AÑO VIII. N.º 91

NUEVA

Electrónica

AÑO VIII. N.º 91
350 PTAS.

Impresora para imágenes de video



00091
8 414090 102537

Programador horario

Generador de albas y ocasos

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

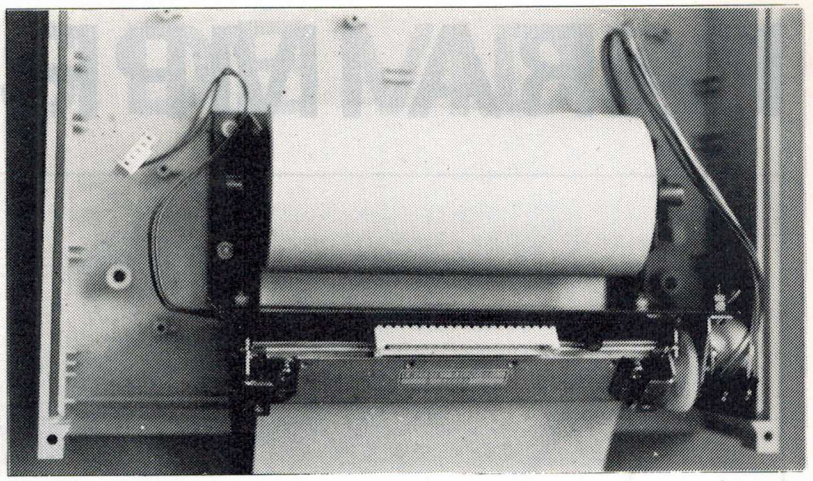
Representante para Argentina, Chile, Uruguay y Paraguay, Cia. Americana de Ediciones, S.R.L. Sud América, 1.532. Tel.: 221 24 64. 1209 BUENOS AIRES (Argentina)

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

N.º 91 - JUNIO, 1991
350 ptas. (Incluido IVA)
Canarias, Ceuta y Melilla
350 ptas. (Incluidos portes)

En este número

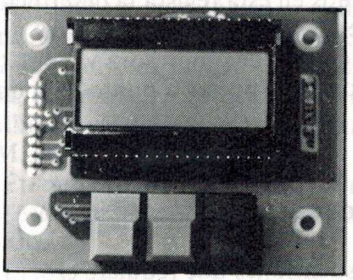
IMPRIMIR SEÑALES DE VIDEO



Con esta impresora, podréis imprimir sobre papel todas las imágenes que aparecen en la pantalla de vuestro televisor, siempre que tenga una toma de salida Scart o video compuesto. Podréis recoger también las imágenes de un video, de una cámara o de un vidoconvertidor para satélites metereológicos y reflejarlas en la pantalla de un ordenador.

PROGRAMADOR HORARIO

Con este circuito podéis encender y apagar de forma automática una caldera, un antirrobo, un motor para regar con temporización programada por vosotros mismos en cuatro secuencias.



SUMARIO

- Videoimpresora para imprimir las imágenes de video, pág. 4.
- Programador horario con cuatro programaciones diferentes, pág. 26.
- Generador de albas y ocasos con tecnologia digital, pág. 50.
- Relación de los distribuidores oficiales de nuestros kits, pág. 74.

y en el próximo número...

Generador de impulsos programable

Un circuito proyectado para generar impulsos lógicos TTL y C/MOS de 0,1 microsegundos a 99 segundos, con un duty-cycle variable a voluntad. Por su precisión lo podemos considerar un instrumento de laboratorio.

A LA VENTA EL 1 DE JULIO

UN GENERADOR DE

Son muchas las personas a las que les gustan los circuitos eléctricos que puedan generar juegos de luces. Lo que aquí pretendemos ofreceros es un circuito que puede producir un efecto alba-ocaso-noche.

Este proyecto nos ha brindado la ocasión de poder explicar una serie de nociones interesantes y, por lo tanto, os invitamos a leer el artículo aunque no tengáis intención de realizar este circuito.

