AÑO VIII. N.º 92

NUEVA

Electrónica

AÑO VIII. N.º 92
350 PTAS.

Inductámetro digital de precisión



8 414090 102537 00092

Telefotos y Meteosat en el ordenador

Generador de impulsos programable

rte

DIRECCIÓN EDITORIAL
REDACCIÓN
ADMINISTRACIÓN
PUBLICIDAD
SUSCRIPCIONES
Comercial Electrónica RTE, S.A.
C/ Manuel Luna, 4
28020 Madrid
Tel.: 571 68 57 - 58 - 59
FAX:5 70 70 75

DIRECTOR GENERAL:
Eugenio Páez García

DIRECTOR EDITORIAL:
Eugenio Páez Martín

DIRECTOR TÉCNICO:
Alfonso Fernández

MAQUETA:
Jaime González

TRADUCCIÓN:
Ana María Marquez

FOTOGRAFÍA:
C. Reviejo

DISTRIBUCIÓN:
Coedis, S.A.
Ctra. Nacional II, Km, 609,400
Molins del Rey
BARCELONA
Tel.: (93) 680 03 60

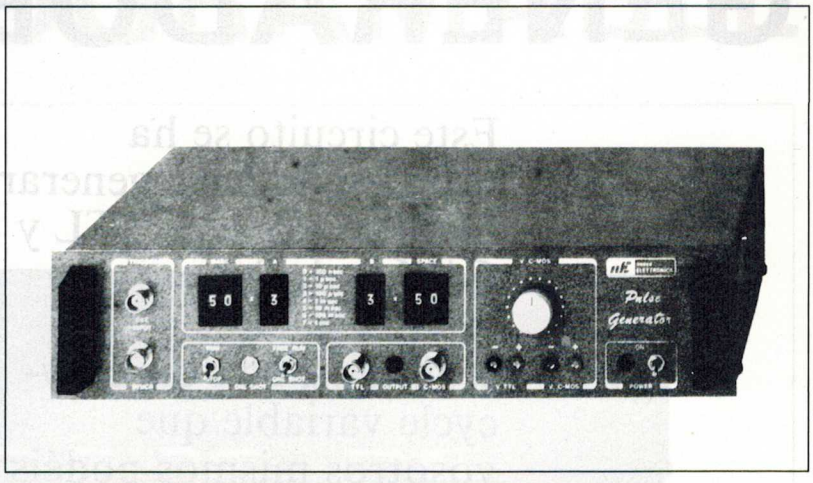
Representante para Argentina, Chile, Uruguay y Paraguay, Cía. Americana de Ediciones, S.R.L. Sud América, 1.532. Tel.: 221 24 64. 1209 BUENOS AIRES (Argentina)

Traducción en Lengua española de la revista «Nouva Elettronica», Italia.
DIRECTOR GENERAL:
Montuschi Giuseppe

N.º 92 - JULIO, 1991
350 ptas. (Incluido IVA)
Canarias, Ceuta y Melilla
350 ptas. (Incluidos portes)

En este número

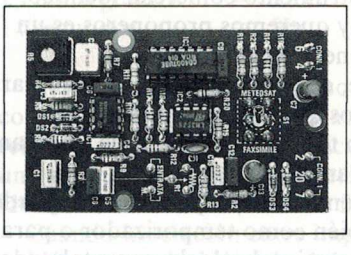
GENERADOR DE IMPULSOS



Este generador programable está diseñado para generar impulsos lógitos TTL y C/Mos desde 0,1 microsegundos a 99 segundos, con un duty-cycle variable que vosotros mismos podréis determinar. Por su precisión, se puede considerar un excelente instrumento de laboratorio, muy útil para comprobar cualquier aparato digital o analógico.

INDUCTAMETRO DIGITAL

Un instrumento para el laboratorio, con autorranging, que permite medir con toda precisión cualquier valor de inductancia, partiendo de un mínimo de 0,01 μH hasta un máximo de 20 mH.



SUMARIO

- Generador de impulsos programable con salidas TTL y C/Mos, pag. 4.
- Inductámetro digital de alta precisión con autorranging, pág. 26.
- Telefotos y Meteosat en la pantalla de vuestro ordenador, pág. 46.
- Relación de los distribuidores oficiales de nuestros kits, pág. 74.

y en el próximo número...

Un capacímetro con microprcesador

Un circuito proyectado como instrumento profesional de medida de capacidades, con un rango de medida automático que llega desde 0,1 picofaradios a un máximo de 1.600 microfaradios.

A LA VENTA EL 1 DE SEPTIEMBRE

GENERADOR DE IMPU

Este circuito se ha proyectado para generar impulsos lógicos TTL y C/Mos de 0,1 microsegundos a 99 segundos, con un duty-cycle variable que vosotros mismos podéis fijar. Por su precisión, se puede considerar un excelente instrumento de laboratorio, útil para comprobar cualquier aparato digital o analógico.

Cada vez abundan más las peticiones de aparatos de laboratorio, ya que nuestros lectores saben que cualquier kit realizado por nuestra revista, tendrá unas características excelentes y costará una cifra considerablemente inferior al precio de cualquier instrumento comercial idéntico.

Lo que hoy queremos proponeros es un excelente Generador de Impulsos programable, que será muy útil no sólo para todos aquellos que trabajan con aparatos digitales sino también para los que trabajan en el campo analógico.

Teniendo en cuenta su precisión, se puede utilizar también como temporizador o para obtener frecuencias de clock, comprobando al mismo tiempo qué anchura de impulso es la más adecuada para que funcionen de forma correcta contadores, flip-flop, etc.

Aunque a algunos lectores no les interesará este instrumento, nuestro consejo es siempre que se lea de todas formas la descripción de su esquema eléctrico, que se puede tomar como fuente de inspiración para completar o proyectar un esquema personal.

Por ejemplo, si os interesa un simple generador de impulsos, podéis tener en cuenta tan sólo la etapa osciladora de nuestro esquema, formada por IC6/A-IC6/B-IC6/C y los divisores IC1-IC2-IC3-IC4-IC5.

Si se pretende transformar una señal lógica TTL en una capaz de accionar C/Mos, se puede aprovechar la etapa formada por TR1 y TR2.

Si se necesita un único impulso para realizar un reset para un aparato digital, se puede aprovechar la etapa formada por IC7/A-IC6/D.

Si queréis saber cómo, con un integrado estabilizador uA.7805 de 5 voltios, se puede realizar un pequeño alimentador estabilizado variable entre 5 y 15 voltios, se puede copiar el esquema de IC15.

En la práctica, en todos los esquemas publicados siempre podréis encontrar soluciones especiales a las que hemos recurrido para resolver distintos problemas que han surgido en el momento de proyectarlos.

Esquema eléctrico

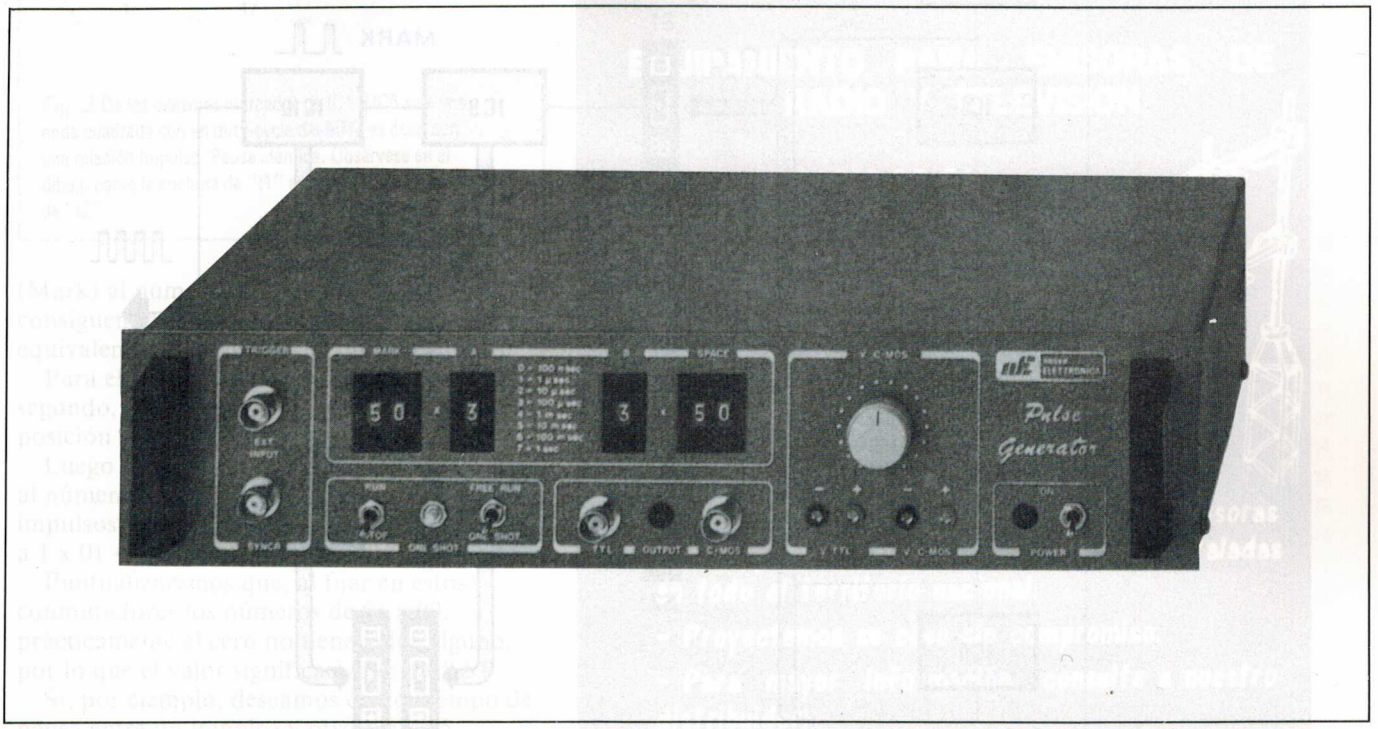
Antes de pasar al esquema eléctrico, describiremos a grandes rasgos su principio de funcionamiento, utilizando el esquema de bloques que se observa en la figura 1.

La etapa básica de este circuito está constituida por un simple oscilador de cuarzo, capaz de generar una frecuencia de onda cuadrada de 10.000.000 Hertzios, equivalente a 10 MHz.

Le sigue una segunda etapa divisora, formada por cinco integrados, véase IC1-IC2-IC3-IC4-IC5, que se encarga de dividir por 10.000.000 esta frecuencia hasta conseguir 1 Hz.

El primer divisor IC1, al dividir esta

LSOS PROGRAMABLE



frecuencia por 10, permite conseguir en su salida una frecuencia de 1.000.000 Hz, igual a 1 MHz.

El segundo divisor IC2, al dividir de nuevo por 10 la frecuencia aplicada a su entrada, nos permite conseguir en su salida una frecuencia de 100.000 Hz, equivalentes a 100 KHz.

El tercer divisor IC3, a diferencia de los anteriores, realiza dos divisiones por 10, por lo que en sus salidas se consigue una frecuencia de 10.000 Hz y una de 1.000 Hz, equivalente a 1 KHz.

También el cuarto divisor IC4 divide dos veces por 10 la frecuencia aplicada en su entrada, por lo que, en sus salidas, se consigue una frecuencia de 100 Hz y una de 10 Hz.

El último divisor IC5 divide esta última frecuencia que llega a su entrada por 10 y, en consecuencia, en su salida se consigue una frecuencia de 1 Hz.

En estos ejemplos, hemos visto que partiendo de una frecuencia de 10 Megahertzios, con varias divisiones por 10, logramos una frecuencia de 1 Hz; pero, como en el campo digital los impulsos siempre se miden en tiempos de microsegundos-milisegundos-segundos, para convertir la frecuencia en período podemos utilizar las siguientes fórmulas:

nanosegundos = (1 : MHz) x 1.000
microsegundos = 1 : MHz
milisegundos = 1 : KHz
segundos = 1 : Hz

Si se conoce el período se puede calcular fácilmente el valor de frecuencia invirtiendo las fórmulas:

1 : nanosegundos = MHz x 1.000
1 : microsegundos = MHz
1 : milisegundos = KHz
1 : segundos = Hz

En las salidas de estos divisores conseguimos una onda cuadrada con una relación impulso-pausa idéntica, es decir con una anchura del impulso superior totalmente idéntica a la inferior (véase la figura 2).

Cuando la relación entre impulso y pausa es idéntica, es decir la mitad del tiempo en nivel lógico 1 y la mitad en nivel lógico 0, se dice que la onda cuadrada tiene un duty-cycle del 50%.

Como pretendemos obtener de este Generador señales con un duty-cycle variable, este circuito divisor tiene que ir seguido por una etapa que permita ensanchar (véase la figura 3) o estrechar (véase la figura 4) el tiempo del impulso o de la pausa.

La etapa siguiente se encarga de modificar el duty-cycle de un mínimo de 0,00000101% (impulsos muy estrechos y pausa de la anchura máxima), hasta un máximo de 99,9999999% (impulso de máxima anchura y pausa muy estrecha).

Como hemos indicado en el esquema simplificado de la figura 1, en las salidas de los divisores IC1-IC2-IC3-IC4-IC5 se

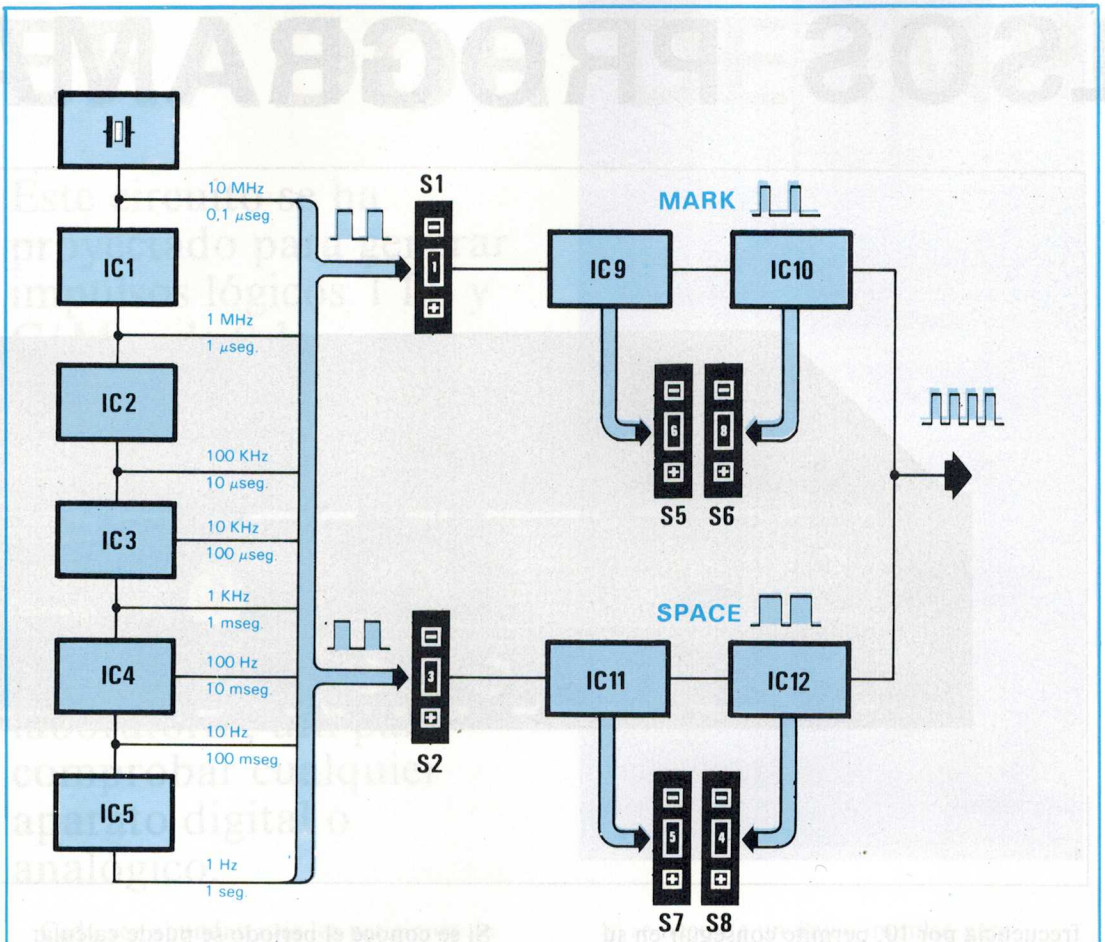


Fig. 1 **Esquema de bloques del Generador de Impulsos. Una etapa osciladora de cuarzo proporciona una frecuencia de 10 MHz que se divide por 10 mediante los divisores digitales marcados de IC1 a IC5. El conmutador decimal S1 recoge una de estas 8 frecuencias y, por medio de los dos contadores IC9-IC10 y los conmutadores S5-S6, podemos variar la ANCHURA superior POSITIVA (nivel lógico 1). El conmutador decimal S2 recoge también una de estas 8 frecuencias y, por medio de los dos contadores IC11-IC12 y los conmutadores S7-S8 se puede variar la ANCHURA inferior NEGATIVA (nivel lógico 0).**

encuentran disponibles las siguientes frecuencias o períodos:

10	Mhz	0,1	microsegundos
1	Mhz	1	microsegundo
100	KHz	10	microsegundos
10	KHz	100	microsegundos
1	KHz	1	milisegundo
100	Hz	10	milisegundos
10	Hz	100	milisegundos
1	Hz	1	segundo

que se pueden recoger por separado mediante los dos conmutadores binarios de tipo decimal, marcados como S1-S2.

A nivel práctico, si se giran estos dos conmutadores entre las posiciones 0 y 7, se pueden escoger tiempos base en microsegundos-milisegundos-segundos como se indica a continuación:

Posición 0	0,1	microsegundos
Posición 1	1	microsegundos
Posición 2	10	microsegundos
Posición 3	100	microsegundos
Posición 4	1	milisegundo
Posición 5	10	milisegundos
Posición 6	100	milisegundos
Posición 7	1	segundo

Los tiempos base elegidos se aplican entonces a divisores programables (véase IC9-IC10 Mark e IC11-IC12 Space) para ser multiplicados.

Los dos conmutadores digitales binarios marcados S5-S6 (Mark) y S7-S8 (Space), permite modificar tanto la anchura del impulso (nivel lógico 1) como la de la pausa (nivel lógico 0).

Supongamos, por ejemplo, que necesitamos impulsos con un nivel lógico 1 que sea exactamente de 150 microsegundos, separados por una pausa, es decir un nivel lógico 0, de 1 segundo.

Para conseguir impulsos con estas características, hay que girar el conmutador S1 a la posición 2 = 10 microsegundos.

Luego se giran los dos conmutadores S5-S6

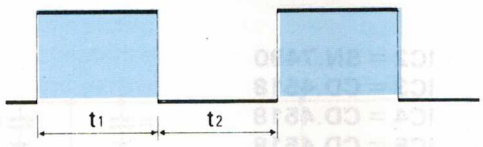


Fig. 2 De los divisores marcados de IC1 e IC5 sale una onda cuadrada con un duty-cycle del 50%, es decir con una relación Impulso/Pausa idéntica. Obsérvese en el dibujo como la anchura de "t1" es idéntica a la anchura de "t2".

(Mark) al número 15 y, de esta forma, se consiguen impulsos positivos con un tiempo equivalente a 10 x 15 = 150 microsegundos.

