



EL OSCILOSCOPIO

Para conocer el valor de una bobina o de una impedancia en microhenrios o milihenrios es indispensable disponer, en principio, de un impedancímetro. Muy pocas personas saben que para realizar este tipo de medida se puede utilizar también el osciloscopio, tal y como exponemos en este artículo.

Muy pocos conocen que es posible medir el valor de una bobina o de una impedancia utilizando un osciloscopio, ya que comúnmente se piensa que la única finalidad de este instrumento consiste en visualizar la forma, amplitud y frecuencia de una señal eléctrica.

En este artículo exponemos como con un osciloscopio y un Generador RF capaz de proporcionar frecuencias incluidas entre 50 KHz y 20-30 MHz es posible determinar con extrema facilidad y con muy buena precisión el valor, expresado en microhenrios o milihenrios, de una bobina o de una impedancia, la frecuencia de sintonía de una MF o la frecuen-

cia de sintonía de un Filtro Cerámico de 455 KHz o de 10,7 MHz.

OPERACIONES PRELIMINARES

La primera operación para realizar estas medidas consiste en ajustar los mandos de control del osciloscopio, tal y como se indica a continuación (ver Figs.2-3-4):

- Ajustar el selector Volts/Div. del canal CH1 a 50 milivolt/Div. (ver Fig.2) y poner el selector AC-GND-DC del canal CH1 en la posición AC (ver flecha B).
- Puesto que para esta medida normalmente se utiliza CH1 hay que presionar el pulsador CH1 de Vertical Mode (ver flecha D en la Fig.3).

- Ajustar el selector **Time/Div.** a un tiempo de **1 milisegundo** (ver Fig.4) de forma que se vea en pantalla la señal obtenida del **Generador RF** (ver Fig.9).

- Poner el selector **Trigger Source** en la posición **Normal** (ver flecha **G** en la Fig.3).

- Presionar el pulsador **Auto** del selector **Trigger Mode** (ver flecha **H** en la Fig.3). En algunos osciloscopios se utiliza un **conmutador rotativo** o de **palanca**.

- Poner el **conmutador** de la **sonda** del **osciloscopio** en la posición **x1** (ver Fig.6).

RESTO de OPERACIONES

Después de haber ajustado el osciloscopio como hemos indicado hay que conectar el cable de salida del **Generador RF** a la sonda del **osciloscopio** y ajustar el mando **RF OUT** (amplitud de la señal de salida) del **Generador RF** para que en la pantalla se muestre la señal con

- A: Entrada del canal CH1 (izquierda) y Entrada del canal CH2 (derecha).
- B: Selectores AC-GND-DC (Corriente Alterna - Masa - Corriente Continua).
- C: Selectores de Sensibilidad, medida en Volts/Div. (voltios por cuadro).
- D: Pulsadores VERTICAL MODE (ver Fig.3).
- E: Selector de la Base de Tiempos o Time/Div. (ver Fig.4).
- F: Selector TRIGGER COUPLING. Normalmente se posiciona en AC o DC.
- G: Selector TRIGGER SOURCE. Ha de seleccionarse la posición Normal (ver Fig.3).
- H: Selector TRIGGER MODE. Ha de seleccionarse la posición Auto (ver Fig.3).

como IMPEDANCÍMETRO

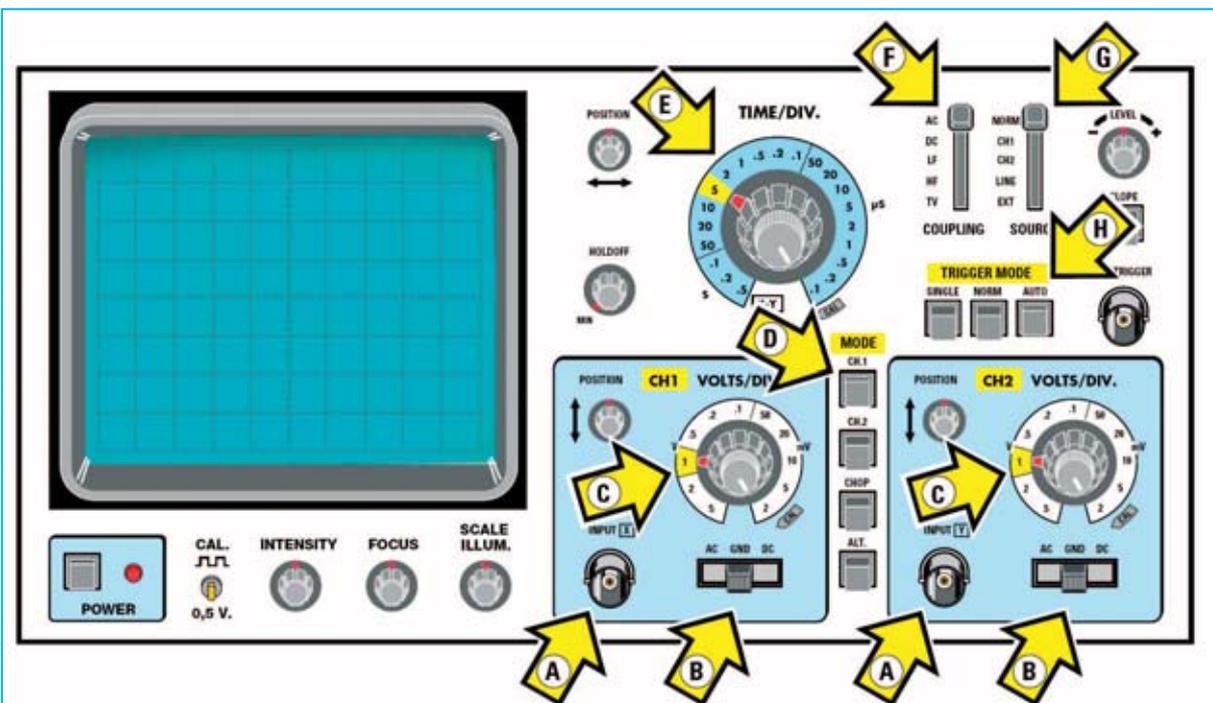


Fig.1 En la Leyenda adjunta se describen las funciones efectuadas por los diferentes controles disponibles en un osciloscopio común.

una amplitud correspondiente a unos **6-7 cuadros** en **vertical** (ver Fig.9).

