplicando a nuestro receptor el preamplificador A con G = 10 dB y NF = 6 dB, tendremos:

2,512 + (1,995—1) : 10.

Para efectuar este cálculo haremos:

1,995—1 = 0,995.

0,995 : 10 = 0,0995.

2,512 + 0,0995 = 2,611.

Reconvirtiendo este número a dB, tendremos:

10 × Log (2,611) = NF 4,16 dB,

por tanto, si **antes el receptor tenía una NF de sólo 3 dB** y por consiguiente podía recibir un determinado número de emisoras (ver fig. 4), ahora con una **NF de 4,16 dB** ya no captará muchas de estas señales. La única ventaja que habremos obtenido utilizando este preamplificador será la de preamplificar las señales más fuertes, que ya recibíamos anteriormente sin dificultad.

Empleando en cambio el preamplificador B, que dispone de una ganancia inferior —G = 7 dB— pero una **NF** de sólo **1,8 dB**, obtendremos:

1,514 + ((1,995—1) : 5,011)

esto es:

1,995—1 = 0,995.

0,995 : 5,011 = 0,0198.

1,514 + 0,0198 = 1,53.

y reconvirtiendo este número a **dB**, tendremos:

10 × Log (1,53) = NF 1,84 dB.

Como constataréis, con este segundo preamplificador de menor ganancia la NF total ha bajado de 3 dB a **1,84 dB** y en estas condiciones podremos captar y preamplificar las señales de las emisoras más débiles que anteriormente no conseguíamos detectar (fig. 5).

Por tanto, si adquirís un preamplificador AF, comprobad siempre que tenga una **NF muy baja** y de cualquier modo inferior a la de vuestro receptor. De lo contrario no obtendréis ninguna ventaja práctica.

Los dBm en baja frecuencia

En muchos preamplificadores BF es fácil que varias características vengan expresadas en dBm y precisamente por este motivo hemos juzgado oportuno representar en nuestra tabla también las tensiones relativas al valor de impedancia estándar «**600 ohm.**», utilizada para estas medidas.

En este caso el uso de los **dBm** se introduce habitualmente para definir las sensibilidades de entrada de preamplificadores o de amplificadores y por ello, en la descripción de un preamplificador o de un mezclador profesional, podemos hallar la siguiente especificación:

Sensibilidad de entrada AUX 1 : 0 dBm.

Sensibilidad de entrada AUX 2 : —10 dBm.

En la práctica, pues, observando la tabla n.° 2 sabremos que la primera entrada auxiliar (AUX 1) dispone de una sensibilidad de entrada igual a **775 milivolt.**, sobre 600 ohm., mientras que la segunda entrada auxiliar (AUX 2) dispone de una sensibilidad de **245 milivolt.**, sobre 600 ohm.

De manera análoga, podemos encontrar entre las características estas indicaciones:

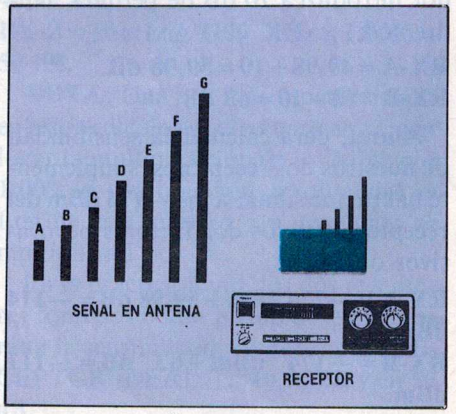


Figura 3. **Si tenéis un receptor con una NF de 3 dB y lo queréis sensibilizar para que pueda captar las emisoras más débiles (ver señales A-B-C), deberéis elegir siempre un preamplificador con una NF menor que la del receptor.**

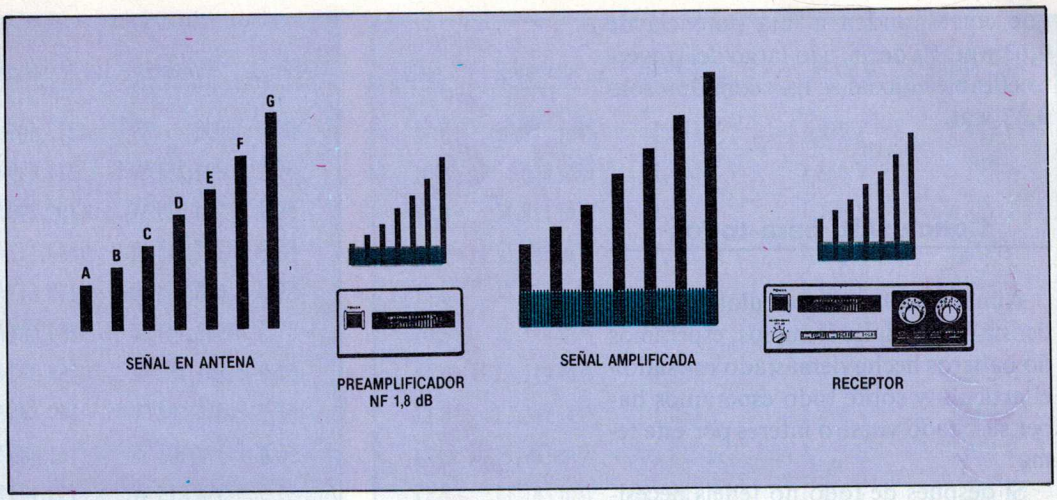


Figura 5. **Eligiendo en cambio un preamplificador con una ganancia inferior pero con una noise/figure de sólo 1,8 dB —es decir, menor que la de vuestro receptor—, como podréis comprobar con un simple cálculo, la sensibilidad de vuestro receptor mejorará hasta el punto de que logrará captar las emisoras A-B-C.**

Sensibilidad de entrada para 10 wat., de salida = 0 dBm.
Sensibilidad de entrada para la máxima potencia de salida = +5 dBm.

También en este caso, observando la tabla n.° 2, sabremos que aplicando en entrada una señal de **774 milivolt.**, obtendremos en salida una potencia de **10 wat.**, mientras que para alcanzar la máxima potencia de salida tendremos que aplicar a nuestro amplificador una señal de **1,37 volt.**

Para los instaladores de TV

Gracias a los dBm, todos los instaladores de TV podrán saber de inmediato qué antena o amplificador elegir para una determinada instalación, conociendo la amplitud de la señal de llegada.

Por ejemplo, sabiendo que para un televisor es necesario una señal de al menos **1.373 microvolt.**, y detectando con un medidor de campo que la emisora que deseamos recibir llega con **0,14 microvolt.**, solamente, podremos determinar de inmediato si la antena a instalar, que hemos elegido con ganancia de **12 dB**, es suficiente para captar dicha señal.

Para resolver esta cuestión, la primera operación a efectuar consistirá en convertir todas esas medidas de microvolt., a dBm y, por tanto, comprobando la columna relativa a la impedancia de 75 ohm. (la estándar en TV), tendremos:

1.373 microvolt. = —106 dBm.
0,14 microvolt. = —124 dBm.

Dado que sólo disponemos de una señal de —124 dBm cuando en cambio necesitamos —106 dBm, para saber cuántos dB nos faltan efectuaremos una sencilla operación:

124—106 = 18 dB.

A este número le restaremos la ganancia de la antena, por tanto tendremos:

18—12 = 6 dB.

Así pues, para recibir esa emisora **nos faltan aún 6 dB,** por lo cual tendremos que conectar a tal antena un preamplificador AF capaz de garantizar una ganancia mínima de 6 dB. En la práctica deberemos elegir uno con una ganancia mayor (por ejemplo de 12-15 dB), ya que es necesario tener en cuenta las pérdidas que serán introducidas por el cable coaxial de bajada y por las cajas de derivación.

La ganancia antenas y la atenuación del cable coaxial de bajada

Ya que frecuentemente hemos mencionado las pérdidas introducidas por los cables coaxiales de conexión, a continuación ponemos algunos ejemplos al respecto.

Supongamos que una señal llegue a nosotros con **—113 dBm,** esto es, con una intensidad de 0,5 microvolt., en 50 ohm., (ver ejemplo n.° 10) y que utilizamos para captar tal señal una antena direccional con una ganancia de **21 dB.** La primera operación consistirá en sumar la GANANCIA de la antena a los **—113 dBm,** por tanto la potencia presente en el extremo de bajada de tal antena será igual a:

—113 + 21 = —92 dBm.

NOTA: Para los números precedidos por el signo negativo, debéis acordaros siempre del ejemplo de los números bajo cero del termómetro.

Siempre en la tabla n.° 2 de los dBm, veremos que **—92 dBm** equivalen a una señal de **5,6 microvolt.**, (tensión sobre impedancia de 50 ohm.).

Si el cable coaxial que conecta la antena la receptor atenúa la señal en **5 dB,** deberemos **restar** este número a —92, obteniendo:

—92—5 = —97 dBm.

y siempre por la tabla n.° 2 veremos que **—97 dBm** corresponden a una tensión de 3,15 microvolt. Por tanto es evidente que el cable coaxial se ha «comido» nada menos que **2,45 microvolt.** Si hubiésemos utilizado un cable coaxial distinto o de menor longitud, de modo que la atenuación quedase reducida a **2 dB,** en la entrada del receptor hubiera habido:

—92—2 = —94 dBm.

es decir, **4,46 microvolt.** Esto es, el cable coaxial sólo hubiera perdido **1,14 microvolt.**

Lo mismo decimos en transmisión. Si por ejemplo tenemos un transmisor que entrega en salida **1 wat.**, correspondiente a **30 dBm,** y el cable coaxial pierde **5 dB** en la transferencia, obtendremos:

30—5 = 25 dBm.

Mirando la tabla de los dBm constataremos que **25 dBm** corresponden a 0,31 wat., lo que significa que hemos perdido **0,69 wat.**, casi dos tercios de la potencia total.

Rehaciendo el mismo cálculo con un cable que introduzca sólo **2 dB** de pérdida, tendremos:

30—2 = 28 dBm.

que corresponden a una potencia de **0,63 wat.** Es decir, a lo largo del trayecto el cable coaxial se ha «comido» sólo **0,37 wat.**

Conclusión para todos

Aunque repleto de cálculos matemáticos y de múltiples ejemplos, esperamos no haberos hecho demasiado «pesado» el artículo y sobre todo esperamos haber suscitado vuestro interés por este tema.

Si después de todo no tenéis necesidad de utilizar aún los **dB** o los **dBm,** al avanzar en vuestros estudios o trabajar en el campo de la electrónica pronto comprobaréis la utilidad de estas tablas y estamos seguros de que buscaréis entre los ejemplos el que más se acomode a vuestro caso.

