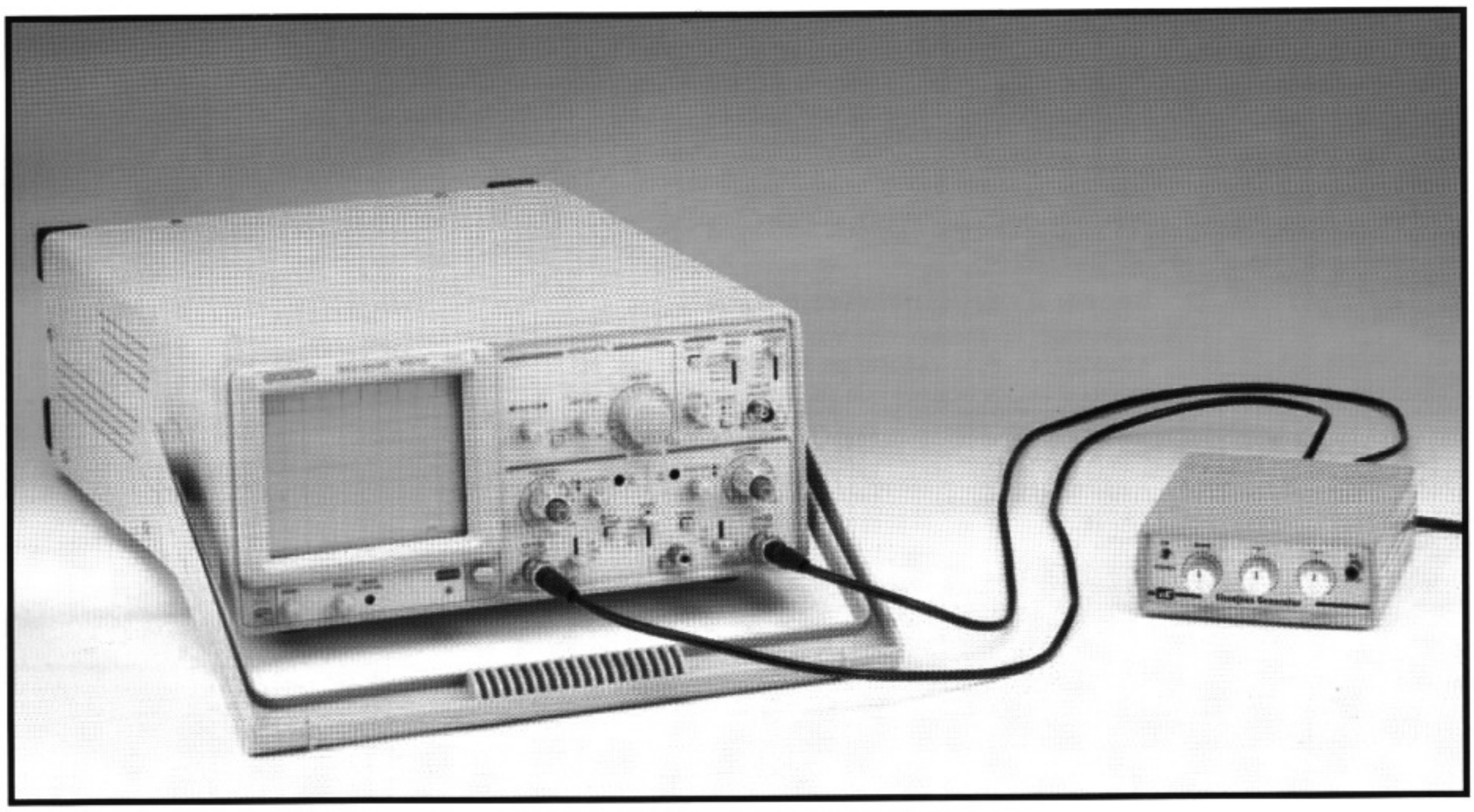
NUEVA ELECTRÓNICA

Nº263
5,25 Euros.

NUEVA ELECTRÓNICA

ESPECIAL APLICACIONES PARA OSCILOSCOPIO

GENERADOR DE FIGURAS DE LISSAJOUS
OSCILOSCOPIO COMO IMPEDANCÍMETRO
OSCILOSCOPIO COMO FRECUENCÍMETRO



HiFi

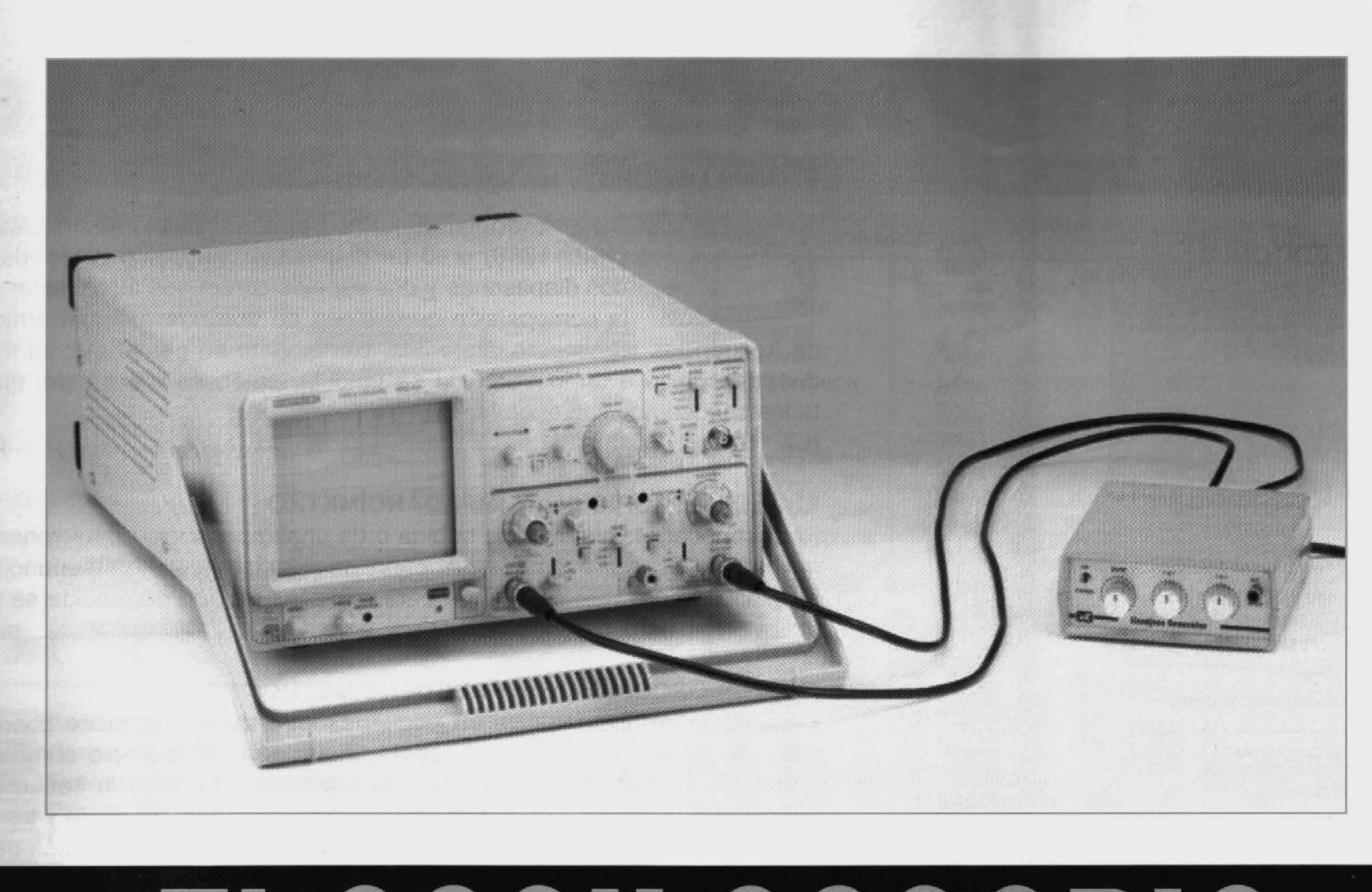
CAJAS ACÚSTICAS Y FILTROS

LOS MONTAJES MÁS POPULARES

CONVERSOR FRECUENCIA-TENSIÓN
SUPERHETERODINO PARA ONDA MEDIA
DETECTOR DE POLARIDAD DE ALTAVOCES

8 414090 102537 00263

rte



El OSCILOSCOPIO

En el pasado, cuando no existían los **frecuencímetros digitales**, las **figuras** de **Lissajous** se utilizaban para determinar el valor de una frecuencia desconocida.

Hoy en día estas figuras se utilizan fundamentalmente con **objetivos didácticos** ya que permiten ver en la pantalla de un osciloscopio el resultado de la **superposición** de **dos ondas sinusoidales** utilizando amplitudes y fases diferentes.

Sin duda estas figuras tienen un gran atractivo por sus **efectos visuales** y por las **numerosas combinaciones** que producen en la pantalla de un osciloscopio.

Motivados por las razones anteriormente expuestas hemos diseñado un circuito que permite visualizar las **figuras de Lissajous** en la pantalla de cualquier **osciloscopio**.

NOTA: Hay que tener presente que por razones de espacio solo hemos reproducido en el artículo un número limitado de figuras. El circuito puede generar muchísimas más.

ESQUEMA ELÉCTRICO

Quienes hayan visto publicadas figuras de **Lissajous** en libros y manuales de electrónica seguramente piensen que para poder obtenerlas hacen falta circuitos **complejos** con varios integrados y transistores. Ciertamente no es así, basta con observar el esquema eléctrico de la Fig.1 compuesto por **1 transformador**, **4 resistencias**, **3 potenciómetros**, **4 condensadores**, **1 diodo de silicio** y **1 diodo LED** utilizado para señalizar el **encendido** del circuito.

Como se puede observar la tensión de **8 voltios** presente en el **secundario** del transformador **T1** se aplica a los contactos del potenciómetro **R2** y de la resistencia **R3**, conectada en **serie**.

También se conecta al **secundario** del transformador el diodo **DS1**, utilizado para **rectifi-**

car la tensión alterna y posibilitar el encendido del diodo LED **DL1**.

Las figuras mostradas en la pantalla del osciloscopio pueden hacerse **más grandes** o **más pequeñas** girando el mando del potenciómetro **R2**, de forma similar al **zoom** de una videocámara.

La tensión obtenida del cursor del **potenciómetro R2** se aplica, mediante la resistencia **R5**, al **potenciómetro R6,** que hemos denominado **X** ya que permite regular la señal aplicada a la **entrada X** (**Horizontal**) del osciloscopio (ver **X Input** en la Fig.1).

La tensión obtenida del cursor del **potenciómetro R2** también se aplica al **potenciómetro R4,** que hemos denominado **Y** ya que permite regular la señal aplicada a la **entrada Y** (**Vertical**) del osciloscopio (ver **Y Input** en la Fig.1).

Girando los cursores de los potenciómetros **R4-R6** se puede obtener fácilmente un **círculo** perfecto (ver Fig.13), mientras que girando el cursor del potenciómetro **R2** el círculo puede **reducirse** hasta convertirse en un minúsculo **anillo** (ver Fig.12) o bien puede **ampliarse** incluso a un tamaño mayor que la pantalla del osciloscopio.

Cuando el investigador francés Jules Antoine Lissajous (1822-1880) creó un dispositivo mecánico compuesto por dos diapasones y dos espejos con el que logró hacer visible la composición geométrica de dos movimientos armónicos de frecuencias idénticas o diferentes, ciertamente no pensó que su nombre quedaría unido a un instrumento de medida, entonces inexistente, que hoy todos conocemos con el nombre de osciloscopio.

y las figuras de LISSAJOUS

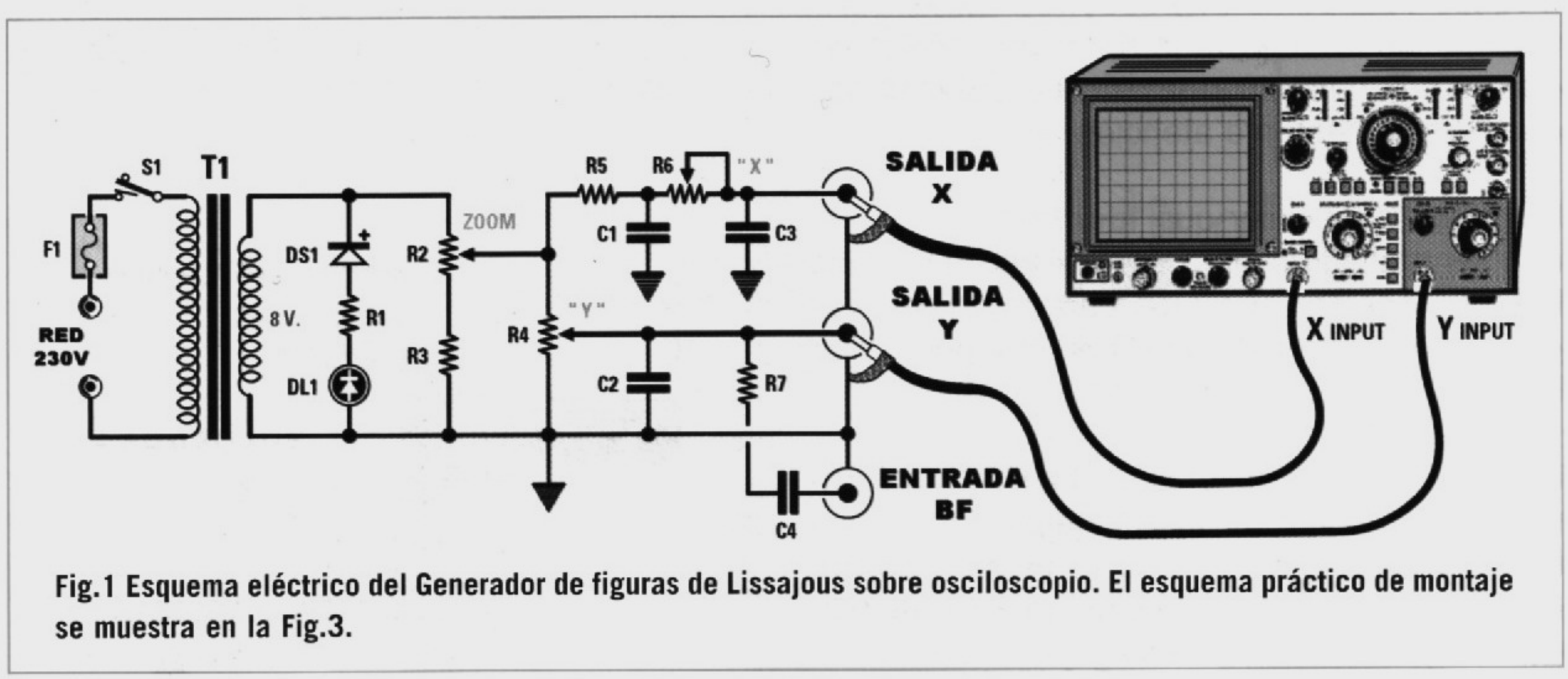


Fig.1 Esquema eléctrico del Generador de figuras de Lissajous sobre osciloscopio. El esquema práctico de montaje se muestra en la Fig.3.

LISTA DE COMPONENTES LX.1612

R1 = 180 ohmios
R2 = Potenciómetro 1.000 ohmios
R3 = 100 ohmios
R4 = Potenciómetro 1 megaohmio
R5 = 100.000 ohmios
R6 = Potenciómetro 100.000 ohmios
R7 = 3.300 ohmios
C1 = 120.000 pF poliéster
C2 = 4.700 pF poliéster
C3 = 120.000 pF poliéster
C4 = 1 microF. poliéster
DS1 = Diodo 1N.4007
DL1 = Diodo LED
F1 = Fusible 1 A
T1 = Trasformador 3 W (T003.02) sec. 0-8-12V 200mA
S1 = Interruptor

En el esquema eléctrico de la Fig.1 también se puede apreciar una toma denominada **Entrada BF** que, mediante el condensador **C4** y la resistencia **R7**, se aplica directamente al **canal Y** del osciloscopio.

Aplicando a esta **entrada** una onda **sinusoidal** o **cuadrada** se pueden conseguir una infinidad de **figuras de Lissajous** muy interesantes, como posteriormente detallamos.

REALIZACIÓN PRÁCTICA

En el pequeño circuito impreso **LX.1612** hay que montar los pocos componentes mostrados en la Fig.3.

Aconsejamos comenzar el montaje con el pequeño transformador **T1** y continuar con las dos **clemas** de **2 polos**, una utilizada para entrar con la tensión de **red** de **230 voltios** y otra utilizada para conectar el interruptor de encendido **S1**.

Acto seguido se pueden instalar las **resistencias**, los **condensadores** de **poliéster** y el diodo rectificador **DS1**, orientando su **franja blanca** de referencia hacia la izquierda (ver Fig.3).

Llegado este punto se puede realizar el montaje de los **tres potenciómetros**, operación que no presenta ninguna dificultad, si bien hay que prestar bastante atención.

En primer lugar hay que **identificar** los valores, serigrafiados sobre sus cuerpos. Después hay que **acortar sus ejes** para que sobresalgan ligeramente del panel frontal y poder fijar los mandos de control.

Los terminales del potenciómetro **R2** (**1.000 ohmios**) se montan en los agujeros del circuito impreso referenciados con la palabra **zoom**. Los terminales del potenciómetro **R6** (**100.000 ohmios**) se montan en los agujeros del circuito impreso referenciados con la letra **X**. Los terminales del potenciómetro **R4** (**1 megaohmio**) se montan en los agujeros del circuito impreso referenciados con la letra **Y**.

Una vez realizadas estas operaciones hay que soldar, utilizando unos cortos trozos de cable de cobre, sus **cuerpos metálicos** al terminal de **masa** del **circuito impreso** para evitar captar el zumbido de alterna (ver Fig.2).

Con el panel frontal instalado, hay que montar, a la derecha, el **conector** correspondiente a la señal de **Entrada BF**. El conector se fija mediante su **tuerca**, teniendo presente que también hay que instalar la **arandela** de conexión a **masa**. Una vez montado el conector hay que instalar el **cable coaxial**, teniendo en cuenta que la **malla** se conecta a **masa**.

A la izquierda del panel frontal se monta el portaled metálico para diodo LED **DL1**. Este componente ha de montarse respetando la **polaridad** de sus terminales (el Ánodo es el terminal **más largo**).

En el **panel posterior** hay que instalar los **2** conectores **BNC hembra** (**X-Y**) utilizados para conectar el circuito a las entradas **X-Y** del osciloscopio mediante **dos latiguillos** de cable coaxial con conectores **BNC macho**. Una vez fijados hay que conectarlos al circuito impreso mediante dos trozos de **cable coaxial**, teniendo en cuenta que la **malla** se conecta a **masa**.

Continuando con el panel posterior hay que fijar el interruptor de encendido **S1**, conectando sus terminales mediante dos cables a la clema correspondiente, el cable para la conexión a la toma de **red** de **230 Voltios** y el portafusibles **F1** (ver Fig.3).

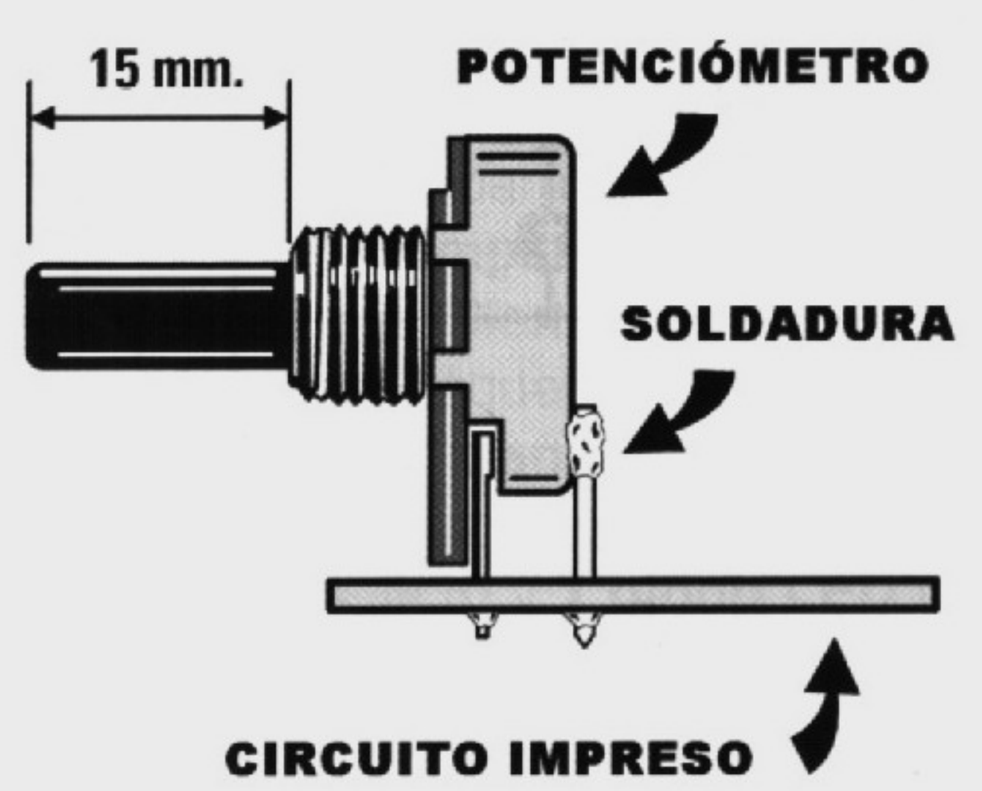


Fig.2 Antes de fijar los 3 potenciómetros al circuito impreso (ver Fig.3) se han de acortar sus ejes a unos 15 mm. Para evitar que capten el zumbido de 50 Hz de la señal alterna de red hay que conectar sus cuerpos metálicos a la masa del circuito impreso utilizando trozos de cable de cobre desnudo.

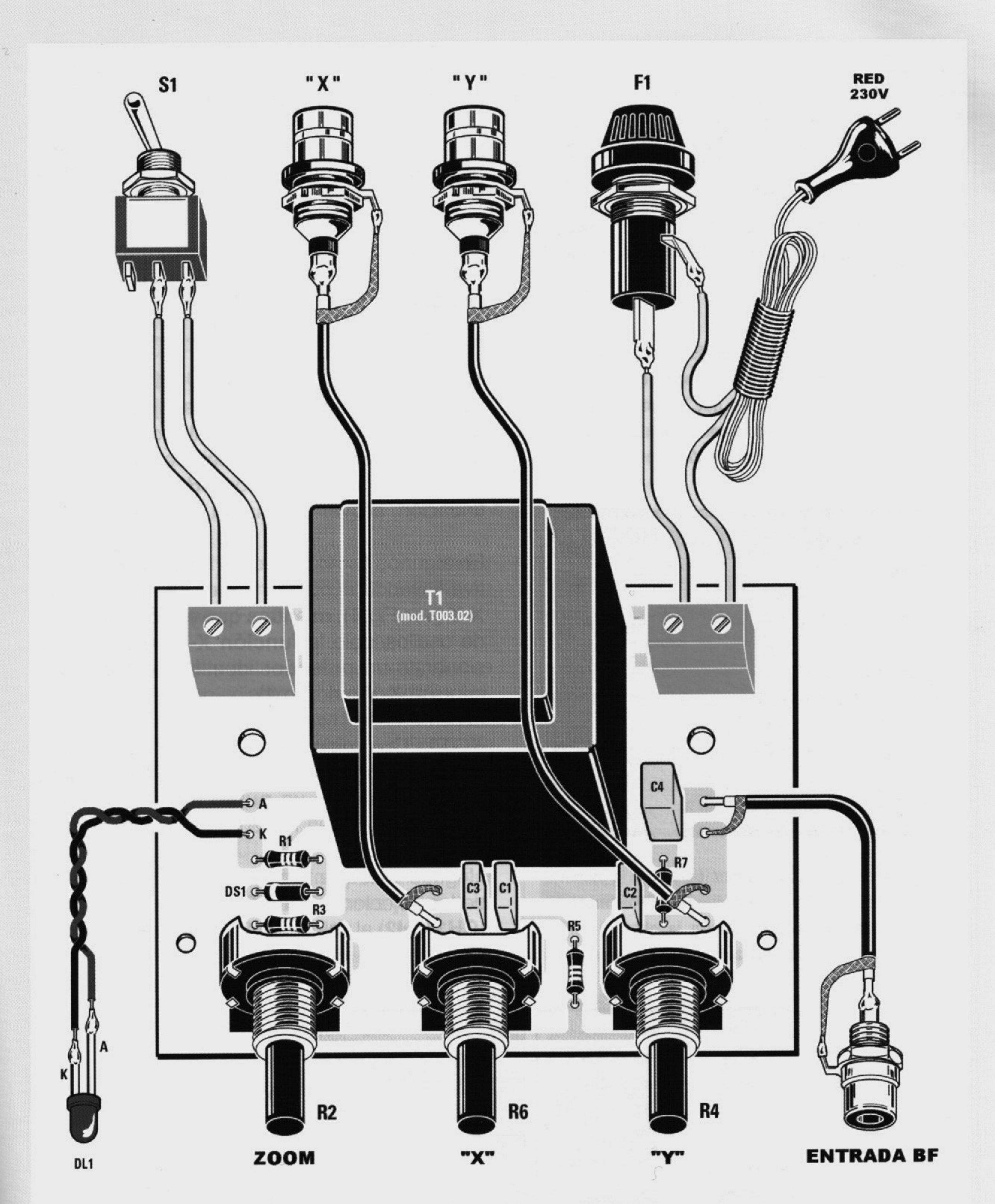


Fig.3 Esquema práctico de montaje del Generador de figuras de Lissajous. En el panel frontal se han de instalar el diodo LED DL1, el potenciómetro R2 (zoom), el potenciómetro R6 (X), el potenciómetro R4 (Y) y el conector para la entrada de la señal BF. En el panel posterior del mueble se han de fijar el interruptor de encendido S1, el portafusibles F1 y los dos conectores BNC HEMBRA donde están disponibles las señales X e Y a aplicar al osciloscopio. La malla protectora de los cables coaxiales se ha de conectar al terminal de masa de los conectores BNC y a la pista de masa del circuito impreso.

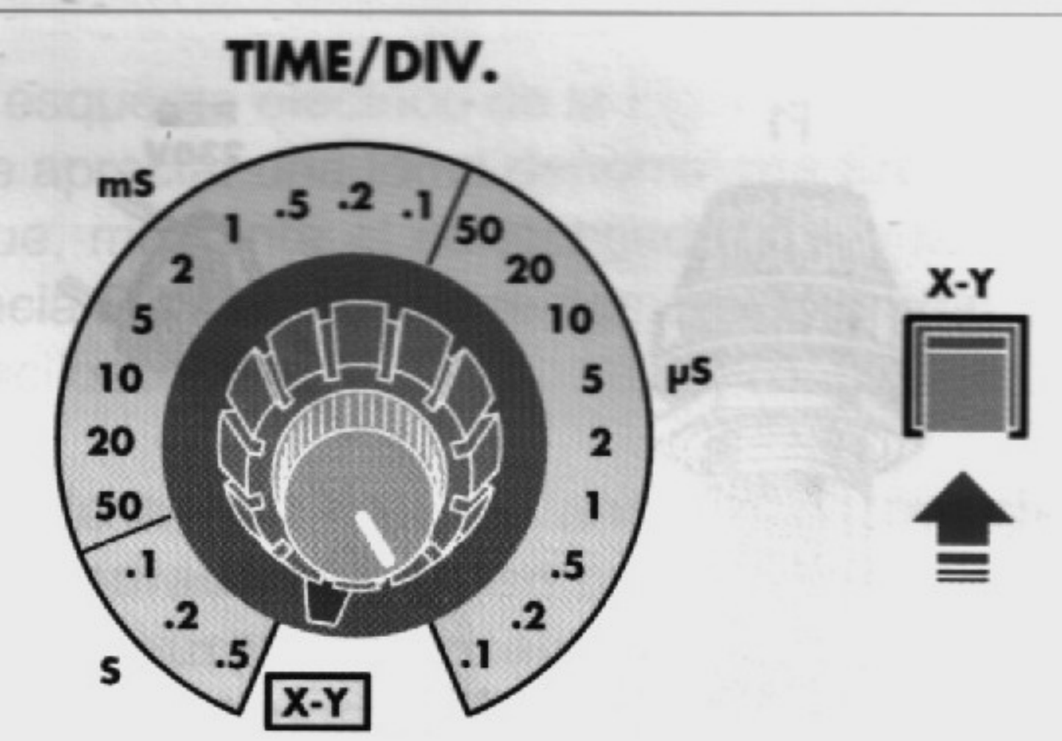


Fig.4 En algunos osciloscopios para activar la función X-Y hay que ajustar el mando Time/Div. a la posición X-Y, mientras que en otros hay que presionar un pulsador o desplazar una palanca identificada con la referencia X-Y.