Quienes, al acercarse las fiestas navideñas, deseen realizar algún circuito original para iluminar el belén o el árbol, les sugerimos que ojeen nuestro catálogo de kits en el apartado Luces-Iluminación, donde encontrarán varios proyectos navideños (LX566-LX735-LX736) entre los que podrán elegir el más adecuado a sus necesidades específicas.

El que hoy os proponemos es un circuito de ALBAS y OCASOS muy evolucionado, desde el punto de vista técnico, realizado con técnica digital, que nos permitirá explicar como se puede conseguir, sin ajustes, sin generador de rampa, comparador ni desfasdor analógico, un circuito que se encargue de encender o apagar paulatinamente una o más bombillas.

El esquma, como se puede observar, utiliza 10 integrados, un fotodiac, un Triac y es, por los tanto, bastante sofisticado.

Llegados a este punto, muchos de vosotros se preguntarán por qué hemos ideado un proyecto tan complejo, cuando previamente habíamos ofrecido otros mucho más sencillos: ante esta legítima objección, responderemos que este circuito es para nosotros un pretexto para ofreceros nuevas soluciones técnicas que, consideradas por separado, no tendrían ningún interés práctico.

En un primer momento, pensamos en presentaros 6 artículos teóricos respecto a:

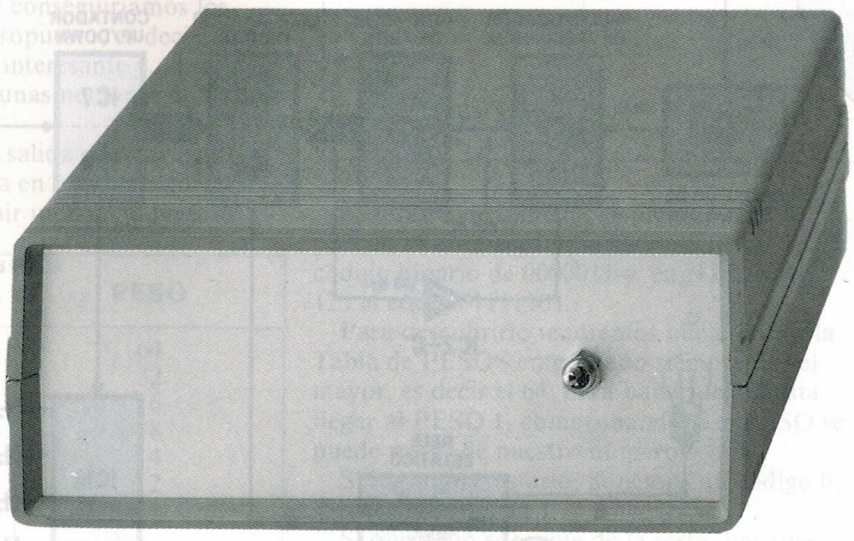
1º Relé estático con Fotodiac
2º Multiplicador de frecuencia con PLL
3º Comparador digital
4º Contador adelante/atrás
5º VCO controlado por un Timer
6º Detector de paso por cero

pero sabíamos ya que muchos se preguntarían:
"¿Dónde y cuándo hay que utilizar un detector de paso por cero, para qué sirve a nivel práctico un comparador digital, como se utiliza un multiplicador de frecuencia con PLL, cómo se conecta, etc."

Al ofreceros un proyecto que incluye todas estas mismas fases, comprenderéis con más facilidad cómo y donde se usan y, con un poco de iniciativa, podéis emplear una u otra para realizar vuestros propios circuitos.

Como muchos Centros de Formación Profesional, privados y estatales, utilizan Nueva Electrónica como "libro de texto", los profesores se pueden inspirar en este proyecto para enseñar algo nuevo e interesante, combinando la teoría con la realización práctica.