Para el tiempo de pausa deseado, es decir 1 segundo, hay que girar el conmutador S2 a la posición 7 = 1 segundo.

Luego se giran los dos conmutadores Space al número 01 y, de esta forma, se consiguen impulsos negativos con un tiempo equivalente a 1 x 01 = 1 segundo.

Puntualizaremos que, al fijar en estos conmutadores los números de 01 a 09, prácticamente el cero no tiene valor alguno, por lo que el valor significativo es de 1 ó 9.

Si, por ejemplo, deseamos que el tiempo de pausa entre un impulso y otro sea de 5 segundos, dejaremos el conmutador 2 en la misma posición 7 = 1 segundo, pero desplazaremos los dos conmutadores S7-S8 (Space) al número 05, ya que 1 x 05 = 5 segundos.

Por el contrario, si deseamos 60 impulsos por minuto con un duty-cycle el 50%, para comprobar un reloj o un contador de tiempos, tendremos que actuar de forma distinta.

Como 60 impulsos por minuto equivalen a 1 impulso/segundo, para conseguir una señal con un duty-cycle del 50%, la onda cuadrada tiene que estar 0,5 segundos a nivel lógico 1 y 0,5 segundos a nivel lógico 0.

Como 0,5 segundos equivalen a 500 milisegundos, hay que girar el conmutador S1 al número 6 = 100 milisegundos y luego multiplicarlo por 5, situando los dos conmutadores S5-S6 (Mark) en el número 05.

De esta forma se consigue un impulso positivo igual a 100 x 05 = 500 milisegundos.

De igual forma hay que situar el conmutador S2 en la posición 6 = 100 milisegundos y S7-S8 (Space) en el número multiplicador 05. Se consigue así un impulso en nivel lógico 0 de 100 x 5 = 500 milisegundos.

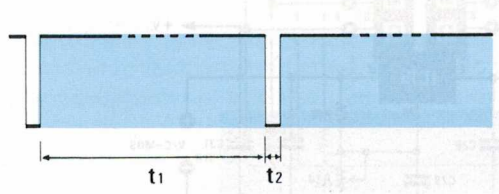


Fig. 3 Si se necesita un impulso positivo de 150 microsegundos (véase "t1"), con el conmutador S1 se escoge un tiempo BASE de 10 microsegundos, que luego se multiplica por 15 con los dos conmutadores S5-S6. El tiempo de PAUSA se fija con los tres conmutadores S2-S7-S8.

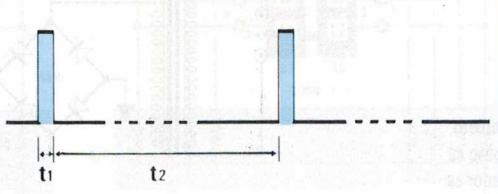


Fig. 4 Si se necesita un tiempo de "pausa" (tiempo en que la onda permanece en nivel lógico 0) de 1 segundo (véase "t2"), con S2 se escoge un tiempo BASE de 1 segundo, luego se situan los dos conmutadores S7-S8 en 01 para tener un factor de multiplicación equivalente a 1 (1 x 1 = 1).

Whik

EQUIPAMIENTO PARA EMISORAS DE RADIO Y TELEVISION

- TRANSMISORES DE F.M.
- TRANSMISORES DE T.V.
- SISTEMAS RADIANTES.
- AMPLIFICADORES DE POTENCIA.
- RADIO-ENLACES.
- REPETIDORES.
- UNIDAD MOVIL.



- Gran experiencia en instalación de emisoras locales y municipales, con más de 500 instaladas en todo el territorio nacional.
- Proyectamos su caso sin compromiso.
- Para mayor información, consulte a nuestro distribuidor:

Beltron ELECTRONICA

San Vicente Ferrer, 6
28004 MADRID
Teléfono (91) 447 66 13
Fax (91) 448 15 40

COMPONENTES LX973

R1 = 1.000 ohm 1/4 wat
R2 = 680 ohm 1/4 wat
R3 = 680 ohm 1/4 wat
R4 = 3.300 ohm 1/4 wat
R5 = 1.000 ohm 1/4 wat
R6 = 10.000 ohm 1/4 wat
R7 = 390 ohm 1/4 wat
R8 = 150 ohm 1/4 wat
R9 = 390 ohm 1/4 wat
R10 = 4.700 ohm 1/4 wat
R11 = 1.200 ohm 1/4 wat
R12 = 1.000 ohm 1/4 wat
R13 = 470 ohm 1/4 wat
R14 = 3.300 ohm 1/4 wat
R15 = 3.300 ohm 1/4 wat
R16 = 330 ohm red resistiva
R17 = 330 ohm red resistiva
R18 = 1.000 ohm 1/4 wat
R19 = 560 ohm 1/4 wat
R20 = 1.000 ohm pot. lin.
C1 = 100.000 pF poliéster
C2 = 100.000 pF poliéster
C3 = 6-60 pF compensador
C4 = 10.000 pF poliéster
C5 = 100.000 pF poliéster
C6 = 150 pF disco
C7 = 100.000 pF poliéster
C8 = 100.000 pF poliéster
C9 = 100.000 pF poliéster
C10 = 100.000 pF poliéster
C11 = 100.000 pF poliéster
C12 = 330 pF disco
C13 = 100.000 pF poliéster
C14 = 100.000 pF poliéster
C15 = 100.000 pF poliéster
C16 = 100.000 pF poliéster
C17 = 100.000 pF poliéster
C18 = 100.000 pF poliéster
C19 = 1.000 mF elect 25 volt
C20 = 100.000 pF poliéster
C21 = 100.000 pF poliéster
C22 = 22 mF elect 25 volt
C23 = 1.000 mF elect 25 volt
C24 = 100.000 pF poliéster
C25 = 100.000 pF poliéster
C26 = 22 mF elect 25 volt
C27 = 1.000 mF elect 25 volt
C28 = 100.000 pF poliéster
C29 = 100.000 pF poliéster
C30 = 100.000 pF poliéster
C31 = 22 mF elect 35 volt
JAF1 = impedancia 1 microhenrio
DS1 = diodo tipo 1N.4150
DL1 = diodo led
DL2 = diodo led
XTAL = cuarzo 10 megaherzios
TR1 = NPN tipo 2N.2222
TR2 = NPN tipo 2N.2222
IC1 = SN.7490
IC2 = SN.7490
IC3 = CD.4518
IC4 = CD.4518
IC5 = CD.4518
IC6 = SN.7404
IC7 = SN.7400
IC8 = SN.7402
IC9 = SN.74192
IC10 = SN.74192
IC11 = SN.74192
IC12 = SN.74192
IC13 = uA.7805
IC14 = uA.7805
IC15 = uA.7805
RS1 = puente 100 volt 1 A
RS2 = puente 100 volt 1 A
S1 = conmutador decimal
S2 = conmutador decimal
S3 = conmutador
S4 = interruptor
S5 = conmutador binario
S6 = conmutador binario
S7 = conmutador binario
S8 = conmutador binario
S9 = interruptor
P1 = pulsador
T1 = trasf. (n.TN04.58) 40 wat
secundario
15 volt 2 Amp
8 volt 1,5 Amp

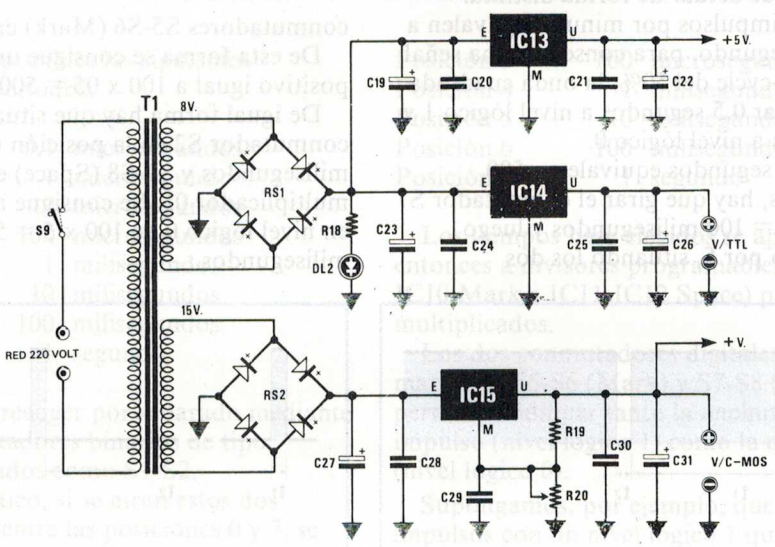
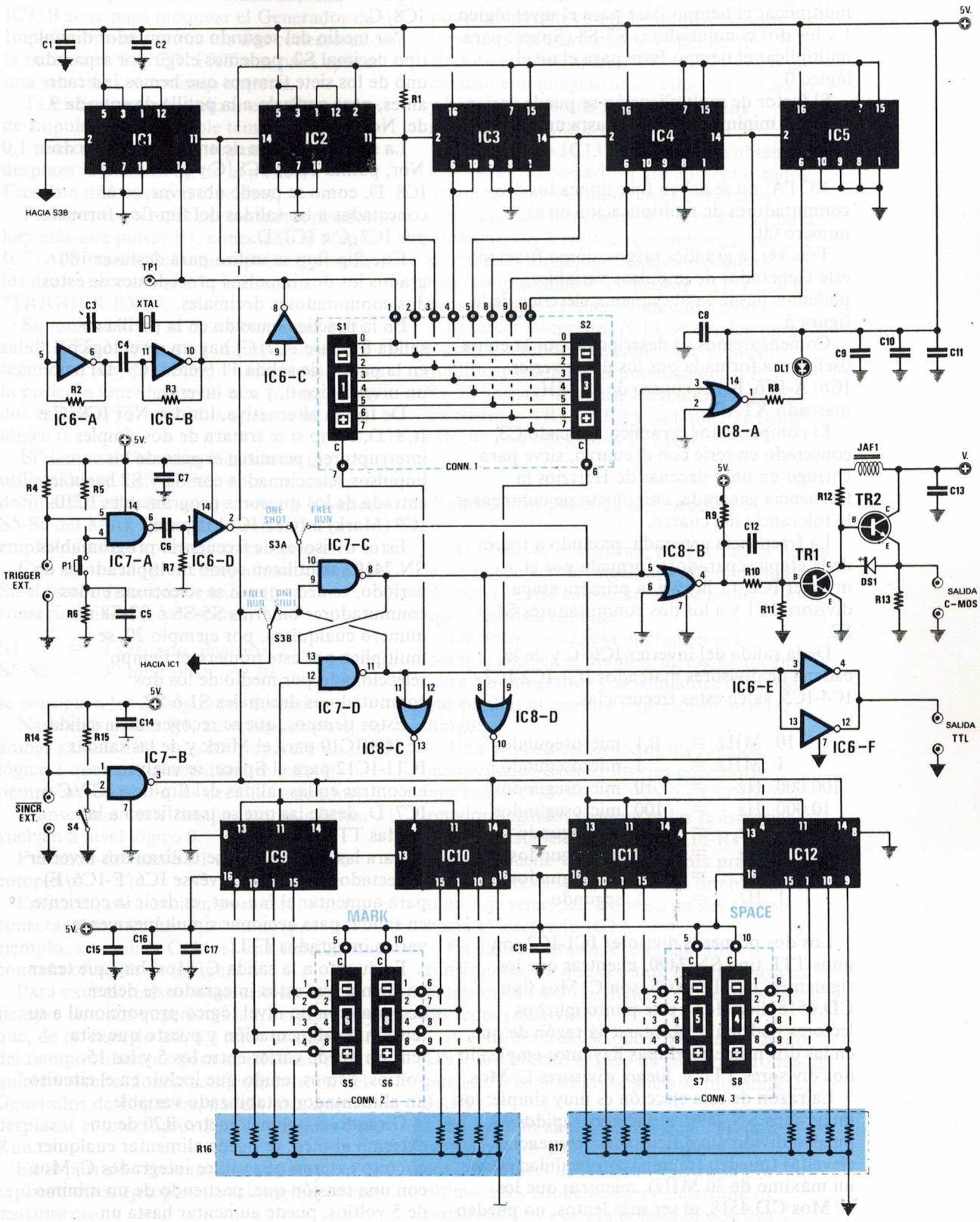


Fig. 5 Esquema eléctrico completo del Generador de Impulsos. Como se puede observar, de este generador se pueden conseguir los impulsos necesarios para accionar integrados TTL e incluso C/Mos. Este circuito también puede funcionar como TEMPORIZADOR para excitar relés de 0,1 a 99 segundos (1 minuto y medio).


5V.
C1
C2
IC1
IC2
IC3
IC4
IC5
R1
HACIA S3B
TP1
C3
XTAL
C4
R2
R3
IC6-A
IC6-B
IC6-C
S1
S2
CONN. 1
C8
C9
C10
C11
DL1
R8
IC8-A
JAF1
V.
C13
R12
TR2
R9
C12
IC8-B
TR1
R10
R11
DS1
R13
SALIDA C-MOS
R4
R5
C7
IC7-A
C6
R7
IC6-D
ONE SHOT
FREE RUN
S3A
IC7-C
TRIGGER EXT.
P1
R6
C5
S3B
HACIA IC1
IC7-D
IC8-C
IC8-D
IC6-E
IC6-F
SALIDA TTL
R14
R15
C14
IC7-B
SINCR. EXT.
S4
IC9
IC10
IC11
IC12
MARK
SPACE
C15
C16
C17
C18
S5
S6
S7
S8
CONN. 2
CONN. 3
R16
R17

Gracias a estos dos ejemplos, habréis podido comprender que los conmutadores S1-S2 sirven para escoger el tiempo de BASE, los dos conmutadores S5-S6 (Mark) para multiplicar el tiempo Base para el nivel lógico 1 y los dos conmutadores S7-S8 (Space) para multiplicar el tiempo Base para el nivel lógico 0.

El factor de multiplicación se puede variar entre un mínimo de 01 = 1 hasta un máximo de 99.

NOTA: no se deben fijar nunca los dos conmutadores de multiplicación en el número 00.

Tras ver, a grandes rasgos, cómo funciona este Generador de impulsos variables, podemos pasar ya al esquema eléctrico de la figura 5.

Comenzaremos su descripción por la etapa osciladora formada por los dos inverter IC6/A-IC6/B y el cuarzo de 10 MHz, marcado XTAL.

El compensador cerámico marcado C3, conectado en serie con el cuarzo, sirve para corregir en unas decenas de Hertzios la frecuencia generada, con objeto de compensar la tolerancia del cuarzo.

La frecuencia generada, pasando a través de la etapa separadora formada por el inverter IC6/C, llega a la primera etapa divisora IC1 y a los dos conmutadores S1 y S2.

De la salida del inverter IC6/C y de la cadena de divisores marcados IC1-IC2-IC3-IC4-IC5, salen estas frecuencias:

10	MHz	=	0,1	microsegundos
1	MHz	=	1	microsegundo
100.000	Hz	=	10	microsegundos
10.000	Hz	=	100	microsegundos
1.000	Hz	=	1	milisegundo
100	Hz	=	10	milisegundos
10	Hz	=	100	milisegundos
1	Hz	=	1	segundo

Los dos primeros divisores IC1-IC2 son unos TTL tipo SN.7490, mientras que los siguientes, IC3-IC4-IC5. son C/Mos tipo CD.4518; llegados a este punto muchos lectores podrían preguntarse la razón de que, en las dos primeras etapas hayamos empleado dos divisores TTL y, luego, divisores C/Mos.

La razón de esta elección es muy simple: los integrados SN.7490, al ser muy rápidos, pueden dividir sin dificultades frecuencias elevadas (pueden trabajar con facilidad hasta un máximo de 30 MHz), mientras que los C/Mos CD.4518, al ser más lentos, no pueden dividir frecuencias superiores a 3 MHz.

Por consiguiente, utilizamos los dos integrados TTL para conseguir todas las frecuencias de 10 MHz a 100.000 Hz, que luego podremos dividir sin dificultad con los integrados C/Mos.

Por medio del primer conmutador digital de tipo decimal S1, podemos elegir uno de los siete tiempos antes indicados, que se envía a la patilla de entrada 12 del Nor marcado IC8/C.

Por medio del segundo conmutador digital tipo decimal S2, podemos elegir por separado uno de los siete tiempos que hemos indicado antes, para enviarlo a la patilla de entrada 9 del Nor IC8/D.

La segunda patilla de entrada de estos dos Nor, patilla 11 de IC8/C y patilla 8 de IC8/D, como se puede observar, están conectadas a las salidas del flip-flop formado por IC7/C e IC7/D.

Este flip-flop se utiliza para desfasar 180 grados los dos impulsos procedentes de estos dos conmutadores decimales.

En la práctica, cuando en la patilla de salida 8 (véase IC7/C) hay un nivel lógico 1, en la patilla de salida 11 (véase IC7/D) hay un nivel lógico 0, y a la inversa.

De forma alternativa, los dos Nor IC8/C e IC8/D, como si se tratara de dos simples interruptores, permiten el paso de los impulsos seleccionados con S1 y S2 hacia la entrada de los divisores programables IC10-IC9 (Mark) e IC12-IC11 (Space).

Estos divisores de frecuencia programables SN.74192 se utilizan como multiplicadores de período, es decir que si se selecciona en los conmutadores binarios S5-S6 ó S7-S8 un número cualquiera, por ejemplo 20, se multiplica por este número el tiempo seleccionado por medio de los dos conmutadores decimales S1 ó S2.

Estos tiempos, que se recogen de la salida de IC9-IC10 para el Mark y de las salidas IC11-IC12 para el Space, se vuelven a encontrar en las salidas del flip-flop IC7/C e IC7/D, desde las que se transfieren a las salidas TTL y C/Mos.

Para las salidas TTL se utilizan dos inverter conectados en paralelo (véase IC6/E-IC6/F) para aumentar el fan-out, es decir la corriente en salida, para accionar simultáneamente varios integrados TTL.

En cuanto a la salida C/Mos, hay que tener en cuenta que estos integrados se deben accionar con un nivel lógico proporcional a su tensión de alimentación y puesto que esta tensión puede variar entre los 5 y los 15 voltios, hemos tenido que incluir en el circuito un alimentador estabilizado variable.

Girando el potenciómetro R20 de un extremo al otro, se puede alimentar cualquier circuito externo que utilice integrados C/Mos con una tensión que, partiendo de un mínimo de 5 voltios, puede aumentar hasta un máximo de 15 voltios 0,7 amperios.

Con esta misma tensión se alimenta el interface formado por los dos transistores TR1 y TR2, necesario para convertir los niveles lógicos TTL en niveles lógicos C/Mos.

El diodo led DL1, conectado a la salida del

Nor IC8/A, indica al encenderse cuando hay un nivel lógico 1 en las dos salidas TTL o C/Mos.

El interruptor S4, conectado al Nand IC7/B sirve para bloquear el Generador de Impulsos, mientras que los dos conectores con la indicación SINCR. EXT son para aplicar una señal de sincronismo externa.

También se puede utilizar este Generador de Impulsos como simple temporizador, de 0,1 microsegundos a 99 segundos, si se desplaza la palanca S2 de la posición FreeRun a la posición OneShot.

Para poner en marcha este temporizador no hay más que pulsar P1, conectado al Nand IC7/A, o bien aplicar un impulso externo en los dos conectores con la indicación "TRIGGER EXT".

