



# FRECUENCIMETRO

Un tester digital o analógico puede transformarse en un preciso frecuencímetro capaz de leer cualquier señal, de forma sinusoidal, triangular o cuadrada, desde un mínimo de 10 Hercios hasta un máximo de 1 megaHercio.

Todos aquellos que disfrutan de la electrónica cuentan con un **tester** digital o analógico que permite medir el valor de tensiones o averiguar el valor en ohmios de una **resistencia**, pero pocos son los que indican la **frecuencia** en Hz o KHz.

Sin embargo, todos sabemos la utilidad de medir la **frecuencia** proporcionada por un oscilador de baja **frecuencia**, ya sea audible, ultrasónica o subsónicas, o para el control de la **frecuencia** de corte de un filtro para cajas acústicas.

Si ya disponemos de un **frecuencímetro** digital resulta igualmente interesante leer este artículo con atención porque nos muestra como averiguar el valor de **frecuencia** de una onda sinusoidal o cuadrada mediante el **osciloscopio**.

## DIAGRAMA ELÉCTRICO

Al observar el esquema de la figura 2 nos sorprende como para lograr una **señal** analógica proporcional a una **frecuencia** se requieren sólo dos **integrados**, un **transistor** y un

regulador de tensión del tipo 78L05 necesario para obtener un voltaje de 5 voltios a partir de 9 voltios.

La **señal** de entrada atraviesa el **condensador** C1 de 470.000 pF, que permite el paso a cualquier **frecuencia**, pero no las tensiones continuas.

Después de este **condensador** C1, se encuentra la **resistencia** limitadora R1 y los dos diodos DS1-DS2, en la oposición de polaridad, que son necesarios para proteger la Base del **transistor** TR1 frente a niveles altos de tensión.

De hecho, todas las tensiones alternas con un valor superior a 1,5 voltios quedan cortocircuitadas a masa mediante los dos diodos DS1-DS2, lo que impide que a la Base del **transistor** lleguen valores que puedan resultar perjudiciales.

El nivel mínimo de **señal** que se puede aplicar a la entrada para la primera escala de 100 Hz, es de aproximadamente 40 milivoltios, mientras que para el resto de escalas es de alrededor de 25 milivoltios, sensibilidad más que suficiente para satisfacer cualquier necesidad.

La **señal** en el colector de **transistor** TR1 se utiliza para pilotar al **inversor** IC1 / A.

Antes de llegar a la entrada del segundo **inversor** IC1 / B, un conjunto de **condensadores** conectados al **conmutador** S1 / A filtran la **señal**.

Del **inversor** IC1 /B, se toman **señales** perfectamente cuadradas, que las sucesivas puertas **inversoras** IC1 /C y IC1 /D se encargan de limpiar.

## PARA TESTER

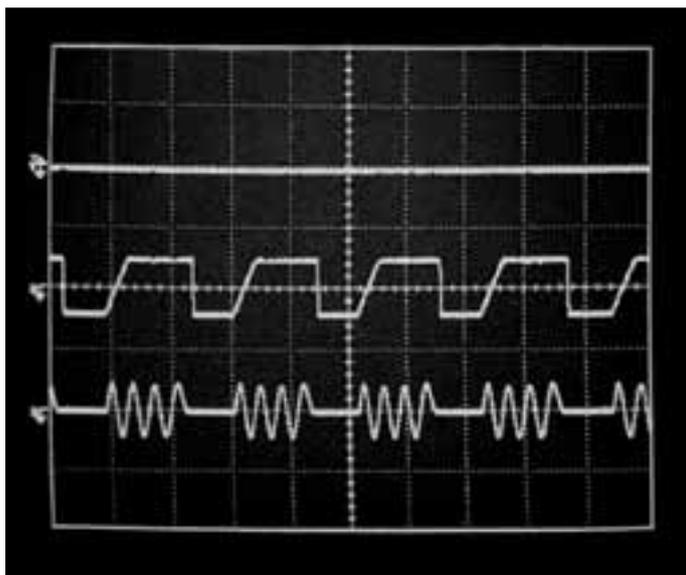


Fig.1 En la página anterior se muestra, ya terminado, nuestro circuito capaz de convertir nuestro téster en un frecuencímetro de 1MHz.

La **señal** de salida del **inversor** IC1 /D se aplica al pin 2 del **integrado** IC2, que es un común C / Mos TS.555, sustituible por el ICM.7555.

Este **integrado**, utilizado como multivibrador monoestable, proporcionará una onda cuadrada con un ciclo de trabajo proporcional a la **señal** de entrada y una **frecuencia** en relación al **condensador** elegido por el **conmutador** S1 / A y la **resistencia** elegida por el **conmutador** S1 / B.

Por el pin 3 del **integrado** IC2 se toma la onda cuadrada que, una vez acondicionada por los dos últimos **inversores**, IC1 /E e IC1 /F, se aplica al trimmer R14 y de su cursor se aplica al **condensador** electrolítico C17.

La tensión existente en este **condensador** es la que podemos medir con nuestro **tester**.

