

LX 1633



CONVERTIDOR de 20 MHz a

Quienes poseen un osciloscopio con un ancho de banda de 20 MHz no pueden visualizar señales con frecuencias superiores. Realizando el sencillo y económico accesorio que presentamos en este artículo se podrán visualizar señales incluso algo superiores a 100 MHz.

Muchas veces al adquirir un osciloscopio se busca el modelo de precio más asequible. Estos modelos más sencillos suelen tener un ancho de banda que no supera los **20 MHz**, ya que los instrumentos de **50 MHz** o **100 MHz** tienen un precio bastante más elevado.

Obviamente la consecuencia de esta elección es renunciar a visualizar señales con una **frecuencia** superior a **20 MHz**. Con esta frecuencia límite no se pueden controlar las señales **CB**, que trabajan en el rango **26-28**

MHz, ni tampoco las señales generadas por los osciladores de **emisoras FM**, que trabajan en el rango **36-100 MHz**.

Para evitar la adquisición de un **costoso** osciloscopio de **100 MHz** hemos desarrollado un sencillo y **económico** accesorio que permite visualizar en la pantalla de un osciloscopio de **20 MHz** señales hasta un máximo de **100 MHz**. También es importante la valoración de este Convertidor por quienes todavía **no** disponen de osciloscopio y quieran **adquirir** uno en el futuro.

Por otro lado, seguramente este proyecto también será de interés para los profesores de Electrónica que deseen mostrar a sus estudiantes como con un osciloscopio de 20 MHz es posible observar señales de frecuencia superior.

PRINCIPIO de FUNCIONAMIENTO

Para convertir una señal con **frecuencia mayor** de 20 MHz en una señal idónea para ser visualizada en un osciloscopio de 20 MHz utilizamos el mismo principio de los receptores **superheterodinos** que convierten las frecuencias captadas por la **antena** (800-1.500 KHz o bien 10-100 MHz) a frecuencia fija denominada **Media Frecuencia (MF)**, que suele ser de 455 KHz o de 10,7 MHz.

Nuestro circuito realiza esta **conversión** utilizando un integrado **NE.602**, dotado de un **mezclador balanceado** y de un **oscilador** (ver Fig.1). En la revista **Nº252** publicamos un amplio artículo dedicado a este versátil integrado, cuyas **características principales** son las siguientes:

Tensión de alimentación5 a 8 voltios
Corriente absorbida2,4 a 2,8 mA
Máxima frecuencia entrada500 MHz
Máxima señal entrada.....300 milivoltios
Máxima frecuencia oscilador200 MHz
Ganancia media15 dB

Si en la **salida** del integrado (terminal 4) se aplica un filtro cerámico de **10,7 MHz** (ver **FC1** en la **Fig.2**) obtendremos una señal **RF** solo cuando la **frecuencia** generada por la etapa de **oscilación** (terminales 6-7) sea igual a la frecuencia aplicada a su **entrada** (terminal 1) **sumada**, o **restada**, a la frecuencia del filtro (**10,7 MHz**).

Por tanto, aplicando al terminal de **entrada** una frecuencia de **80 MHz**, la obtendremos en el terminal 4 convertida a **10,7 MHz** solo si la etapa de **oscilación** genera una frecuencia de:

$$80 - 10,7 = 69,3 \text{ MHz}$$

o bien una frecuencia de:

$$80 + 10,7 = 90,7 \text{ MHz}$$

100 MHz para OSCILOSCOPIO

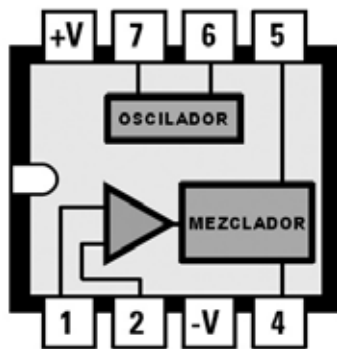


Fig.1 Nuestro circuito convertidor de frecuencia utiliza un integrado NE.602. Este circuito integrado incluye en su interior un mezclador-amplificador balanceado que puede trabajar hasta una frecuencia de 500 MHz y un oscilador capaz de operar hasta 200 MHz.