Nosotros hemos seleccionado para el control **Volts/Div.** del canal **CH1** un valor de **50 milivoltios** (ver Fig.2) porque, incluso los modelos más básicos de **Generadores RF**, pueden proporcionar perfectamente una señal con una amplitud **400-500 milivoltios**.

Una vez ajustada la amplitud a **6-7 cuadros** en **vertical** (ver Fig.9) es aconsejable no volver a tocar el mando **RF OUT** del **Generador RF**.

MEDIR INDUCTANCIAS O IMPEDANCIAS

Para medir el valor de una **inductancia** o de una **impedancia** hay que conectar la salida del **Generador RF** a la **sonda** del **osciloscopio** a través de dos resistencias de **1.000 ohmios 1/4 vatio** conectadas en **serie** (ver Fig.5).

Entre la **unión** de las dos resistencias y **masa** se conecta la **inductancia** o **impedancia** de valor **desconocido** (ver Fig.7), aplicando en **paralelo** un **condensador** de **poliéster** de **1.000 picofaradios**.

En lugar del **condensador** de **poliéster** de **1.000 picofaradios** también se puede utilizar un **condensador cerámico** del mismo valor, eso sí teniendo presente que casi siempre los condensadores **cerámicos** sufren más **variaciones térmicas**, por lo que su capacidad podría alterarse al variar **temperatura**.

Una vez conectada la **impedancia** de valor desconocido entre el **Generador RF** y el **osciloscopio** como se indica en la Fig.7 hay que **variar** lentamente el **control** de **frecuencia** del **Generador RF**, comenzando con una frecuencia **baja**, unos **100 KHz**, hasta llegar a **20-30 MHz**, observando la **señal** que aparece en la pantalla del osciloscopio.

Inicialmente la **amplitud** de la señal que aparece en la pantalla del osciloscopio será muy **pequeña** (ver Fig.8). Según se **aumente** la **frecuencia** con el mando del **Generador RF** también irá **aumentado** la **amplitud** de la señal.

Una vez alcanzada la **amplitud máxima** (ver Fig.9) si se sigue aumentando la frecuencia del **Generador RF** la amplitud **disminuirá** (ver Fig.10).

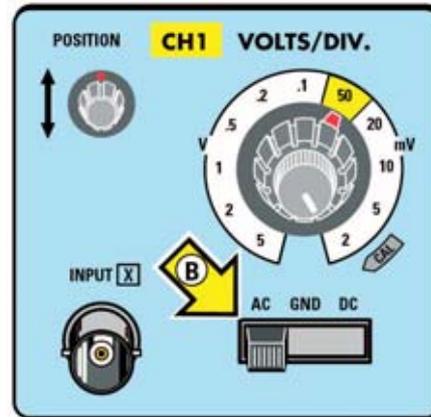


Fig.2 El selector Volts/Div. de CH1 ha de ajustarse a 50 milivoltios y la palanca AC-GND-DC ha de posicionarse en AC (ver flecha indicadora).

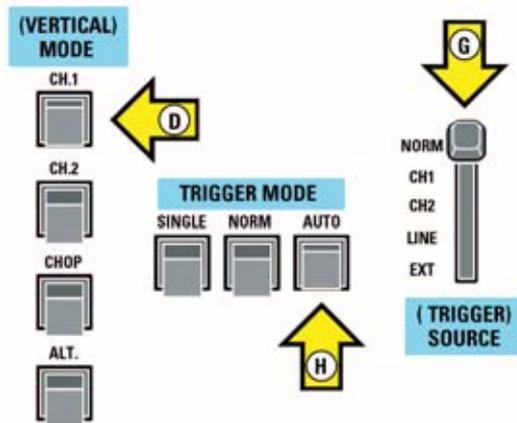


Fig.3 Hay que seleccionar CH1 en VERTICAL MODE (flecha D), AUTO en el selector TRIGGER MODE (flecha H) y NORMAL en el selector TRIGGER SOURCE (flecha G).

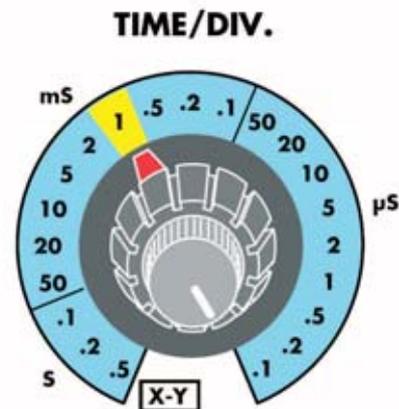


Fig.4 Para ver la señal con el aspecto mostrado en las Figs.8-9-10 hay que posicionar el control Time/Div. en 1 milisegundo.