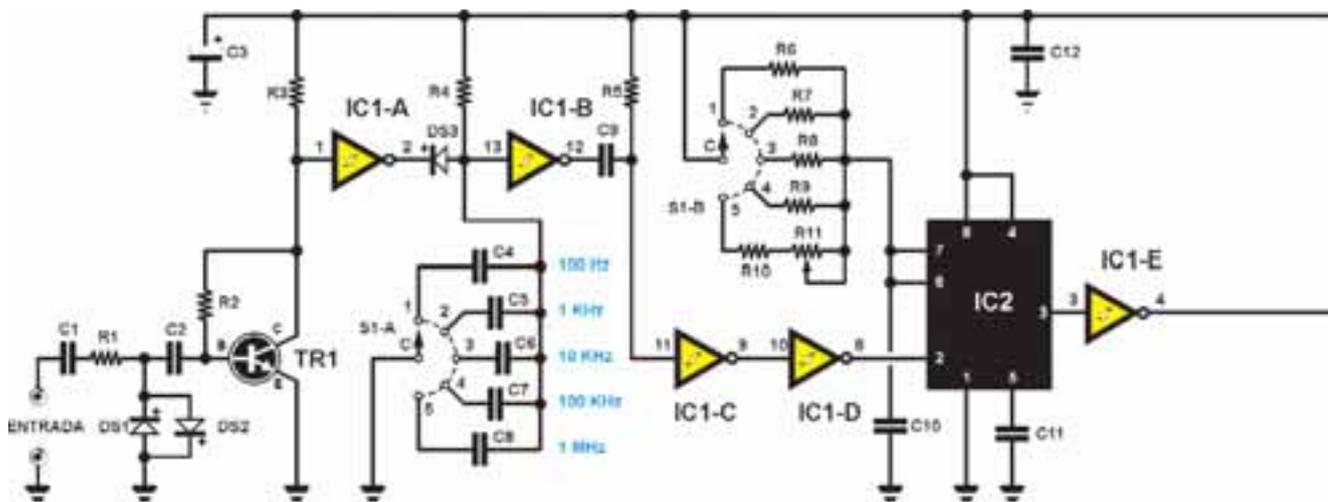


Fig. 2 Esquema del frecuencímetro para téster.

#### LISTA DE COMPONENTES LX.1732

- R1 = 10.000 ohmios
- R2 = 820.000 ohmios
- R3 = 10.000 ohmios
- R4 = 10.000 ohmios
- R5 = 1.000 ohmios
- R6 = 1.01 megaohmio 1%
- R7 = 101.000 ohmios 1%
- R8 = 10.100 ohmios 1%
- R9 = 1.010 ohmios 1%
- R10 = 47 ohmios

- R11 = 100 ohmios trimmer
- R12 = 1.000 ohmios
- R13 = 1.000 ohmios
- R14 = 1.000 ohmios trimmer 10 v.
- R15 = 1.000 ohmios
- C1 = 470.000 pF poliéster
- C2 = 470.000 pF poliéster
- C3 = 10 microF. electrolítico
- C4 = 220.000 pF poliéster
- C5 = 22.000 pF poliéster
- C6 = 2.200 pF poliéster

#### TENSIÓN Y CICLO DE TRABAJO

Muchos se preguntarán cómo es posible obtener una tensión variable proporcional a una onda cuadrada sin utilizar ningún diodo rectificador.

Para lograr esta conversión, primero debemos saber el valor máximo que alcanza la **señal** y su ciclo de trabajo, es decir, la relación entre la parte positiva de la onda cuadrada y su parte negativa.

Suponiendo que la máxima amplitud de la **señal** es de 2 voltios (véase fig.3), para saber el valor el voltaje detectado a los extremos del **condensador** electrolítico C17 se puede utilizar esta fórmula:

**(cuadrículas positivas : cuadrículas totales) x V verticales**

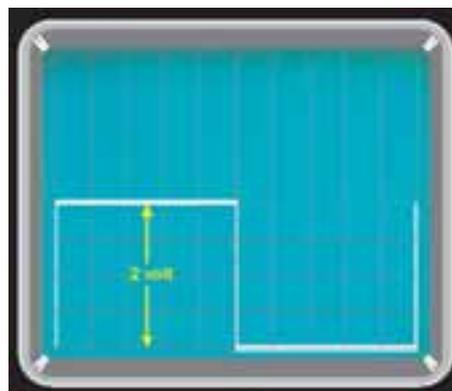
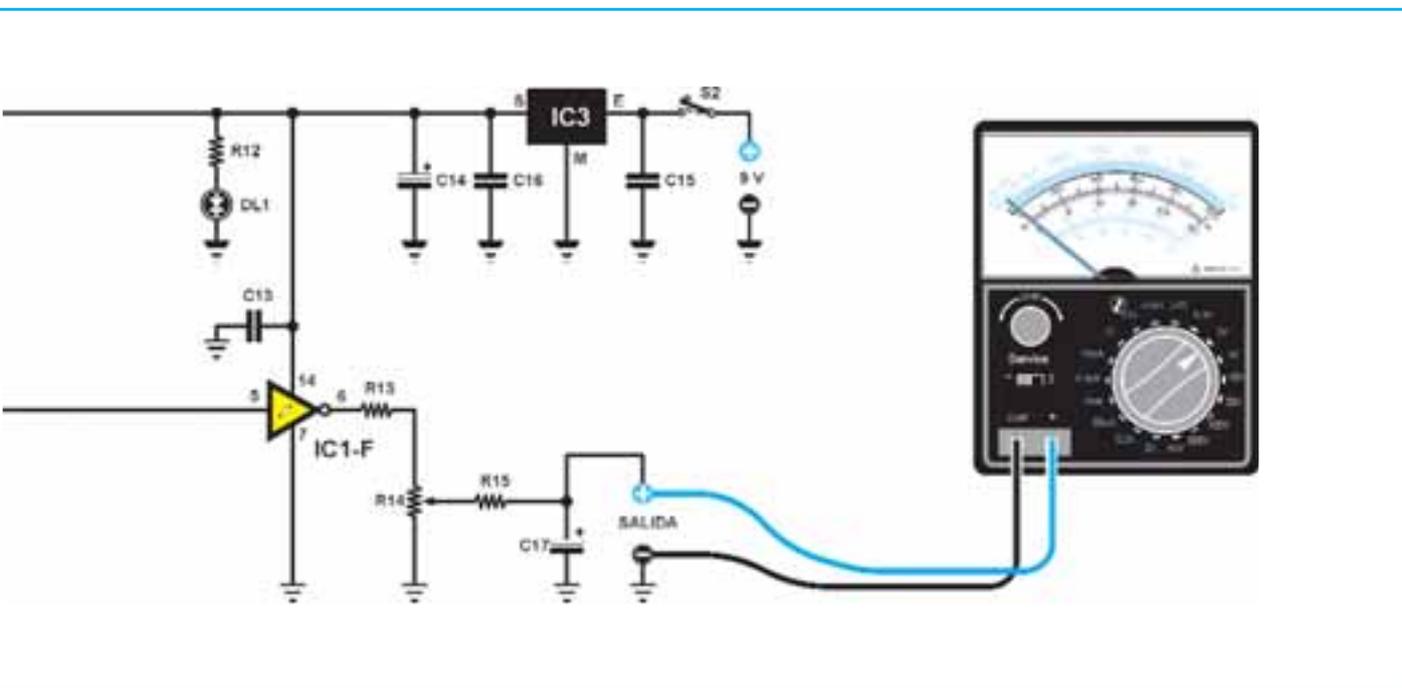