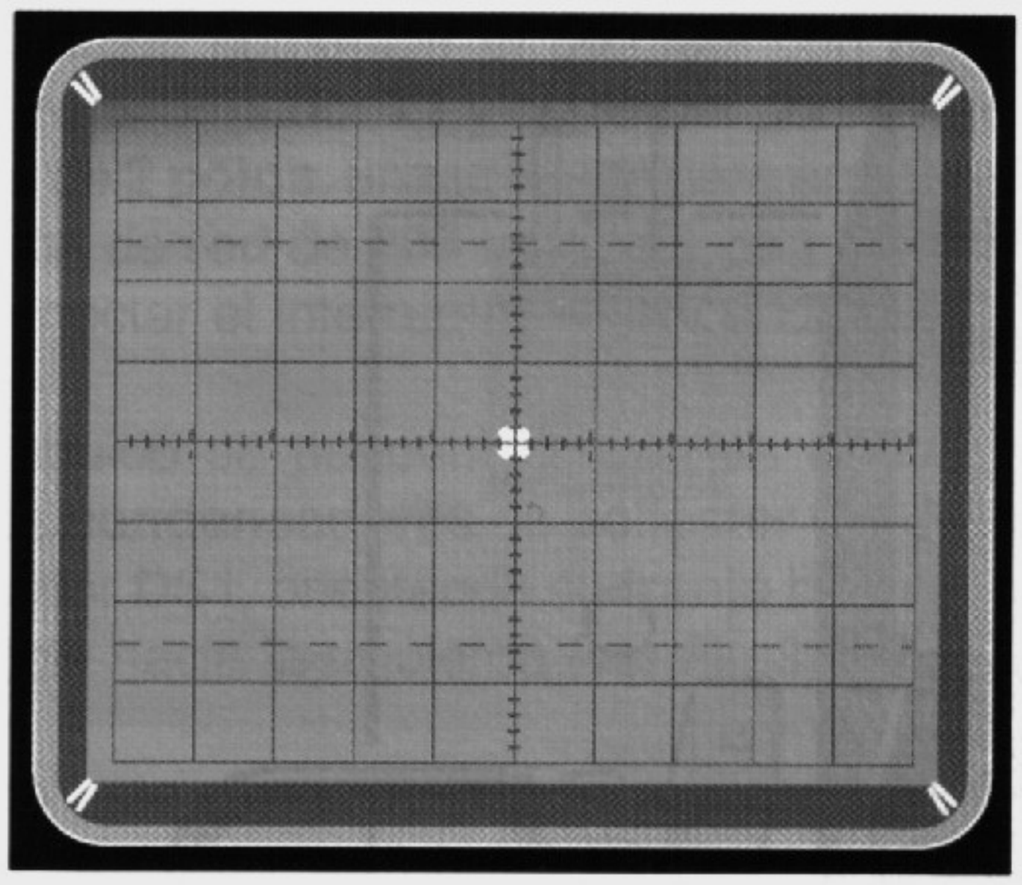


Fig.5 Cuando se activa la función X-Y en la pantalla del osciloscopio aparece un punto muy luminoso en lugar de una línea horizontal.

Para concluir solo queda fijar el circuito impreso en la base del mueble utilizando **dos tornillos metálicos**, en coincidencia con los agujeros presentes en la base del mueble, y **dos separadores** de **plástico** con **base autoadhesiva** que se han de instalar a los lados del transformador **T1** (ver Fig.21).

Una vez cerrada la **tapa** del mueble ya se puede proceder a experimentar con las **figuras de Lissajous**.

AJUSTE del OSCILOSCOPIO

Para obtener las figuras de **Lissajous** hay que aplicar la señal generada por el circuito **LX.1612** a las **entradas X-Y** del osciloscopio, denominadas en algunos modelos **CH1-CH2**, y, a continuación, activar la **función X-Y** (ver Fig.6).

En algunos osciloscopios la **función X-Y** se activa llevando el mando **Time/Div**. a la posición **X-Y** (ver Fig.4), mientras que en otros modelos de osciloscopio la **función X-Y** se activa presionando un **pulsador** identificado con la inscripción **X-Y** (ver Fig.4).

NOTA: Como síntoma de que el osciloscopio está puesto en **modo X-Y** en el centro de la **pantalla** aparece un **punto** muy luminoso en lugar de una línea horizontal (ver Fig.5).

Llegado este punto hay que ajustar el mando de los selectores **Volts/Div**. de los canales **X-Y** (**CH1-CH2**) al valor de **0.2 Volts/Div**. (ver Fig.6).

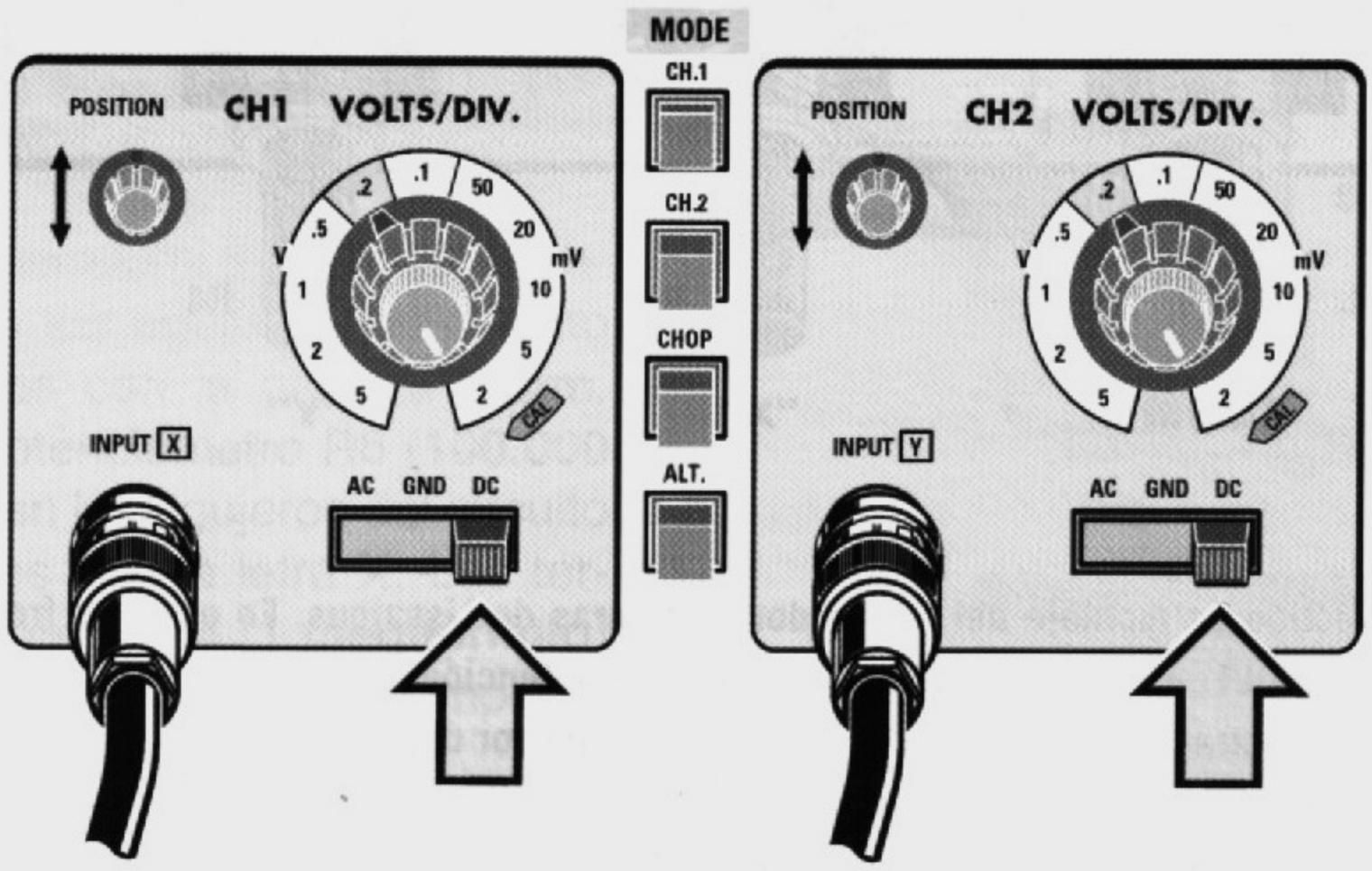


Fig.6 Con el punto mostrado en la Fig.5 en pantalla hay que ajustar los mandos Volts/Div. de los canales X-Y (CH1-CH2) a la posición 0.2 Volts/Div. Por último hay que ajustar las palancas de los conmutadores AC-GND-DC a la posición DC.

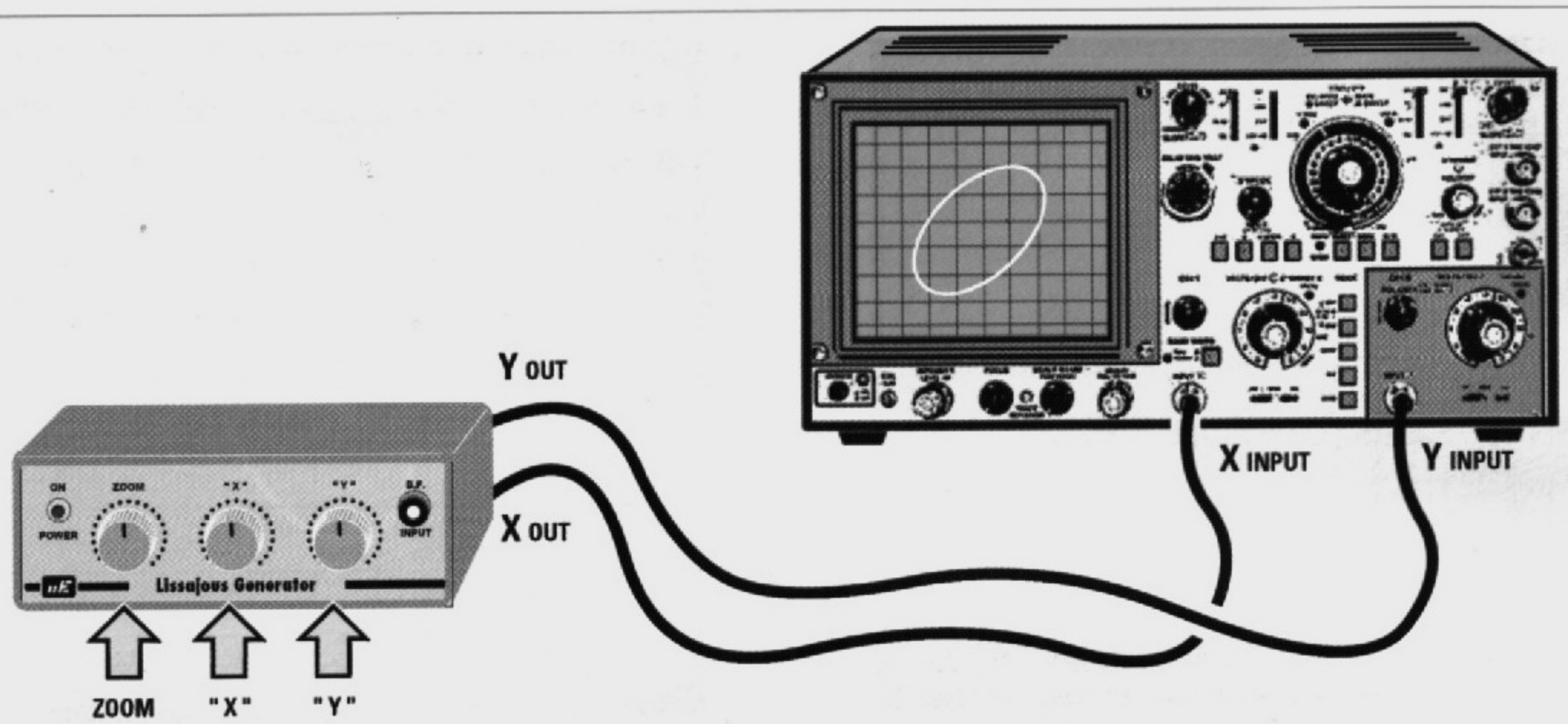


Fig.7 Para conectar los dos BNC HEMBRA de salida situados en la parte trasera del mueble hay que utilizar dos cables coaxiales de 50 cm dotados de dos conectores BNC MACHO. Quienes no dispongan de estos cables nos los pueden solicitar.

A continuación hay que ajustar el conmutador **AC-GND-DC** de los canales **X-Y** (**CH1-CH2**) en la posición **DC** (ver Fig.6).

Una vez realizadas estas sencillas operaciones hay que conectar, mediante **cables coaxiales** con **BNC**, las **salidas X-Y** del **LX.1612** a las tomas **Input X - Input Y** del **osciloscopio** (ver Fig.7). Ya se pueden visualizar las **figuras de Lissajous**.

ELIPSES y CÍRCULOS

Las figuras más sencillas que se pueden obtener utilizando nuestro circuito son **elipses** y **círculos**.

Una vez **ajustado** el osciloscopio como se indica en la Fig.6 hay que alimentar el circuito **LX.1612**. En la pantalla aparecerá una figura con forma de **elipse** (ver Fig.8).

Girando el mando del potenciómetro **R4** (**Y**) se puede modificar la elipse en **sentido vertical** mientras que girando el mando del potenciómetro **R6** (**X**) se puede modificar su **inclinación horizontal** (ver Figs.10-11).

Llegado este punto cada uno puede ajustar los tres potenciómetros **R2-R4-R6** a su gusto para generar diversas figuras.

Para conseguir en la pantalla del osciloscopio un **círculo perfecto** es aconsejable ajustar en primer lugar el potenciómetro **R2** (**zoom**) de

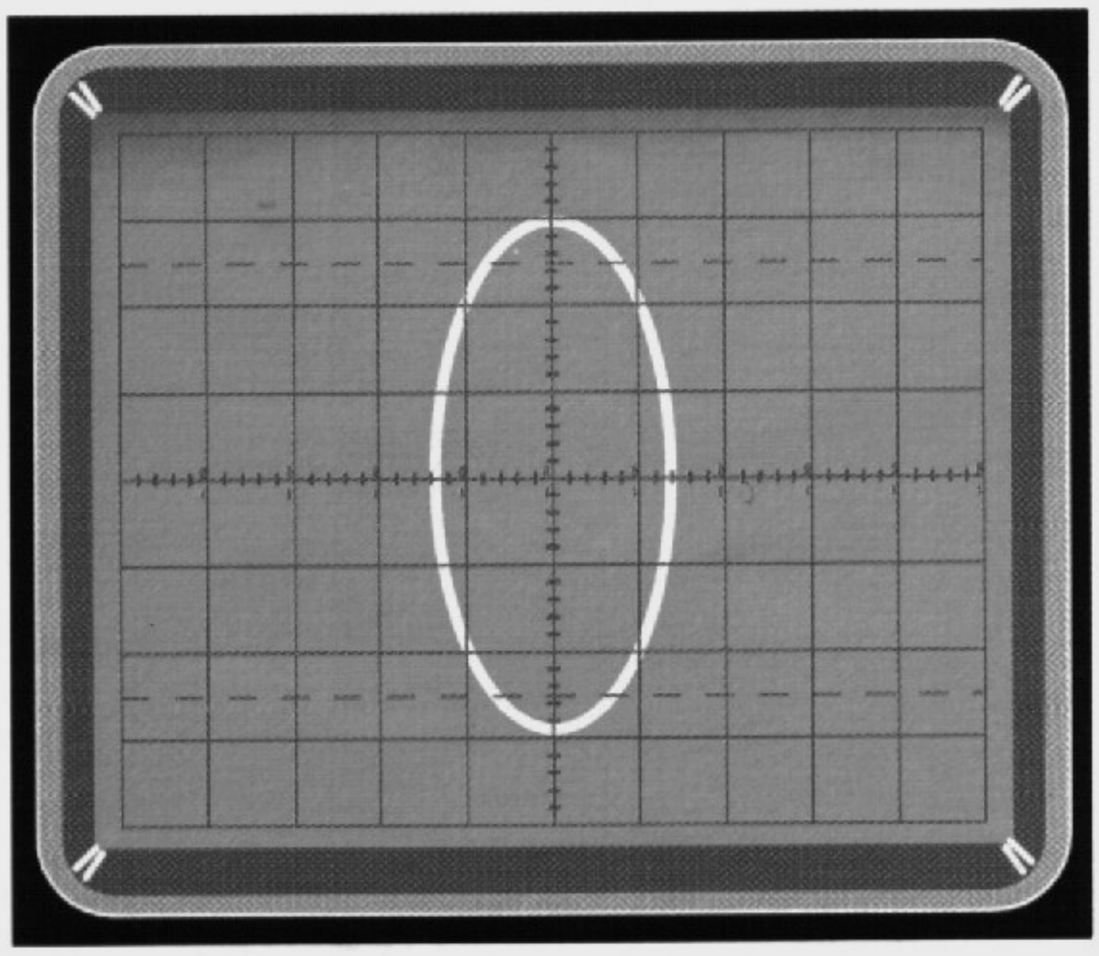


Fig.8 Girando el mando del potenciómetro R6 se obtiene una elipse que se puede ampliar o reducir.

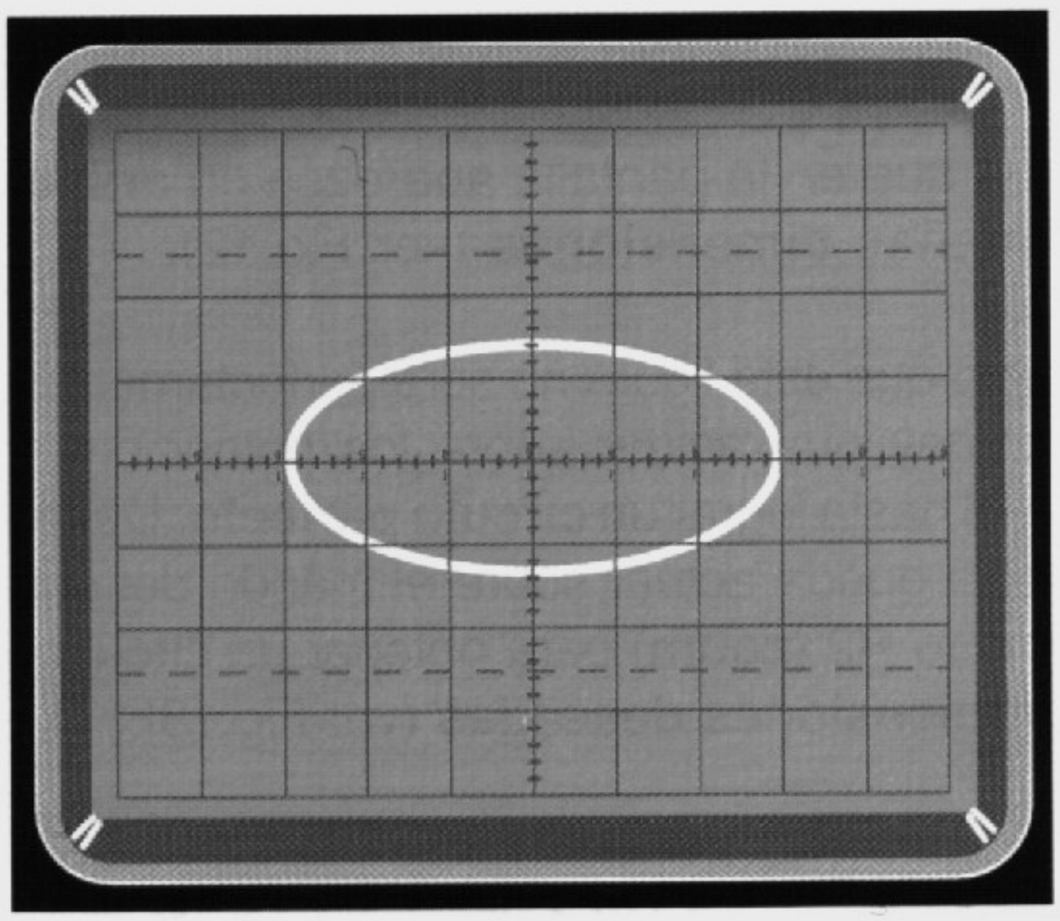


Fig.9 Cruzando las entradas X-Y la elipse se muestra en posición horizontal en lugar de en posición vertical.

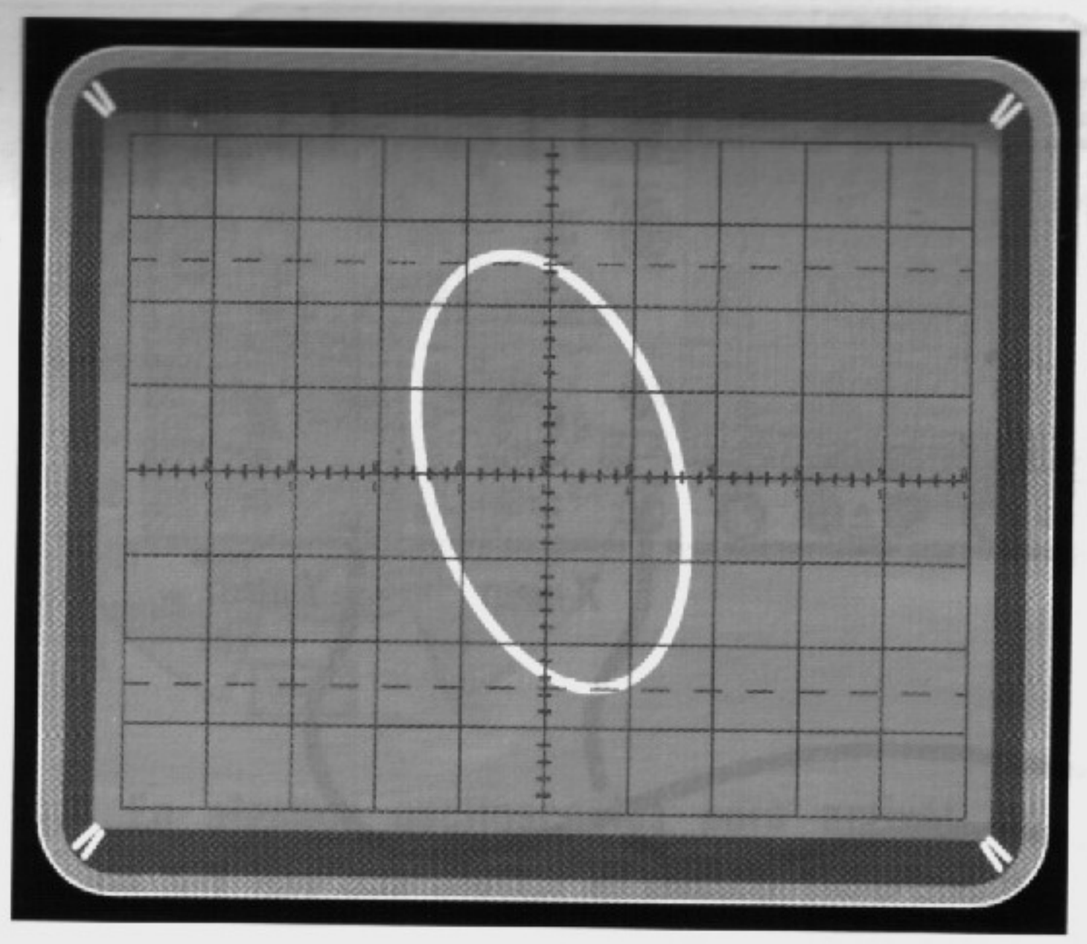


Fig.10 Para variar la inclinación de la elipse hay que girar el mando del potenciómetro R6, ya que controla la entrada X del osciloscopio.

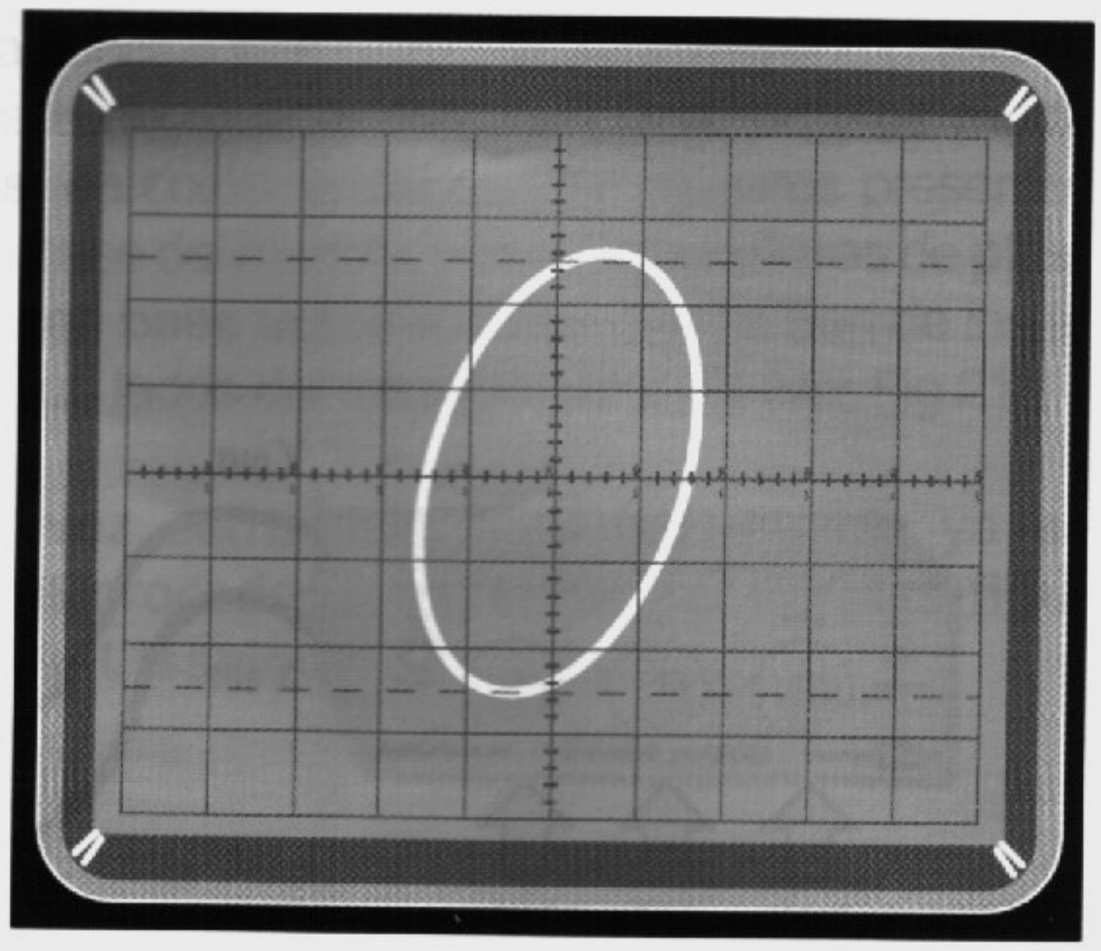


Fig.11 Actuando sobre el mando del potenciómetro R6 se puede inclinar la elipse mostrada en la Fig.10 hacia la derecha.

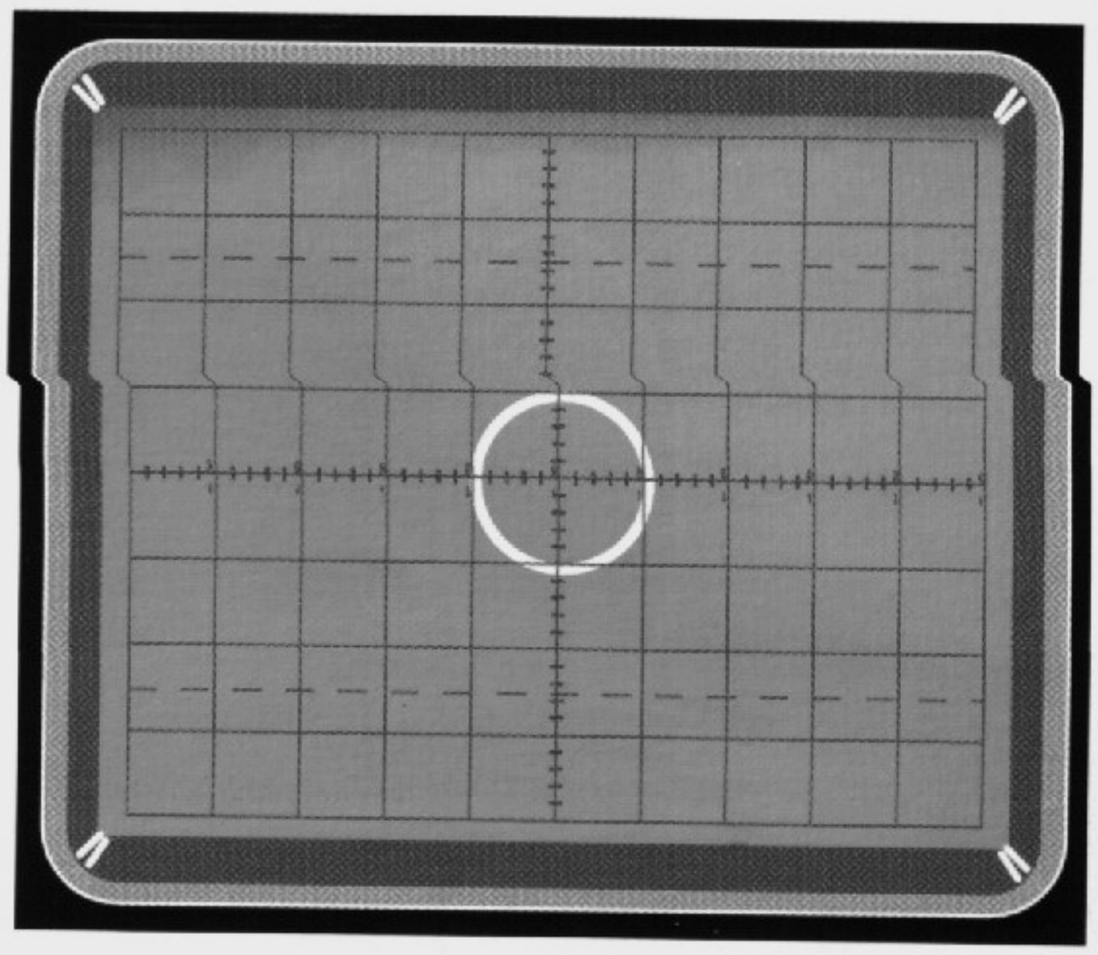


Fig.12 Para obtener círculos perfectos hay que actuar sobre el mando del potenciómetro R2 (zoom) y, a continuación, sobre R4-R6 de forma que se obtenga un pequeño y perfecto anillo.