ALBAS Y OCASOS



Esquema de bloques del circuito

Como, a primera vista, el esquema eléctrico podría parecer muy complicado y difícil de interpretar, preferimos comenzar nuestra descripción con un esquema de bloques simplificado, explicando las funciones desempeñadas por cada una de las etapas.

Si se observa la figura 1, se puede ver que en este esquema hay 8 etapas que son las siguientes:

1º Alimentador
2º Detector de paso por cero
3º Contador de 7 bits
4º Multiplicador de frecuencia
5º Comparador digital
6º Contador Up/Down
7º Divisor por 4
8º VCO
9º Relé estático con Triac

Como este proyecto tiene que permitirnos aumentar o reducir la intensidad de varias bombillas de filamento en función de nuestras necesidades, utilizando directamente la tensión de red de 220 voltios, explicaremos ante todo cómo se puede variar una tensión alterna de 0 a 220 voltios, utilizando un sencillo diodo Triac.

Si visualizamos en el osciloscopio la forma de onda de una tensión alterna de 50 Hz (véase la figura 2), veremos una sinusoide que, partiendo de cero voltios, tras 5 milisegundos, alcanza su máximo positivo y luego comienza a bajar para, a los 5 milisegundos, volver a los cero voltios.

Llegado a este punto, la sinusoide baja del nivel de los cero voltios y, tras 5 milisegundos, alcanza su máximo negativo y comienza a subir de nuevo para volver a los cero voltios a los 5 milisegundos.

Sumando estos tiempos, sabremos que para formar una onda completa, es decir formada por una semionda positiva y una semionda negativa, se requieren exactamente 20 milisegundos.

Si la onda completa su ciclo (véase el primer dibujo de la figura 3), la bombilla recibe su valor máximo de tensión, es decir 220 voltios, y por lo tanto se enciende con la intensidad máxima.

Si, recurriendo a cualquier artificio, se consigue situar en conducción el diodo Triac con un retraso de, por ejemplo, 2,5 milisegundos tras el paso por los cero voltios en ambas semiondas (segundo dibujo de la figura 3), obtendremos automáticamente una reducción de tensión de aproximadamente el 14,5%; en consecuencia, la bombilla recibe una tensión de unos 188 voltios y no de 220 voltios y, como es lógico, al recibir menos tensión la bombilla produce menos luz.

