



# Generador Tracking

Muchos de nuestros circuitos han sido diseñados para satisfacer las peticiones de nuestros lectores, otros, como es el caso del proyecto que presentamos en estas páginas, se han diseñado para complementar o mejorar dispositivos de gran aceptación. El circuito que aquí se presenta es un complemento idóneo para el Analizador de espectro LX.1431.

Nuestro Analizador de espectro LX.1431 es uno de los proyectos que más demanda ha tenido ya que la diferencia de precio es enorme con respecto a los que se encuentran en los comercios, fundamentalmente porque utiliza la pantalla del osciloscopio para visualizar las señales.

La consulta más habitual de los lectores sobre este proyecto ha sido la posibilidad de complementar el dispositivo con un Generador Tracking. De hecho, incluso algunos lectores nos han enviado sus esquemas, cosa que agradecemos profundamente.

Este accesorio, oportunamente controlado por el oscilador del Analizador de espectro LX.1431, permite obtener en salida una señal

RF con la frecuencia de la banda de trabajo del Analizador y sincronizada con el barrido horizontal.

Se trata de una característica muy apreciada en un analizador de espectro, ya que permite, mediante una señal RF, representar la banda pasante de una etapa, tanto activa como pasiva, o bien controlar un puente reflectométrico para determinar la frecuencia de trabajo de una antena.

## PRINCIPIO de FUNCIONAMIENTO

El circuito está constituido por una etapa mezcladora-osciladora, incluida en un integrado NE.602, seguida por un amplificador compuesto por dos integrados MAV.11 conectados en cascada.

Antes de continuar es necesario repasar brevemente el funcionamiento del Analizador LX.1431, de otra forma sería imposible comprender el funcionamiento del Generador Tracking.

El analizador de espectro, de forma general, se comporta como un receptor panorámico de banda ancha, que, en lugar de un altavoz, dispone de una pantalla sobre la que visualiza la potencia de las señales recibidas.

En nuestro caso utilizamos la pantalla de un osciloscopio, mientras que la frecuencia de sintonía se obtiene barriendo de forma continua una banda concreta de frecuencias.

Como en todos los receptores superheterodinos también en el Analizador de espectro hay un oscilador local que, en nuestro caso,

opera entre 433,9 y 733,9 MHz, cubriendo así una banda incluida entre 0 (en la práctica algunos centenas de KHz) y 300 MHz.

También hay una primera MF con un valor de 433,9 MHz. Todas las señales presentes en la banda de 0,1 a 300 MHz se convierten a este valor (la primera etapa es convertidor de frecuencia).

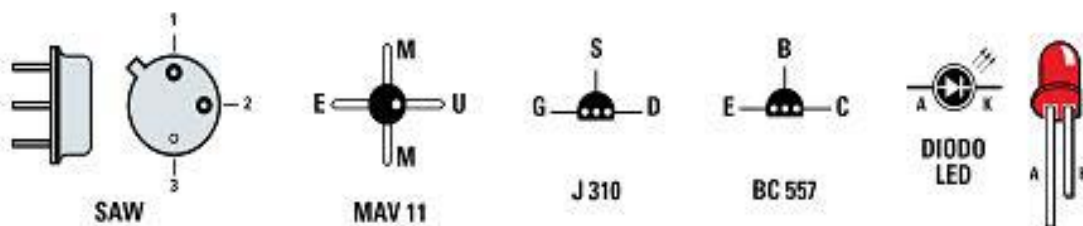
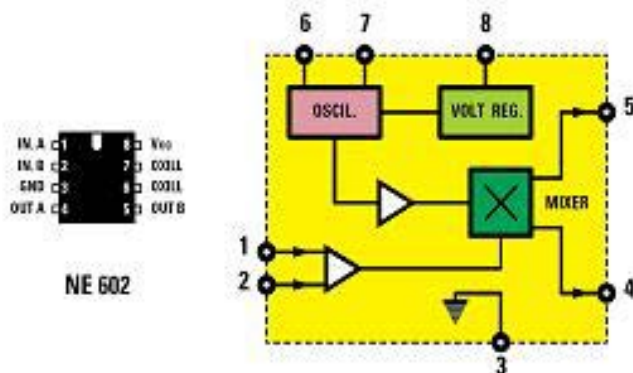
Por ejemplo, si el oscilador local trabaja a 500 MHz, la frecuencia recibida es igual a:

$$500 - 433,9 = 66,1 \text{ MHz}$$

Obviamente el oscilador no permanece estacionado en esta frecuencia (Span igual a cero) sino que barre sin parar alrededor de esta frecuencia en función del valor ajustado con el mando Span.

# para LX 1431

**Fig.1** El integrado NE.602 es un circuito diseñado para aplicaciones VHF de baja potencia. Sus características, la inclusión de un oscilador, un regulador de tensión y un doble mezclador balanceado lo hacen particularmente adecuado para sistemas de comunicación en aplicaciones de radio y telefonía móvil.



**Fig.2** Conexiones de los semiconductores utilizados en el Generador Tracking LX.1431. Las conexiones del modulador MAV.11 se muestran vistas desde arriba, mientras que las del resonador SAW, las del FET J.310 y las del transistor PNP BC.557 se muestran vistas desde abajo.