Fig.3 Para conocer el valor de la tensión que presentará el condensador C17 debemos saber la máxima amplitud de la señal y el número de cuadros horizontales que ocupa un ciclo de la onda cuadrada.

En este ejemplo tenemos una señal de 2 voltios y un ciclo que ocupa 10 cuadros.



C7 = 330 pF cerámico  
 C8 = 27 pF cerámico  
 C9 = 47 pF cerámico  
 C10 = 4.700 pF poliéster  
 C11 = 10.000 pF poliéster  
 C12 = 100.000 pF poliéster  
 C13 = 100.000 pF poliéster  
 C14 = 10 microF. electrolítico  
 C15 = 100.000 pF poliéster  
 C16 = 100.000 pF poliéster  
 C17 = 10 microF. electrolítico

DS1 = diodo tipo 1N.4150  
 DS2 = diodo tipo 1N.4150  
 DS3 = diodo tipo 1N.4150  
 DL1 = diodo LED  
 TR1 = NPN tipo 2N2222  
 IC1 = TTL 74HC14  
 IC2 = TS555  
 IC3 = MC78L05  
 S1A y B = Conmutador 2cir-5pos.  
 S2 = Interruptor



Fig.4 Conexiones de los integrados vistos desde arriba y con su muesca de referencia hacia la izquierda.  
 El integrado TS.555 puede ser sustituido por el ICM .755

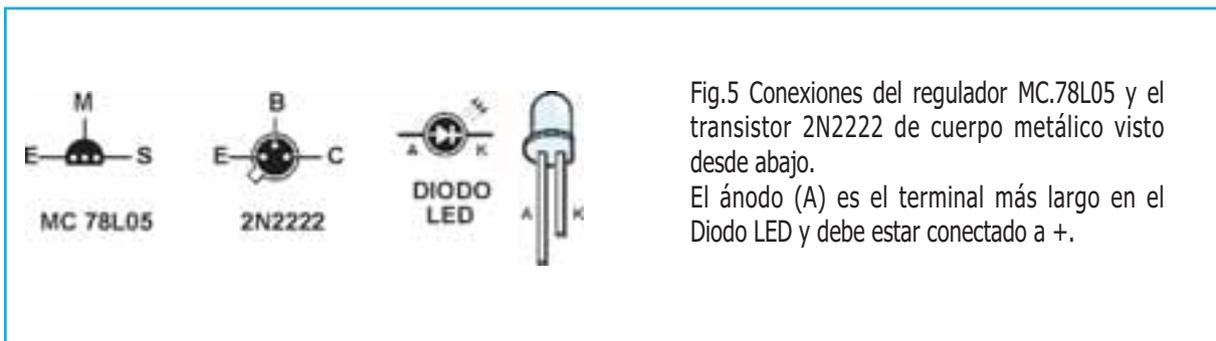


Fig.5 Conexiones del regulador MC.78L05 y el transistor 2N2222 de cuerpo metálico visto desde abajo.  
 El ánodo (A) es el terminal más largo en el Diodo LED y debe estar conectado a +.

donde:

**cuadrículas positivas** = cuadrículas horizontales que ocupa la parte positiva.

**cuadrículas totales** = cuadrículas horizontales que ocupa toda la **señal**.

**V Verticales** = es el alto máximo ocupado por la onda cuadrada.

En figura 3 se puede observar que la máxima amplitud de la **señal** de onda cuadrada es de 2 voltios y la anchura total que ocupa horizontalmente es de 10 cuadrados, mientras que sólo la mitad es ocupada por la parte positiva, por tanto, el **condensador** C17 se carga con una tensión de:

$$(5 : 10) \times 2 = 1 \text{ Volt}$$

La razón por la cual se produce esta conversión de la corriente alterna a la continua es suficiente comprensible, ya que el **condensador** C17 recibe un voltaje de 2 voltios por un tiempo de 5 cuadrículas y no recibe tensión para otros 5 cuadros, por lo que el **condensador** se carga a la mitad, es decir, 1 voltio.