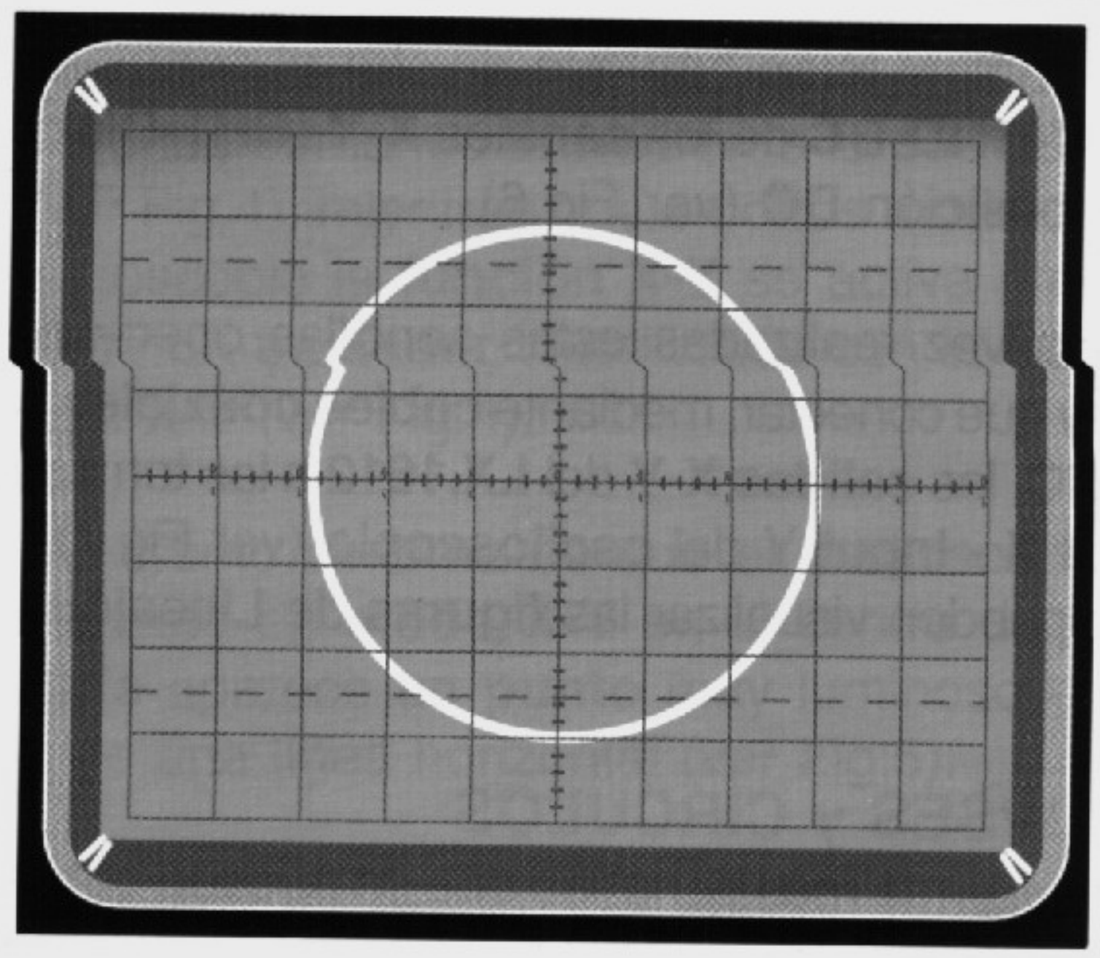


Fig.13 Una vez obtenida la imagen mostrada en la Fig.12 se puede actuar sobre el mando del potenciómetro R2 (zoom) para agrandar el anillo a las dimensiones deseadas.

forma que en la pantalla aparezca un **anillo** de **pequeñas dimensiones** (ver Fig.12).

Puesto que esta figura no será perfectamente circular hay que actuar sobre los potenciómetros **R4-R6** hasta lograr un **círculo perfecto**. Después ya solo queda actuar sobre el mando del potenciómetro **R2** (**zoom**) para obtener un círculo con las **dimensiones deseadas** (ver Fig.13).

SEÑALES con un GENERADOR BF

Quienes dispongan de un **Generador BF** de **onda sinusoidal** u **onda cuadrada** pueden obtener figuras realmente atractivas. No obstante quien no disponga de un Generador BF puede **construir** uno de los sencillos kits publicados en la Revista.

Manteniendo conectadas las **salidas X-Y** del **LX.1612** a las entradas del **osciloscopio** hay que conectar la **salida** del **Generador BF** al conector **BF Input** presente en el panel frontal del **LX.1612** (ver Fig.14).

En primer lugar hay que ajustar el **Generador BF** para que proporcione ondas **sinusoidales**, ajustando la frecuencia a un valor de unos **200-300-500 Hz**.

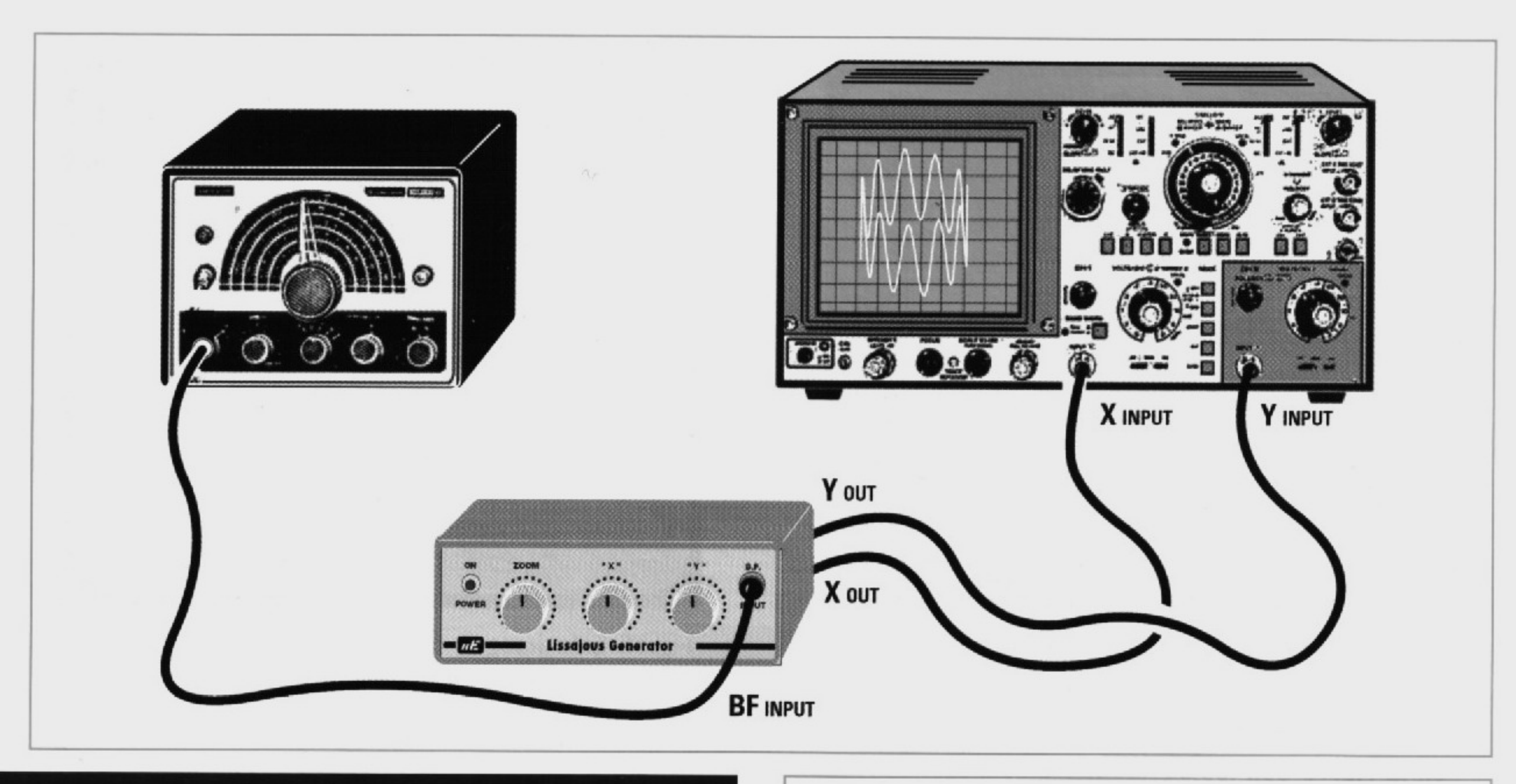


Fig.14 Quienes dispongan de un Generador BF de ondas sinusoidales y cuadradas pueden obtener figuras muy atractivas aplicando la señal generada a la entrada BF.

Estos valores de frecuencia **no son críticos**. Por lo tanto aunque se generen **180-250-485 Hz** también aparecerán en la pantalla figuras parecidas a las reproducidas en las Figs.15-16.

Probablemente estas figuras **no** permanecerán **estáticas** sino que **girarán** sobre sí mismas, con mayor o menor velocidad de giro.

Esta rotación se produce cuando la frecuencia proporcionada por el **Generador BF** no es un **múltiplo** exacto de los **50 Hz** de la red. De hecho para conseguir una elipse o un círculo (Figs.10-12-13) se utiliza la frecuencia de **50 Hz** obtenida del **secundario** del transformador **T1**.

Si, ajustando el selector de frecuencia del **Generador BF**, se **para** el movimiento rotatorio de estas figuras, la frecuencia aplicada a la **entrada BF** es **múltiplo** exacto de **50 Hz**.

Para conocer el **valor exacto** de la **frecuencia** aplicada a la **entrada BF** solo hay que contar el número de **picos** de las **ondas enteras**.

Por ejemplo, si se cuentan **6 picos** (ver Fig.15) significa que la **frecuencia** proporcionada por el **Generador BF** es de:

Frecuencia (Hz) = 50 x 6 = 300 Hz

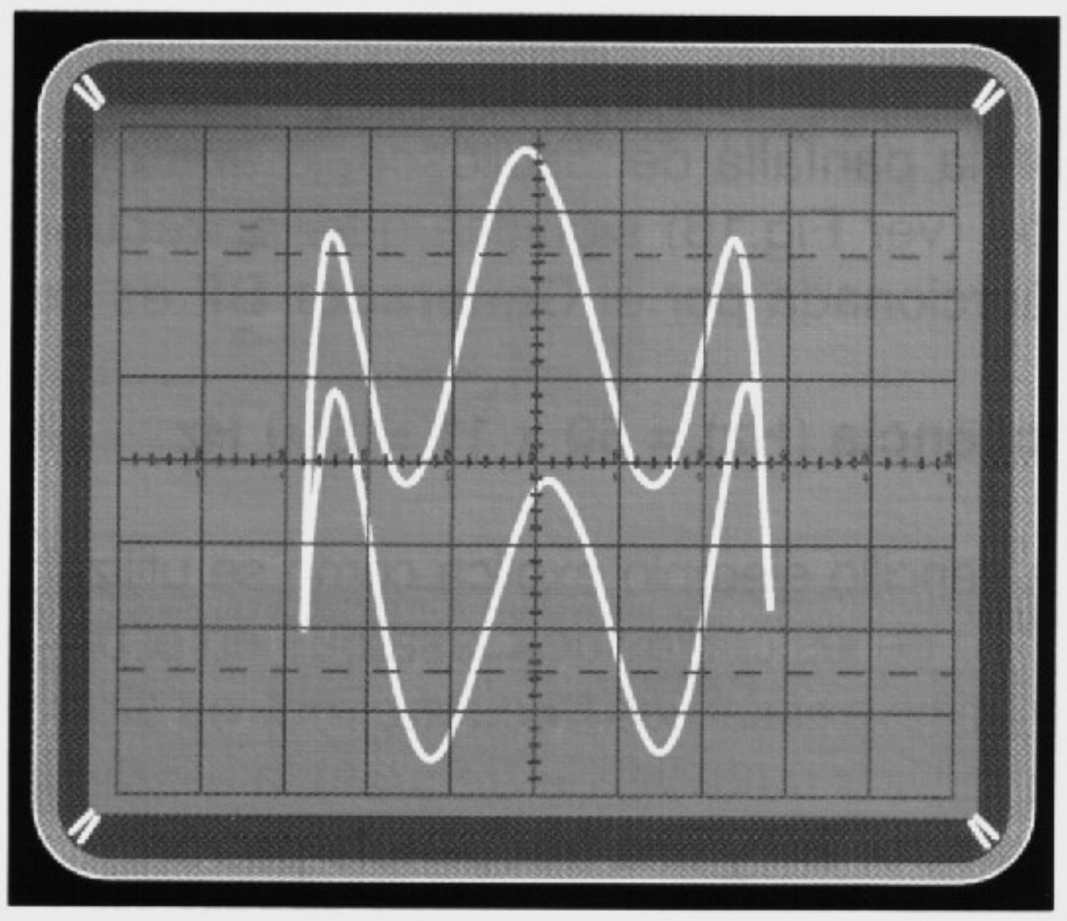


Fig.15 Mediante el número de picos de las ondas sinusoidales se puede obtener la frecuencia exacta proporcionada por el Generador BF.

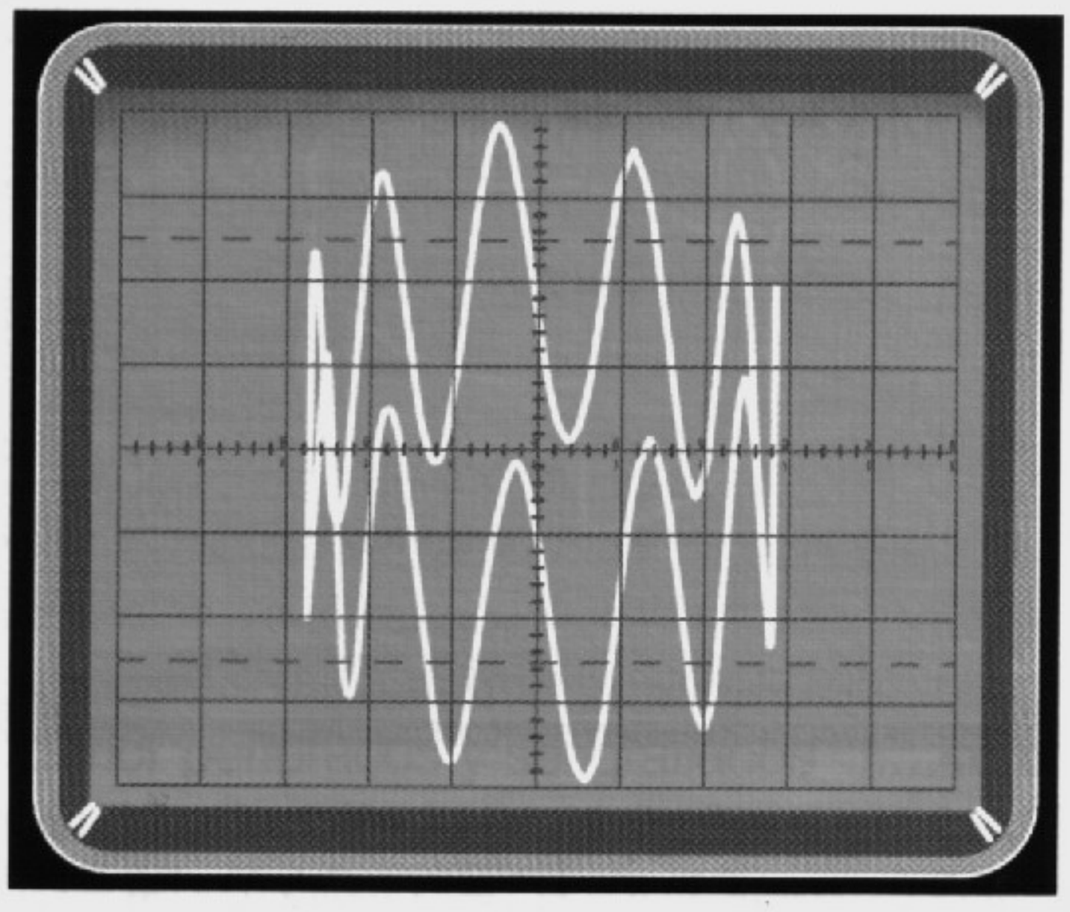


Fig.16 Puesto que en esta figura hay 11 sinusoides completas se puede afirmar que el Generador BF proporciona una frecuencia de 11 x 50 = 550 Hz.

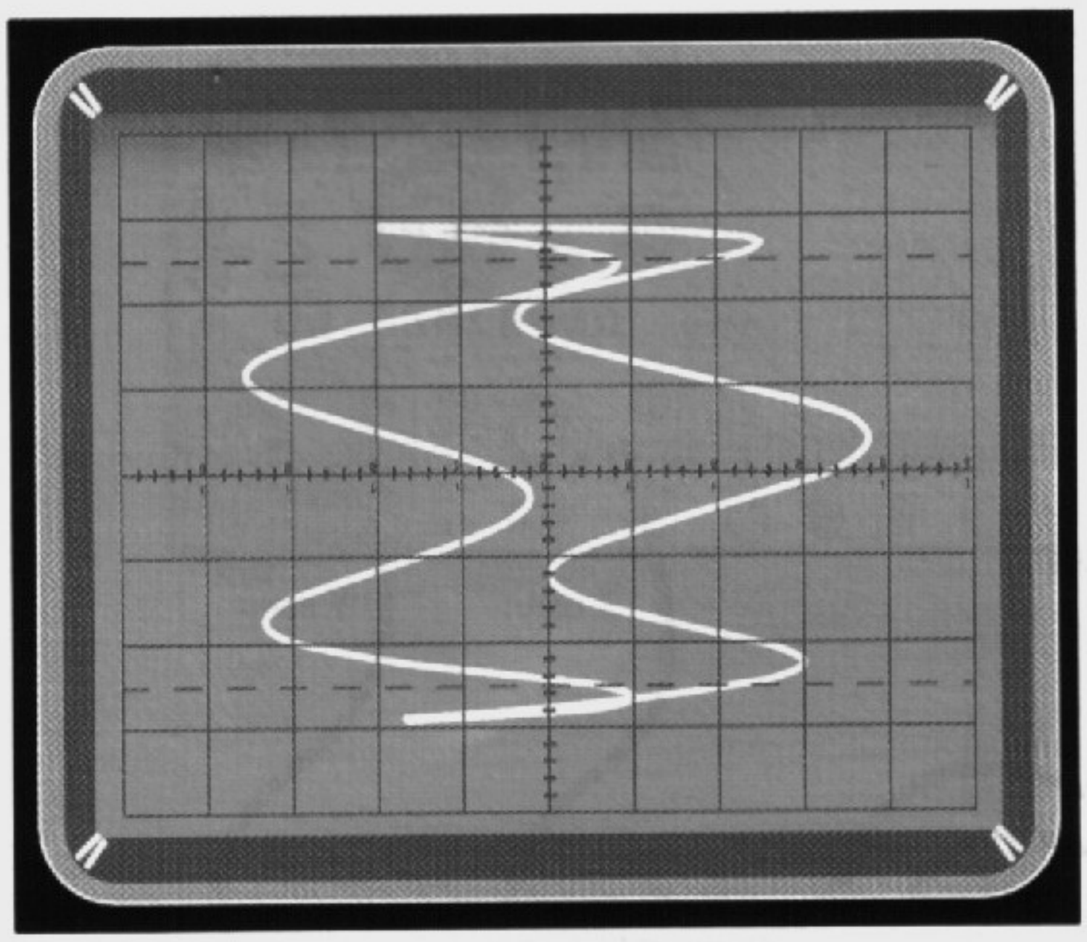


Fig.17 Si se cruzan los cables de las entradas X-Y se intercambian las coordenadas horizontales y verticales. Esta imagen corresponde a la mostrada en la Fig.15 con los cables X-Y cruzados.

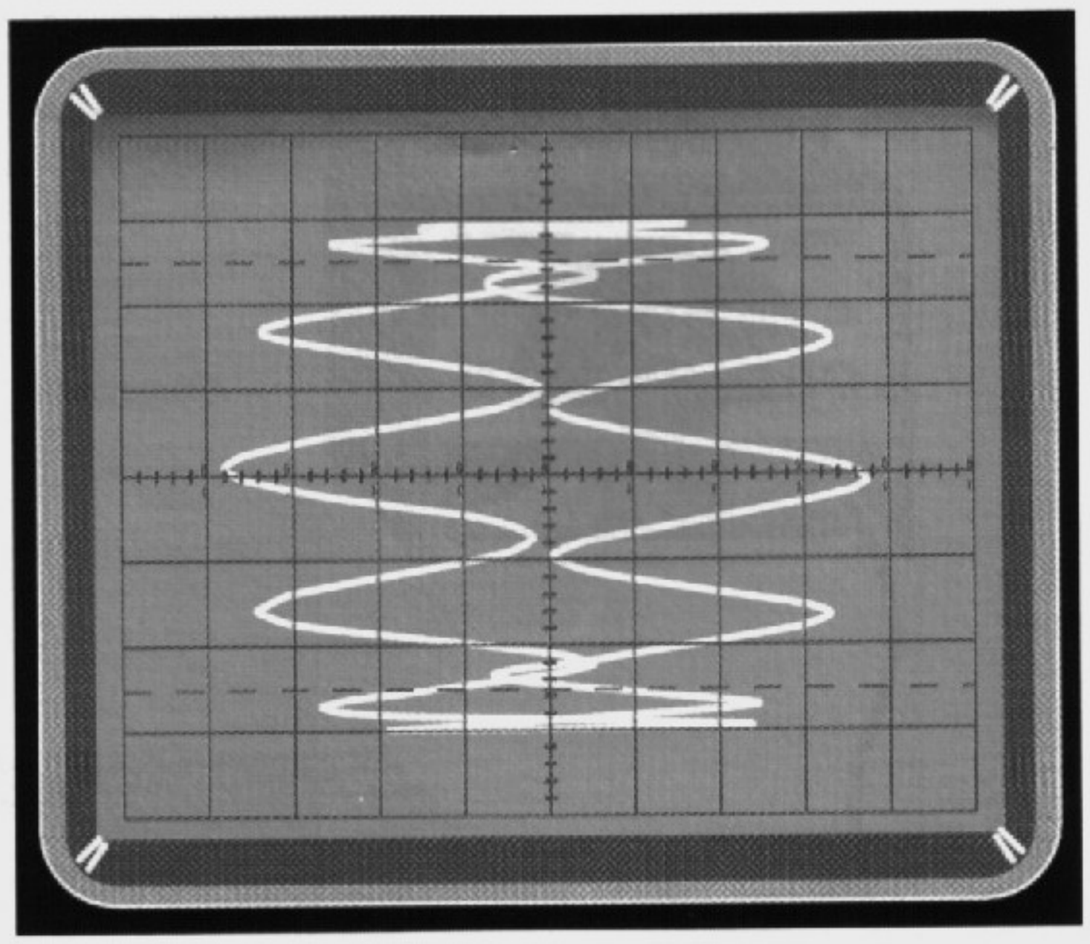


Fig.18 Esta imagen corresponde a la mostrada en la Fig.16 con los cables X-Y cruzados.

Si en la pantalla del osciloscopio aparecen **11 picos** (ver Fig.16) significa que la **frecuencia** proporcionada por el **Generador BF** es de:

Frecuencia (Hz) = 50 x 11 = 550 Hz

Este sencillo ejemplo explica como se utilizaba el método de las curvas de **Lissajous** en el pasado, cuando no existían los **frecuencímetros digitales**, para realizar medidas de **frecuencia** utilizando un **Generador BF** y una **frecuencia patrón**.

ENTRADAS X-Y CRUZADAS

Cruzando los cables coaxiales conectados a las entradas **X** e **Y** del **osciloscopio** las figuras generadas se visualizan en sentido **horizontal** en lugar de en sentido **vertical** (ver Figs.17-18).

ONDAS SINUSOIDALES y CUADRADAS

Quienes dispongan de un **Generador BF** capaz de proporcionar **ondas cuadradas** pueden obtener interesantes figuras. Estas imágenes,

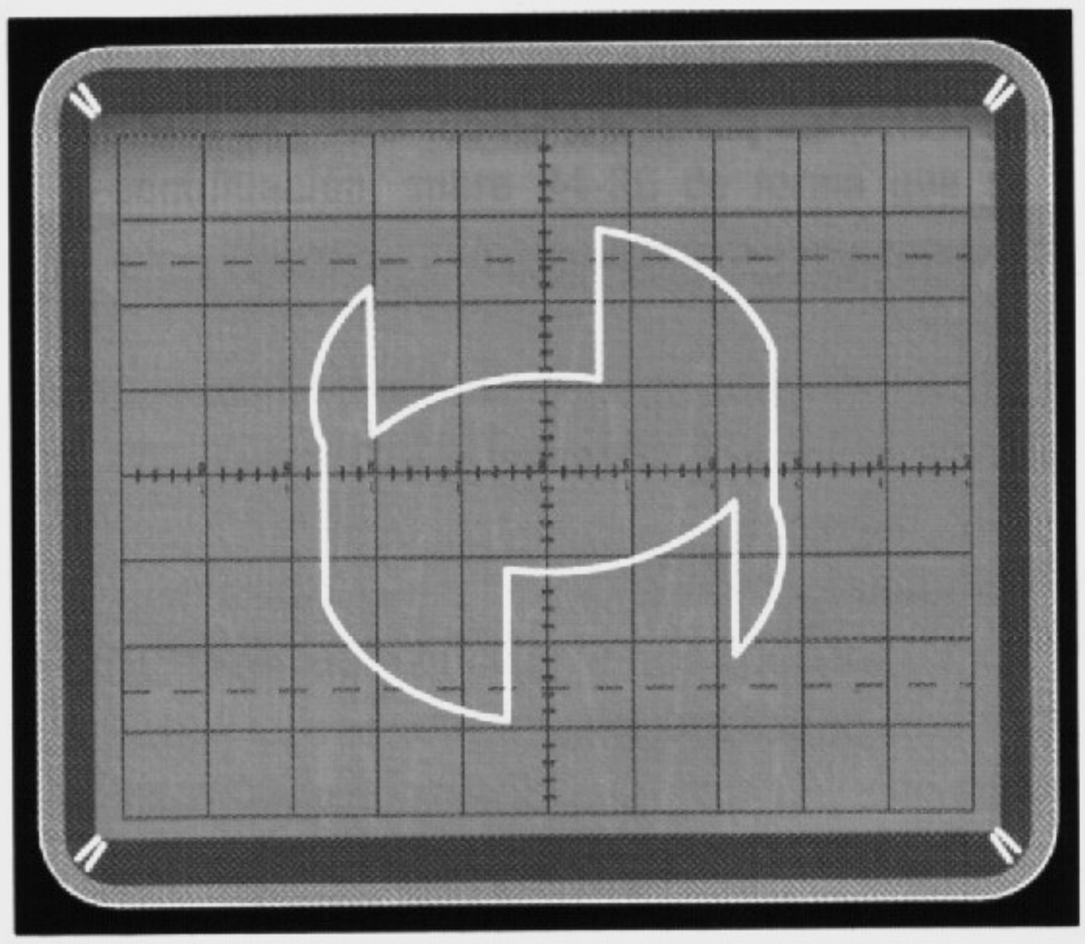


Fig.19 Si a la entrada BF del LX.1612 se aplica una onda CUADRADA aparecerá esta figura que, al estar compuesta por 3 ondas completas, indica que el Generador BF proporciona una frecuencia de 3 x 50 = 150 Hz.

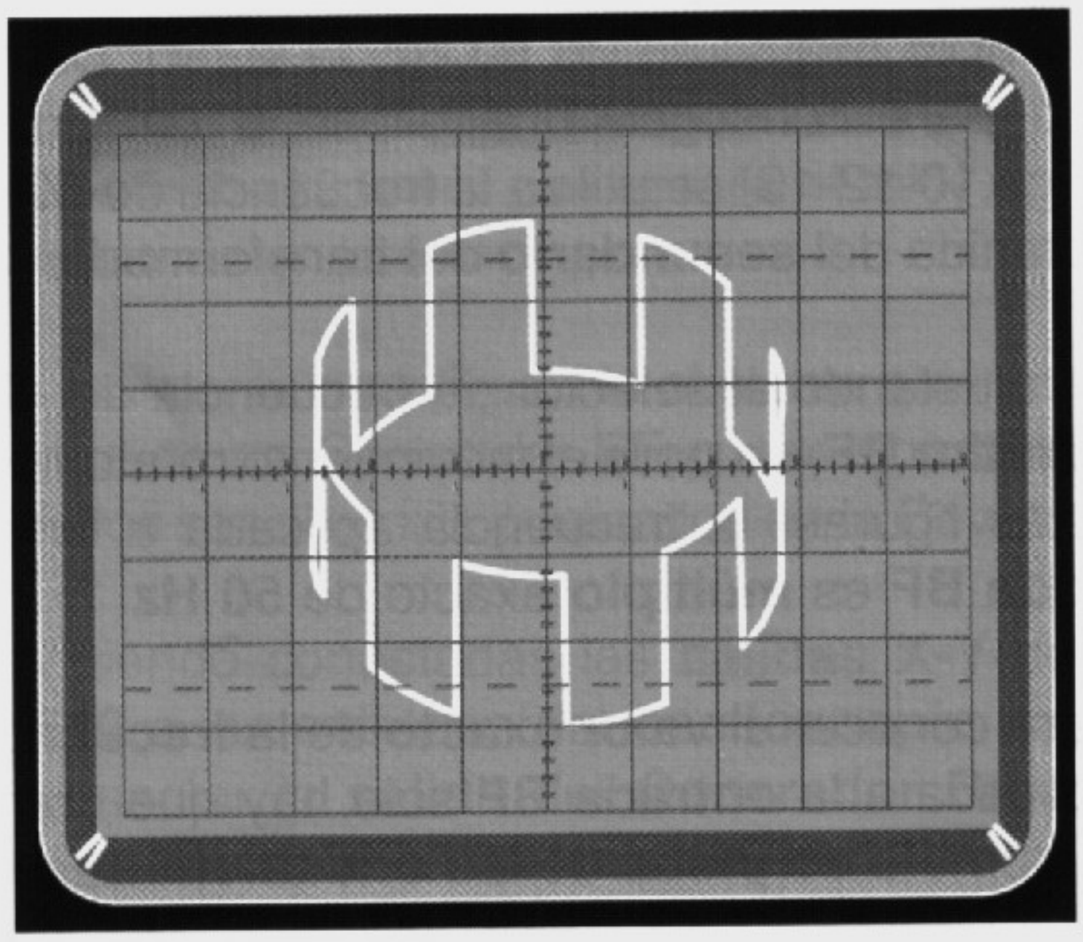


Fig.20 Si se aplica a la entrada BF del LX.1612 una onda CUADRADA y aparece en la pantalla del osciloscopio una figura compuesta por 7 ondas completas se puede afirmar que el Generador BF proporciona una frecuencia de 7 x 50 = 350 Hz.