Obviamente, si en el primer ejemplo **restamos** a la frecuencia presente en la **entrada** la generada por el **oscilador** obtenemos:

$$80 - 69,3 = 10,7 \text{ MHz (valor del filtro FC1)}$$

Igualmente, en el segundo ejemplo si **restamos** a la frecuencia presente en la **entrada** la generada por el **oscilador** obtenemos:

$$90,7 - 80 = 10,7 \text{ MHz (valor del filtro FC1)}$$

En el caso de que quisiéramos visualizar en el osciloscopio una señal con una frecuencia de **99 MHz** la etapa de **oscilación** debería **generar** una frecuencia de:

$$99 + 10,7 = 109,7 \text{ MHz}$$

o bien una frecuencia de:

$$99 - 10,7 = 88,3 \text{ MHz}$$

Ahora seguramente todo el mundo comprenderá que con un **sencillo osciloscopio** que disponga de un ancho de banda de tan solo **20 MHz** se pueden visualizar señales **RF** de **frecuencia superior**, utilizando un mezclador balanceado y un oscilador.

ESQUEMA ELÉCTRICO

El esquema eléctrico del Convertidor es muy sencillo (ver Fig.2). Puesto que nuestro objetivo es visualizar en un osciloscopio de **20 MHz** frecuencias que alcancen **100 MHz** tendremos que utilizar necesariamente en la etapa de oscilación **dos inductancias** de valores diferentes, sintonizándolas mediante dos **diodos varicap**.

Cuando al terminal **6** de **IC1** se le aplica la inductancia de **0,47 microhenrios (JAF2)** la etapa de **oscilación** proporciona un rango de **frecuencias** entre **34,5 MHz** y **54,3 MHz**.

Sumando o restando a este rango de frecuencias los **10,7 MHz** del filtro **FC1** lograremos visualizar en el osciloscopio todas las **frecuencias** incluidas entre **23,8 MHz** y **65 MHz**:

$$\text{Frec. mínima} = 34,5 - 10,7 = 23,8 \text{ MHz}$$

$$\text{Frec. máxima} = 54,3 + 10,7 = 65,0 \text{ MHz}$$

Cuando al terminal **6** de **IC1** se le aplica la inductancia de **0,1 microhenrios (JAF3)** la etapa de **oscilación** proporciona un rango de **frecuencias** entre **71,5 MHz** y **101,3 MHz**.

Sumando o restando a este rango de frecuencias los **10,7 MHz** del filtro **FC1** lograremos visualizar en el osciloscopio todas las **frecuencias** incluidas entre **60,8 MHz** y **112 MHz**:

$$\text{Frec. mínima} = 71,5 - 10,7 = 60,8 \text{ MHz}$$

$$\text{Frec. máxima} = 101,3 + 10,7 = 112,0 \text{ MHz}$$

Puesto que la conversión se realiza tanto **sumando** como **restando** a la frecuencia generada por la **etapa de oscilación** el valor del filtro **FC1** (**10,7 MHz**) podremos visualizar señales con frecuencias comprendidas entre **24 MHz** y **112 MHz**.

NOTA: Los valores **máximos** y **mínimos** de las frecuencias pueden variar ligeramente a causa de las **tolerancias** de los componentes y de las **capacidades parásitas**.

Volviendo al esquema eléctrico de la Fig.2, para variar la frecuencia de salida se selecciona la inductancia **JAF2** o **JAF3** a través el conmutador **S1A**. Por otro lado, en los dos diodos varicap **DV1-DV2** se aplica una tensión variable de **0** a **18 voltios** a través del **potenciómetro multigiro R8**.

El circuito está alimentado por un pequeño transformador (**T1**) conectado a la tensión de la red eléctrica de **230 voltios** con un secundario que proporciona una tensión alterna de **17 voltios**. La señal es rectificadora a través del puente **RS1** y nivelada mediante el condensador electrolítico **C7**, proporcionando de esta forma una tensión **continua** de unos **24 voltios**, que es posteriormente estabilizada a **18 voltios** a través del integrado **IC2**, un **uA.7818** o bien un **L.7818**.