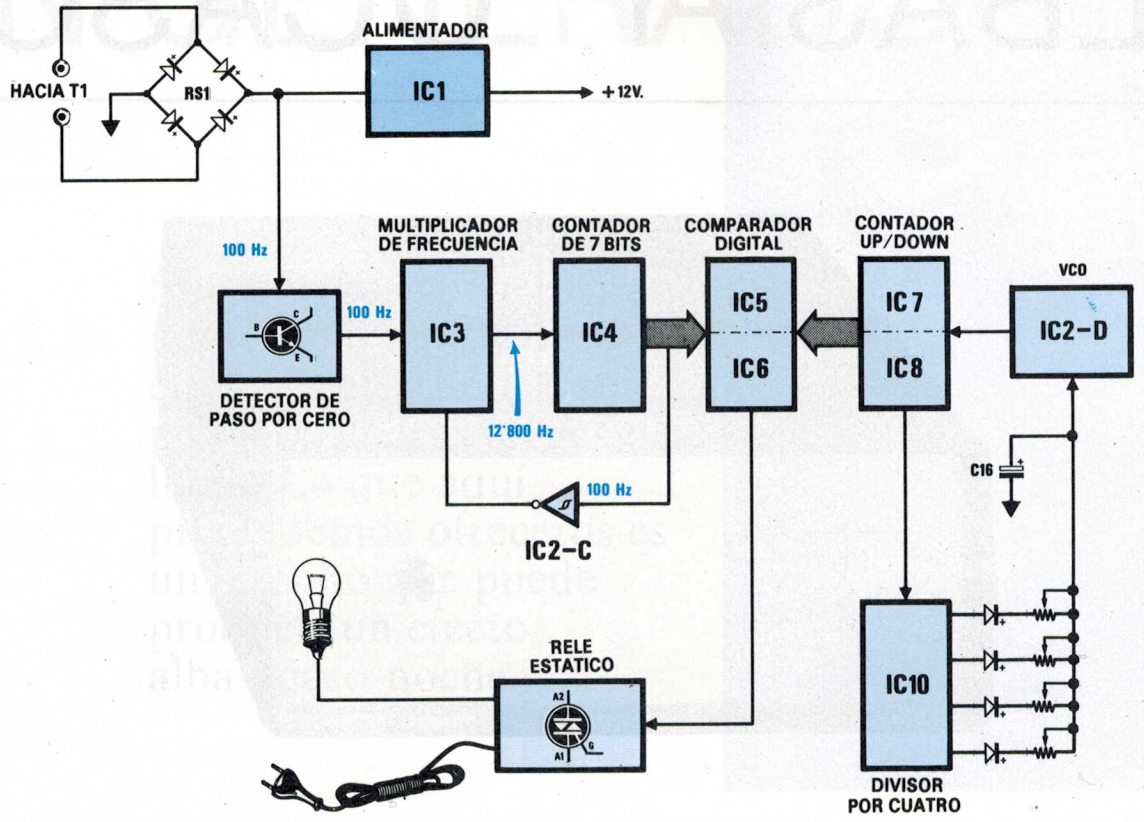


Fig. 1 Esquema de bloques del Generador de Alba y Ocaso. En este circuito se incluyen etapas muy interesantes, como un Detector de paso por cero, un Multiplicador de Frecuencia con PLL, un Comparador Digital, un Contador Up/Down y un relé estático asociado con un Fotodiac.

Si se consigue situar en conducción el diodo Triac con un retraso de 5 milisegundos tras el paso por los cero voltios (el tercer dibujo de la figura 3), se consigue una reducción de tensión del 50% y, en consecuencia, la bombilla sólo recibe 110 voltios y, en estas condiciones, la luminosidad se reduce al 50%.

Si logramos situar en conducción el diodo Triac con un retraso de 7,5 milisegundos tras el paso por los cero voltios (último dibujo de la figura 3), lograremos una reducción de tensión de aproximadamente el 85%; por consiguiente, la bombilla recibe una alimentación de 32 voltios emitiendo muy poca luz.

Como ya habréis supuesto, para poder variar la intensidad de luz de una bombilla del máximo hasta apagarla y, una vez apagada, conseguir que ésta se vuelva a encender hasta alcanzar la intensidad máxima, sólo hay que aplicar en el Gate del Triac que se emplea como simple interruptor electrónico, un impulso de excitación retardado con respecto al paso por los cero voltios, tanto en la semionda positiva como en la negativa.

Por consiguiente, la primera etapa que se requiere en este proyecto es un Detector de paso por cero.

Esta etapa, conectada tras el puente rectificador, recibe en su entrada una onda pulsante de 100 Hz, necesaria para ofrecer en su salida un impulso positivo cada vez que la semionda asume el valor de cero voltios (véase la figura 4), es decir un impulso cada 10 milisegundos.

Entre un impulso y el siguiente, hay que generar muchos otros, que sirven para excitar con retardo el Gate del Triac, para conseguir una de las condiciones que se observan en la figura 8.

Para conseguir una escala de intensidad luminosa descendente o ascendente muy lineal, hemos dividido estos 10 milisegundos en 128 partes y, de esta forma, hemos conseguido 128 impulsos separados entre sí 0,078125 milisegundos (véase la figura 6):

10 : 128 = 0,078125 milisegundos

Este tiempo, en la práctica, corresponde a una frecuencia de 12.800 Hz, como se puede calcular con la fórmula:

Hz = 1.000 : milisegundos

1.000 : 0,078125 = 12.800 Hz

Como ya disponemos de una frecuencia de 100 Hz proporcionada por el Detector de

paso por cero, para conseguir estos 12.800 Hz necesitamos una etapa que multiplique por 128 la frecuencia de 100 Hz.