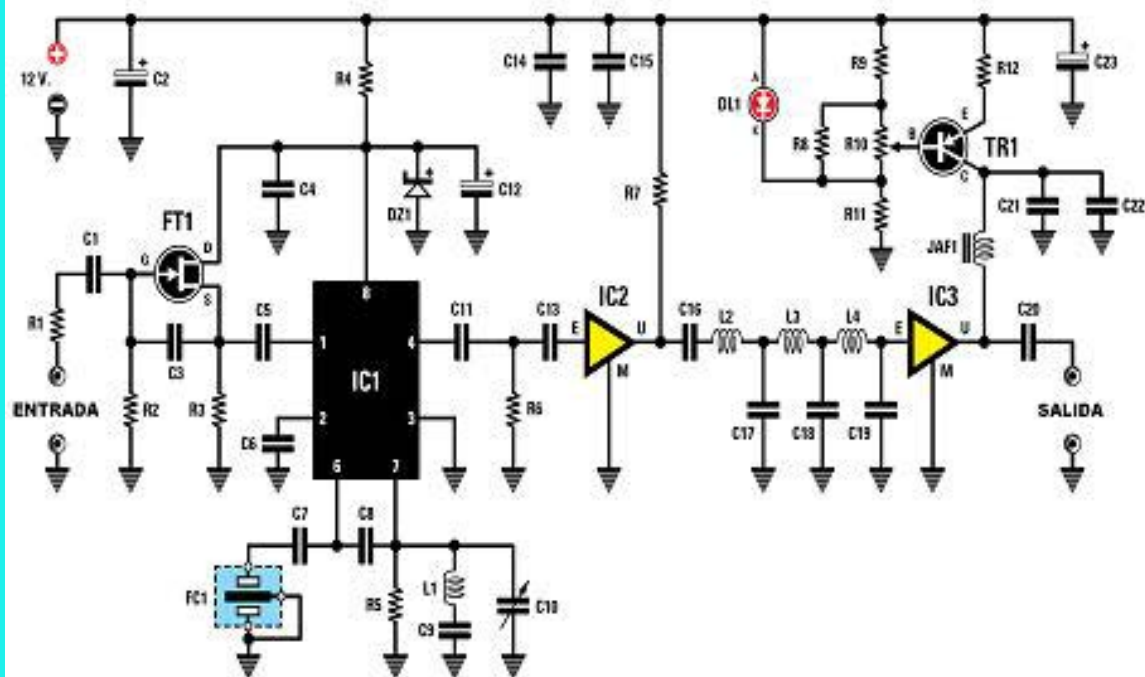


Fig.3 Esquema eléctrico del Generador Tracking LX.1699. El resonador SAW (FC1), conectado al aislador interno del integrado NE.602 (terminal 6 de IC1), lo obliga a generar una frecuencia fija 433,92 MHz, que, mezclada con la frecuencia variable del aislador local del Analizador LX.1431, permite obtener una tercera frecuencia igual a la diferencia entre los dos valores. El circuito funciona con 12 voltios, pudiéndose conectar al mismo alimentador que suministra energía al Analizador de espectro LX.1431.

#### LISTA DE COMPONENTES LX.1699

R1 = 100 ohmios	C13 = 1.000 pF cerámico
R2 = 47.000 ohmios	C14 = 10.000 pF cerámico
R3 = 330 ohmios	C15 = 1.000 pF cerámico
R4 = 220 ohmios	C16 = 1.000 pF cerámico
R5 = 2.200 ohmios	C17 = 12 pF cerámico
R6 = 470 ohmios	C18 = 12 pF cerámico
R7 = 120 ohmios	C19 = 8,8 pF cerámico
R8 = 8.200 ohmios	C20 = 10.000 pF cerámico
R9 = 2.700 ohmios	C21 = 10.000 pF cerámico
R10 = Trimmer 10.000 ohmios	C22 = 1.000 pF cerámico
R11 = 1.000 ohmios	C23 = 10 microF. electrolítico
R12 = 22 ohmios	L1-L4 = Ver texto
C1 = 4,7 pF cerámico	JAF1 = Impedancia 10 microhenrios
C2 = 10 microF. electrolítico	FC1 = Resonador SAW 433,92
C3 = 4,7 pF cerámico	DZ1 = Diodo zéner 5,1V 1/2W
C4 = 10.000 pF cerámico	DL1 = Diodo LED
C5 = 1.000 pF cerámico	TR1 = Transistor PNP BC.557
C6 = 1.000 pF cerámico	FT1 = FET J.310
C7 = 1.000 pF cerámico	IC1 = Integrado NE.602
C8 = 4,7 pF cerámico	IC2 = Monolítico MIAV.11
C9 = 470 pF cerámico	IC3 = Monolítico MIAV.11
C10 = Compensador 2-8 pF	
C11 = 1.000 pF cerámico	
C12 = 10 microF. electrolítico	

**NOTA** Todas las resistencias utilizadas en este circuito son de 1/4 vatio.

Para generar una señal de tracking a 66,1 MHz a partir de la frecuencia del oscilador local hay que sustraer de la frecuencia del oscilador local el valor fijo de la primera MF, esto es:

$$500 - 433,9 = 66,1 \text{ MHz}$$

En la práctica conseguimos que el Analizador esté sintonizado a una frecuencia de 66,1 MHz y, al mismo tiempo, en el tracking estará disponible una señal de la misma frecuencia.

## ESQUEMA ELÉCTRICO

La función de conversión de frecuencia es realizada en nuestro circuito por un integrado NE.602, equivalente al SA.602, que en el esquema eléctrico de la Fig.3 está referenciado como IC1.

Es el resonador de onda de superficie (SAW) FC1 al que, conectado al oscilador interno de IC1, obliga a este último a generar una frecuencia estable de 433,92 MHz.

Esta frecuencia se mezcla con la frecuencia variable generada por el oscilador local del Analizador LX.1431, obteniendo así una tercera frecuencia igual a la diferencia entre los dos valores.

El FET FT1 tiene la función de asegurar una alta impedancia de entrada suficiente, de forma que una vez conectado al oscilador local no se sobrecargue y se adapte perfectamente a la impedancia de entrada del integrado IC1.

**NOTA** La conexión entre el oscilador local del Analizador de espectro LX.1431 y el Generador Tracking se ha de realizar mediante un cable apantallado tipo RG.174 con una longitud no superior a 15 cm.

La débil señal disponible en la salida del mezclador IC1 (terminal 4) es amplificada en potencia unos 12-13 dB por el primer amplificador monolítico MAV.11 (IC2).

Antes de amplificarse de nuevo la señal es filtrada mediante un filtro paso-bajo formado por L2-C17-L3-C18-L4-C19, diseñado para una frecuencia de corte de 350 MHz.

Este filtro atenúa las frecuencias superiores a 350 MHz presentes en la salida del mezclador

IC1 ocasionadas por la suma entre la señal del oscilador local y la señal del oscilador SAW.

Por último, antes de alcanzar el conector de salida, la señal se amplifica nuevamente otros 12-13 dB mediante otro MAV.11 (IC3).

Esta etapa dispone de un regulador de ganancia obtenido mediante el control de la corriente de realimentación de esta amplificador a través del transistor PNP TR1. De esta forma mediante el trimmer R10 se puede regular la amplitud de la señal de salida para ajustarla a cualquier condición.

La potencia de la señal de salida pueda llegar hasta un máximo de -20 dBm. Mediante el trimmer R10 pueda atenuarse 20 dB.

El circuito se alimenta con una tensión de 12 voltios y una corriente de 130-170 mA, por lo que se pueda conectar perfectamente al Alimentador LX.1432 incluido dentro del mueble del Analizador de espectro.



Fig.4 Para construir la bobina L1 hay que envolver 2 espiras de cable de cobre de 0,5 mm de sección sobre un soporte de 3 mm de diámetro. Las espiras se han de espaciar para obtener una longitud total de 2 mm.

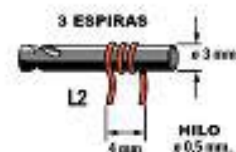


Fig.5 Para construir la bobina L2 hay que envolver 3 espiras de cable de cobre de 0,5 mm de sección sobre un soporte de 3 mm de diámetro. Las espiras se han de espaciar para obtener una longitud total de 4 mm.

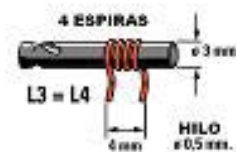


Fig.6 Para construir L3 y L4 hay que envolver 4 espiras de cable de cobre de 0,5 mm de sección sobre un soporte de 3 mm de diámetro. Las espiras se han de espaciar para obtener una longitud total de 4 mm.