**Nota:** la **frecuencia** no modificar el valor de la tensión.

En la figura 6 podemos observar que la anchura total de la **señal** es de 10 cuadros, de los cuales cuatro están ocupados por la semionda positiva lo que supone que si aplicamos al **condensador** C17 una tensión de 2 voltios de amplitud se cargará con una tensión de:

$$(4 : 10) \times 2 = 0,8 \text{ voltios}$$

En el ejemplo de la figura 7, donde la anchura total sigue siendo la misma de 10 cuadros, y la anchura de la parte positiva de la **señal** es de 2,5 cuadros, el **condensador** C17, que reciben una tensión 2 voltios de amplitud durante el tiempo de 2,5 cuadros y el resto del tiempo no, se cargará con una tensión de:

$$(2.5 : 10) \times 2 = 0,5 \text{ voltios}$$

Para completar los ejemplos, como se muestra en la figura 8, manteniendo un **señal** de 10 cuadros y ocupando sólo uno por el nivel positivo, el **condensador** C17, se cargará con tensión de sólo:

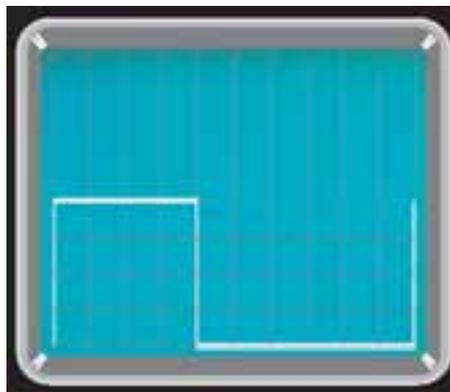


Fig.6 En esta figura la señal ocupa 10 cuadros y sólo en cuatro de ellos aparece un nivel positivo, el condensador C17 se cargará con una tensión de:  $(4 : 10) \times 2 = 0,8$  voltios.

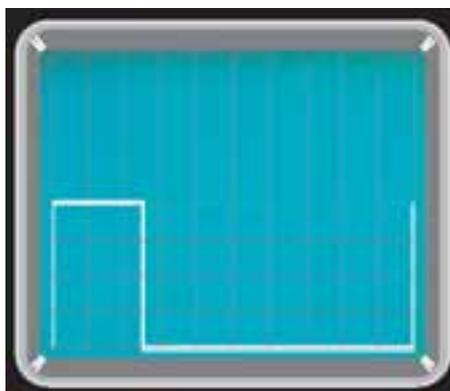


Fig.7 En esta figura la señal ocupa 10 cuadros, pero el nivel positivo ocupa sólo 2,5 cuadros, entonces el condensador C17 se cargará con una tensión de:  $(2.5 : 10) \times 2 = 0,5$  voltios.

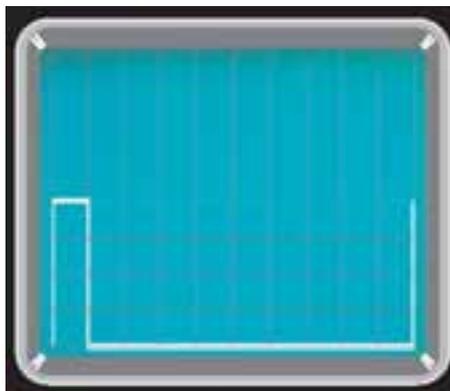


Fig.8 En esta figura la señal ocupa 10 cuadros y el nivel positivo está presente en un cuadro, por lo que el condensador C17 se carga con una tensión de sólo:  $(1 : 10) \times 2 = 0,2$  voltios.



Fig.9 Aunque en los t ester aparecen varias escalas graduadas, para una lectura m as sencilla emplearemos la de 0 a 100.

(1: 10) x 2 = 0,2 voltios

### LAS ESCALAS DEL **frecuencímetro**

Este **frecuencímetro**, con 5 escalas, nos permite realizar las siguientes medidas como fondo de escala:

- 1 = m ax. rango de **frecuencia** de 100 Hz
- 2 = m ax. rango de **frecuencia** de 1.000 Hz
- 3 = m ax. rango de **frecuencia** de 10.000 Hz
- 4 = m ax. rango de **frecuencia** de 100.000 Hz
- 5 = m ax. rango de **frecuencia** de 1.000.000 Hz

En cada una de estas escalas, el valor m aximo de tensión que obtenemos para su m axima **frecuencia** es de 1 voltio **DC**.

Para simplificar la lectura, se recomienda utilizar la escala de 0 a 100 (véase Fig. 9). Por lo tanto, en la escala de 100 Hz, cuando la aguja del instrumento marca 100-60-50-20, está implícito que dichos valores corresponden a Hercios.

Si con el **conmutador** S1 elegimos la segunda escala de 1.000 Hz y la aguja de nuestro instrumento se coloca en 100-60-50-20, estos han de multiplicarse x10:

- 100 x 10 = 1000 Hz
- 60 x 10 = 600 Hz
- 50 x 10 = 500 Hz
- 20 x 10 = 200 Hz

En la 3 a escala hemos de multiplicar x100

En la 4 a escala hemos de multiplicar x1.000

En la 5 a escala hemos de multiplicar x10.000

### REALIZACIÓN PRÁCTICA

El montaje de este medidor LX.1732 se realizará siguiendo la figura 14, recomendando realizar la inserción de los componentes en el circuito impreso de una forma ordenada, procurando no efectuar cortocircuitos al soldar los terminales a la placa.

Antes de comenzar el montaje, tenemos que cortar el eje del **conmutador** S1, como se muestra en la Figura10, para que solamente queden 13 mm.

