AÑO XVI Nº187
625 ptas. 3,76 Euros.

NUEVA ELECTRÓNICA

NUEVA ELECTRÓNICA

UN SENCILLO RÓSMETRO DE LÍNEA BIFILAR



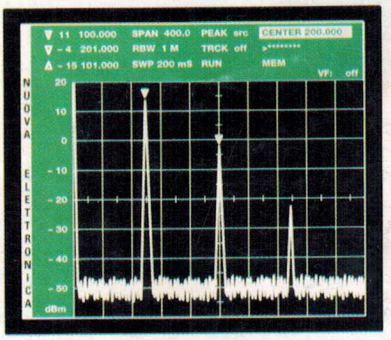
CÓMO REALIZAR UN SIMPLE INDUCTANCÍMETRO

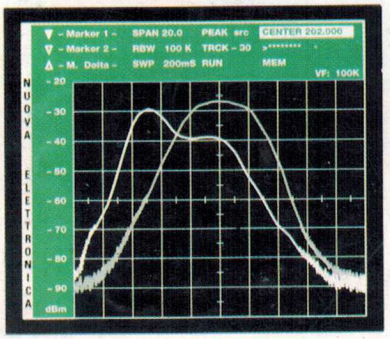
CÓMO UTILIZAR UN MONITOR DE COLOR LCD

MEMORIZAR LAS CURVAS DE UN FILTRO RF

CONVERTIR UNA FRECUENCIA EN UNA TENSIÓN O VICEVERSA

LOCALIZAR LOS TERMINALES E-B-C DE UN TRANSISTOR





00187
8 414090 102537

rte

DIRECCIÓN
C/ Ferraz, 37
Teléf: (91) 542 73 80
Fax: (91) 559 94 17
MADRID 28008

CORREO ELECTRÓNICO
Consultas Técnicas:
tecnico@nuevaelectronica.com
Consultas Comerciales:
comercial@nuevaelectronica.com

DIRECTOR EDITORIAL:
Eugenio Páez Martín

Composición:
Paloma López Durán

NUEVA INFORMÁTICA
Redactor Jefe:
Roberto Quirós García

SERVICIO TÉCNICO
Lunes y Miércoles de 17 a 20 h.
Teléfono: 91 474 95 73

DISTRIBUCIÓN:
Coedis, S.A.
Teléf.:(93) 680 03 60
MOLINS DE REI
(Barcelona)

PAGINA WEB:
www.nuevaelectronica.com

Traducción en Lengua
española de la revista
"Nuova Elettronica", Italia.
DIRECTOR GENERAL
Montuschi Giuseppe

DEPÓSITO LEGAL:
M-18437-1983

Suscripción anual 5.900 ptas - 35,46 Euros
Canarias 7.000 ptas. - 42,09 Euros
Europa 8.500 ptas. - 51,09 Euros.
América 19.000 ptas. - 114,20 Euros.
Cupón de suscripciones y pedidos en página 37.

Nº 187 - 31 MARZO - 2000
625 pts. (Incluido I.V.A.) - 3,76 EUROS
Canarias, Ceuta y Melilla
625 pts. (Incluidos portes)

En este número

SUMARIO

UN SENCILLO RÓSMETRO DE LÍNEA BIFILAR
Para saber si una antena irradia toda la potencia proporcionada por el transmisor es necesario un instrumento llamado Rósmetro, que mide la relación entre la tensión enviada hacia la antena y la que vuelve al transmisor a causa de una inadaptación de impedancia.
(LX.1394).....**pag.4**

CÓMO UTILIZAR UN MONITOR DE COLOR LCD
En el mercado se pueden encontrar diversos tipos de monitores LCD en color, pero una vez comprados muchos se percatan de que los textos y las imágenes se ven como si se vieran a través de un espejo y como muy pocos consiguen rectificar la imagen pensando que el monitor es defectuoso.
(MTV.40).....**pag.13**

MEMORIZAR LAS CURVAS DE UN FILTRO RF
Con el Analizador de Espectro presentado en la revista Nº 182 es posible memorizar hasta 4 Curvas distintas y almacenarlas para sobreponerlas a curvas de otros filtros y verificar así las diferencias presentes entre unas y otras. En este artículo os enseñamos a memorizarlas y a recuperarlas.
(LX.1405).....**pag.17**

CONVERTIR UNA FRECUENCIA EN UNA TENSIÓN O VICEVERSA
No todo el mundo sabe que existen integrados convertidores frecuencia-tensión que permiten leer con un téster común una frecuencia partiendo de pocos Hertzios hasta 0,1 Megahertzios. En este artículo os enseñamos como realizar un económico frecuencímetro analógico.
(LX.1414).....**pag.31**

ARTÍCULOS TEÓRICOS.....**pag. 48**

LOCALIZAR LOS TERMINALES E-B-C DE UN TRANSISTOR
Este circuito que utiliza un microprocesador ST62T15 es capaz de indicar cual de los tres terminales de un transistor es el Emisor, cual la Base y cual el Colector y, además si es un PNP o un NPN.
(LX.1421).....**pag.49**

COMO REALIZAR UN SIMPLE INDUCTANCÍMETRO
Quién realice este circuito podrá medir el valor de cualquier inductancia partiendo de un mínimo de 10 microhenrios hasta un máximo de 10 milihenrios. Para conocer el valor de la inductancia basta con conectar a los bornes de salida un téster, no importa si es analógico o digital, conmutado sobre el alcance de 100 microamperios fondo escala.
(LX.1422).....**pag.55**

DISTRIBUIDORES DE NUESTROS KITS.....**pag.66**

CATÁLOGO GENERAL DE PRECIOS.....**pag.67**

UN SENCILLO RÓSMETRO DE LÍNEA BIFILAR

LX.1394

Para saber si una antena irradia toda la potencia proporcionada por el transmisor es necesario un instrumento llamado Rósmetro, que mide la relación entre la tensión enviada hacia la antena y la que vuelve al transmisor a causa de una inadaptación de impedancia.

Los **rósmetros**, conocidos también con el nombre de **medidores** de **SWR**, son instrumentos muy útiles para los radioaficionados y para todos aquellos que instalan antenas receptoras-transmisoras, ya que permiten saber si la **impedancia** de la antena es igual a la del **cable coaxial** de bajada, que normalmente está entorno a **50-52 ohmios**.

Si la impedancia de la antena es diferente a la del cable coaxial, hay una **inadaptación de impedancia** y por tanto la antena **no** consigue irradiar toda la **potencia** generada por el transmisor, por consiguiente la potencia no irradiada se reenvía al transmisor bajo forma de **ondas reflejas**.

Observando el instrumento que va instalado en estos rósmetros (ver fig.4), se puede ver que el **inicio** de escala no coincide nunca con el número **0** sino siempre con el número **1**, ya que cuando la impedancia de la antena es idéntica a la impedancia del cable coaxial, la **relación** es igual a **1**.

Por ejemplo, en el caso de un cable coaxial de **52 ohmios** al que se conecta una antena que tiene una impedancia de **52 ohmios**, la relación será igual a:

relación = 52 : 52 = 1

Si la antena presenta una impedancia de **80 ohmios** dicha **relación** será de:

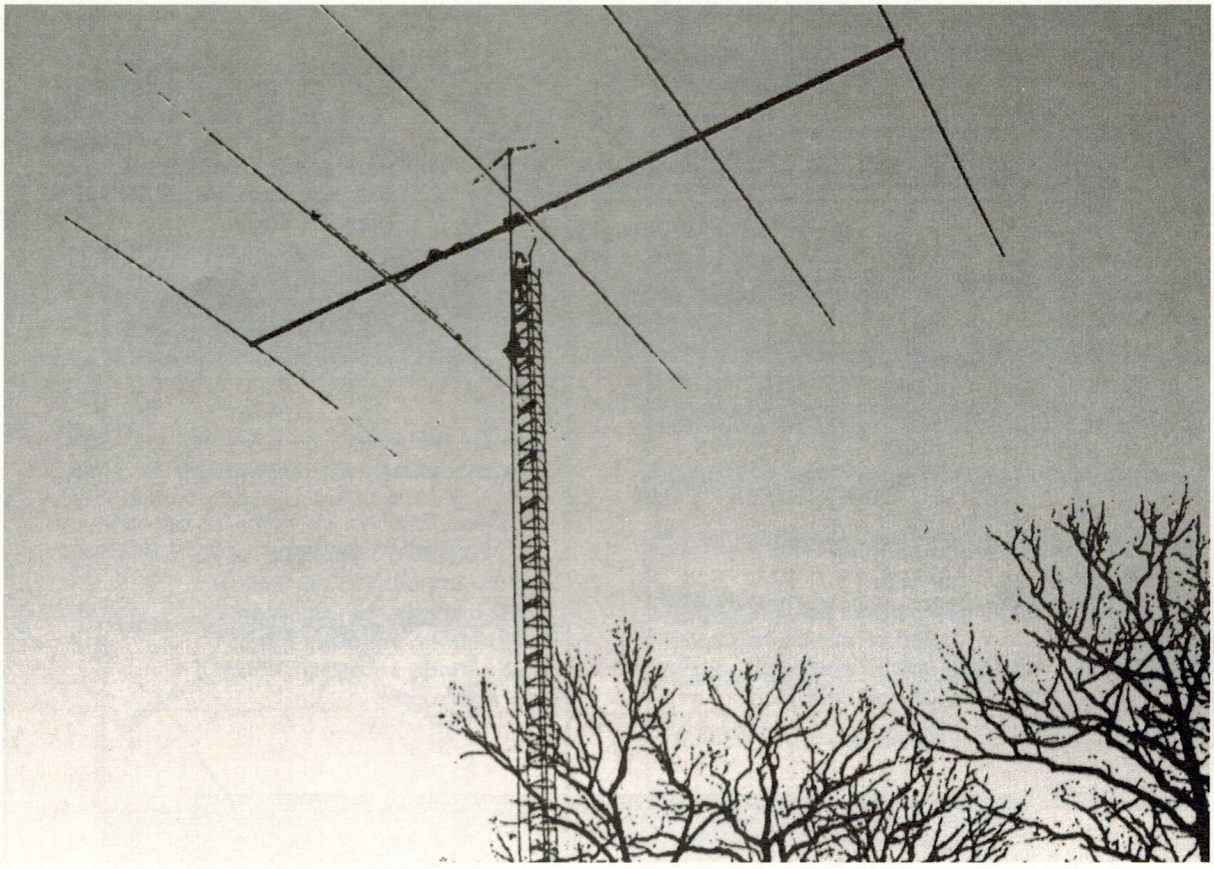
relación = 80 : 52 = 1,53

mientras que si presenta una impedancia de **20 ohmios**, dicha **relación** será de:

relación = 52 : 20 = 2,6

Nota = el valor de impedancia **mayor** va siempre dividido por el valor de impedancia **menor**.

Conociendo el valor de esta **relación** es posible calcular el **factor** de **pérdida** de la antena, es decir, qué cantidad de la potencia que ésta **recibe** es reenviada hacia **atrás** hacia el transmisor.



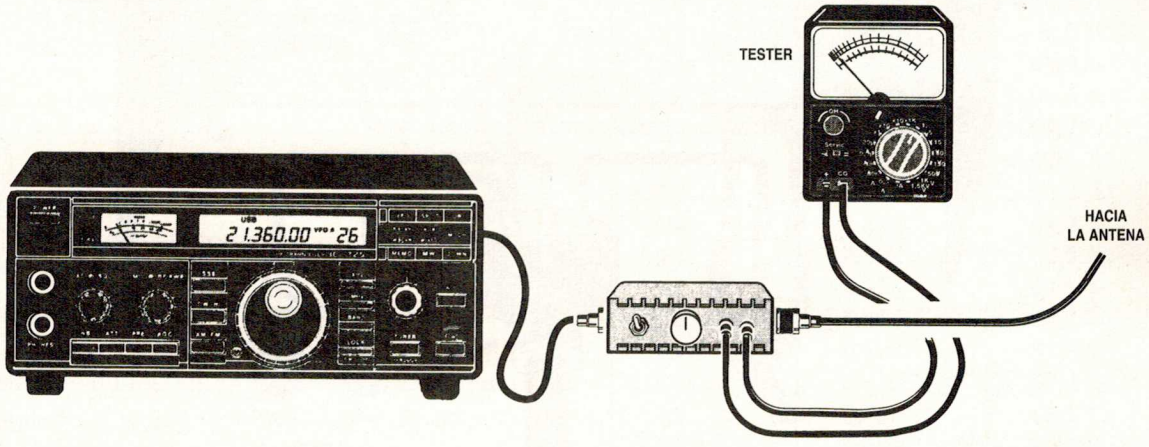


Fig.1 Como los rósmetros van siempre conectados entre la salida del transmisor y el cable coaxial que lleva la señal a la antena emisora, también éste irá conectado del mismo modo. Para leer la onda directa y la onda refleja, se puede usar cualquier tester en la posición 100 microamperios CC fondo escala.

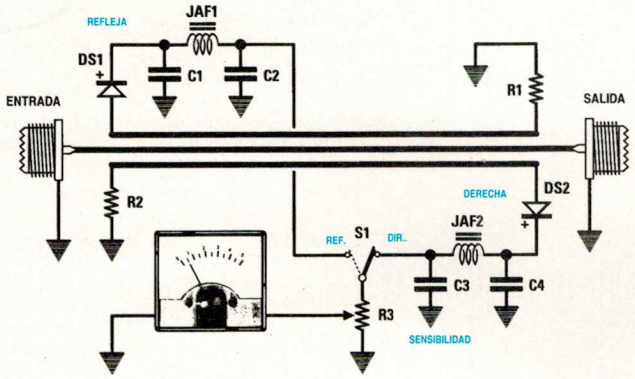


Fig.2 Esquema eléctrico del rósmetro de línea bifilar. Los diodos schottky 1N.5711 pueden sustituirse también por los equivalentes BAR.10 o bien HP.5082.

LISTA DE COMPONENTES LX.1394

R1 = 100 ohm
R2 = 100 ohm
R3 = 41.000 ohm pot. lin.
C1 = 10.000 pF cerámico
C2 = 10.000 pF cerámico
C3 = 10.000 pF cerámico
C4 = 10.000 pF cerámico
JAF1 = imped. 10 microhenry
JAF2 = imped. 10 microhenry
DS1 = diodo schottky 1 N.571 1
DS2 = diodo schottky 1 N.571 1
S1= interruptor

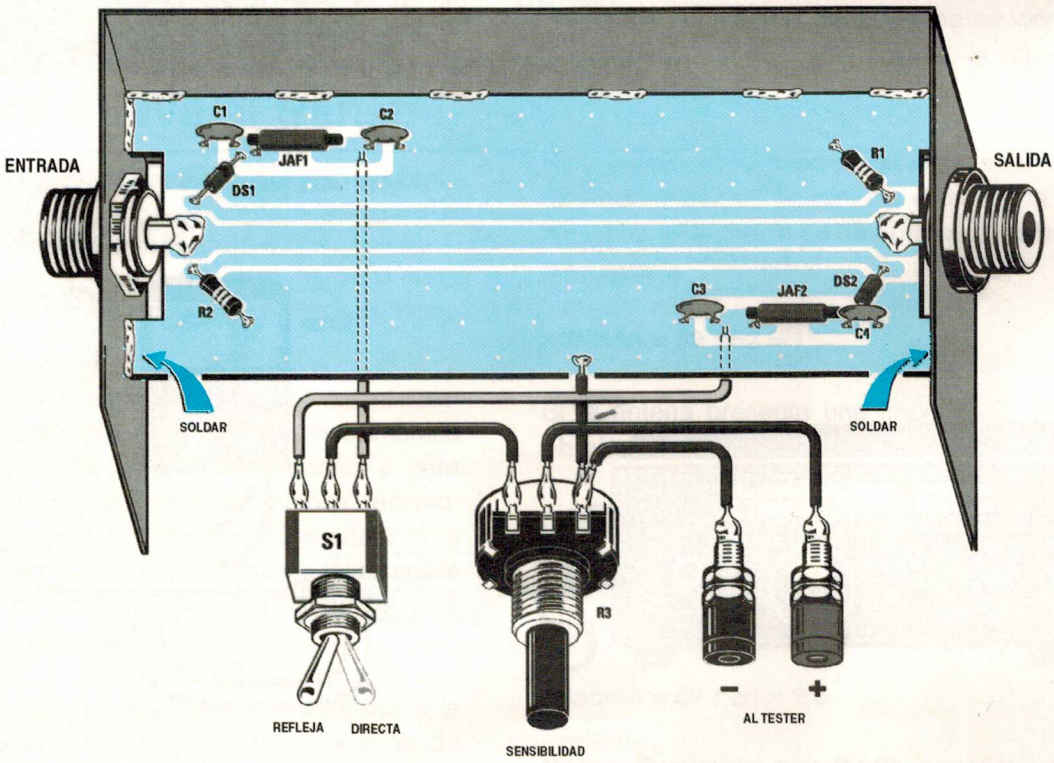


Fig.3 Esquema práctico de montaje del rósmetro. Una vez montados todos los componentes en el circuito impreso, hay que instalarlo dentro del contenedor metálico. En la pista central hay que soldar los terminales de los bornes de entrada y salida. Como se puede ver tanto en este dibujo como en la foto de la fig.6, la masa del circuito ha de soldarse en más puntos directamente sobre la chapa del contenedor.