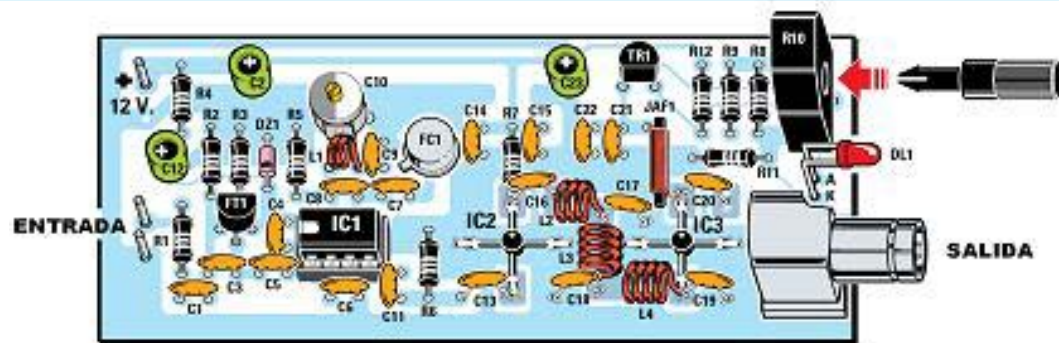


Fig.7 Esquema de montaje práctico del Generador Tracking LX.1699. En el kit se proporciona un mando de ajuste para poder regular el trimmer R10 sin necesidad de un destornillador. Este control lo hemos sacado al exterior (ver Fig.24) ya que permite ajustar la potencia de la señal de salida.

## REALIZACIÓN PRÁCTICA

Antes de comenzar la soldadura de componentes en el circuito impreso es aconsejable realizar las bobinas que incluye el proyecto. En el kit se proporciona el cable de cobre de 0,5 mm de diámetro necesario para realizar las cuatro bobinas L1-L2-L3-L4.

Todas las bobinas van envueltas al aire con un diámetro de 3 mm, por lo que para realizarlas es conveniente disponer, por ejemplo, de una broca de este diámetro (ver Figs-4-6).

Para la bobina L1 hay que envolver 2 espiras espaciándolas de tal modo que de extremo a extremo la longitud sea de 2 milímetros. Para la bobina L2 hay que envolver 3 espiras espaciándolas de tal modo que de extremo a extremo la longitud sea de 4 milímetros. Para las bobinas L3 y L4 hay que envolver 4 espiras espaciándolas de tal modo que de extremo a extremo la longitud sea de 4 mm.

Utilizando una lima o papel de lija hay que raspar los terminales de las bobinas para quitar el esmalte aislante que protege el cable y, después, estañar las zonas raspadas.

Las bobinas ya están listas. El montaje de los componentes en el impreso LX.1699 puede comenzar.

Debido al tamaño de los amplificadores monolíticos MAV.11 (IC2-IC3) es conveniente comenzar el montaje con su instalación. Sus terminales se sueldan directamente a las pistas del impreso, orientando sus pequeños puntos de referencia hacia arriba (ver Fig.2).

Ato seguido se puede montar el zócalo de 8 terminales que sustentará IC1 y todas las resistencias.

Es el momento de montar los condensadores cerámicos y, a continuación, los condensadores electrolíticos, todos de 10 microfaradios, respetando en este caso la polaridad de sus terminales (en correspondencia al terminal negativo hay un símbolo - serigrafado).

**NOTA** Si se tienen dificultades en reconocer los valores de los condensadores cerámicos o de las resistencias se pueda recurrir a las herramientas de identificación disponibles en la sección UTILIDADES de página Web de N.Electrónica ([www.nuevaelectronica.com](http://www.nuevaelectronica.com)).

Por fin ha llegado el momento de instalar las 4 bobinas anteriormente confeccionadas, además de la impedancia JAF1.

Es el turno de los semiconductores: El diodo zéner DZ1 se instala entre las resistencias R3 y R5 orientando hacia abajo su franja de referencia, el FET FT1 se monta orientando la parte plana de su cuerpo hacia arriba y el transistor TR1 orientando hacia abajo la parte plana de su cuerpo.

El montaje pueda continuar con la instalación del resonador SAW FG1 (cuyo pequeño saliente de referencia ha de orientarse hacia la parte inferior-izquierda), del compensador C10 y del trimmer R10, que incluye un pequeño elemento de ajuste que se ha de instalar una vez montado el impreso en el mueble contenedor.

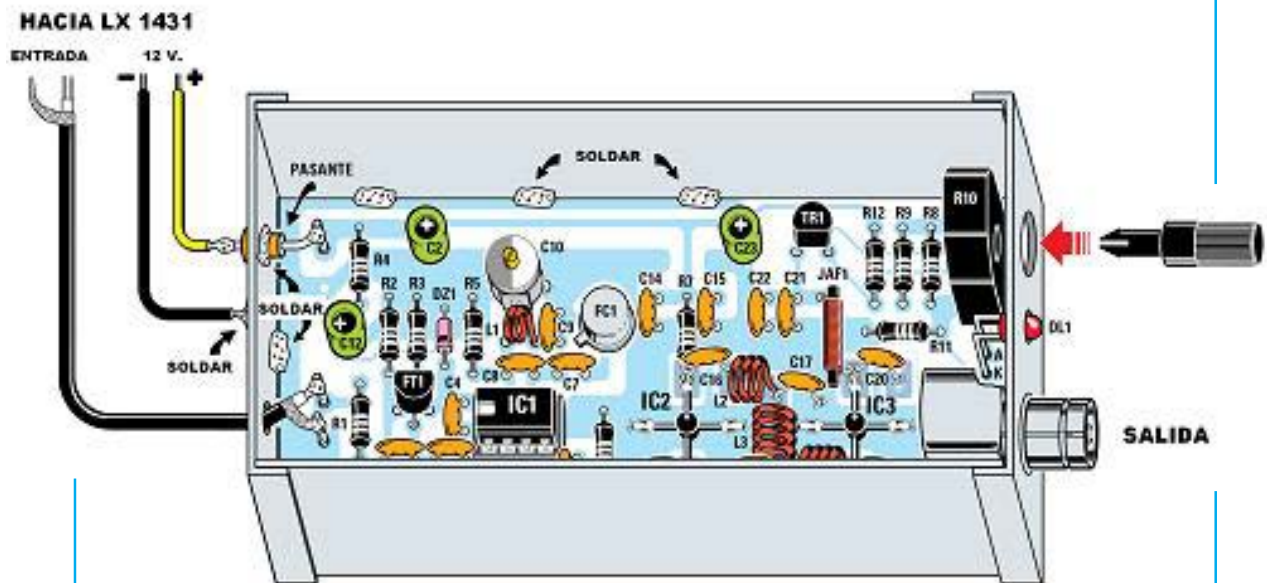


Fig.8 El Generador Tracking se instala en un mueble completamente metálico, que proporcionalamos perforado, ya que tiene la función de apantallar el circuito de cualquier señal externa. Por esta misma razón el impresor debe soldarse directamente al mueble. Para el terminal positivo de alimentación se utiliza un conector pasante, mientras que el terminal negativo se conecta directamente al mueble contenedor.



Fig.9 Aspecto de una placa prototipo del Generador instalada dentro de su mueble contenedor metálico.