Y para los radioaficionados

Gracias a los ejemplos de este artículo, podréis calcular las pérdidas de los cables, el alcance electromagnético en las distintas gamas, establecer la sensibilidad en dBm de vuestro receptor, etc. Ahora que sabéis calcular exactamente los dBm ERP, sería más correcto determinar este valor en los QSO, porque afirmar que estáis transmitiendo con 20 o con 50 wat., significa bien poco.

En efecto, no siempre es cierto que una emisora de 20 wat., se reciba con una intensidad MENOR que una de 50 wat., porque es importante no tanto la potencia en salida del transmisor, cuanto la ERP irradiada en la antena.

Si un radioaficionado que disponga de un transmisor de 20 wat., utiliza para la transferencia un cable coaxial de baja pérdida y dispone de una antena direccional, mientras que otro tiene una bajada de 100 metros de largo con un cable inadaptado, una antena desadaptada y una ganancia menor, seguro que el primero irradia en antena una potencia mayor.

Así pues, sería más correcto precisar siempre el valor ERP en dBm, ya que así quienes reciben podrán calcular el exacto valor en microvolt., establecer las atenuaciones de recorrido, etc.

TABLAS DE CONVERSION

dBm	Potencia	V/50 ohm	V/75 ohm	V/600 ohm
60	1.000 W	223,607 V	273,861 V	774,597 V
59,5	891,251 W	211,099 V	258,542 V	731,266 V
59,0	794,329 W	199,290 V	244,079 V	690,360 V
58,5	707,946 W	188,142 V	230,426 V	651,742 V
58,0	630,958 W	177,617 V	217,536 V	615,284 V
57,5	562,341 W	167,681 V	205,367 V	580,865 V
57,0	501,187 W	158,302 V	193,879 V	548,372 V
56,5	446,684 W	149,446 V	183,034 V	517,697 V
56,0	398,108 W	141,086 V	172,795 V	488,738 V
55,5	354,813 W	133,194 V	163,129 V	461,398 V
55,0	316,228 W	125,743 V	154,004 V	435,588 V
54,5	281,838 W	118,709 V	145,389 V	411,221 V
54,0	251,189 W	122,069 V	137,256 V	388,218 V
53,5	223,872 W	105,800 V	129,578 V	366,501 V
53,0	199,526 W	99,882 V	122,329 V	346.000 V
52,5	177,828 W	94,294 V	115,486 V	326,645 V
52,0	158,489 W	89,019 V	109,026 V	308,372 V
51,5	141,254 W	84,040 V	102,927 V	291,122 V
51,0	125,893 W	79,339 V	97,170 V	274,837 V
50,5	112,202 W	74,901 V	91,734 V	259,463 V
50,0	100,000 W	70,711 V	86,603 V	244,949 V
49,5	89,125 W	66,755 V	81,758 V	231,247 V
49,0	79,433 W	63,021 V	77,185 V	218,311 V
48,5	70,795 W	59,496 V	72,867 V	206,099 V
48,0	63,096 W	56,167 V	68,791 V	194,570 V
47,5	56,234 W	53,026 V	64,943 V	183,686 V
47,0	50,119 W	50,059 V	61,310 V	173,410 V
46,5	44,668 W	47,259 V	57,880 V	163,710 V
46,0	39,811 W	44,615 V	54,642 V	154,552 V
45,5	35,481 W	42,120 V	51,586 V	145,907 V
45,0	31,623 W	39,764 V	48,700 V	137,745 V
44,5	28,184 W	37,539 V	45,976 V	130,040 V
44,0	25,119 W	35,439 V	43,404 V	122,765 V
43,5	22,387 W	33,457 V	40,976 V	115,898 V
43,0	19,953 W	31,585 V	38,684 V	109,415 V
42,5	17,783 W	29,818 V	36,520 V	103,294 V
42,0	15,849 W	28,150 V	34.477 V	97,516 V
41,5	14,125 W	26,576 V	32,548 V	92,061 V
41,0	12,589 W	25,089 V	30,728 V	86,911 V
40,5	11,220 W	23,686 V	29,009 V	82,049 V
40,0	10,000 W	22,361 V	27,386 V	77,460 V
39,5	8.913 W	21,110 V	25,854 V	73,127 V
39,0	7,943 W	19,929 V	24,408 V	69,036 V

dBm	Potencia	V/50 ohm	V/75 ohm	V/600 ohm
38,5	7,079 W	18,814 V	23,043 V	65,174 V
38,0	6,310 W	17,762 V	21,754 V	61,528 V
37,5	5,623 W	16,768 V	20,537 V	58,087 V
37,0	5,012 W	15,830 V	19,388 V	54,837 V
36,5	4,467 W	14,945 V	18,303 V	51,770 V
36,0	3,981 W	14,109 V	17,279 V	48,874 V
35,5	3,548 W	13,319 V	16,313 V	46,140 V
35,0	3,162 W	12,574 V	15,400 V	43,559 V
34,5	2,818 W	11,871 V	14,539 V	41,122 V
34,0	2,512 W	11,207 V	13,726 V	38,822 V
33,5	2,239 W	10,580 V	12,958 V	36,650 V
33,0	1,995 W	9,988 V	12,233 V	34,600 V
32,5	1,778 W	9,429 V	11,549 V	32,664 V
32,0	1,585 W	8,902 V	10,903 V	30,837 V
31,5	1,413 W	8,404 V	10,293 V	29,112 V
31,0	1,259 W	7,934 V	9,717 V	27,484 V
30,5	1,122 W	7,490 V	9,173 V	25,946 V
30,0	1,000 W	7,071 V	8,660 V	24,495 V
29,5	891,251 mW	6,676 V	8,176 V	23,125 V
29,0	794,328 mW	6,302 V	7,718 V	21,831 V
28,5	707,946 mW	5,950 V	7,287 V	20,610 V
28,0	630,958 mW	5,617 V	6,879 V	19,457 V
27,5	562,341 mW	5,303 V	6,494 V	18,369 V
27,0	501,187 mW	5,006 V	6,131 V	17,341 V
26,5	446,684 mW	4,726 V	5,788 V	16,371 V
26,0	398,107 mW	4,462 V	5,464 V	15,455 V
25,5	354,813 mW	4,212 V	5,159 V	14,591 V
25,0	316,228 mW	3,976 V	4,870 V	13,774 V
24,5	281,838 mW	3,754 V	4,598 V	13,004 V
24,0	251,189 mW	3,544 V	4,340 V	12,277 V
23,5	223,872 mW	3,346 V	4,098 V	11,590 V
23,0	199,526 mW	3,159 V	3,868 V	10,941 V
22,5	177,828 mW	2,982 V	3,652 V	10,329 V
22,0	158,489 mW	2,815 V	3,448 V	9,752 V
21,5	141,254 mW	2,658 V	3,255 V	9,206 V
21,0	125,893 mW	2,509 V	3,073 V	8,691 V
20,5	112,202 mW	2,369 V	2,901 V	8,205 V
20,0	100,000 mW	2,236 V	2,739 V	7,746 V
19,5	89,125 mW	2,111 V	2,585 V	7,313 V
19,0	79,433 mW	1,993 V	2,441 V	6,904 V
18,5	70,795 mW	1,881 V	2,304 V	6,517 V
18,0	63,096 mW	1.776 V	2,175 V	6,153 V
17,5	56,234 mW	1,677 V	2,054 V	5,809 V

dBm	Potencia	V/50 ohm	V/75 ohm	V/600 ohm
17,0	50,119 mW	1,583 V	1,939 V	5,484 V
16,5	44,668 mW	1,494 V	1,830 V	5,177 V
16,0	39,811 mW	1,411 V	1,728 V	4,887 V
15,5	35,481 mW	1,322 V	1,631 V	4,614 V
15,0	31,623 mW	1,257 V	1,540 V	4,356 V
14,5	28,184 mW	1,187 V	1,454 V	4,112 V
14,0	25,119 mW	1,121 V	1,373 V	3,882 V
13,5	22,387 mW	1,058 V	1,296 V	3,665 V
13,0	19,953 mW	998,815 mV	1,223 V	3,460 V
12,5	17,783 mW	942,942 mV	1,155 V	3,266 V
12,0	15,849 mW	890,195 mV	1,090 V	3,084 V
11,5	14,125 mW	840,398 mV	1,029 V	2,911 V
11,0	12,589 mW	793,387 mV	971,667 mV	2,748 V
10,5	11,220 mW	749,005 mV	917,340 mV	2,595 V
10,0	10,000 mW	707,107 mV	866,025 mV	2,449 V
9,5	8,913 mW	667,552 mV	817,581 mV	2,312 V
9,0	7,943 mW	630,210 mV	771,846 mV	2,183 V
8,5	7,079 mW	594,956 mV	728,670 mV	2,061 V
8,0	6,310 mW	561,675 mV	687,909 mV	1,946 V
7,5	5,623 mW	530,255 mV	649,427 mV	1,837 V
7,0	5,012 mW	500,593 mV	613,099 mV	1,734 V
6,5	4,467 mW	472,591 mV	578,803 mV	1,637 V
6,0	3,981 mW	446,154 mV	546,425 mV	1,546 V
5,5	3,548 mW	421,197 mV	515,859 mV	1,459 V
5,0	3,162 mW	397,635 mV	487,002 mV	1,377 V
4,5	2.818 mW	375,292 mV	459,759 mV	1,300 V
4,0	2,512 mW	354,393 mV	434,041 mV	1,228 V
3,5	2,239 mW	334,569 mV	409,761 mV	1,159 V
3,0	1,995 mW	315,853 mV	386,839 mV	1,094 V
2,5	1,778 mW	298,184 mV	365,200 mV	1,033 V
2,0	1,585 mW	281,504 mV	344,771 mV	975,159 mV
1,5	1,413 mW	265,757 mV	325,485 mV	920,610 mV
1,0	1,259 mW	250,891 mV	307,277 mV	869,112 mV
0,5	1,122 mW	236,856 mV	290,089 mV	820,494 mV
0,0	1,000 mW	223,607 mV	273,861 mV	774,597 mV
—0,2	954,993 uW	218,517 mV	267,627 mV	756,965 mV
—0,4	912,011 uW	213,543 mV	261,535 mV	739,734 mV
—0,6	870,964 uW	208,682 mV	255,582 mV	722,896 mV
—0,8	831,764 uW	203,932 mV	249,764 mV	706,440 mV
—1,0	794,328 uW	199,290 mV	244,079 mV	690,360 mV
—1,2	758,578 uW	194,753 mV	238,523 mV	674,645 mV
—1,4	724,436 uW	190,320 mV	233,094 mV	659,289 mV
—1,6	691,831 uW	185,988 mV	227,788 mV	644,281 mV