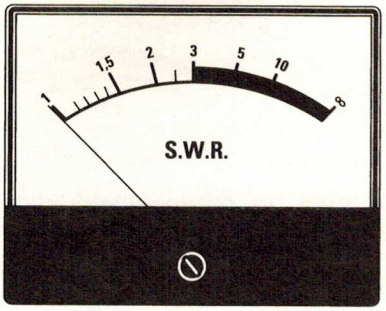


Fig.4 En todos los rósmetros del mercado el instrumento de medida está graduado como se muestra en la figura, o sea con el inicio de escala que no parte de 0 sino siempre del número 1.

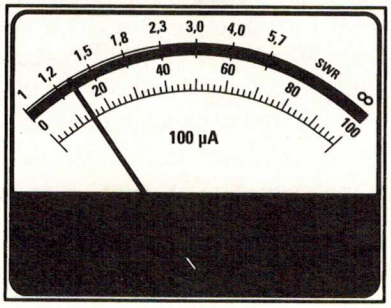


Fig.5 Ya que en este rósmetro se ha usado un tester en la posición 100 mA fondo escala, en este dibujo se indica el valor de ROS al que corresponden estos mA.

Para calcular este **factor** de **pérdida** se puede utilizar la siguiente fórmula:

pérdida = [(relación -1) : (relación +1)]^2

Nota = el número **2** de la fórmula, indica que el resultado obtenido va elevado al cuadrado.

Para explicar cómo **calcular** el **factor** de **pérdida** se muestran a continuación algunos ejemplos.

Considerando la relación de **80 : 52 = 1,53**, se realizará esta primera operación:

(1,53 - 1) : (1,53 + 1) = 0,209

TABLA Nº1

Relación ROS-SWR	Factor pérdida	potencia irradiada
1,0	0,000	100 %
1,1	0,002	99,8 %
1,2	0,008	99,2 %
1,3	0,017	98,3 %
1,4	0,030	97,0 %
1,5	0,040	96,0 %
1,6	0,053	94,7 %
1,7	0,067	93,3 %
1,8	0,082	91,8%
1,9	0,098	90,4 %
2,0	0,111	88,9 %
2,1	0,126	87,4 %
2,2	0,140	86,0 %
2,3	0,155	84,5 %
2,4	0,169	83,1 %
2,5	0,184	81,6%
2,6	0,197	80,3 %
2,7	0,211	78,9 %
2,8	0,224	77,6 %
2,9	0,237	76,3 %
3,0	0,250	75,0 %
3,1	0,260	74,0 %
3,2	0,270	73,0 %
3,3	0,286	71,4%
3,4	0,298	70,2 %
3,5	0,309	69,1 %
3,6	0,319	68,1 %
3,7	0,330	67,0 %
3,8	0,340	66,0 %
3,9	0,350	65,0 %
4,0	0,360	64,0 %
4,1	0,370	63,0 %
4,2	0,380	62,0 %
4,3	0,390	61,0 %
4,4	0,397	60,3 %
4,5	0,405	59,5 %
4,6	0,414	58,6 %
4,7	0,422	57,8 %
4,8	0,430	57,0 %
4,9	0,437	56,3 %
5,0	0,445	55,5 %
5,1	0,452	54,8 %
5,2	0,459	54,1 %
5,3	0,466	53,4 %
5,4	0,473	52,7 %
5,5	0,479	52,1 %
5,6	0,486	51,4%
5,7	0,492	50,8 %
5,8	0,498	50,2 %
5,9	0,504	49,6 %

como segunda operación hay que elevar al **cuadrado** el valor obtenido:

0,209 x 0,209 = 0,0436

Suponiendo que el transmisor suministre una potencia de **50 vatios**, con una relación de **ondas estacionarias** igual a **1,53**, la antena volverá a enviar hacia el transmisor una potencia de:

50 x 0,0436 = 2,18 vatios

por tanto no se irradiarán ya **50 vatios** sino sólo:

50 - 2,18 = 47,82 vatios

Si se considera la relación de **52 : 20 = 2,5** realizando la primera operación se obtiene:
(2,5 - 1) : (2,5 + 1) = 0,428

elevando al **cuadrado** este número se obtiene:

0,428 x 0,428 = 0,183

Por tanto si el transmisor suministra una potencia de **50 vatios**, con esta relación de **ondas estacionarias** de **2,5** la antena reenviará al transmisor:

50 x 0,183 = 9,15 vatios

por consiguiente ya no se irradian **50 vatios** sino sólo:

50 - 9,15 = 40,85 vatios

Si la relación de **ondas estacionarias** permanece dentro de los valores **1,4-1,5** se puede aceptar, ya que la antena irradia el **96%** de la potencia total que recibe.

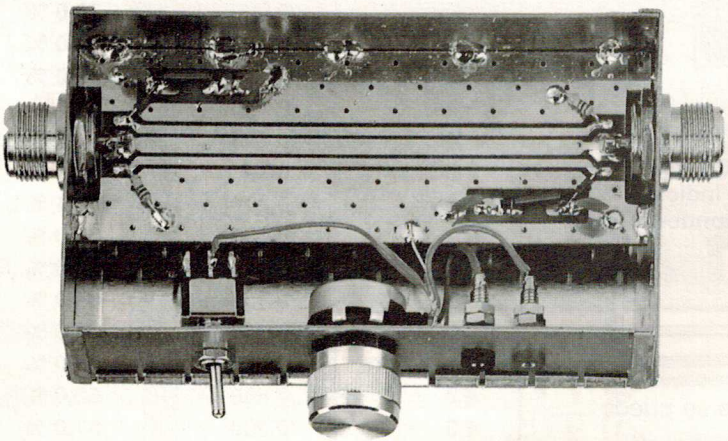


Fig.6 Foto del rósmetro de línea bifilar visto por el lado de los componentes. El perímetro del circuito impreso va soldado directamente al metal del contenedor.

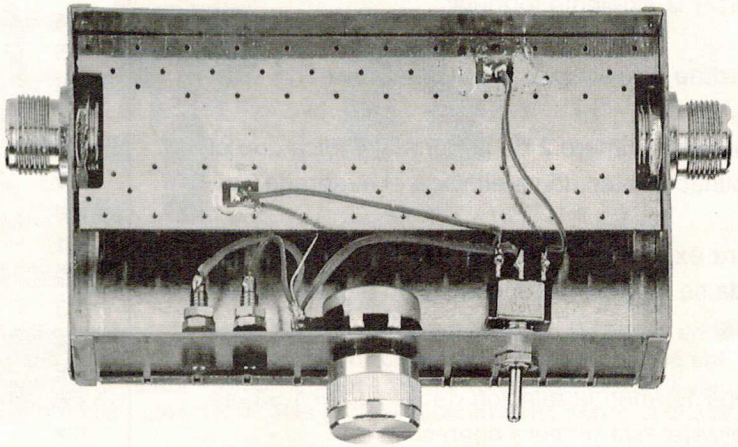


Fig.7 El mismo rósmetro visto por el lado contrario. Hay que observar los dos hilos que desde el circuito impreso llegan al conmutador S1. El contenedor va cerrado con dos tapas que se incluyen en el kit.

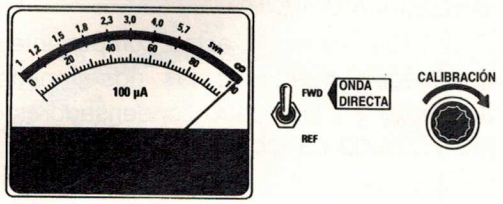


Fig.8 Tras haber conectado a la salida del transmisor el rósmetro (ver fig.1), hay que poner la palanca del conmutador S1 en la posición "onda directa" y después girar el mando del potenciómetro R3 hasta que se desvíe la aguja al fondo de escala.

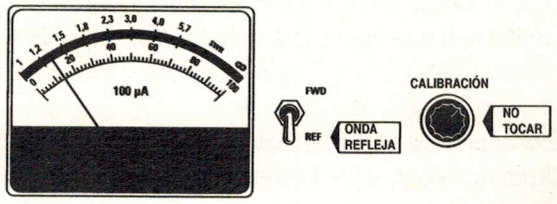


Fig.9 Tras haber llevado la aguja del instrumento al fondo escala (ver fig.8), hay que poner el conmutador en la posición " onda refleja ". Si la antena está perfectamente adaptada, se verá la aguja del instrumento desviarse hacia el inicio de la escala.

Si la **relación** de las ondas estacionarias alcanza un valor de **2,0**, la antena irradia sólo el **88,9%** de la potencia total que recibe, mientras que si alcanza un valor de **4,0**, la antena irradia sólo el **64%** de la potencia total que recibe: por tanto, si se dispone de un transmisor que suministre **50 vatios**, la antena irradiará sólo **32 vatios**:

(50 x 64) : 100 = 32 vatios

En la primera columna de la **Tabla Nº.1** se indica la **relación** de las ondas estacionarias, en la segunda columna el **factor de pérdida** y en la última columna el **porcentual** de la **potencia irradiada** por la antena.

Sabiendo la relación de las **ondas estacionarias** indicada por el rósmetro, se puede determinar el valor de **impedancia** de la antena.

Por ejemplo, si conectando una antena a una cable coaxial de **52 ohmios** el rósmetro indica un valor de **1,5**, la **impedancia** de la antena puede ser de:

52 x 1,5 = 78 ohmios

o bien de:

52 :1,5 = 34 ohmios

Si el rósmetro indica un valor mayor, o sea **2,0**, la impedancia de la antena puede ser de:

52 x 2,0 = 104 ohmios

o bien de:

52 : 2,0 = 26 ohmios

De hecho, el mismo valor de **ondas estacionarias** se obtiene tanto cuando la impedancia de la antena es **mayor** que la impedancia del **cable coaxial** como cuando es **menor.**

UN SENCILLO RÓSMETRO

El rósmetro más sencillo que un aficionado puede realizar es el de **línea bifilar**.

En este rósmetro no se ha insertado ningún instrumento, ya que para realizar la medición se utiliza cualquier **tester** en la posición **100 µA** fondo escala.

Como se puede ver en el esquema eléctrico de la fig.2, la señal **RF** aplicada a la **Entrada** llega directamente al borne **Salida** a través de una pista de cobre del circuito impreso de **doble cara**.

Esta pista tiene una **impedancia** de **50-52 ohmios**, por tanto se adapta perfectamente a la de los cables coaxiales de **50-52 ohmios**.

Paralelamente a esta pista **central** discurren otras dos pistas, una de las cuales sirve para

obtener la señal de la **onda directa**, es decir, la que el transmisor envía hacia la antena, y la otra la **onda refleja**, es decir, la que la antena reenvía hacia el transmisor si **no** logra irradiarla.

De la pista en la que el diodo **DS2** está conectado hacia el borne de **Salida** se extrae la **onda directa**, mientras que de la pista en la que el diodo **DS1** está conectado hacia el borne de **Entrada** se obtiene la **onda refleja**.

También se puede conectar la señal del transmisor al borne de **Salida** y obtener la señal que hay que enviar a la antena desde el borne de **Entrada**.

Las tensiones rectificadas por los dos diodos **DS1-DS2** se obtienen de uno de los dos diodos mediante el conmutador **S1** y se aplican al potenciómetro **R3**, que sirve para desviar hasta el **fondo escala** la aguja del instrumento cuando el conmutador **S1** se posiciona en **onda directa**.

Hay que indicar que este rósmetro es idóneo para trabajar desde un mínimo de **20 MHz** hasta un máximo de unos **300 MHz**.

REALIZACIÓN PRÁCTICA

En el circuito impreso **LX.1394** hay que montar los pocos componentes de la fig.3

Es aconsejable antes de nada insertar los dos diodos schottky **DS1-DS2**, colocando el lado marcado por una **franja negra** hacia las dos impedancias **JAF1-JAF2**.

En el extremo opuesto de dicha pista hay que soldar las dos resistencias **R1-R2** de **100 ohmios**.
Tras haber montado estos componentes, hay que seguir insertando las dos impedancias **JAF1-JAF2** y los cuatro condensadores cerámicos **C1-C2-C3-C4**.

Se coge ahora la caja metálica y se fija en los orificios laterales los bornes de **Entrada** y **Salida** apretando con fuerza las tuercas internas.

En el lateral de esta caja metálica se fijan los **bornes** de salida para el **tester** (ver fig.7), el potenciómetro **R3** y el conmutador **S1**.

Siguiendo con el montaje, se coge el circuito impreso **LX.1394**, se inserta dentro de la caja y se sueldan los terminales de los bornes a la pista **central** (ver fig.3).

Seguidamente se sueldan en más puntos la pista de **masa** situada en el perímetro del circuito con el metal de la caja (ver fig.3).
Con unos trozos de cable se conectan las pistas a las que se sueldan los condensadores **C2-C3** a los dos terminales laterales del conmutador **S1** y el terminal central de este último al potenciómetro **R3**.

Como el circuito no requiere ningún ajuste, se puede cerrar la caja con sus dos tapas.

CÓMO USAR EL RÓSMETRO

Tras haber conectado el rósmetro entre la salida del transmisor y el cable coaxial (ver

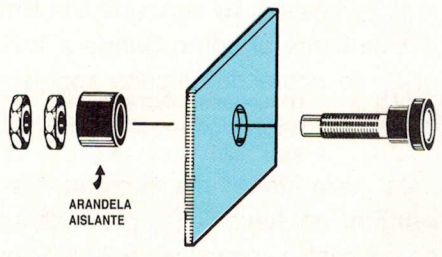


Fig.10 Antes de fijar los bornes de salida para el tester, hay que quitar la arandela aislante, y volverla a poner por dentro del contenedor para aislar los bornes del metal de este último.