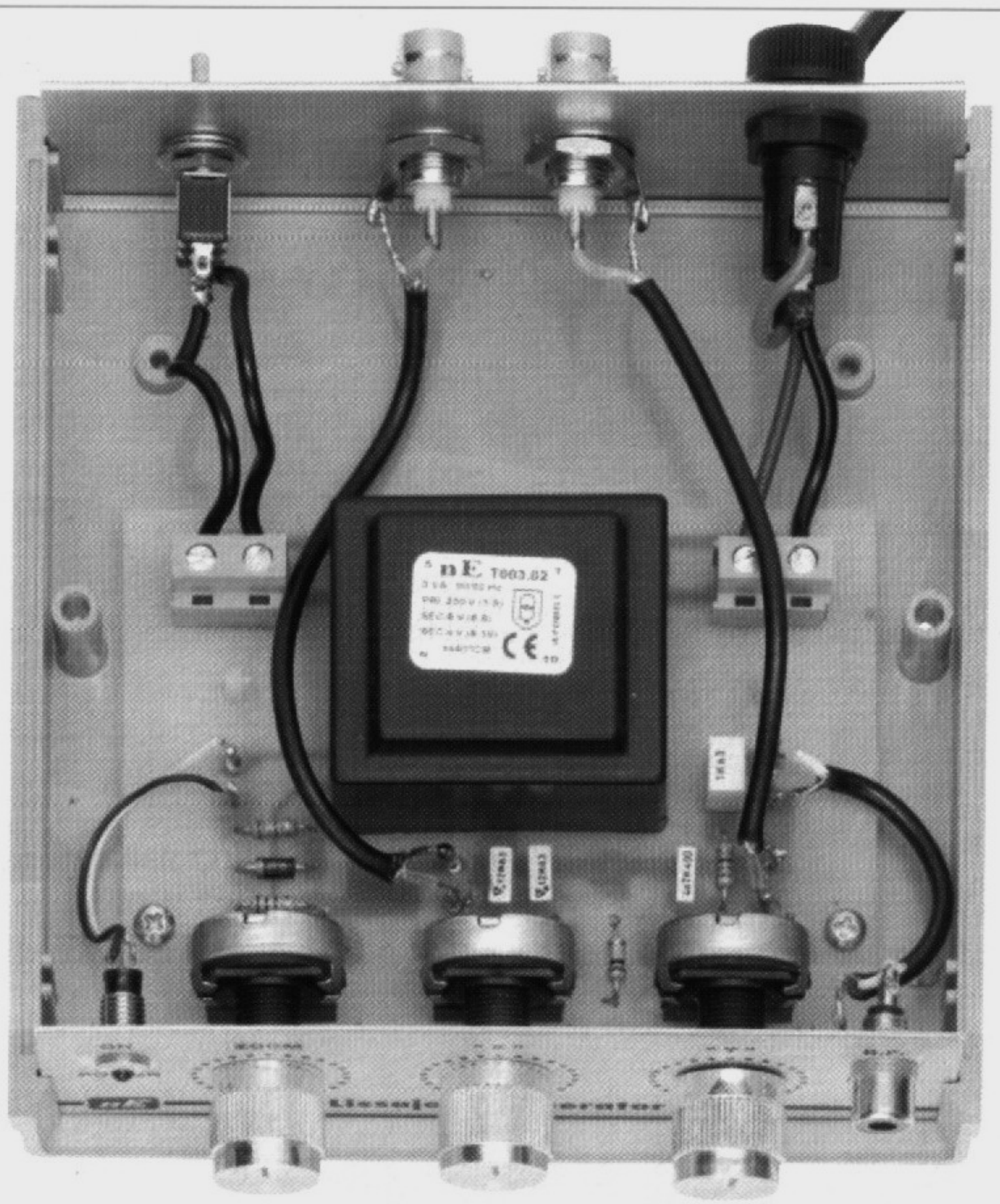


Fig.21 Una vez montados todos los componentes en el circuito impreso LX.1612 hay que fijarlo a la base del mueble de plástico y realizar las conexiones con los componentes instalados en el panel frontal y en el panel posterior.

por su forma característica, se suelen denominar **coronas** (ver Figs.19-20).

Todo lo anteriormente expuesto para el **cálculo** de **frecuencia** con **ondas sinusoidales** también es válido para las **ondas cuadradas**.

Si, por ejemplo, las **ondas cuadradas** son **3** (ver Fig.19) la **frecuencia** proporcionada por el **Generador BF** es de:

Frecuencia (Hz) = 50 x 3 = 150 Hz

Si en la pantalla del osciloscopio aparecen **7 ondas cuadradas** (ver Fig.20) la **frecuencia** proporcionada por el **Generador BF** es de:

Frecuencia (Hz) = 50 x 7 = 350 Hz

Actuando sobre los **potenciómetros R2-R4-R6** y sobre la **amplitud** de la señal de salida del **Generador BF** se pueden conseguir muchas más composiciones.

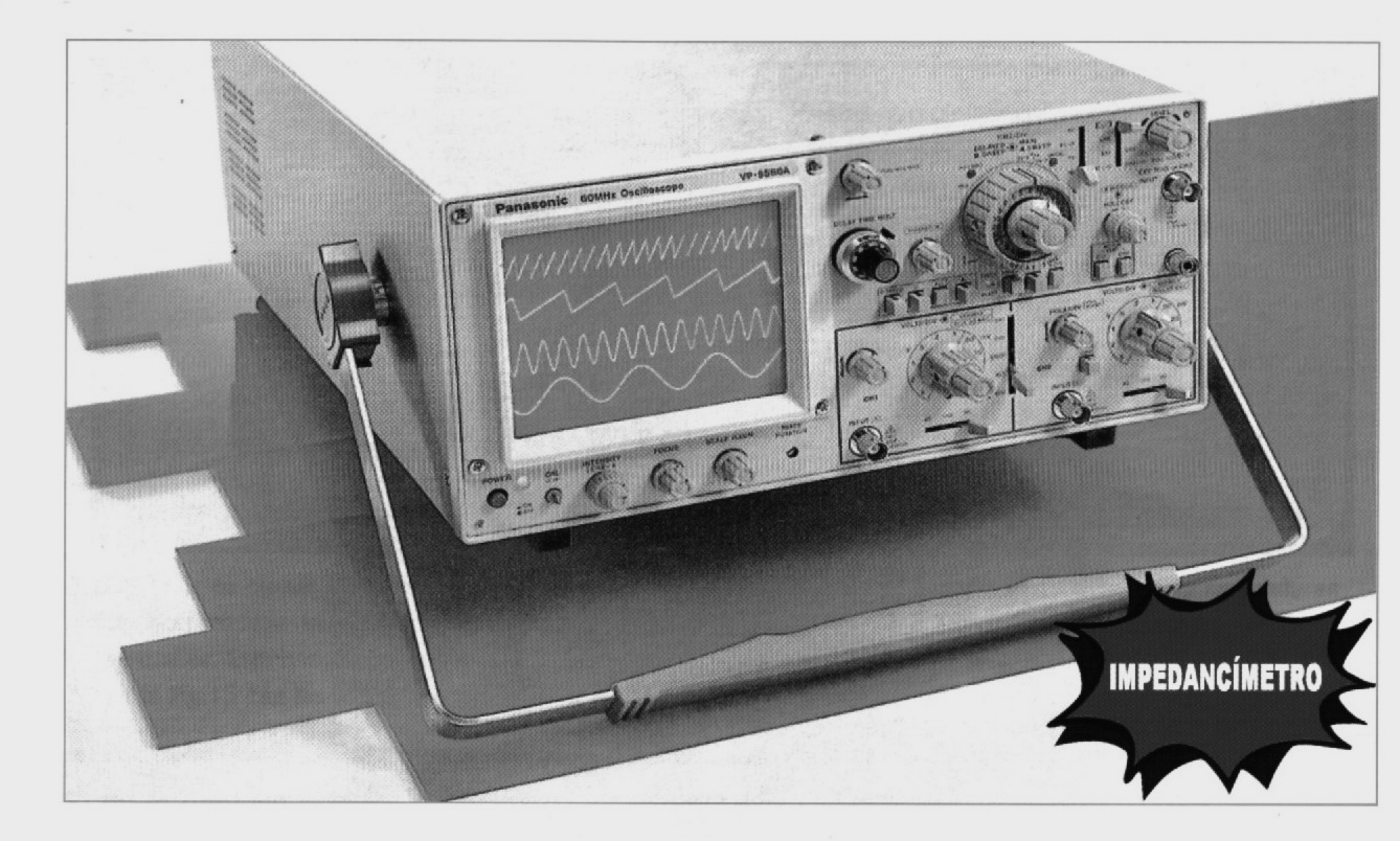
CONCLUSIÓN

Una vez que hemos presentado el circuito capaz de generar las **figuras de Lissajous** cada uno puede poner a prueba su **creatividad** generando **formas de onda** diferentes a las que nosotros hemos propuesto.

PRECIO de REALIZACIÓN

LX.1612: Precio de todos los componentes necesarios para la realización del kit (ver Fig.3), incluyendo circuito impreso, transformador, mueble de plástico **MO.1612** con el panel frontal y el panel posterior perforados y serigrafiados .....46,65 €
LX.1612: Circuito impreso .....6,55 €
RG01.05: Cable coaxial de **50 cm** con conectores **BNC macho** .....7,90 €

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.



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 **frecuencia** 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 Altena - 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

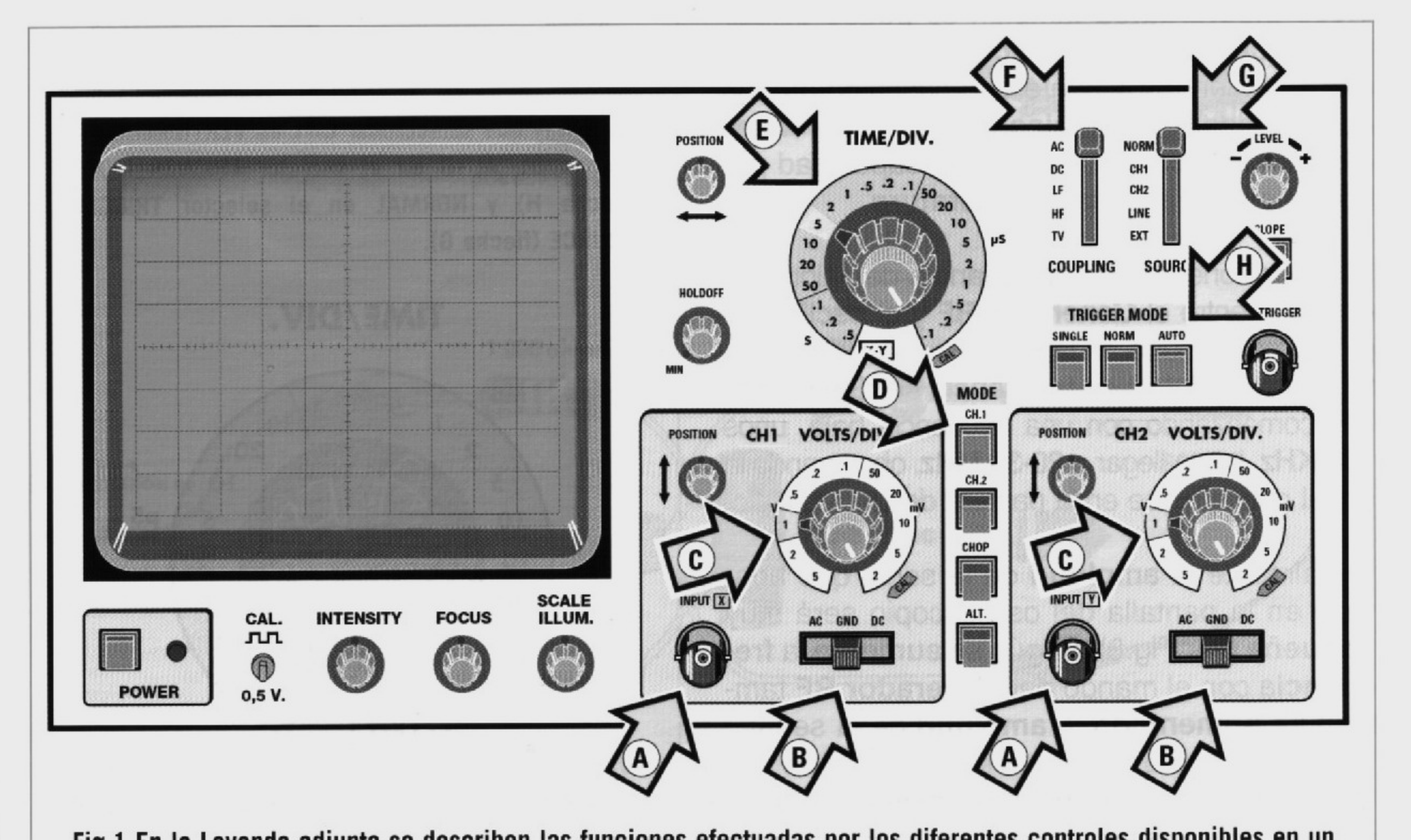


Fig.1 En la Leyenda adjunta se describen las funciones efectuadas por los diferentes controles disponibles en un osciloscopio común.

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).

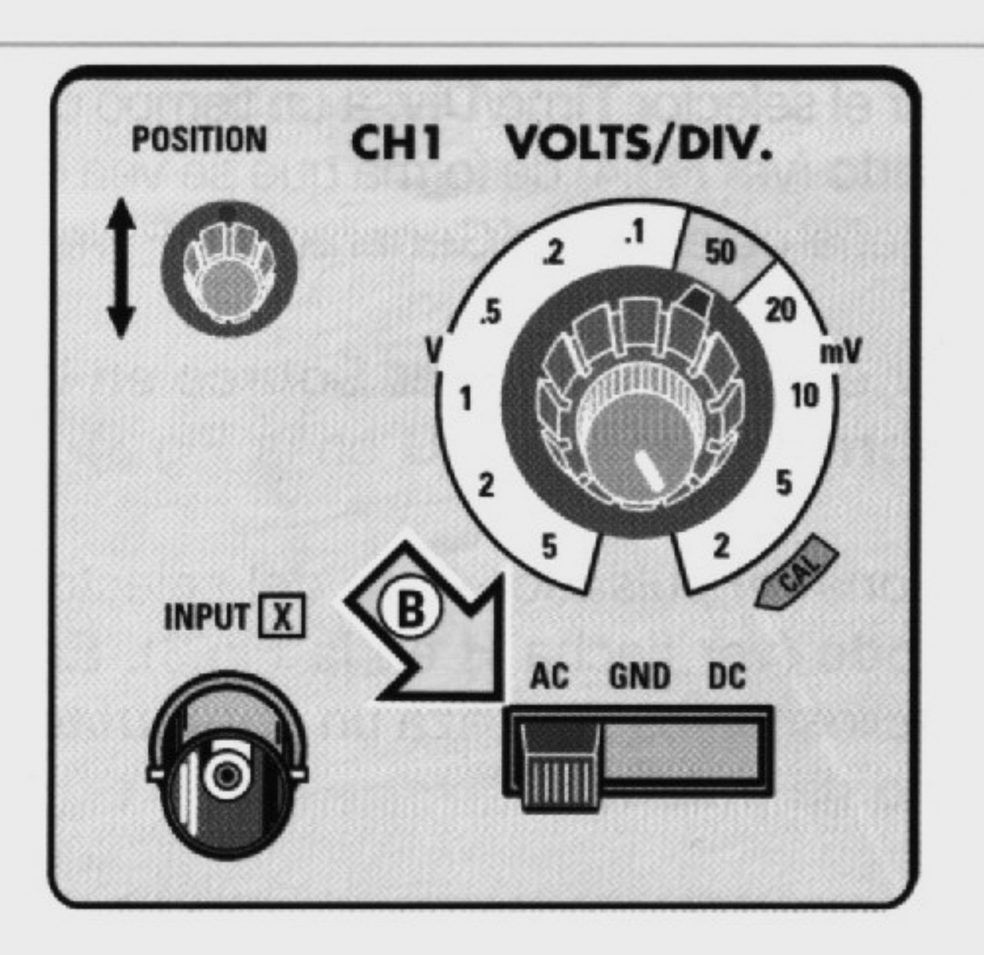


Fig.2 El selector Volts/Div. de CH1 ha de ajustarse a 50 milivoltios y la palanca AC-GND-DC ha de posicionarse en AC (ver flecha indicadora).

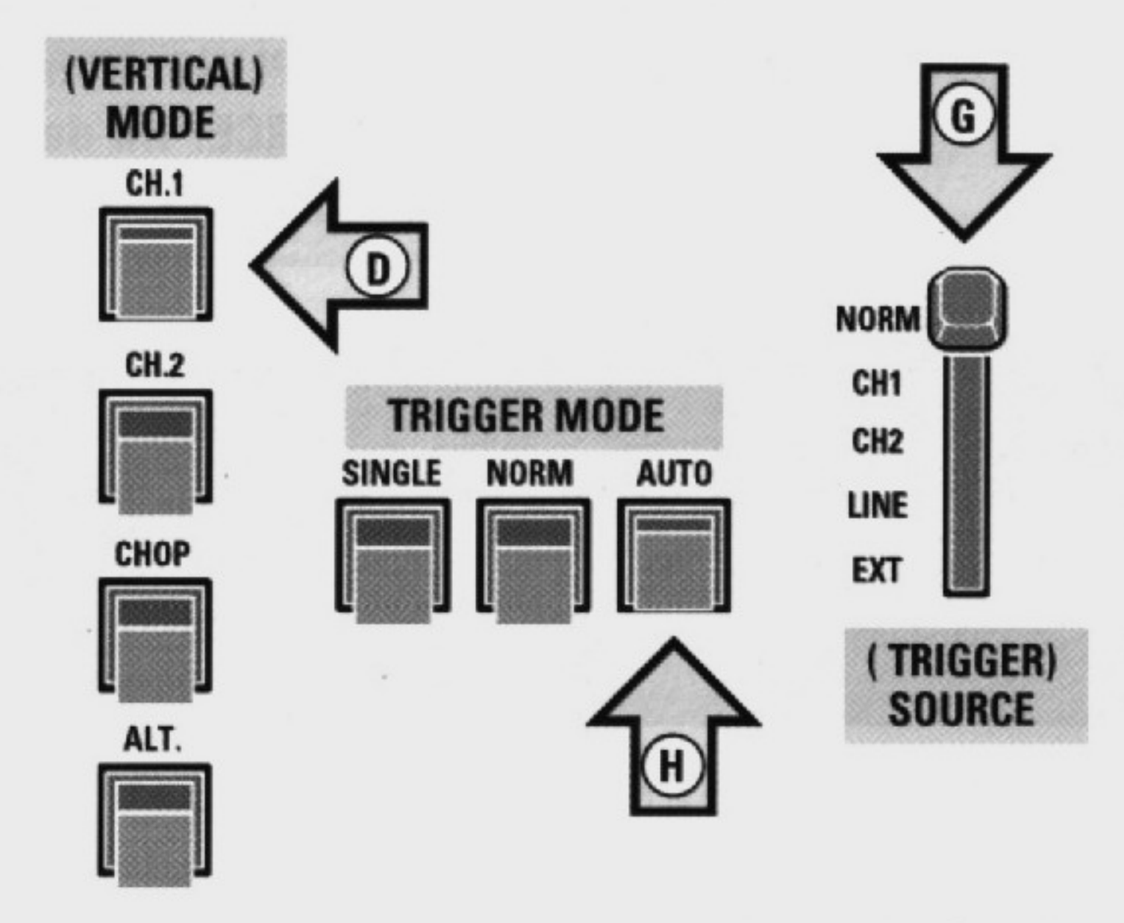


Fig.3 Hay que seleccionar CH1 en VERTICAL MODE (flecha D), AUTO en el selector TRIGGER MODE (flecha H) y NORMAL en el selector TRIGGER SOURCE (flecha G).

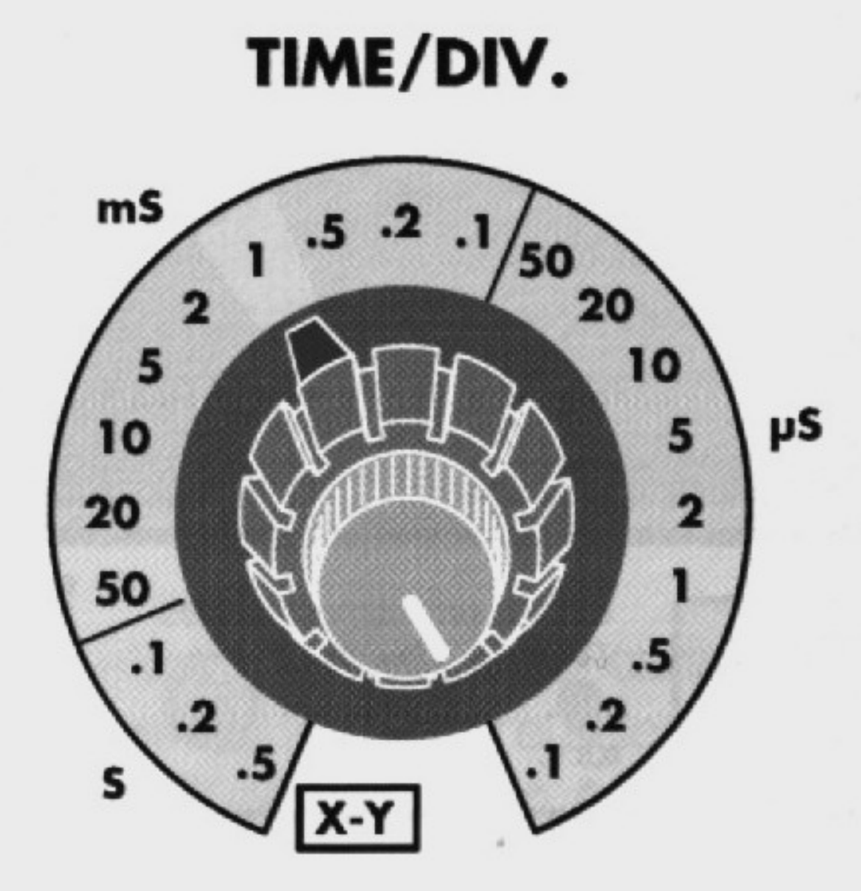


Fig.4 Para ver la señal con el aspecto mostrado en las Figs.8-9-10 hay que posicionar el control Time/Div. en 1 milisegundo.

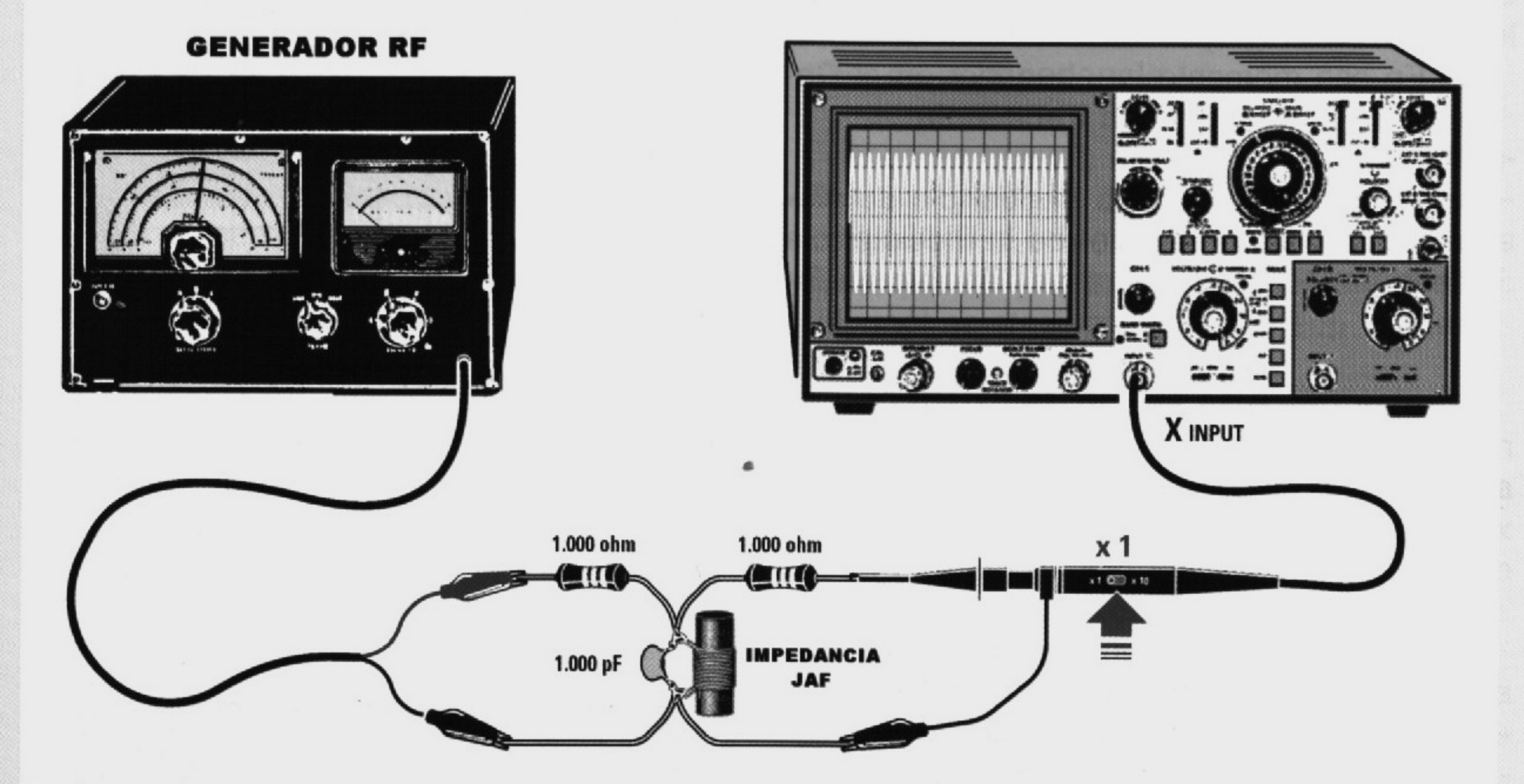
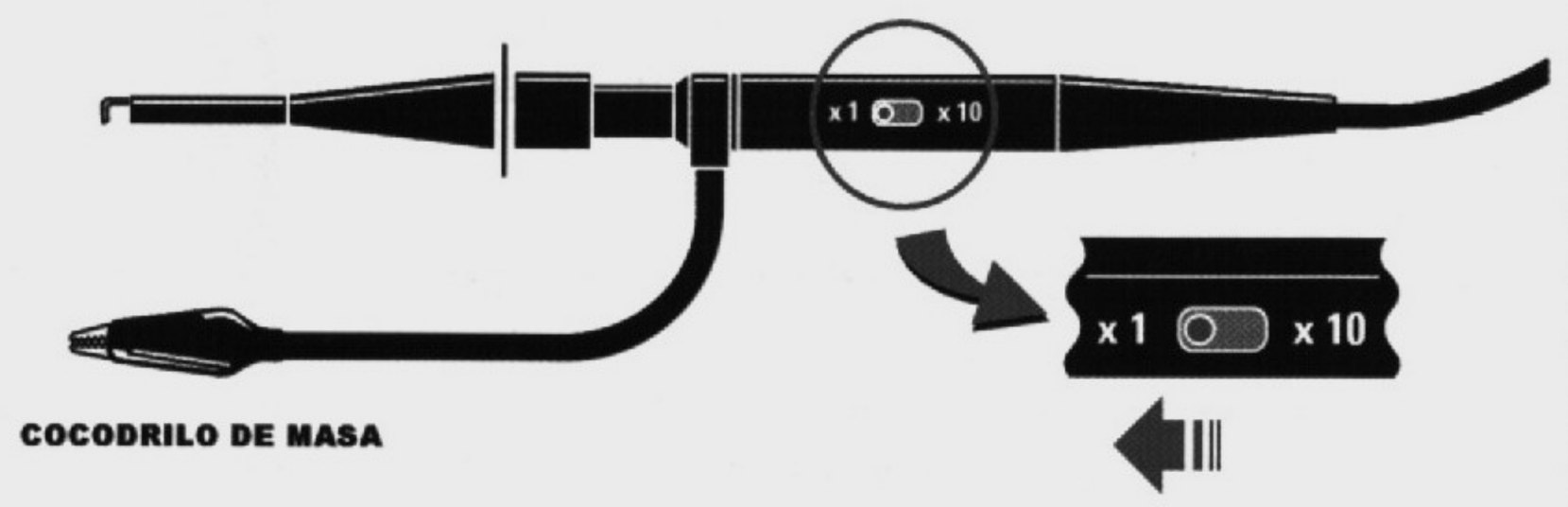


Fig.5 Para medir el valor de una inductancia o de una impedancia hay que conectar entre la salida del Generador RF y la sonda del osciloscopio dos resistencias de 1.000 ohmios 1/4 vatio en serie. A continuación hay que ajustar el mando RF OUT del Generador RF (amplitud de la señal de salida) de forma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



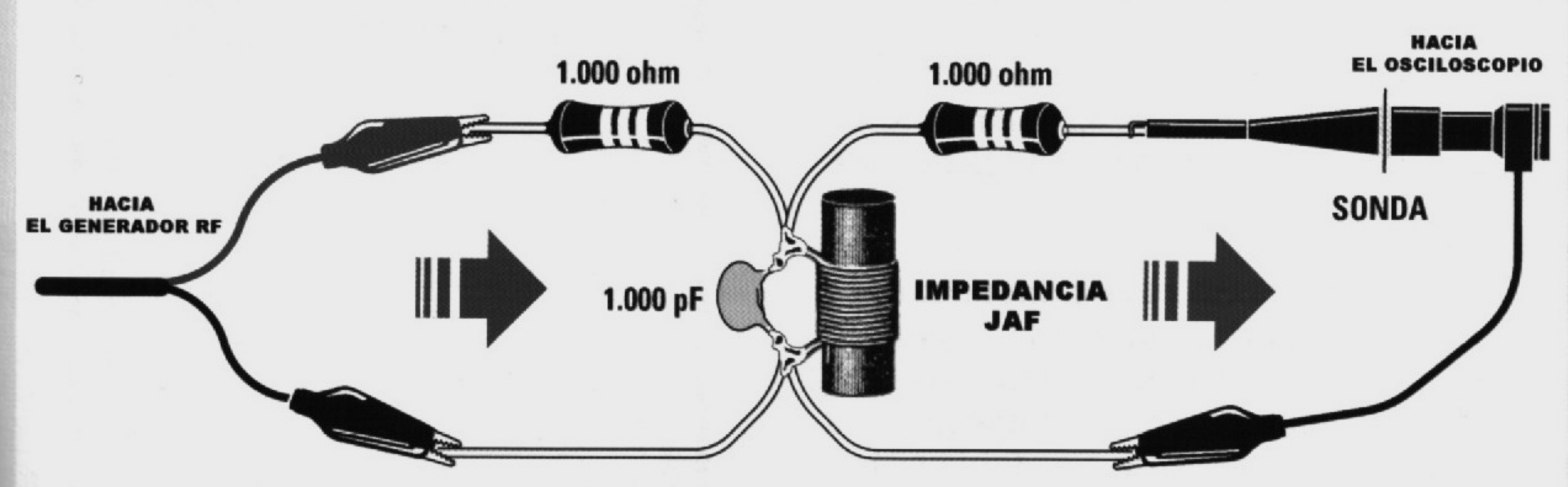


Fig.7 La inductancia o la impedancia de valor desconocido ha de conectarse entre la unión de las dos resistencias de 1.000 ohmios y masa, aplicando en paralelo un condensador de 1.000 picofaradios, preferiblemente de poliéster. En la pizarra reproducida en la Fig.16 se muestran todas las fórmulas utilizadas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

microhenrios = 25.300 : [(MHz x MHz) x 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 x 2,32) x 1.000] = 4,7 microH

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

25.300 : [(2,33 x 2,33) x 1.000] = 4,66 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 Nº1**).