En el momento de de insertar las **resistencias** hemos de tener cuidado con las que tienen 5 bandas de color en lugar de 4, cuyos valores corresponden a:

**1010 ohmios**

Negro Marrón Marrón Marrón Marrón

**10.100 ohmios**

Marrón Marrón Rojo Marrón Negro

**101.000 ohmios**

Marrón Marrón Negro Marrón Naranja

**1,01 megaohm**

Marrón Marrón Marrón Amarillo Negro

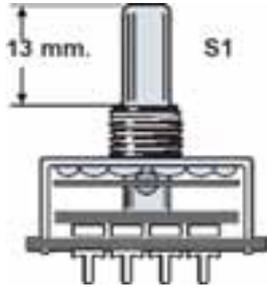


Fig.10 Antes de la inserción de los terminales del conmutador S1 en los taladros del circuito impreso (véase la Fig.14), tenemos que cortar el eje de éste para que sólo queden unos 13 mm, tal como se muestra en el dibujo.



Fig.11 Al insertar los dos terminales del LED DL1 en el circuito impreso, el más largo coincidirá con el taladro marcado con la letra A. Antes de soldarlo tenemos que separar el cuerpo del LED de la placa una distancia de 24 mm.



Fig.12 Después de soldar todos los componentes necesarios, podemos fijar la placa al mueble de plástico mediante 4 tornillos autorroscantes.

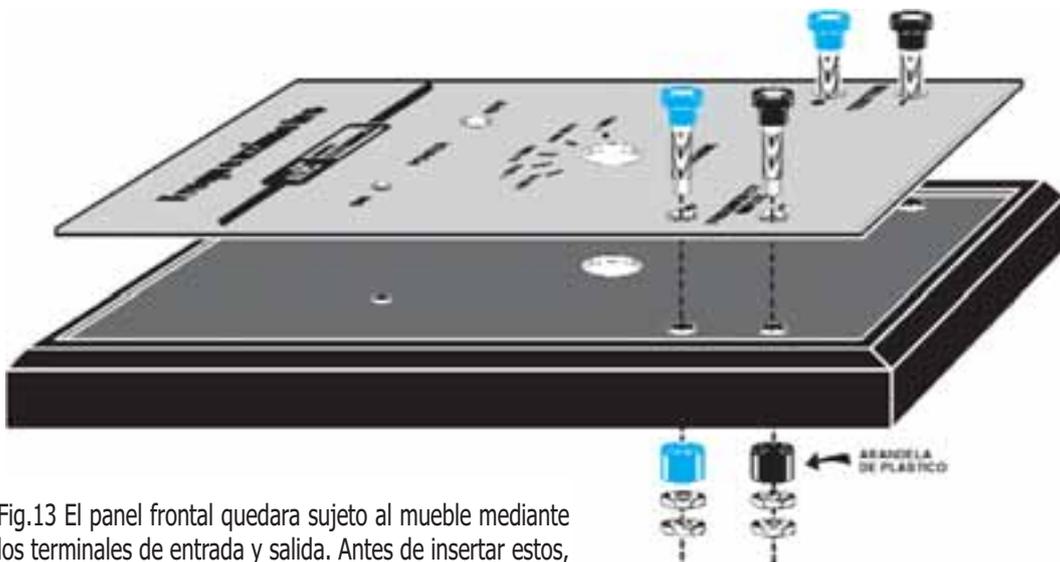


Fig.13 El panel frontal quedara sujeto al mueble mediante los terminales de entrada y salida. Antes de insertar estos, es necesario desmontar sus arandelas de plástico, para luego montarlas como se aprecia.