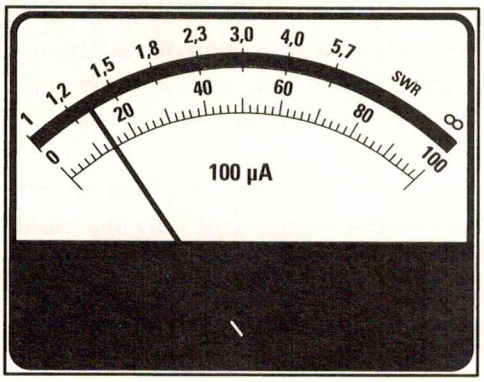


Fig.11 Si el tester está en la posición 100 microamperios, tras haber puesto la palanca del conmutador S1 en la onda directa y girado el potenciómetro R3 para llevar la aguja al fondo escala, hay que poner el conmutador en onda refleja. Al leer el valor en microamperios de la onda refleja se puede conocer, con ayuda de la Tabla Nº.2, la relación de las Ondas Estacionarias y también el rendimiento de la antena.

TABLA Nº2

Portada 100 µA	Relación SWR	Rendimiento antena
0,0	1,00	100%
2,5	1,05	99,9%
5,0	1,10	99,8%
7,0	1,15	99,5%
10,0	1,22	99,0%
12,0	1,27	98,6%
15,0	1,35	97,8%
18,0	1,44	96,7%
20,0	1,50	96,0%
22,0	1,56	95,1%
25,0	1,67	93,7%
28,0	1,78	92,1%
30,0	1,86	91,0%
32,0	1,94	89,8%
35,0	2,07	87,8%
38,0	2,23	85,5%
40,0	2,33	84,0%
42,0	2,45	82,3%
45,0	2,64	79,7%
50,0	3,00	75,0%
55,0	3,45	69,7%
60,0	4,00	64,0%
70,0	5,67	51,0%

fig.1), hay que seguir las siguientes operaciones:

1º - Se pone la palanca del conmutador **S1** en la posición **onda directa**.

2º - Se conecta a la salida del rósmetro un **tester** en la posición **100 µA - CC**.

3º - Se enciende el transmisor, después se gira el mando del potenciómetro **R3** hasta que se desvíe la aguja al fondo escala (ver fig.8).

4º - Sin tocar ya el mando del potenciómetro **R3**, se pone la palanca del conmutador S1 en la posición **onda refleja** (ver fig.9).

Si la impedancia de la antena es idéntica a la del **cable coaxial**, la aguja del tester irá al inicio del fondo escala.

Si la aguja del instrumento **no** se posiciona en el inicio del fondo escala, significa que la **impedancia** de la antena no tiene el mismo valor que la del cable coaxial, por tanto habrá una **inadaptación** de impedancia que no permitirá irradiar toda la potencia suministrada.

De la **Tabla Nº.1** se puede deducir el valor del **factor pérdida** y también el **rendimiento** de la antena.

Al haber conectado al rósmetro un **tester** en la posición **100 µA** , la escala empezará en **0 µA** para terminar en el fondo escala **100 µA**.

Muchos se preguntarán a qué **relación** de **ondas estacionarias** corresponde una corriente de **5-10-15-20 µA** y para saberlo, es aconsejable utilizar la **Tabla Nº.2**.

CUÁNDO SE USA EL TESTER

Ya que las escalas del téster no están graduadas como las escalas presentes en cada rósmetro (ver fig.11), muchos se preguntarán cómo se puede calcular la **relación de ondas estacionarias** en base a la corriente leída en la escala del **tester** y para hacerlo es aconsejable utilizar esta fórmula:

$$\text{relación} = \frac{\mu\text{A onda directa} + \mu\text{A onda refleja}}{\mu\text{A onda directa} - \text{m A onda refleja}}$$

Para explicar cómo usar esta fórmula se muestran algunos ejemplos.

Si tras haber puesto el conmutador S1 en la posición **onda directa**, se logra llevar la aguja del instrumento hasta el fondo escala de **100** µA y cuando se pone el conmutador **S1** en la posición **onda refleja** la aguja del instrumento se para en **15** µA, hay que realizar esta sencilla operación:

relación = (100 + 15) : (100 - 15) = 1,35

Con esta **relación de ondas estacionarias** el valor de **impedancia** de la antena puede ser de:

52 x 1,35 = 70,2 ohmios

pero también de:

52 : 1,35 = 38,5 ohmios

Ahora supongamos que girando el potenciómetro **R3 no** se logre llevar la aguja al fondo escala porque la potencia suministrada por el transmisor sea insuficiente.

Si la aguja del tester se para en la **onda directa** en correspondencia con los **80** µA y en la **onda refleja** en correspondencia con los **10** µA, hay que sustituir en la fórmula estos dos nuevos valores:

relación = (80 + 10) : (80 - 10) = 1,28

Con esta **relación de ondas estacionarias** el valor de **impedancia** de la antena puede ser de:

52 x 1,28 = 66,5 ohmios

pero también de:

52 : 1,28 = 40,6 ohmios

Ahora que sabemos cómo se calcula la **relación** de **ondas estacionarias**, sabemos que no es necesario insertar en el rósmetro un **tester** en la posición **100** µA, sino que se puede también conectar en una posición diferente, por ejemplo en **200-300** µA fondo escala.

Adaptar perfectamente la **impedancia** entre el cable coaxial y la antena es muy importante, no **sólo** para poder irradiar toda la **potencia** que el transmisor permite suministrar, sino también para **reducir** las **pérdidas** en la señal captada.

Si en antena llega una señal de **1,5 microvoltios** y la **inadaptación** entre antena y cable coaxial alcanza una **relación** de **4**, a la **entrada** del receptor llegará una señal con una amplitud inferior al **64%** y por tanto de sólo:

(1,5 x 64) : 100 = 0,96 microvoltios

valor que el receptor podría no detectar ya que es inferior a **1 microvoltio**.

Por tanto, si se dispone de un receptor con una **sensibilidad** máxima de **1 microvoltio**, es obvio que no se podrá nunca recibir esta señal aunque a la antena llegue con una valor de **1,5 microvoltios**.

Ya que el rósmetro mide las ondas estacionarias sólo si está conectado a la salida de un transmisor, si se dispone de un **receptor**, para ver qué impedancia tiene la antena se puede utilizar el **puente resistivo LX.1393** que se presentó en la revista Nº 185.

COSTE DE REALIZACIÓN

LX.1394: Todos los componentes necesarios para realizar este rósmetro (ver fig.3) incluido el circuito impreso y la caja metálica con las dos tapas de cierre .....**4.075 ptas.**

CC.1394: Circuito impreso .....**1.355 ptas.**

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

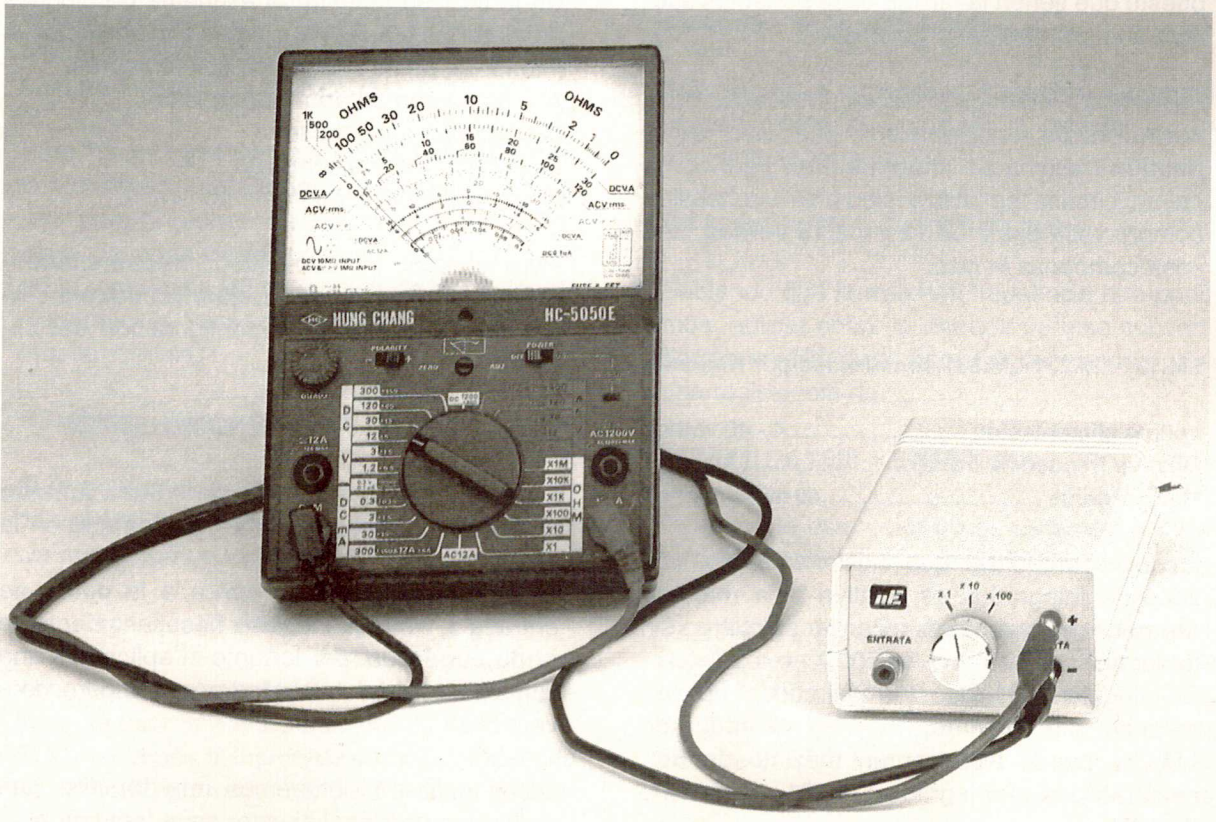
CONVERTIR una FRECUENCIA en una TENSIÓN o VICEVERSA

LX.1414

No todo el mundo sabe que existen integrados convertidores frecuencia-tensión que permiten leer con un téster común una frecuencia partiendo de pocos Hertzios hasta 0,1 Megahertzios. En este artículo os enseñamos como realizar un económico frecuencímetro analógico.

Si queremos medir una frecuencia usando un **téster** común, basta con coger un integrado capaz de convertir una **frecuencia** en una **tensión** para conocer con suficiente precisión el valor de una frecuencia en **Hertzios** - **Kilohertzios** - **Megahertzios**.

Si el circuito se calibra para obtener una tensión de **10 voltios** cuando en la entrada del convertidor se aplique una frecuencia de **10.000 Hz**, sabemos que aplicando una frecuencia de **8.000 Hz** leeremos **8 voltios** y aplicando una frecuencia de **4.500 Hz** leeremos **4,5 voltios**.



Si el circuito se calibra para leer una tensión de **10 voltios** cuando en la entrada del convertidor se aplique una frecuencia de **1.000 Hz**, sabemos que aplicando una frecuencia de **100 Hz** leeremos **1 voltio** y aplicando una frecuencia de **300 Hz** leeremos **3 voltios**.

Los integrados capaces de convertir una **frecuencia** en una **tensión** pueden efectuar también la operación **inversa**, es decir que son capaces de convertir una **tensión** en una **frecuencia**.

Por lo tanto si aplicamos en su entrada una tensión **continua** variable de **1** a **10 voltios**, podemos obtener de su salida una **frecuencia** de **onda cuadrada** proporcional al valor de la tensión.

LAS REFERENCIAS de estos INTEGRADOS

Actualmente los integrados que podemos encontrar para convertir una **frecuencia** en una **tensión** o una **tensión** en una **frecuencia** tienen estas referencias: **LM.131 - LM. 231 - LM.331 - XR.4151**.

Estos cuatro integrados son equivalentes y puesto que tienen la misma base podemos sustituir uno por otro sin problemas.

Las únicas diferencias son relativas a las **temperaturas** de funcionamiento y el valor de la **tensión** máxima de **alimentación**, pero como en un circuito se utiliza siempre una tensión comprendida entre los **12** y los **15 voltios**, una cosa compensa la otra.

LM.131-LM.231-LM.331 construidos por National.

Voltios alimentación.....4 - 40 voltios
Máxima frecuencia trabajo.....100 KHz
Max corriente .....40 miliamperios

La única diferencia que existe entre los tres tipos de integrados es relativa a la **máxima temperatura** que puede alcanzar su cuerpo sin dañarse.
El integrado **LM.331**, el más común, puede alcanzar un máximo de **70°**, el integrado **LM.231** puede alcanzar un máximo de 85°, mientras que el integrado **LM.131** un máximo de **125°**.

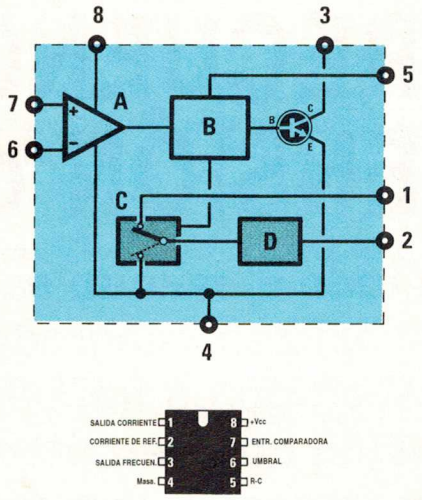


Fig.1 Esquema interno de bloques y conexiones de los terminales de los integrados convertidores frecuencia/tensión o viceversa.

XR.4151 construido por EXAR

Voltios alimentación.....8 - 22 voltios
Máximafrecuencia trabajo.....100 KHz
Max corriente.....20 miliamperios
Temp. de funcionamiento.....de 0° a + 70°

En la fig.1 se muestra el esquema de bloques de todos las etapas principales contenidos en el interior de estos integrados convertidores:
A = etapa comparadora de tensión
B = etapa monoestable
C = conmutador electrónico
D = generador de corriente constante

Para obtener un convertidor **frecuencia/tensión** o un convertidor **tensión/frecuencia** sólo es necesario ajustar la configuración del circuito.

CONVERTIDOR FRECUENCIA/TENSIÓN

Para convertir una **frecuencia** en una **tensión** debe utilizarse el esquema que aparece en la fig.2.
La **frecuencia**, que se aplica a la patilla de entrada **6**, tiene que resultar necesariamente de **onda cuadrada**, por lo tanto si aplicamos una señal **sinusoidal** no obtendremos ninguna conversión.

De la patilla **1** obtenemos una **tensión** que resulta proporcional al valor de la frecuencia.

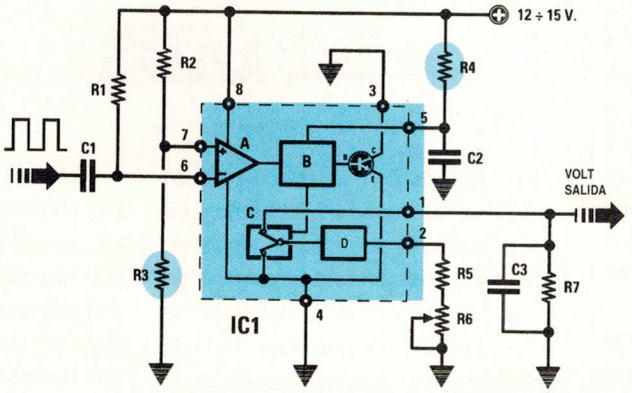
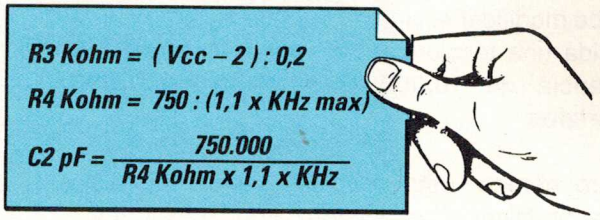


Fig.2 Esquema a utilizar para convertir una Frecuencia en una Tensión.

R1 = 10.000 ohm
R2 = 10.000 ohm
R3 = ver texto
R4 = ver texto
R5 = 12.000 ohm
R6 = 5.000 ohm trimmer
R7 = 100.000 ohm
C1 = 470 pF cerámico
C2 = ver texto
C3 = 1 microF. poliester

Fig.3 Fórmulas a utilizar para calcular el valor de las resistencias R3 - R4 y del condensador C2.
Nota: Vcc es el valor de la tensión de alimentación del integrado.