REALIZACIÓN PRÁCTICA

Los componentes necesarios para realizar el **Convertor para osciloscopio** se montan sobre el circuito impreso **LX.1633**, disponiéndolos como se muestra en el esquema de montaje práctico (ver Fig.4).

Es aconsejable comenzar el montaje con los dos **diodos varicap DV1-DV2**. En el kit se proporcionan dos **BB.909** o bien dos **BB.329** (los diodos **BB.909** tienen su cuerpo de color **negro** y la franja de referencia de color **verde** mientras que los diodos **BB.329** tienen su cuerpo de color **gris** y la franja de referencia de color **negro**). En ambos casos, al montarlos, hay que orientar las **franjas** de referencia hacia el transformador de alimentación **T1**.

El diodo zéner **DZ1** tiene un cuerpo de vidrio transparente con una franja de referencia de color **negro** que debe orientarse hacia la impedancia a **JAF1**.

Una vez instalados estos componentes se puede proceder al montaje de las **resistencias**, controlando su valor óhmico a través de las franjas de color.

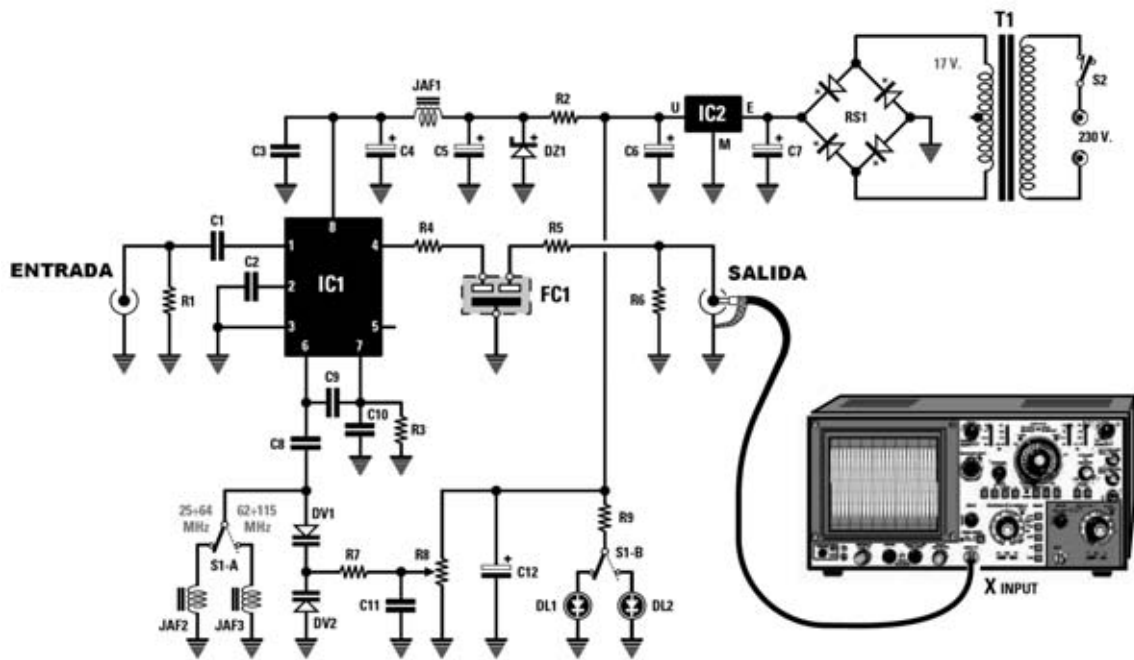


Fig.2 Esquema eléctrico del Convertidor de frecuencia que transforma un osciloscopio de 20 MHz en un osciloscopio capaz de visualizar señales RF de 100 MHz.

Cuando se selecciona a través del conmutador S1A la impedancia JAF2 (0,47 microhenrios) la etapa de oscilación proporciona un rango de frecuencias entre 34,5 y 54,3 MHz.