dBm	Potencia	V/50 ohm	V/75 ohm	V/600 ohm
—1,8	660,693 uW	181,754 mV	222,603 mV	629,616 mV
—2,0	630,957 uW	177,617 mV	217,536 mV	615,284 mV
—2,2	602,560 uW	173,574 mV	212,584 mV	601,279 mV
—2,4	575,440 uW	169,623 mV	207,745 mV	587,592 mV
—2,6	549,541 uW	165,762 mV	203,016 mV	574,217 mV
—2,8	524,807 uW	161,989 mV	198,395 mV	561,146 mV
—3,0	501,187 uW	158,301 mV	193,879 mV	548,373 mV
—3,2	478,630 uW	154,698 mV	189,466 mV	535,890 mV
—3,4	457,088 uW	151,177 mV	185,153 mV	523,692 mV
—3,6	436,516 uW	147,736 mV	180,938 mV	511,771 mV
—3,8	416,869 uW	144,373 mV	176,820 mV	500,122 mV
—4,0	398,107 uW	141,086 mV	172,795 mV	488,737 mV
—4,2	380,189 uW	137,875 mV	168,861 mV	477,612 mV
—4,4	363,078 uW	134,736 mV	165,018 mV	466,741 mV
—4,6	346,737 uW	131,669 mV	161,261 mV	456,116 mV
—4,8	331,131 uW	128,672 mV	157,591 mV	445,734 mV
—5,0	316,228 uW	125,743 mV	154,004 mV	435,588 mV
—5,2	301,995 uW	122,881 mV	150,498 mV	425,673 mV
—5,4	288,403 uW	120,084 mV	147,072 mV	415,983 mV
—5,6	275,423 uW	117,351 mV	143,724 mV	406,514 mV
—5,8	263,027 uW	114,679 mV	140,453 mV	397,261 mV
—6,0	251,189 uW	112,069 mV	137,256 mV	388,218 mV
—6,2	239,883 uW	109,518 mV	134,131 mV	379,381 mV
—6,4	229,087 uW	107,025 mV	131,078 mV	370,745 mV
—6,6	218,776 uW	104,589 mV	128,095 mV	362,306 mV
—6,8	208,930 uW	102,208 mV	125,179 mV	354,059 mV
—7,0	199,526 uW	99,881 mV	122,329 mV	346,000 mV
—7.2	190,546 uW	97,608 mV	119,545 mV	338,124 mV
—7,4	181,970 uW	95,386 mV	116,824 mV	330,427 mV
—7,6	173,780 uW	93,215 mV	114,164 mV	322,906 mV
—7,8	165,959 uW	91,093 mV	111,566 mV	315,556 mV
—8,0	158,489 uW	89,020 mV	109,026 mV	308,373 mV
—8,2	151,356 uW	86,993 mV	106,544 mV	301,353 mV
—8,4	144,544 uW	85,013 mV	104,119 mV	294,494 mV
—8,6	138,039 uW	83.078 mV	101,749 mV	287,790 mV
—8,8	131,826 uW	81,187 mV	99,433 mV	281,239 mV
—9,0	125,893 uW	79,339 mV	97,339 mV	274,837 mV
—9,2	120,227 uW	77,533 mV	94,958 mV	268,581 mV
—9.4	114,815 uW	75,768 mV	92,792 mV	262,468 mV
—9.6	109,648 uW	74,043 mV	90,684 mV	256,493 mV
—9,8	104,713 uW	72,358 mV	88,620 mV	250,665 mV
—10,0	100,000 uW	70,711 mV	86,603 mV	244,949 mV
—10.2	95,499 uW	69,101 mV	84,631 mV	239,373 mV

dBm	Potencia	V/50 ohm	V/75 ohm	V/600 ohm
—10.4	91,201 uW	67,528 mV	82,705 mV	233,925 mV
—10.6	87,096 uW	65,991 mV	80,822 mV	228,600 mV
—10,8	83,176 uW	64,489 mV	78,983 mV	223,396 mV
—11,0	79,433 uW	63,021 mV	77,185 mV	218,311 mV
—11,2	75,858 uW	61,586 mV	75,428 mV	213,342 mV
—11,4	72,444 uW	60,185 mV	73,711 mV	208,485 mV
—11,6	69,183 uW	58,815 mV	72,033 mV	203,740 mV
—11,8	66,069 uW	57,476 mV	70,393 mV	199,102 mV
—12,0	63,096 uW	56,168 mV	68,791 mV	194,570 mV
—12,2	60,256 uW	54,889 mV	67,225 mV	190,141 mV
—12,4	57,544 uW	53,640 mV	65,695 mV	185,813 mV
—12,6	54,954 uW	52,419 mV	64,199 mV	181,583 mV
—12,8	52,481 uW	51,225 mV	62,738 mV	177,450 mV
—13,0	50,119 uW	50,059 mV	61,310 mV	173,411 mV
—13,2	47,863 uW	48,920 mV	59,914 mV	169,463 mV
—13,4	45,709 uW	47,806 mV	58,551 mV	165,606 mV
—13,6	43,652 uW	46,718 mV	57,218 mV	161,836 mV
—13,8	41,687 uW	45,655 mV	55,915 mV	158,152 mV
—14,0	39,811 uW	44,615 mV	54,643 mV	154,522 mV
—14,2	38,019 uW	43,600 mV	53,399 mV	151,034 mV
—14,4	36,308 uW	42,607 mV	52,183 mV	147,596 mV
—14,6	34,674 uW	41,638 mV	50,995 mV	144,237 mV
—14,8	33,113 uW	40,690 mV	49,835 mV	140,954 mV
—15,0	31,623 uW	39,764 mV	48,700 mV	137,745 mV
—15,2	30,200 uW	38,858 mV	47,592 mV	134,610 mV
—15,4	28,840 uW	37,974 mV	46,508 mV	131,546 mV
—15,6	27,542 uW	37,110 mV	45,450 mV	128,551 mV
—15,8	26,303 uW	36,265 mV	44,415 mV	125,625 mV
—16,0	25,119 uW	35,439 mV	43,404 mV	122,765 mV
—16,2	23,988 uW	34,633 mV	42,416 mV	119,971 mV
—16,4	22,909 uW	33,844 mV	41,451 mV	117,240 mV
—16,6	21,878 uW	33,074 mV	40,507 mV	114,571 mV
—16,8	20,893 uW	32,321 mV	39,585 mV	111,963 mV
—17,0	19,953 uW	31,585 mV	38,684 mV	109,415 mV
—17,2	19,055 uW	30,866 mV	37,803 mV	106,924 mV
—17,4	18,197 uW	30,164 mV	36,943 mV	104,490 mV
—17,6	17,378 uW	29,477 mV	36,102 mV	102,112 mV
—17,8	16,596 uW	28,806 mV	35,280 mV	99,787 mV
—18,0	15,849 uW	28,150 mV	34,477 mV	97,516 mV
—18,2	15,136 uW	27,510 mV	33,692 mV	95,296 mV
—18,4	14,454 uW	26,883 mV	32,925 mV	93,127 mV
—18,6	13,804 uW	26,272 mV	32,176 mV	91,007 mV
—18,8	13,183 uW	25,674 mV	31,443 mV	88,936 mV

dBm	Potencia	V/50 ohm	V/75 ohm	V/600 ohm
—19,0	12,589 uW	25,089 mV	30,728 mV	86,911 mV
—19,2	12,023 uW	24,518 mV	30,028 mV	84,933 mV
—19,4	11,482 uW	23,960 mV	29,345 mV	83,000 mV
—19,6	10,965 uW	23,414 mV	28,677 mV	81,110 mV
—19,8	10,471 uW	22,882 mV	28,024 mV	79,264 mV
—20,0	10,000 uW	22,361 mV	27,386 mV	77,460 mV
—20,2	9,550 uW	21,852 mV	26,763 mV	75,696 mV
—20,4	9,120 uW	21,354 mV	26,154 mV	73,973 mV
—20,6	8,710 uW	20,868 mV	25,558 mV	72,290 mV
—20,8	8,318 uW	20,393 mV	24,976 mV	70,644 mV
—21,0	7,943 uW	19,929 mV	24,408 mV	69,036 mV
—21,2	7.586 uW	19,475 mV	23,852 mV	67,464 mV
—21,4	7,244 uW	19,032 mV	23,309 mV	65,929 mV
—21,6	6,918 uW	18,599 mV	22,779 mV	64,428 mV
—21,8	6,607 uW	18,175 mV	22,260 mV	62,961 mV
—22,0	6,310 uW	17,762 mV	21,754 mV	61,528 mV
—22,2	6,026 uW	17,357 mV	21,258 mV	60,128 mV
—22,4	5,754 uW	16,962 mV	20,774 mV	58,759 mV
—22,6	5,495 uW	16,576 mV	20,302 mV	57,422 mV
—22,8	5,248 uW	16,199 mV	19,839 mV	56,114 mV
—23,0	5,012 uW	15.830 mV	19,368 mV	54,837 mV
—23,2	4,786 uW	15,470 mV	18.947 mV	53,589 mV
—23,4	4,571 uW	15,118 mV	18,515 mV	52,369 mV
—23,6	4,365 uW	14,774 mV	18,094 mV	51,177 mV
—23,8	4,169 uW	14,437 mV	17.682 mV	50,012 mV
—24,0	3.981 uW	14,109 mV	17,279 mV	48,874 mV
—24,2	3,802 uW	13,787 mV	16,886 mV	47,761 mV
—24,4	3,631 uW	13,474 mV	16,502 mV	46,674 mV
—24,6	3,467 uW	13,167 mV	16,126 mV	45,612 mV
—24,8	3,311 uW	12,867 mV	15,759 mV	44,573 mV
—25,0	3,162 uW	12,574 mV	15,400 mV	43,559 mV
—25,2	3,020 uW	12,288 mV	15,050 mV	42,567 mV
—25,4	2,884 uW	12,008 mV	14,707 mV	41,598 mV
—25,6	2,754 uW	11,735 mV	14,372 mV	40,651 mV
—25,8	2,630 uW	11,468 mV	14,045 mV	39,726 mV
—26,0	2,512 uW	11,207 mV	13,726 mV	38,822 mV
—26,2	2,399 uW	10,952 mV	13,413 mV	37,938 mV
—26,4	2,291 uW	10,702 mV	13,108 mV	37,074 mV
—26,6	2,188 uW	10,459 mV	12,809 mV	36,230 mV
—26,8	2,089 uW	10,221 mV	12,518 mV	35,406 mV
—27,0	1,995 uW	9,998 mV	12,233 mV	34,600 mV
—27,2	1,905 uW	9,761 mV	11,954 mV	33,812 mV
—27,4	1,820 uW	9,539 mV	11,682 mV	33,043 mV