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**.

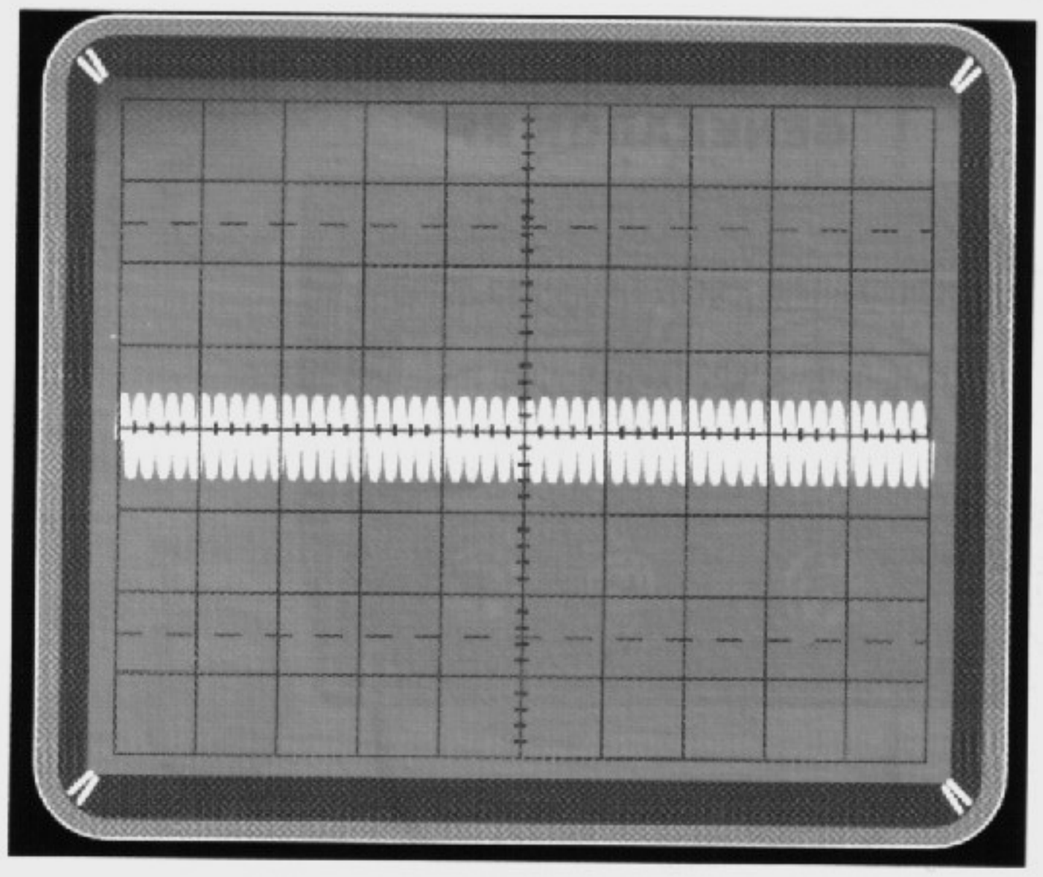


Fig.8 Conectando el osciloscopio al Generador RF tal como se indica en las Figs.7-11-12 en la pantalla del osciloscopio aparece una señal con poca amplitud.

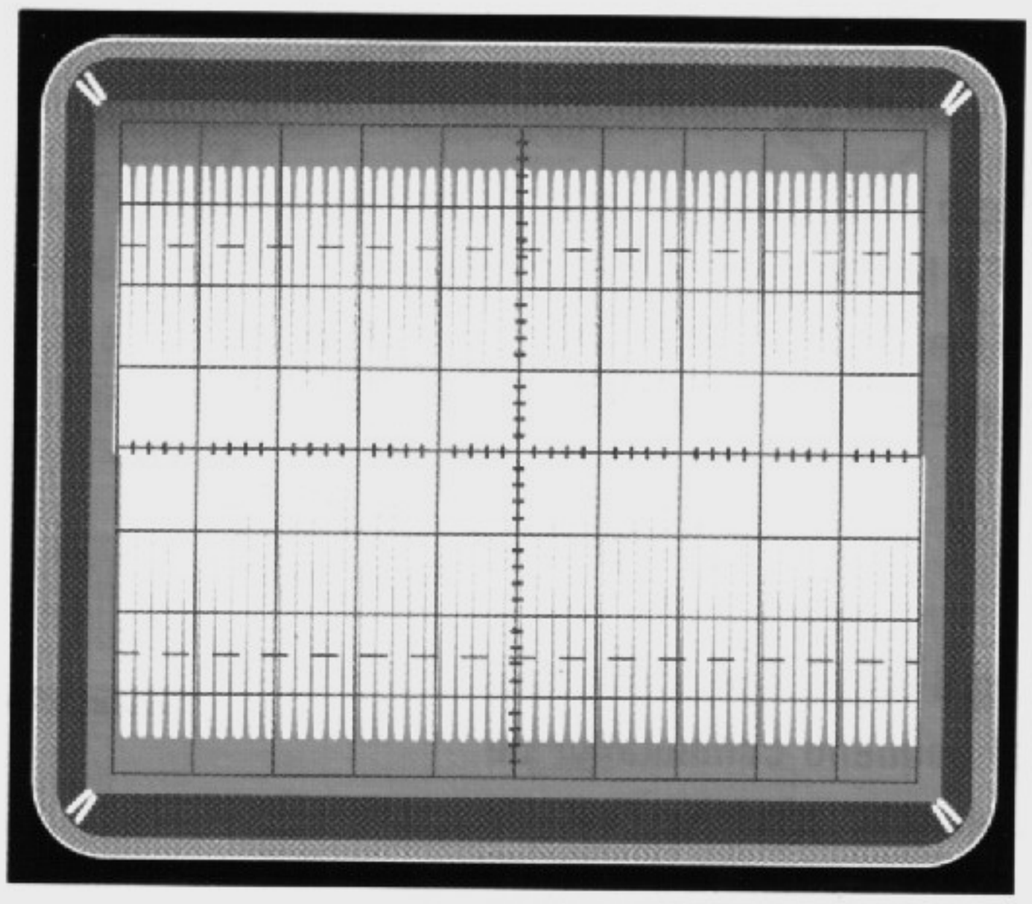


Fig.9 Ajustando la frecuencia del Generador RF se encontrará un valor que hace aparecer la señal con su amplitud máxima (6-7 cuadros).

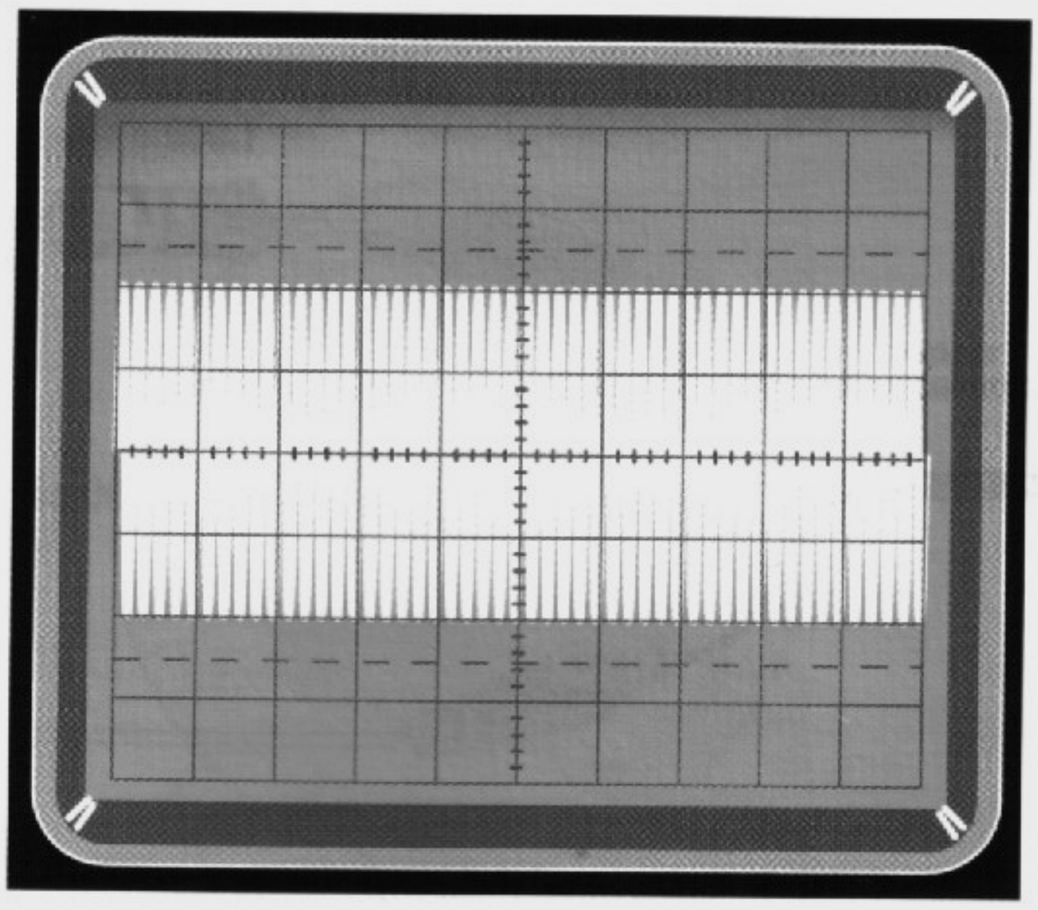


Fig.10 La amplitud máxima corresponde a la frecuencia de sintonía del circuito L/C. Si se cambia el valor de la frecuencia del Generador RF la amplitud se reducirá.

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 MHz

Que ya se puede incluir en la fórmula:

microhenrios = 25.300 : [(MHz x MHz) x pF]

Obteniendo, en este caso, un valor de:

25.300 : [(0,175 x 0,175) x 1.000] = 826 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 Nº1** 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 Nº1**) 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).

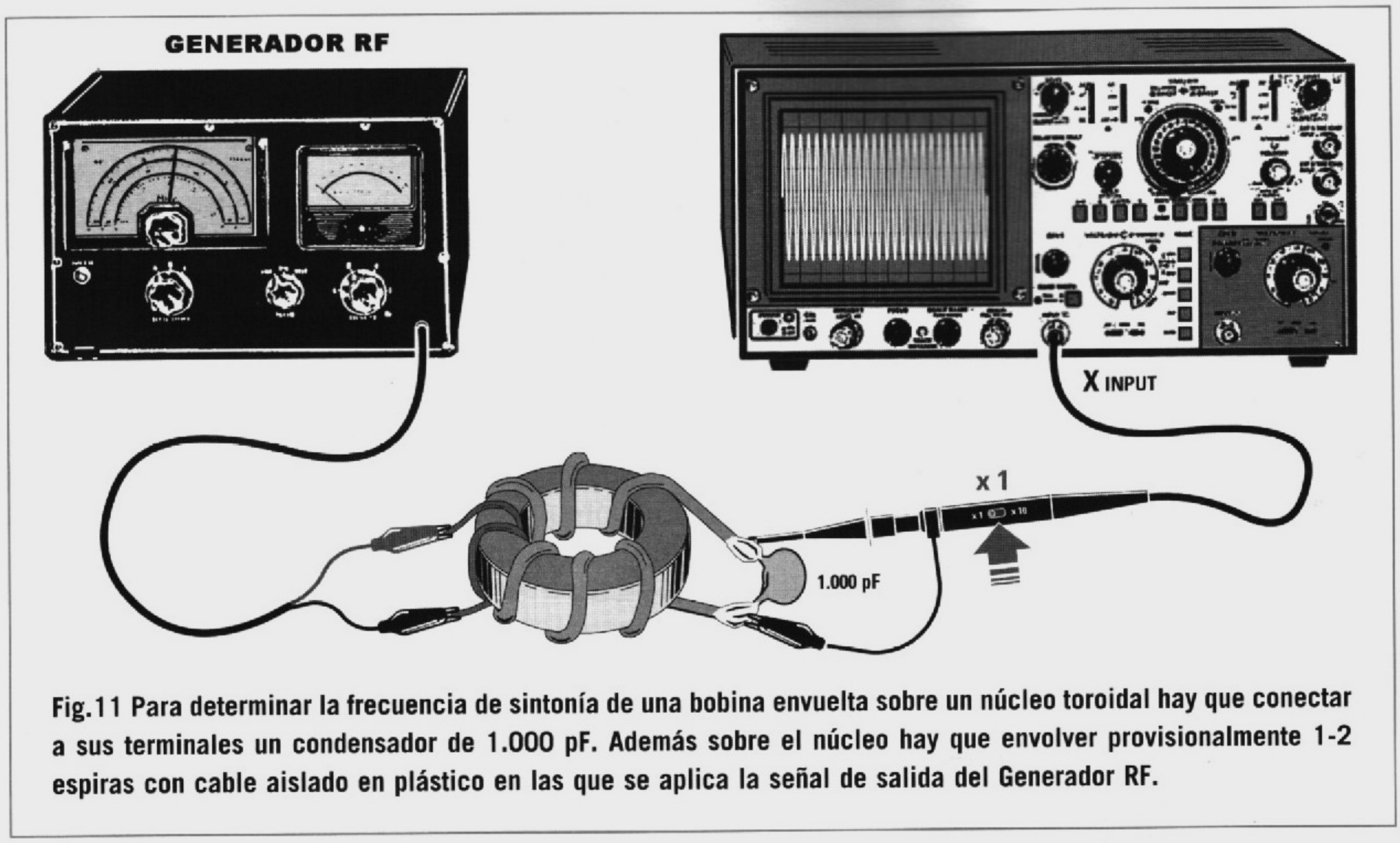


Fig.11 Para determinar la frecuencia de sintonía de una bobina envuelta sobre un núcleo toroidal hay que conectar a sus terminales un condensador de 1.000 pF. Además sobre el núcleo hay que envolver provisionalmente 1-2 espiras con cable aislado en plástico en las que se aplica la señal de salida del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

microhenrios = 25.300 : [(MHz x MHz) x 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:

picofaradios = 25.300 : [(MHz x MHz) x 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 x 3,2) x 22] = 112 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

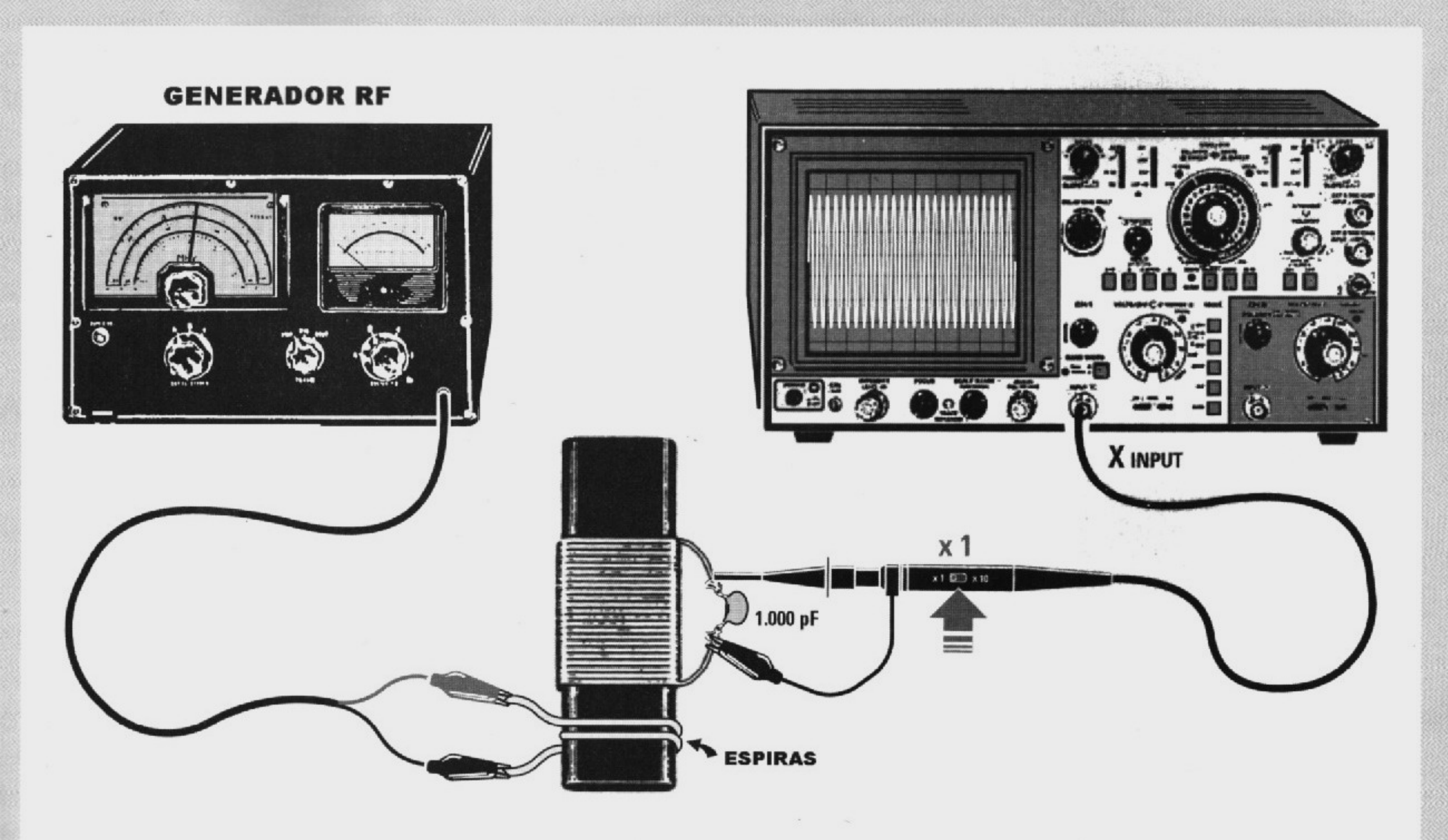


Fig.12 Para determinar la frecuencia de sintonía de una bobina envuelta sobre un núcleo ferroxcube también hay que conectar a sus terminales un condensador de 1.000 pF y envolver sobre el núcleo provisionalmente 1-2 espiras con cable aislado en plástico en las que se aplica la señal de salida del Generador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

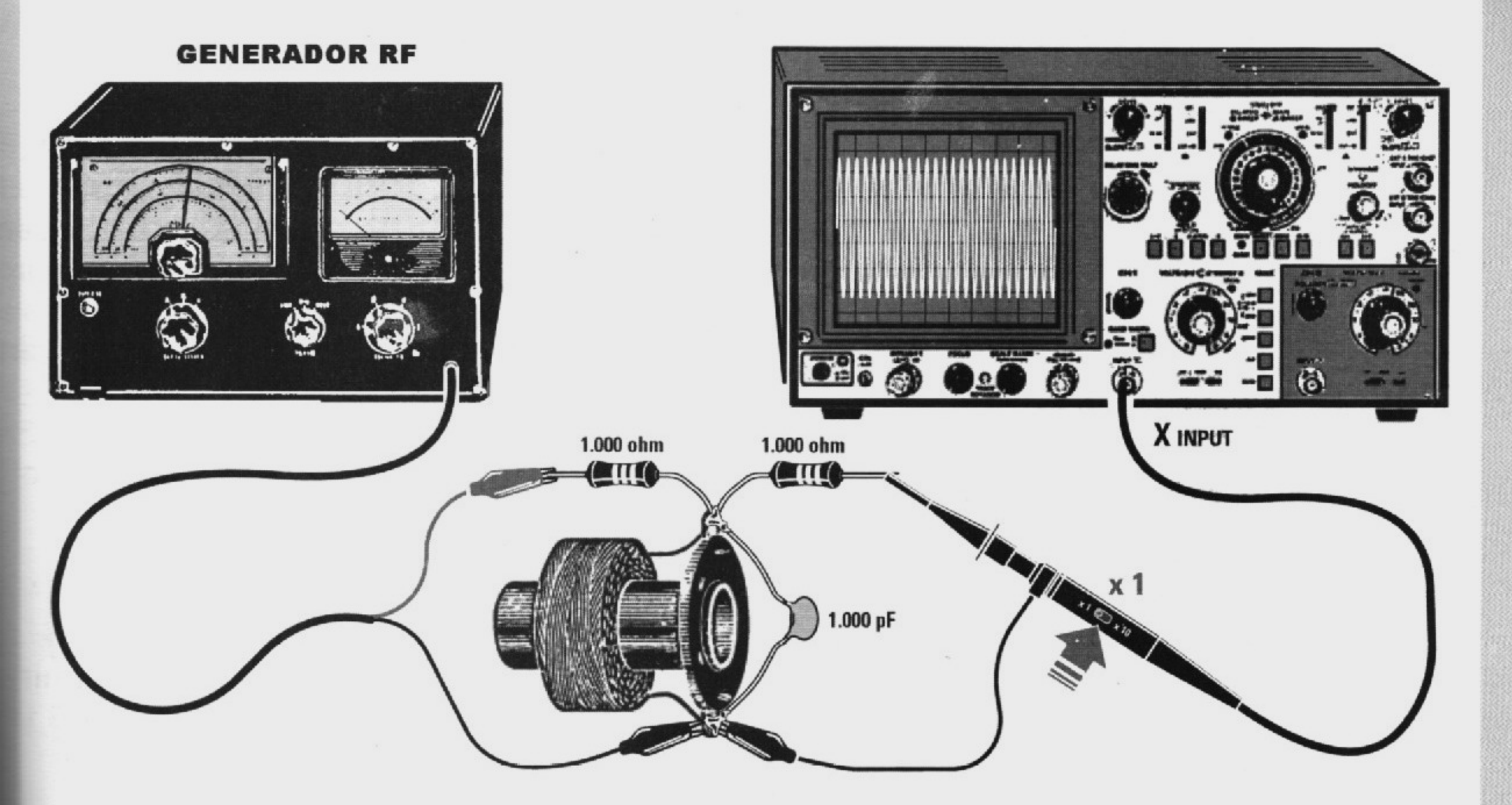


Fig.13 Para conocer la frecuencia de sintonía de una inductancia o de una impedancia la solución mejor consiste en utilizar dos resistencias de 1.000 ohmios, como se indica en la Fig.7, conectando también un condensador de 1.000 pF. Para obtener el valor en microhenrios o milihenrios se pueden utilizar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

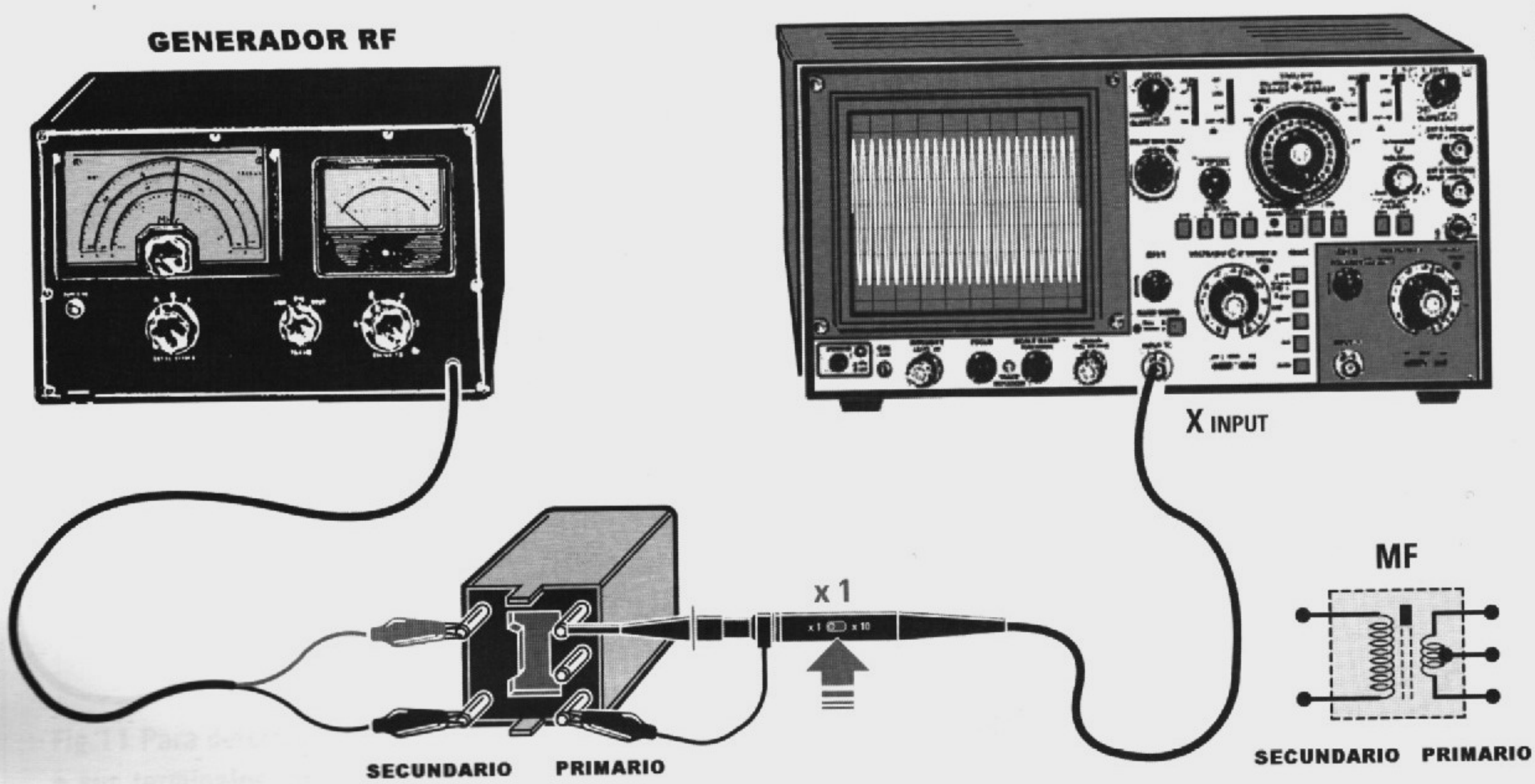


Fig.14 Para obtener la frecuencia de trabajo de una MF hay que controlar la disposición de sus terminales. El Secundario, sobre el que se aplica la señal obtenida del Generador RF, tiene 2 terminales, mientras que el Primario, que se ha de conectar al osciloscopio, tiene 3 terminales. En este caso no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

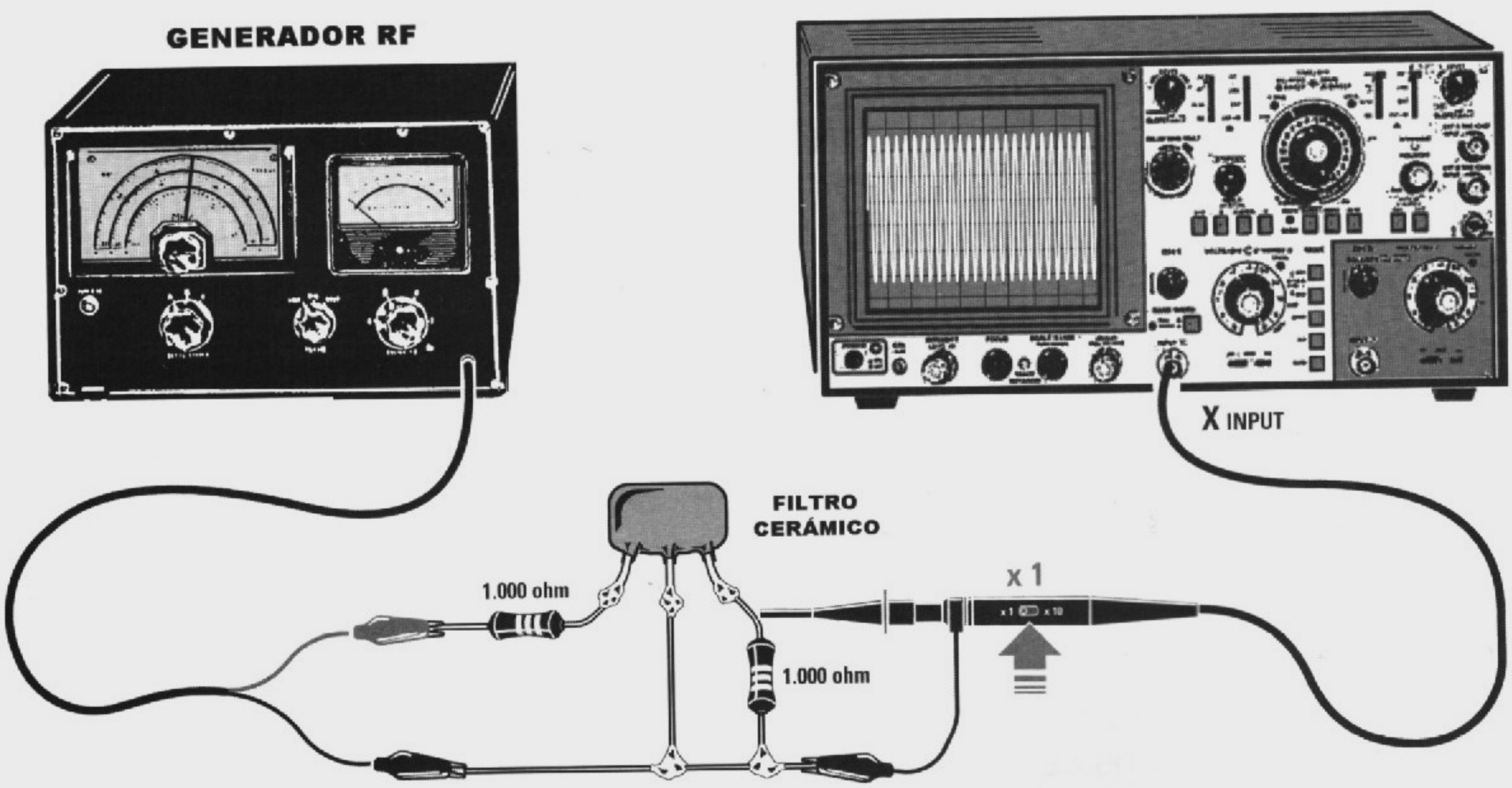


Fig.15 Para determinar la frecuencia de sintonía de un Filtro Cerámico hay que utilizar dos resistencias de 1.000 ohmios. La resistencia sobre la que se aplica la señal del Generador RF para ser enviada a la entrada del Filtro Cerámico se conecta en serie, mientras que la resistencia de la que se obtiene 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**.