Estos 128 impulsos proporcionados en salida por el circuito contador de 7 bits que utiliza el integrado CD.4520.

Si, llegados a este punto, siguiéramos sin explicaros qué número binario se obtiene en las siete salidas en relación con el número de impulsos contados, no conseguiríamos los fines que nos hemos propuesto, es decir ofreceros un proyecto interesante y, al mismo tiempo, explicaros algunas nociones útiles de electrónica.

En la práctica, cada salida dispone de un peso tal como se indica en la tabla siguiente, que sirve para conseguir un código binario:

SALIDA	PESO
7 (patilla 13)	64
6 (patilla 12)	32
5 (patilla 11)	16
4 (patilla 6)	8
3 (patilla 5)	4
2 (patilla 4)	2
1 (patilla 3)	1
Total	127

Nota: El total de peso es igual a 127 y no a 128 porque el conteo, en un sistema digital, comienza en el número 0 y no el número 1.

En las siete salidas de este contador conseguiremos códigos binarios que, partiendo de 0000000 llegan a 1111111, en relación con el número de impulsos contados, es decir que tendremos:

1 impulso = 0 0 0 0 0 0 1
2 impulsos = 0 0 0 0 0 1 0
3 impulsos = 0 0 0 0 0 1 1
etc.
125 impulsos = 1 1 1 1 1 0 1
126 impulsos = 1 1 1 1 1 1 0
127 impulsos = 1 1 1 1 1 1 1

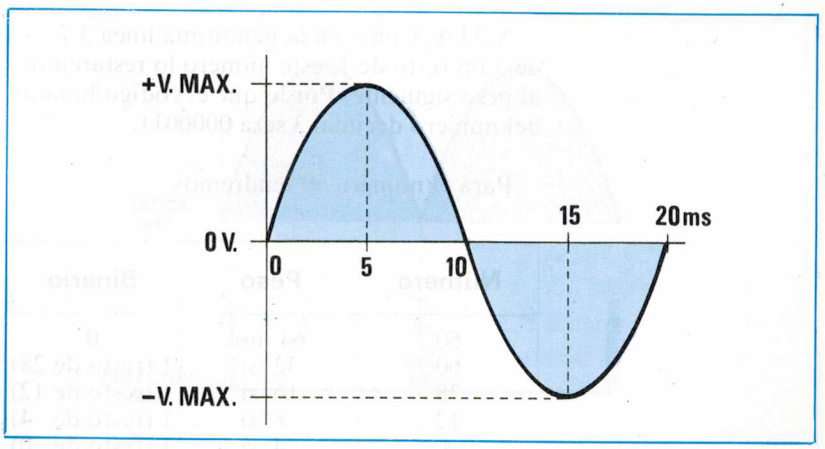


Fig. 2 **Una sinusoide de 50 Hz requiere 20 milisegundos para formar una onda completa. En la práctica se requieren 10 milisegundos para completar la semionda positiva y otros 10 milisegundos para completar la semionda negativa.**

Seguramente, muchos se preguntarán porqué en el tercer impulso se otiene un código binario de 0000011 y, en el impulso 125 el código 1111101.

Para descubrirlo tendremos que emplear la Tabla de PESOS empezando siempre por el mayor, es decir el 64, para bajar luego hasta llegar al PESO 1, comprobando si el PESO se puede restar de nuestro número.

Si logramos restarlo, ponemos un código 0, si no es posible, un 1.

Si queda un sobrante de la resta, hay que comprobar el PESO que se puede restar.