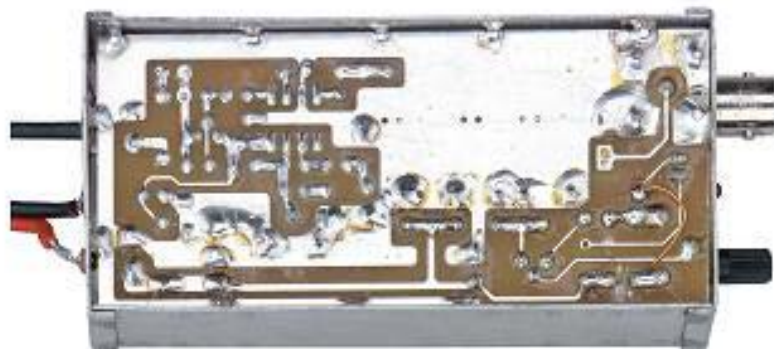


Fig.10 El circuito impreso ha de soldarse a la carcasa metálica del mueble por ambos lados.

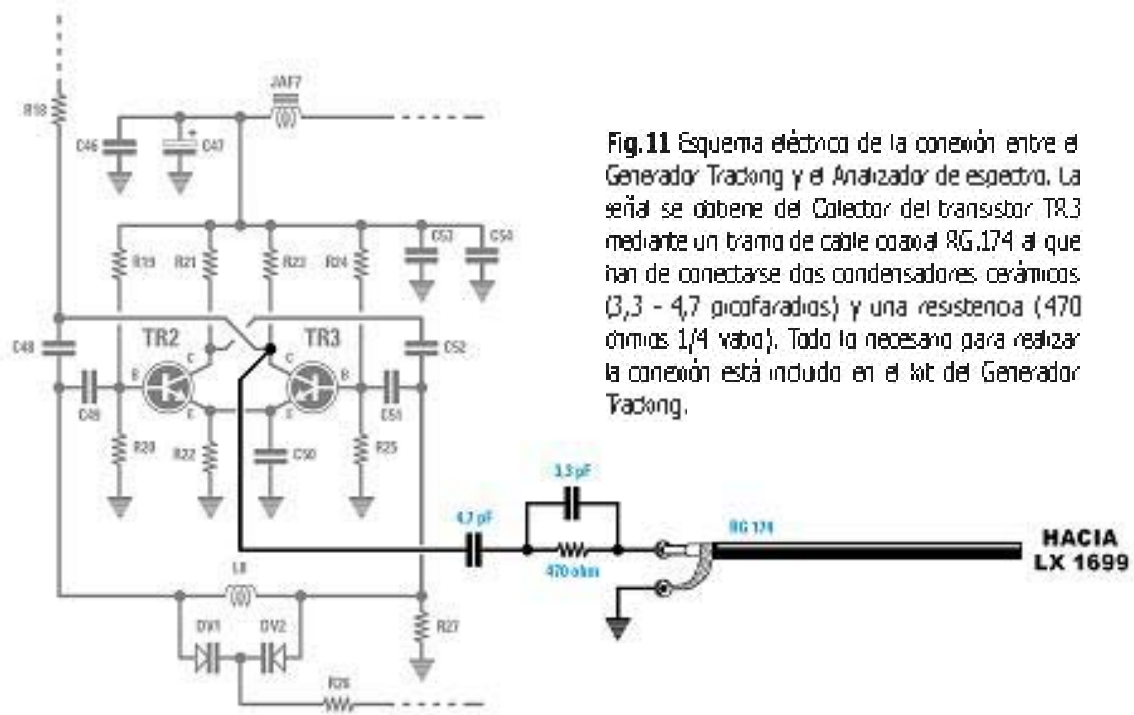


Fig.11 Esquema eléctrico de la conexión entre el Generador Tracking y el Analizador de espectro. La señal se obtiene del Colector del transistor TR3 mediante un tramo de cable coaxial RG.174 al que han de conectarse dos condensadores cerámicos (3,3 - 4,7 picofaradios) y una resistencia (470 ohms 1/4 vata). Todo lo necesario para realizar la conexión está incluido en el kit del Generador Tracking.

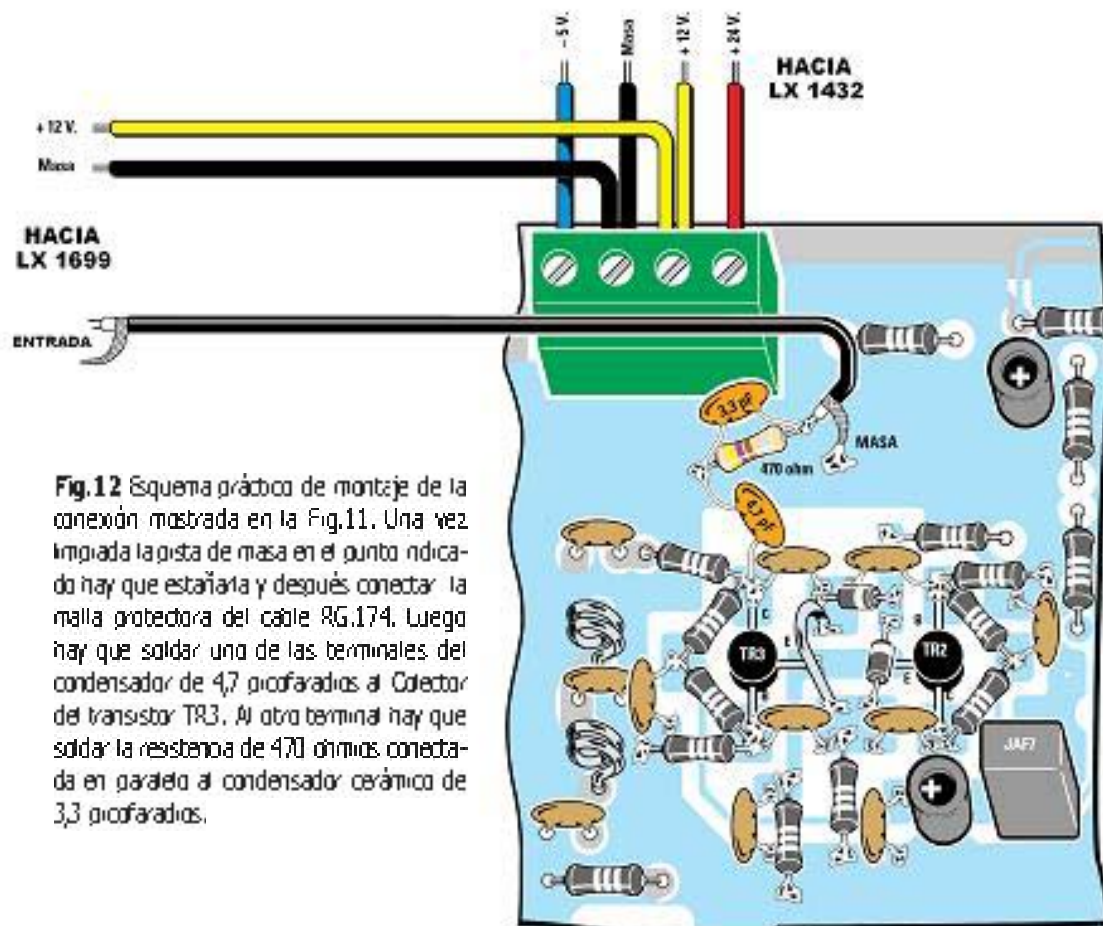


Fig.12 Esquema práctico de montaje de la conexión mostrada en la Fig.11. Una vez limpiada la pista de masa en el punto indicado hay que estañarla y después conectar la malla protectora del cable RG.174. Luego hay que soldar uno de las terminales del condensador de 4,7 picofaradios al Colector del transistor TR3. Al otro terminal hay que soldar la resistencia de 470 ohms conectada en paralelo al condensador cerámico de 3,3 picofaradios.