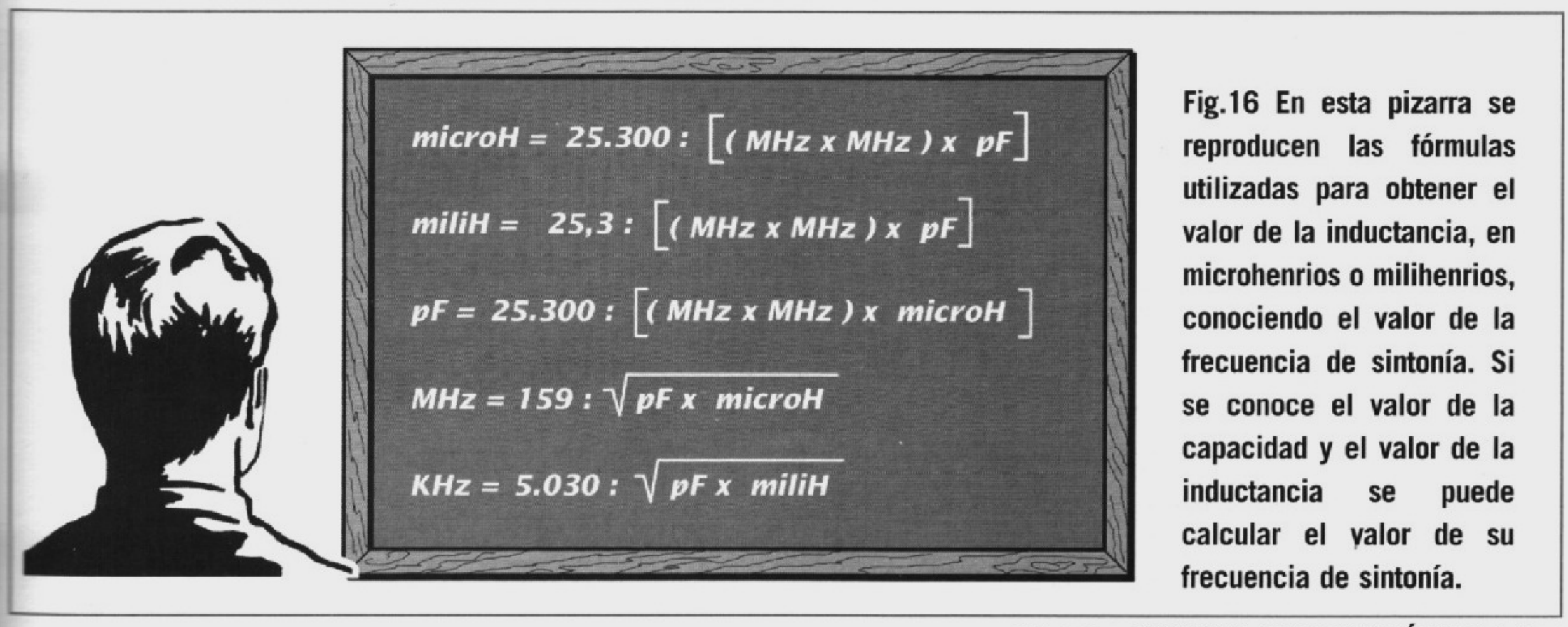


Fig.16 En esta pizarra se reproducen las fórmulas utilizadas para obtener el valor de la inductancia, en microhenrios o milihenrios, conociendo el valor de la frecuencia de sintonía. Si se conoce el valor de la capacidad y el valor de la inductancia se puede calcular el valor de su frecuencia de sintonía.

El OSCILOSCOPIO

Si preguntásemos qué tipo de instrumento es necesario para medir la **frecuencia** de una señal seguramente la mayoría respondería un **frecuencímetro digital**.

Esta medida se puede realizar también con un **osciloscopio**. Precisamente el objetivo de este artículo es explicar la forma de proceder para **medir** con un **osciloscopio** la **frecuencia** de una señal con cualquier tipo de **forma de onda**.

MEDICIÓN de FRECUENCIA

Puesto que todos los osciloscopios disponen de un **selector** para la **Base de Tiempos** escrupulosamente calibrado en **segundos-milisegundos-microsegundos** (valores indicados en el panel del instrumento como **Time/Div**.,

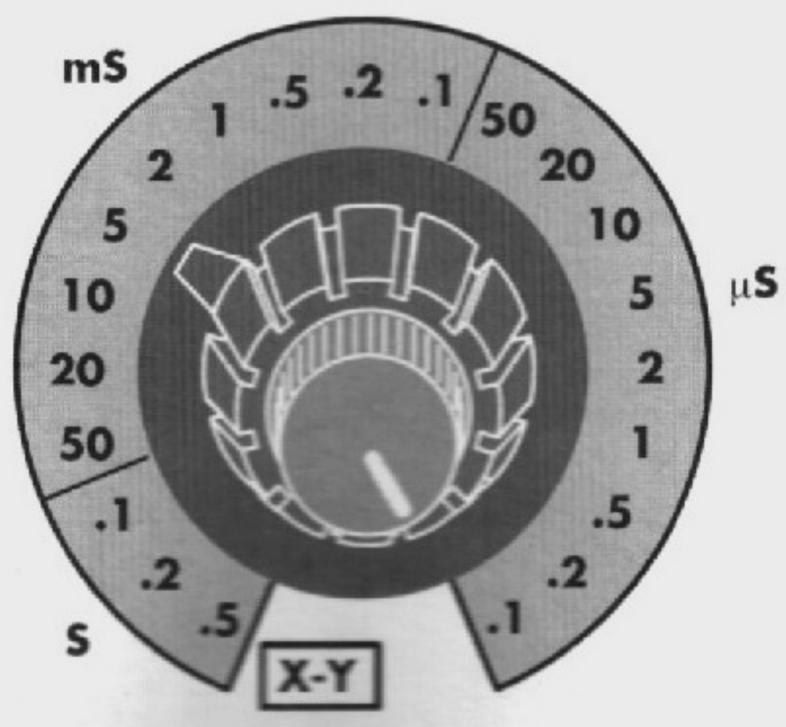


Fig.1 Para medir frecuencia con el osciloscopio hay que utilizar el control Time/Div. Los valores precedidos por un punto, es decir .5 - .2 - .1, deben leerse como si estuvieran precedidos por un 0, esto es han de interpretarse como 0,5 - 0,2 - 0,1.

ver Fig.1), podemos obtener el valor de la **frecuencia** con una gran precisión.

Para conocer el valor de la **frecuencia** basta con contar cuantos **cuadros** ocupa en sentido **horizontal** la **forma de onda completa** y observar la posición en la que está ajustado el selector **Time/Div**. de la **Base de Tiempos**.

Para determinar la **forma de onda completa** se tiene que considerar la distancia entre el **principio** y el **fin** de la onda, por ejemplo tomando la distancia entre dos picos máximos consecutivos (ver ejemplos en las Figs.4-5-6-7).

Conociendo el **número** de **cuadros** ocupados por una **forma de onda completa** basta con identificar la posición del selector **Time/Div**, es decir el valor seleccionado en **segundos**, **milisegundos**, o **microsegundos**, y con estos dos datos calcular, con extrema sencillez, el valor de la **frecuencia** utilizando las fórmulas indicadas en la **Tabla Nº1**.

AJUSTE del OSCILOSCOPIO

En la Fig.3 se reproduce el **panel frontal** de un osciloscopio estándar con las diferentes funciones identificadas mediante **flechas** con **letras** asignadas.

A continuación se describen las **funciones** utilizadas, las letras que identifican cada una de ellas y la posición adecuada de cada control para realizar medidas de **frecuencia**.

- **TRIGGER MODE** (flecha **H**): Seleccionar **Auto**.

- **TRIGGER SOURCE** (flecha **G**): Este selector, normalmente en forma de conmutador deslizante, tiene que ajustarse en la posición **Normal**.

Aunque no se disponga de un frecuencímetro digital se puede conocer el valor de la frecuencia de una señal utilizando el osciloscopio como instrumento de medida. En este artículo explicamos como medir la frecuencia de señales sinusoidales, cuadradas, triangulares, en diente de sierra y trenes de impulsos utilizando un osciloscopio.

como FRECUENCIMETRO

TABLA N. 1

Hz =	*1 :*	*(segundos de Time/Div. x número cuadros)*
Hz =	*1.000 :*	*(miliseg. de Time/Div. x número cuadros)*
KHz =	*1.000 :*	*(microseg. de Time/Div. x número cuadros)*
MHz =	*1 :*	*(microseg. de Time/Div. x número cuadros)*
número cuadros =	*1 :*	*(segundos de Time/Div. x Hz)*
número cuadros =	*1.000 :*	*(miliseg. de Time/Div. x Hz)*
número cuadros =	*1.000 :*	*(microseg. de Time/Div. x KHz)*
número cuadros =	*1 :*	*(microseg. de Time/Div. x MHz)*

Fórmulas utilizadas para gestionar frecuencias

TABLA N. 2

TIME/DIV.	UNA ONDA COMPLETA OCUPA		
	1 CUADRO	2 CUADROS	4 CUADROS
0,5 segundos	2 Hz	1,0 Hz	0,5 Hz
0,2 segundos	5 Hz	2,5 Hz	1,25 Hz
0,1 segundos	10 Hz	5 Hz	2,5 Hz
50 milisegundos	20 Hz	10 Hz	5 Hz
20 milisegundos	50 Hz	25 Hz	12,5 Hz
10 milisegundos	100 Hz	50 Hz	25 Hz
5 milisegundos	200 Hz	100 Hz	50 Hz
2 milisegundos	500 Hz	50 Hz	125 Hz
1 milisegundo	1 KHz	500 Hz	250 Hz
0,5 milisegundos	2 KHz	1 KHz	500 Hz
0,2 milisegundos	5 KHz	2,5 KHz	1,25 KHz
0,1 milisegundos	10 KHz	5 KHz	2,5 KHz
50 microsegundos	20 KHz	10 KHz	5 KHz
20 microsegundos	50 KHz	25 KHz	12,5 KHz
10 microsegundos	100 KHz	50 KHz	25 KHz
5 microsegundos	200 KHz	100 KHz	50 KHz
2 microsegundos	500 KHz	250 KHz	125 KHz
1 microsegundo	1 MHz	0,5 MHz	0,25 MHz
0,5 microsegundos	2 MHz	1 MHz	0,5 MHz

Fig.2 Ajustando el mando Time/Div. (ver Fig.1) a una de las posiciones indicadas en la columna izquierda aparecerá en la pantalla del osciloscopio una onda completa, bien sea sinusoidal, cuadrada, triangular o en diente de sierra, que cubre 1-2-4 cuadros. Utilizando esta Tabla se puede determinar el valor exacto de su frecuencia.

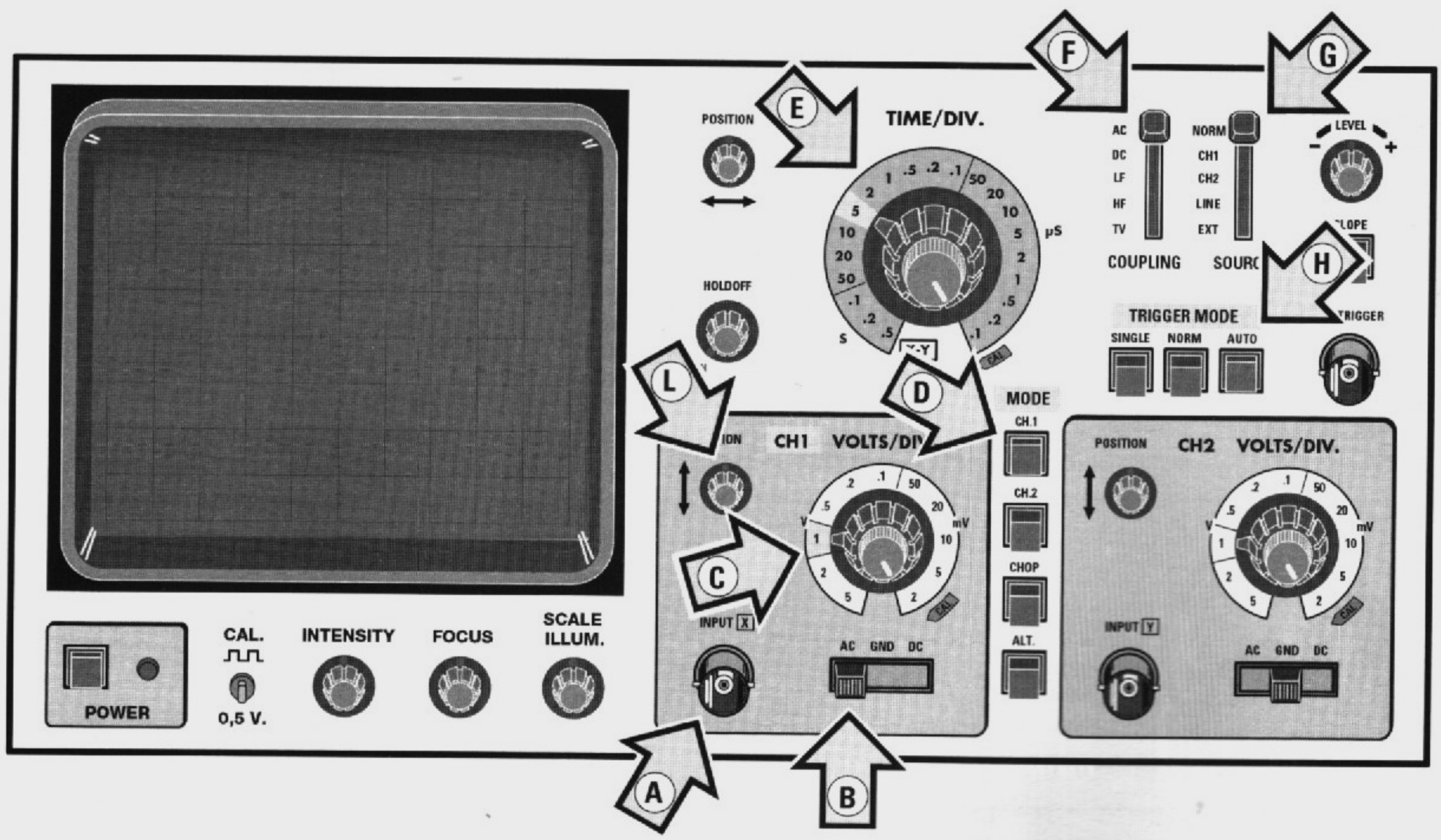


Fig.3 Para realizar medidas de frecuencia hay que desplazar la palanca del selector AC-GND-DC a la posición AC (ver flecha B). En el artículo se detallan las funciones señalizadas por el resto de flechas presentes en el panel.

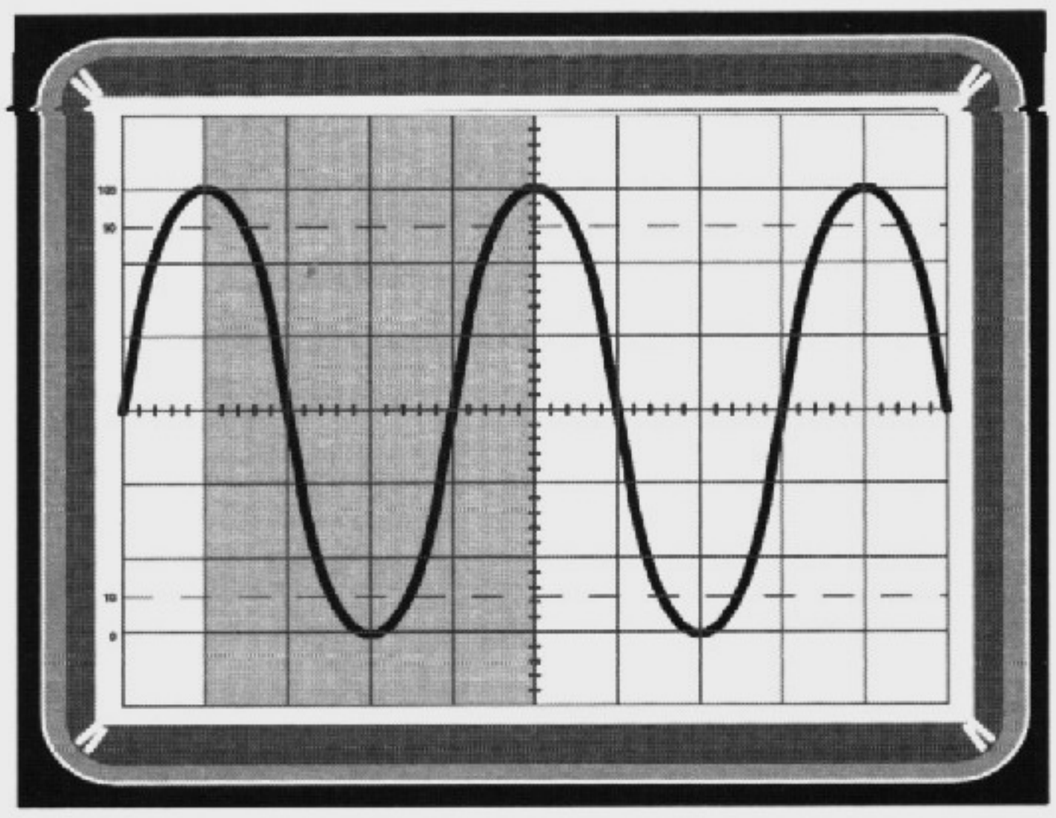


Fig.4 Para medir la frecuencia de una onda sinusoidal hay que contar el número de cuadros ocupados en horizontal por una sinusoide completa. En este ejemplo la onda ocupa 4 cuadros.

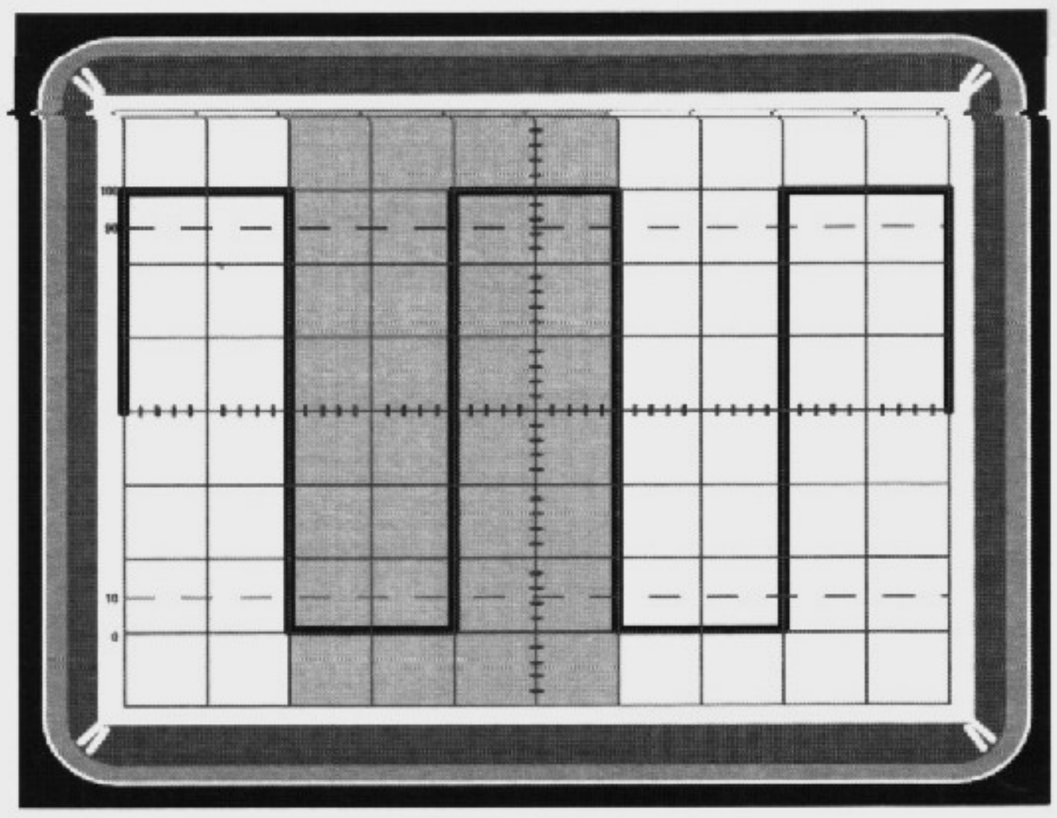


Fig.5 Para medir la frecuencia de una onda cuadrada hay que contar el número de cuadros ocupados en horizontal por una onda cuadrada completa, que en este ejemplo es 4.

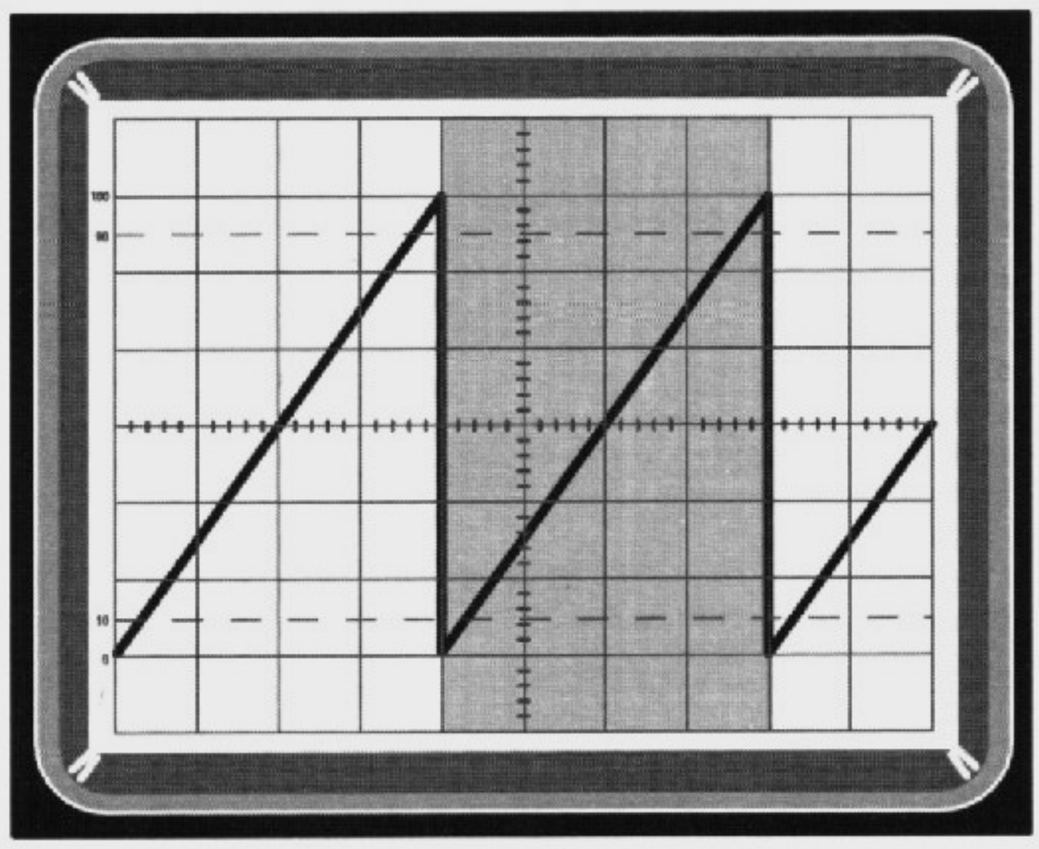


Fig.6 Para medir la frecuencia de una onda en diente de sierra también hay que contar el número de cuadros ocupados en horizontal por una onda completa. En este caso de nuevo son 4 cuadros.

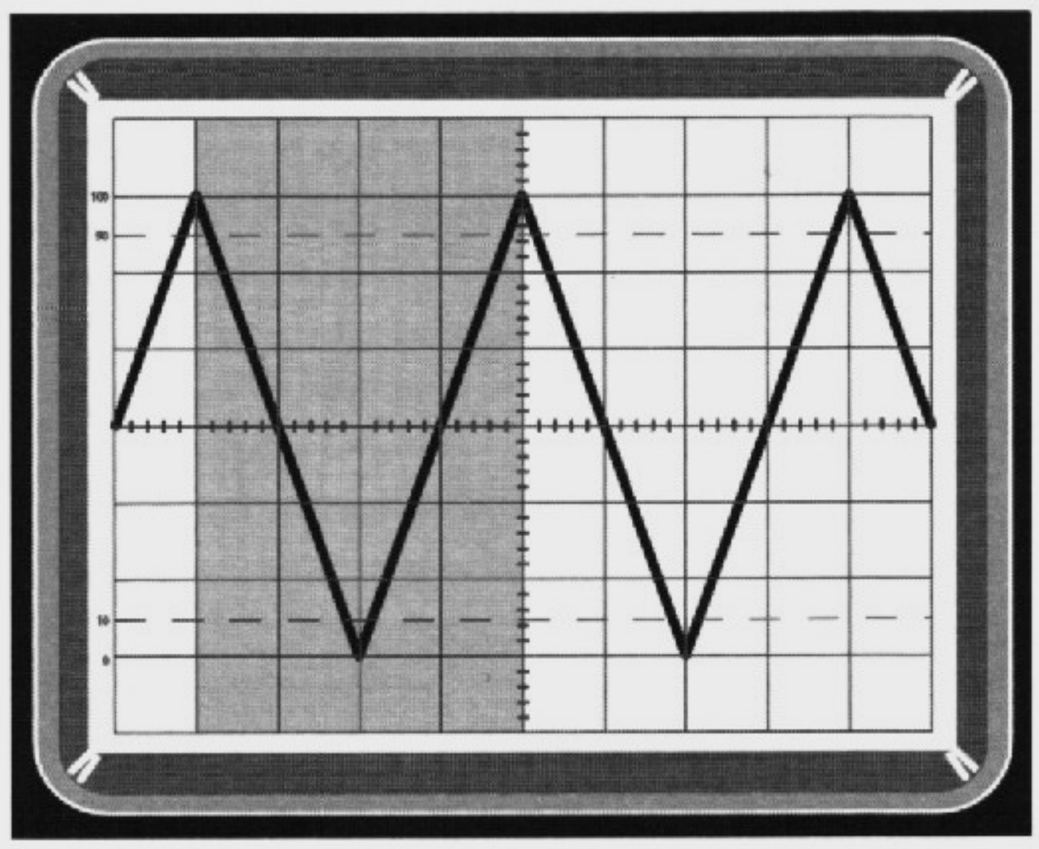


Fig.7 Para medir la frecuencia de una onda triangular hay que contabilizar el número de cuadros ocupados en horizontal por una onda completa, que también en este caso son 4 cuadros.

- **TIME/DIV**. (flecha **E**): Este mando ha de ajustarse para visualizar en la pantalla **1**, **2**, o **3 ondas completas**, tanto si son **sinusoidales**, **cuadradas** o **triangulares**.

- **VERTICAL MODE** (flecha **D**): Puesto que se utiliza normalmente la **entrada** correspondiente al **canal CH1** hay que seleccionar **CH1**.

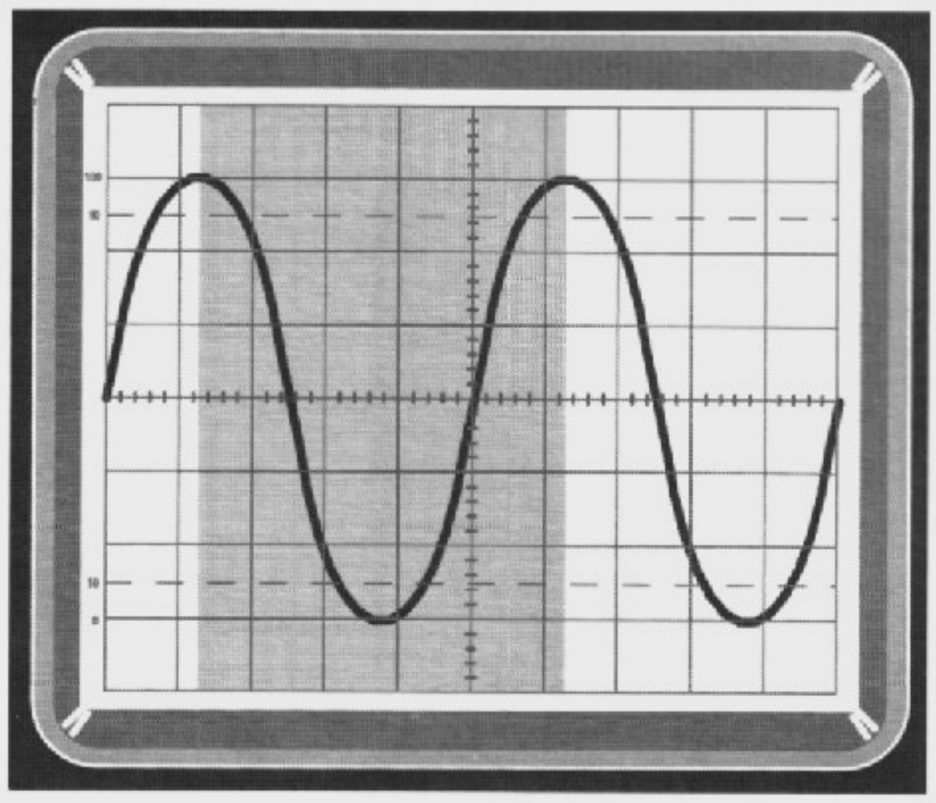
- **Selector AC-GND-DC** (flecha **B**): Puesto que hemos decidido utilizar la **entrada** de **CH1** debemos posicionar la palanca del conmutador **AC-GND-DC** de **CH1** en **AC**, es decir **CH1** ajustado para medir **corriente alterna**.