Suponiendo que se desee conseguir en la salida TTL o C/Mos un impulso para 30 segundos, hay que situar el interruptor S3 en la posición OneShot y, de esta forma, en las dos salidas TTL o C/Mos aparece un nivel lógico 0.

El tiempo de la temporización se fija utilizando exclusivamente el conmutador decimal S1 y los dos conmutadores binarios S5-S6 del Mark (para esta función no se emplean los dos conmutadores Space).

Con S1 se escoge el tiempo base y con S5-S6 el factor de multiplicación. En consecuencia, si se selecciona:

S1 = 1 segundo, posición 7
S5-S6 = 30 multiplica por 30

se consiguen los 30 segundos deseados.

Nada más pulsar P1, automáticamente, en ambas salidas TTL y C/Mos aparece un nivel lógico 1 que permanece durante todo el tiempo seleccionado, es decir 30 segundos.

Transcurrido este tiempo, ambas salidas vuelven a nivel lógico 0.

Pulsando de nuevo P1 se repite el ciclo completo.

Entonces, para excitar un relé sólo hay que conectar a una de las dos salidas (por ejemplo, a la salida C/Mos) una sencilla etapa como la ofrecida en la figura 6.

Para excitar relés es necesario escoger siempre tiempos superiores a 0,1 segundos ya que, de no hacerlo así, los relés no dispondrán del tiempo suficiente para su excitación. Si se quiere volver al funcionamiento normal del Generador de Impulsos, no hay más que desplazar el interruptor S3 a la posición Free Run.

En el párrafo "Instrucciones de empleo" se explican otros ejemplos de utilización de este instrumento.

El circuito de alimentación

Para alimentar este Generador es necesaria una tensión estabilizada de 5 voltios, que podemos conseguir de un único integrado tipo uA.7805.

No obstante, para quienes controlen cualquier circuito digital podría resultar útil el poder conseguir con el mismo Generador las tensiones necesarias para alimentar un circuito con integrados TTL (5 voltios) o un circuito con integrados C/Mos (5-15 voltios), y hemos tenido que utilizar otros dos integrados uA.7805 (véase la figura 5).

El integrado IC13 se utiliza para obtener los 5 voltios necesarios para alimentar todos los integrados incluidos en el Generador.

El segundo integrado, IC14, se utiliza para conseguir los 5 voltios complementarios, que sirven para alimentar cualquier circuito externo que emplee integrados TTL y que no consuma más de 600-700 miliamperios.

El tercer integrado, IC15, se emplea para lograr una tensión variable, que se puede modificar mediante el potenciómetro R20 de 5 a 15 voltios, útil para alimentar los dos transistores TR1 y TR2 y cualquier circuito externo con integrados C/Mos.

Realización práctica del circuito

Al observar el esquema práctico de la figura 8, se puede ver de inmediato que el montaje de este circuito es mucho más sencillo de lo que se podría suponer.

De hecho, quizás la operación más complicada sea el montaje de los 12 zócalos para los integrados y la soldadura de todas sus patillas al circuito impreso, sin olvidar ninguna.

Una vez colocados todos los zócalos, aconsejamos montar los tres conectores marcados CONN.1, CONN.2 y CONN.3; a renglón seguido, se montan las resistencias.

Las resistencias marcadas R16-R17 que, como se puede ver en el esquema práctico, son redes resistivas, se colocan orientando el punto de referencia impreso en sus cuerpos, hacia el integrado IC13.

En caso contrario, el circuito no funcionaría, ya que el punto de referencia es la unión de las 8 resistencias contenidas en las redes resistivas.

A continuación, se puede montar el diodo DS1, orientando el lado de su cuerpo rodeado por una franja amarilla hacia la impedancia JAF1.

Se montan ahora los dos condensadores cerámicos C6 y C12 y, luego, todos los condensadores de poliéster, pasando por último a los condensadores electrolíticos, respetando en éstos la polaridad positiva y negativa de los dos terminales.

Luego se puede montar la impedancia JAF1, el compensador C3 y el cuarzo de 10 MHz, soldando su cuerpo con una gota de estaño sobre la pista de masa.

Se toman luego los dos transistores

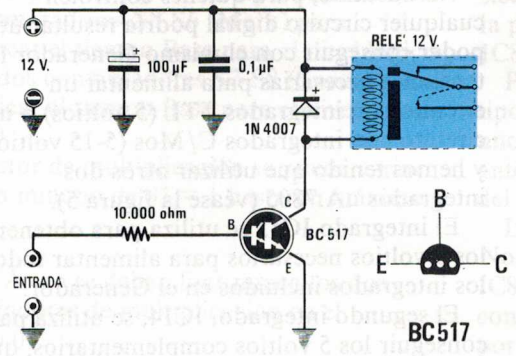
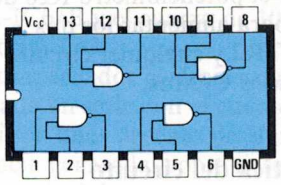
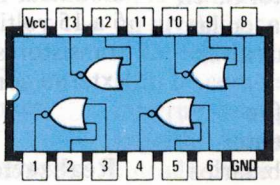


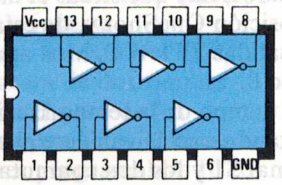
Fig. 6 Para excitar un relé, hay que preparar este esquema eléctrico que incluye un simple transistor Darlington B.517. La señal para excitar la Base se puede recoger de la salida TTL o de la salida C/Mos.



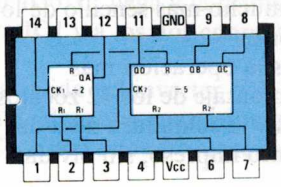
SN7400



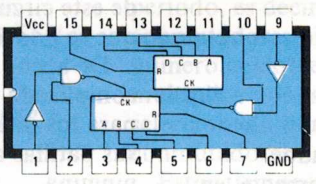
SN7402



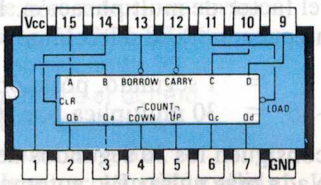
SN7404



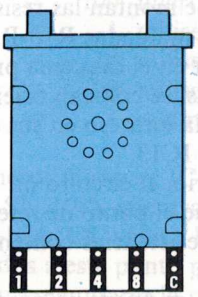
SN7490



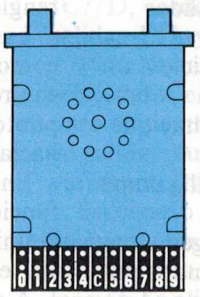
CD4518



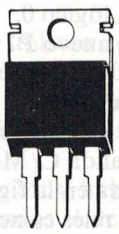
SN74192



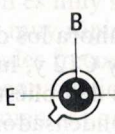
BIN.



DEC.



µA7805



2N2222



DIODO LED



Fig. 7 Conexiones de los integrados vistos desde arriba, y del transistor 2N2222 visto desde abajo. Abajo a la izquierda, las conexiones del conmutador BINARIO que sirve para S5-S6-S7-S8 y del conmutador DECIMAL que sirve para S1-S2. Obsérvese la pista CENTRAL indicada con la letra C.

metálicos TR1-TR2 y, sin acortar los terminales, se insertan en la posición correcta orientando la marca de referencia de TR1 hacia la resistencia R11 y la de TR2 hacia la resistencia R13.

En cuanto a los tres integrados estabilizadores IC13-IC14-IC15, como se fijan sobre una aleta de refrigeración, hay que doblar en forma de L sus tres terminales, con ayuda de un alicate; luego se fijan sus cuerpos y la aleta de refrigeración al circuito impreso mediante un tornillo de hierro con su tuerca y sin interponer mica aislante.

Las aletas de refrigeración pueden ser ligeramente distintas a las fotografiadas, ya que muchos perfilados se modifican sin previo aviso.

Para finalizar el montaje, hay que instalar los dos puentes rectificadores RS1-RS2.

Llegados a este punto, se puede tomar el circuito impreso LX. 973/B para montar dos conectores hembra, dirigiendo el lado de los contactos hacia arriba, tal como se indica en la figura 10.

Si se dirigen estos contactos en sentido contrario, las señales no llegarán al conector de los conmutadores decimales.

Se toma entonces la pletina coloreada de 10 hilos, incluida en el kit, y se pela el extremo.

Como se puede ver en la figura 9, los extremos de estos diez hilos van soldados, por un lado, a las islas existentes en el circuito impreso y, por el otro, al conector hembra CONN.1.

El CONN.1 está polarizado, es decir sólo se pueden enchufar en su correspondiente conector macho existente en el circuito impreso LX.973 si la patilla 1 está orientada hacia la patilla 1 correspondiente; en consecuencia, es necesario tener cuidado de no invertir la pletina.

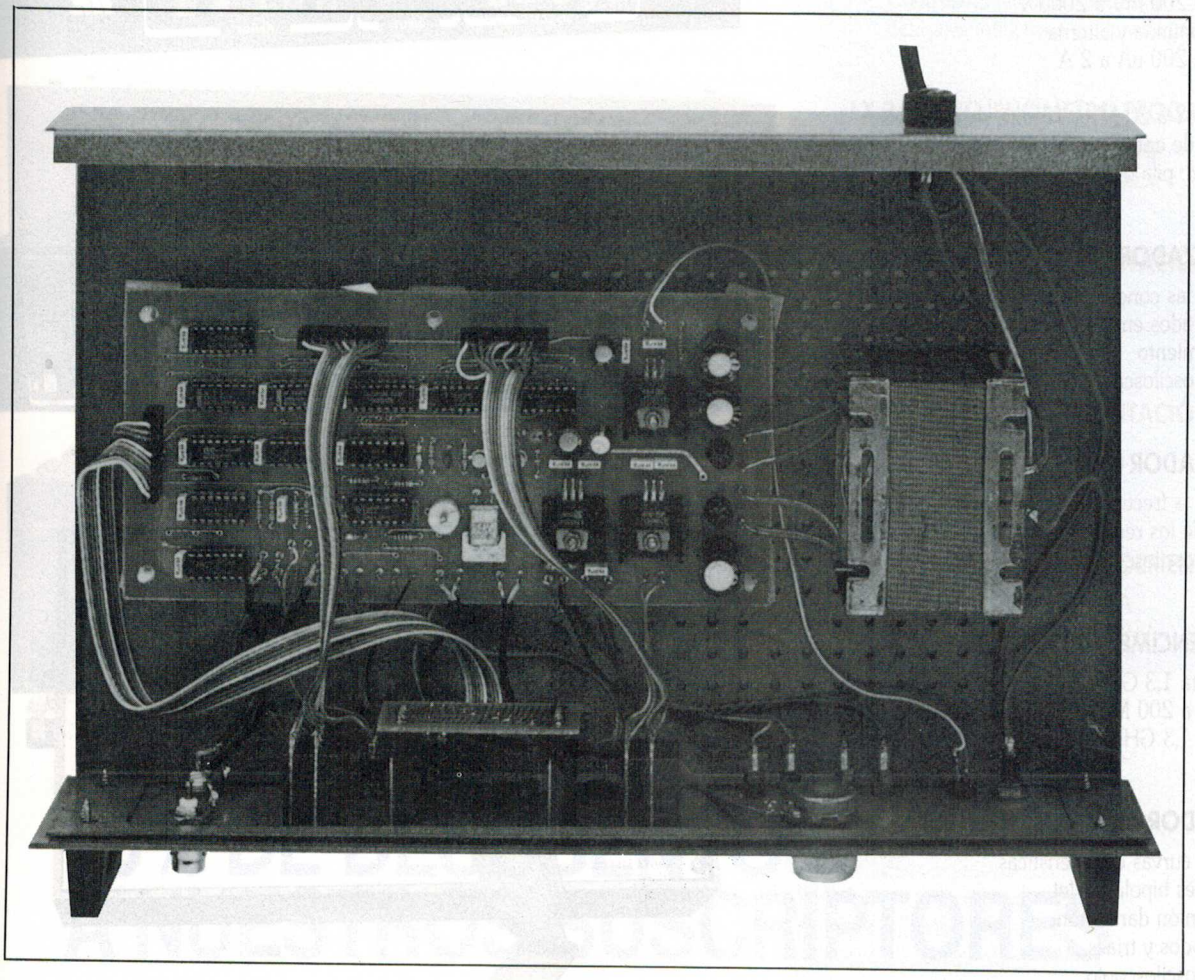
En el circuito impreso LX. 973/B se montan los dos conmutadores decimales, que se distinguen fácilmente de los binarios porque tienen 11 pistas de cobre en vez de 5.

Como es lógico, las 11 pistas de cobre se orientan hacia los contactos de cobre de los dos conectores hembra montados con anterioridad.

Finalizada la conexión de los dos conmutadores decimales, hay que proceder ahora a conectar los cuatro conmutadores binarios que, como ya se ha mencionado, disponen de 5 pistas (véase figura 10).

Como se puede observar, a cada conector CONN.2 y CONN.3 se conectan dos conmutadores, empleando un trozo de pletina coloreada de 10 hilos, de unos 14-15 cm. de longitud.

Partiendo de la patilla 1 del CONN.2 (o CONN.3), el primer hilo se conecta a la pista 1 del conmutador binario de las decenas, el



He aquí cómo se colocan en el interior del mueble, el circuito de Base, el transformador de alimentación y los conmutadores digitales. NOTA: los dos conmutadores S1-S2 se montan en los zócalos fijados en el circuito impreso LX.973/B, tal como se observa en la figura 10.

segundo cable a la pista 2 y así sucesivamente, hasta llegar al quinto cable que se conecta a la pista C.

A continuación, el sexto cable se conecta a la pista 1 del conmutador binario de las unidades, el séptimo a la pista 2 y el décimo a la pista C.

Finalizada esta operación, se pueden fijar estos conmutadores en el panel frontal del mueble, junto con los restantes accesorios, es decir BNC para la salida de las señales, conectores para la salida de las tensiones TTL y C/Mos, potenciómetro R20, conmutadores S3-S4, botón P1 y diodos led.

En el interior de este mueble se fija el transformador de alimentación T1, el circuito impreso de nuestro Generador de impulsos que, gracias a los distanciadores, permanece separado unos 5-6 mm de la base, para evitar cortocircuitos con las pistas situadas debajo.

Si se observa la figura 8 se comprende de inmediato cuáles son las últimas conexiones que quedan por realizar entre el circuito impreso y los accesorios fijados en el panel del mueble.

Teniendo en cuenta que solemos recibir montajes para reparaciones que se podrían evitar, ya que se deben a errores insignificantes, indicaremos a continuación algunas de las operaciones que hay que realizar y algunas de las operaciones que conviene evitar:

1.º Al montar los integrados en los zócalos, hay que comprobar que la muesca de referencia quede siempre orientada tal como se indica en el esquema práctico (véase figura 8). Muchos se limitan a comprobar esta muesca tras descubrir que el circuito no funciona; no obstante, entonces, aunque se quite el integrado y se monte en el sentido correcto, el proyecto ya no funciona porque el integrado estará quemado.

2.º Al montar los integrados, muchas veces no se comprueba si una de las patillas queda fuera del zócalo o se dobla hacia dentro.

3.º Al montar los conectores aislados en plástico en un panel, hay personas que aprietan la tuerca metálica. Estos conectores, como es fácil comprobar, disponen de dos piezas de plástico, una que se aplica delante del panel y la otra detrás, para aislar la tuerca de fijación del metal del mueble.

4.º Al conectar los cablecillos coaxiales, hay que comprobar siempre que ningún hilo fino de la malla metálica cortocircuite con el hilo central del cable. También hay que comprobar que la malla metálica quede soldada al terminal de masa existente en el circuito impreso y no al contrario.

5.º Al cuerpo metálico de todo conector BNC hay que soldar siempre el extremo de la malla metálica del cablecillo coaxial que lleva el símbolo correspondiente, aunque todos los cuerpos de estos conectores queden conectados a masa por medio del metal del panel.

6.º Antes de conectar el secundario de cualquier transformador de alimentación a su puente rectificador, hay que comprobar siempre la tensión de salida. Muchas veces se aplica la tensión de 220 voltios al secundario y no al primario, provocando de esta forma daños irreparables. Es preferible probar el transformador antes de conectarlo y no después.

Si se siguen estos sencillos ejemplos, veréis como todos los proyectos os funcionarán de inmediato.

Cómo se utiliza

Observando las indicaciones que figuran en el panel frontal del Generador de Impulsos, no debería resultar difícil, con un poco de práctica, el conseguir todas las formas de onda necesarias; no obstante, con el fin de resolver cualquier duda al respecto, creemos conveniente completar este artículo con algunos ejemplos sencillos.

Los conmutadores A y Mark de la izquierda, sirven para determinar el periodo de tiempo durante el que se desea que la onda cuadrada esté en nivel lógico 1; los conmutadores B y Space de la derecha, para determinar el periodo de tiempo en que se desea que esté en nivel lógico 0.

En la tabla, que figura también en el panel, se pueden determinar cuáles son los tiempos Base que se pueden seleccionar con A o B en función del número.

0	=	**100 nanosegundos**
1	=	**1 microsegundos**
2	=	**10 microsegundos**
3	=	**100 microsegundos**
4	=	**1 milisegundos**
5	=	**10 milisegundos**
6	=	**100 milisegundos**
7-8-9	=	**1 segundo**

Es fácil suponer que, al poder multiplicar con los dos conmutadores Mark o Space los tiempos Base, de 1 a 99, cabe la posibilidad de coneguir cualquier tiempo, partiendo de un mínimo de 99 segundos, es decir equivalente a 1 minuto 39 segundos.

Por ejemplo, girando uno de los dos conmutadores A o B al número 0 + 100 nanosegundos, con los correspondientes multiplicadores Mark o Space se pueden conseguir los tiempos siguientes:

A o B	Mark/ Space	Tiempo
0	x 01	100 nanoseg. = 0,1 microseg.
0	x 02	200 nanoseg. = 0,2 microseg.
0	x 05	500 nanoseg. = 0,5 microseg.
0	x 09	900 nanoseg. = 0,9 microseg.
0	x 10	1.000 nanoseg. = 1,0 microseg.
0	x 12	1.200 nanoseg. = 1,2 microseg.
0	x 15	1.500 nanoseg. = 1,5 microseg.
0	x 20	2.000 nanoseg. = 2,0 microseg.
0	x 85	8.500 nanoseg. = 8,5 microseg.
0	x 99	9.900 nanoseg. = 9,9 microseg.

NOTA: En la tabla sólo se indican algunos ejemplos de multiplicación, para no hacer una larga e inútil columna de 1 a 99.

Si quisiéramos obtener tiempos superiores a 9,9 microsegundos, bastará con desplazar los dos conmutadores A o B al número 1 = 1 microsegundo y, de esta forma, se obtienen tiempos mínimos en el orden de microsegundos, hasta un máximo de 99 microsegundos.

A o B	Mark/ Space	Tiempo
1	x 01	1 microsegundo
1	x 02	2 microsegundos
1	x 05	5 microsegundos
1	x 09	9 microsegundos
1	x 10	10 microsegundos
1	x 14	14 microsegundos
1	x 25	25 microsegundos
1	x 74	74 microsegundos
1	x 80	80 microsegundos
1	x 99	99 microsegundos

NOTA: En la tabla se reflejan algunos ejemplos de multiplicación pero, como ya hemos dicho, se puede conseguir cualquier otro tiempo intermedio de 1 a 99.