En cambio, cuando se selecciona a través del conmutador S1A la impedancia JAF3 (0,1 microhenrios) la etapa de oscilación proporciona un rango de frecuencias entre 71,5 y 101,3 MHz.

Los valores de las frecuencias mínimas y máximas indicadas pueden variar ligeramente a causa de las tolerancias de los componentes y de las capacidades parásitas.

LISTA DE COMPONENTES LX.1633

R1 = 4.700 ohmios	C10 = 68 pF cerámico
R2 = 390 ohmios	C11 = 10.000 pF cerámico
R3 = 22.000 ohmios	C12 = 47 microF. electrolítico
R4 = 220 ohmios	JAF1 = Impedancia 10 microhenrios
R5 = 220 ohmios	JAF2 = Impedancia 0,47 microhenrios
R6 = 4.700 ohmios	JAF3 = Impedancia 0,10 microhenrios
R7 = 100.000 ohmios	FC1 = Filtro cerámico SFE 10,7 MHz
R8 = Potenciómetro 10.000 ohmios (10 vueltas)	RS1 = Puente rectificador 100V 1A
R9 = 1.000 ohmios	DZ1 = Diodo zéner 6,2V 0,5W
C1 = 2.200 pF cerámico	DV1-DV2 = Diodo varicap BB.909 (o BB.329)
C2 = 10.000 pF cerámico	DL1 = Diodo LED rojo
C3 = 10.000 pF cerámico	DL2 = Diodo LED rojo
C4 = 47 microF. electrolítico	IC1 = Integrado NE.602
C5 = 10 microF. electrolítico	IC2 = Integrado uA.7818 (o L.7818)
C6 = 100 microF. electrolítico	T1 = Transformador 3 vatios (T003.01)
C7 = 1.000 microF. electrolítico	secundario 17V 200mA
C8 = 33 pF cerámico	S1A+S1B = Doble conmutador deslizante
C9 = 33 pF cerámico	S2 = Interruptor