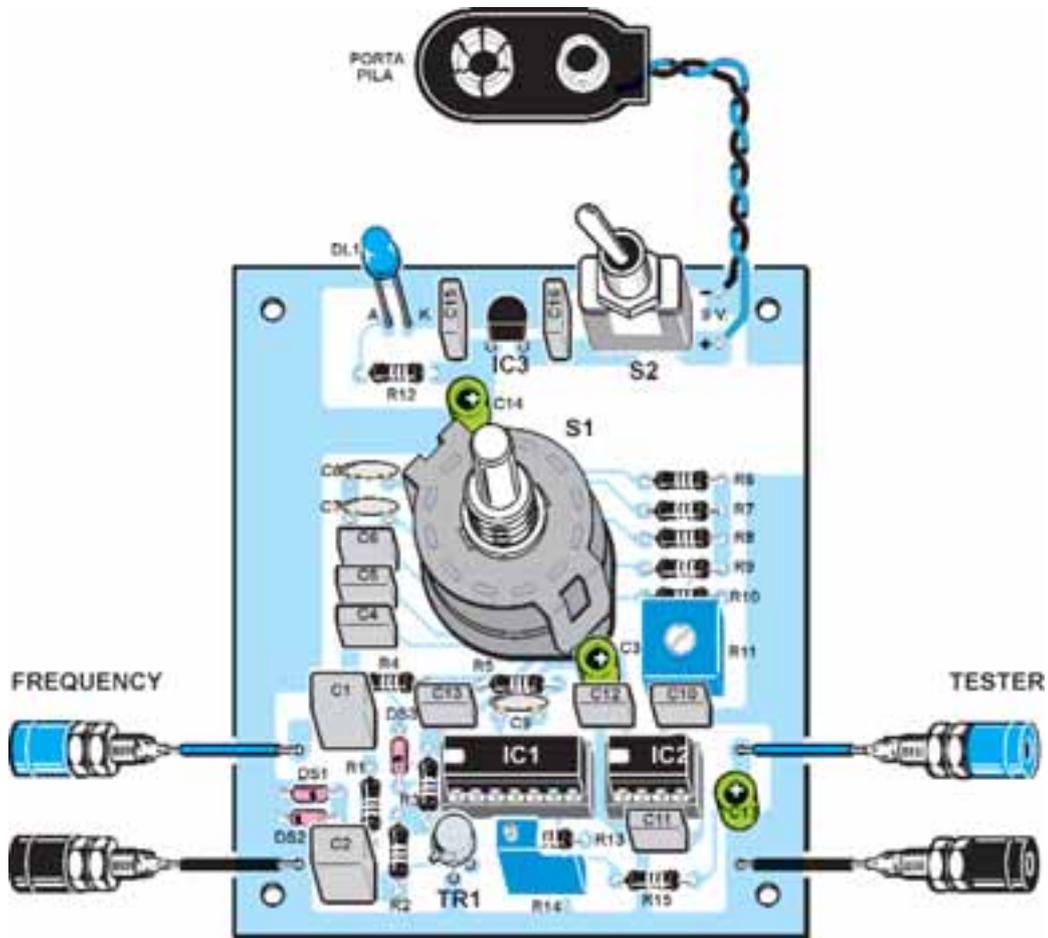


Fig.14 Esquema práctico de montaje del circuito que convierte cualquier téster analógico o digital en un frecuencímetro de hasta 1 MHz, cuando insertemos en el circuito el transistor TR1, su pequeña muesca de referencia ha de quedar hacia la resistencia R2. Tendremos que colocar el integrado IC3 con la parte plana de su cuerpo orientada al conmutador S1.

### CALIBRACIÓN CON 100 Hz

Concluido esto, continuaremos con los diodos, los **condensadores** de poliéster y los electrolíticos, respetando la polaridad de sus terminales.

Completaremos el circuito con los **transistores**, el regulador IC3, y los diodos led como en la figura 11.

Finalizaremos el montaje con la inserción de los **integrados** en sus zócalos y el conexionado de los terminales que previamente fijaremos al mueble contenedor.

Para realizar la calibración del **frecuencímetro** deberíamos utilizar un preciso generador de BF, pero como no todos los aficionados cuentan con uno, proponemos una solución alternativa.

La aplicación de una tensión alterna sobre un puente rectificador (véase la Fig.15), permite obtener una **señal** de 100 Hz.

Suministrando esta **señal** a la entrada del **frecuencímetro** ajustado en la escala número 1 de 100 Hz y colocando el **tester** en la escala

de 1 voltio **DC** debemos girar lentamente el cursor del trimmer R14 hasta desviar la aguja al fondo de escala.

Si cambiamos a la segunda escala de 1.000 Hz es evidente que, al aplicar los 100 Hz, la aguja marcará el número 10 que será necesario multiplicar por 10 ( $10 \times 10 = 100$  Hz).

En la escala de 10.000 Hz no seremos capaces de apreciar el valor, ya que la aguja se moverá apenas unos milímetros, pero estando ajustada la primera escala el resto lo estarán, ya que el **conmutador** S1/ B selecciona **resistencias** de precisión (ver R6-R10).

Solamente para la escala de 1 MHz, se requiere el ajuste de otro trimmer (véase R11), en serie con la **resistencia** R10, ya que con un sólo trimmer no podemos ajustar el rango completo de **frecuencias**.

Obviamente, para realizar una calibración precisa de ésta escala será necesario disponer de un generador apropiado, que en el caso de no contar con él y trabajar con **frecuencias** hasta 100 KHz.

Simplemente dejaremos el cursor de R11 en una posición media.

### CALIBRACIÓN MEDIANTE **osciloscópio**

Quien cuente con un **osciloscópio**, puede emplearlo para determinar el valor de la **frecuencia** que se le aplica, simplemente

observando cuántos cuadros ocupa la **señal** en la pantalla (ver figura 3) y controlando la posición del mando Tiempo / Div.

Contando el número de cuadrículas que ocupa un ciclo de la onda, podemos averiguar el valor exacto de la **frecuencia** utilizando las siguientes fórmulas:

$$\begin{aligned} \text{Hz} &= 1000 (\text{milisegundos} \times \text{n}^\circ \text{ cuadros}) \\ \text{KHz} &= 1,000 (\text{microsegundos} \times \text{n}^\circ \text{ cuadros}) \\ \text{MHz} &= 1 : (\text{microsegundos} \times \text{n}^\circ \text{ cuadros}) \end{aligned}$$

Conociendo el valor en Hz - KHz - MHz, de la **frecuencia** aplicada y la posición del mando Tiempo / Div. podemos averiguar cuantas cuadrículas tendrá que ocupar un ciclo utilizando las fórmulas:

$$\begin{aligned} \text{n}^\circ \text{ cuadros} &= 1,000 : (\text{milisegundos} \times \text{Hz}) \\ \text{n}^\circ \text{ cuadros} &= 1,000 : (\text{microsegundos} \times \text{KHz}) \\ \text{n}^\circ \text{ cuadros} &= 1 : (\text{x microsegundos} \times \text{MHz}) \end{aligned}$$

Ejemplo 1: Si el mando Tiempo / div. esta posicionado en 2 ms (véase fig.16) y un ciclo de la **señal** ocupa en la pantalla 5 cuadros, para conocer el valor de la **frecuencia** se puede utilizar esta fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Hertz} &= 1,000 (\text{milisegundos} \times \text{n}^\circ \text{ cuadros}) \\ 1000: (2 \times 5) &= 100 \text{ Hz} \end{aligned}$$

Pero si el ciclo cubre 10 cuadrados como lo muestra la fig.17, su **frecuencia** sería:

$$1000: (2 \times 10) = 50 \text{ Hz.}$$



Fig.15 Para calibrar el medidor sólo necesitamos un pequeño transformador con un secundario capaz de proporcionar una tensión entre 6 y 18 voltios y un puente rectificador, para producir una frecuencia de 100 Hercios.