- **Selector VOLTS/DIV. de CH1** (flecha **C**): Puesto que la señal alterna a medir normalmente tendrá un valor de tensión desconocido hay que ajustar este control de tal forma que las formas de onda se **visualicen** en la pantalla con una **amplitud vertical** de unos **3-4 cuadros**, utilizando también, si es necesario, el conmutador **x1 - x10** presente en la **sonda** del **osciloscopio**.

- **Mando POSITION** (flecha **L**): Este pequeño mando debe ajustarse para que las señales tengan el aspecto mostrado en las Figs.4-5-6-7.

EJEMPLOS de MEDIDA de FRECUENCIA

Después de estas breves y necesarias indicaciones vamos a exponer varios **ejemplos prácticos**, con descripciones detalladas y representaciones gráficas adecuadas.



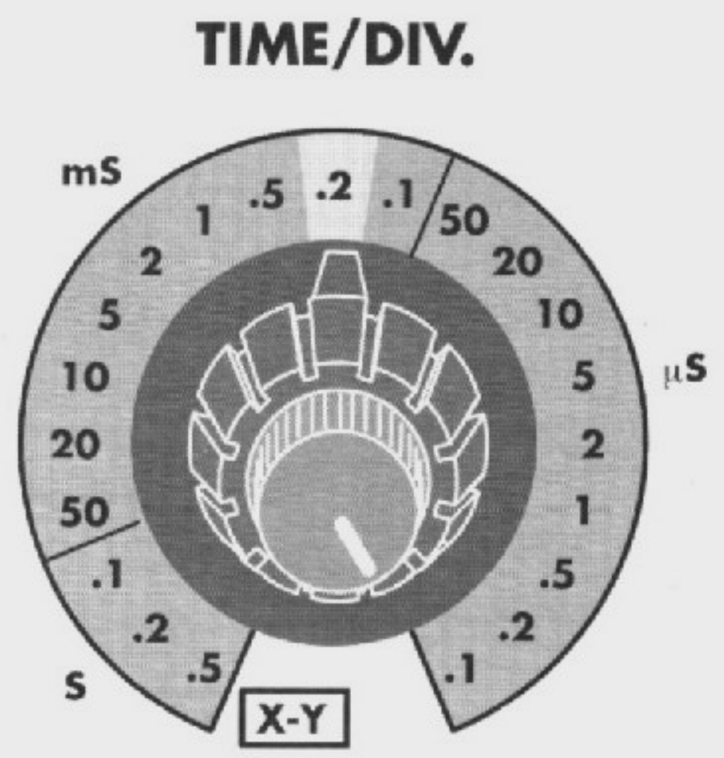
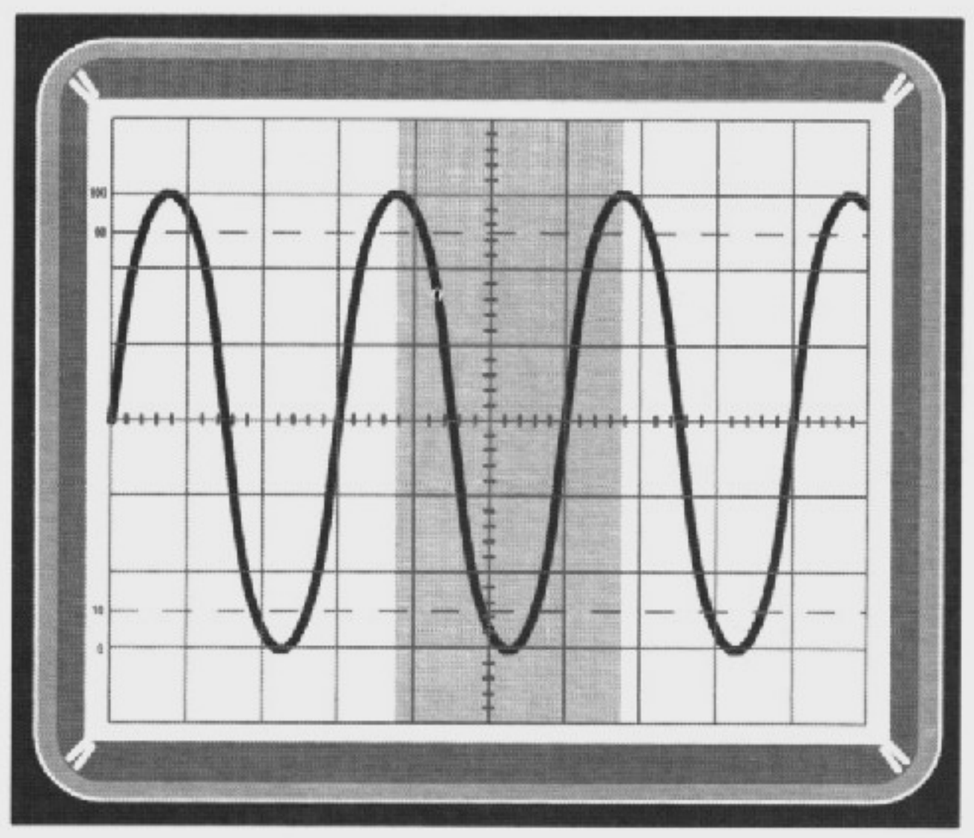


Fig.8 Si una onda sinusoidal ocupa, como en este ejemplo, 5 cuadros y el mando Time/Div. está ajustado a 0,2 milisegundos, el valor de su frecuencia es igual a 1.000 : (0,2 x 5) = 1.000 Hertzios.



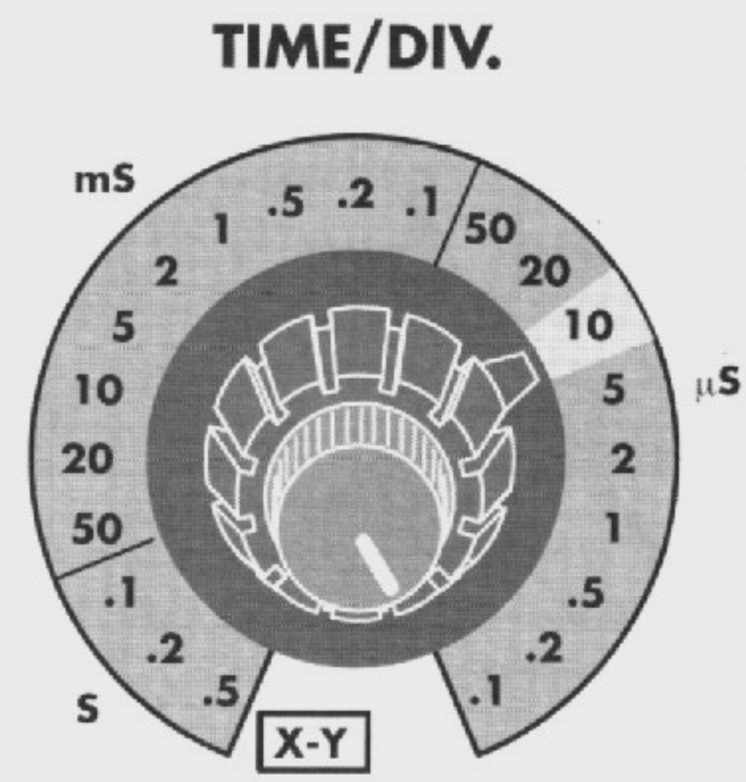


Fig.9 Si, como en este ejemplo, la onda sinusoidal ocupa 3 cuadros y el mando Time/Div. está ajustado a 10 microsegundos, el valor de su frecuencia es igual a 1.000 : (10 x 3) = 33,33 Kilohertzios.

FRECUENCIA de una onda SINUSOIDAL

Cuando se realizan **osciladores BF** es muy importante conocer cual es la **frecuencia mínima** y la **frecuencia máxima** que puede proporcionar.

Para **calcular** el valor de la **frecuencia** hay que utilizar la siguiente fórmula:

Hz = 1.000 : (miliseg. x número cuadros)

Suponiendo que una **sinusoide completa** cubre exactamente **5 cuadros**, como se muestra en la Fig.8, y que el mando **Time/Div**. está ajustado a **0,2 milisegundos**, obtendremos:

1.000 : (0,2 x 5) = 1.000 Hertzios

En cambio, si la sinusoide completa ocupa **3 cuadros**, como se muestra en la Fig.9, y el mando **Time/Div**. está ajustado a **10 microsegundos**, para **calcular** el valor de la **frecuencia** hay que utilizar la fórmula:

KHz = 1.000 : (microseg. x número cuadros)

El valor obtenido queda expresado en **Kilohertzios**. En efecto:

1.000 : (10 x 3) = 33,33 Kilohertzios

Que corresponden a **33.330 Hz**.

FRECUENCIA de una onda CUADRADA

Se puede determinar fácilmente el valor de la frecuencia proporcionada por un **Generador** de **onda cuadrada** midiendo cuantos **cuadros** ocupa una **onda completa**.

Suponiendo que la **onda completa** cubre exactamente **2 cuadros**, como se muestra en la

Fig.10, y que el mando **Time/Div**. está ajustado a **0,2 milisegundos**, para **calcular** el valor de la **frecuencia** hay que utilizar la fórmula:

Hz = 1.000 : (miliseg. x número cuadros)

Con los valores citados obtenemos:

1.000 : (0,2 x 2) = 2.500 Hz

En el caso de que la onda también cubra **2 cuadros** pero el mando **Time/Div**. esté ajustado a **0,5 milisegundos** la **frecuencia** tendría un valor de:

1.000 : (0,5 x 2) = 1.000 Hz

FRECUENCIA de una onda en DIENTE DE SIERRA

Trabajando con circuitos electrónicos es posible encontrarse con señales que formen **trenes** de **impulsos** con forma de dientes de sierra, como la señal mostrada en la Fig.12.

Los **cuadros** que ocupa una **onda completa** de una señal en diente de sierra se cuentan tomando como referencia el **principio** y el **fin** de una onda, en este caso basta con tomar como referencia la **distancia** entre **dos vértices superiores** (ver Fig.12).

Suponiendo que la **onda completa** cubre exactamente **4 cuadros** y que el mando **Time/Div**. está ajustado a **20 microsegundos**, para **calcular** el valor de la **frecuencia** hay que utilizar la fórmula:

KHz = 1.000 : (microseg. x número cuadros)

Con los valores citados obtenemos:

1.000 : (20 x 4) = 12,5 KHz

Que corresponden a **12.500 Hertzios**.

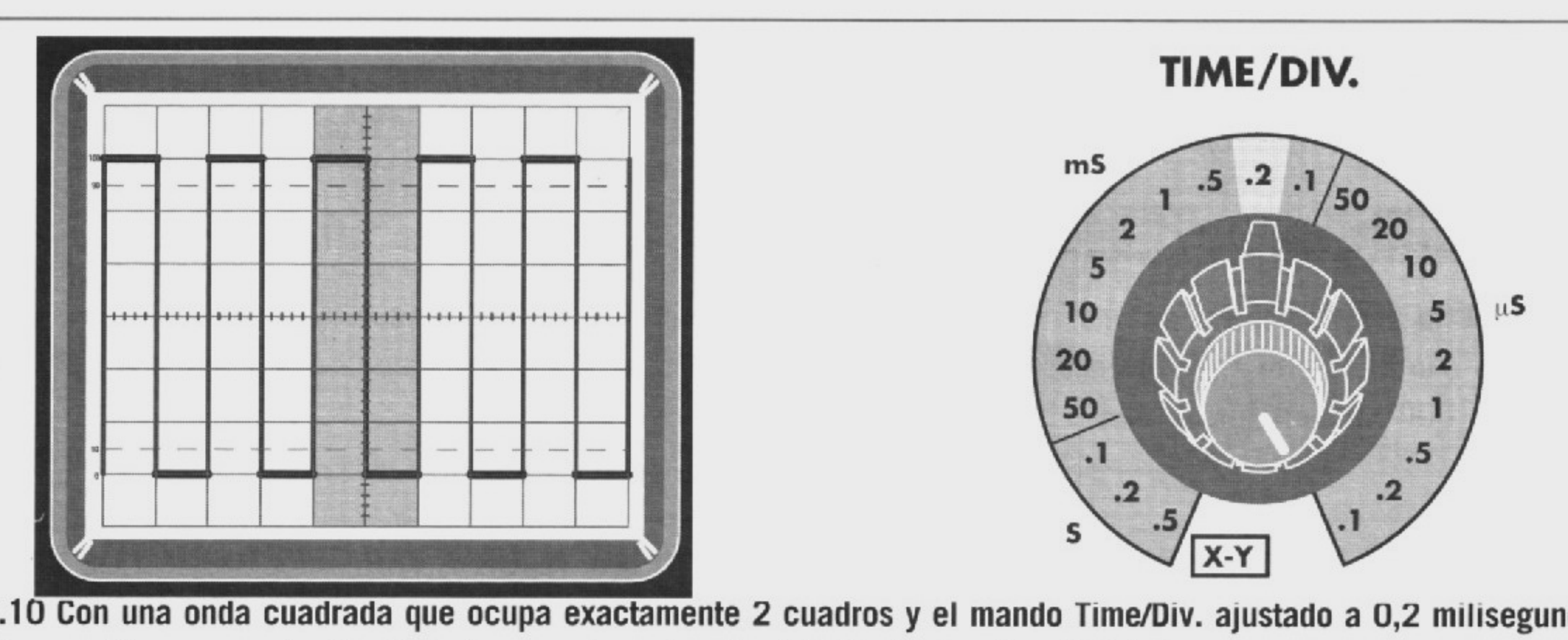


Fig.10 Con una onda cuadrada que ocupa exactamente 2 cuadros y el mando Time/Div. ajustado a 0,2 milisegundos podemos afirmar que el valor de la frecuencia es igual a 1.000 : (0,2 x 2) = 2.500 Hertzios.

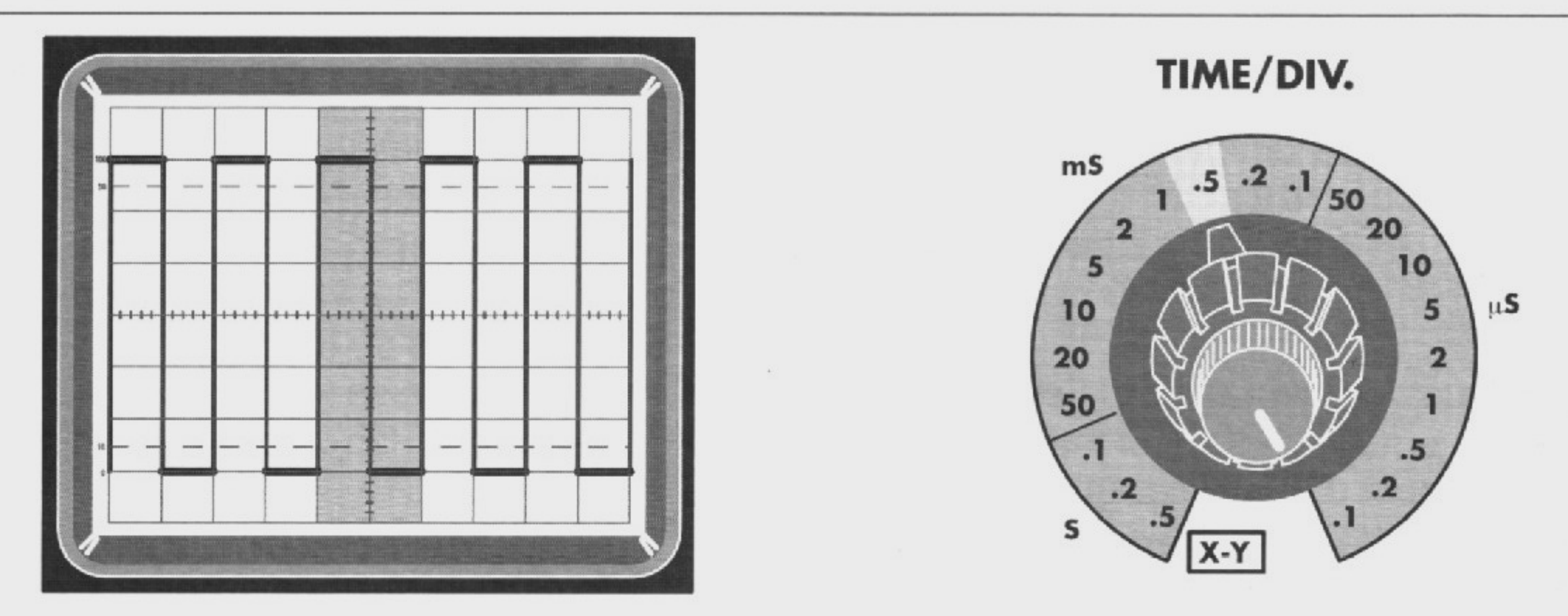
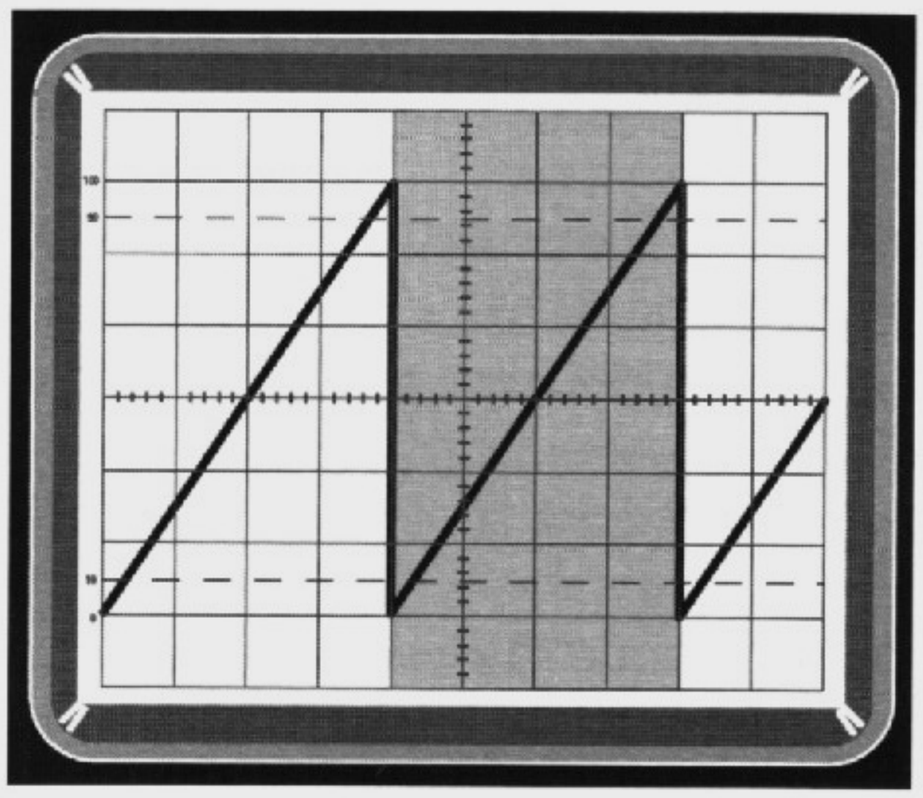


Fig.11 Con una onda cuadrada que ocupa exactamente 2 cuadros y el mando Time/Div. ajustado a 0,5 milisegundos el valor de la frecuencia es igual a 1.000 : (0,5 x 2) = 1.000 Hertzios.



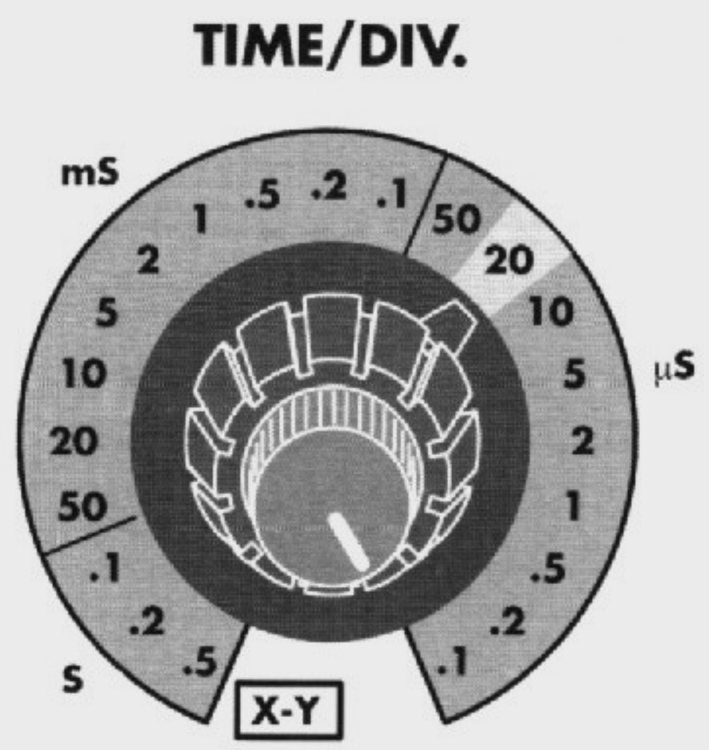
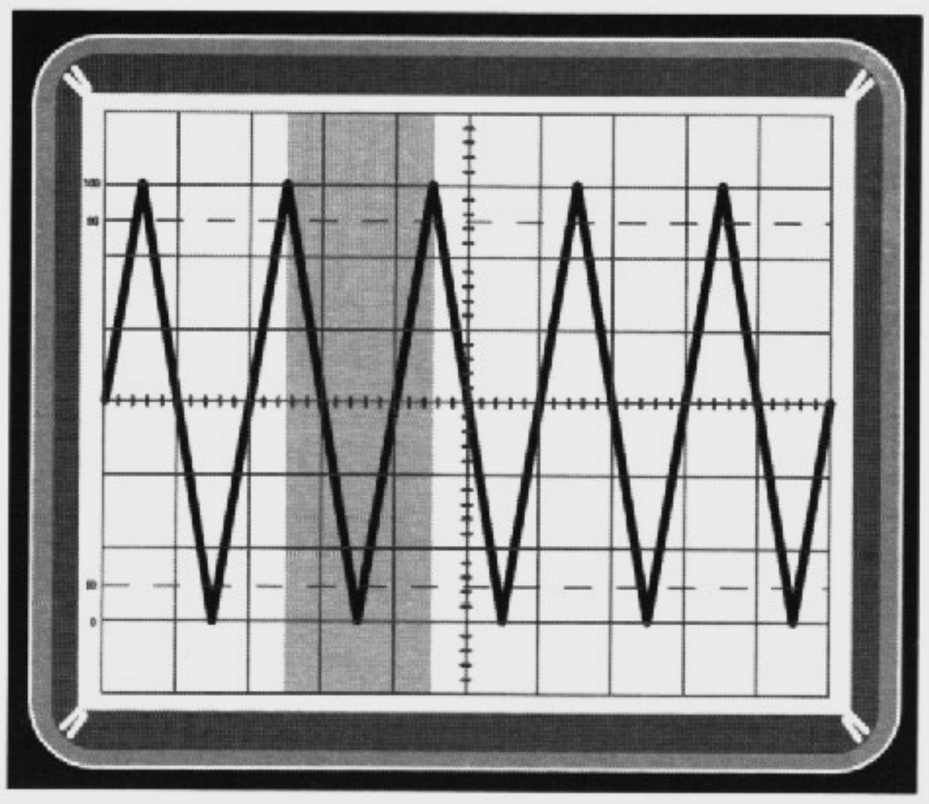


Fig.12 Si la onda completa de una señal en diente de sierra ocupa 4 cuadros con el control Time/Div. ajustado a 20 microsegundos, el valor del a frecuencia es igual a 1.000 : (20 x 4) = 12,5 Kilohertzios.



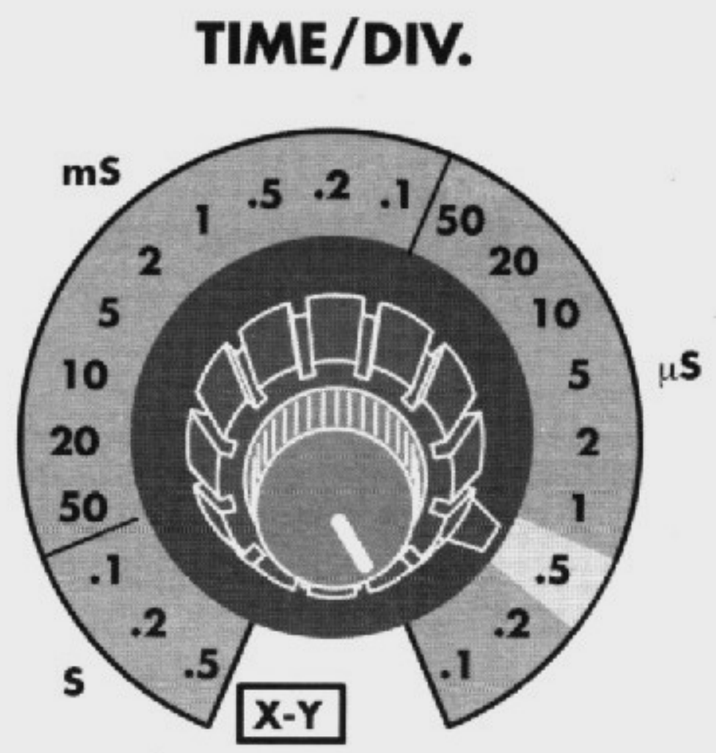


Fig.13 Si la onda completa de una señal triangular, medida entre dos vértices superiores consecutivos, ocupa 2 cuadros con el control Time/Div. ajustado a 0,5 microsegundos, el valor del a frecuencia es igual a 1.000 : (0,5 x 2) = 1.000 Kilohertzios.

FRECUENCIA de una onda TRIANGULAR

Aunque esta forma de onda (ver Fig.13) es menos común que las ondas **sinusoidales** o **cuadradas** también pueden aparecer, en cuyo caso podemos utilizar las fórmulas indicadas en la **Tabla Nº1**.

Los **cuadros** que ocupa una **onda completa** también se pueden contar tomando como referencia la **distancia** entre **dos vértices superiores** (ver Fig.13).

Suponiendo que la **onda completa** cubre exactamente **2 cuadros** y que el mando **Time/Div**. está ajustado a **0,5 microsegundos**, para **calcular** el valor de la **frecuencia** hay que utilizar la fórmula:

KHz = 1.000 : (microseg. x número cuadros)

Con los valores citados obtenemos:

1.000 : (0,5 x 2) = 1.000 KHz

Que corresponden a **1 Megahertzio**.

LAS MUESCAS en los CUADROS

Mirando detenidamente la pantalla del osciloscopio se puede observar que cada cuadro dentro de la **línea central horizontal** está subdividido en **5 partes** (ver Fig.14) que permiten de realizar las medidas de frecuencia con mayor precisión. En realidad se ven **4 muescas** dentro de cada cuadro que dan lugar a las **5 divisiones**.

En ninguno de los ejemplos anteriores hemos utilizado estas **muescas** ya que las señales utilizadas coinciden exactamente con las líneas de delimitación de cada cuadro.

Pocas veces se explica como proceder para calcular el valor de la **frecuencia** utilizando estas **muescas**. Nosotros vamos a hacerlo sin utilizar engorrosas fórmulas de cálculo.

A cada **muesca** se le atribuye un **valor**: La **esquina** izquierda del cuadro corresponde al valor **0**, la **primera muesca** a **0,2**, la **segunda muesca** a **0,4**, la **tercera** a **0,6** y la **cuarta** a **0,8** (ver **Tabla Nº3** de la Fig.14). Con esta asignación solo hay que **sumar** el **valor** asignado a la **muesca** correspondiente donde termina la señal al **número** de **cuadros completos** ocupados (ver ejemplo de la Fig.15).

Para aclarar este procedimiento proponemos a continuación unos ejemplos, que son igualmente válidos para ondas **sinusoidales**, **cuadradas**, en **diente de sierra** y **triangulares**.

Ejemplo 1: Tenemos una onda **sinusoidal** que cubre **4 cuadros** y **3 muescas** (ver Fig.15) con el mando de **Time/Div**. ajustado a **0,5 milisegundos**. Para determinar su **frecuencia** hay que proceder como se indica a continuación.

En primer lugar hay que tener en cuenta el valor de la **tercera muesca** (ver **Tabla Nº3** en la Fig.14), que es **0,6**, al cual sumamos los **4 cuadros** obteniendo:

4 + 0,6 = 4,6 cuadros

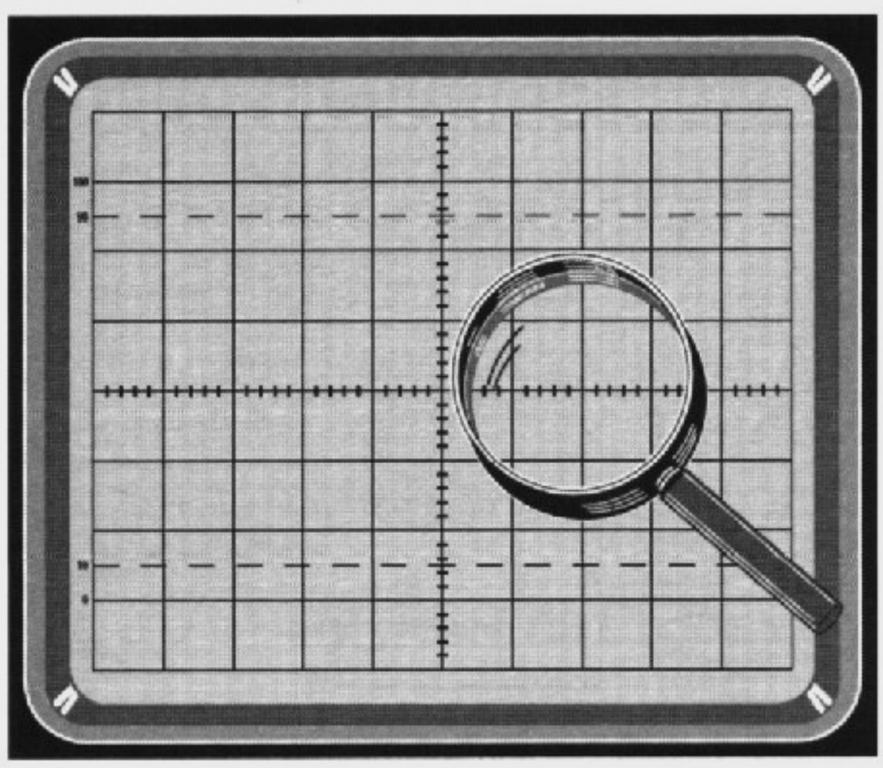
Utilizando la siguiente fórmula (**Tabla Nº1**):

Hz = 1.000 : (miliseg. x numero cuadros)

Y sustituyendo los valores conocidos se obtiene:

1.000 : (0,5 x 4,6) = 434,78 Hertzios

La **frecuencia** de la onda **sinusoidal** que aparece en pantalla es **434,78 Hz**.