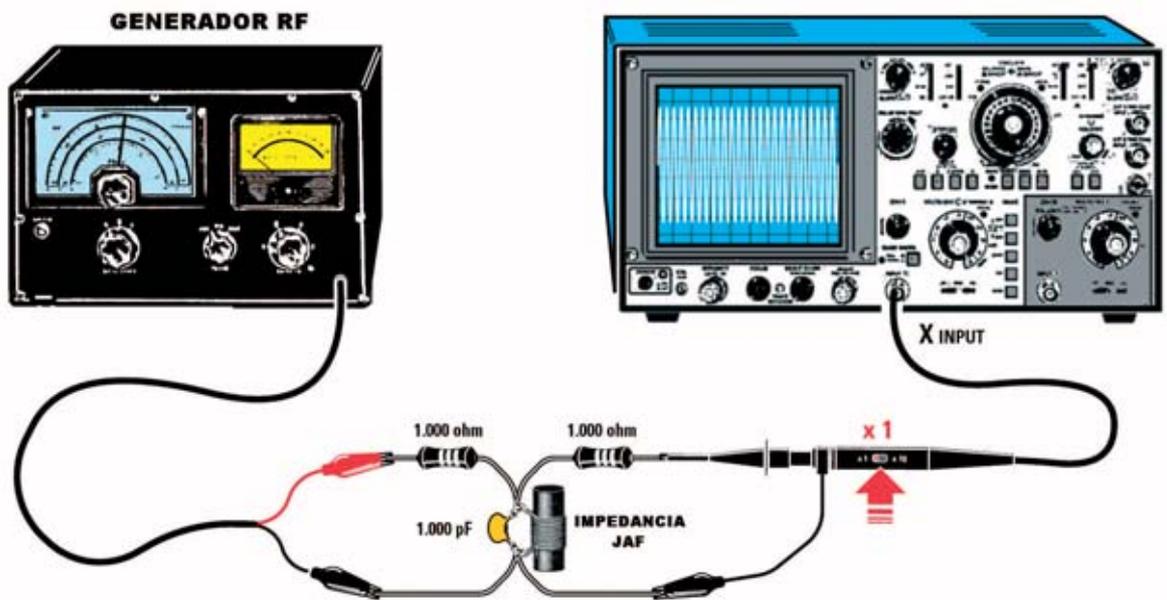


Fig.5 Para medir el valor de una inductancia o de una impedancia hay que conectar entre la salida del Generador RF y la sonda del osciloscopio dos resistencias de 1.000 ohmios 1/4 vatio en serie. A continuación hay que ajustar el mando RF OUT del Generador RF (amplitud de la señal de salida) de forma que la señal presente en el osciloscopio tenga una amplitud de 6-7 cuadros (ver Fig.9).

Fig.6 Es aconsejable poner el pequeño conmutador de palanca situado en la sonda del osciloscopio en la posición x1.

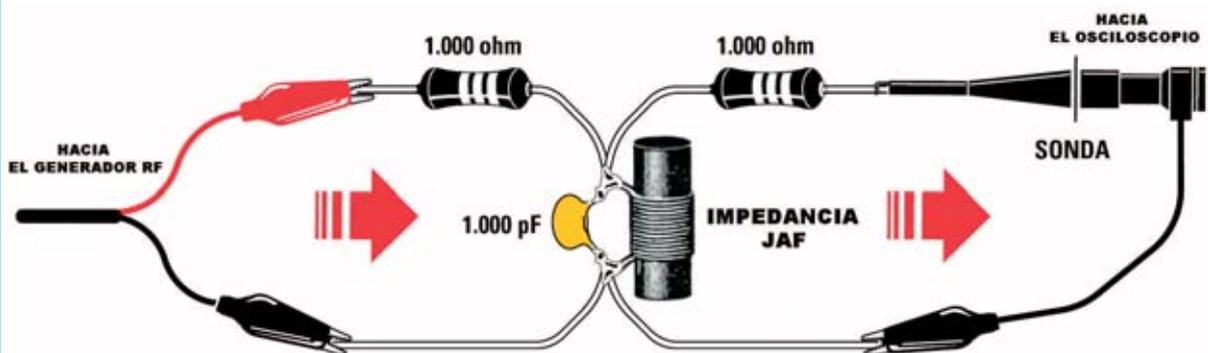
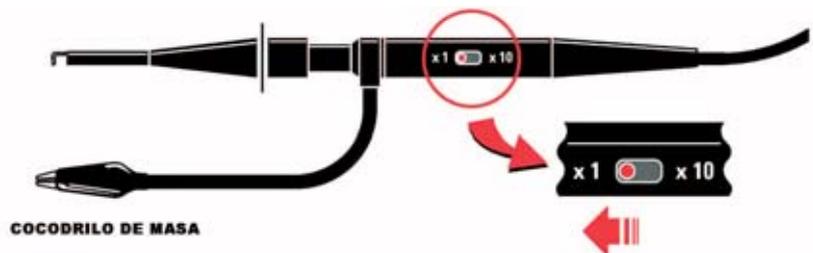


Fig.7 La inductancia o la impedancia de valor desconocido ha de conectarse entre la unión de las dos resistencias de 1.000 ohmios y masa, aplicando en paralelo un condensador de 1.000 picofaradios, preferiblemente de poliéster. En la pizarra reproducida en la Fig.16 se muestran todas las fórmulas utilizadas en los diferentes cálculos.

La frecuencia correspondiente a la **amplitud máxima** (ver Fig.9) es la **frecuencia de sintonía**. En ese momento hay que leer en el **Generador RF** el valor de la **frecuencia**.

Conociendo el valor de la **frecuencia de sintonía** para obtener el valor de la **inductancia** o de la **impedancia**, expresada en **microhenrios**, hay que utilizar la siguiente fórmula:

$$\text{microhenrios} = 25.300 : [(\text{MHz} \times \text{MHz}) \times \text{pF}]$$

Leyenda:

MHz: Valor de la **frecuencia de sintonía**, expresado en **Megahertzios**, correspondiente al momento en el que la señal mostrada en el osciloscopio alcanza su **máxima amplitud** (ver Fig.9). Este valor se eleva al **cuadrado**, de ahí que en la fórmula aparezca como **MHz x MHz**.

pF: Valor del condensador conectado en **paralelo** a la **impedancia** o a la **inductancia**, en nuestro caso **1.000 picofaradios**.