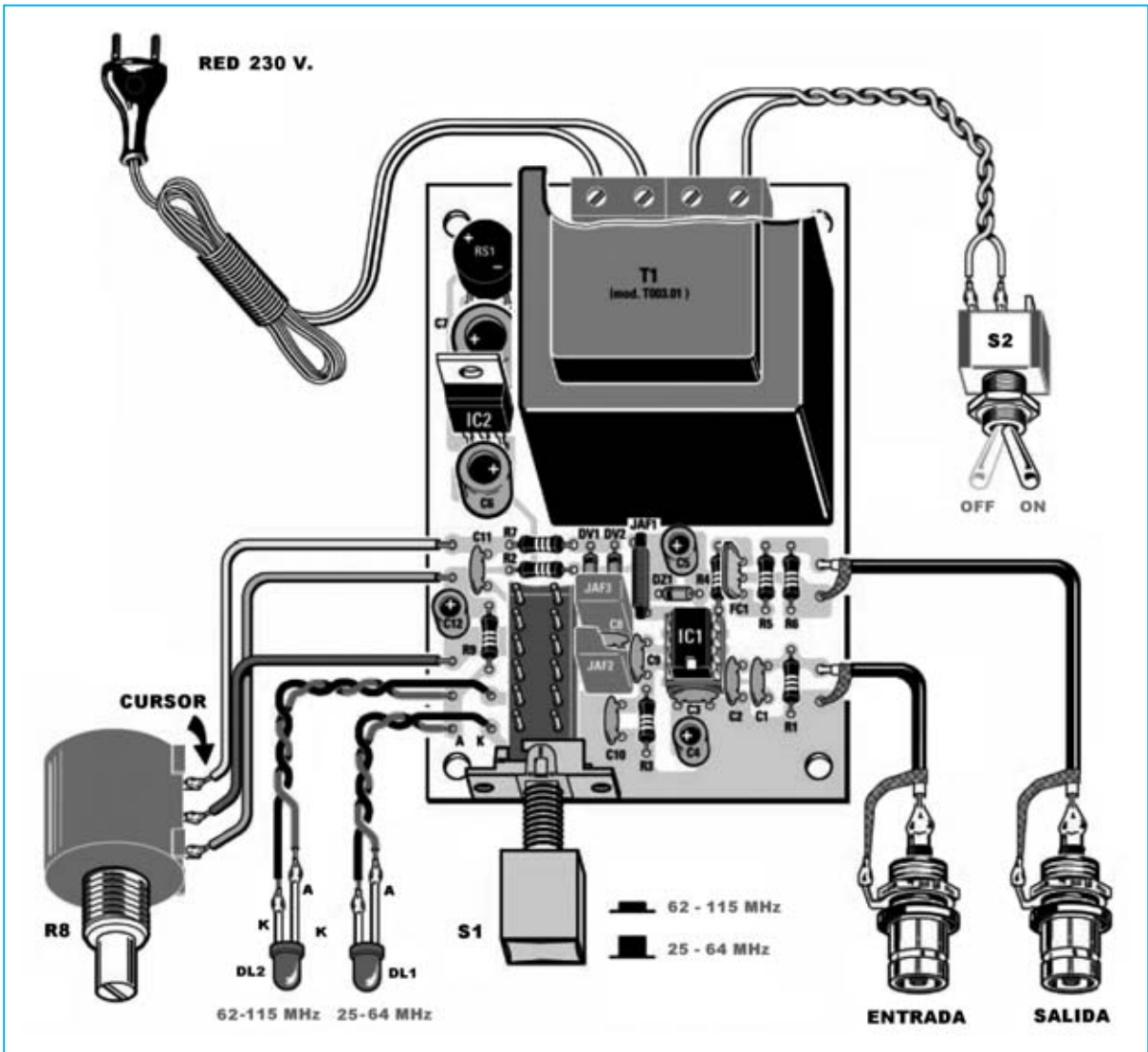


Fig.4 Esquema práctico de montaje del Convertidor de frecuencia para osciloscopio LX.1633. Como se puede observar el cursor del potenciómetro multi giro R8 no corresponde a su terminal central.

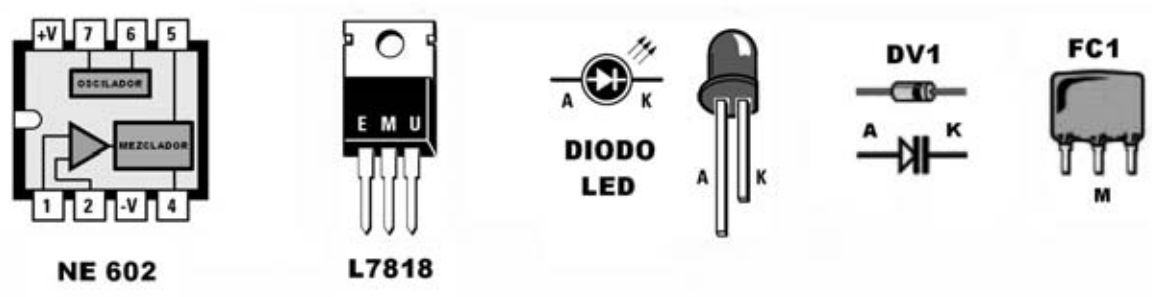


Fig.5 Conexiones de los integrados NE.602 y el L.7818, vistas desde arriba. El cátodo (K) del diodo LED es el terminal más corto mientras que el cátodo (K) del diodo varicap corresponde al lado marcado por la franja de referencia. El terminal central del Filtro FC1 corresponde a su Masa.



Fig.6 Aspecto del Convertidor de frecuencia para osciloscopio una vez instalado dentro de su mueble contenedor. En el panel frontal se puede observar el mando del potenciómetro de sintonía R8 (izquierda), la tecla rectangular del conmutador S1A+S1B (centro) y, sobre el conmutador, los dos diodos LED que indican el rango frecuencia seleccionado (25-64 MHz o 62-115 MHz).

Al conectar los **diodos LED** hay que tener en cuenta la **polaridad** de sus **terminales**. Si se conectan incorrectamente no se encenderán. También hay que instalar en el **panel frontal** los dos **conectores BNC** utilizados para la **entrada** de la señal RF (**INPUT**) y la **salida** convertida (**OUTPUT**).