dBm	Potencia	V/50 ohm	V/75 ohm	V/600 ohm
—27,6	1,738 uW	9,321 mV	11,416 mV	32,290 mV
—27,8	1,660 uW	9,109 mV	11,157 mV	31,555 mV
—28,0	1,585 uW	8,902 mV	10,903 mV	30,837 mV
—28,2	1,514 uW	8,699 mV	10,654 mV	30,135 mV
—28,4	1,445 uW	8,501 mV	10,412 mV	29,449 mV
—28,6	1,380 uW	8,308 mV	10,175 mV	28,779 mV
—28,8	1,318 uW	8,119 mV	9,943 mV	28,124 mV
—29,0	1,259 uW	7,934 mV	9,717 mV	27,484 mV
—29,2	1,202 uW	7,753 mV	9,496 mV	26,858 mV
—29,4	1,148 uW	7,577 mV	9,280 mV	26,247 mV
—29,6	1,096 uW	7,404 mV	9,068 mV	25,649 mV
—29,8	1,047 uW	7,236 mV	8,862 mV	25,065 mV
—30,0	1,000 uW	7,071 mV	8,660 mV	24,495 mV
—30,2	954,983 nW	6,910 mV	8,463 mV	23,937 mV
—30,4	912,002 nW	6,753 mV	8,270 mV	23,392 mV
—30,6	870,954 nW	6,599 mV	8,082 mV	22,860 mV
—30,8	831,755 nW	6,449 mV	7,898 mV	22,340 mV
—31,0	794,320 nW	6,302 mV	7,718 mV	21,831 mV
—31,2	758,569 nW	6,159 mV	7,543 mV	21,334 mV
—31,4	724,429 nW	6,018 mV	7,371 mV	20,848 mV
—31,6	691,823 nW	5,881 mV	7,203 mV	20,374 mV
—31,8	660,686 nW	5,748 mV	7,039 mV	19,910 mV
—32,0	630,950 nW	5,617 mV	6,879 mV	19,457 mV
—32,2	602,552 nW	5,489 mV	6,772 mV	19,014 mV
—32,4	575,433 nW	5,364 mV	6,569 mV	18,581 mV
—32,6	549,534 nW	5,242 mV	6,420 mV	18,158 mV
—32,8	524,801 nW	5,123 mV	6,274 mV	17,745 mV
—33,0	501,181 nW	5,006 mV	6,131 mV	17,341 mV
—33,2	478,624 nW	4,892 mV	5,991 mV	16,946 mV
—33,4	457,083 nW	4,781 mV	5,855 mV	16,560 mV
—33,6	436,510 nW	4,672 mV	5,722 mV	16,184 mV
—33,8	416,864 nW	4,565 mV	5,591 mV	15,815 mV
—34,0	398,102 nW	4,462 mV	5,464 mV	15,455 mV
—34,2	380,184 nW	4,360 mV	5,340 mV	15,103 mV
—34,4	363,073 nW	4,261 mV	5,218 mV	14,760 mV
—34,6	346,732 nW	4,164 mV	5,099 mV	14,424 mV
—34,8	331,127 nW	4,069 mV	4,983 mV	14,095 mV
—35,0	316,223 nW	3,976 mV	4,870 mV	13,774 mV
—35,2	301,991 nW	3,886 mV	4,759 mV	13,461 mV
—35,4	288,399 nW	3,797 mV	4,651 mV	13,154 mV
—35,6	275,419 nW	3,711 mV	3,545 mV	12,855 mV
—35,8	263,023 nW	3,626 mV	4,441 mV	12,562 mV
—36,0	251,185 nW	3,544 mV	4,340 mV	12,276 mV

dBm	Potencia	V/50 ohm	V/75 ohm	V/600 ohm
—36,2	239,880 nW	3,463 mV	4,242 mV	11,997 mV
—36,4	220,083 nW	3,384 mV	4,145 mV	11,724 mV
—36,6	218,773 nW	3,307 mV	4,051 mV	11,457 mV
—36,8	208,926 nW	3,232 mV	3,958 mV	11,196 mV
—37,0	199,523 nW	3,159 mV	3,868 mV	10,941 mV
—37,2	190,543 nW	3,087 mV	3,780 mV	10,692 mV
—37,4	181,967 nW	3,016 mV	3,694 mV	10,449 mV
—37,6	173,777 nW	2,948 mV	3,610 mV	10,211 mV
—37,8	165,956 nW	2,881 mV	3,528 mV	9,979 mV
—38,0	156,487 nW	2,815 mV	3,448 mV	9,752 mV
—38,2	151,354 nW	2,751 mV	3,369 mV	9,530 mV
—38,4	144,542 nW	2,688 mV	3,293 mV	9,313 mV
—38,6	138,036 nW	2,627 mV	3,218 mV	9,101 mV
—38,8	131,823 nW	2,567 mV	3,144 mV	8,893 mV
—39,0	125,690 nW	2,509 mV	3,073 mV	8,691 mV
—39,2	120,224 nW	2,452 mV	3,003 mV	8,493 mV
—39,4	114,813 nW	2,396 mV	2,934 mV	8,300 mV
—39,6	109,646 nW	2,341 mV	2,868 mV	8,111 mV
—39,8	104,711 nW	2,288 mV	2,802 mV	7,926 mV
—40,0	100,000 nW	2,236 mV	2,739 mV	7,746 mV
—40,2	95,498 nW	2,185 mV	2,676 mV	7,570 mV
—40,4	91,199 nW	2,135 mV	2,615 mV	7,397 mV
—40,6	87,095 nW	2,087 mV	2,556 mV	7,229 mV
—40,8	83,175 nW	2,039 mV	2,498 mV	7,064 mV
—41,0	79,431 nW	1,993 mV	2,441 mV	6,904 mV
—41,2	75,856 nW	1,948 mV	2,385 mV	6,746 mV
—41,4	72,442 nW	1,903 mV	2,331 mV	6,593 mV
—41,6	69,182 nW	1,860 mV	2,278 mV	6,443 mV
—41,8	66,068 nW	1,818 mV	2,226 mV	6,296 mV
—42,0	63,094 nW	1,776 mV	2,175 mV	6,153 mV
—42,2	60,255 nW	1,736 mV	2,126 mV	6,013 mV
—42,4	57,543 nW	1,696 mV	2,077 mV	5,876 mV
—42,6	54,953 nW	1,658 mV	2,030 mV	5,742 mV
—42,8	52,480 nW	1,620 mV	1,984 mV	5,611 mV
—43,0	50,118 nW	1,583 mV	1,939 mV	5,484 mV
—43,2	47,862 nW	1,547 mV	1,895 mV	5,359 mV
—43,4	45,708 nW	1,512 mV	1,852 mV	5,237 mV
—43,6	43,651 nW	1,477 mV	1,809 mV	5,118 mV
—43,8	41,686 nW	1,444 mV	1,768 mV	5,001 mV
—44,0	39,810 nW	1,411 mV	1,728 mV	4,887 mV
—44,2	38,018 nW	1,329 mV	1,689 mV	4,776 mV
—44,4	36,307 nW	1,347 mV	1,650 mV	4,667 mV
—44,6	34,673 nW	1,317 mV	1,613 mV	4,561 mV

dBm	Potencia	V/50 ohm	V/75 ohm	V/600 ohm
—44,8	33,112 nW	1,287 mV	1,576 mV	4,457 mV
—45,0	31,622 nW	1,257 mV	1,540 mV	4,356 mV
—45,2	30,199 nW	1,229 mV	1,505 mV	4,257 mV
—45,4	28,840 nW	1,201 mV	1,471 mV	4,160 mV
—45,6	27,542 nW	1,173 mV	1,437 mV	4,065 mV
—45,8	26,302 nW	1,147 mV	1,405 mV	3,973 mV
—46,0	25,118 nW	1,121 mV	1,373 mV	3,882 mV
—46,2	23,988 nW	1,095 mV	1,341 mV	3,794 mV
—46,4	22,908 nW	1,070 mV	1,311 mV	3,707 mV
—46,6	21,877 nW	1,046 mV	1,281 mV	3,623 mV
—46,8	20,892 mV	1,022 mV	1,252 mV	3,541 mV
—47,0	19,952 nW	998,802 uV	1,223 mV	3,460 mV
—47,2	19,054 nW	976,067 uV	1,195 mV	3,381 mV
—47,4	18,197 nW	953,849 uV	1,168 mV	3,304 mV
—47,6	17,378 nW	932,137 uV	1,142 mV	3,229 mV
—47,8	16,595 nW	910,918 uV	1,116 mV	3,156 mV
—48,0	15,849 nW	890,183 uV	1,090 mV	3,084 mV
—48,2	15,135 nW	869,920 uV	1,065 mV	3,013 mV
—48,4	14,454 nW	850,119 uV	1,041 mV	2,945 mV
—48,6	13,803 nW	830,787 uV	1,017 mV	2,878 mV
—48,8	13,182 nW	811,856 uV	994,317 uV	2,812 mV
—49,0	12,589 nW	793,376 uV	971,683 uV	2,748 mV
—49,2	12,022 nW	775,317 uV	949,566 uV	2,686 mV
—49,4	11,481 nW	757,669 uV	927,951 uV	2,625 mV
—49,6	10,964 nW	740,422 uV	906,828 uV	2,565 mV
—49,8	10,471 nW	723,568 uV	886,186 uV	2,507 mV
—50,0	10,000 nW	707,097 uV	866,014 uV	2,449 mV
—50,2	9,550 nW	691,002 uV	846,301 uV	2,394 mV
—50,4	9,120 nW	675,272 uV	827,036 uV	2,339 mV
—50,6	8,709 nW	659,902 uV	808,211 uV	2,286 mV
—50,8	8,317 nW	644,880 uV	789,814 uV	2,234 mV
—51,0	7,943 nW	630,201 uV	771,835 uV	2,183 mV
—51,2	7,586 nW	615,856 uV	754,266 uV	2,133 mV
—51,4	7,244 nW	601,837 uV	737,097 uV	2,085 mV
—51,6	6,918 nW	588,138 uV	720,318 uV	2,037 mV
—51,8	6,607 nW	574,749 uV	703,922 uV	1,991 mV
—52,0	6,309 nW	561,667 uV	687,898 uV	1,946 mV
—52,2	6,025 nW	548,881 uV	672,240 uV	1,901 mV
—52,4	5,754 nW	536,387 uV	656,938 uV	1,858 mV
—52,6	5,495 nW	524,178 uV	641,984 uV	1,816 mV
—52,8	5,248 nW	512,246 uV	627,371 uV	1,774 mV
—53,0	5,012 nW	500,586 uV	613,090 uV	1,734 mV
—53,2	4,786 nW	489,191 uV	599,134 uV	1,695 mV