La amplitud de la señal que tenemos que aplicar en la entrada **no** deberá resultar menor de **3 voltios pico/pico**, ni superar el valor de la tensión de alimentación, por lo tanto si se alimenta el integrado con **15 voltios**, aconsejamos no superar los **11 voltios**.

Para hacer funcionar correctamente este convertidor **frecuencia/tensión** tendremos que utilizar para la resistencia **R2** un valor de **10.000 ohm**, después tendremos que calcular el valor de la resistencia **R3** en función de la tensión de alimentación. Para obtener dicho valor utilizaremos la fórmula:

R3 Kohm = (Vcc - 2) : 0,2

Si alimentamos el integrado con una tensión de **15 voltios**, tendremos que utilizar una resistencia que tenga un valor de:

(15 - 2) : 0,2 = 65 Kohm

Al no ser un valor **estándar**, podremos tranquilamente usar una resistencia de **68 Kohm**.
Si alimentamos el integrado con una tensión de **12 voltios**, tendremos que utilizar una resistencia de:

(12 - 2) : 0,2 =50 Kohm

Y en este caso podremos utilizar un valor **estándar** de **47** o **56 Kohm**.

Además de la resistencia **R3** tenemos que calcular también el valor de la resistencia **R4** mediante la fórmula:

R4 Kohm = 750 : (1,1 x KHz max)

Sabiendo que la **máxima** frecuencia que podemos aplicar sobre la entrada de este convertidor es de **100 KHz**, para **R4** deberemos usar una resistencia de:

750 : (1,1 x 100) = 6,818 Kohm

Puesto que este valor no es **estándar** utilizaremos una resistencia de **6.800 ohm**.

Si entre la patilla **5** y **masa** aplicamos un condensador de **1.000 pF** (ver **C2**), en la patilla de salida **1** podemos obtener una tensión variable de **0** a **10 voltios** aplicando a la patilla de entrada **6** estas frecuencias:

0 voltios con una frecuencia de **0 Hertzios**

1 voltios con una frecuencia de **10.000 Hertzios**
2 voltios con una frecuencia de **20.000 Hertzios**
3 voltios con una frecuencia de **30.000 Hertzios**
4 voltios con una frecuencia de **40.000 Hertzios**
5 voltios con una frecuencia de **50.000 Hertzios**
6 voltios con una frecuencia de **60.000 Hertzios**
7 voltios con una frecuencia de **70.000 Hertzios**
8 voltios con una frecuencia de **80.000 Hertzios**
9 voltios con una frecuencia de **90.000 Hertzios**
10 voltios con una frecuencia de **100.000 Hertzios**

Si este alcance nos permite leer una frecuencia **máxima** de **100 Kilohertzios**, es muy difícil valorar con cierta precisión frecuencias **menores** de **10.000 Hertzios** o de **1.000 Hertzios**.

Uno se puede por lo tanto preguntar como se debe modificar el circuito para poder obtener en salida una tensión de **10 voltios** con una frecuencia de **10.000 Hertzios** o de **1.000 Hertzios**.

Para obtener esta condición tendremos sólo que modificar la capacidad del condensador **C2** utilizando esta fórmula:

C2 pF = 750.000 : (R4 Kohm x 1,1 x KHz)

Por lo tanto para obtener una tensión de **10 voltios** aplicando sobre la entrada una frecuencia de **10.000** Hertzios, tendremos que utilizar para **C2** una capacidad de:

750.000 : (6,8 x 1,1 x 10) = 10.026 picofaradios

Con esta capacidad obtendremos estas tensiones:

0 voltios con una frecuencia de **0 Hertzios**
1 voltios con una frecuencia de **1.000 Hertzios**
2 voltios con una frecuencia de **2.000 Hertzios**
3 voltios con una frecuencia de **3.000 Hertzios**
4 voltios con una frecuencia de **4.000 Hertzios**
5 voltios con una frecuencia de **5.000 Hertzios**
6 voltios con una frecuencia de **6.000 Hertzios**
7 voltios con una frecuencia de **7.000 Hertzios**
8 voltios con una frecuencia de **8.000 Hertzios**
9 voltios con una frecuencia de **9.000 Hertzios**
10 voltios con una frecuencia de **10.000 Hertzios**

Si queremos obtener una tensión de **10 voltios** aplicando sobre la entrada una frecuencia de **1.000 Hertzios**, tendremos que utilizar para **C2** una capacidad de:

750.000 : (6,8 x 1,1 x 1) = 1000.267 picofaradios

Con esta capacidad obtendremos estas tensiones:

0 voltios con una frecuencia de **0 Hertzios**
1 voltios con una frecuencia de **100 Hertzios**
2 voltios con una frecuencia de **200 Hertzios**
3 voltios con una frecuencia de **300 Hertzios**
4 voltios con una frecuencia de **400 Hertzios**
5 voltios con una frecuencia de **500 Hertzios**
6 voltios con una frecuencia de **600 Hertzios**
7 voltios con una frecuencia de **700 Hertzios**
8 voltios con una frecuencia de **800 Hertzios**
9 voltios con una frecuencia de **900 Hertzios**
10 voltios con una frecuencia de **1.000 Hertzios**

Puesto que la resistencia **R4** y el condensador **C2** tienen una **tolerancia**, es necesario conectar en serie a la resistencia **R5** el trimmer **R6** que se calibrará de manera que obtengamos una tensión de **10 voltios** con la máxima **frecuencia** que hayamos elegido según la capacidad **C2**.

Si hemos insertado una condensador de **10.000 pF**, tendremos que aplicar en la entrada una **frecuencia** de **100 KHz** y después girar el cursor de **R6** hasta leer una tensión de **10 voltios**.

Si hemos insertado una condensador de **10.000 pF**, tendremos que aplicar en la entrada una **frecuencia** de **10 KHz** y después girar el cursor de **R6** hasta leer una tensión de **10 voltios**.

Si hemos insertado una condensador de **100.000 pF**, tendremos que aplicar en la entrada una **frecuencia** de **1 KHz** y después girar el cursor de **R6** hasta leer una tensión de **10 voltios**.

Otro problema que tenemos que resolver es el referente a la **forma de onda** que aplicaremos sobre la entrada del integrado, porque, como ya hemos precisado, ésta debe ser de **onda cuadrada**, mientras que en la mayoría de los casos las frecuencias a medir tienen una **onda** con forma **sinusoidal** o con forma **triangular**.

Para transformar estas formas de onda en una forma **cuadrada** tendremos que utilizar el inte-

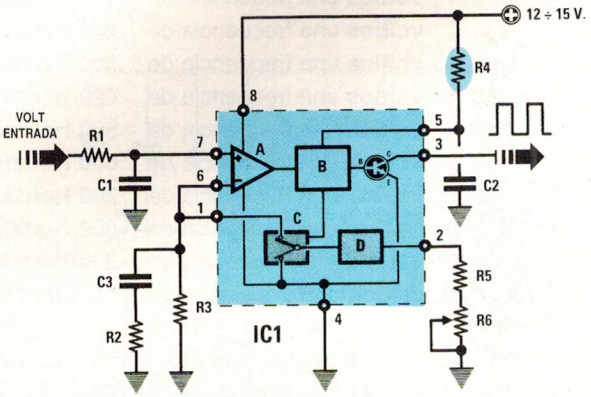


Fig.4 Esquema a utilizar para convertir una Tensión en una Frecuencia.

R1 = 100.000 ohm
R2 = 47 ohm
R3 = 100.000 ohm
R4 = ver texto
R5 = 12.000 ohm
R6 = 5.000 ohm trimmer
C1 = 100 nanoF. poliester
C2 = ver texto
C3 = 1 microF. Poliester

Fig.5 Fórmulas a utilizar para calcular el valor de la resistencia R4 y del condensador C2 en función de la frecuencia que queramos obtener a la salida del integrado.

$$R4\ Kohm = 750 : (1{,}1 \times KHz\ max)$$

$$C2\ pF = \frac{750.000}{R4\ Kohm \times 1{,}1 \times KHz}$$

grado operacional **LM.311** conectándolo como se ve en la fig. 6.

CONVERTIDOR TENSIÓN/FRECUENCIA

Para convertir una **tensión** en una **frecuencia** debemos utilizar el esquema de la fig. 4.
El **positivo** de la **tensión continua** será aplicado sobre la patilla **7** y la **frecuencia** generada, que resulta de **onda cuadrada**, se obtendrá de la patilla 3.
La tensión a aplicar a la patilla **7** no deberá superar nunca los **10 voltios**.

Para calcular el valor de la resistencia **R4** se debe utilizar la fórmula:

R4 Kohm = 750 : (1,1 x KHz max)

Sabiendo que la **máxima** frecuencia que podemos obtener de la salida de este convertidor no debe superar los **100 KHz**, para **R4** deberemos utilizar una resistencia de:

750 : (1,1 x 100) = 6,818 Kohm

Puesto que este valor no es **estándar** podremos elegir un valor de **6.800 ohm**.

Si queremos obtener en salida una **frecuencia** máxima de **100.000 Hertzios** (igual a **100 KHz**) aplicando en la entrada una tensión de **10 voltios**, tendremos que utilizar para **C2** una capacidad de:

C2 pF = 750.000 : (R4 Kohm x 1,1 x KHz)

es decir:

750.000 : (6,8 x 1,1 x 100) = 1.002 picofaradios

Con esta capacidad obtendremos estas frecuencias:

con **0** **voltios** una frecuencia de **0 Hertzios**
con **1** **voltios** una frecuencia de **10.000 Hertzios**
con **2** **voltios** una frecuencia de **20.000 Hertzios**
con **3** **voltios** una frecuencia de **30.000 Hertzios**
con **4** **voltios** una frecuencia de **40.000 Hertzios**
con **5** **voltios** una frecuencia de **50.000 Hertzios**
con **6** **voltios** una frecuencia de **60.000 Hertzios**
con **7** **voltios** una frecuencia de **70.000 Hertzios**
con **8** **voltios** una frecuencia de **80.000 Hertzios**
con **9** **voltios** una frecuencia de **90.000 Hertzios**
con **10 voltios** una frecuencia de **100.000 Hertzios**

Para obtener frecuencias más bajas, tendremos sólo que variar la capacidad del condensador **C2** utilizando nuevamente la fórmula:

C2 pF = 750.000 : (R4 Kohm x 1,1 x KHz)

Si con una tensión de **10 voltios** queremos obtener una frecuencia máxima de **10.000 Hertzios**, deberemos utilizar para **C2** una capacidad de :

750.000 : (6,8 x 1,1 x 10) = 10.026 picofaradios

Nota: la frecuencia a insertar en la fórmula debe estar expresada siempre en **KHz**, por tanto dividiendo **10.000 Hz** entre **1.000** obtenemos **10 KHz**.

Con esta capacidad obtendremos estas frecuencias:

con **0** **voltios** una frecuencia de **0 Hertzios**
con **1** **voltios** una frecuencia de **1.000 Hertzios**
con **2** **voltios** una frecuencia de **2.000 Hertzios**
con **3** **voltios** una frecuencia de **3.000 Hertzios**
con **4** **voltios** una frecuencia de **4.000 Hertzios**
con **5** **voltios** una frecuencia de **5.000 Hertzios**
con **6** **voltios** una frecuencia de **6.000 Hertzios**
con **7** **voltios** una frecuencia de **7.000 Hertzios**
con **8** **voltios** una frecuencia de **8.000 Hertzios**
con **9** **voltios** una frecuencia de **9.000 Hertzios**
con **10 voltios** una frecuencia de **10.000 Hertzios**

Puesto que con el cálculo teórico obtendremos siempre, tanto para el condensador **C2** como para la resistencia **R4**, unos valores **no estándar**, elegiremos los valores **estándar** más cercanos a los calculados.

En la fase de prueba aplicaremos sobre la entrada la **máxima** tensión, después ajustaremos el trimmer **R6** de manera que obtengamos en la salida el valor de la **frecuencia** requerida.

Si con una tensión de **10 voltios** queremos obtener una frecuencia máxima de **1.000 Hertzios** (igual a **1 KHz**), tendremos que utilizar para **C2** una capacidad de:

750.000 : (6,8 x 1,1 x 1) = 100.267 picofaradios

Con esta capacidad obtendremos estas frecuencias:

con **0** **voltios** una frecuencia de **0 Hertzios**
con **1** **voltios** una frecuencia de **100 Hertzios**
con **2** **voltios** una frecuencia de **200 Hertzios**
con **3** **voltios** una frecuencia de **300 Hertzios**
con **4** **voltios** una frecuencia de **400 Hertzios**
con **5** **voltios** una frecuencia de **500 Hertzios**
con **6** **voltios** una frecuencia de **600 Hertzios**
con **7** **voltios** una frecuencia de **700 Hertzios**
con **8** **voltios** una frecuencia de **800 Hertzios**
con **9** **voltios** una frecuencia de **900 Hertzios**
con **10 voltios** una frecuencia de **1000 Hertzios**

Puesto que la resistencia **R4** y el condensador **C2** tienen una **tolerancia**, para obtener una frecuencia exacta en la salida tendremos que ajustar el trimmer **R6** conectado en **serie** a la resistencia **R5**.

Por tanto si hemos insertado un condensador de **100.000 pF** tendremos que aplicar en la entrada una tensión de **10 voltios** y después desplazar el cursor de **R6** hasta leer una frecuencia de **1.000 Hertzios**.

Si hemos insertado un condensador de **10.000 pF** tendremos que aplicar en la entrada una tensión de **10 voltios** y después desplazar el cursor de **R6** hasta leer una frecuencia de **10.000 Hertzios**.

Si hemos insertado un condensador de **1.000 pF** tendremos que aplicar en la entrada una tensión de **10 voltios** y después desplazar el cursor de **R6** hasta leer una frecuencia de **100.000 Hertzios**.

La máxima amplitud de la señal de **onda cuadrada** que obtendremos de la salida del convertidor resultará igual a la tensión de alimentación, por lo tanto si alimentamos el integrado con una tensión de **15 voltios**, obtendremos una amplitud máxima de **15 voltios**; si lo alimentamos con una tensión de **12 voltios**, obtendremos una amplitud de **12 voltios**.

PROYECTO de un CONVERTIDOR FRECUENCIA - TENSIÓN

Para realizar un convertidor capaz de leer **1.000 - 10.000 - 100.000 Hertzios** puede utilizarse el esquema que aparece en la fig. 6.
Sobre la entrada de este convertidor podremos aplicar cualquier forma de onda es decir, **cuadrada**, **sinusoidal**, **triangular** o **diente de sierra**.

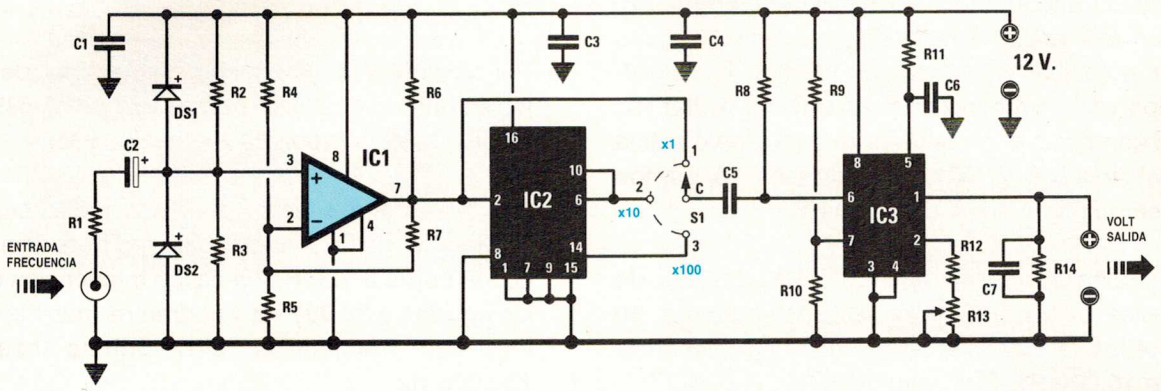


Fig.6 Esquema eléctrico del convertidor Frecuencia/Tensión. El primer operacional IC1 sirve para transformar cualquier forma de onda que apliquemos a la entrada (sinusoidal - triangular - diente de sierra) en una Onda Cuadrada. El integrado IC2 es un doble divisor x10.