Suponiendo que la **amplitud** máxima (ver Fig.9) se ha alcanzado con una frecuencia de **2,32 MHz**, podemos afirmar que la **impedancia** tiene un valor de:

$$25.300 : [(2,32 \times 2,32) \times 1.000] = 4,7 \text{ microH}$$

En el caso de que el **Generador RF** indique una frecuencia de **2,33 MHz** se obtiene:

$$25.300 : [(2,33 \times 2,33) \times 1.000] = 4,66 \text{ microH}$$

En este caso también podemos afirmar que el valor de la impedancia es de **4,7 microhenrios**, ya que estos componentes tienen **tolerancias**.

FRECUENCIAS de SINTONÍA bajas (KHz)

Según **aumente** el valor de la **inductancia** o de la **impedancia** **descenderá** la **frecuencia de sintonía**. Incluso puede bajar de **1 MHz**, en cuyo caso es más conveniente expresar el valor de la frecuencia en **KHz** (ver **Tabla N°1**).

Para obtener valores en **microhenrios** utilizando valores de frecuencia expresados en **KHz** hay que **convertir** previamente la frecuencia a **MHz**, dividiendo el valor por **1.000**.

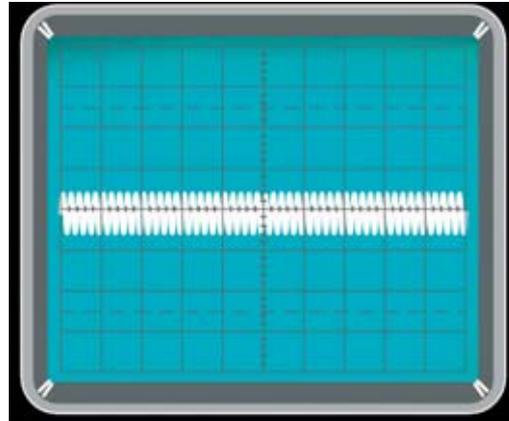


Fig.8 Conectando el osciloscopio al Generador RF tal como se indica en las Figs.7-11-12 en la pantalla del osciloscopio aparece una señal con poca amplitud.

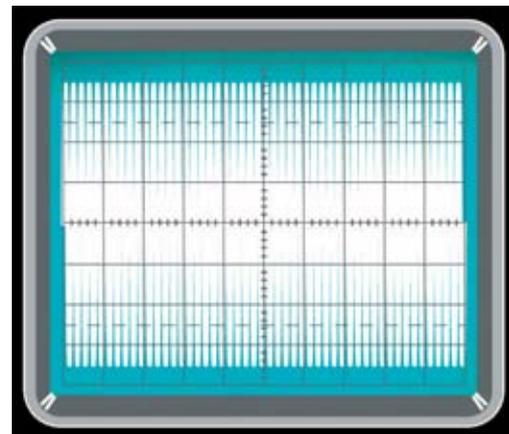


Fig.9 Ajustando la frecuencia del Generador RF se encontrará un valor que hace aparecer la señal con su amplitud máxima (6-7 cuadros).

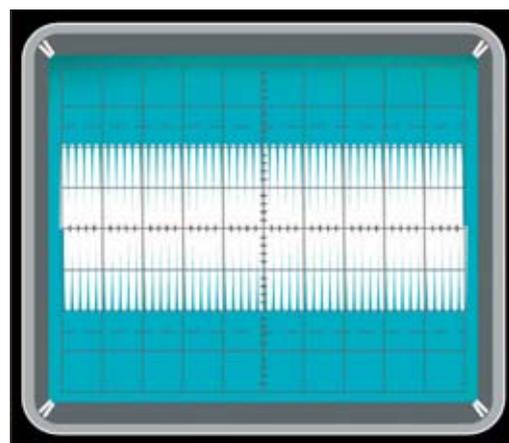


Fig.10 La amplitud máxima corresponde a la frecuencia de sintonía del circuito L/C. Si se cambia el valor de la frecuencia del Generador RF la amplitud se reducirá.

Suponiendo que el **Generador RF** indica una **frecuencia de sintonía** de **175 KHz** al convertirla a **MHz** se obtiene el siguiente valor:

$$175 : 1.000 = 0,175 \text{ MHz}$$

Que ya se puede incluir en la fórmula:

$$\text{microhenrios} = 25.300 : [(\text{MHz} \times \text{MHz}) \times \text{pF}]$$

Obteniendo, en este caso, un valor de:

$$25.300 : [(0,175 \times 0,175) \times 1.000] = 826 \text{ microH}$$

Teniendo en cuenta las **tolerancias** de los componentes **L/C** y de las **capacidades parásitas** podemos afirmar que la impedancia a medir tiene un valor estándar de **820 microhenrios**.