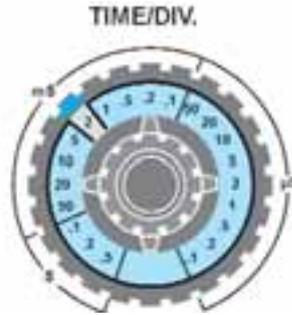
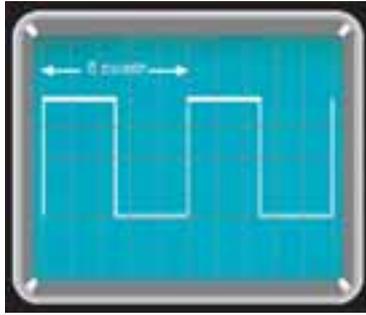


Fig.16 Si en la pantalla del osciloscopio aparece un ciclo de una onda que ocupa 5 cuadros, y el mando Tiempo / div. Se encuentra en 2 milisegundos, su frecuencia será de:  
 $1000: (2 \times 5) = 100$  Hercios.

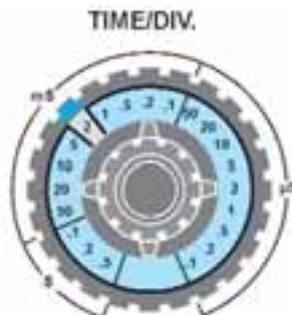
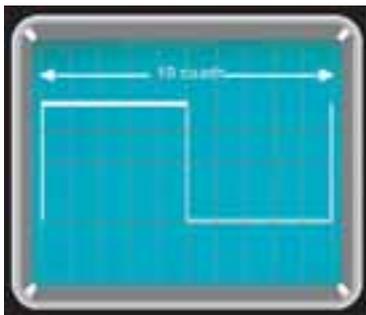


Fig.17 Si en la pantalla del osciloscopio aparece un ciclo de una onda que ocupa 10 cuadros, y el mando Tiempo / div. Se encuentra en 2 milisegundos, su frecuencia será de:  
 $1000: (2 \times 10) = 50$  Hercios.

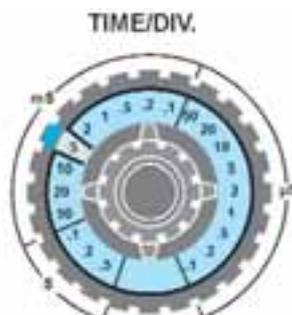
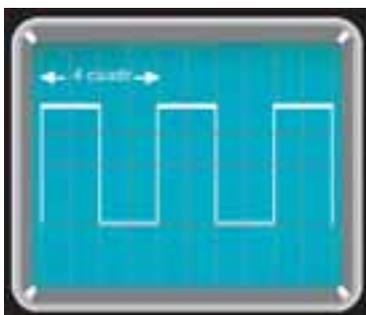


Fig.18 Si en la pantalla del osciloscopio aparece un ciclo de una onda que ocupa 4 cuadros, y el mando Tiempo / div. Se encuentra en 5 milisegundos, su frecuencia será de:  
 $1000: (5 \times 4) = 50$  Hercios.

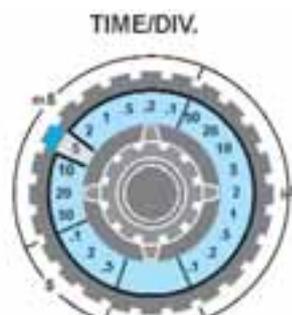
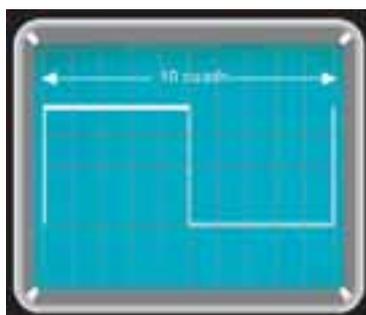


Fig.19 Si en la pantalla del osciloscopio aparece un ciclo de una onda que ocupa 10 cuadros, y el mando Tiempo / div. Se encuentra en 5 milisegundos, su frecuencia será de:  
 $1000: (5 \times 10) = 20$  Hercios.

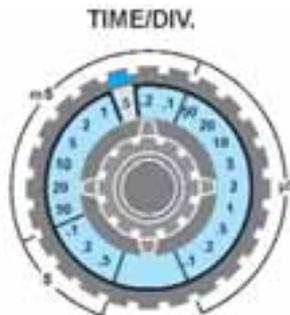
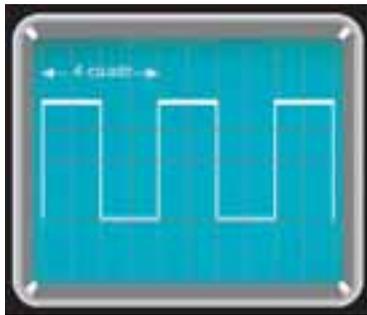


Fig.20 Si en la pantalla del osciloscopio aparece un ciclo de una onda que ocupa 4 cuadros, y el mando Tiempo / div. Se encuentra en 0,5 milisegundos, su frecuencia será de:  
 $1000: (0,5 \times 4) = 500$  Hercios.