El diodo LED DL1 se ha de instalar prácticamente sin acortar sus terminales, ya que posteriormente hay que doblarlo en forma de L y hacer salir su cabezal por uno de los lados del mueble contenedor.

Ha llegado el momento de soldar los tres terminales tipo pin, uno para el positivo de alimentación, otro para la entrada de la señal y otro para la toma de masa.

Por último solo queda soldar el conector BNC de salida e instalar el integrado IC1 en su zócalo correspondiente, orientando su muesca de referencia en forma de U hacia la izquierda.

### MONTAJE en el MUEBLE

El mueble contenedor que proponemos para este circuito es completamente metálico ya que tiene la función de apantallar todo el circuito.

Una vez instalado el circuito impreso en su interior hay que soldarlo a la carcasa tal como se muestra en el esquema de la Fig.8 y en las fotografías de las Figs.9-10.

Por el lado derecho del mueble, que proporcionamos perforado, hay que hacer salir el conector BNC, al que se conecta el circuito a analizar, y el cabezal del diodo LED. También ha de sobresalir el eje de ajuste del trimmer R10.

En el otro lado hay que instalar la toma pasante para el positivo de alimentación y realizar las conexiones tal como se muestra en la Fig.8.

Fuente que el circuito está conectado a masa mediante soldaduras el cable negativo de alimentación se suelda directamente a la carcasa metálica del mueble contenedor.

Para la entrada de la señal hay que utilizar un trozo de cable RG.174. Ahora bien, antes de conectarlo al circuito del Generador Tracking LX.1699 hay que prepararlo.

En primer lugar hay que pelar la cubierta externa y luego la interna, dejando al descubierto en torno a medio centímetro del cable central.

Luego hay que enrollar los hilos de la malla para asegurar que ninguno haga cortocircuito. Una vez apartados los hilos de malla hay que enrollar los hilos del cable central y estañarlos para facilitar su conexión.

Llegado este punto ya se puede abrir el mueble del Analizador. En su lado izquierdo hay que realizar un pequeño agujero sobre la clema.

Acto seguido hay que limpiar la pista de masa del circuito LX.1431 en el punto indicado en la Fig.12 y estañarla. Después hay que conectar la malla protectora del cable RG.174.

Para obtener la señal hay que soldar uno de los terminales del condensador de 4,7 picofaradios al Colector del transistor TR3.

Al otro terminal hay que soldar la resistencia de 470 ohmios conectada en paralelo al condensador cerámico de 3,3 picofaradios (ver Fig.12).

Ahora ya se puede conectar el cable central al punto de unión entre la resistencia y el condensador de 3,3 picofaradios.

El otro extremo del cable coaxial se conecta a los terminales tipo pin dispuestos en el circuito LX.1699, tal como se muestra en la Fig.8.

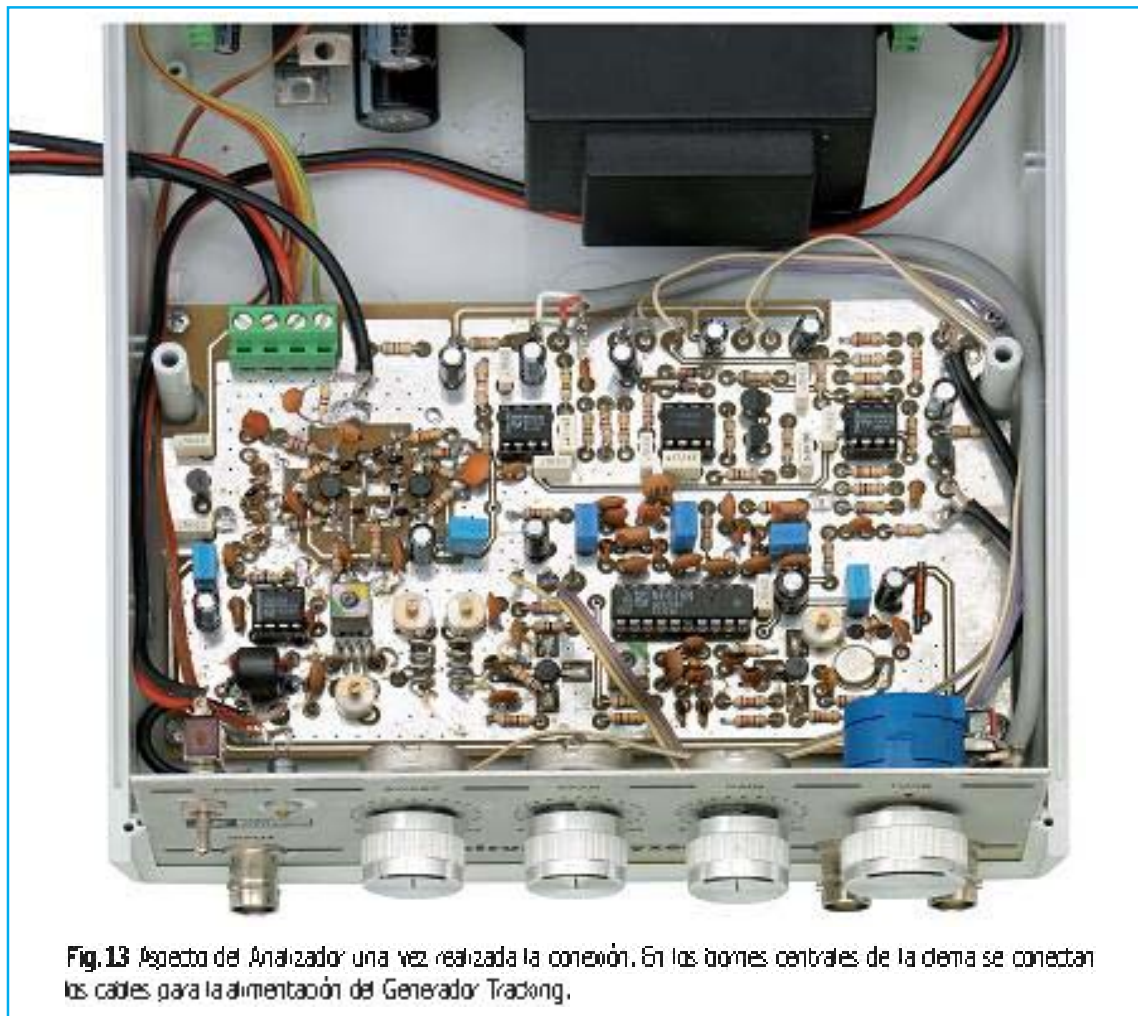
Antes de cerrar el mueble del Analizador hay que conectar los cables de alimentación procedentes del circuito LX.1699 a los contactos centrales de la clema presente en el circuito LX.1431 (ver Fig.12).

Antes de cerrar el mueble metálico del Generador Tracking hay que ajustar el compensador C10 siguiendo las indicaciones que detallamos a continuación.