dBm	Potencia	V/50 ohm	V/75 ohm	V/600 ohm
—53,4	4,571 nW	478,056 uV	585,496 uV	1,656 mV
—53,6	4,365 nW	467,174 uV	572,169 uV	1,618 mV
—53,8	4,169 nW	456,539 uV	559,144 uV	1,581 mV
—54,0	3,981 nW	446,147 uV	546,417 uV	1,546 mV
—54,2	3,802 nW	435,992 uV	533,979 uV	1,510 mV
—54,4	3,631 nW	426,067 uV	521,824 uV	1,476 mV
—54,6	3,467 nW	416,369 uV	509,946 uV	1,442 mV
—54,8	3,311 nW	406,891 uV	498,338 uV	1,410 mV
—55,0	3,162 nW	397,629 uV	486,994 uV	1,377 mV
—55,2	3,020 nW	388,578 uV	475,909 uV	1,346 mV
—55,4	2,884 nW	379,733 uV	465,076 uV	1,315 mV
—55,6	2,754 nW	371,089 uV	454,489 uV	1,285 mV
—55,8	2,630 nW	362,642 uV	444,144 uV	1,256 mV
—56,0	2,512 nW	354,387 uV	434,034 uV	1,228 mV
—56,2	2,399 nW	346,320 uV	424,154 uV	1,200 mV
—56,4	2,291 nW	338,437 uV	414,499 uV	1,172 mV
—56,6	2,188 nW	330,733 uV	405,064 uV	1,146 mV
—56,8	2,089 nW	323,205 uV	395,843 uV	1,120 mV
—57,0	1,995 nW	315,848 uV	386,833 uV	1,094 mV
—57,2	1,905 nW	308,658 uV	378,028 uV	1,069 mV
—57,4	1,820 nW	301,632 uV	369,423 uV	1,045 mV
—57,6	1,738 nW	294,766 uV	361,013 uV	1,021 mV
—57,8	1,660 nW	288,056 uV	352,796 uV	997,857 uV
—58,0	1,585 nW	281,499 uV	344,765 uV	975,143 uV
—58,2	1,514 nW	275,092 uV	336,917 uV	952,946 uV
—58,4	1,445 nW	268,830 uV	329,248 uV	931,255 uV
—58,6	1,380 nW	262,711 uV	321,753 uV	910,056 uV
—58,8	1,318 nW	256,730 uV	314,429 uV	889,340 uV
—59,0	1,259 nW	250,886 uV	307,272 uV	869,096 uV
—59,2	1,202 nW	245,176 uV	300,278 uV	849,313 uV
—59,4	1,148 nW	239,595 uV	293,442 uV	829,981 uV
—59,6	1,096 nW	234,141 uV	286,763 uV	811,088 uV
—59,8	1,047 nW	228,811 uV	280,235 uV	792,625 uV
—60,0	1,000 pW	223,603 uV	273,856 uV	774,582 uV
—60,2	954,957 pW	218,513 uV	267,622 uV	756,951 uV
—60,4	911,978 pW	213,539 uV	261,531 uV	739,721 uV
—60,6	870,933 pW	208,678 uV	255,578 uV	722,883 uV
—60,8	831,733 pW	203,928 uV	249,760 uV	706,427 uV
—61,0	794,299 pW	199,286 uV	244,075 uV	690,347 uV
—61,2	758,549 pW	194,750 uV	238,519 uV	674,633 uV
—61,4	724,409 pW	190,317 uV	233,089 uV	659,276 uV
—61,6	691,806 pW	185,985 uV	227,784 uV	644,270 uV
—61,8	660,669 pW	181,751 uV	222,599 uV	629,604 uV

dBm	Potencia	V/50 ohm	V/75 ohm	V/600 ohm
—62,0	630,934 pW	177,614 uV	217,532 uV	615,272 uV
—62,2	602,536 pW	173,571 uV	212,580 uV	601,267 uV
—62,4	575,418 pW	169,620 uV	207,741 uV	587,581 uV
—62,6	549,520 pW	165,759 uV	203,012 uV	574,206 uV
—62,8	524,787 pW	161,986 uV	198,391 uV	561,135 uV
—63,0	501,168 pW	158,298 uV	193,875 uV	548,362 uV
—63,2	478,611 pW	154,695 uV	189,462 uV	535,879 uV
—63,4	457,070 pW	151,174 uV	185,149 uV	523,681 uV
—63,6	436,499 pW	147,733 uV	180,935 uV	511,761 uV
—63,8	416,853 pW	144,370 uV	176,816 uV	500,112 uV
—64,0	398,092 pW	141,084 uV	172,791 uV	488,728 uV
—64,2	380,175 pW	137,872 uV	168,858 uV	477,604 uV
—64,4	363,065 pW	134,734 uV	165,015 uV	466,732 uV
—64,6	346,724 pW	131,667 uV	161,259 uV	456,108 uV
—64,8	331,119 pW	128,670 uV	157,588 uV	445,726 uV
—65,0	316,216 pW	125,741 uV	154,001 uV	435,580 uV
—65,2	301,985 pW	122,879 uV	150,495 uV	425,665 uV
—65,4	288,392 pW	120,082 uV	147,070 uV	415,976 uV
—65,6	275,414 pW	117,349 uV	143,722 uV	406,508 uV
—65,8	263,018 pW	114,677 uV	140,451 uV	397,254 uV
—66,0	251,181 pW	112,067 uV	137,254 uV	388,212 uV
—66,2	239,876 pW	109,516 uV	134,129 uV	379,375 uV
—66,4	229,080 pW	107,023 uV	131,076 uV	370,740 uV
—66,6	218,770 pW	104,578 uV	128,093 uV	362,301 uV
—66,8	208,924 pW	102,207 uV	125,177 uV	354,054 uV
—67,0	199,521 pW	99,880 uV	122,328 uV	354,995 uV
—67,2	190,541 pW	97,607 uV	119,543 uV	338,119 uV
—67,4	181,965 pW	95,385 uV	116,822 uV	330,423 uV
—67,6	173,776 pW	93,214 uV	114,163 uV	322,902 uV
—67,8	165,954 pW	91,092 uV	111,564 uV	315,551 uV
—68,0	158,486 pW	89,018 uV	109,025 uV	308,369 uV
—68,2	151,352 pW	86,992 uV	106,543 uV	301,349 uV
—68,4	144,541 pW	80,012 uV	104,118 uV	294,490 uV
—68,6	138,035 pW	83,077 uV	101,748 uV	287,787 uV
—68,8	131,823 pW	81,186 uV	99,432 uV	281,236 uV
—69,0	125,890 pW	79,338 uV	97,169 uV	274,834 uV
—69,2	120,224 pW	77,532 uV	94,957 uV	268,578 uV
—69,4	114,813 pW	75,767 uV	92,795 uV	262,465 uV
—69,6	109,646 pW	74,043 uV	90,683 uV	256,491 uV
—69,8	104,711 pW	72,357 uV	88,619 uV	250,652 uV
—70,0	100,000 pW	70,710 uV	86,602 uV	244,947 uV
—70,2	95,498 pW	69,101 uV	84,631 uV	239,371 uV
—70,4	91,200 pW	67,528 uV	82,704 uV	233,922 uV

dBm	Potencia	V/50 ohm	V/75 ohm	V/600 ohm
—70,6	87,095 pW	65,991 uV	80,822 uV	228,598 uV
—70,8	83,175 pW	64,488 uV	78,982 uV	223,394 uV
—71,0	79,432 pW	63,021 uV	77,184 uV	218,310 uV
—71,2	75,857 pW	61,586 uV	75,427 uV	213,340 uV
—71,4	72,443 pW	60,184 uV	73,710 uV	208,484 uV
—71,6	69,182 pW	58,814 uV	72,032 uV	203,739 uV
—71,8	66,069 pW	57,475 uV	70,393 uV	199,101 uV
—72,0	63,095 pW	56,167 uV	68,791 uV	194,569 uV
—72,2	60,255 pW	54,889 uV	67,225 uV	190,140 uV
—72,4	57,544 pW	53,639 uV	65,694 uV	185,812 uV
—72,6	54,954 pW	52,418 uV	64,199 uV	181,583 uV
—72,8	52,480 pW	51,225 uV	62,738 uv	177,449 uV
—73,0	50,118 pW	50,059 uV	61,310 uV	173,410 uV
—73,2	47,863 pW	48,920 uV	59,914 uV	169,463 uV
—73,4	45,709 pW	47,806 uV	58,550 uV	165,605 uV
—73,6	43,651 pW	46,718 uV	57,218 uV	161,836 uV
—73,8	41,687 pW	45,655 uV	55,915 uV	158,152 uV
—74,0	39,811 pW	44,615 uV	54,642 uV	154,552 uV
—74,2	38,019 pW	43,600 uV	53,399 uV	151,034 uV
—74,4	36,308 pW	42,607 uV	52,183 uV	147,596 uV
—74,6	34,674 pW	41,638 uV	50,995 uV	144,237 uV
—74,8	33,113 pW	40,690 uV	49,835 uV	140,953 uV
—75,0	31,623 pW	39,764 uV	48,700 uV	137,745 uV
—75,2	30,200 pW	38,858 uV	47,592 uV	134,610 uV
—75,4	28,840 pW	37,974 uV	46,508 uV	131,546 uV
—75,6	27,542 pW	37,110 uV	45,450 uV	128,551 uV
—75,8	26,303 pW	36,265 uV	44,415 uV	125,625 uV
—76,0	25,119 pW	35,439 uV	43,404 uV	122,766 uV
—76,2	23,988 pW	34,633 uV	42,416 uV	119,971 uV
—76,4	22,909 pW	33,844 uV	41,451 uV	117,240 uV
—76,6	21,878 pW	33,074 uV	40,507 uV	114,572 uV
—76,8	20,893 pW	32,321 uV	39,585 uV	111,964 uV
—77,0	19,953 pW	31,585 uV	38,684 uV	109,415 uV
—77,2	19,055 pW	30,866 uV	37,804 uV	106,925 uV
—77,4	18,197 pW	30,164 uV	36,943 uV	104,491 uV
—77,6	17,378 pW	29,477 uV	36,102 uV	102,112 uV
—77,8	16,596 pW	28,806 uV	35,280 uV	99,788 uV
—78,0	15,849 pW	28,151 uV	34,477 uV	97,516 uV
—78,2	15,136 pW	27,510 uV	33,692 uV	95,297 uV
—78,4	14,455 pW	26,884 uV	32,926 uV	93,128 uV
—78,6	13,804 pW	26,272 uV	32,176 uV	91,008 uV
—78,8	13,183 pW	25,674 uV	31,444 uV	88,936 uV
—79,0	12,589 pW	25,089 uV	30,728 uV	86,912 uV