La frecuencia aplicada sobre la entrada, pasando a través de la resistencia **R1** y del condensador **C2**, alcanza la patilla **no inversora 3** de **IC1**, es decir del operacional **LM.311** utilizado como disparador trigger Schmitt.
De la patilla de salida **7** de este operacional obtenemos una **onda cuadrada** con una amplitud máxima de aproximadamente **11 voltios** independientemente de la forma de onda y del valor de su amplitud que hayamos aplicado en la entrada.

Para un correcto funcionamiento, la **mínima** amplitud que podremos aplicar a esta entrada no tendrá que ser **menor** de **0,2 voltios picopico**.
La **máxima** amplitud que podremos aplicar a esta entrada no debería ser **mayor** que la tensión de alimentación, por lo tanto no debería superar los **12 voltios picopico**.
Aún así, los dos diodos **DS1 - DS2**, aplicados tras el condensador **C1**, se ocuparán de limitar la amplitud de la señal aplicada en la entrada si esta superase los **6 voltios positivos** y los **6 voltios negativos**.

La señal de **onda cuadrada** que está presente en la patilla de salida **7**, alcanza la patilla de entrada **2** de **IC2**, un doble divisor **x10** CMOS **4518**.
Conectando en **serie** los dos divisores, la frecuencia aplicada sobre la patilla de entrada **2**

LISTA DE COMPONENTES LX.1414

R1 = 4.700 ohm
R2 = 100.000 ohm
R3 = 100.000 ohm
R4 = 10.000 ohm
R5 = 10.000 ohm
R6 = 3.300 ohm
R7 = 330.000 ohm
R8 = 10.000 ohm
R9 = 10.000 ohm
R10 = 68.000 ohm
R11 = 5.600 ohm
R12 = 10.000 ohm
R13 = 5.000 ohm trimmer
R14 = 100.000 ohm
C1 = 100.000 pF poliester
C2 = 10 microF. electrolítico
C3 = 100.000 pF poliester
C4 = 100.000 pF poliester
C5 = 100 pF cerámico
C6 = 100.000 pF poliester
C7 = 1 microF. poliester
DS1 = diodo tipo 1N.4148
DS2 = diodo tipo IN.4148
IC1 = integrado tipo LM.311
IC2 = C/Mos tipo 4518
IC3 = integrado tipo XR.4151
S1= conmutador 3 pos.

Nota: Todas las resistencias utilizadas en este circuito son de 1/4 de wat.

puede ser obtenida en las patillas **6 y 10** dividida **x10** y en la patilla **14** dividida **x100**.

Puesto que el convertidor **frecuencia/tensión**, con referencia **IC3**, ha sido predispuesto para proporcionar en salida una tensión de **10 voltios** con una frecuencia **máxima** de **1.000 Hz**, si conectamos su entrada a la patilla de salida del operacional **IC1**, obtendremos **10 voltios** con una frecuencia de **1.000 Hz**.

Si conectamos su entrada a las patillas de salida **6 -10** del divisor **IC2**, obtendremos **10 voltios** aplicando en la entrada una frecuencia de **10.000 Hz**.

Si conectamos su entrada a la patilla de salida **14** del divisor **IC2**, obtendremos **10 voltios** aplicando en la entrada una frecuencia de **100.000 Hz**.

Por lo tanto con un sencillo conmutador de **3 posiciones** (ver **S1**) podremos leer en el téster **1.000 - 10.000 - 100.000 Hz** bajo escala.

Con estas tres escalas podemos medir cualquier señal de **BF** partiendo de las frecuencias de los **bajos** a **100 Hz** hasta las frecuencias de los **agudos** a **20.000 Hz** y podremos medir también las frecuencias **ultrasónicas** hasta **100.000 Hz**.

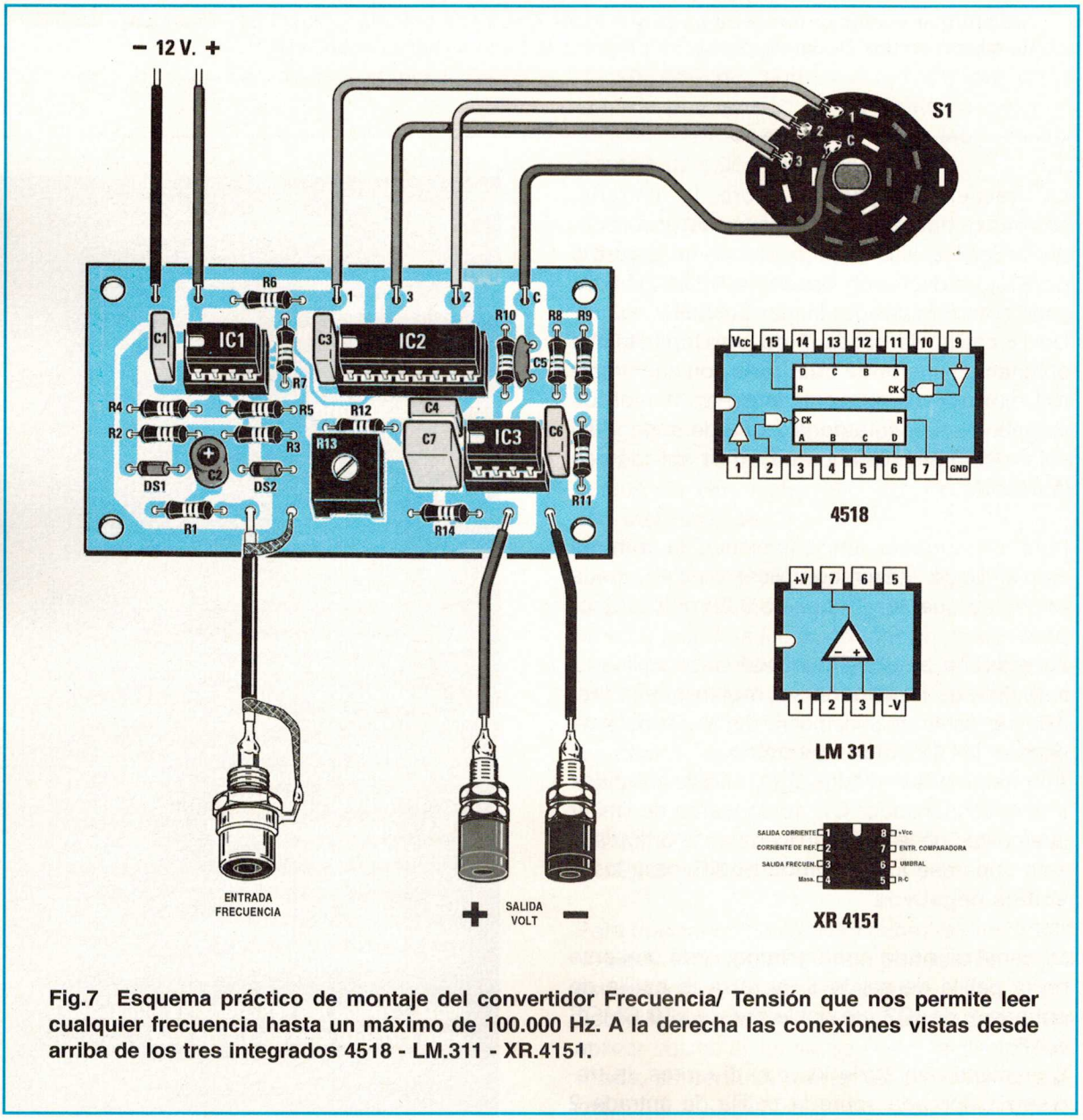


Fig.7 Esquema práctico de montaje del convertidor Frecuencia/ Tensión que nos permite leer cualquier frecuencia hasta un máximo de 100.000 Hz. A la derecha las conexiones vistas desde arriba de los tres integrados 4518 - LM.311 - XR.4151.

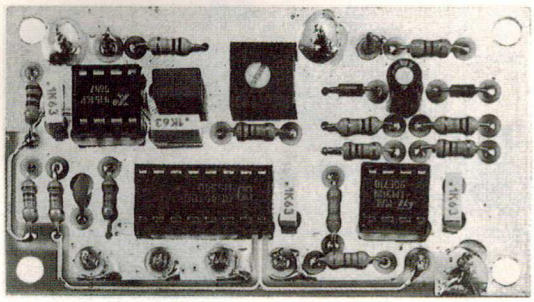


Fig.8 Convertidor Frecuencia/ Tensión una vez terminado el montaje.

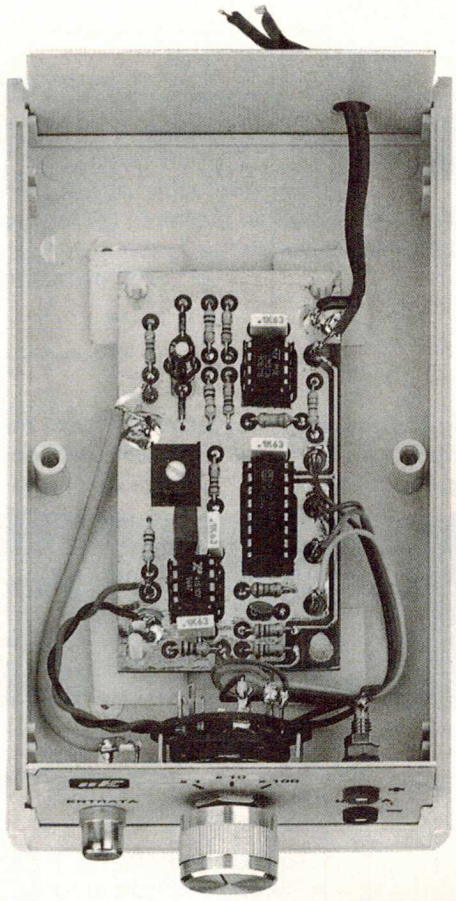


Fig.9 Este pequeño circuito impreso será fijado en el interior de su mueble plástico por medio de cuatro separadores plásticos con base autoadhesiva.

Para alimentar este **convertidor** tenemos que usar una tensión estabilizada de **12 voltios** que podemos obtener del kit **LX.1348**, publicado en la revista **Nº171**, o de cualquier otro alimentador.

REALIZACIÓN PRÁCTICA

Si se desea realizar un convertidor **frecuencia - tensión** hay que montar en el circuito impreso **LX.1414** los pocos componentes que vemos en la fig. 7.

Como primeros componentes aconsejamos insertar los tres **zócalos** de los integrados, después, tras haber soldado sus patillas sobre las pistas del circuito impreso, se pueden insertar todas las **resistencias**, el trimmer **R13** y los dos diodos **DS1 - DS2** girando el lado con una **franja negra** en el contorno hacia la izquierda (ver fig. 7).
Después de estos componentes se inserta el condensador **cerámico C5**, los cinco conden-

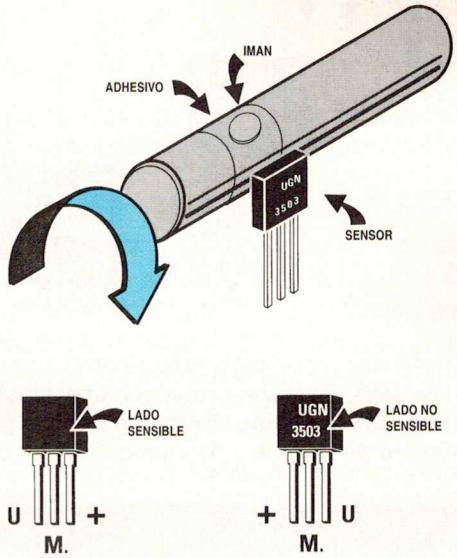


Fig.10 Fijando sobre un eje de giro un pequeño imán y usando un sensor de Hall, podremos leer el número de vueltas.

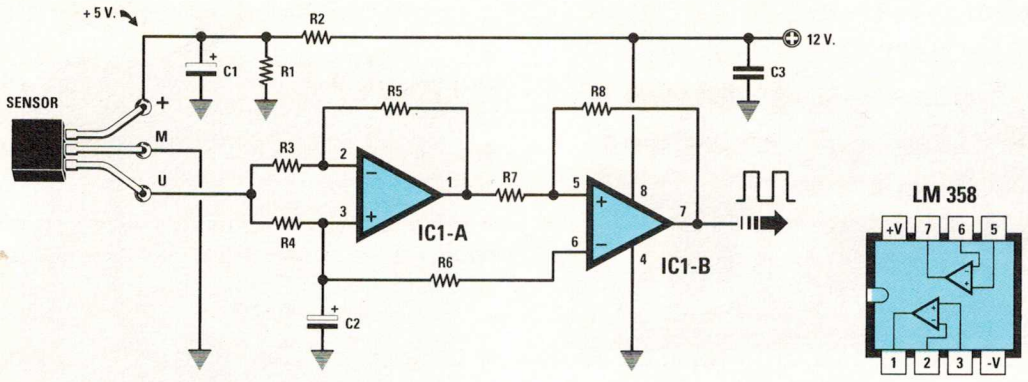


Fig.11 Esquema eléctrico a usar para poder convertir el número de giros de un eje de giro en una Frecuencia. El lado sensible del sensor de Hall es en el que aparece escrito UGN.3503 (ver fig.10).

R1 = 680 ohm
R2 = 330 ohm
R3 = 10.000 ohm
R4 = 47.000 ohm
R5 = 1 Megaohm
R6 = 10.000 ohm
R7 = 10.000 ohm
R8 = 1 Megaohm
C1 = 10 microF.
C2 = 10 microF.
C3 = 100.000 pF
IC1 = contador tipo LM.358
Sensor Hall = UGN.3503

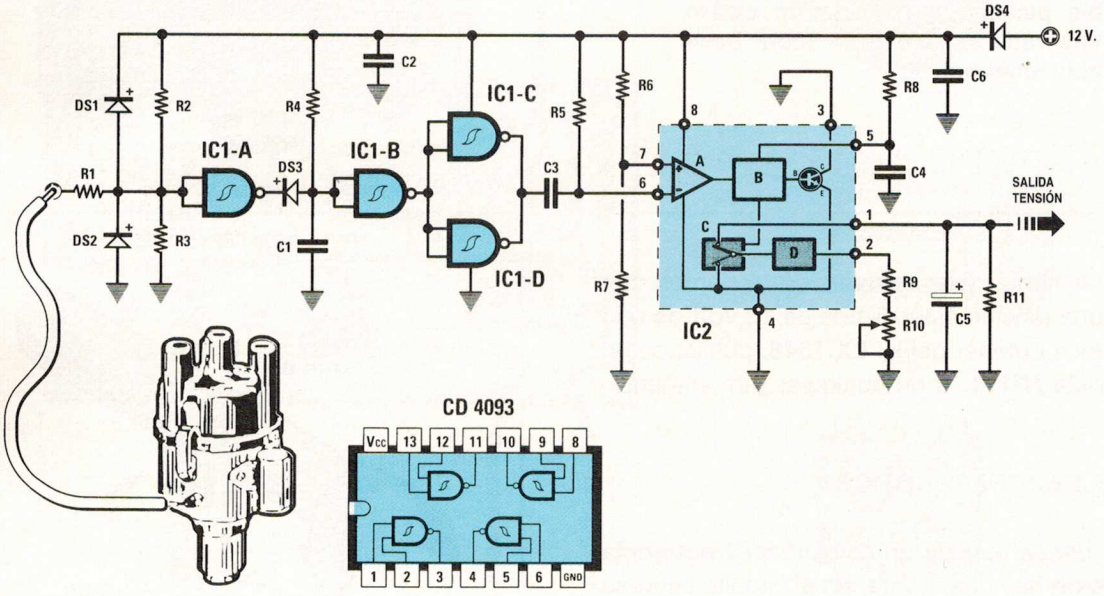


Fig.12 Si conectamos este circuito a las tomas del distribuidor del encendido de un motor de explosión, podremos obtener una tensión que resultará proporcional al número de vueltas motor. En el artículo citamos la fórmula para calcular la frecuencia que se obtiene en función del número de vueltas y del número de los cilindros del motor.