### AJUSTE del COMPENSADOR C10

Para realizar el ajuste del compensador es necesario disponer los controles del Analizador LX.1431 de la siguiente forma: El mando GAIN y el mando SPAN han de girarse al máximo. La posición de los mandos SWEEP y TUNE son irrelevantes para este ajuste.





**Fig.13** Aspecto del Analizador una vez realizada la conexión. En los bornes centrales de la dema se conectan los cables para la alimentación del Generador Tracking.

Las salidas X-Y del Analizador han de conectarse a las correspondientes entradas X-Y del osciloscopio mediante dos cables coaxiales provistos de conectores BNC.

Como expusimos detalladamente en la revista N°192, independientemente de si vuestro osciloscopio es monocanal o de doble canal, hay que hacer operativas las entradas X-Y ajustando el mando Time/Div. o desplazando el conmutador a la posición X-Y.

Los dos mandos Volta/Div. del osciloscopio han de ajustarse a la posición 0,5 voltios/Div. mientras que las entradas han de disponerse para medir tensión continua (DC).

Ya solo queda conectar el BNC de salida del Generador Tracking al BNC de entrada del Analizador de espectro utilizando un cable coaxial provisto de conectores BNC.

El trimmer R10 debe girarse completamente en sentido de las agujas del reloj para tener en la salida la máxima potencia.

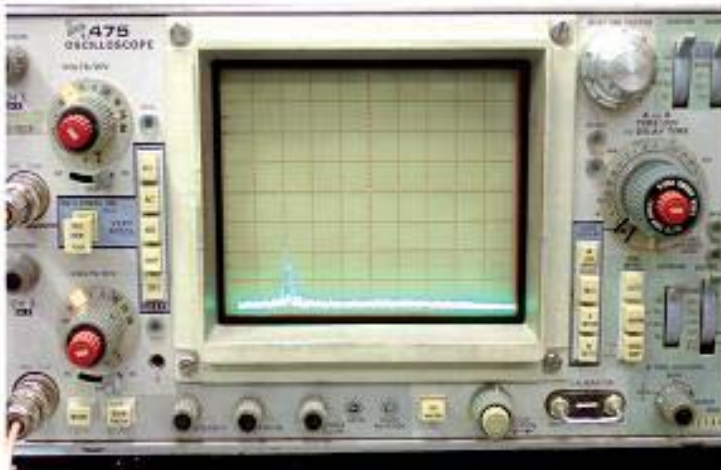
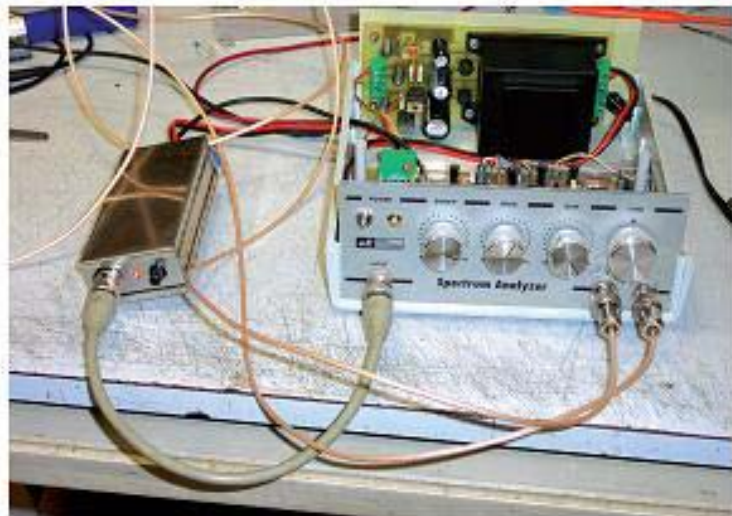
Ahora todo está listo, si bien en la pantalla del osciloscopio no aparecerá la señal, sino un "ruido", como se evidencia en la Fig.15.

Con un pequeño destornillador hay que girar el cursor del compensador C10 hasta visualizar una señal en salida, es decir una línea horizontal como la mostrada en la Fig.16.

Es posible que nada más conectar los dispositivos aparezca esta señal. Esto significaría que el compensador C10 estaba ya ajustado.

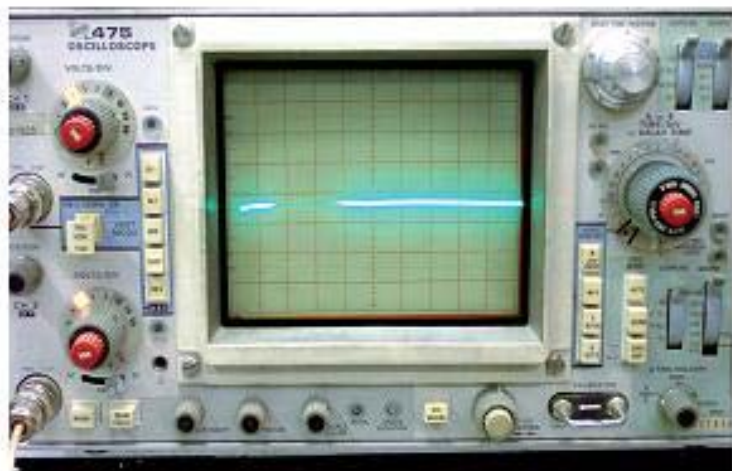
Llegado este punto ha terminado el ajuste del Generador Tracking. El mueble ya se pueda cerrar.

**Fig.14** Para ajustar el compensador C10 hay que conectar el Generador al Analizador y este último a las entradas X.Y de un osciloscopio.



**Fig.15** Es posible que el compensador C10 esté ajustado sin necesidad de retocar. Si no fuera así en la pantalla del osciloscopio aparecerá ruido, pero no la señal.

**Fig.16** Una vez girado el cursor del trimmer R10 completamente en sentido de las agujas del reloj para obtener en la salida la máxima potencia, hay que regular el compensador C10 hasta visualizar una señal similar a la aquí mostrada.



Como hemos indicado al principio del artículo las aplicaciones de este circuito son muy numerosas. Seguidamente exponemos dos a modo de ejemplo.

### PROBAR un FILTRO

Establecer únicamente mediante cálculos teóricos la frecuencia de corte de los filtros solo pueda proporcionar valores aproximados, fundamentalmente por la tolerancia de los componentes. Con el Generador Tracking podemos determinar la frecuencia de corte exacta del filtro.

Para demostrar esta afirmación hemos montado un filtro pasa-banda formado por dos inductancias en serie y por dos compensadores (ver Fig. 17).

A continuación hemos conectado el filtro entre la salida del Generador Tracking y la entrada del Analizador de espectro para visualizar en la pantalla del osciloscopio la curva de respuesta.

Ajustando con un destornillador los compensadores se puede modificar la frecuencia central del filtro. En efecto, la curva se desplazará hacia la derecha o hacia la izquierda en función de la capacidad de los compensadores.

Obviamente el filtro tendrá una curva mejor cuando las frecuencias de resonancia de las dos redes LC tiendan a ser iguales.

Otro interesante experimento que se puede realizar es probar a separar o acercar las dos bobinas entre sí.

En este caso se observará en la pantalla del osciloscopio que la banda pasante del filtro cambia mientras que la frecuencia central permanece fija.