dBm	Potencia	V/50 ohm	V/75 ohm	V/600 ohm
—79,2	12,023 pW	24,518 uV	30,029 uV	84,933 uV
—79,4	11,482 pW	23,960 uV	29,345 uV	83,000 uV
—79,6	10,965 pW	23,415 uV	28,677 uV	81,111 uV
—79,8	10,471 pW	22,882 uV	28,024 uV	79,265 uV
—80,0	10,000 pW	22,361 uV	27,386 uV	77,460 uV
—80,2	9,550 pW	21,852 uV	26,763 uV	75,697 uV
—80,4	9,120 pW	21,354 uV	26,154 uV	73,974 uV
—80,6	8,710 pW	20,868 uV	25,558 uV	72,290 uV
—80,8	8,318 pW	20,393 uV	24,977 uV	70,645 uV
—81,0	7,943 pW	19,929 uV	24,408 uV	69,037 uV
—81,2	7,586 pW	19,476 uV	23,853 uV	67,465 uV
—81,4	7,245 pW	19,032 uV	23,310 uV	65,930 uV
—81,6	6,918 pW	18,599 uV	22,779 uV	64,429 uV
—81,8	6,607 pW	18,176 uV	22,261 uV	62,962 uV
—82,0	6,310 pW	17,762 uV	21,754 uV	61,529 uV
—82,2	6,026 pW	17,358 uV	21,259 uV	60,129 uV
—82,4	5,755 pW	16,963 uV	20,775 uV	58,760 uV
—82,6	5,496 pW	16,576 uV	20,302 uV	57,422 uV
—82,8	5,248 pW	16,199 uV	19,840 uV	56,115 uV
—83,0	5,012 pW	15,830 uV	19,388 uV	54,838 uV
—83,2	4.786 pW	15,470 uV	18,947 uV	53,590 uV
—83,4	4,571 pW	15,118 uV	18,516 uV	52,370 uV
—83,6	4,365 pW	14,774 uV	18,094 uV	51,178 uV
—83,8	4,169 pW	14,437 uV	17,682 uV	50,013 uV
—84,0	3,981 pW	14,109 uV	17,280 uV	48,874 uV
—84,2	3,802 pW	13,788 uV	16,886 uV	47,762 uV
—84,4	3,631 pW	13,474 uV	16,502 uV	46,675 uV
—84,6	3,467 pW	13,167 uV	16,126 uV	45,612 uV
—84,8	3,311 pW	12,867 uV	15,759 uV	44,574 uV
—85,0	3,162 pW	12,575 uV	15,401 uV	43,560 uV
—85,2	3,020 pW	12,288 uV	15,050 uV	42,568 uV
—85,4	2,884 pW	12,009 uV	14,708 uV	41,599 uV
—85,6	2,754 pW	11,735 uV	14,373 uV	40,652 uV
—85,8	2,630 pW	11,468 uV	14,046 uV	39,727 uV
—86,0	2,512 pW	11,207 uV	13,726 uV	38,823 uV
—86,2	2,399 pW	10,952 uV	13,413 uV	37,939 uV
—86,4	2,291 pW	10,703 uV	13,108 uV	37,075 uV
—86,6	2,188 pW	10,459 uV	12,810 uV	36,231 uV
—86,8	2,089 pW	10,221 uV	12,518 uV	35,407 uV
—87,0	1,995 pW	9,988 uV	12,233 uV	34,601 uV
—87,2	1,906 pW	9,761 uV	11,955 uV	33,813 uV
—87,4	1,820 pW	9,539 uV	11,683 uV	33,043 uV
—87,6	1,738 pW	9,322 uV	11,417 uV	32,291 uV

dBm	Potencia	V/50 ohm	V/75 ohm	V/600 ohm
—87,8	1,660 pW	9,110 uV	11,157 uV	31,556 uV
—88,0	1,585 pW	8,902 uV	10,903 uV	30,838 uV
—88,2	1,514 pW	8,700 uV	10,655 uV	30,136 uV
—88,4	1,446 pW	8,501 uV	10,412 uV	29,450 uV
—88,6	1,380 pW	8,308 uV	10,175 uV	28,780 uV
—88,8	1,318 pW	8,119 uV	9,944 uV	28,125 uV
—89,0	1,259 pW	7,934 uV	9,717 uV	27,484 uV
—89,2	1,202 pW	7,753 uV	9,496 uV	26,859 uV
—89,4	1,148 pW	7,577 uV	9,820 uV	26,247 uV
—89,6	1,097 pW	7,405 uV	9,069 uV	25,650 uV
—89,8	1,047 pW	7,236 uV	8,862 uV	25,066 uV
—90,0	1,000 pW	7,071 uV	8,660 uV	24,496 uV
—90,2	955,043 fW	6,910 uV	8,463 uV	23,938 uV
—90,4	912,061 fW	6,753 uV	8,271 uV	23,393 uV
—90,6	871,010 fW	6,599 uV	8,082 uV	22,861 uV
—90,8	831,810 fW	6,449 uV	7,898 uV	22,340 uV
—91,0	794,373 fW	6,302 uV	7,719 uV	21,832 uV
—91,2	758,621 fW	6,159 uV	7,543 uV	21,335 uV
—91,4	724,478 fW	6,019 uV	7,371 uV	20,849 uV
—91,6	691,871 fW	5,882 uV	7,203 uV	20,375 uV
—91,8	660,733 fW	5,748 uV	7,040 uV	19,911 uV
—92,0	630,995 fW	5,617 uV	6,879 uV	19,458 uV
—92,2	602,596 fW	5,489 uV	6,723 uV	19,015 uV
—92,4	575,476 fW	5,364 uV	6,570 uV	18,582 uV
—92,6	549,575 fW	5,242 uV	6,420 uV	18,159 uV
—92,8	524,840 fW	5,123 uV	6,274 uV	17,746 uV
—93,0	501,219 fW	5,006 uV	6,131 uV	17,342 uV
—93,2	478,661 fW	4,892 uV	5,992 uV	16,947 uV
—93,4	457,119 fW	4,781 uV	5,855 uV	16,561 uV
—93,6	436,544 fW	4,672 uV	5,772 uV	16,184 uV
—93,8	416,897 fW	4,566 uV	5,592 uV	15,816 uV
—94,0	398,134 fW	4,462 uV	5,464 uV	15,456 uV
—94,2	380,215 fW	4,360 uV	5,340 uV	15,104 uV
—94,4	363,104 fW	4,261 uV	5,219 uV	14,760 uV
—94,6	346,761 fW	4,164 uV	5,100 uV	14,424 uV
—94,8	331,154 fW	4,069 uV	4,984 uV	14,096 uV
—95,0	316,250 fW	3,976 uV	4,870 uV	13,775 uV
—95,2	302,017 fW	3,886 uV	4,759 uV	13,461 uV
—95,4	288,424 fW	3,798 uV	4,651 uV	13,155 uV
—95,6	275,443 fW	3,711 uV	4,545 uV	12,856 uV
—95,8	263,046 fW	3,627 uV	4,442 uV	12,563 uV
—96,0	251,207 fW	3,544 uV	4,341 uV	12,277 uV
—96,2	239,902 fW	3,463 uV	4,242 uV	11,998 uV

dBm	Potencia	V/50 ohm	V/75 ohm	V/600 ohm
—96,4	229,104 fW	3,385 uV	4,145 uV	11,724 uV
—96,6	218,792 fW	3,308 uV	4,051 uV	11,458 uV
—96,8	208,945 fW	3,232 uV	3,959 uV	11,197 uV
—97,0	199,542 fW	3,159 uV	3,869 uV	10,942 uV
—97,2	190,561 fW	3,087 uV	3,780 uV	10,693 uV
—97,4	181,985 fW	3,016 uV	3,694 uV	10,449 uV
—97,6	173,794 fW	2,948 uV	3,610 uV	10,212 uV
—97,8	165,972 fW	2,881 uV	3,528 uV	9,979 uV
—98,0	158,502 fW	2,815 uV	3,448 uV	9,752 uV
—98,2	151,369 fW	2,751 uV	3,369 uV	9,530 uV
—98,4	144,556 fW	2.688 uV	3,293 uV	9,313 uV
—98,6	138,050 fW	2,627 uV	3,218 uV	9,101 uV
—98,8	131,837 fW	2,567 uV	3,144 uV	8.894 uV
—99,0	125,903 fW	2,509 uV	3,073 uV	8,691 uV
—99,2	120,237 fW	2,452 uV	3,003 uV	8,494 uV
—99,4	114,825 fW	2,396 uV	2,935 uV	8,300 uV
—99,6	109,657 fW	2,342 uV	2,868 uV	8,111 uV
—99,8	104,722 fW	2,288 uV	2,803 uV	7,927 uV
—100,0	100.000 fW	2,236 uV	2,739 uV	7,746 uV
—100,2	95,508 fW	2,185 uV	2,676 uV	7,570 uV
—100,4	91,209 fW	2,136 uV	2,615 uV	7,398 uV
—100,6	87,104 fW	2,087 uV	2,556 uV	7,229 uV
—100,8	83,184 fW	2,039 uV	2,498 uV	7,065 uV
—101,0	79,440 fW	1,993 uV	2,441 uV	6,904 uV
—101,2	75,865 fW	1,948 uV	2,385 uV	6,747 uV
—101,4	72,450 fW	1,903 uV	2,331 uV	6,593 uV
—101,6	69,189 fW	1,860 uV	2,278 uV	6,443 uV
—101,8	66,076 fW	1,818 uV	2,226 uV	6,296 uV
—102,0	63,102 fW	1,776 uV	2,175 uV	6,153 uV
—102,2	60,262 fW	1,736 uV	2,126 uV	6,013 uV
—102,4	57,550 fW	1,696 uV	2,078 uV	5,876 uV
—102,6	54,959 fW	1,658 uV	2,030 uV	5,742 uV
—102,8	52,486 fW	1,620 uV	1,984 uV	5,612 uV
—103,0	50,124 fW	1,583 uV	1,939 uV	5,484 uV
—103,2	47,868 fW	1,547 uV	1,895 uV	5,359 uV
—103,4	45,713 fW	1,512 uV	1,852 uV	5,237 uV
—103,6	43,656 fW	1,477 uV	1,809 uV	5,118 uV
—103,8	41,691 fW	1,444 uV	1,768 uV	5,001 uV
—104,0	39,815 fW	1,411 uV	1,728 uV	4,888 uV
—104,2	38,023 fW	1,379 uV	1,689 uV	4,776 uV
—104,4	36,312 fW	1,347 uV	1,650 uV	4,668 uV
—104,6	34,677 fW	1,317 uV	1,613 uV	4,561 uV
—104,8	33,117 fW	1,287 uV	1,576 uV	4,458 uV