R1 = 10.000 ohm
R2 = 220.000 ohm
R3 = 120.000 ohm
R4 = 10.000 ohm
R5 = 10.000 ohm
R6 = 10.000 ohm
R7 = 68.000 ohm
R8 = 6.800 ohm
R9 = 12.000 ohm
R10 = 5.000 ohm trimmer
R11 = 100.000 ohm
C1 = 220.000 pF
C2 = 100.000 pF
C3 = 470 pF cerámico
C4 = 470.000 pF
C5 = 10 microF. electrolítico
C6 = 100.000 pF
DS1-DS4 = diodos tipo 1N.4148
IC1 = contador CD.4093
IC2 = contador XR.4151

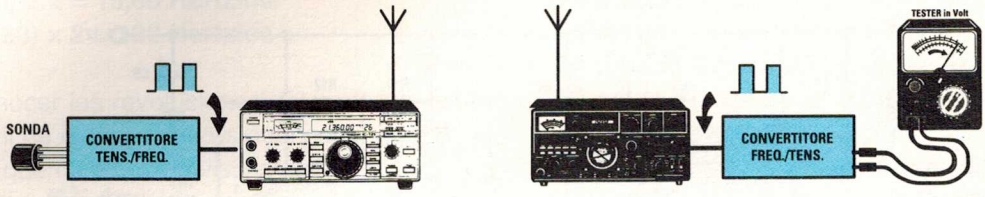


Fig.13 Modulando un transmisor con la frecuencia generada por el sensor de Hall de la fig. 11 o por el sensor de temperatura LM.35/D de la fig. 14, podremos conocer a distancia el número de vueltas o la temperatura conectando al receptor el esquema de la fig. 15.

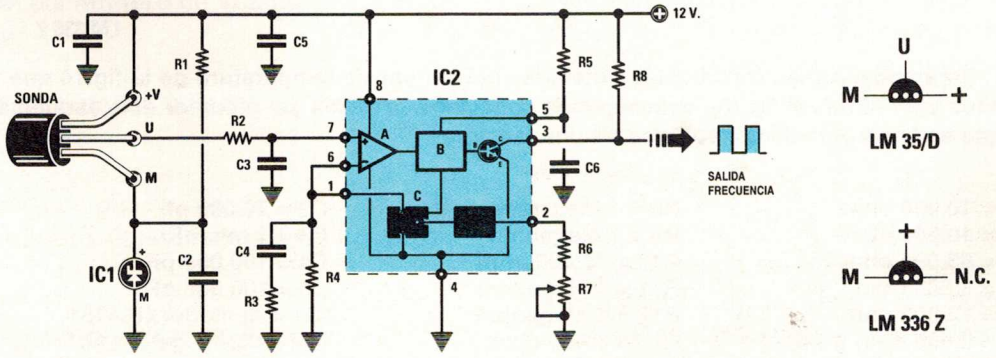


Fig.14 Para convertir una temperatura en una frecuencia podremos utilizar este esquema que emplea un sensor de precisión LM.35/D.

R1 = 10.000 ohm
R2 = 100.000 ohm
R3 = 47 ohm
R4 = 100.000 ohm
R5 = 6.800 ohm
R6 = 12.000 ohm
R7 = 5.000 ohm trimmer
R8 = 10.000 ohm
C1 = 100.000 pF
C2 = 100.000 pF
C3 = 1 microF.
C4 = 1 microF.
C5 = 100.000 pF
C6 = 10.000 pF
IC1 = diodo zener LM.336IZ
IC2 = contadorXR.4151
Sonda = LM.351D

sadores de **poliester** y el **electrolítico C2** respetando la polaridad de sus dos terminales.

Sobre las pistas del circuito impreso donde irán conectados los cables del conmutador **S1**, el **cable apantallado** de entrada y los dos cables de salida, se insertan los terminales, es decir los pequeños pines en forma de aguja incluidos en el kit.

Completado el montaje, se insertan en los zócalos los integrados volviendo el lado provisto de la señal de referencia en forma de **U** hacia la izquierda.

Si se desea instalar el circuito en un mueble, aconsejamos pedir el modelo **MO.1414** compuesto por una máscara frontal forrada y serigrafiada (ver fig. 9).

El circuito será fijado en el interior del mueble utilizando los separadores autoadhesivos incluidos en el kit.

Para hacer entrar los separadores autoadhesivos en el espacio disponible habrá que cortar con un alicate de corte los separadores ya presentes en el mueble o, si se prefiere, una sola esquina de la base cuadrada de estos autoadhesivos.

Sobre el panel frontal se fijará el conmutador **S1**, la toma de entrada y los bornes de salida.

Sobre el panel posterior tendréis que hacer un agujero para que salgan los dos cables de alimentación.
Cuando sobre los dos hilos conectéis los **12 voltios**, aplicad el polo **positivo** al cable de color **rojo** y el **negativo** al cable de color **negro**.

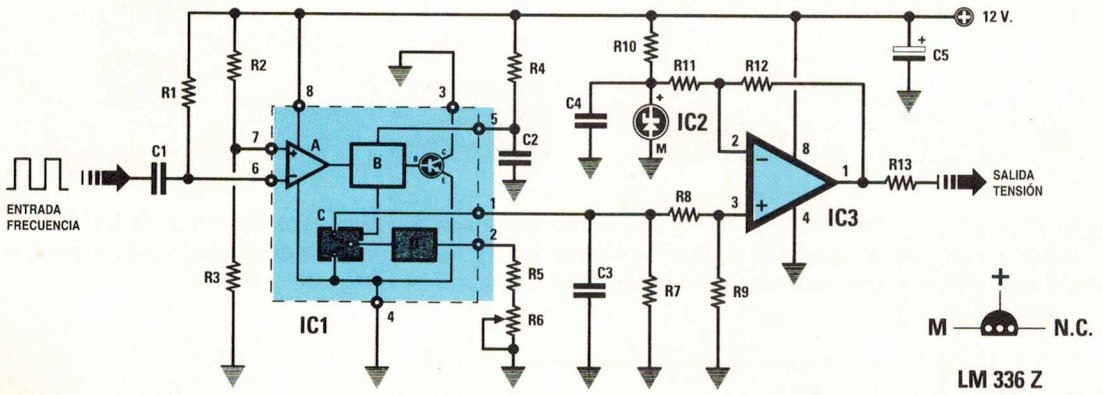


Fig.15 Para convertir las frecuencias obtenidas del sensor de temperatura de la fig.14 que transmitiremos vía radio (ver fig.13), aconsejamos conectar a la salida del receptor este esquema eléctrico que se encargará de convertirlas en una tensión.

R1 = 10.000 ohm
R2 = 10.000 ohm
R3 = 68.000 ohm
R4 = 6.800 ohm
R5 = 12.000 ohm
R6 = 5.000 ohm trimmer
R7 = 100.000 ohm
R8 = 1 Megaohm
R9 = 1 Megaohm
R10 = 10.000 ohm
R11 = 1 Megaohm
R12 = 1 Megaohm
R13 = 1.000 ohm
C1 = 470 pF
C2 = 10.000 pF
C3 = 1 microF.
C4 = 100.000 pF
C5 = 100.000 pF
IC1 = contadorXR.4151
IC2 = diodo zener LM.336/Z
IC3 = contador tipo LM.358

ALGUNA APLICACIÓN PRÁCTICA

Después de lo que habéis leído hasta aquí, os habréis hecho una idea de que estos integrados sirven sólo para leer con un téster el valor de una **frecuencia** o para generar una **onda cuadrada** aplicando a su entrada una tensión continua.

En realidad, agregando pocos componentes externos, podemos utilizar estos convertidores también para leer el número de giros de un eje o las revoluciones del motor de un coche y también para medir la temperatura de una sonda colocada a una distancia considerable.

Para medir el número de giros de un mástil habrá que fijar sobre el eje con cinta adhesiva un minúsculo **imán**, de los que se emplean como pisapapeles para pizarras metálicas, que se pueden comprar en cualquier papelería (ver fig. 10).
Junto a éste imán acercaremos un **sensor** de **Hall** cuyo terminal de salida será aplicado sobre la entrada del circuito compuesto por los dos operacionales **IC1/A - IC1/B** (ver fig. 11), que servirán para proporcionar en salida una frecuencia de onda cuadrada que irá aplicada a la entrada del convertidor **frecuencia/tensión** de la fig. 6.

Si el eje rueda a **500 vueltas** por **minuto** nosotros obtendremos una frecuencia de:

500 : 60 = 8,33 Hz

Si rueda a **3.000 vueltas** por **minuto** obtendremos una frecuencia de:

3.000 : 60 = 50 Hz

Por lo tanto el convertidor **frecuencia/tensión** debe adaptarse para obtener **10 voltios** con **100 Hertzios**. Para obtener esta condición tendremos sólo que aumentar el valor del condensador conectado a la patilla **5** del convertidor **XR.4151** con un **poliester** de **1 microfaradio** y aumentar la capacidad del condensador **C7** puesto sobre la patilla de salida **1** con un **electrolítico** de **10 microfaradios**.

Para obtener una precisión mayor podremos utilizar **2 imanes**, que fijaremos sobre dos lados del eje de giro. De esta forma obtendremos una frecuencia **doble**:

(500 : 60) x 2 = 16,66 Hertzios
(3.000 : 60) x 2 = 100 Hertzios

Para conocer las revoluciones del motor de un automóvil de **4 cilindros**, os aconsejamos utilizar el esquema eléctrico visible en la fig. 12.

La entrada de este circuito va conectada al distribuidor del encendido.

Para conocer la frecuencia que obtendremos en función del **número** de **vueltas** utilizaremos la fórmula:

Hertzios = (número cilindros x número de vueltas) : 120

Por lo tanto con una revolución de **1.000 vueltas** por **minuto** obtendremos una frecuencia de:

(4 x 1.000) : 120 = 33,33 Hertzios

Mientras que con **6.000 vueltas** por **minuto** obtendremos una frecuencia de:

(4 x 6.000) : 120 = 200 Hertzios

Para poder obtener una tensión de **10 voltios** con una frecuencia de **200 Hz**, tendremos que utilizar para el condensador **C4** un **poliester** de **470.000 picofaradios** e insertar en la patilla de salida **1** (ver **C5**) un **electrolítico** de **10 microfaradios**.

Para **convertir** una **temperatura** en una **frecuencia** tendremos que utilizar el esquema que aparece en la fig. 14, que utiliza como **sensor** un **LM.35/d**.

Conectando al polo **masa** de este sensor una tensión de referencia de **2,5 voltios** a través del de precisión **REF.25/Z** o el equivalente **LM.336/Z** (ver **IC1**), al variar la **temperatura** obtendremos estas **frecuencias**:

0 grados (voltios 0,0) = **2.500 Hz**
10 grados (voltios 0,1) = **2.600 Hz**
20 grados (voltios 0,2) = **2.700 Hz**
30 grados (voltios 0,3) = **2.800 Hz**
40 grados (voltios 0,4) = **2.900 Hz**
50 grados (voltios 0,5) = **3.000 Hz**
60 grados (voltios 0,6) = **3.100 Hz**
70 grados (voltios 0,7) = **3.200 Hz**
80 grados (voltios 0,8) = **3.300 Hz**
90 grados (voltios 0,9) = **3.400 Hz**
100 grados (voltios 1,0) = **3.500 Hz**

El lector se puede preguntar qué sentido tiene convertir la **tensión** de salida del **sensor** en una **frecuencia**, cuando bastaría con conectar un téster para conocer la **temperatura** en relación con la tensión.

Esta observación podría ser válida si el **sensor** estuviese al alcance de la mano, pero si éste estuviese instalado sobre un **globo sonda** o sobre la cima de una **montaña**, ¿cómo se enviaría a la **central** de recepción de datos esta **tensión**?

En estos casos se utiliza esta frecuencia para modular la señal **RF** de un pequeño **transmisor**, después en la **central** se demodula la señal **RF** con un **receptor** y se lee la frecuencia obtenida con un **frecuencímetro** o se **convierte** nuevamente en una tensión utilizando el circuito de la fig. 15.

Con estos ejemplos se puede entender que los integrados capaces de convertir una **frecuencia** en una **tensión** o una **tensión** en una **frecuencia** nos permiten resolver muchos problemas.

PRECIO de REALIZACIÓN

LX.1414: Todos los componentes para realizar el convertidor Frecuencia/Tensión que aparece en la fig. 7 **excluido** el mueble **.....4.635 ptas.**

MO.1414: El mueble plástico (fig. 9) completo de panel serigrafiado.....**1.410 ptas.**

CC.1414: Circuito impreso.....**1.040 ptas.**

Nota: los componentes utilizados en los otros esquemas deberán pedirse a parte.

Sensor **UNG.3503** .....**780 ptas.**
Sensor **LM.35/D** .....**1.560 ptas.**
zéner de precisión **LM.336/Z** .....**390 ptas.**

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

COMO realizar un simple INDUCTANCÍMETRO

LX.1422

Quién realice este circuito podrá medir el valor de cualquier inductancia partiendo de un mínimo de 10 microhenrios hasta un máximo de 10 milihenrios. Para conocer el valor de la inductancia basta con conectar a los bornes de salida un téster, no importa si es analógico o digital, conmutado sobre el alcance de 100 microamperios fondo escala.

Cuantos más instrumentos para medir tenemos encima de nuestra mesa de trabajo, más medidas podemos efectuar, pero como los principiantes no siempre pueden permitirse comprar costosos instrumentos de medida, suelen renunciar a ellos.

Otras veces os hemos propuesto distintos y económicos instrumentos de medida, pero hojeando nuestra larga lista de kit publicados, nos hemos dado cuenta de que falta un **inductancímetro** que pueda acoplarse a un **téster** normal.

Sabiendo que si aplicamos una tensión a una inductancia cualquiera la corriente absorbida alcanza su valor máximo en un **tiempo** que es proporcional a su valor, hemos aprovechado esta característica para realizar este sencillo inductancímetro.



Fig.1 En un primer alcance se puede medir cualquier inductancia partiendo de un mínimo de 10 microhenrios hasta un máximo de 100 microhenrios, en el segundo cualquier inductancia partiendo de un mínimo de 0,1 milihenrios hasta un máximo de 1 milihenrios y el tercero cualquier inductancia desde 1 milihenrios hasta 10 milihenrios.

De hecho, para medir del valor en **microhenrios** o en **milihenrios** de una bobina aplicamos a sus terminales una señal de **onda cuadrada** con una determinada **frecuencia**, después medimos la **corriente** que circula durante la fase de **carga**.

De esta corriente obtenemos una **tensión** que no servirá para llevar a conducción las puertas **NAND IC1/C-IC1/D**, finalmente conectados la salida de la última puerta **NAND** al terminal **R** de un **flip-flop** tipo **D**.

Antes de pasar al esquema eléctrico analizamos la fase compuesta por las **NAND** signadas **IC1/B-IC1/C-IC1/D** que se pueden ver en la fig. 4.