VALOR IMPEDANCIA	FRECUENCIA SINTONÍA	CONTROL VOLTS/DIV.
1,0 microH	5,03 MHz	5 milivolt
2,2 microH	3,39 MHz	5 milivolt
3,3 microH	2,76 MHz	5 milivolt
4,7 microH	2,32 MHz	5 milivolt
8,2 microH	1,75 MHz	5 milivolt
10 microH	1,59 MHz	5 milivolt
15 microH	1,30 MHz	5 milivolt
18 microH	1,18 MHz	5 milivolt
22 microH	1,07 MHz	5 milivolt
33 microH	875 KHz	5 milivolt
47 microH	735 KHz	5 milivolt
56 microH	673 KHz	5 milivolt
82 microH	555 KHz	5 milivolt
100 microH	500 KHz	50 milivolt
150 microH	410 KHz	50 milivolt
180 microH	375 KHz	50 milivolt
220 microH	340 KHz	50 milivolt
270 microH	300 KHz	50 milivolt
330 microH	275 KHz	50 milivolt
470 microH	230 KHz	50 milivolt
560 microH	210 KHz	50 milivolt
820 microH	175 KHz	50 milivolt
1,0 millIH	159 KHz	50 milivolt
2,2 millIH	107 KHz	50 milivolt
10 millIH	50 KHz	50 milivolt

NOTA Las frecuencias indicadas en esta Tabla son aproximadas ya que dependen de la precisión del Generador RF. Quienes deseen conseguir valores precisos tienen que leer la frecuencia utilizando un frecuencímetro digital.

En la **Tabla N°1** hemos indicado los valores de **frecuencia** del **Generador RF** en función del valor de la **impedancia**.

Cuando se quieran medir valores de **milihenrios**, que precisan utilizar **frecuencias** inferiores a **100 KHz**, es necesario utilizar un corriente **Generador BF** en lugar de un **Generador RF**.

AMPLITUD de SEÑAL BAJA

Midiendo **impedancias** o **inductancias** con valores de algunos **microhenrios** (ver **Tabla N°1**) con una sensibilidad de **50 milivoltios x cuadro** no se pueden conseguir señales que abarquen **6-7 cuadros**.

En estos casos para observar con claridad la señal correspondiente a la **frecuencia de sintonía** hay que ajustar el control **Volts/Div.** a valores de **5-10 milivoltios x cuadro**, o bien ajustar el mando **RF OUT** del **Generador RF** (amplitud de la señal de salida) de tal forma que la señal en la pantalla del osciloscopio cubra **6-7 cuadros** en **vertical** (ver Fig.9).

INDUCTANCIA sobre un NÚCLEO TOROIDAL

Para medir el valor de una **inductancia** hemos aconsejado conectarla entre la **unión** de dos **resistencias** de **1.000 ohmios** y **masa** (ver Fig.7).

Para conocer la **frecuencia de sintonía** de una bobina envuelta sobre un **núcleo toroidal** se puede adoptar la solución mostrada en la Fig.11, es decir aplicar a los contactos de la **bobina** a medir un **condensador** de **1.000 pF**, obteniendo en sus terminales la señal a aplicar al canal **CH1** del **osciloscopio**.

Sobre el **núcleo** hay que envolver provisionalmente **1 o 2 espiras**, utilizando cable de cobre **aislado** en **plástico**, conectando sus terminales a la salida del **Generador RF**.

Ajustando lentamente el mando de control de frecuencia del **Generador RF**, empezando por una frecuencia **baja** y subiendo a frecuencias **más altas**, hay que localizar el valor correspondiente a la **máxima amplitud** de la señal (ver Fig.9).

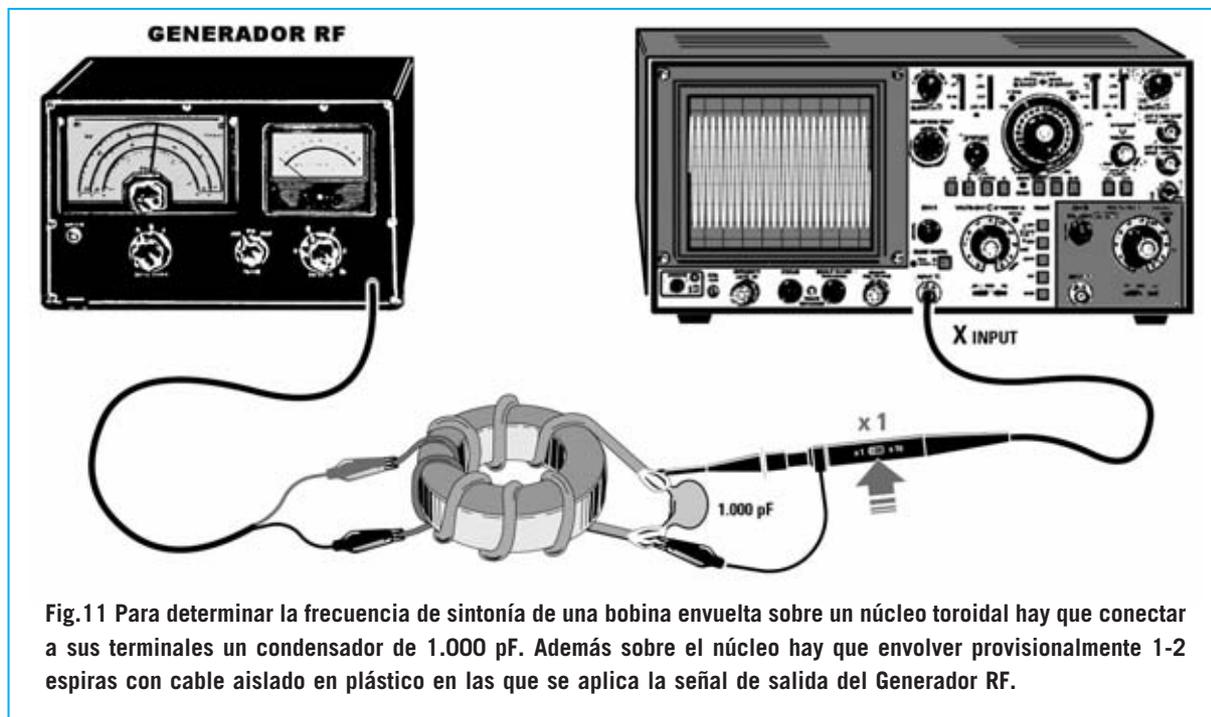


Fig.11 Para determinar la frecuencia de sintonía de una bobina envuelta sobre un núcleo toroidal hay que conectar a sus terminales un condensador de 1.000 pF. Además sobre el núcleo hay que envolver provisionalmente 1-2 espiras con cable aislado en plástico en las que se aplica la señal de salida del Generador RF.