Para explicaros mejor, pondremos algunos ejemplos en los que trataremos de calcular el código binario de los números decimales 4-60-125:

En el número 3 tendremos:

Número	Peso	Binario
3	64 no	0
3	32 no	0
3	16 no	0
3	8 no	0
3	4 no	0
3	2 si	1 (resto de 1)
1	1 si	1

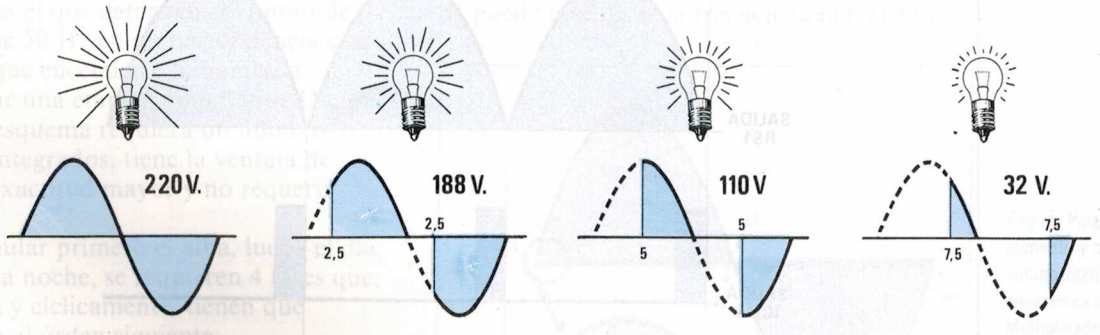


Fig. 3 **Si la onda completa su ciclo, la bombilla recibirá su tensión máxima, es decir 220 voltios. Si se consigue situar en conducción el Triac con un "retardo" de 2,5 milisegundos tras el paso por el cero, a la bombilla sólo llegarán 188 voltios; si el retraso fuera de 5 milisegundos, a la bombilla sólo llegarían 110 voltios, si el retardo fuera de 7,5 milisegundos, a la bombilla sólo llegan 32 voltios.**

NOTA: Como en la penúltima línea 3-2 deja un resto de 1, este número lo restaremos al peso siguiente. Por lo que el código binario del número decimal 3 será 0000011.

Para el número 60 tendremos:

Número	Peso	Binario
60	64 no	0
60	32 si	1 (resto de 28)
28	16 si	1 (resto de 12)
12	8 si	1 (resto de 4)
4	4 si	1 (resto de 0)
0	2 no	0
0	1 no	0

Para este segundo número, el código binario será 0111100.

Para el número 125 tendremos:

Número	Peso	Binario
125	64 si	1 (resto de 61)
61	32 si	1 (resto de 29)
29	16 si	1 (resto de 13)
13	8 si	1 (resto de 5)
5	4 si	1 (resto de 1)
1	2 no	0
1	1 si	1

Sabiendo el número binario podremos calcular también el decimal, insertando en cada 1 el número reflejado en la tabla de los pesos, partiendo siempre del superior y sumando lugo los pesos.

Si examinamos el número binario 0111100 y aplicamos el PESO a cada 1, obtendremos 60 tal como se indica a continuación:

Peso	Binario	Decimal
64	0 no	—
32	1 si	32
16	1 si	16
8	1 si	8
4	1 si	4
2	0 no	—
1	0 no	—
TOTAL		60

Si escogemos otro número binario al azar, por ejemplo 0101010, descubriremos que corresponde al número decimal 42, es decir:

Peso	Binario	Decimal
64	0 no	—
32	1 si	32
16	0 no	—
8	1 si	8
4	0 no	—
2	1 si	2
1	0 no	—
TOTAL		42

Cuanto hemos explicado hasta ahora, os facilitará el comprender la función desempleñada por la etapa Comparador Digital, una etapa que podría servir para resolver muchos problemas en el terreno de los automatismos.

Como podréis ver en el esquema de bloques, la etapa Comparador Digital servirá para accionar la etapa indicada como Relé Estático, es decir el diodo Triac que alimentará las bombillas de 220 voltios.