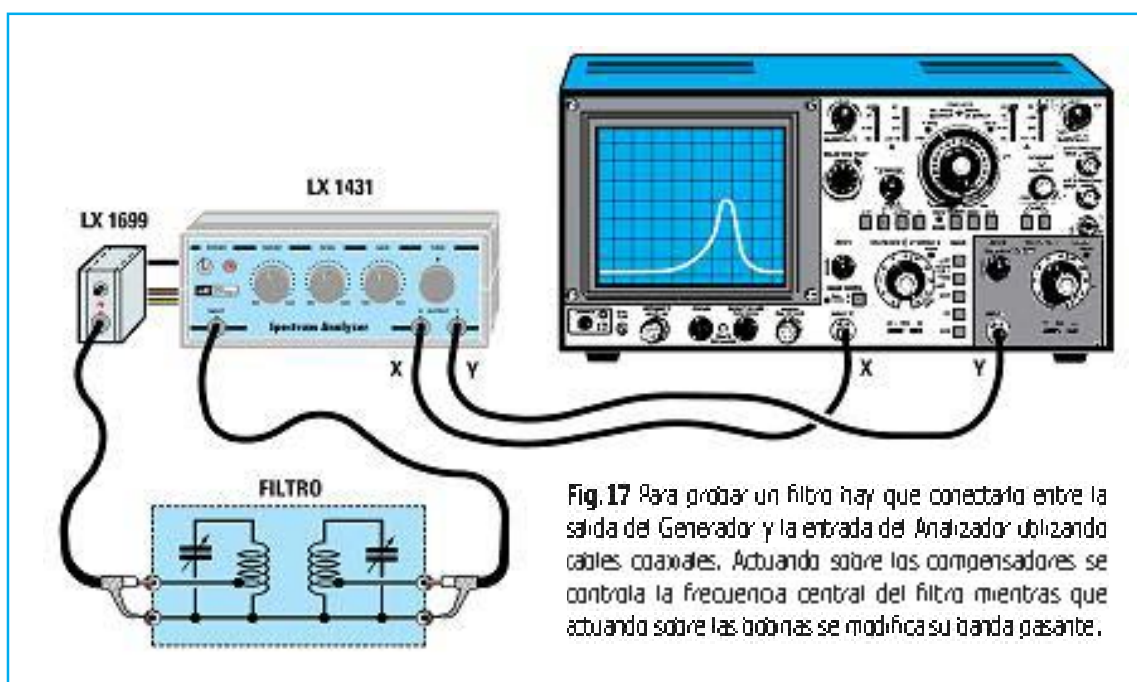
También podremos posicionar los conectores cerca de las bobinas de sintonía para verificar el efecto que se produce.

Todas estas medidas también pueden ser realizadas utilizando cualquier transformador de media frecuencia.

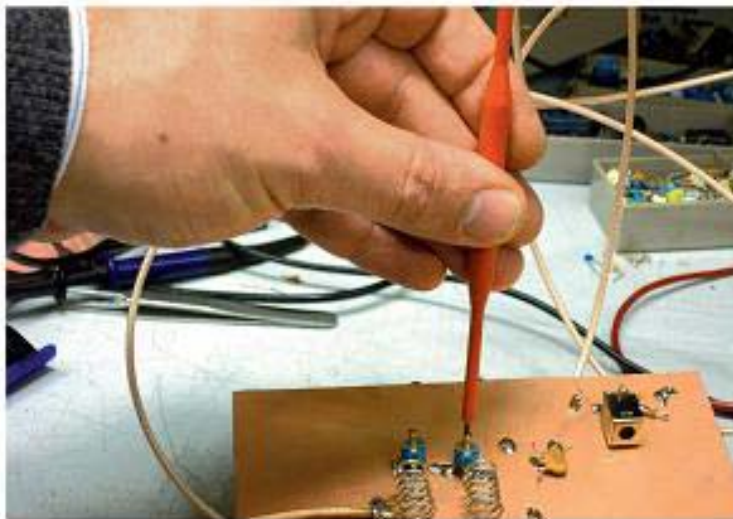
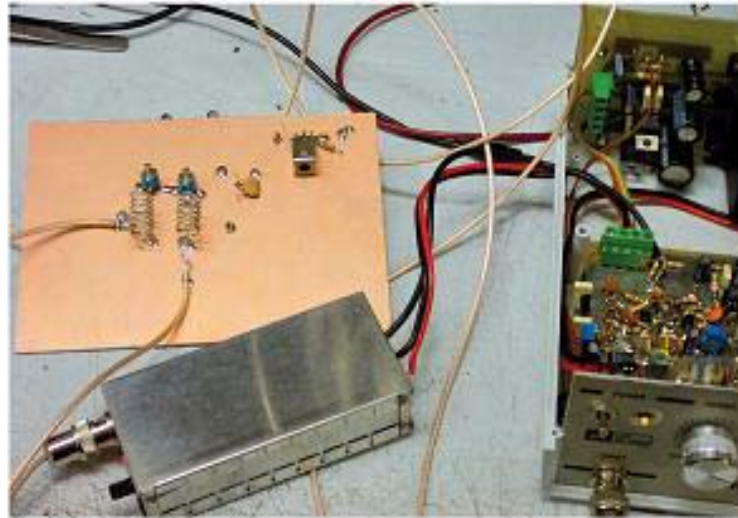
### DETERMINAR la FRECUENCIA de RESONANCIA de una ANTENA

Con el Generador Tracking y un puente reflectométrico se puede determinar la frecuencia de trabajo de una antena así como la calidad de una carga resistiva.

Para esta aplicación se puede utilizar puente reflectométrico presentado la revista N°191 con la referencia LX.1429.