Como ya hemos indicado la **amplitud máxima** corresponde a la **frecuencia de sintonía**. Una vez leída la frecuencia en el **Generador RF** se puede obtener el valor de la **inductancia** utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{microhenrios} = 25.300 : [(\text{MHz} \times \text{MHz}) \times \text{pF}]$$

Este mismo sistema, envolver **1** o **2 espiras** sobre el núcleo, se puede utilizar también para obtener el valor de la **inductancia** de una bobina envuelta sobre un **núcleo de ferroxcube** (ver Fig.12).

CAPACIDAD de SINTONÍA

A menudo ocurre que se conoce el valor de una **inductancia** o de una **bobina** y se quiere saber el valor de la **capacidad** a aplicar en **paralelo** para **sintonizar** el circuito **L/C** a un valor de **frecuencia** deseado.

La fórmula para determinar la **capacidad** del **condensador** es la siguiente:

$$\text{picofaradios} = 25.300 : [(\text{MHz} \times \text{MHz}) \times \text{microH}]$$

Suponiendo que se dispone de una **impedancia** de **22 microhenrios** y que se quiere sintonizar a una **frecuencia** de **3,2 MHz**, en paralelo a sus contactos hay que aplicar un condensador de:

$$25.300 : [(3,2 \times 3,2) \times 22] = 112 \text{ picofaradios}$$

Puesto que no se trata de un valor **estándar** se puede utilizar un condensador de **100 picofaradios** y un condensador de **10 pF** conectados en **paralelo**.

Antes de aplicar el condensador de 10 pF hay que controlar la frecuencia a la que se sintoniza el circuito con 100 pF ya que podría pasar que se sintonizase exactamente a 3,2 MHz a causa de las capacidades parásitas presentes en el circuito impreso.

FRECUENCIA de SINTONÍA de una MF

También puede suceder que se disponga de alguna **MF** de valor desconocido, es decir que no se sabe si es de **455 KHz**, **5,5 MHz** o de **10,7 MHz**.

Si se observan las **conexiones** de una **MF** se puede verificar que en un lado hay **2 terminales** mientras que en el lado opuesto hay **3 terminales** (ver Fig.14).

Los **2 terminales** corresponden al **secundario**, compuesto siempre por pocas espiras, mientras que los **3 terminales** corresponden al **primario**, compuesto por más espiras que

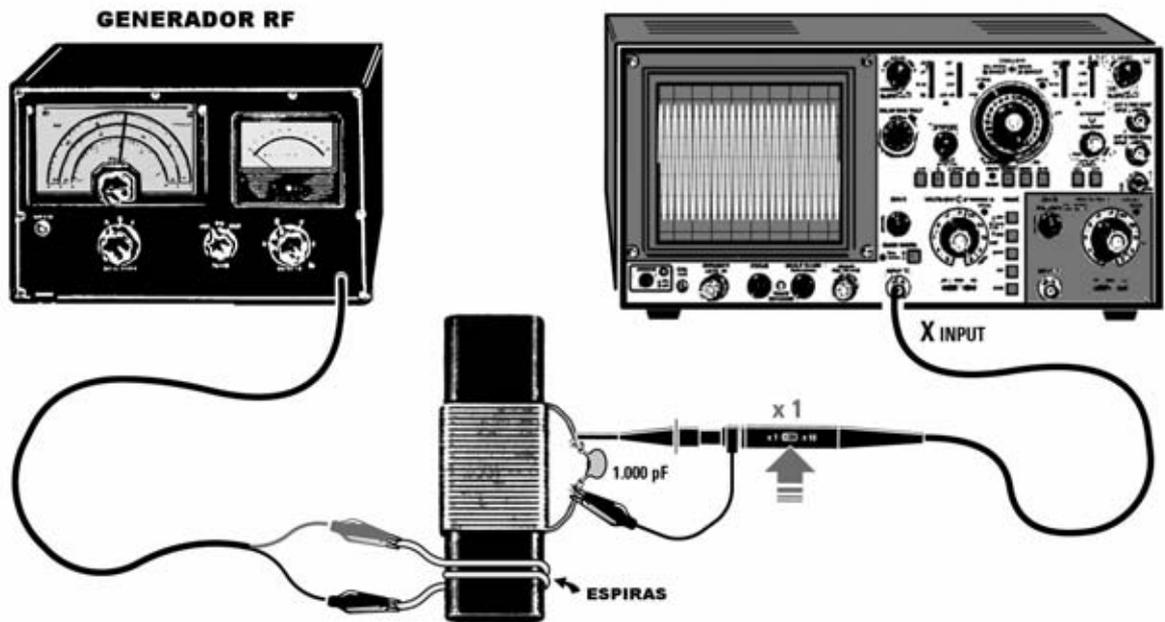


Fig.12 Para determinar la frecuencia de sintonía de una bobina envuelta sobre un núcleo ferroxcube también hay que conectar a sus terminales un condensador de 1.000 pF y envolver sobre el núcleo provisionalmente 1-2 espiras con cable aislado en plástico en las que se aplica la señal de salida del Generador RF. La frecuencia de sintonía también puede determinarse utilizando el sistema de dos resistencias de 1.000 ohmios mostrado en las Figs.7-13.