Para conseguir tiempos distintos, sólo hay que desplazar los conmutadores A o B en los números 2-3-4-5-6-7 y luego multiplicar los tiempos Base con los otros dos conmutadores Mark o Space.

Deseamos puntualizar que se pueden obtener los mismos tiempos situando A o B en un tiempo Base y empleando un factor de multiplicación distinto.

Por ejemplo, situando el conmutador A en 1 = 1 microsegundo y los dos conmutadores Mark en 02, se consigue un tiempo de:

1 x 02 = 2 microsegundos

Este mismo tiempo también se pueden conseguir situando el conmutador A en la posición 0 = 100 nanosegundos, equivalentes a 0,1 microsegundo y girando los dos conmutadores Mark en la posición 20:

0,1 x 20 = 2 microsegundos

Para conseguir un tiempo de 4 segundos, se puede situar el conmutador A en 6 = 100 milisegundos, equivalentes a 0,1 segundos y los dos conmutadores Mark en la posición 40:

0,1 x 40 = 4 segundos

Este mismo tiempo se consigue también situando el conmutador A en la posición 7 = 1 segundo y los dos conmutadores Mark en la posición 04, ya que haciendo esta multiplicación vemos que:

1 x 04 = 4 segundos

Por consiguiente, una vez elegido un tiempo base con uno de los dos conmutadores A o B, se puede multiplicar con los conmutadores Mark o Space para conseguir los tiempos deseados de impulso (nivel lógico 1) o de pausa (nivel lógico 0).

Primer ejemplo

Conseguir una onda cuadrada a 2.000 Hz con un duty-cycle del 50%.

Supongamos que deseamos conseguir, en salida del Generador, una frecuencia de 2.000 Hz, con una onda con un nivel lógico 1 (Mark) idéntico a su nivel lógico 0 (Space).

Lo primero que hay que hacer es transformar la frecuencia en periodo utilizando la fórmula siguiente:

segundos = 1 : Hz

tendremos entonces:

1 : 2.000 = 0,0005 segundos

Como es más cómodo trabajar con microsegundos, podemos multiplicar por 1.000.000, con lo que se obtienen 500 microsegundos.

Como necesitamos un duty-cycle del 50%, es evidente que en este periodo de tiempo de 500 microsegundos, la onda cuadrada tiene que estar, durante 250 microsegundos, en nivel lógico 1 y, durante los 250 microsegundos siguientes, en nivel lógico 0.

Observando el panel frontal del mueble, vemos que para obtener 250 microsegundos, hay que situar los dos conmutadores A y B en la posición 2 = 10 microsegundos, situando luego los conmutadores Mark y Space en un factor de multiplicación 25, ya que 10 x 25 = 250.

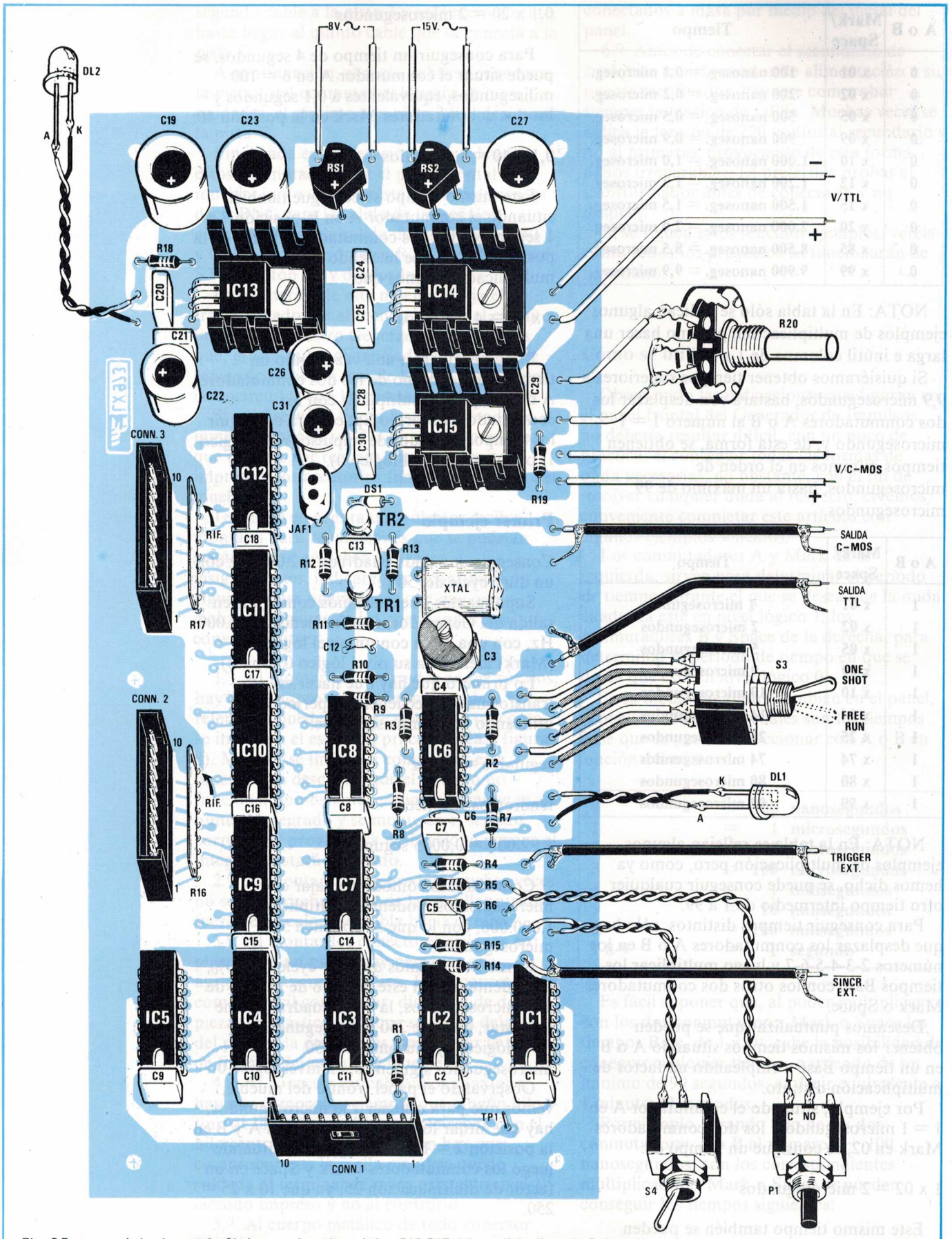
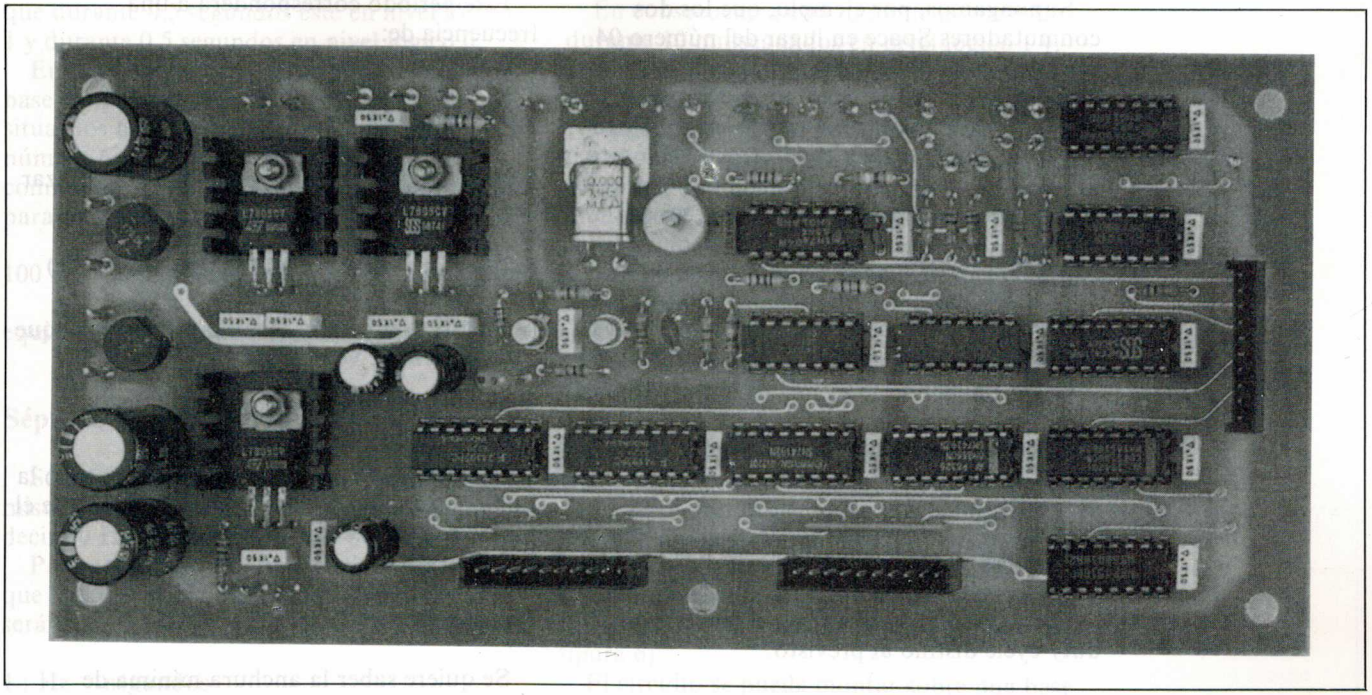


Fig. 8 Esquema práctico de montaje. Obsérvese en las redes resistivas R16-R17 el "punto" de referencia. En los cables marcados como V/TTL y V/C-Mos se encuentran las tensiones para alimentar circuitos externos TTL o C/Mos, por lo que se enlazan a los conectores de salida situados bajo el mando del potenciómetro R20 (véase fotografía del panel al comienzo del artículo).



Segundo ejemplo

Obtener una frecuencia de 1.000 Hz con un duty-cycle del 20%.

De forma similar a lo que ya hemos dicho, la primera operación que hay que hacer es convertir la frecuencia en periodo:

1 : 1.000 = 0,001 segundos

Por lo general, resulta más cómodo convertir los segundos en microsegundos o en milisegundos utilizando estas sencillas fórmulas:

segundos x 1.000 = milisegundos
segundos x 1.000.000 = microsegundos

También para el conmutador B conviene elegir el mismo tiempo Base, por lo que se sitúa en el número 3 = 100 microsegundos, mientras que los dos conmutadores Space se sitúan en 08 para conseguir:

100 x 8 = 800 microsegundos

También se podría escoger como tiempo Base 10 microsegundos (situando A y B en 2) y luego, multiplicar por 80, ya que el resultado no cambiaría.

Tercer ejemplo

Obtener una frecuencia de 2,5 MHz con un duty-cycle del 75%.

En primer lugar hay que averiguar el periodo de esta frecuencia, por medio de la fórmula:

1 : MHZ = microsegundos

es decir:

1 : 2,5 = 0,4 microsegundos

Como en el panel partimos con un valor Base mínimo de 1 microsegundo, conviene convertir este tiempo en nanosegundos multiplicando por 1.000, con lo que tenemos que:

0,4 x 1.000 = 400 nanosegundos

En este periodo de tiempo deseamos que la onda cuadrada permanezca el 75% en nivel lógico 1 y el 25% en nivel lógico 0, es decir:

400 : 100 x 75 = 300 nanoseg. (75%)
400 : 100 x 25 = 100 nanoseg. (25%)

Tomando como tiempo Base los 100 nanosegundos no hay más que colocar el conmutador A en la posición 0 = 100 nanosegundos y los dos conmutadores Mark en la posición 03, con lo que tendremos:

100 x 3 = 300 nanosegundos

Para la pausa se sitúa el conmutador B en la posición 0 = 100 nanosegundos y los dos conmutadores Space en la posición 01, es decir:

100 x 1 = 100 nanosegundos

Como se puede ver, el empleo de este aparato no es nada complicado.

Si colocamos el multiplicador Space en un número incorrecto, sólo modificamos la frecuencia.

Supongamos, por ejemplo, que los dos conmutadores Space en lugar del número 04 se sitúan en el número 01; en este caso tendremos una onda cuadrada que durante 300 nanosegundos permanece en nivel lógico 1 y durante 400 nanosegundos en nivel lógico 0.

En total tendremos un periodo igual a:

300 + 400 = 700 nanosegundos

Para averiguar a qué frecuencia corresponde este periodo, podemos utilizar la fórmula siguiente:

1.000 : nanosegundos = MHz

es decir:

1.000 : 700 = 1,42857 MHz

Como es lógico, en este caso tendremos un duty-cycle distino al previsto.

Cuarto ejemplo

Colocando al azar los dos conmutadores A-B, el Mark y el Space, queremos averiguar la frecuencia conseguida en salida del Generador y también su correspondiente relación duty-cycle.

Supongamos que los dos conmutadores A y B se sitúan en números al azar de 0 a 7, habiendo elegido con los dos conmutadores Mark y Space un factor de multiplicación también al azar.

Por ejemplo:

A en 4 = 1 milisegundo
B en 3 = 100 microsegundos

Mark en 03
Space en 50

En primer lugar hay que multiplicar los tiempos de Base por el factor de multiplicación:

Mark = 1 x 3 = 3 milisegundos
Space = 100 x 50 = 5.000 microsegundos

En segundo lugar hay que convertir los tiempos o en milisegundos o en microsegundos.

Para más comodidad convertiremos los microsegundos en milisegundos dividiendo por 1.000:

5.000 : 1.000 = 5 milisegundos

Sumando los dos tiempos conseguimos el tiempo total del periodo que será de:

5 + 3 = 8 milisegundos

Este periodo corresponderá a una frecuencia de:

1.000 : milisegundos = Hz
1.000 : 8 = 125 Hz

Para averiguar el duty-cycle podemos utilizar la fórmula sigueinte:

duty-cycle = Mark x 100 : (Mark + Space)

Sustituyendo en la fórmula los tiempos que ya conocemos, vemos que:

3 x 100 : (3 + 5) = 37,5%

Es decir que durante el 37,5% del tiempo la onda permanece en nivel lógico 1 y durante el 62,5% restante, en nivel lógico 0.

Quinto ejemplo

Se quiere saber la anchura mínima de impulso que puede aceptar en entrada un integrado digital.

Muchos impulsos tipo Reset-Start-Counter-Memory no deben ser demasiado estrechos (tanto en nivel lógico 1 como 0) para que puedan ser aceptados por las entradas de los integrados.

Con este Generador se puede determinar cuál debe ser la anchura mínima para un integrado TTL - C/Mos - ECL, etc.

En caso de impulso positivo conviene elegir como tempo de pausa (es decir de Space) un tiempo largo, por ejemplo 2 segundos e ir restringiendo de forma manual la anchura del impulso positivo accionando A y Mark.

Lo primero que hay que hacer es situar el conmutador B en el número 7 = 1 segundo y los dos conmutadores Space en el número 02.

Para probar con tiempos de 10 a 990 microsegundos hay que situar el conmutador A en la posición 2 = 10 microsegundos y luego jugar con el factor de multiplicación por medio de los dos conmutadores Mark partiendo del número 99 y bajando poco a poco hasta el número 01.

En cambio, para probar con tiempos de 1 a 99 microsegundos, hay que situar el conmutador A en la posición 1 = 1 microsegundos y, si queremos tiempos inferiores, desplazarlo al número 0 = 100 nanosegundos.

Sexto ejemplo

Se pretende conseguir 1 impulso por segundo con un duty-cycle del 50% para comprobar una etapa contador para relojes digitales.

Esta solución es bastante sencilla porque se trata de dividir el tiempo de 1 segundo, para

que durante 0,5 segundos esté en nivel lógico 1 y durante 0,5 segundos en nivel lógico 0.

En tales casos, hay que elegir como tiempo base los 100 milisegundos, por lo que hay que situar los dos conmutadores A y B en el número 6 = 100 milisegundos y los dos conmutadores Mark y Space en el número 05 para conseguir un tiempo de:

100 x 5 = 500 milisegundos

equivalentes a 0,5 segundos

Séptimo ejemplo

Se desea conseguir una onda cuadrada de la misma frecuencia de las tensiones de red, es decir 50 Hz con un duty-cycle del 50%.

Para conseguir esta frecuencia, lo primero que hay que hacer es calcular el periodo, que será de:

1 : Hz = segundos
1 : 50 = 0,02 segundos

Puesto que en el panel del Generador, como tiempos inferiores al segundo tenemos los milisegundos, los convertiremos a esta unidad multiplicándolos por 1.000:

0,02 x 1.000 = 20 milisegundos

En consecuencia esta onda tiene que estar durante 10 milisegundos en nivel lógico 1 y, durante los 10 milisegundos siguientes, en nivel lógico 0.

Llegados a este punto podremos elegir tanto para A como para B un tiempo Base de 10 milisegundos (número 5), empleando como multiplicador 1, es decir situando los conmutadores Mark y Space en el número 01.

También se puede elegir como tiempo Base 1 milisegundo (número 4), multiplicándolo por 10.

Octavo ejemplo

Se quiere usar el Generador como temporizador, para mantener excitado un relé en tiempos variables entre 0,1 segundos y 99 segundos, pulsando un botón.

Para conseguir esta función, hay que enlazar a la salida TTL o a la salida C/Mos un transistor para accionar un relé (véase la figura 6).

El circuito se puede montar sobre una base multiperforada escogiendo un relé dimensionado en función de la alimentación elegida.

Si para alimentar la tarjeta relé se utiliza un alimentador externo, las dos masas (la de la tarjeta y la del generador de impulsos) se conectan juntas.