dBm	Potencia	V/50 ohm	V/75 ohm	V/600 ohm
−105,0	31,626 fW	1,257 uV	1,540 uV	4,356 uV
−105,2	30,203 fW	1,229 uV	1,505 uV	4,257 uV
−105,4	28,843 fW	1,201 uV	1,571 uV	4,160 uV
−105,6	27,545 fW	1,174 uV	1,437 uV	4,065 uV
−105,8	26,303 fW	1,147 uV	1,405 uV	3,973 uV
−106,0	25,122 fW	1,121 uV	1,373 uV	3,882 uV
−106,2	23,991 fW	1,095 uV	1,341 uV	3,794 uV
−106,4	22,911 fW	1,070 uV	1,311 uV	3,708 uV
−106,6	21,880 fW	1,046 uV	1,281 uV	3,623 uV
−106,8	20,895 fW	1,022 uV	1,252 uV	3,541 uV
−107,0	19,955 fW	998,871 nV	1,223 uV	3,460 uV
−107,2	19,057 fW	976,135 nV	1,196 uV	3,381 uV
−107,4	18,199 fW	953,916 nV	1,168 uV	3,304 uV
−107,6	17,380 fW	932,201 nV	1,142 uV	3,229 uV
−107,8	16,598 fW	910,982 nV	1,116 uV	3,156 uV
−108,0	15,851 fW	890,246 nV	1,090 uV	3,084 uV
−108,2	15,137 fW	869,982 nV	1,066 uV	3,014 uV
−108,4	14,456 fW	850,180 nV	1,041 uV	2,945 uV
−108,6	13,805 fW	830,827 nV	1,018 uV	2,878 uV
−108,8	13,184 fW	811,915 nV	994,389 nV	2,813 uV
−109,0	12,591 fW	793,434 nV	971,755 nV	2,749 uV
−109,2	12,024 fW	775,373 nV	949,634 nV	2,686 uV
−109,4	11,483 fW	757,725 nV	928,020 nV	2,625 uV
−109,6	10,966 fW	740,476 nV	906,895 nV	2,565 uV
−109,8	10,473 fW	723,622 nV	886,252 nV	2,507 uV
−110,0	10,000 fW	707,150 nV	866,079 nV	2,450 uV
−110,2	9,551 fW	691,053 nV	846,364 nV	2,394 uV
−110,4	9,121 fW	675,324 nV	827,100 nV	2,339 uV
−110,6	8,711 fW	659,951 nV	808,272 nV	2,286 uV
−110,8	8,319 fW	644,930 nV	789,874 nV	2,234 uV
−111,0	7,944 fW	630,250 nV	771,895 nV	2,183 uV
−111,2	7,587 fW	615,904 nV	754,325 nV	2,134 uV
−111,4	7,245 fW	601,884 nV	737,155 nV	2,085 uV
−111,6	6,919 fW	588,183 nV	720,375 nV	2,038 uV
−111,8	6,608 fW	574,795 nV	703,977 nV	1,991 uV
−112,0	6,310 fW	561,711 nV	687,952 nV	1,946 uV
−112,2	6,026 fW	548,926 nV	672,294 nV	1,902 uV
−112,4	5,755 fW	536,431 nV	656,991 nV	1,858 uV
−112,6	5,496 fW	524,220 nV	642,038 nV	1,616 uV
−112,8	5,249 fW	512,288 nV	627,422 nV	1,775 uV
−113,0	5,013 fW	500,626 nV	613,139 nV	1,734 uV
−113,2	4,787 fW	489,231 nV	599,184 nV	1,695 uV
−113,4	4,572 fW	478,096 nV	585,545 nV	1,656 uV

dBm	Potencia	V/50 ohm	V/75 ohm	V/600 ohm
−113,6	4,366 fW	467,212 nV	572,216 nV	1,618 uV
−113,8	4,169 fW	456,578 nV	559,191 nV	1,582 uV
−114,0	3,982 fW	445,184 nV	546,462 nV	1,546 uV
−114,2	3,082 fW	436,029 nV	534,024 nV	1,510 uV
−114,4	3,631 fW	426,104 nV	521,869 nV	1,476 uV
−114,6	3,468 fW	416,404 nV	509,989 nV	1,442 uV
−114,8	3,312 fW	406,925 nV	498,380 nV	1,410 uV
−115,0	3,163 fW	397,663 nV	487,036 nV	1,378 uV
−115,2	3,020 fW	388,612 nV	475,950 nV	1,346 uV
−115,4	2,884 fW	379,766 nV	465,117 nV	1,316 uV
−115,6	2,755 fW	371,121 nV	454,529 nV	1,286 uV
−115,8	2,631 fW	362,673 nV	444,182 nV	1,256 uV
−116,0	2,512 fW	354,419 nV	434,072 nV	1,228 uV
−116,2	2,399 fW	346,351 nV	424,192 nV	1,200 uV
−116,4	2,291 fW	338,468 nV	414,536 nV	1,172 uV
−116,6	2,188 fW	330,763 nV	405,100 nV	1,148 uV
−116,8	2,090 fW	323,233 nV	395,879 nV	1,120 uV
−117,0	1,996 fW	315,876 nV	386,868 nv	1,094 uV
−117,2	1,906 fW	308,686 nV	378,062 nV	1,069 uV
−117,4	1,820 fW	301,660 nV	369,456 nV	1,045 uV
−117,6	1,738 fW	294,793 nV	361,046 nV	1,021 uV
−117,8	1,660 fW	288,083 nV	352,828 nV	997,949 nV
−118,0	1,585 fW	281,526 nV	344,797 nV	975,234 nV
−118,2	1,514 fW	275,118 nV	336,949 nV	953,035 nV
−118,4	1,446 fW	268,855 nV	329,279 nV	931,341 nV
−118,6	1,381 fW	262,735 nV	321,783 nV	910,140 nV
−118,8	1,318 fW	256,755 nV	314,459 nV	889,425 nV
−119,0	1,259 fw	250,910 nV	307,301 nV	869,179 nV
−119,2	1,202 fW	245,199 nV	300,306 nV	849,395 nV
−119,4	1,148 fW	239,618 nV	293,470 nV	830,060 nV
−119,6	1,097 fW	234,163 nV	289,790 nV	811,165 nV
−119,8	1,047 fW	228,833 nV	280,262 nV	792,702 nV
−120,0	1,000 fW	223,624 nV	273,883 nV	774,658 nV
−120,2	0,955 fW	218,534 nV	267,649 nV	757,024 nV
−120,4	0,912 fW	213,560 nV	261,556 nV	739,793 nV
−120,6	0,871 fW	208,699 nV	255,602 nV	722,953 nV
−120,8	0,832 fW	203,948 nV	249,785 nV	706,498 nV
−121,0	0,794 fW	199,306 nV	244,099 nV	690,416 nV
−121,2	0,759 fW	194,769 nV	238,542 nV	674,700 nV
−121,4	0,725 fW	190,336 nV	223,112 nV	659,342 nV
−121,6	0,692 fW	186,003 nV	227,807 nV	644,334 nV
−121,8	0,661 fW	181,769 nV	222,621 nV	629,668 nV
−122,0	0,631 fW	177,632 nV	217,554 nV	615,335 nV