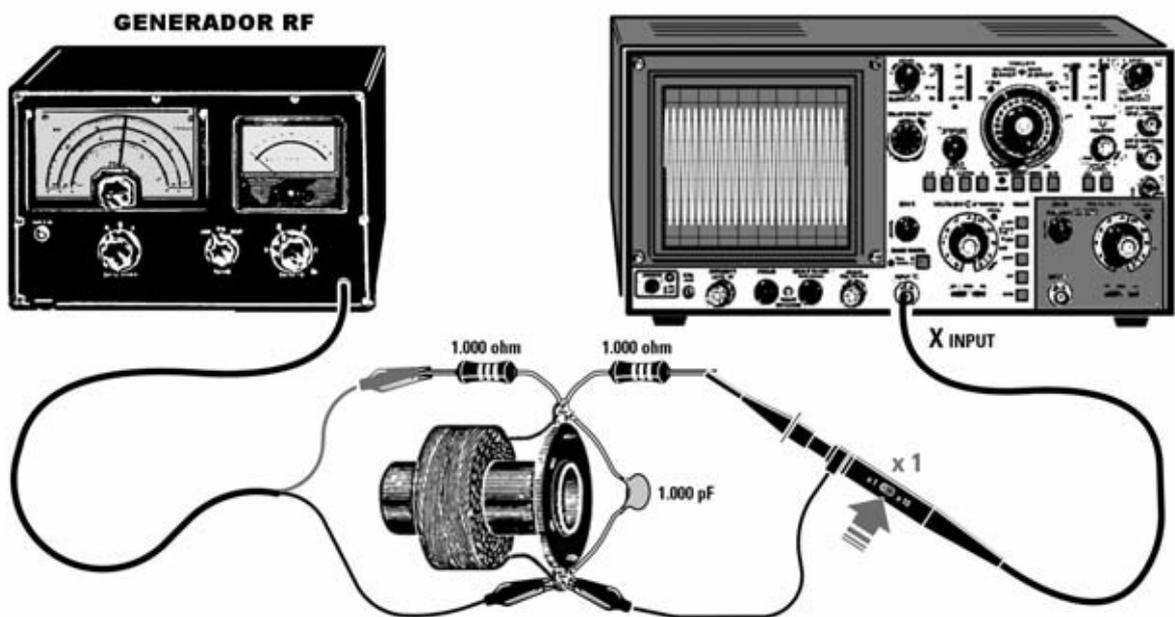


Fig.13 Para conocer la frecuencia de sintonía de una inductancia o de una impedancia la solución mejor consiste en utilizar dos resistencias de 1.000 ohmios, como se indica en la Fig.7, conectando también un condensador de 1.000 pF. Para obtener el valor en microhenrios o milihenrios se pueden utilizar las fórmulas mostradas en la Fig.16.

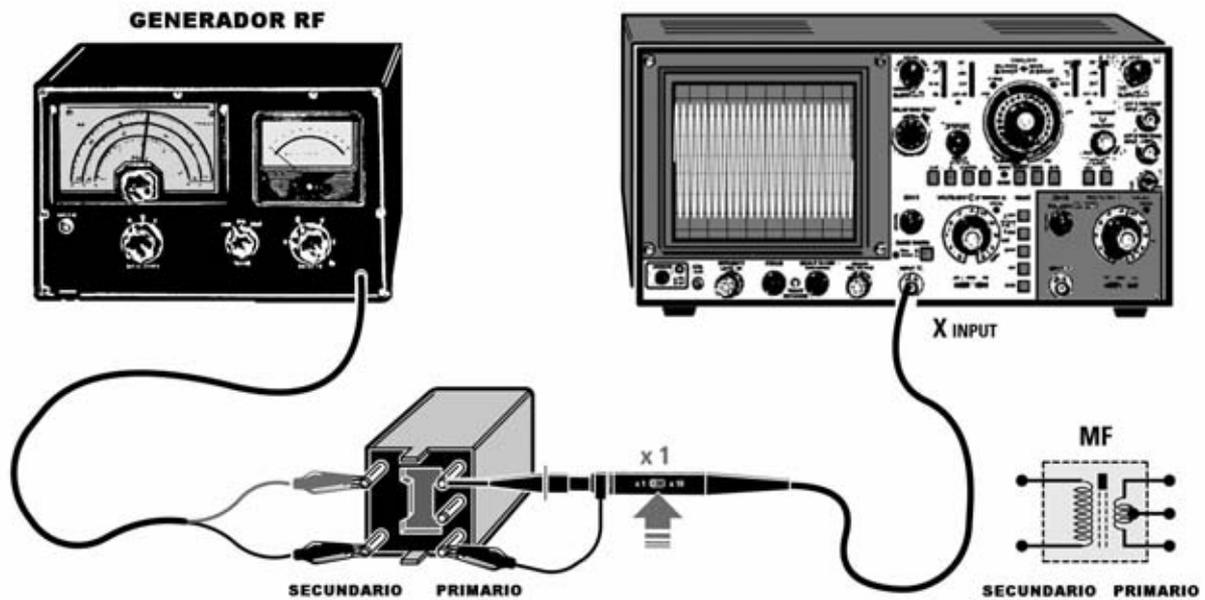


Fig.14 Para obtener la frecuencia de trabajo de una MF hay que controlar la disposición de sus terminales. El Secundario, sobre el que se aplica la señal obtenida del Generador RF, tiene 2 terminales, mientras que el Primario, que se ha de conectar al osciloscopio, tiene 3 terminales. En este caso no hay que utilizar ningún condensador.