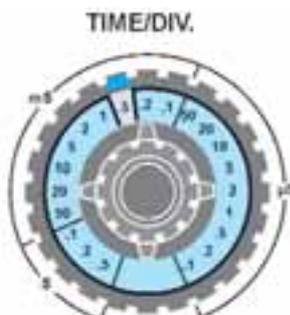
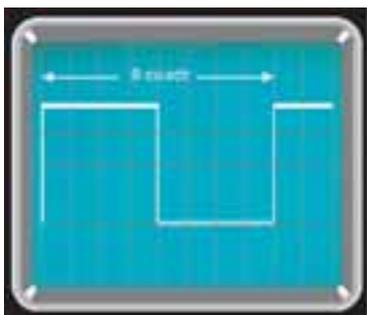


Fig.21 Si en la pantalla del osciloscopio aparece un ciclo de una onda que ocupa 8 cuadros, y el mando Tiempo / div. Se encuentra en 0,5 milisegundos, su frecuencia será de:  
 $1000: (0,5 \times 8) = 250$  Hercios.

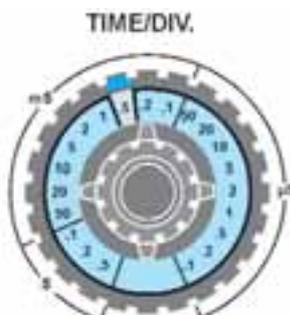
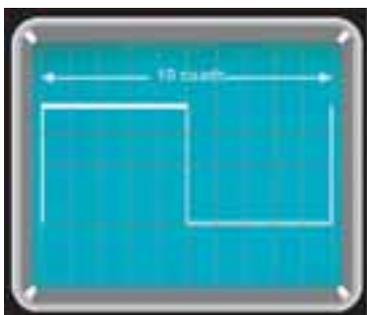


Fig.22 Si en la pantalla del osciloscopio aparece un ciclo de una onda que ocupa 10 cuadros, y el mando Tiempo / div. Se encuentra en 0,5 milisegundos, su frecuencia será de:  
 $1000: (0,5 \times 10) = 200$  Hercios

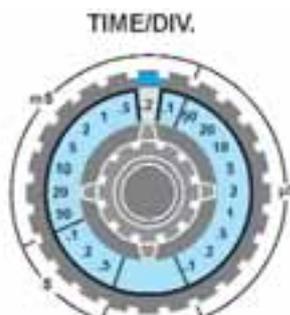
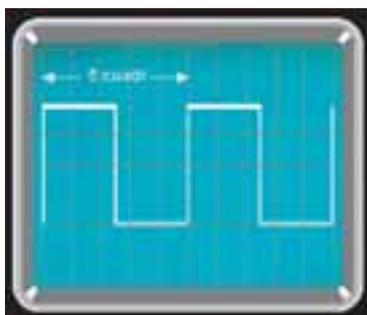


Fig.23 Si en la pantalla del osciloscopio aparece un ciclo de una onda que ocupa 5 cuadros, y el mando Tiempo / div. Se encuentra en 0,2 milisegundos, su frecuencia será de:  
 $1000: (0,2 \times 5) = 1.000$  Hercios.

Ejemplo 2: Si el mando Tiempo / div. esta posicionado en 5 milisegundos (véase la fig.18) y aparece en la pantalla una **señal** con un ciclo que ocupa 4 cuadros, su **frecuencia** será:

$$1000: (5 \times 4) = 50 \text{ Hz.}$$

Si la onda cuadrada que ocupa 10 cuadros (ver fig.19), su **frecuencia** sería:

$$1000: (5 \times 10) = 20 \text{ Hz.}$$

Ejemplo 3: Cuando posicionamos el mando Tiempo / div. en 0,5 milisegundos (ver fig.20), y vemos aparecer en la pantalla un **señal** que abarca 4 cuadros, para saber el valor de esta **frecuencia** siempre debemos utilizar la fórmula:

$\text{Hz} = 1.000 : (\text{milisegundos} \times \text{n}^\circ \text{ cuadros})$   
entonces:

$$1.000: (0,5 \times 4) = 500 \text{ Hz}$$

Si con el mando de Tiempo / div. colocado en 0,5 milisegundos (véase la fig.21) aparece en la pantalla una **señal** en onda cuadrada que ocupa 8 cuadros, el valor de esta **frecuencia** sería:

$$1.000: (0,5 \times 8) = 250 \text{ Hz}$$

Si aplicamos a la entrada una **señal** de **frecuencia** desconocida y tenemos posicionado el mando Tiempo / div. en 0,5 milisegundos y la **señal** que aparece en la pantalla ocupa 10 cuadros(ver fig.22), su **frecuencia** sería:

$$1.000: (0,5 \times 10) = 200 \text{ Hz}$$

Si en cambio vemos una onda cuadrada que ocupa unos 5 cuadros (véase fig.23), y rotamos el mando de Tiempo / div. Ubicado a 0,2 milisegundos, la **frecuencia** sería:

$$1.000: (0,2 \times 5) = 1.000 \text{ Hz}$$

Con estos ejemplos hemos demostrado que conocer el valor real de una **frecuencia** resulta sumamente sencillo con la ayuda del **osciloscópio**.

### COSTE DE REALIZACIÓN

**LX 1732:** Todos los componentes necesarios para montar este **frecuencímetro** para el **tester**, incluido el circuito impreso, el mueble de plástico MO.1732 incluido su frontal mecanizado y serigrafiado:.....**85,48 €**

**CS 1732:** Sólo el circuito impreso:.....**9,48 €**

Estos precios no incluyen el IVA

## THEREMIN

El Theremin fue el primer instrumento musical completamente electrónico que no precisaba de partes mecánicas para producir sonidos. Su timbre a medio camino entre el violín y la voz humana le hace excepcional y muy apreciado por músicos de diferente estilos.



**Características Principales:**

- Regulación de altura (frecuencia) y volumen.
- Salida Pseudo-estéreo.
- Control de efecto.
- Alimentación 9v.