Aplicando una onda cuadrada sobre las dos entradas de la NAND **IC1/B**, encontraremos esta onda en su patilla de salida **8** y puesto que esta salida está conectada a la **inductancia** de valor desconocido, en ésta circulará una **corriente** que alcanzará su valor de **saturación** en un **tiempo** proporcional a su valor (ver figs. 2-3).

Por poner un ejemplo, para una inductancia de **10 microhenrios** son necesarios **30 nanosegundos** para alcanzar el valor de saturación, mientras que con una inductancia de **100 microhenrios** son necesarios **300 ns**.

Por lo tanto en los extremos de la resistencia **R5**, conectada en **serie** a ésta inductancia, encontraremos una tensión que alcanzará su valor máximo en un tiempo de **30 ns** si el valor de la inductancia es de **10 microhenrios**, y un tiempo de **300 ns** si el valor de inductancia es de **100 microhenrios**.

Puesto que sobre la resistencia **R5** está conectado la patilla **1** de la NAND **IC1/C**, cuando la tensión de esta patilla alcance un **nivel** de aproximadamente **3 voltios**, ésta transformara su salida de un **nivel lógico 1** a un **nivel lógico 0**.

A la NAND **IC1/C** le sigue la NAND **IC1/D** utilizado como **inversor**, por lo tanto cuando sobre su entrada esté presente un **nivel lógico 0** en salida tendremos un **nivel lógico 1**, y viceversa, que aplicamos al polo **R** del flip-flop referenciado como **IC3/B**.

Si la inductancia tiene un **bajo** valor en microhenrios o en milihenrios (y esto depende del alcance que hayamos elegido con el conmutador **S1/A**), será necesario **menos** tiempo para poder alcanzar el nivel de entrada de **3 voltios**, por lo tanto el **flanco** de **subida** de la onda cuadrada que entra en el terminal **R** del flip-flop **IC3/B** hará salir de la patilla **Q** ondas cuadradas muy **estrechas** (ver fig. 2).

Por tanto la **anchura positiva** de la onda cuadrada que sale del terminal **Q** resulta proporcional al valor de **inductancia** conectada en serie a la resistencia **R5**.

Como se notará, en la entrada **CK** del flip-flop **IC3/A**, y automáticamente también en la entrada **CK** del flip-flop **IC3/B**, aplicamos:

- Una frecuencia de **1 MHz** si la inductancia a medir no supera los **100 microhenrios**,
- Una frecuencia de **100 KHz** si la inductancia a medir no supera **1 milihenrios**,
- Una frecuencia de **10 KHz** si la inductancia a medir no supera los **10 milihenrios**.

En el terminal **R** del flip-flop **IC3/B** aplicamos, en cambio, la onda cuadrada que obtenemos de la patilla de salida **6** de la NAND **IC1/D**.

Antes de continuar se muestran seguidamente el significado de las referencias que aparecen en el flip-flop:

D significa **Data (Entrada de datos)**
CK significa **ClocK (Reloj)**
R significa **Reset (Puesta a cero)**
S significa **Set (Puesta a uno)**

Puesto que el terminal **D** del flip-flop **IC3/B** está conectado al positivo de alimentación, en cuanto sobre al terminal **CK** llega el **flanco** de **subida** de la onda cuadrada obtenida del flip-flop **IC3/A**, instantáneamente la patilla de salida **Q** del flip-flop **IC3/B** se pone a **nivel lógico 1**.

Si en el terminal de entrada **R** aplicamos una onda cuadrada, su **flanco** de **subida** hará transformar la salida **Q** al **nivel lógico 0** y permanecerá en estas condiciones hasta que no alcance el terminal **CK** el **flanco** de **subida** de la onda cuadrada siguiente.

Si el **flanco** de **subida** de la onda cuadrada que alcanza el terminal **R** resulta **ligeramente** retrasado respecto al **flanco** de **subida** de la onda cuadrada que alcanza el terminal **CK**, nosotros obtendremos en la patilla de salida **Q** una onda cuadrada que permanecerá a **nivel lógico 1** durante un tiempo muy reducido (ver fig. 2).
Si el **flanco** de **salida** de la onda cuadrada que alcanza el terminal **R** tiene un retraso **mayor** respecto al **flanco** de **subida** de la onda que alcanza el terminal **CK**, nosotros obtendremos de la patilla de salida **Q** una onda cuadrada que

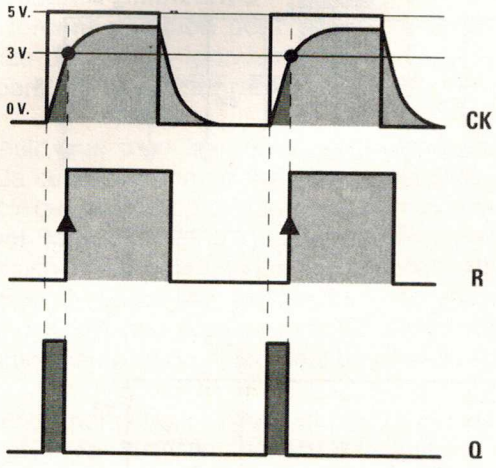


Fig.2 Aplicando una onda cuadrada al terminal CK del flip-flop IC3/B su salida Q llegará al nivel lógico 1. Si la inductancia conectada a la salida de la NAND IC1/B tiene un valor bajo en ìH o mH, en poco tiempo encontraremos una tensión de 3 voltios en los extremos de la resistencia R5 que, llevando a conducción la NAND IC1/C, hará llagar al terminal R del flip-flop IC3/B un nivel lógico 1, que llevará al terminal Q al nivel lógico 0.

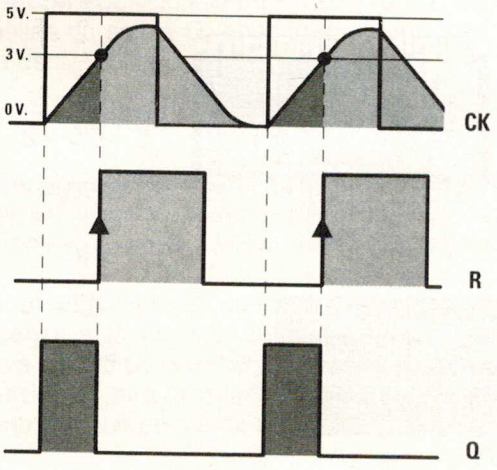


Fig.3 Si la inductancia conectada a la salida de la NAND IC1/B tiene un valor elevado de ìH o mH, será necesario un tiempo mayor para obtener en los extremos de la resistencia R5 una tensión de 3 voltios, por tanto la NAND IC1/C entrando en conducción con retraso, hará salir del terminal Q una onda cuadrada que resultará más ancha que la precedente.

permanecerá al **nivel lógico 1** durante más tiempo (ver fig.3).
Para convertir los impulsos con duty-cycle variable que salen de la salida **Q** de **IC3/B** en una tensión **continua** basta con aplicar a esta salida un circuito **integrador** compuesto por una **resistencia** y un **condensador** (ver **R6-C6** en la fig. 4).

Si estos impulsos resultan demasiado **estrechos**, leeremos en el téster una tensión **mínima**, pero cuanto más se **ensanchen** estos impulsos más **aumentará** el valor de la tensión, por lo tanto y leyendo el valor de esta tensión podremos fácilmente recabar el valor en **microhenrios** o en **milihenrios** de la inductancia aplicada a las dos entradas del instrumento.

ESQUEMA ELÉCTRICO

Tras haber aprendido cómo se consigue hacer llegar al terminal **R** una onda cuadrada que resulte **retrasada** respecto a la onda cuadrada que alcanza el terminal **CK**, podemos pasar a la descripción completa del esquema eléctrico que vemos en la fig. 4.

Para tener una cierta **precisión** en la lectura es necesaria una **frecuencia** muy estable, que obtenemos utilizando un oscilador de **cuarzo**.

Aplicando a la **B**ase del transistor **TR1** un cuarzo de **2 MHz**, nosotros de su **C**olector una onda casi sinusoidal que la NAND **IC1/A** convertirá en una onda perfectamente **cuadrada**.

Esta onda cuadrada de **2 MHz** se aplica tanto a la **1ª posición** del conmutador rotativo referenciado como **S1/A** como a la patilla de entrada **2** del integrado **IC2**, que es un **CD.4518** que contiene en su interior dos divisores **x10**.

En los terminales de salida **6-10** tenemos la frecuencia aplicada a la entrada dividida **x10**, es decir:

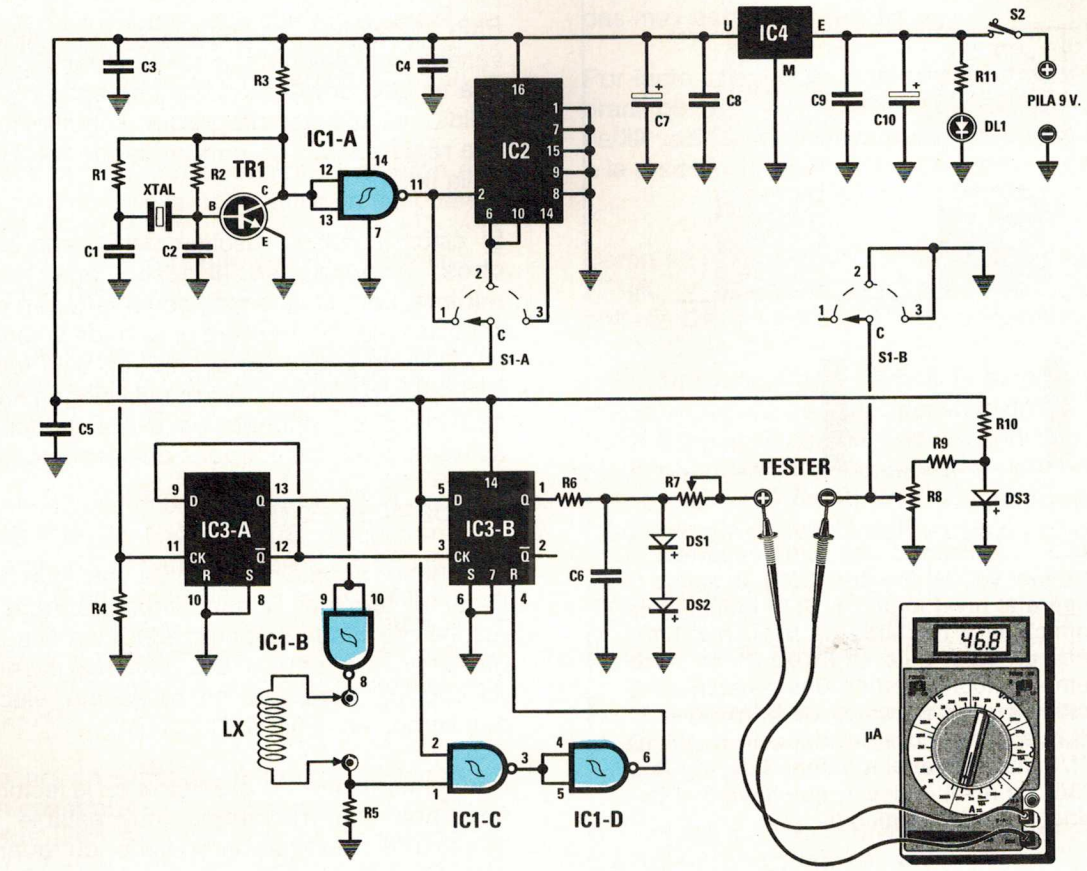
2 : 10 = 0,2 MHz equivalentes a 200 KHz

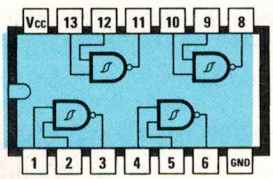
Mientras que en el terminal de salida **14** tenemos frecuencia aplicada la entrada en dividida **x100**, es decir:

2 : 10 = 0,02 MHz equivalentes a 20 KHz

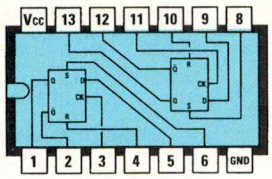
Estas dos frecuencias se aplican a la **2ª** y a la **3ª** posición del conmutador **S1/A**.

La **1ª posición** del conmutador **S1/A** se utiliza para medir la inductancia cuyo valor no supere los **100 microhenrios**.

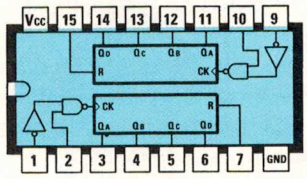




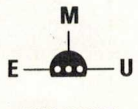
74 HC 132



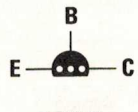
4013



4518



MC 78L05



BC 547

Fig.4 Esquema eléctrico del inductancímetro y conexiones vistas desde arriba de los tres integrados, del estabilizador 78L05 y del transistor BC.547 vistas en cambio desde abajo. Nota: el terminal 2 del flip-flop IC3/B no se utiliza.

R1 = 1.000 ohm
R2 = 47.000 ohm
R3 = 330 ohm
R4 = 10.000 ohm
R5 = 1.000 ohm
R6 = 1.000 ohm
R7 = 10.000 ohm trimmer
R8 = 2.000 ohm trimmer
R9 = 2.200 ohm
R10 = 22.200 ohm
R11 = 820 ohm

Cl = 47 pF cerámico
C2 = 47 pF cerámico
C3 = 100.000 pF poliester
C4 = 100.000 pF poliester
C5 = 100.000 pF poliester
C6 = 100.000 pF poliester
C7 = 22 microF. electrolítico
C8 = 100.000 pF poliester
C9 = 100.000 pF poliester
C10 = 47 microF. electrolítico
XTAL = quarzo da 2 MHz

DS1 = diodo tipo 1N.4148
DS2 = diodo tipo 1 N.4148
DS3 = diodo tipo IN.4148
DL1 = diodo led
TR1 = NPN tipo BC.547
IC1 = TTL tipo 74HC132
IC2 = C/Mos tipo 4518
IC3 = C/Mos tipo 4013
IC4 = integrado tipo 78L05
S1= conmutador 3 l. 3 pos.
S2 = interruptor

La **segunda posición** del conmutador **S1/A** ser utiliza para medir la inductancia cuyo valor no supere **1 milihenrios**.
La **tercera posición** del conmutador **S1/A** se utiliza para medir la inductancia cuyo valor no supere los **10 milihenrios**.

Puesto que para la medida necesitamos una onda cuadrada con un **duty-cycle** del **50%**, es decir que el tiempo que la onda permanece al **nivel lógico 1** tiene que ser perfectamente idéntico al tiempo en el que permanece al **nivel lógico 0**, utilizamos un flip-flop referenciado como **IC3/A** que permite también dividir **x2** la frecuencia aplicada al terminal de entrada **CK**.

Cuando pongamos el conmutador **S1/A** sobre la **primera** posición, en las dos patillas de salida **Q** del flip-flop **IC3/A** encontramos una frecuencia de:

2 : 2 = 1 MHz

Cuando pongamos el conmutador **S1/A** sobre la **2ª** posición, la de los **200 KHz**, en las dos patillas de salida **Q** encontramos una frecuencia de:

200 : 2 = 100 KHz

Cuando pongamos el conmutador **S1/A** sobre la **tercera** posición, la de los **20 KHz**, en las dos patillas de salida **Q** encontramos una frecuencia de:

20 : 2 = 10 KHz

Tengamos presente que la onda cuadrada que sale del terminal **12** de **IC3/A** tiene la polaridad invertida respecto a la que sale del terminal **13**.

La onda cuadrada que sale de la patilla **13** alcanza a la entrada de la NAND **IC1/B**, que sirve para proporcionar una **corriente** más que suficiente para alimentar la inductancia aplicada en su terminal de salida.