Suponiendo que se desee excitar el relé

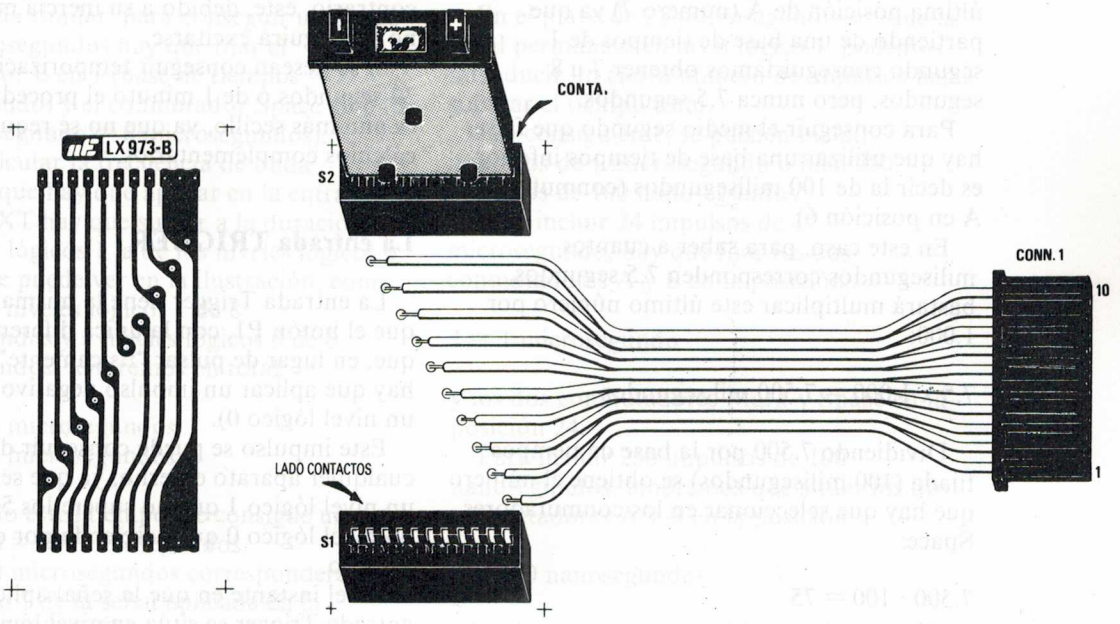


Fig. 9 **En el circuito impreso LX.973/B se fijan los dos zócalos necesarios para encajar los dos conmutadores decimales S1-S2, para que el lado con CONTACTOS quede orientado hacia arriba, tal como se observa en el dibujo. Si los dos zócalos se montan en sentido contrario, no se establece el contacto necesario entre las pistas de cobre de los dos conmutadores y los contactos.**

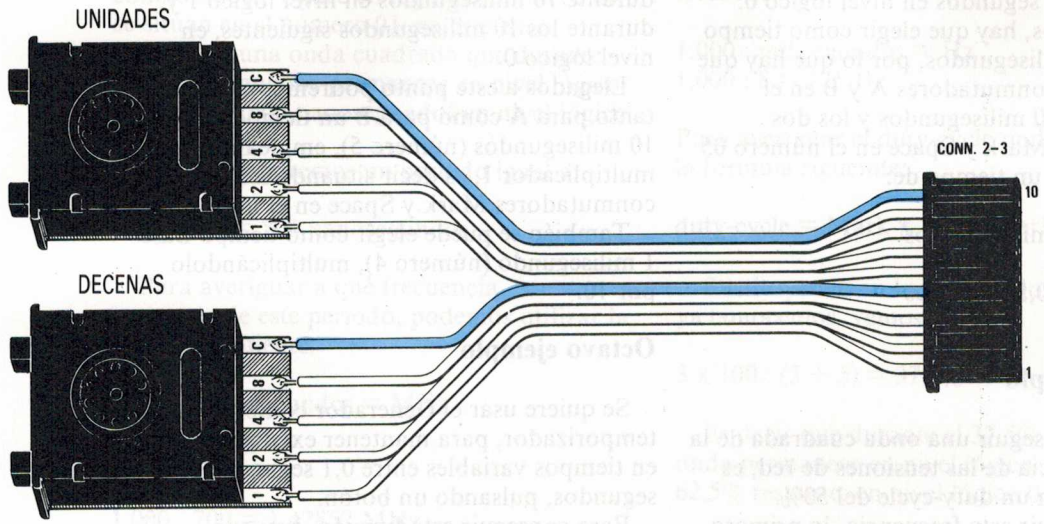


Fig. 10 **En cuanto a los conmutadores binarios S5-S6 y S7-S8 se procederá a conectar con 10 hilos los conectores CONN2 y CONN3 a las pistas de cobre señaladas 1-2-4-8-C. Atención a no invertir los hilos en el conmutador, porque el conector se inserta en el zócalo en un sólo sentido. En los extremos del conector y del zócalo hemos puesto como referencia los números 1 y 10.**

durante 7,5 segundos, lo primero que hay que hacer es cambiar el interruptor S3 de la posición FREE RUN a la posición ONE SHOT.

Porteriormente hay que fijar en el conmutador digital S1 (A) y en los conmutadores Mark (el Space no se utiliza), los datos necesarios para conseguir un impulso con una duración de 7,5 segundos.

Es fácil suponer que no se puede utilizar la última posición de A (número 7) ya que partiendo de una base de tiempos de 1 segundo conseguiríamos obtener 7 u 8 segundos, pero nunca 7,5 segundos.

Para conseguir el medio segundo que falta, hay que utilizar una base de tiempos inferior, es decir la de 100 milisegundos (conmutador A en posición 6).

En este caso, para saber a cuantos milisegundos corresponden 7,5 segundos, bastará multiplicar este último número por 1.000:

7,5 x 1.000 = 7.500 milisegundos

Dividiendo 7.500 por la base de tiempos fijada (100 milisegundos) se obtiene el número que hay que seleccionar en los conmutadores Space:

7.500 : 100 = 75

Resumiendo, hay que situar:

Conmutador A en 6
Conmutador Mark en 75
Interruptor S3 en ONE SHOT

Ahora, tras haber enlazado el pequeño circuito con el relé, sólo hay que pulsar P1.

En la salida TTL o C/Mos aparece un nivel lógico 1 que se mantiene durante 7,5 segundos, volviendo después a 0.

Pulsando de nuevo el botón P1 se consigue otro impulso de 7,5 segundos y así sucesivamente.

El impulso mínimo que aconsejamos emplear para excitar el relé es de aproximadamente 0,1 segundos; de lo contrario, éste, debido a su inercia mecánica, no conseguirá excitarse.

Si se desean conseguir temporizaciones de 30 segundos o de 1 minuto el procediemiento es aún más secillo, ya que no se requieren cálculos complementarios.

La entrada TRIGGER

La entrada Trigger tiene la misma función que el botón P1, con la única diferencia de que, en lugar de pulsar "fisicamente" el botón, hay que aplicar un impulso negativo (es decir un nivel lógico 0).

Este impulso se puede conseguir de cualquier aparato externo, ya que se requiere un nivel lógico 1 que no supere los 5 voltios y un nivel lógico 0 que descienda por debajo de 1 voltio.

En el instante en que la señal aplicada en la entrada Trigger se sitúa en nivel lógico 0, en las salidas C/Mos y TTL se presenta un nivel lógico 1 (vease el ejemplo número 8).

La entrada SINCR.EXT.

La entrada de sincronismo externo se utiliza cuando se desea conseguir "paquetes" de impulsos, como se observa en la figura 11.

Para conseguir estos paquetes (burst) es necesario aplicar una frecuencia de onda cuadrada (a nivel TTL) en la entrada SINCR.EXT.

Durante todo el tiempo en que la onda cuadrada esté en nivel lógico 0, en la salida habrá el mismo nivel, mientras que durante todo el tiempo en que la onda cuadrada esté en nivel lógico 1, en salida se presentarán impulsos que podremos programar accionando los dos conmutadores A y B, Mark y Space.

Noveno ejemplo

Se quiere conseguir en salida paquetes formados por 4 impulsos, cuyo "nivel lógico 1" dure 8 microsegundos y el "nivel lógico 0" 6 microsegundos.

Lo primero que hay que hacer es calcular la posición en que se deben fijar los dos conmutadores Mark y Space para conseguir los tiempos deseados, así como la frecuencia de onda cuadrada que hay que aplicar en la entrada SINCR.EXT.

Para conseguir un Mark de 8 microsegundos hay que fijar el conmutador A en 1 (base de tiempos = 1 microsegundo) y el conmutador Mark en 8 (8 x 1 microsegundo = 8 microsegundos).

De forma similar, para conseguir un Space de 6 microsegundos hay que fijar el conmutador B en 1 (base de tiempos = 1 microsegundo) y el conmutador Space en 6 (6 x 1 microsegundo = 6 microsegundos).

Para calcular la frecuencia de onda cuadrada que hay que aplicar en la entrada SINCR.EXT hay que sumar a la duración de los niveles lógicos 1 la de los niveles lógicos 0.

Como se puede ver en la ilustración, como tenemos 4 niveles lógicos 1 de 8 microsegundos y 3 niveles lógicos 0 de 6 microsegundos, tendremos en total:

4 x 8 = 32 microsegundos
3 x 6 = 18 microsegundos

Sumando estos tiempos se consigue un total de 32 + 18 = 50 microsegundos.

Estos 50 microsegundos corresponderán al nivel lógico 1 de la señal aplicada en la entrada SINCR.EXT. por tanto, si se desea una pausa idéntica de 50 microsegundos (nivel lógico 0), la duración total de la onda cuadrada en entrada tendrá que ser de: 50 microsegundos + 50 microsegundos = 100 microsegundos, que corresponden a una frecuencia de:

1 : 100 microsegundos = 10.000 Hz

En consecuencia, la frecuencia de la onda cuadrada que se aplica en la entrada SINCR.EXT. tendrá que ser de 10.000 Hz, con un duty-cycle del 50%.

Décimo ejemplo

Determinar cuántos impulsos se pueden incluir en un paquete, aplicando en la entrada SINCR.EXT. una señal de onda cuadrada de 20.000 Hz con un duty-cycle = 50%.

En primer lugar, hay que calcular el periodo de una onda de 20.000 Hz realizando esta sencilla operación:

1 : 20.000 = 0,00005 segundos

Para facilitar los cálculos se multiplica por 1.000.000 el resultado para convertir los segundos en microsegundos:

0,00005 x 1.000.000 = 50 microsegundos

Como el duty-cycle es del 50%, la señal permanecerá durante 25 microsegundos en nivel lógico 1 y durante otros 25 microsegundos en nivel lógico 0.

En el plazo de 25 microsegundos en que la señal permanece en nivel lógico 1, podemos introducir un cierto número de impulsos hasta superar el tiempo total.

Por consiguiente, se pueden incluir impulsos de 1 microsegundo o bien 250 impulsos de 100 nanosegundos.

Para incluir 24 impulsos de 1 microsegundo, hay que fijar los dos conmutadores A y B en la posición:

1 = 1 microsegundo

y los dos conmutadores Mark y Space en la posición 24.

Para incluir 250 impulsos de 100 nanosegundos, tendremos que situar los dos conmutadores A y B en la posición:

0 = 100 nanosegundos

y los dos conmutadores Mark y Space en la posición 1.

De esta forma, se consigue un total de:

250 x 100 = 25.000 = nanosegundos

que, en la práctica, equivalen a 25 microsegundos.

Puntualizaremos que los impulsos incluidos están formados por la mitad de impulsos positivos y la mitad de impulsos negativos; por lo tanto en el primer ejemplo citado, contaremos 12 impulsos positivos y 12 impulsos negativos, en el segundo ejemplo, 125 impulsos positivos.

Nota final

Al recoger de este Generador la señal en nivel lógico C/Mos, aconsejamos enlazar en serie con el conector de SALIDA una resistencia de 100 ohmios para impedir que "salte" el transistor TR2 en caso de que, involuntariamente, se provocara un cortocircuito con el terminal de masa, o en el caso de que ya hubiera un cortocircuito en la placa que se va a comprobar.

Si se produjera un cortocircuito, se observaría de inmediato porque esta resistencia se recalentaría.

En tales casos, conviene desconectar de inmediato la salida y corregir el cortocircuito.

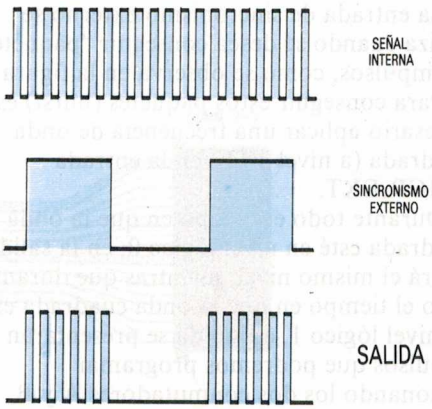
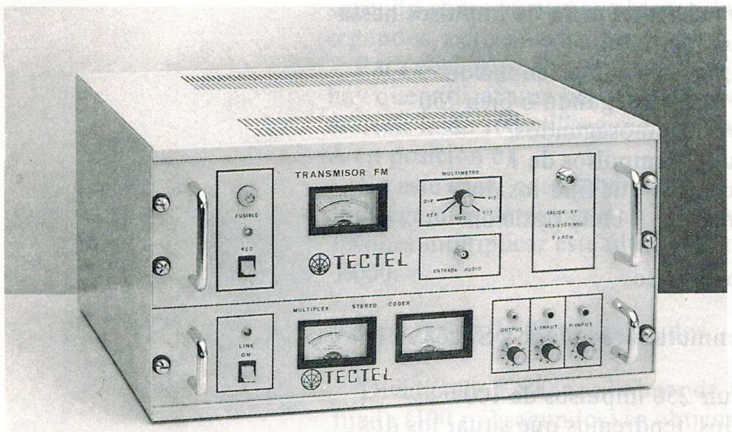


Fig. 11 **Para obtener en la salida una señal BURST como la que aparece en esta figura, se procederá a aplicar en la entrada SINCR.EXT una señal de onda cuadrada. Con los conmutadores S1-S5-S6 y S2-S7-S8 se podrá programar siempre la señal de salida.**

TECTEL



TRANSMISOR FM 80W ESTEREO

RADIODIFUSION

GAMA COMPLETA DE PRODUCTOS PARA RADIO MUNICIPAL Y LOCAL:
- EXCITADORES DE 20W Y 80W.
- CODIFICADORES ESTEREOFONICOS.
- AMPLIFICADORES DE 300W Y 1000W.
- RADIOENLACES DE 830 A 860 MHz DE 6W.
- SISTEMAS RADIANTES.

TELEVISION LOCAL

- TRANSMISORES DE 1W Y 5W.
- RADIOENLACES DE 1,6 A 2 GHz.
- PANELES DE BANDA ANCHA.

MAS DE 10 AÑOS AL SERVICIO DEL SECTOR NOS AVALAN

TECTEL

Llacuna, 162-166
08018 BARCELONA

Tel.: (93) 401 97 08
Fax: (93) 300.90.15
Telex: 97619 BARAC

INDUCTAMETRO DI

No es fácil encontrar en el mercado un instrumento que mida, con toda precisión, la inductancia de una bobina que tenga pocas espiras, como se requiere para la AF, o con centenares de espiras, como se requiere en BF o en filtros Cross-Over.

El instrumento digital que ahora os proponemos, permite medir cualquier inductancia, partiendo de un mínimo de 0,01 microhenrios hasta un máximo de 20 milihenrios.

En el subtítulo hemos dicho que no es fácil encontrar en el mercado un medidor de inductancias de precisión, por la única razón de que todos los compradores quieren que este instrumento pueda medir bobinas de aire formadas incluso por una única espira, o bobinas en U y todos los tipos de bobinas de AF, así como bobinas formadas por centenares de espiras, como se requiere en los filtros Cross-Over, o bien con núcleo de ferrita, como todas las impedancias de BF.

Si no tenéis problemas para gastaros unos "miles", podréis encontrar aparatos de este tipo; pero si deseáis gastar una cantidad razonable, tendréis que conformaros con un instrumento con no mucha precisión, especialmente en el caso de las bobinas que tengan una inductancia inferior a 10-20 microhenrios.

Como es lógico, nos referimos a los instrumentos digitales y no a los analógicos de puente.

También nosotros hemos utilizado en el taller, durante mucho tiempo, los instrumentos de puente, hasta que nuestros técnicos decidieron utilizar medidores de inductancia digitales, de gran precisión, para sustituir a los que teníamos.

Para conseguir un instrumento exacto, los técnicos decidieron de inmediato recurrir al empleo de un microprocesador, es decir de un sencillo ordenador capaz de desempeñar esta función específica.

Esta solución, aunque sabemos que no agrada a muchos de nuestros lectores, es la única que permite conseguir un instrumento de laboratorio fiable y, lo más importante, de gran precisión.

Si seguís leyendo nuestro artículo, os será fácil entender la razón de esta elección.

Para medir la inductancia de una bobina, dejando de lado la solución del puente, podíamos proceder de dos formas:

1.- Aplicar a la bobina una frecuencia conocida y medir su reactancia.

2.- Aplicar la bobina en una etapa osciladora y medir su frecuencia.

La primera de las opciones se basa en la característica que ofrece cualquier bobina, es decir una cierta "resistencia ohmica" al paso de una frecuencia, de acuerdo con la fórmula:

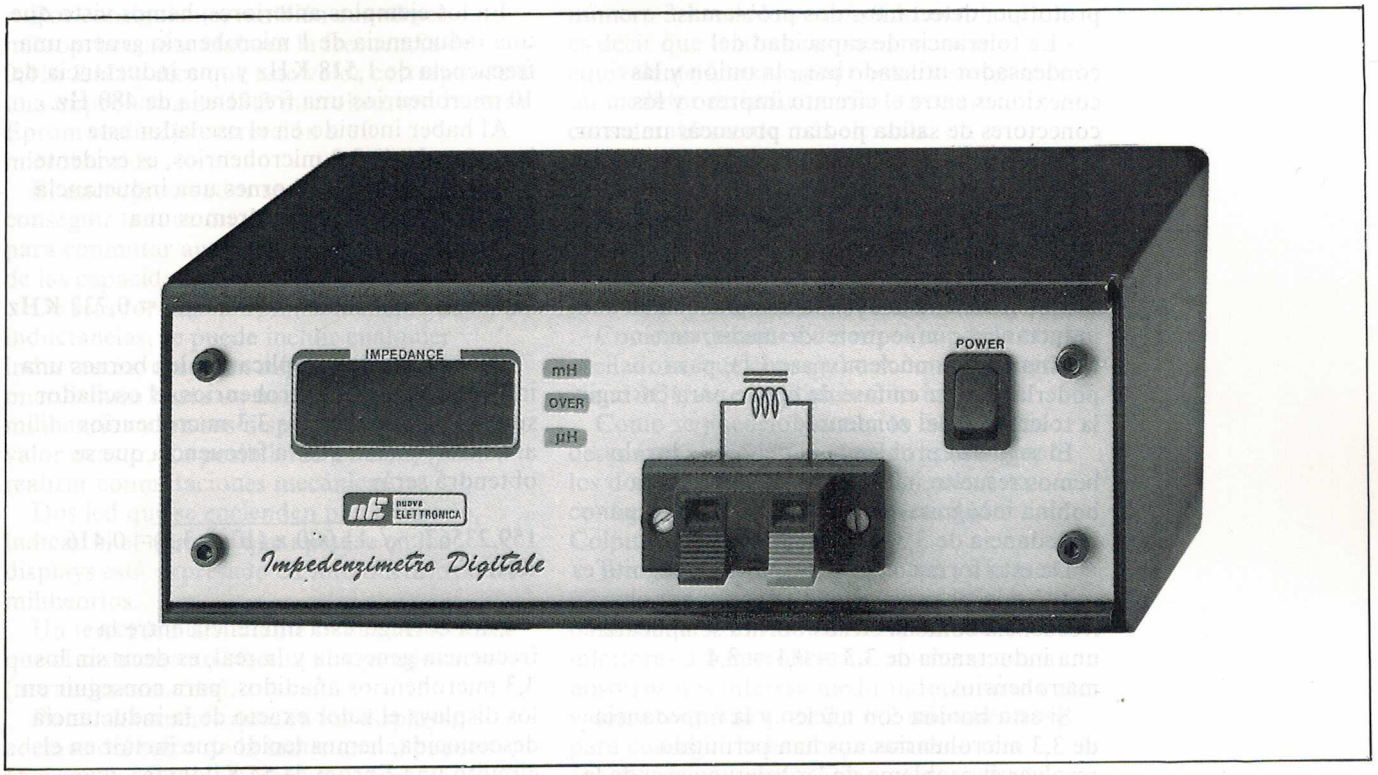
$$XL = 6{,}28 \times MHz \times microhenrios$$

Utilizando una frecuencia de referencia de 1 MHz y midiendo una inductancia de 1 microhenrio, obtenemos un valor XL de:

$$6{,}28 \times 1 \times 1 = 6{,}28 \text{ ohmios}$$

Al aumentar el valor de la inductancia, por ejemplo a 100 microhenrios, tenemos que:

GITAL DE PRECISION



6,28 x 1 x 100 = 628 ohmios

Si pasamos a 1.000 microhenrios, equivalentes a 1 milihenrio, tenemos:

6,28 x 1 x 1.000 = 6.280 ohmios

Como es lógico, si variamos la frecuencia, variará también el valor de la reactancia XL, así que si utilizamos una frecuencia de referencia de 0,5 MHz, en lugar de 1 MHz, obtendremos los valores siguientes:

6,28 x 0,5 x 1 = 3,14 ohmios
6,28 x 0,5 x 10 = 31,4 ohmios
6,28 x 0,5 x 100 = 314 ohmios
6,28 x 0,5 x 1.000 = 3.140 ohmios

Ahora, sabiendo el valor exacto de la frecuencia de referencia y el valor de reactancia obtenido, sólo queda convertir estos ohmios en un valor correspondiente en microhenrios o milihenrios, de acuerdo con la fórmula:

microhenrios = XL : (6,28 x MHz)

La segunda solución, más sencilla y exacta, consiste en calular el valor de inductancia realizando un oscilador con la bobina incógnita y una capacidad conocida y leyendo la frecuencia, con un frecuencímetro digital.