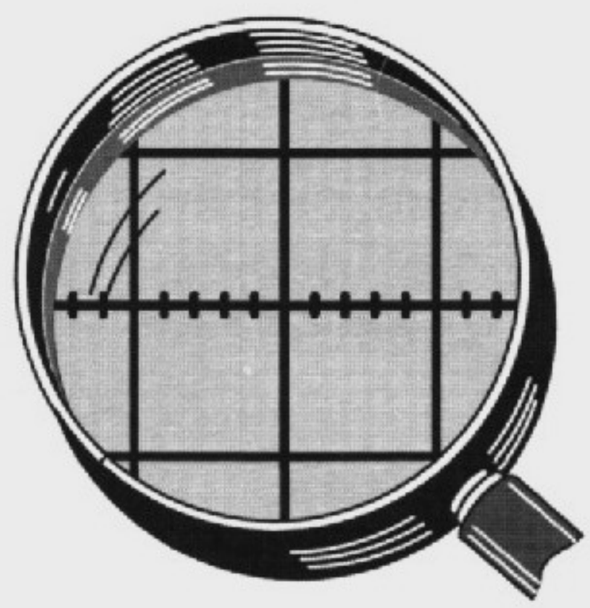
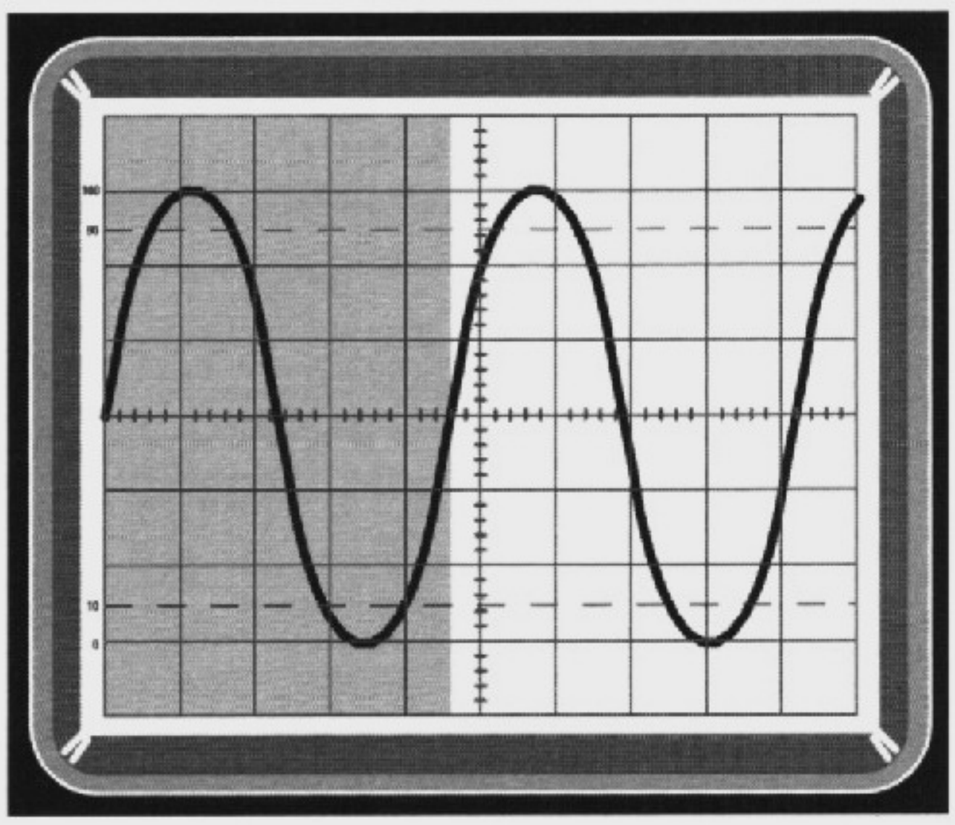


TABLA N.3

1ª muesca: SUMAR 0,2
2ª muesca: SUMAR 0,4
3ª muesca: SUMAR 0,6
4ª muesca: SUMAR 0,8

Fig.14 Cada cuadro está dividido horizontalmente en 5 zonas iguales mediante 4 muescas. Estas muescas sirven para calcular con más precisión el valor de la frecuencia.



TIME/DIV.

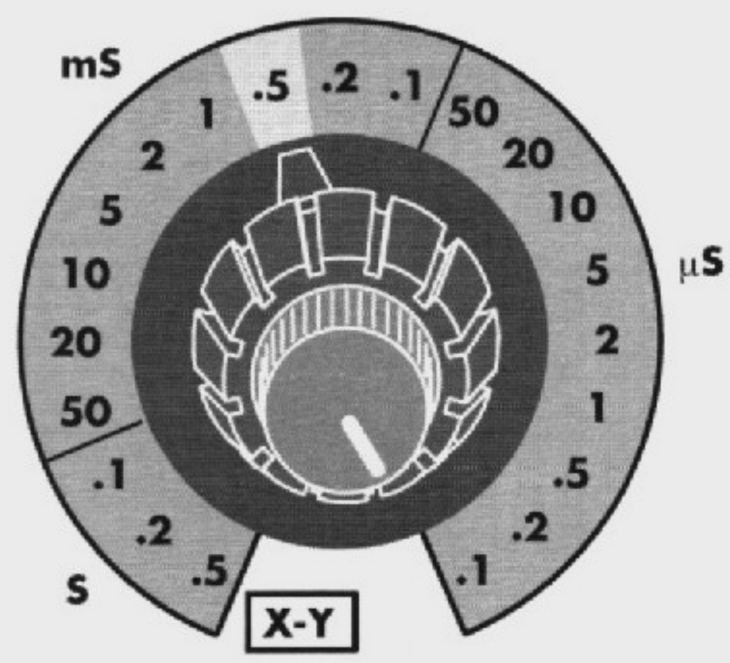


Fig.15 Si al medir una onda determinamos que ocupa 4 cuadros y 3 muescas (valor 0.6, ver Fig.14) con el mando Time/Div. ajustado a 0,5 milisegundos, el valor de la frecuencia es igual a: 1.000 : (0,5 x 4,6) = 434,78 Hertzios.

Ejemplo 2: Tenemos una onda **sinusoidal** que cubre **5 cuadros** y **2 muescas** (ver Fig.16) con el mando de **Time/Div**. ajustado a **10 microsegundos**. Para determinar su **frecuencia** hay que proceder como se indica a continuación.

En primer lugar hay que tener en cuenta el valor de la **segunda muesca** (ver **Tabla Nº3** en la Fig.14), que es **0,4**, al cual sumamos los **5 cuadros** obteniendo:

5 + 0,4 = 5,4 cuadros

Utilizando la siguiente fórmula (**Tabla Nº1**):

KHz = 1.000 : (microseg. x numero cuadros)

Y sustituyendo los valores conocidos se obtiene:

1.000 : (10 x 5,4) = 18,518 Kilohertzios

La **frecuencia** de la onda **sinusoidal** que aparece en pantalla es **18,518 KHz**, igual a **18.518 Hz**.

SEÑALES alternas RECTIFICADAS

Prácticamente todo el mundo sabe que, en **Europa**, la señal presente en la **red eléctrica** es **alterna sinusoidal** y tiene una **frecuencia estándar** de **50 Hertzios**.

Con el osciloscopio se puede observar como la **frecuencia sinusoidal** de **50 Hz** se transforma en una **frecuencia pulsante** de **50 Hz** si se **rectifica** con **1 diodo** (ver Fig.17) o de **100 Hz** si se **rectifica** con un **puente** formado por **4 diodos** (ver Fig.18).

Si en el **secundario** de un transformador que proporcione una tensión entre **5** y **18 voltios** conectamos **1 diodo** de silicio (ver **DS1** en la Fig.17) en la pantalla aparece una señal compuesta únicamente por las **semiondas positivas**. En el lugar que en la señal presente en el primario corresponde a las semiondas negativas ahora hay **0 voltios**.

Ajustando el mando **Time/Div**. a **5 milisegundos** se puede observar como entre las partes **más altas** de **dos semiondas positivas** consecutivas hay **4 cuadros** de separación (ver Fig.17). Utilizando la siguiente fórmula (**Tabla Nº1**):

Hz = 1.000 : (miliseg. x numero cuadros)

Y sustituyendo los valores conocidos obtenemos:

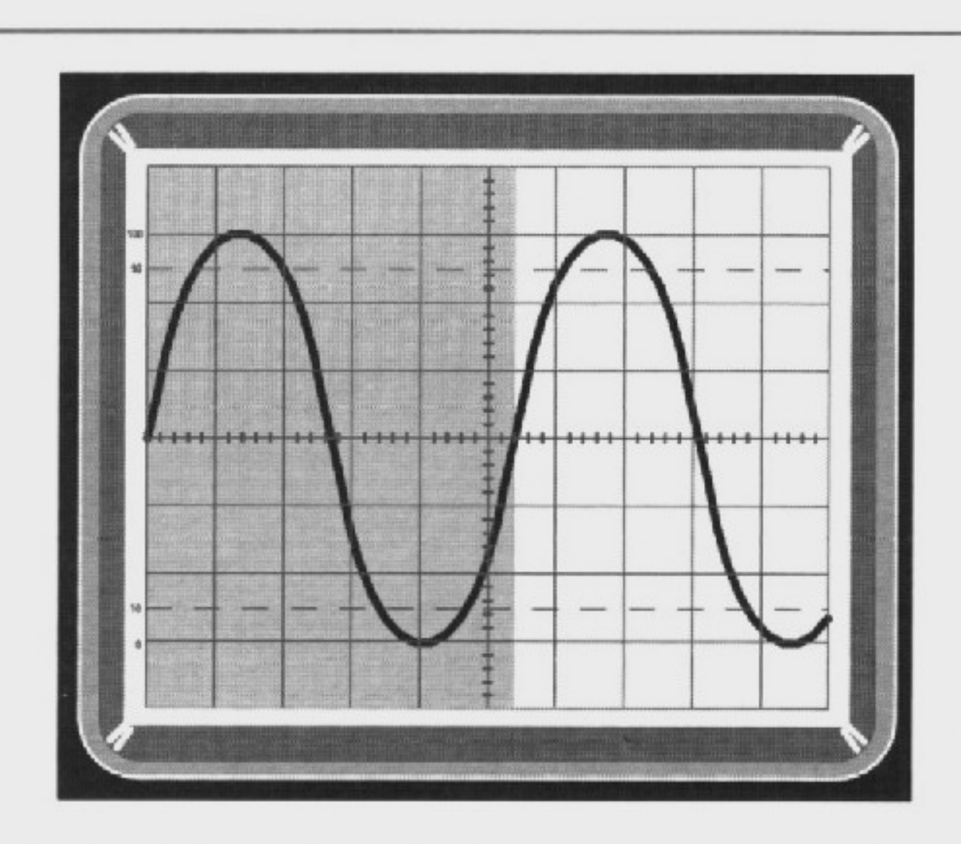
1.000 : (5 x 4) = 50 Hertzios

Si en el **secundario** del transformador conectamos **4 diodos** con la disposición mostrada en la Fig.18 en la pantalla aparece una señal compuesta por dobles **semiondas positivas**.

Ajustando el mando **Time/Div**. a **5 milisegundos** se puede observar como entre las partes **más altas** de **dos semiondas positivas** consecutivas hay **2 cuadros** de separación, por lo que el valor de la frecuencia, utilizando la fórmula anterior, es:

1.000 : (5 x 2) = 100 Hertzios

Aplicando a la salida de estas dos **señales pulsantes** (ver Figs.17-18) condensadores **electrolíticos** de una capacidad adecuada se transforman en una **señal continua**.



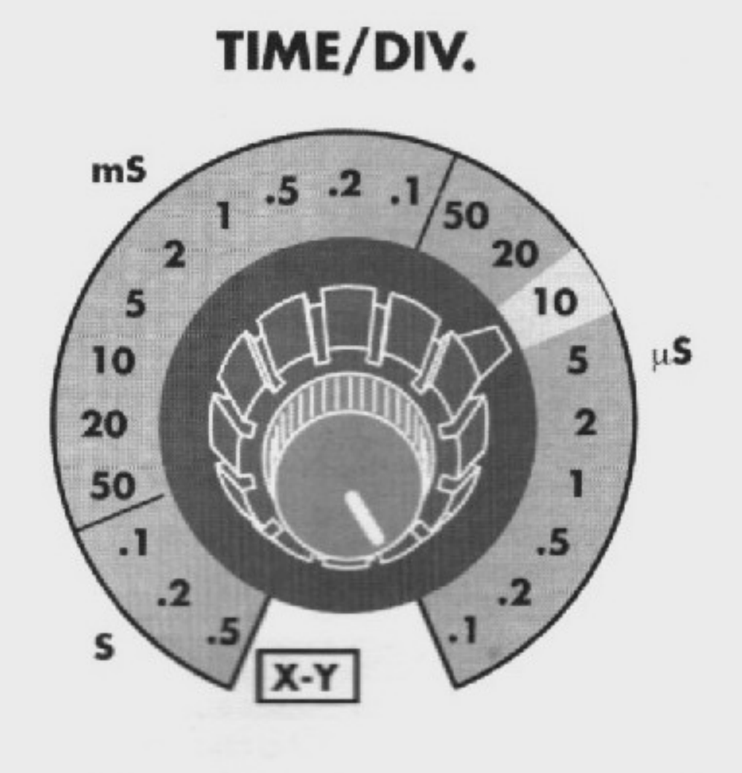
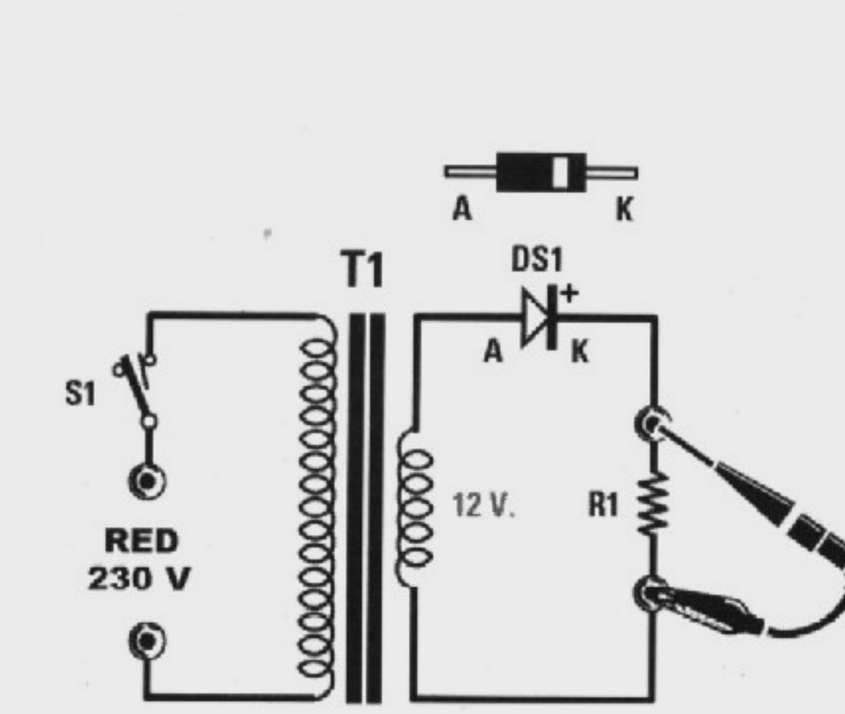


Fig.16 En el caso de una onda que ocupe 5 cuadros y 2 muescas (valor 0.4, ver Fig.14) con el mando Time/Div. ajustado a 10 microsegundos, el valor de la frecuencia es igual a: 1.000 : (10 x 5,4) = 18,518 Kilohertzios.



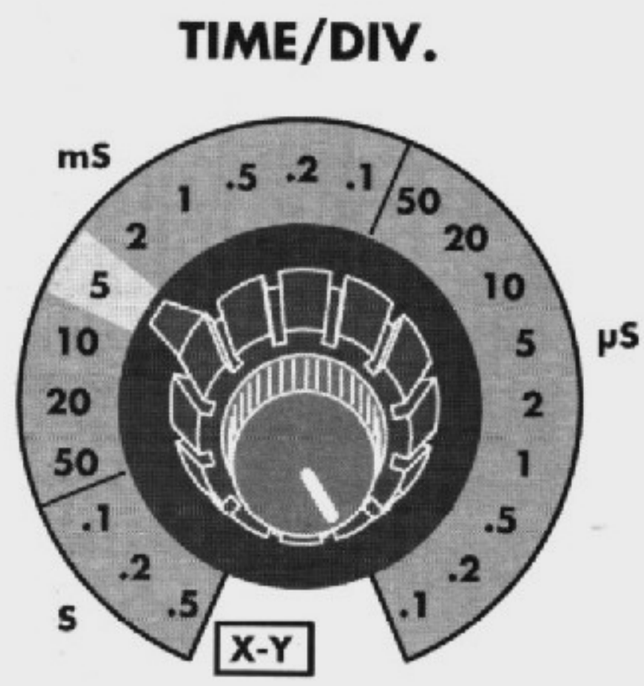
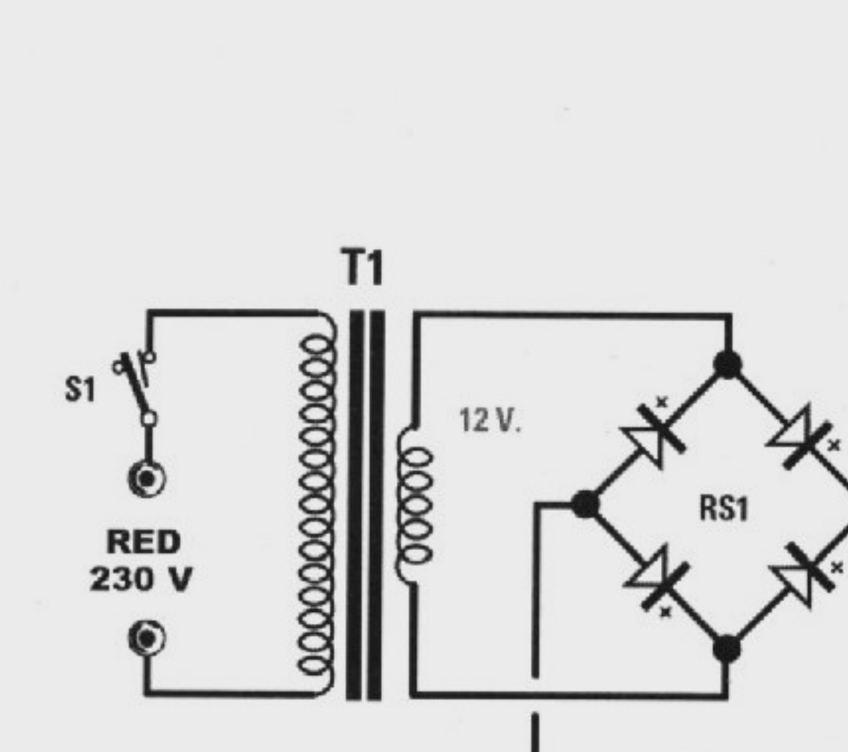


Fig.17 Si ajustamos el mando Time/Div. a 5 mS y luego medimos la señal alterna rectificada únicamente por un diodo, en la pantalla aparecen las semiondas positivas separadas 4 cuadros entre sí (frecuencia 50 Hz). A la salida se ha aplicado una resistencia de carga (R1) de 1.000 ohmios.



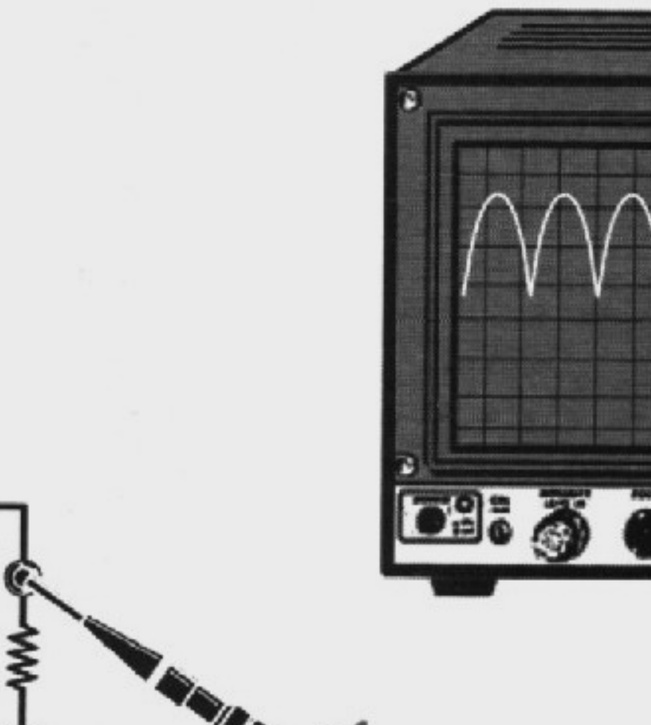
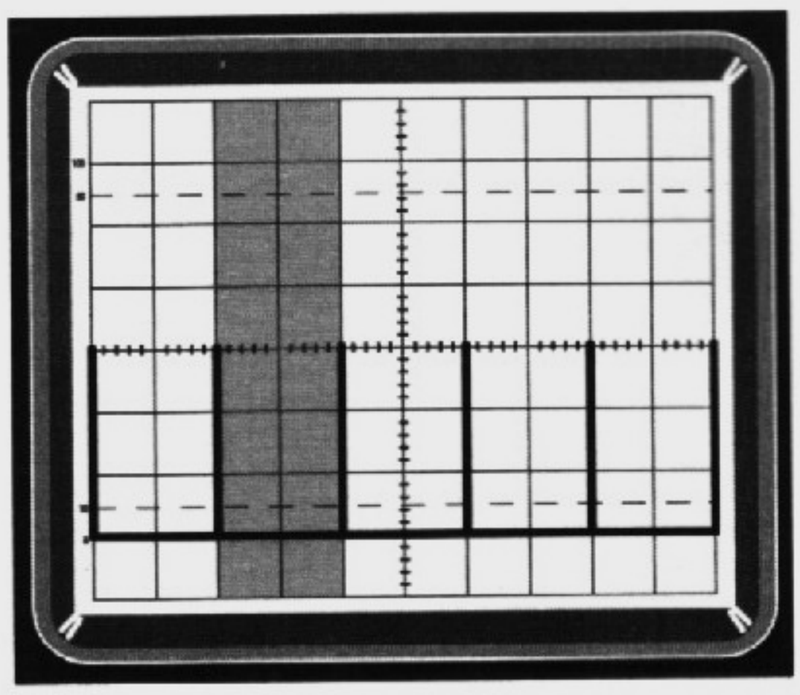


Fig.18 Si con el mando Time/Div. a 5 mS medimos la señal alterna rectificada por un puente de 4 diodos, en la pantalla aparecen las semiondas positivas separadas 2 cuadros entre sí (frecuencia 100 Hz). A la salida se ha aplicado una resistencia de carga (R1) de 1.000 ohmios.



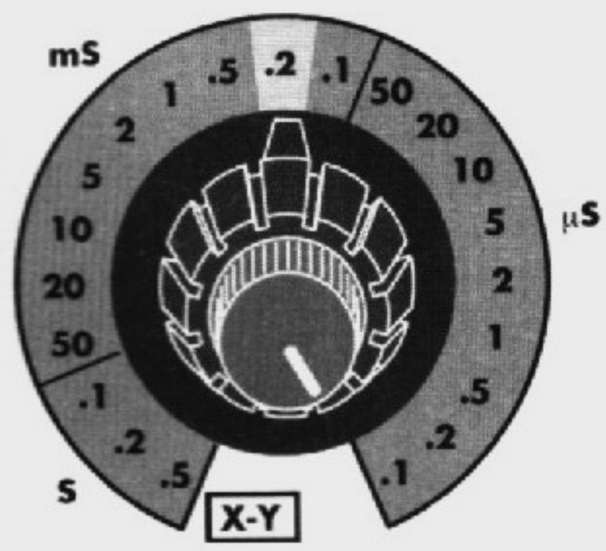
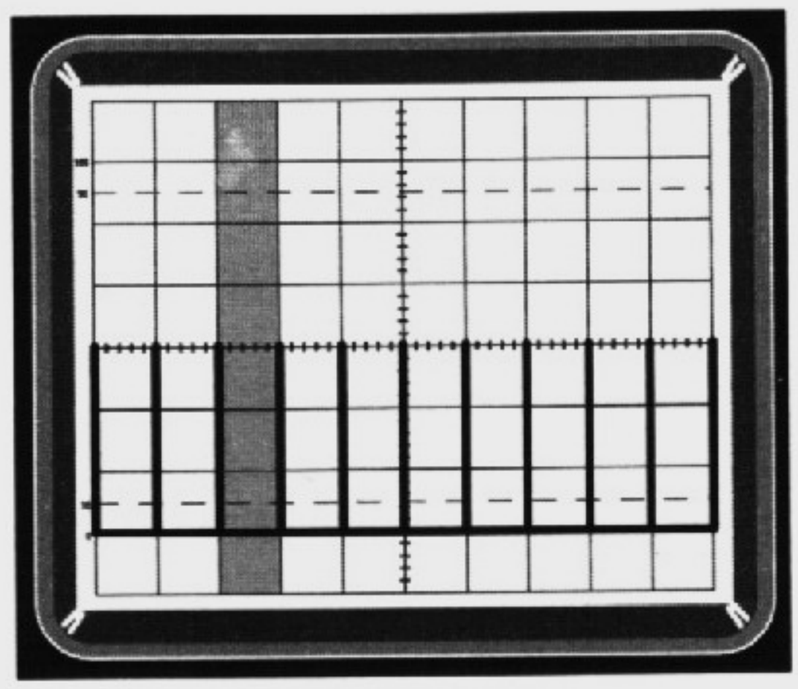


Fig.19 En el caso de que en pantalla aparezcan impulsos consecutivos separados por 2 cuadros y el control Time/Div. esté ajustado a 0,2 mS la frecuencia de la señal es 2.500 Hertzios.



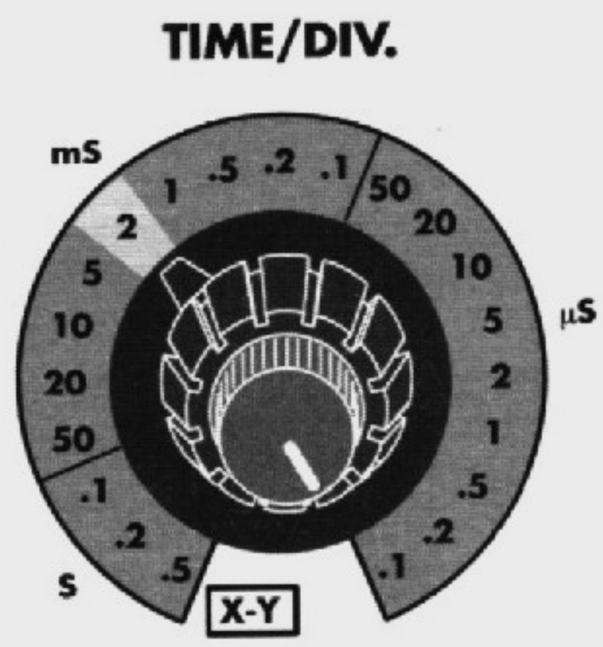


Fig.19 En el caso de que en pantalla aparezcan impulsos consecutivos separados por 2 cuadros y el control Time/Div. esté ajustado a 0,2 mS la frecuencia de la señal es 2.500 Hertzios.

FRECUENCIA de una serie de impulsos

Si se precisa conocer la **frecuencia** de una serie de **impulsos** hay que proceder contando los **cuadros** que separan **dos impulsos**.

Suponiendo que **dos impulsos** están separados exactamente por **2 cuadros** (ver Fig.19) y que el mando **Time/Div**. está ajustado a **0,2 milisegundos**, para **calcular** el valor de la **frecuencia** hay que utilizar la fórmula:

Hz = 1.000 : (miliseg. x número cuadros)

Con los valores citados obtenemos:

1.000 : (0,2 x 2) = 2.500 Hz

En el caso de que los impulsos estén separados por **1 cuadro** y el mando **Time/Div**. esté ajustado a **2 milisegundos** la **frecuencia** tendrá un valor de:

1.000 : (2 x 1) = 500 Hz

Para calcular con **más precisión** el valor de estas frecuencias habría que controlar si hay **muescas** (ver Fig.14) incluidas entre los **dos impulsos**. En este caso se procede **sumando** al número de los **cuadros completos** el valor correspondiente a las **muescas**.

CONCLUSIÓN

Controlando el valor **límite** del mando **Time/Div**. se puede determinar la **frecuencia máxima** que se puede medir con vuestro osciloscopio, teniendo en cuenta que para conseguir **valores precisos** una forma de onda completa no debe ocupar un espacio inferior a **1 cuadro**.

En el caso de que el mando **Time/Div**. tenga un alcance máximo de **0,5 microsegundos** se puede leer con precisión una **frecuencia** máxima de **2 MHz**, como se indica en la **1ª columna** de la **Tabla Nº2** (ver Fig.2). En efecto, tomando como referencia la fórmula de la **Tabla Nº1** se obtiene:

1 : (0,5 microseg. x 1 cuadro) = 2 MHz

En cambio si se dispone de un osciloscopio cuyo **Time/Div**. llega hasta **0,1 microsegundos** se puede leer con precisión una **frecuencia** máxima de **10 MHz**:

1 : (0,1 microseg. x 1 cuadro) = 10 MHz

NOTA: Muchos osciloscopios disponen de la función **XMAG**. Esta función permite ampliar el eje horizontal **10 veces**. Activando la función **XMAG** los valores de frecuencia calculados en los dos ejemplos anteriores se **multiplican** por **10**, **aumentando** así el **rango** de medición de **frecuencia**.