La conexión entre los **BNC** y los **terminales tipo pin** del circuito impreso se realizan utilizando el **cable coaxial** proporcionado en el kit, recordando que se ha de conectar la **malla protectora** al terminal de **masa** del circuito impreso y a la **carcasa del BNC** (ver Fig.4). Una vez completado el montaje ya se puede **cerrar el mueble** y empezar a realizar medidas.

UTILIZACIÓN del CONVERTIDOR

La salida del **Convertidor (OUTPUT)** se conecta a la **entrada** del canal **horizontal (Input X)** del osciloscopio mediante un cable coaxial, tal y como se muestra en las Figs.2-9. Mediante **R8** se **ajusta** el Convertidor para que **sintonice** el circuito y así se **visualice la señal analizada**.

El mando **Time/Div.** del osciloscopio ha de ajustarse en **microsegundos** para ver las **ondas sinusoidales** de la señal analizada (ver Fig.7) o bien en **milisegundos** para ver una señal **RF** modulada en **amplitud** (ver Fig.8).

Para ver posibles **deformaciones** presentes en las sinusoides (ver Fig.17) o para observar una señal modulada en **FM** es conveniente ajustar el mando **Time/Div.** en **microsegundos**.

El control **Volts/Div.** del osciloscopio se ha de ajustar en relación a la amplitud de la señal aplicada. Ya que no es conveniente aplicar señales muy elevadas para no saturar el **Convertidor** aconsejamos utilizar un alcance de **10-20 milivoltios** por cuadro. Cuando la señal esté sintonizada a la frecuencia **exacta** de **conversión** en la pantalla aparecerá una señal que alcanzará una **amplitud** de unos **6-7-8 cuadros** (ver Figs.7-8).

Como ya hemos señalado, el conmutador **S1** se utiliza para seleccionar dos **rangos** de frecuencia:

- **Sin Presionar:** Selecciona el **rango 25 MHz - 64 MHz.**
- **Presionado:** Selecciona el **rango 62 MHz - 115 MHz.**

Para obtener señales **RF** de un **transmisor** aconsejamos aplicar a la entrada (**INPUT**) del Convertidor un trozo de cable aislado en **plástico** de unos **10-15 cm** de longitud para utilizarlo como antena receptora y conectar luego la salida (**OUTPUT**) a la **entrada horizontal (Input X)** del osciloscopio mediante un **cable coaxial** (ver Fig.9).

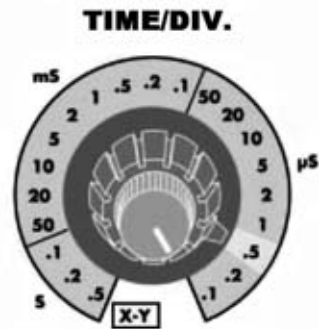
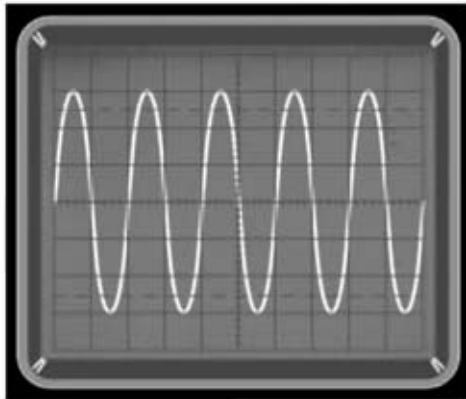


Fig.7 Para visualizar sinusoides (ver Figs.15-16-17) hay que ajustar el control Time/Div. del osciloscopio en microsegundos y girar el mando del potenciómetro R8 de modo que sintonice la señal a visualizar. Por último hay que ajustar el control Volts/Div. para conseguir que la señal ocupe 6-7 cuadros.