dBm	Potencia	V/50 ohm	V/75 ohm	V/600 ohm
−122,2	0,603 fW	173,589 nV	212,602 nV	601,328 nV
−122,4	0,576 fW	169,637 nV	207,763 nV	587,641 nV
−122,6	0,550 fW	165,776 nV	203,033 nV	574,265 nV
−122,8	0,525 fW	162,002 nV	198,412 nV	561,193 nV
−123,0	0,501 fW	158,315 nV	193,895 nV	548,418 nV
−123,2	0,479 fW	154,711 nV	189,482 nV	535,935 nV
−123,4	0,457 fW	151,190 nV	185,169 nV	523,737 nV
−123,6	0,437 fW	147,748 nV	180,954 nV	511,815 nV
−123,8	0,417 fW	144,385 nV	176,835 nV	500,165 nV
−124,0	0,398 fW	141,098 nV	172,810 nV	488,779 nV
−124,2	0,380 fW	137,887 nV	168,876 nV	477,654 nV
−124,4	0,363 fW	134,748 nV	165,032 nV	466,782 nV
−124,6	0,347 fW	131,681 nV	161,276 nV	456,156 nV
−124,8	0,331 fW	128,684 nV	157,605 nV	445,773 nV
−125,0	0,316 fW	125,754 nV	154,017 nV	435,626 nV
−125,2	0,302 fW	122,892 nV	150,511 nV	425,710 nV
−125,4	0,288 fW	120,095 nV	147,085 nV	416,020 nV
−125,6	0,275 fW	117,361 nV	143,737 nV	406,550 nV
−125,8	0,263 fW	114,689 nV	140,465 nV	397,296 nV
−126,0	0,251 fW	112,079 nV	137,268 nV	388,253 nV
−126,2	0,240 fW	109,528 nV	134,144 nV	379,416 nV
−126,4	0,229 fW	107,035 nV	131,090 nV	370,779 nV
−126,6	0,219 fW	104,598 nV	128,106 nV	362,339 nV
−126,8	0,209 fW	102,217 nV	125,190 nV	354,091 nV
−127,0	0,200 fW	99,891 nV	122,340 nV	346,031 nV
−127,2	0,191 fW	97,617 nV	119,556 nV	338,155 nV
−127,4	0,182 fW	95,395 nV	116,834 nV	330,457 nV
−127,6	0,174 fW	93,224 nV	114,175 nV	322,936 nV
−127,8	0,166 fW	91,101 nV	111,575 nV	315,584 nV
−128,0	0,159 fW	89,028 nV	109,036 nV	308,401 nV
−128,2	0,151 fW	87,001 nV	106,554 nV	301,382 nV
−128,4	0,145 fW	85,021 nV	104,129 nV	294,521 nV
−128,6	0,138 fW	83,086 nV	101,759 nV	287,817 nV
−128,8	0,132 fW	81,194 nV	99,442 nV	281,266 nV
−129,0	0,126 fW	79,346 nV	97,179 nV	274,863 nV
−129,2	0,120 fW	77,540 nV	94,967 nV	268,607 nV
−129,4	0,115 fW	75,775 nV	92,805 nV	262,493 nV
−129,6	0,110 fW	74,050 nV	90,693 nV	256,517 nV
−129,8	0,105 fW	72,365 nV	88,628 nV	250,679 nV
−130,0	0,100 fW	70,718 nV	86,611 nV	244,973 nV
−130,2	0,096 fW	69,108 nV	84,639 nV	239,396 nV
−130,4	0,091 fW	67,535 nV	82,713 nV	233,947 nV
−130,6	0,087 fW	65,997 nV	80,830 nV	228,622 nV
−130,8	0,083 fW	64,495 nV	78,890 nV	223,418 nV
−131,0	0,079 fW	63,027 nV	77,192 nV	218,333 nV
−131,2	0,076 fW	61,592 nV	75,435 nV	213,363 nV
−131,4	0,072 fW	60,191 nV	73,718 nV	208,506 nV
−131,6	0,069 fW	58,820 nV	72,040 nV	203,760 nV
−131,8	0,066 fW	57,481 nV	70,400 nV	199,122 nV
−132,0	0,063 fW	56,173 nV	68,798 nV	194,590 nV
−132,2	0,060 fW	54,894 nV	67,232 nV	190,160 nV
−132,4	0,058 fW	53,645 nV	65,701 nV	185,832 nV
−132,6	0,055 fW	52,424 nV	64,206 nV	181,602 nV
−132,8	0,052 fW	51,231 nV	62,744 nV	177,468 nV
−133,0	0,050 fW	50,064 nV	61,316 nV	173,428 nV
−133,2	0,048 fW	48,925 nV	59,920 nV	169,481 nV
−133,4	0,046 fW	47,811 nV	58,557 nV	165,623 nV
−133,6	0,044 fW	46,723 nV	57,224 nV	161,853 nV
−133,8	0,042 fW	45,659 nV	55,921 nV	158,169 nV
−134,0	0,040 fW	44,620 nV	54,648 nV	154,568 nV
−134,2	0,038 fW	43,604 nV	53,404 nV	151,050 nV
−134,4	0,036 fW	42,612 nV	52,189 nV	147,612 nV
−134,6	0,035 fW	41,642 nV	51,001 nV	144,252 nV
−134,8	0,033 fW	40,694 nV	49,840 nV	140,968 nV
−135,0	0,032 fW	39,768 nV	48,705 nV	137,759 nV
−135,2	0,030 fW	38,863 nV	47,597 nV	134,624 nV
−135,4	0,029 fW	37,978 nV	46,513 nV	131,559 nV
−135,6	0,028 fW	37,113 nV	45,454 nV	128,565 nV
−135,8	0,026 fW	36,269 nV	44,420 nV	125,638 nV
−136,0	0,025 fW	35,443 nV	43,409 nV	122,778 nV
−136,2	0,024 fW	34,636 nV	42,421 nV	119,984 nV
−136,4	0,023 fW	33,848 nV	41,455 nV	117,253 nV
−136,6	0,022 fW	33,077 nV	40,511 nV	114,584 nV
−136,8	0,021 fW	32,324 nV	39,589 nV	111,975 nV
−137,0	0,020 fW	31,589 nV	38,688 nV	109,427 nV
−137,2	0,019 fW	30,870 nV	37,808 nV	106,936 nV
−137,4	0,018 fW	30,167 nV	36,947 nV	104,502 nV
−137,6	0,017 fW	29,480 nV	36,106 nV	102,123 nV
−137,8	0,017 fW	28,809 nV	35,284 nV	99,798 nV
−138,0	0,016 fW	28,154 nV	34,481 nV	97,527 nV
−138,2	0,015 fW	27,513 nV	33,696 nV	95,307 nV
−138,6	0,014 fW	26,274 nV	32,179 nV	91,017 nV
−138,8	0,013 fW	25,676 nV	31,447 nV	88,946 nV
−139,0	0,013 fW	25,092 nV	30,731 nV	86,921 nV
−139,2	0,012 fW	24,521 nV	30,032 nV	84,943 nV
−139,4	0,011 fW	23,963 nV	29,348 nV	83,009 nV

dBm	Potencia	V/50 ohm	V/75 ohm	V/600 ohm
−139,6	0,011 fW	23,417 nV	28,680 nV	81,119 nV
−139,8	0,010 fW	22,884 nV	28,027 nV	79,273 nV
−140,0	0,010 fW	22,363 nv	27,389 nV	77,469 nV
−140,2	0,010 fW	21,854 nV	26,766 nV	75,705 nV
−140,4	0,009 fW	21,357 nV	26,157 nV	73,982 nV
−140,6	0,009 fW	20,887 nV	25,561 nV	72,298 nV
−140,8	0,008 fW	20,396 nV	24,979 nV	70,652 nV
−141,0	0,008 fW	19,931 nV	24,411 nV	69,044 nV
−141,2	0,008 fW	19,478 nV	23,855 nV	67,472 nV
−141,4	0,007 fW	19,034 nV	23,312 nV	65,937 nV
−141,6	0,007 fW	18,601 nV	22,781 nV	64,436 nV
−141,8	0,007 fW	18,178 nV	22,263 nV	62,969 nV
−142,0	0,006 fW	17,764 nV	21,756 nV	61,536 nV
−142,2	0,006 fW	17,359 nV	21,261 nV	60,135 nV
−142,4	0,006 fW	16,964 nV	20,777 nV	58,766 nV
−142,6	0,005 fW	16,578 nV	20,304 nV	57,428 nV
−142,8	0,005 fW	16,201 nV	19,842 nV	56,121 nV
−143,0	0,005 fW	15,832 nV	19,390 nV	54,844 nV
−143,2	0,005 fW	15,472 nV	18,949 nV	53,595 nV
−143,4	0,005 fW	15,120 nV	18,518 nV	52,375 nV
−143,6	0,004 fW	14,775 nV	18,096 nV	51,183 nV
−143,8	0,004 fW	14,439 nV	17,684 nV	50,018 nV
−144,0	0,004 fW	14,110 nV	17,282 nV	48,880 nV
−144,2	0,004 fW	13,789 nV	16,888 nV	47,767 nV
−144,4	0,004 fW	13,475 nV	16,504 nV	46,680 nV
−144,6	0,003 fW	13,169 nV	16,128 nV	45,617 nV
−144,8	0,003 fW	12,869 nV	15,761 nV	44,579 nV

dBm	Potencia	V/50 ohm	V/75 ohm	V/600 ohm
−145,0	0,003 fW	12,576 nV	15,402 nV	43,564 nV
−145,2	0,003 fW	12,290 nV	15,052 nV	42,573 nV
−145,4	0,003 fW	12,010 nV	14,709 nV	41,603 nV
−145,6	0,003 fW	11,737 nV	14,374 nV	40,656 nV
−145,8	0,003 fW	11,469 nV	14,047 nV	39,731 nV
−146,0	0,003 fW	11,208 nV	13,727 nV	38,827 nV
−146,2	0,002 fW	10,953 nV	13,415 nV	37,943 nV
−146,4	0,002 fW	10,704 nV	13,109 nV	37,079 nV
−146,6	0,002 fW	10,460 nV	12,811 nV	36,235 nV
−146,8	0,002 fW	10,222 nV	12,519 nV	35,410 nV
−147,0	0,002 fW	9,989 nV	12,234 nV	34,604 nV
−147,2	0,002 fW	9,762 nV	11,956 nV	33,817 nV
−147,4	0,002 fW	9,540 nV	11,684 nV	33,047 nV
−147,6	0,002 fW	9,323 nV	11,418 nV	32,295 nV
−147,8	0,002 fW	9,110 nV	11,158 nV	31,560 nV
−148,0	0,002 fW	8,903 nV	10,904 nV	30,841 nV
−148,2	0,002 fW	8,700 nV	10,656 nV	30,139 nV
−148,4	0,001 fW	8,502 nV	10,413 nV	29,453 nV
−148,6	0,001 fW	8,309 nV	10,176 nV	28,783 nV
−148,8	0,001 fW	8,120 nV	9,945 nV	28,128 nV
−149,0	0,001 fW	7,935 nV	9,718 nV	27,487 nV
−149,2	0,001 fW	7,754 nV	9,497 nV	26,862 nV
−149,4	0,001 fW	7,578 nV	9,281 nV	26,250 nV
−149,6	0,001 fW	7,405 nV	9,070 nV	25,653 nV
−149,8	0,001 fW	7,237 nV	8,863 nV	25,069 nV
−150,0	0,001 fW	7,072 nV	8,661 nV	24,498 nV

NOTA: Los símbolos utilizados en las tablas tienen el siguiente significado:

W = Watt	mW = miliwatt	uW = microwatt	nW = nanowatt	pW = picowatt	fW = femtowatt
	W × 1.000 = mW	mW × 1.000 = uW	uW × 1.000 = nW	nW × 1.000 = pW	pW × 1.000 = wW
mW : 1.000 = W	uW : 1.000 mW	nW : 1.000 = uW	pW : 1.000 = nW	fW : 1.000 = pW	

V = volt	mV = milivolt	uV = microvolt	nV = nanovolt		
	V × 1.000 = mV	mV × 1.000 = uV	uV × 1.000 = nW		
mV : 1.000 = V	uV : 1.000 = mV	nV : 1.000 = uV			

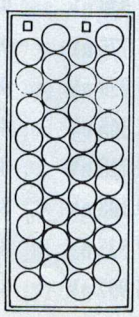
isofotón

PANELES FOTOVOLTAICOS

CELULAS BIFACIALES

FUENTES DE ALIMENTACION SOLARES

MATERIAL PARA ENSEÑANZA Y BRICOLAJE



isofotón CALETA DE VELEZ Nº 52 POLIG. IND. STA.TERESA (MALAGA)

TELF.(952) 340900 TELEX 78661 E