Puesto que en **serie** a esta inductancia está conectada la resistencia **R5**, en sus extremos encontraremos una tensión que partiendo desde **0 voltios** subirá rápidamente hasta alcanzar el valor de la tensión de alimentación. En la práctica esta tensión no alcanzará nunca el valor de **5 voltios**, porque la resistencia **R5** introducirá una pequeña caída de tensión.

Cuando la tensión de los extremos de la resistencia **R5** alcance una tensión de aproximadamente **3 voltios**, la salida de la NAND **IC1/C** llegará al **nivel lógico 0** y la NAND **IC1/D** invertirá ese nivel lógico, de manera que haga llegar al terminal **R** del flip-flop **IC3/B** un **nivel lógico 1**.
Ya hemos mencionado el hecho de que para transformar las ondas cuadradas que salen del terminal **1** de **IC3/B** en una **tensión** que sea proporcional a su anchura usamos un circuito **integrador** compuesto por una resistencia **R6** y un condensador **C6**.

Los diodos **DS1-DS2**, puestos en paralelo al condensador **C6**, evitan que choque violentamente en el fondo de escala la aguja de un **téster analógico** durante el calibrado del trimmer **R7**.

Como os explicaremos a continuación, el trimmer **R7** será calibrado **una** sola vez para llevar la aguja del instrumento al **fondo escala** y de forma análoga el trimmer **R8** que será calibrado para hacer desviar la aguja del instrumento al **0** cuando elijamos un alcance de **100 microhenrios**.

Para alimentar este circuito es necesaria una tensión estabilizada de **5 voltios**.
Puesto que todo el circuito absorbe una corriente irrisoria (unos 20 mA), lo hemos alimentado con una pila de **9 voltios** y hemos estabilizado esta tensión sobre el valor de **5 voltios** por medio del integrado **IC4**.

REALIZACIÓN PRÁCTICA

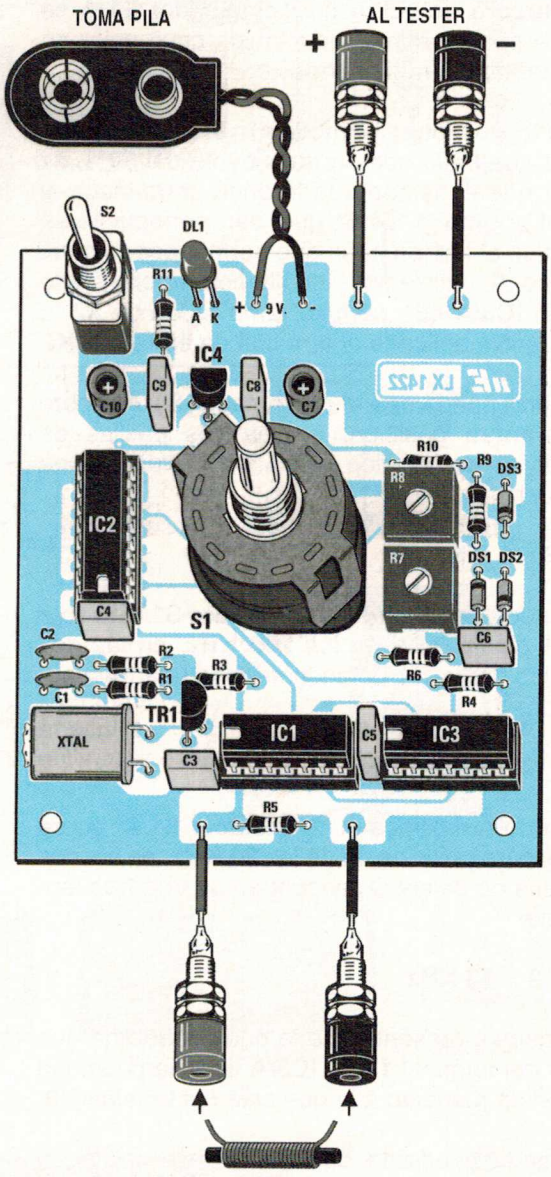
Sobre el circuito impreso **LX.1422** se deben montar todos los componentes necesarios colocándolos como se ve en la fig.5.

Para comenzar es aconsejable montar los tres zócalos para los integrados **IC1-IC2-IC3**.
Tras haber soldado todos las patillas sobre las pistas del circuito impreso, se insertan las **resistencias** y los dos **trimmer**. Para evitar errores hay que mencionar que en el cuerpo del trimmer **R8** se encontrará el número **202** (2000 ohmios), mientras que en el cuerpo del trimmer **R7** se encontrará el número **103** (10.000 ohmios).
Continuando con el montaje se insertan los tres **diodos** girando la **franja negra** de **DS1** hacia la resistencia **R9** y las **franjas negras** de los diodos **DS2-DS3** hacia el condensador **C6** (ver fig.5).

Completada esta operación, se insertan todos los condensadores **cerámicos** y de **poliester**, después los dos **electrolíticos** referenciados como ***C7*** y ***C10*** girando su terminal **positivo** hacia abajo.

Ahora se puede instalar infiltrar también el pequeño integrado estabilizador **78L05** en los

Fig.5 A la derecha el esquema práctico de montaje. Los terminales del conmutador S1 y del interruptor S2 deben insertarse directamente en los huecos que hay en el circuito impreso (ver fig.7).



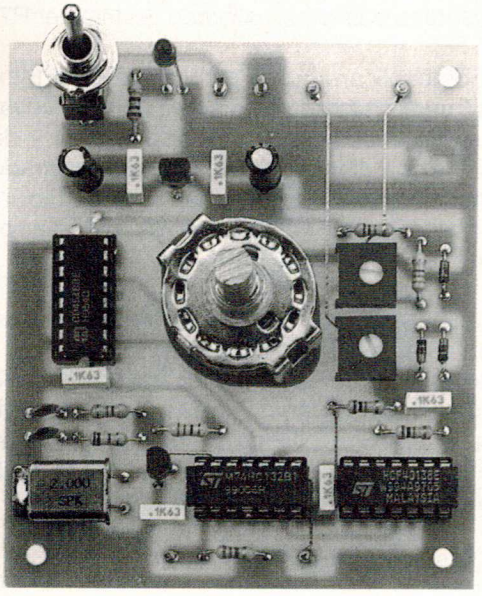


Fig.6 En esta foto se puede ver el resultado una vez terminado el montaje.

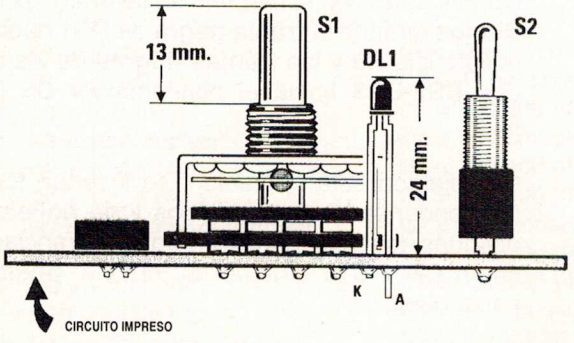


Fig.7 Antes de insertar el conmutador S1 en el circuito impreso hay que serrar su eje de forma que tenga una longitud de 13 mm. Cuando se inserte el diodo LED hay que mantenerlo separado 24 mm respecto al circuito impreso, girando el terminal más largo hacia el interruptor S2.

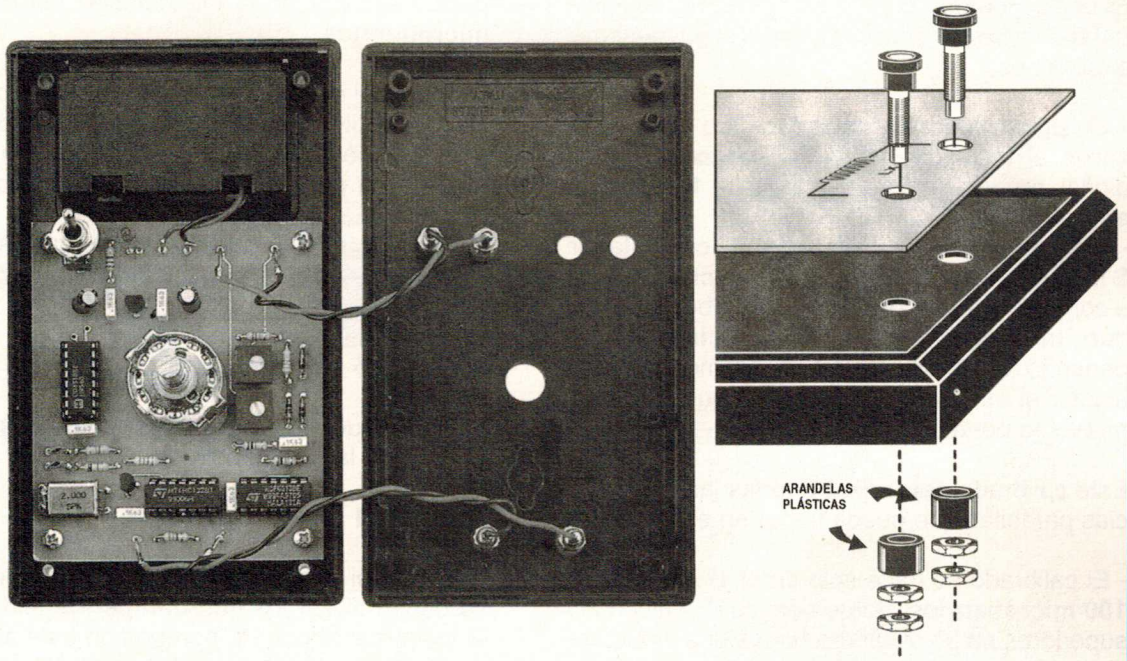


Fig.8 El circuito impreso tendrá que ir fijado al mueble que tiene un espacio para la pila de 9 voltios. En el lado opuesto se fija el panel frontal de aluminio que está ya perforado y serigrafiado. Puesto que este lado del mueble no está perforado, podéis tomar como referencia los agujeros del panel de aluminio. Para aislar los bornes del panel metálico, antes de insertarlos hay que quitar la arandela de plástico, que posteriormente se introducirá en el interior de la tapadera..

tres taladros referenciados como **IC4**, girando el **lado plano** de su cuerpo hacia el diodo LED **DL1**.
El transistor **BC.547** debe ir insertado en los tres taladros referenciados como **TR1**, girando el **lado plano** de su cuerpo hacia el cuarzo **XTAL**, que deberá ir montado en posición horizontal, como se puede ver en la fig. 5.

En el circuito impreso se debe instalar también el interruptor **S2** y el conmutador rotativo **S1**, pero antes de soldarlo hay que acortar el eje de manera que tenga una longitud de aproximadamente **13 mm** (ver fig. 7).

Para completar el montaje se insertan los terminales de los cables por la **toma de la pila** y los **bornes**, después el diodo LED DL1 manteniéndolo separado de la base del circuito impreso de **24 milímetros** para permitir que salga su cabeza por el panel frontal del mueble. Cuando se introduzca este diodo LED hay que recordar que el terminal más largo **A** debe ir girado hacia el interruptor **S2** como vemos en la fig. 7.

Tras haber instalado en los zócalos los tres **integrados** girando su señal de referencia con forma de **U** como se ve en el dibujo del esquema práctico, hay que coger el pequeño contenedor de plástico y apoyar en la tapa el pequeño panel de aluminio ya perforado y serigrafiado para señalar con un lápiz el contorno de los siete **agujeros**.
Por desgracia la tapadera de este mueble **no está perforada**, por tanto habrá que conseguir una broca de **7 mm** para hacer el agujero para el eje del conmutador **S1**, una broca de **5,5 mm** para los de los **bornes** y para el interruptor **S2** y una de **3mm** para hacer salir la cabeza del **diodo LED**.

El panel de aluminio tendrá que estar sujeto sobre la tapadera del mueble con las tuercas de los **bornes**.

Antes de insertar los bornes en el panel frontal hay que quitar la **arandela** de plástico, que se introduce en la parte interna junto con las tuercas de fijación (ver fig.8).

CALIBRADO

Completado el montaje, solo queda calibrar una sola vez los dos trimmer **R7-R8.**

El primer trimmer que hay que calibrar es **R8** e para hacerlo se procede como seguidamente explicamos:

- En primer lugar se conectan los bornes de salida al téster, no importa si es analógico o digital, preparado para que alcance **100 microamperios CC**.
- Seguidamente se posiciona el conmutador **S1/A** en el **1º** alcance, el de **100 microhenrios**, a continuación se cortocircuitan los bornes a los que iría aplicada la **inductancia** con un pequeño trozo de cable; por ultimo hay que ajustar el trimmer **R8** de manera que el instrumento se ponga a cero.

Este calibrado **neutralizará** todas las inductancias parásitas que pueda haber en el cableado.

- El calibrado se hace solo en el **1º** alcance de **100 microhenrios**, porque en los dos alcances superiores no se eliminará nunca una inductancia **parásita** de **1-2 microhenrios**.

Para calibrar el trimmer **R7 se** procede como sigue:

- Con el téster siempre unido a los bornes de salida, se conmuta **S1/A** sobre el **1º** alcance de los **100 microhenrios**.

- A continuación se coge la inductancia de **100 microhenrios** incluida en el kit y se une a los bornes de entrada, después se ajusta el trimmer **R7** hasta poner el téster a **100 microamperios**.
Después de haber calibrado este segundo trimmer el instrumento estará preparado para su uso.

COMO SE USA

El primer paso es conectar a los bornes de entrada la **inductancia** de la que se quiere conocer el valor, comenzando siempre por el **3º** alcance de **10 milihenrios**. Si el medidor supera los **100 microamperios**, significa que la inductancia a medir tiene un valor mayor que **10 milihenrios,** por lo que no se conseguirá medirla nunca.

Si se nota que el medidor se coloca en los **5 microamperios**, se puede pasar al **2º** o al **1º** alcance para tener una medida mucho más precisa.

Admitiendo que en el **1º** alcance el instrumento se pare en **50 microamperios** se sabrá ya que el valor de la inductancia es de **50 microhenrios**, mientras que si se para en **10 microamperios** el valor de la inductancia será de **10 microhenrios**.

Si se gira el conmutador **S1** sobre el **2º** alcance, se deben dividir los **microamperios** leídos en el instrumento por **100**, porque con este alcance se puede leer hasta un máximo de **1 milihenrio**.
Osea que si el instrumento se para en **50 microamperios**, el valor de la inductancia será de:

50:100=0.5 milihenrios

Mientras que si se para en **10 microamperios** el valor de la inductancia será de:

10:100=0,1 milihenrios

Si se gira el conmutador **S1** sobre el **3º** alcance, se deben dividir los **microamperios** leídos por el instrumento por **10**, porque con este alcance se puede leer hasta un máximo de **10 milihenrios**.
Osea que si el instrumento se para en **50 microamperios**, el valor de la inductancia será de:

50:10=5 milihenrios

mientras que si se para en **20 microamperios** el valor de la inductancia será de:

20:10=2 milihenrios

Queremos dejar claro que utilizando un **téster digital**, en lugar de uno **analógico**, se consiguen leer también **decimales** en el **display**, cosa que es difícilmente posible con uno **analógico**.

Si se presenta la ocasión de medir inductancias que tienen serigrafiado el mismo valor, con ayuda de este instrumento nos podemos dar cuenta que también este componente tiene una **tolerancia** de aproximadamente un **10%.**

COSTE DE REALIZACIÓN

LX.1422: Todos los componentes necesarios para realizar este inductancímetro compuesto por un circuito impreso, integrados, mueble más panel perforado y serigrafiado (ver figs. 1-5-6-8), incluida una inductancia modelo con forma de gota de **100 microhenrios** para el calibrado del trimmer .....**8.845 ptas.**

CC.1422: Circuito impreso .....**1.960 ptas.**

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.