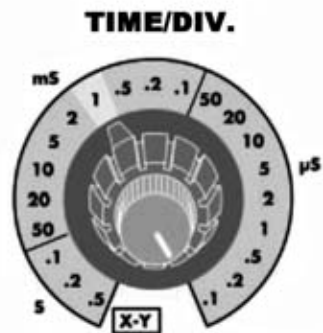
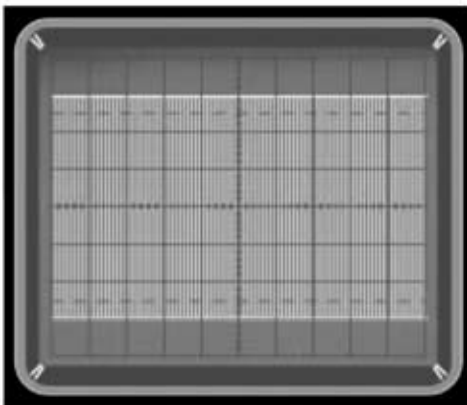


Fig.8 Para visualizar señales moduladas en AM (ver Figs.12-13-14) hay que ajustar el control Time/Div. del osciloscopio en milisegundos y girar el mando del potenciómetro R8 de modo que sintonice la señal a visualizar. Por último hay que ajustar el control Volts/Div. para conseguir que la señal ocupe 6-7 cuadros.

Fig.9 Para obtener señales de una etapa final RF basta con conectar un cable a la entrada del Convertidor (INPUT) y conectar su salida (OUTPUT) al canal horizontal (Input X) de vuestro osciloscopio utilizando un cable coaxial.





Fig.10 Fotografía del interior del mueble visto por detrás. Se pueden apreciar claramente las conexiones de los componentes instalados en el panel frontal.



Fig.11 En esta fotografía se muestra el interior del mueble visto por el lado opuesto. Para fijar el circuito impreso en la base del mueble hay que cortar dos separadores.

Acercando este **cable** a un **transistor de oscilación** o a una **bobina de sintonía** captará una señal **RF** más que suficiente para ser **convertida**.

Los mandos de control del **osciloscopio** tienen que estar en las posiciones que se indican a continuación:

AC-GND-DC: Posición **AC**

Mode: Posición **CH1**

Trigger Mode: Posición **Auto**

Trigger Source: Posición **AC**

Trigger Coupling: Posición **Normal**

Además de la señal correspondiente a la **frecuencia principal (fundamental)**, que alcanzará **6-7-8 cuadros**, regulando el potenciómetro **R8** aparecerán señales que alcanzan solo **3-4 cuadros** de amplitud. Estas

señales corresponden a las **frecuencias armónicas**.

Probando con una frecuencia de **27 MHz** aparecerá en un primer momento una señal que alcanza los usuales **6-7 cuadros**. Girando el mando del potenciómetro **R8** aparecerá una segunda señal que no supera los **3 cuadros** de amplitud y que corresponde a la frecuencia armónica de $27 + 27 = 54 \text{ MHz}$.

PRECIO DE REALIZACIÓN

LX.1633: Precio de todos los componentes necesarios para realizar el **Convertidor** mostrado en las Figs.3-4, incluyendo circuito impreso, mueble de plástico **MO.1633** y transformador **T003.01**72,60 €

LX.1633: Circuito impreso5,75 €

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

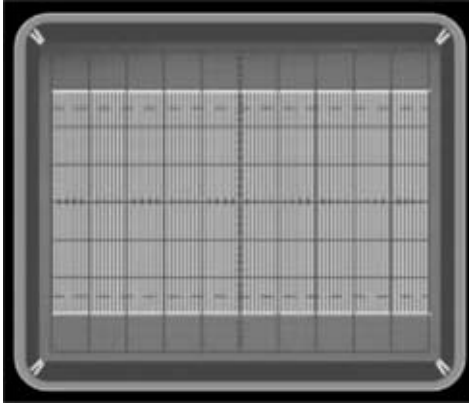


Fig.12 Para ver una señal RF hay que ajustar el control Time/Div. del osciloscopio como se muestra en la Fig.8 y, a continuación, girar el mando del potenciómetro R8 del Convertidor de tal forma que aparezca una señal con una altura de 6-7 cuadros.