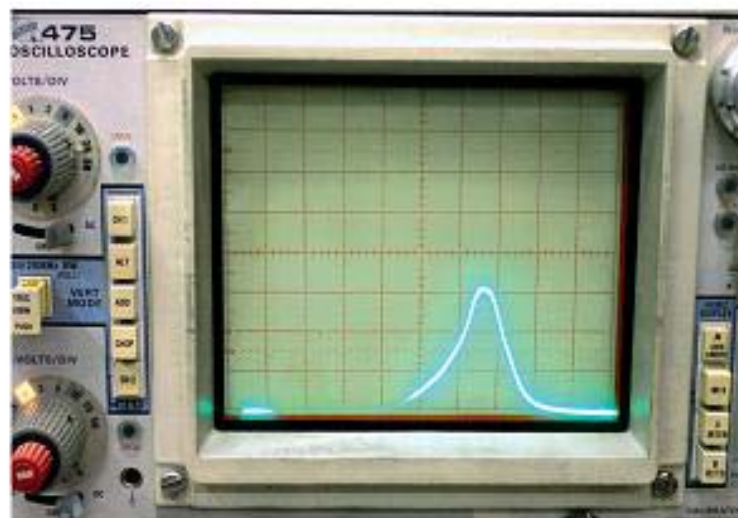


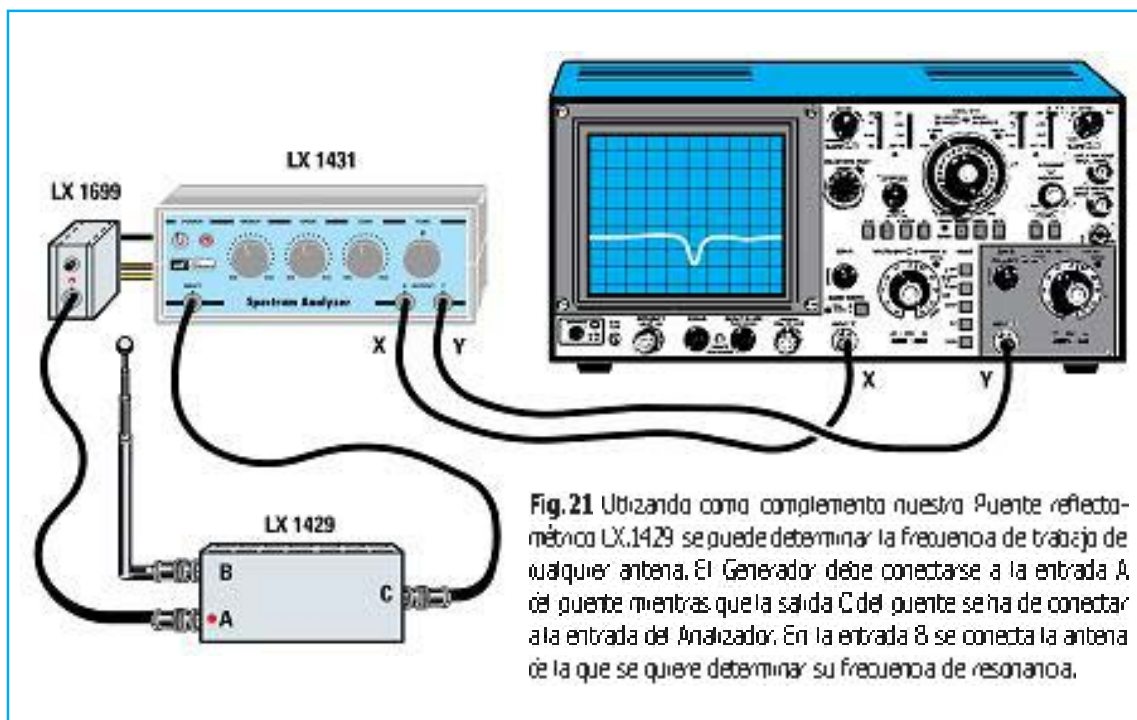
**Fig.18** Para realizar nuestras pruebas hemos soldado sobre una placa de cobre el filtro cuyo esquema eléctrico se muestra en la Fig.17. Está compuesto por dos bobinas en serie y por dos compensadores.



**Fig.19** Para ajustar los cursores de los compensadores hay que utilizar un destornillador con mango de plástico evitando así introducir en el circuito capacidades parásitas.

**Fig.20** En la pantalla se muestra la frecuencia central. La mejor curva del filtro se obtiene cuando las frecuencias de resonancia son iguales.





**Fig.21** Utilizando como complemento nuestro Puente reflectométrico LX.1429 se puede determinar la frecuencia de trabajo de cualquier antena. El Generador debe conectarse a la entrada A del puente mientras que la salida C del puente se ha de conectar a la entrada del Analizador. En la entrada B se conecta la antena de la que se quiere determinar su frecuencia de resonancia.

El puente debe conectarse como se muestra en la Fig.21:

- Generador Tracking (conector A)
- Analizador de espectro (conector C)
- Antena (conector B)

En la pantalla del osciloscopio se pueda ver la frecuencia de sintonía de la antena, que corresponde a la frecuencia en la que el nivel de la curva del Generador Tracking es el más bajo.

Además se pueda analizar como la curva queda influenciada por la presencia de una base de masa puesta bajo la antena, por ejemplo acercando una placa vigán de circuito impreso.

## CONCLUSIONES

Como se ha podido comprobar el Generador Tracking LX.1699 es un accesorio sencillo que pueda complementar perfectamente al Analizador de espectro LX.1431, potenciando sus ya numerosas funciones ... y a un precio realmente ajustado.

## PREGIOS del ANALIZADOR

LX.1431: Todos los componentes necesarios para realizar la etapa base, incluyendo los mandos y el circuito impreso, excluyendo la etapa de alimentación y el mueble ..... 105,48€

LX.1432: Todos los componentes necesarios para realizar la etapa de alimentación, incluyendo circuito impreso y cordón de alimentación ..... 37,98€

MO.1431: Mueble de plástico con panel perforado y serigrafiado ..... 19,41€

RG1.100: Dos cables coaxiales de 1 metro cada uno con conectores BNC para conectar el Analizador al osciloscopio ..... 13,10€

LX.1431: circuito impreso ..... 25,00€

LX.1432: circuito impreso ..... 9,77€

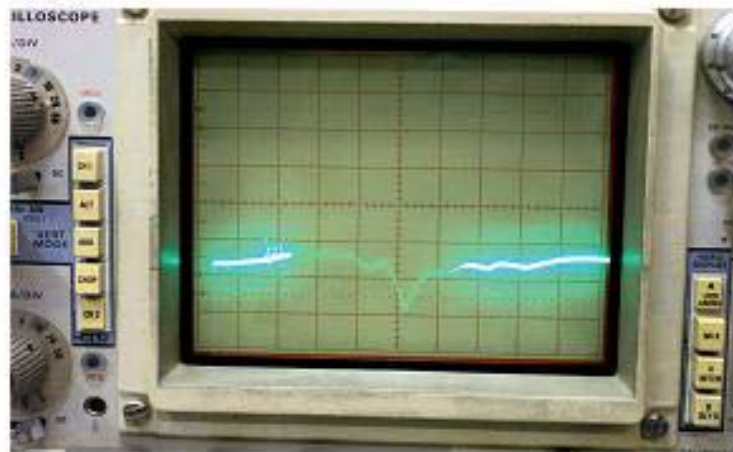
## ESTOS PREGIOS NO INCLUYEN I.V.A

Recordamos que las revistas Nº191-192 están aun disponibles al precio de 5,25 € (I.V.A. incluido).



**Fig. 22** En nuestras numerosas pruebas de laboratorio hemos utilizado también, obteniendo óptimos resultados, un puente reflectométrico comercial.

**Fig. 23** La frecuencia de sintonía de una antena corresponde al "punto" de la curva donde el Generador Tracking alcanza el valor más bajo.



**Fig. 24** El Generador Tracking está encerrado dentro un mueble contenedor metálico que lo apantalla completamente. El mueble se proporciona perforado.

### **PRECIO de REALIZACIÓN**

LX.1699: Precio de todos los componentes necesarios para la realización del Generador Tracking (ver Figs.7-10), incluyendo el circuito impreso, todos los componentes mostrados en las Figs.11-12 y al mueble contenedor metálico MTK.1699 perforado ..... 82,00€

LX.1699: Circuito impreso ..... 6,00€

RG1.05: Precio de un cable coaxial de 50 cm con conectores BNC indispensable para ajustar el compensador y para conectar al Generador Tracking LX.1699 al Analizador de espectro LX.1431 ..... 8,00€

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.**