Conociendo la frecuencia se puede calcular el valor de la inductancia con la fórmula:

microhenrios = ((159,23567 : KHz) x (159,23567 : MHz)) : pF

A título de curiosidad, publicamos también la fórmula inversa, que sirve para determinar la frecuencia de oscilación si se sabe el valor de la inductancia y de la capacidad conectada en paralelo:

$$KHz = 159{,}23567 : \sqrt{(pF \times microhenrios)}$$

NOTA: el número 159,23567 es un número fijo utilizado para simplificar la fórmula y que se ha obtenido de 1.000 : 6,28.

Utilizando, por ejemplo, una capaciad fija de 11.000 pF, con una inductancia de 1 microhenrio en paralelo, obtendremos una frecuencia de:

$$159{,}23567 : \sqrt{11.000 \times 1} = 1{,}518\ KHz$$

equivalentes a 480 Hz.

Como la solución de hacer oscilar una bobina para poder obtener una frecuencia nos permitía conseguir mediciones muy exactas, en especial con valores bajos en microhenrios, la hemos elegido para nuestro medidor de inductancias.

Llegados a este punto, podríais objetar que es muy costoso utilizar un frecuencímetro

digital para leer la frecuencia generada y que también es muy incómodo realizar operaciones matemáticas para averiguar el valor en microhenrios o milihenrios.

Tras haber proyectado y realizado el prototipo, detectamos dos problemas:

- La tolerancia de capacidad del condensador utilizado para la unión y las conexiones entre el circuito impreso y los conectores de salida podían provocar un error de la lectura.
- El oscilador tenía problemas para oscilar con inductancias de valor inferior a los 2 microhenrios.

El primer problema, de la tolerancia, lo hemos resuelto incluyendo en serie con la inductancia que se pretende medir, una bobina con un núcleo (véase L1), para poderla regular en fase de ajuste para corregir la tolerancia del condensador.

El segundo problema, el del oscilador, lo hemos resuelto incluyendo en serie con la bobina incógnita, otra inductancia con una impedancia de 3,3 microhenrios.

De esta forma, si la impedancia incógnita es de 0,1 microhenrio, el oscilador genera una frecuencia como si en sus bornes se aplicara una inductancia de 3,3 = 0,1 = 3,4 microhenrios.

Si esta bobina con núcleo y la impedancia de 3,3 microhenrios nos han permitido resolver el problema de las tolerancias y de la inestabildad del oscilador, también nos han complicado considerablemente la conversión matemática por medio del microprocesador, de frecuencia en microhenrios o milihenrios, ya que el "peso" no es proporcional al valor de la inductancia incógnita.

En los ejemplos anteriores, hemos visto que una inductancia de 1 microhenrio genera una frecuencia de 1,518 KHz y una inductancia de 10 microhenrios una frecuencia de 480 Hz.

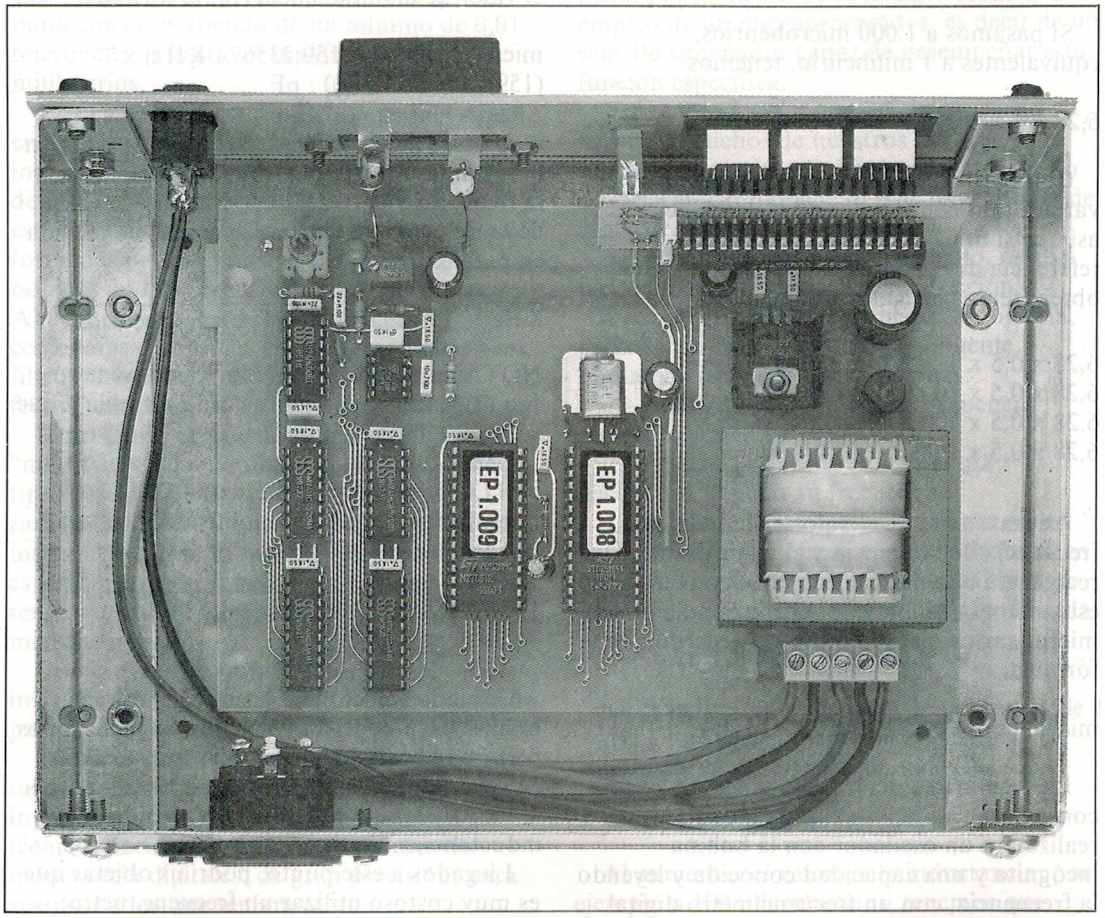
Al haber incluido en el oscilador esta impedancia de 3,3 microhenrios, es evidente que al aplicar en los bornes una inductancia de 1 microhenrio, obtendremos una frecuencia distinta:

$$159{,}23567 : \sqrt{11.000 \times (1 + 3{,}3)} = 0{,}732 \text{ KHz}$$

De esta forma, al aplicar en los bornes una impedancia de 10 microhenrios, el oscilador sumará a este valor los 3,3 microhenrios añadidos, por lo que la frecuencia que se obtendrá será:

$$159{,}23567 : \sqrt{11.000 \times (10 + 3{,}3)} = 0{,}416 \text{ KHz}$$

Para corregir esta diferencia entre la frecuencia generada y la real, es decir sin los 3,3 microhenrios añadidos, para conseguir en los displays el valor exacto de la inductancia desconocida, hemos tenido que incluir en el circuito una Eprom de 64 Kilobytes, que contiene todos los coeficientes de corrección,



Una vez fijado en el plano del mueble el circuito impreso de base con los cuatros distanciadores autoadhesivos incluidos en el kit, automáticamente los tres displays y los tres diodos led quedan situados en la ventana existente en el panel frontal. En el panel trasero hay una toma macho para el cordón de red de 220 voltios.

es decir que, cuando el microprocesador diga que la frecuencia de 0,732 KHz corresponde a 4,3 microhenrios, la Eprom restará 3,3 por lo que, en los displays aparecerá exactamente 1 microhenrio.

Por consiguiente, también cuando el microprocesador elabora la frecuencia de 0,416 KHz y dice que este valor corresponde a una impedancia de 13,3 microhenrios, nuestra Eprom realiza la corrección a 10 microhenrios.

El microprocesador se emplea también para conseguir la función autorranging, es decir para conmutar automáticamente las escalas de las capacidades.

De esta forma, en nuestro medidor de inductancias, se puede incluir cualquier inductancia, desde un mínimo de 0,01 microhenrio hasta un máximo de 20 milihenrios y, en sus displays, se puede leer el valor exacto, sin posibilidad de error y sin realizar conmutaciones mecánicas.

Dos led que se encienden por separado, indican si el número que aparece en los displays está expresado en microhenrios o en milihenrios.

Un tercer led destellante indica las lecturas que el instrumento efectua al segundo (normalmente, tres).

Puntualizaremos que, en los displays, además del valor de la inductancia, pueden aparecer las siguientes letras:

L : cuando no hay conectada una inductancia en los bornes.
OFL. cuando la inductancia tiene un valor superior a 20 milihenrios.
UFL : si la puerta del gate supera el tiempo máximo.

Como en los displays se pueden visualizar un máximo de 200 puntos, el autorranging ralizará, de forma automática, 5 conmutaciones de escala, tal como se indica a continuación.

Escala	Lectura máx.	Resolución
1	2,00 microH.	0,01 microH.
2	20,00 microH.	0,1 microH.
3	200,00 microH.	1,0 microH.
4	2,00 miliH.	10,0 miliH.
5	20,00 miliH.	100,00 miliH.

Como podréis observar, al conectar inductancias pequeñas si en los displays aparece, por ejemplo, el número 0,02, la última cifra de la derecha (0,02) no salta en un número +/—, como ocurre en casi todos los instrumentos digitales, es decir no pasa nunca a 0,01-0,02-0,03 sino que permanece bloqueada en el número 0,02, ya que la última cifra es significativa.

Vistas las escalas del autorranging, si el valor de la inductancia es superior a 1,99 microhenrios, el microprocesador conmuta la segunda escala, por lo que la inductancia es de 3,1 microhenrios, en los displays aparece el número 3,1 (resolución de 0,1 microhenrio), es decir que tendremos una precisión equivalente a la que podríamos conseguir con un medidor de inductancias de coste considerablemente más elevado.

Esquema eléctrico

El esquema eléctrico de este medidor de inductancias se refleja en la figura 1.

Comenzaremos su descripción por la etapa osciladora, que conseguimos con una puerta Nand IC1/A, conectada como inverter.

Como se puede observar, la inductancia desconocida "LX" se aplica en paralelo con los dos condensadores C1-C2 y, con esta configuración, se consigue un oscilador Colpitts clásico.

Teniendo en cuenta que, como ya hemos mencionado, este oscilador tiene dificultades para oscilar con valores de inductancia inferiores a 2 microhenrios, mientras que a nosotros nos interesa medir inductancias con valores muy bajos, de 0,1-0,2 microhenrios, para conseguirlo hemos recurrido a una solución muy simple: hemos conectado en serie con la "LX" una inductancia de 3,3 microhenrios (véase JAF1) y una segunda inductancia variable de 1 microhenrio aproximadamente (véase L1).

El valor añadido de estas dos inductancias, como ya hemos dicho, lo restan, en fase de lectura, el microprocesador y la Eprom.

La inductancia variable L1 sirve para compensar, en fase de ajuste, las tolerancias de los condensadores C1-C2 y las capacidades parásitas de las conexiones.

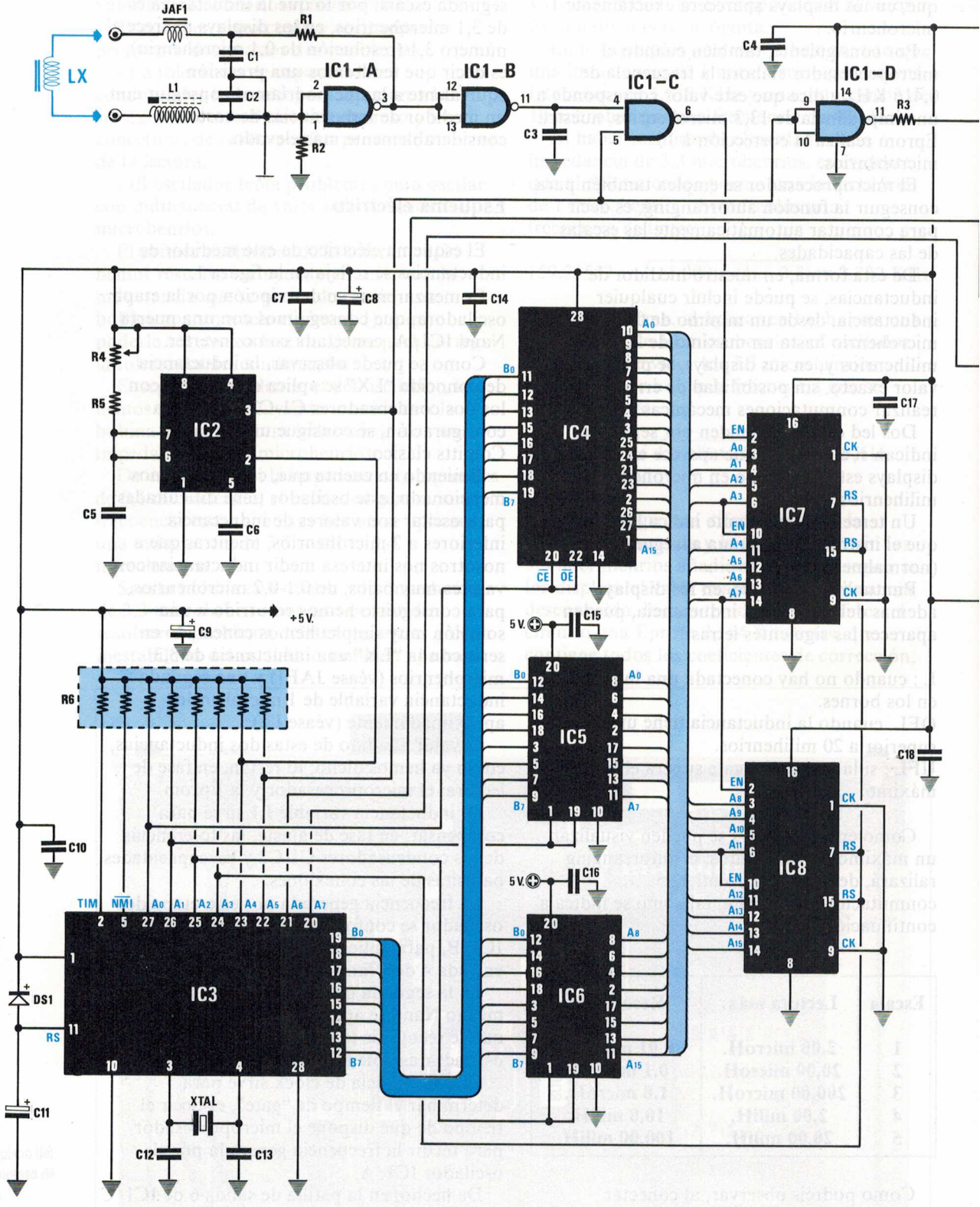
La frecuencia generada por esta etapa del oscilador se conforma con el segundo Nand, IC1/B, para aplicarla luego a la patilla de entrada 4 del Nand IC1/C.

En la segunda patilla de entrada 5 de este mismo Nand se aplica la frecuencia de clock, que se recoge de la patilla 3 de IC2, un clásico oscilador astable formado por el TS555CN.

Esta frecuencia de clock sirve para determinar el tiempo de "gate", es decir el tiempo de que dispone el microprocesador para medir la frecuencia generada por el oscilador IC1/A.

De hecho, en la patilla de salida 6 de IC1/C sólo está presente la frecuencia generada por el oscilador IC1/A cuando en la patilla 5 está presente el nivel lógico 1 proporcionado por el integrado IC2.

Como IC2 genera una frecuencia de clock de aproximadamente 1 Hz, el microprocesador controlará 3 veces por segundo el valor de la inductancia "LX".


JAF1
R1
C1
C2
L1
LX
IC1-A
IC1-B
IC1-C
IC1-D
C3
C4
R2
R3
C7
C8
C14
C17
R4
R5
IC2
C5
C6
IC4
IC7
+5 V.
C9
5 V.
C15
R6
IC5
C18
C10
C16
IC8
IC3
DS1
RS
C11
XTAL
C12
C13
IC6

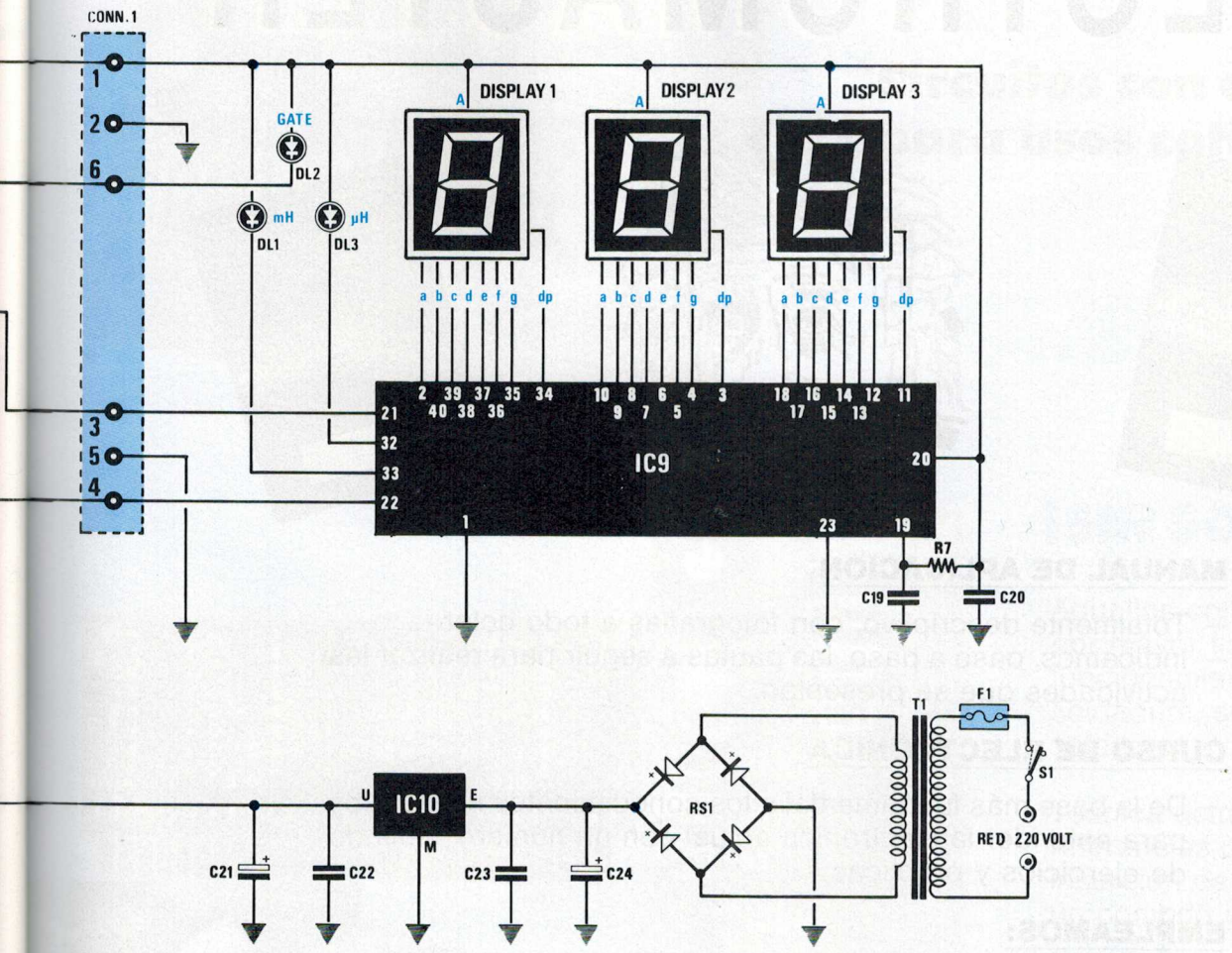


Fig. 1 Esquema eléctrico del medidor de inductancias digital. La bobina LX que se observa arriba a la derecha es la inductancia desconocida que se va a medir. NOTA: todos los componentes marcados con asterisco se montan en el circuito impreso del display, identificado como LX 1009.