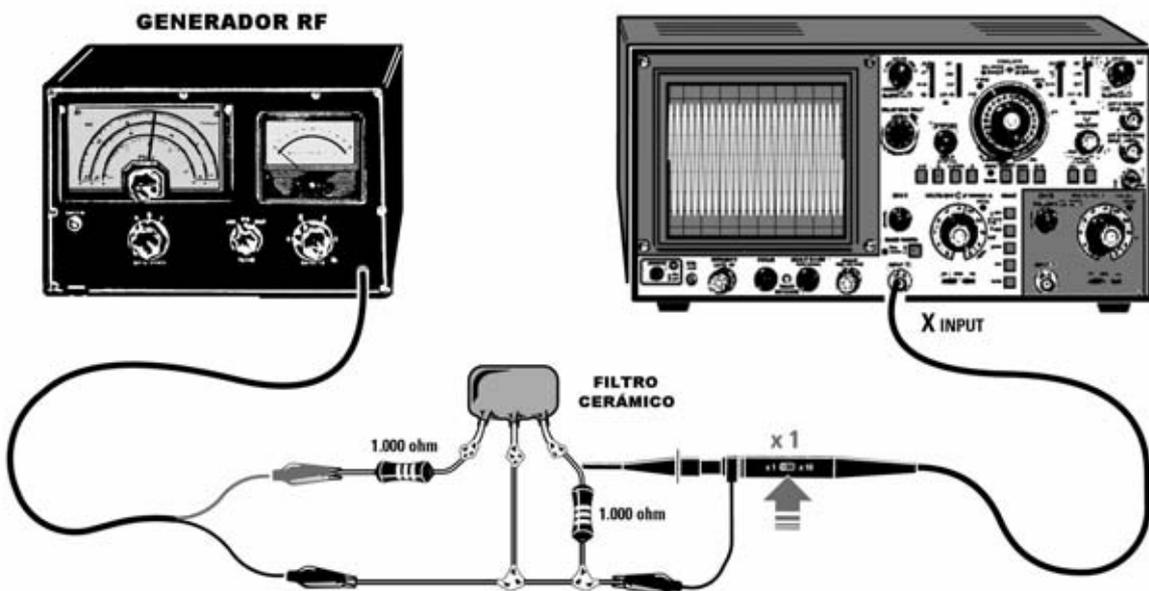


Fig.15 Para determinar la frecuencia de sintonía de un Filtro Cerámico hay que utilizar dos resistencias de 1.000 ohmios. La resistencia sobre la que se aplica la señal del Generador RF para ser enviada a la entrada del Filtro Cerámico se conecta en serie, mientras que la resistencia de la que se obtiene la señal RF a aplicar al osciloscopio se conecta entre el terminal de salida y masa.

el secundario y dotado de una **conexión intermedia**.

Para conocer la **frecuencia de sintonía** de una **MF** se puede conectar la señal de salida del **Generador RF** al **secundario** y la **sonda** del osciloscopio al **primario**, tal como se muestra en la Fig.14.

Ajustando lentamente el **mando de frecuencia** del **Generador RF**, partiendo de **450 KHz** subiendo a **5,5 MHz** y llegando a **10,7 MHz**, hay que encontrar el valor de **frecuencia** que corresponde a la **amplitud máxima** de la señal.

Nuevamente la **amplitud máxima** de la señal corresponde a la **frecuencia de sintonía** exacta de la **MF**.

Hay que recordar que en su interior hay un **núcleo ferromagnético** de ajuste. Suponiendo que la **amplitud máxima** de la señal corresponde a una frecuencia de **448 KHz** o **463 KHz**, girando el **núcleo ferromagnético** la **MF** se sintonizará a **455 KHz**.

Si la **máxima amplitud** de la señal corresponde a una frecuencia de **10,2 MHz** o de **10,9 MHz** la **MF** es de **10,7 MHz**. Girando su **núcleo ferromagnético** se puede sintonizar a **10,7 MHz**.

FRECUENCIA de FILTROS CERÁMICOS

La progresiva **miniaturización** de los circuitos electrónicos hace que hoy en día se utilicen muy poco las embarazosas **MF**, ya que están siendo sustituidas por minúsculos **filtros cerámicos**.

Si la **serigrafía** de estos **filtros cerámicos** no se puede leer **no** se podrá determinar directamente si se trata de un filtro de **455 KHz** o de un filtro de **10,7 MHz**.

En este caso para conocer la **frecuencia** de sintonía del **filtro cerámico** basta con hacer llegar la señal de salida del **Generador RF** al terminal de **entrada** mediante una resistencia de **1.000 ohmios** (ver Fig.15) y conectar entre el terminal de **salida** del filtro y **masa** una segunda resistencia de **1.000 ohmios**, conectando a esta la **sonda** del **osciloscopio**.

Ajustando lentamente el **mando de frecuencia** del **Generador RF**, partiendo de **400 KHz** hasta llegar a **11 MHz**, hay que encontrar el valor de **frecuencia** que corresponde a la **amplitud máxima** de la señal.

Nuevamente la **amplitud máxima** de la señal (ver Fig.9) corresponde a la **frecuencia de sintonía** exacta del **filtro cerámico**.

CONCLUSIÓN

Utilizando un **osciloscopio** y un **Generador RF** cuya **frecuencia** se pueda leer en su **indicador** (display o escala graduada) se puede obtener el valor de **inductancia**, en microhenrios o milihenrios, con una **tolerancia** del **+/-10%**.

Con los sencillos sistemas expuestos en este artículo se pueden conocer, con una buena aproximación, además del valor de la **inductancia**, la **frecuencia de sintonía** de una **MF** y de un **filtro cerámico**.