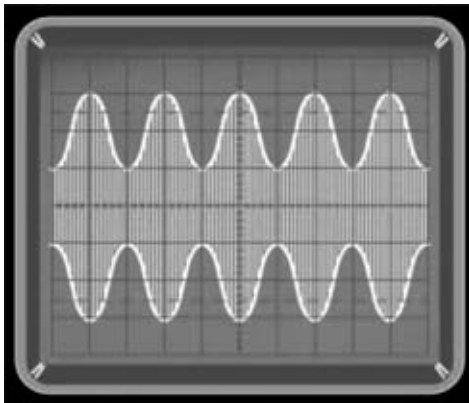


Fig.13 Si la señal RF está modulada en AM su amplitud aumentará casi el doble debido a que se suma la señal BF a la señal RF. La frecuencia de la señal BF suele ser de 1.000 Hz.

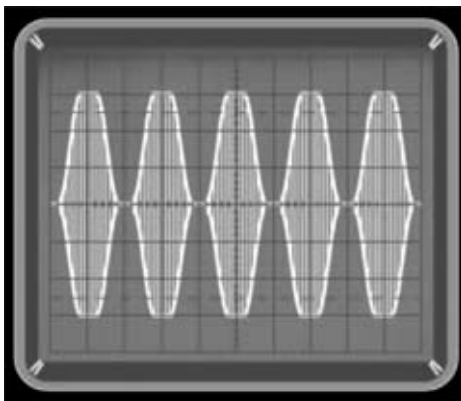


Fig.14 Si la señal RF está modulada con exceso de señal BF se observará que las partes superiores e inferiores de las semiondas están "cortadas" y que aparecen huecos entre las ondas.

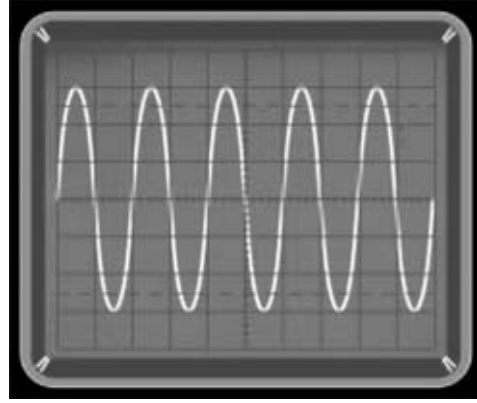


Fig.15 Para ver sinusoides individuales hay que ajustar el control Time/Div. del osciloscopio como se muestra en la Fig.7 y, a continuación, girar el mando del potenciómetro R8 del Convertidor.

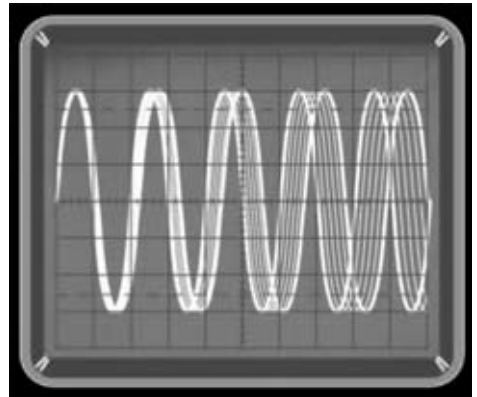


Fig.16 Si la señal RF está modulada en FM se observará que las sinusoides se expanden hacia la derecha en función de la señal BF moduladora.

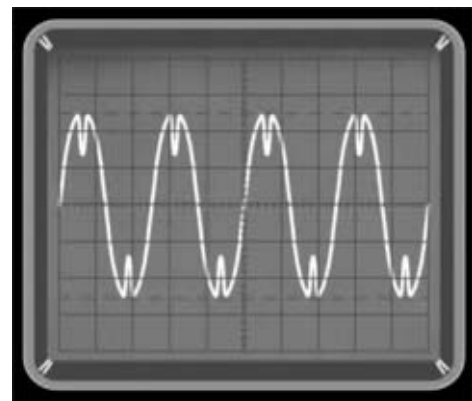


Fig.17 Si las ondas sinusoidales presentan deformaciones significa que las etapas de amplificación están mal polarizadas o no están bien adaptadas a la impedancia de carga.