COMPONENTES
LX1008/LX1009

R1 = 3.300 ohm 1/4 wat
R2 = 2,2 megaohm 1/4 wat
R3 = 220 ohm 1/4 wat
R4 = 50.000 ohm trimmer
R5 = 47.000 ohm 1/4 wat
R6 = 10.000 ohm red resistiva
* R7 = 8.200 ohm 1/4 wat
C1 = 22.000 pF poliéster
C2 = 22.000 pF poliéster
C3 = 22 pF disco
C4 = 100.000 pF poliéster
C5 = 1 mF poliéster
C6 = 10.000 pF poliéster
C7 = 100.000 pF poliéster
C8 = 47 mF elect 25 volt
C9 = 47 mF elect 25 volt
C10 = 100.000 pF poliéster
C11 = 1 mF elect 63 volt
C12 = 22 pF disco
C13 = 22 pF disco
C14 = 100.000 pF poliéster
C15 = 100.000 pF poliéster
C16 = 100.000 pF poliéster
C17 = 100.000 pF poliéster
C18 = 100.000 pF poliéster
* C19 = 1.000 pF poliéster
* C20 = 100.000 pF poliéster
C21 = 47 mF elect 25 volt
C22 = 100.000 pF poliéster
C23 = 100.000 pF poliéster
C24 = 1.000 mF elect 25 volt
JAF1 = inductancia 3,3 microH.
L1 = bobina mod.L1008
XTAL = cuarzo 4 MHz
DS1 = diodo 1N.4150
* DL1-DL3 = diodo led
* DISPLAY 1-3 = display BS-A502RD
RS1 = puente 100 volt 1 amper
IC1 = SN74HC00
IC2 = TS555CN
IC3 = EP1.008
IC4 = EP1.009
IC5 = SN74HC244
IC6 = SN74HC244
IC7 = SN74HC4520
IC8 = SN74HC4520
* IC9 = M5450
IC10 = uA7805
T1 = transform. 10 wat (n.TN01.29)
sec.9 volt 1 amper
F1 = fusible autorrecup. 140 mA
S1 = interruptor

La frecuencia generada por la inductancia "LX" tres veces por segundo se aplica a la patilla de entrada 2 de IC7, es decir del integrado 74CH4520 que contiene dos contadores de 4 bits que, conectados en serie (la salida del primer contador, patilla 10) permiten conseguir un contador de 8 bits.

La salida del último contador IC7 (véase patilla 14) está conectada a la patilla de entrada 2 de un segundo contador IC8, también un 74HC4520 que, a su vez, contiene dos contadores de 4 bits y, con estos dos integrados IC7-IC8 conseguimos, a nivel práctico, un contador de 16 bits.

Como la frecuencia de la inductancia "LX" se utiliza como frecuencia de clock para estos dos contadores, cuanto más reducido sea el valor en microhenrios de la bobina desconocida, mayor será la frecuencia de clock y, en consecuencia, mayor será también el número contado por los dos contadores IC7-IC8.

Mientras que, cuanto más grande sea el valor en microhenrios de la bobina desconocida, menor será la frecuencia de clock y, en consecuencia, también será menor el número contado por los dos contadores IC7-IC8.

Desde las patillas de salida de IC7-IC8 (patillas 3-4-5-6-10-11-12-13-14) este conteo sale en código binario que, partiendo del número 0 (valor de inductancia máximo), alcanza el número 65.535 (valor de inductancia mínimo).

Este código binario llega a las patillas 10-9-8-7-6-5-4-3-25-25-21-23-2-36-27-1 de la Eprom IC y constituye la dirección de entrada de la Eprom.

En función de la dirección aplicada en las patillas de entrada de esta Eprom, en las patillas contrarias marcadas 11-12-13-15-16-17-18-19 sale un dato de 8 bits recogido de una de las 65.535 celdas de memoria existentes en el interior de esta Eprom, que contiene todos los factores de corrección.

El mismo código binario que se aplica en la entrada de IC4, llega también a las entradas de los dos integrados IC5-IC6, es decir de los dos Buffer Tri-State.

Como se observará, las salidas de IC5-IC6 están conectadas en paralelo con las salidas de IC4 (NOTA: para simplificar el dibujo, en el esquema eléctrico no hemos dibujado los 8 cables que salen de los distintos integrados, sino que hemos reflejado una franja de color y marcado cada cable con las siglas de B0 a B7) y todos los datos presentes en estas salidas se vuelcan hacia las entradas del microprocesador, marcado IC3.

Este microprocesador es un ST63E15 de SGS/THOMSON, con una memoria de programa de 2 Kilobytes tipo Prom, una Ram de 64 bytes, un convertidor A/D de 8 bits, un Timer y 20 patillas de I/O (Entrada/Salida) que se gestionan desde el programa.

Por si ello no fuera suficiente, en su interior hay también una etapa de oscilador para su clock que requiere, como componentes externos, un único cuarzo (véase XTAL conectado entre las patillas 3-4), más un dispositivo llamado watchdog que restaura de forma automática la funcionalidad del programa, en caso de que se cometieran errores o de tropiezos motivados por interferencias externas.

A través de las señales de control que se recogen de las patillas 1-19 de IC5 y de IC6 y de las patillas 20-22 de IC4, el microprocesador IC3 recoge alternativamente los datos presentes en las salidas de la Eprom y de los dos Buffer.

En estos datos se incluyen todas las informaciones proporcionadas por la inductancia desconocida "LX" y sus correspondiente correcciones.

Una vez en poder de estos dos datos, el microprocesador los elabora y, de forma "serie", los transfiere (véase CONN.1) a las patillas 21-22 del integrado IC9, un MM.5450 que, tras decodificarlos, excita los tres displays aplicados en sus salidas.

El número, incluyendo el punto decimal que aparece en dichos displays, corresponde exactamente al valor real de la inductancia "LX".

El mismo integrado, a través de las patillas 32-33 se encarga de encender uno de los dos led DL1-DL3 para indicar que el valor leído se expresa en milihenrios (DL1) o en microhenrios (DL3).

El tercer diodo led, marcado como DL2 y accionado por la puerta Nand IC1/D señala, al centellear, el tiempo de gate.

Cuando el led DL2 aparece encendido, los dos contadores IC7-IC8 comprueban la frecuencia generada por la bobina desconocida, mientras que cuando está apagado, el microprocesador está efectuando todos los cálculos de conversión para visualizarlos en los tres displays.

A propósito del microprocesador S63E15 (véase IC3) y de la Eprom 27C512 (véase IC4), como se nos sirven programados para desarrollar las funciones requeridas por este medidor de inductancias, en sus cuerpos llevan una etiqueta con las siguientes siglas:

EP.1008 para montar en el zócalo IC3
EP.1009 para montar en el zócalo IC4.

Aclarado este punto, comprenderéis que no se pueden montar en los zócalos IC3 e IC4, integrados ST63E15 y 27C512 corrientes, ya que, estando "vírgenes", no desempeñarían función alguna.

Para alimentar todo el circuito se requiere una tensión estabilizada de 5 voltios, que se recogen del integrado IC10, es decir de un uA.7805 corriente.

Para terminar podemos decir que, con

todos los segmentos encendidos en los 3 displays, se produce un consumo aproximado de 150 miliamperios, en consecuencia, como pocas veces se dispone de valores de inductancia equivalentes a 8.8.8 microhenrios o milihenrios, es evidente que el consumo será menor.

Realización práctica

La realización práctica de este proyecto no ofrece dificultades y podemos aseguraros que, una vez finalizado el montaje, si no cometéis errores y si realizáis soldaduras perfectas en todos los componentes, este medidor de inductancia, al igual que todos los proyectos presentados en nuestra revista, funcionará de inmediato.

Para este montaje se requieren dos circuitos impresos de orificios metalizados, marcados como LX 1008 y LX 1009.

En el primer circuito impreso, LX 1008, se montan todos los componentes que se ven en la figura 3, comenzando, a ser posible, con los zócalos para los integrados.

Tras haber soldado todas las patillas, se pueden montar los dos conectores hembra de 6 contactos (véase parte inferior, bajo IC10) necesarios para enchufar el circuito impreso LX 1009.

Se puede pasar entonces a las resistencias y al trimmer multigiro R4.

En cuanto a la red resistiva R6, situada de lado respecto al integrado IC3, antes de

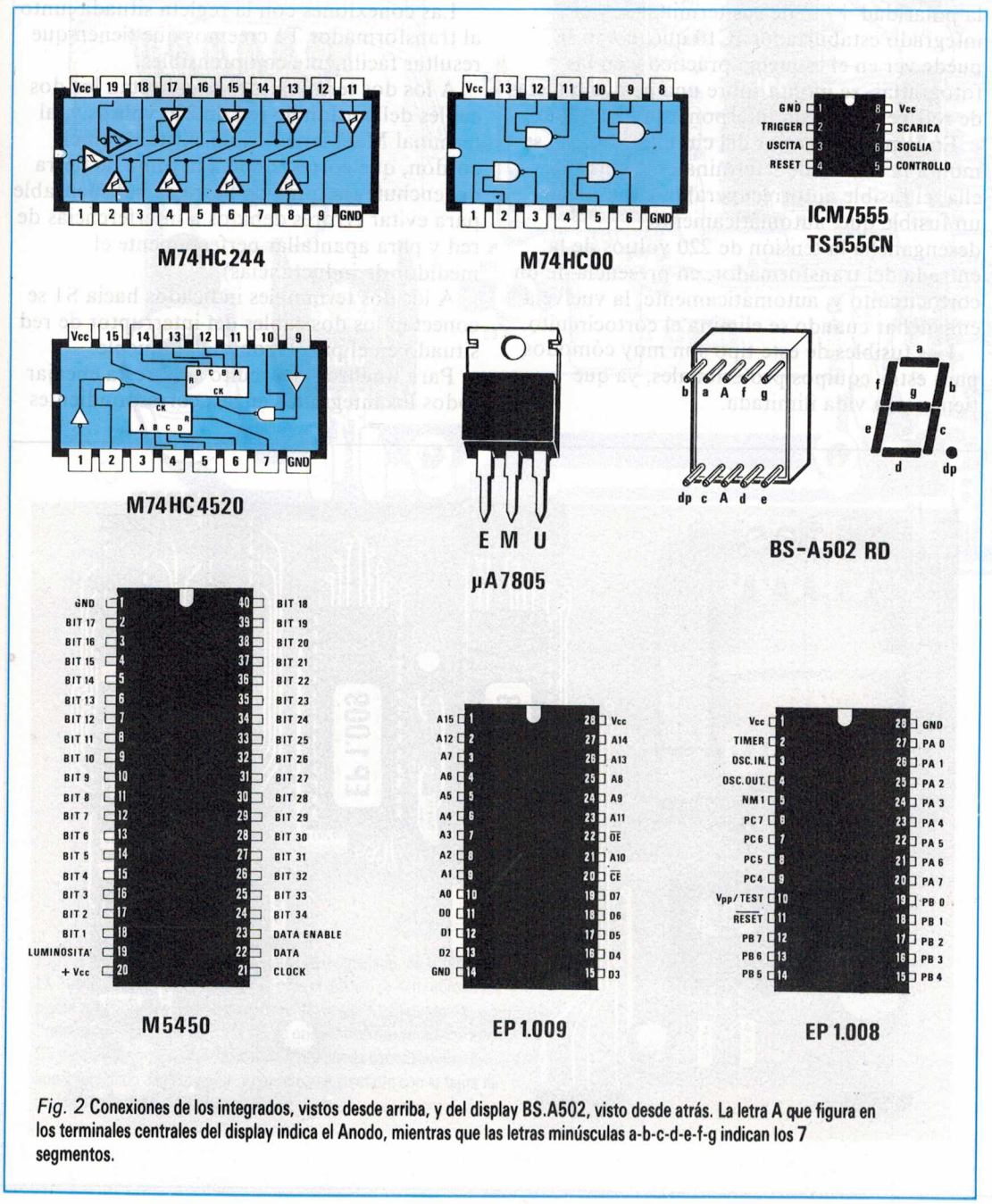


Fig. 2 Conexiones de los integrados, vistos desde arriba, y del display BS.A502, visto desde atrás. La letra A que figura en los terminales centrales del display indica el Anodo, mientras que las letras minúsculas a-b-c-d-e-f-g indican los 7 segmentos.

soldar los terminales, hay que comprobar que el punto de referencia impreso en su cuerpo, quede orientado hacia el condensador C9.

Luego, entre los dos integrados IC3-IC4 se monta el diodo de silicio DS1, con el lado de su cuerpo rodeado de una franja amarilla situado hacia el condensador C10.

El cuarzo de 4 MHz, situado junto a IC3, se coloca en posición horizontal, ya que su cuerpo metálico tiene que ir conectado eléctricamente a la pista de cobre situada debajo (pista de masa) por medio de una gota de estaño.

En la etapa de entrada, se puede montar la inductancia JAF1 de 3,3 microhenrios y la bobina con núcleo, marcada L1.

Ahora, en este circuito impreso, sólo falta la etapa de alimentación, por lo que hay que montar el puente rectificador RS1, respetando la polaridad +/— de sus terminales, y el integrado estabilizador IC10 que, como se puede ver en el esquema práctico y en las fotografías, se monta sobre una pequeña aleta de refrigeración, sin interponer mica aislante.

En la parte superior del circuito impreso se monta la regleta de 5 terminales y, cerca de ella, el fusible autorrecuperable F1, es decir un fusible que, automáticamente, desengancha la tensión de 220 voltios de la entrada del transformador, en presencia de un cortocircuito y, automáticamente, la vuelve a enganchar cuando se elimina el cortocircuito.

Los fusibles de este tipo son muy cómodos para estos equipos profesionales, ya que tienen una vida ilimitada.

Por último se monta el transformador de alimentación T1 que, como se puede observar, se fija directamente al circuito impreso; a este respecto, puntualizaremos qué no hay peligro de invertir el primario con el secundario, ya que los terminales, al estar desfasados, sólo se pueden encajar en el sentido correcto.

Una vez fijado el transformador, hay que sujetarlo de inmediato al circuito impreso utilizando la fajita de plástico incluida en el kit (véase la figura 3).

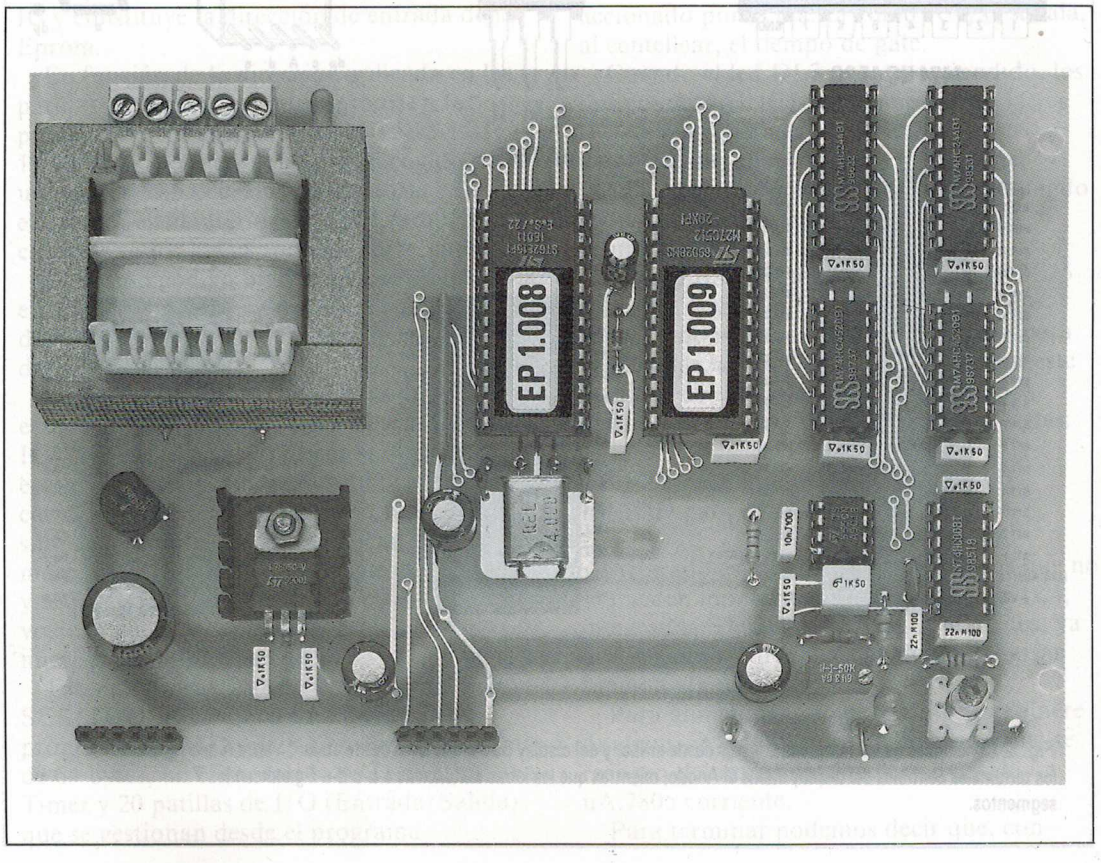
Esta fajita impide que los terminales del transformador corran el riesgo de romperse en caso de producirse caídas accidentales o golpes; en consecuencia, es absolutamente imprescindible si nos enviáis el circuito por correo, para control o reparación, teniendo en cuenta que no siempre los paquetes nos llegan en óptimas condiciones.

Las conexiones con la regleta situada junto al transformador T1 creemos que tienen que resultar fácilmente comprensibles.

A los dos terminales S se conectan los dos cables del cordón de red de 220 voltios y, al terminal M, el tercer cable existente en el cordón, que corresponde a la toma de tierra del enchufe (la toma de tierra es indispensable para evitar errores debidos a interferencias de red y para apantallar perfectamente el medidor de inductancias).

A los dos terminales indicados hacia S1 se conectan los dos cables del interruptor de red situado en el panel frontal del mueble.

Para finalizar el circuito sólo resta encajar todos los integrados en sus correspondientes



Una vez terminado el montaje, la tarjeta LX 1008 tiene el aspecto de esta fotografía. Obsérvese el integrado estabilizador IC10, montado en la pequeña aleta de refrigeración, y la bobina de ajuste L1.

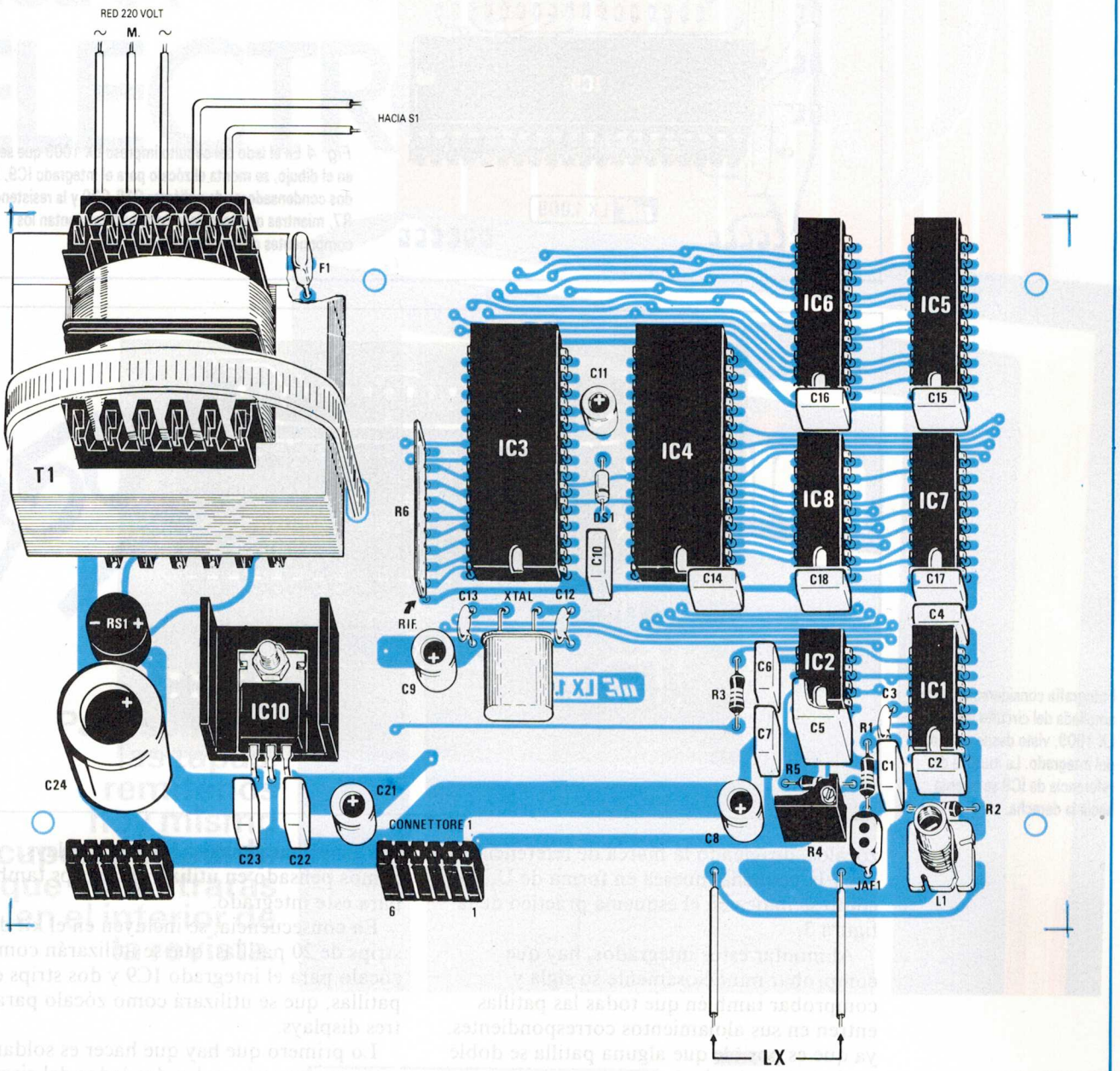


Fig. 3 Esquema práctico de montaje, muy detallado, de la tarjeta LX 1008. Para no hacer incomprensible el dibujo, se han retirado las pistas superiores del circuito impreso (véase fig. 4). El punto de "referencia" de la red resistiva R6 se orienta hacia el condensador C9 para evitar que el transformador T1 se pueda caer del circuito impreso debido a algún golpe, aconsejamos sujetarlo con la fajita de plástico incluida en el kit.

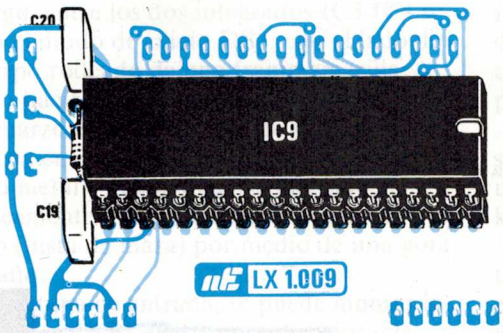
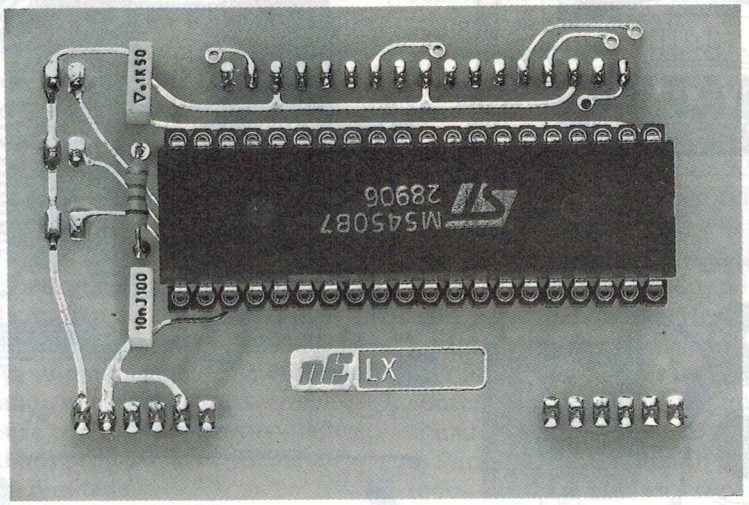


Fig. 4 En el lado del circuito impreso LX 1009 que se ve en el dibujo, se monta el zócalo para el integrado IC9, los dos condensadores de poliéster C19-C20 y la resistencia R7, mientras que en el lado contrario se montan los componentes que se ven en la figura 5.



Fotografía considerablemente ampliada del circuito impreso LX 1009, visto desde el lado del integrado. La muesca de referencia de IC9 se orienta hacia la derecha.

zócalos, dirigiendo la marca de referencia, es decir la pequeña muesca en forma de U, tal como se indica en el esquema práctico de la figura 3.

Al montar estos integrados, hay que comprobar minuciosamente su sigla y comprobar también que todas las patillas entren en sus alojamientos correspondientes, ya que es posible que alguna patilla se doble hacia fuera o hacia dentro.

Si se comprueba que las patillas de los dos integrados de 29 patillas (EP.1008 - EP.1009) están muy separadas, para juntarlas se apoya el lado de las patillas contra un plano ejerciendo una ligera presión.

Una vez finalizado el montaje del primer circuito impreso, se puede pasar al LX 1009, es decir el de los displays.

En este circuito impreso, por un lado, se montan los tres displays, los tres diodos led de forma plana y los dos conectores macho (véase la figura 5) mientras que, en el lado contrario, se sitúa el integrado IC9, los dos condensadores C19-C20 y la resistencia R7 (véase la figura 4).

Como el integrado IC9 no se puede utilizar un zócalo estándar, que impediría soldar los dos strips para encajar los dos displays, hemos pensado en utilizar dos strips también para este integrado.

En consecuencia, se incluyen en el kit dos strips de 20 patillas, que se utilizarán como zócalo para el integrado IC9 y dos strips de 17 patillas, que se utilizará como zócalo para los tres displays.

Lo primero que hay que hacer es soldar estos cuatro strips a los dos lados del circuito impreso, consultando el dibujo serigrafiado.

Para no cometer errores, podemos también aconsejar montar primero los dos conectores machos de 6 terminales y luego los dos strips de 17 patillas para los tres displays.

En el lado contrario del circuito impreso se montan los dos strips de 20 patillas para el integrado IC9, la resistencia R7 y los dos condensadores C19-C20.

Finalizado el montaje, se pueden encajar los tres displays con segmentos verdes, dirigiendo hacia abajo el lado de su cuerpo marcado con el punto decimal.

Ahora se pueden tomar ya los tres diodos led verde, con cuerpo rectangular, e introducir los dos terminales en los orificios del circuito impreso, comprobando que el terminal más

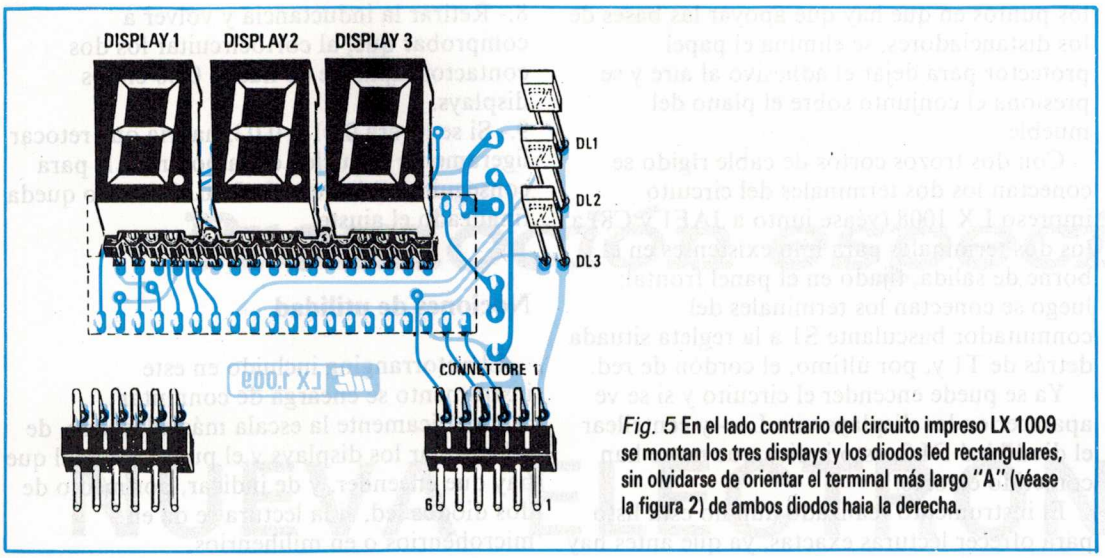
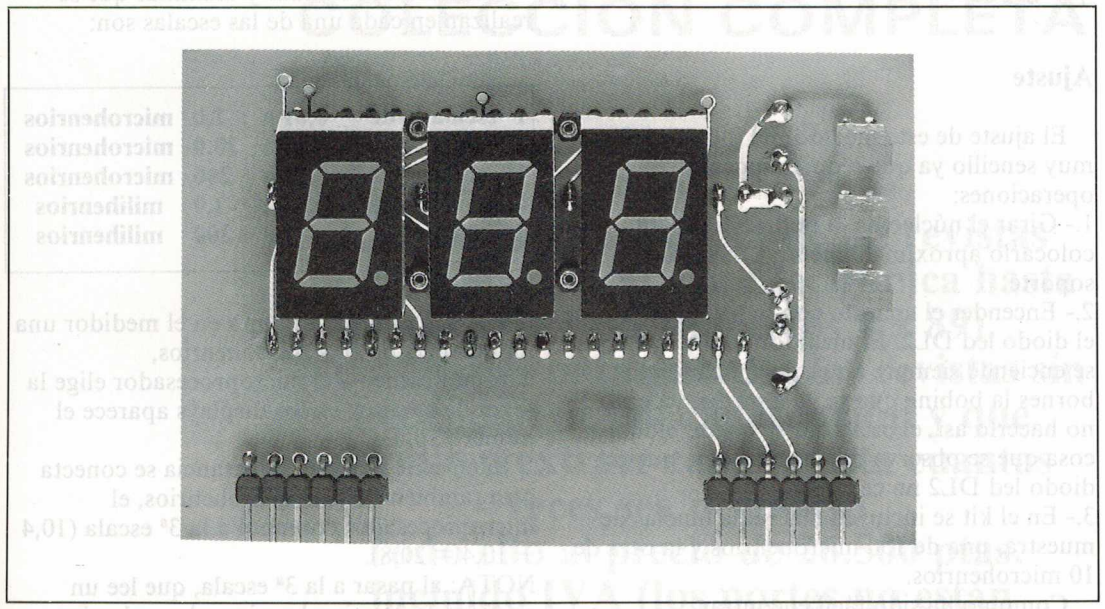


Fig. 5 En el lado contrario del circuito impreso LX 1009 se montan los tres displays y los diodos led rectangulares, sin olvidarse de orientar el terminal más largo "A" (véase la figura 2) de ambos diodos haia la derecha.



Fotografía ampliada del circuito impreso LX 1009, visto desde el lado de los displays. El punto decimal presente en los tres displays se orienta hacia abajo.

largo quede hacia el exterior, es decir hacia el punto del circuito impreso en que aparecen las siglas DL1-DL2-DL3 (véase la figura 5).

Si tenemos en cuenta que el cuerpo de estos tres diodos deben quedar "en línea" con el cuerpo de los displays, el sistema más fácil para conseguirlo consiste en colocar los tres diodos, apoyar el cuerpo del display en la mesa y luego soldar los terminales de los diodos y cortar, con un par de alicates, el sobrante.

Finalizada esta operación, se puede encajar el integrado IC9, con la muesca de referencia a la derecha, como se observa en la figura 4.

Este circuito impreso LX 1009 se encaja luego en los dos conectores hembra existentes en el circuito impreso LX 1008.

Montaje en el mueble

Para este proyecto hemos preparado una serie nueva de muebles, en metal plastificado, con un panel lexan, es decir un panel metálico de doble capa, con su correspondiente serigrafía y una ventana plastificada para la lectura de los displays y de los tres diodos led.

En el panel frontal de este mueble sólo hay que aplicar los contactos para conectar la inductancia desconocida y el interruptor de red S1.

El circuito impreso LX 1008 se fija al plano del mueble utilizando los cuatro distanciadores de plástico incluidos en el kit.

Estos distanciadores se introducen en los cuatro orificios existentes en los lados del circuito impreso, y luego se apoya el conjunto sobre el plano, tratando de dar con la posición exacta para que los tres displays y los tres diodos led queden centrados respecto a las ventanas existentes en el panel frontal.

Una vez localizada la posición exacta, con un lápiz se marcan, en el plano del mueble,

los puntos en que hay que apoyar las bases de los distanciadores; se elimina el papel protector para dejar el adhesivo al aire y se presiona el conjunto sobre el plano del mueble.

Con dos trozos cortos de cable rígido se conectan los dos terminales del circuito impreso LX 1008 (véase junto a JAF1 y C8) a los dos terminales para hilo existentes en el borne de salida, fijado en el panel frontal; luego se conectan los terminales del conmutador basculante S1 a la regleta situada detrás de T1 y, por último, el cordón de red.

Ya se puede encender el circuito y si se ve aparecer en los displays una L - - y centellear el diodo led DL2, ésto indica que no se han cometido errores.

El instrumento realizado aún no está listo para ofrecer lecturas exactas, ya que antes hay que ajustarlo.

Ajuste

El ajuste de este medidor de inductancias es muy sencillo ya que requiere pocas operaciones:

1.- Girar el núcleo de la bobina L1, para colocarlo aproximadamente a mitad del soporte.

2.- Encender el aparato con lo que centelleará el diodo led DL2. El medidor de inductancias se enciende siempre antes de aplicar en los bornes la bobina que se va a medir, ya que, de no hacerlo así, el oscilador se puede bloquear, cosa que se observa de inmediato ya que el diodo led DL2 no centellea.

3.- En el kit se incluyen dos inductancias de muestra, una de 150 microhenrios y la otra de 10 microhenrios.

Como no ha sido fácil encontrar inductancias con una tolerancia inferior al 5%, las que se envían llevan una etiqueta en las que figura su valor exacto, que podría ser de 148-149-150 ó 151 microhenrios y de 9,8-10,1-10,4 microhenrios.

4.- Enganchar en los contactos la primera inductancia de 150 microhenrios y girar lentamente el trimmer R4 hasta que en los displays aparezca el valor exacto en microhenrios que figura en la inductancia de muestra.

5.- Se retira la inductancia de muestra y se cortocircuitan los dos contactos con un trozo muy corto de hilo de cobre con un diámetro superior a 1 mm, luego se gira lentamente el núcleo de la bobina L1 hasta que en el display aparezca 00.0.

6.- Para conseguir que la lectura sea muy exacta en los valores de inductancia más bajos, se engancha en los contactos la inductancia de 10 microhenrios.

7.- Se retoca el cursor del trimmer R4, hasta que se lea el valor exacto, incluyendo los decimales.

8.- Retirar la inductancia y volver a comprobar que, al cortocircuitar los dos contactos, aparece de nuevo 0.00 en los displays.

9.- Si se leyera 0.01 o 0.02, habría que retocar ligeramente el núcleo de la bobina L1, para conseguir una lectura de 0.00. Con ésto queda finalizado el ajuste.

Nociones de utilidad

El autorranging incluido en este instrumento se encarga de conmutar automáticamente la escala más adecuada, de seleccionar los displays y el punto decimal que hay que encender, y de indicar, por medio de dos diodos led, si la lectura se da en microhenrios o en milihenrios.

Las lecturas mínimas y máximas que se realizan en cada una de las escalas son:

1ª escala = de	**0,01 a**	**2,0**	**microhenrios**
2ª escala = de	**2,1 a**	**20,0**	**microhenrios**
1ª escala = de	**21 a**	**200**	**microhenrios**
4ª escala = de	**0,01 a**	**2,0**	**milihenrios**
5ª escala = de	**2,1 a**	**200**	**milihenrios**

Por lo tanto, si se monta en el medidor una inductancia de 10,4 microhenrios, automáticamente el microprocesador elige la segunda escala y en los displays aparece el número 10,4.

Si en serie con esa inductancia se conecta otra también de 10,4 microhenrios, el microprocesador conmuta a la 3ª escala (10,4 + 10,4 = 20,8).

NOTA: al pasar a la 3ª escala, que lee un mínimo de 21 microhenrios, al ser el valor total de ambas inductancias igual a 20,8 microhenrios, es decir un número más próximo a 21 que a 20, en los displays aparece 21.

Si estas dos inductancias fueran de 10,1 microhenrios y, por consiguiente, al enlazarlas en serie dieran 10,1 + 10,1 = 20,2, al estar este valor más cerca de 20, en los displays aparece este número.

El aparato que os ofrecemos es el primero que utiliza un microprocesador para la medición; por lo tanto, como se podrá comprobar, es muy estable y exacto y, al no llevar conmutadores mecánicos para seleccionar las distintas escalas, nos ha permitido resolver todos esos problemas que, antes o después, aparecen incluso en los aparatos profesionales de coste más elevado.