Pasamos ahora a la figura 7: se observa que, en las entradas indicadas con A, se

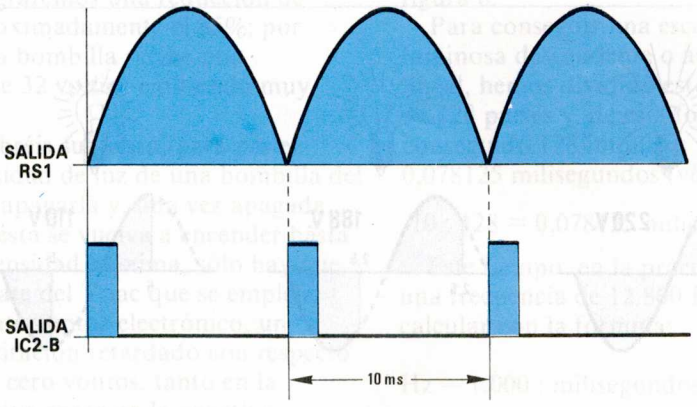


Fig. 4 Sin tener una referencia del paso por el CERO de la onda sinusoidal, no sería posible retardar la excitación de un Triac en los milisegundos necesarios.

aplican los 128 impulsos digitales procedentes de la etapa Contador de 7 bits, mientras que en las entradas indicadas como B se aplican los impulsos, también digitales, recogidos de la etapa Contador Up/Down.

En las tres salidas, que hemos marcado como X Y Z, hay un nivel lógico 1, que se encarga de excitar el Triac cuando se produce una de las siguientes situaciones:

X = Impulsos de A mayores a impulsos de B
Y = Impulsos de A iguales a impulsos de B
Z = Impulsos de A menores a impulsos de B

En nuestro proyecto, sólo se emplea la salida X que se encarga de excitar el Triac cuando el número de impulsos presente en la entrada A es mayor con respecto al presente en la entrada B.

En resumen, para conseguir el efecto alba, la bombilla apagada al principio tiene que irse encendiendo hasta alcanzar su intensidad máxima por lo que el Triac tiene que excitarse partiendo del impulso 127 pasando al 126, 125, 124, etc., hasta llegar al impulso 1 (véase la figura 8).

Para conseguir el efecto ocaso, la bombilla, desde su intensidad máxima, tiene que irse apagando lentamente, por lo que el Triac se tiene que excitar partiendo del impulso 1, pasando al 2 - 3 - 4 - etc.

Para conseguir el efecto noche tenemos que mantener permanentemente desexcitado el Triac, mientras que para lograr el efecto dia hay que mantenerlo siempre excitado (véase la figura 9).

Para lograrlo, la etapa Comparador Digital siempre examina el número digital presente en la entrada A y, cuando sea mayor con respecto al número digital presente en la entrada B, excitará el Triac.

A cada paso por el cero, el Contador de 7 bits cuenta a velocidad ultrarrápida de 0 a 127, mientras que el Contador Up/Down cuenta, muy lentamente, de 127 a 0 para simular el alba y de 0 a 127 para simular el ocaso.

En la práctica, el número que aparece en la entrada B es el que determina el punto de la sinusoide de 50 Hz en correspondencia con el cuál tiene que encenderse la bombilla.

El utilizar una etapa Comparador Digital, aunque el esquema requiera un número mayor de integrados, tiene la ventaja de lograr un exactitud mayor y no requerir ajuste.

Para simular primero el alba, luego el dia, el ocaso y la noche, se requieren 4 fases que, automática y cíclicamente, tienen que repetirse en el órden siguiente:

Alba: La bombilla se enciende lentamente.
Dia: La bombilla permanece encendida durante un tiempo.
Ocaso: La bombilla se apaga lentamente.
Noche: La bombilla permanece apagada durante un tiempo.

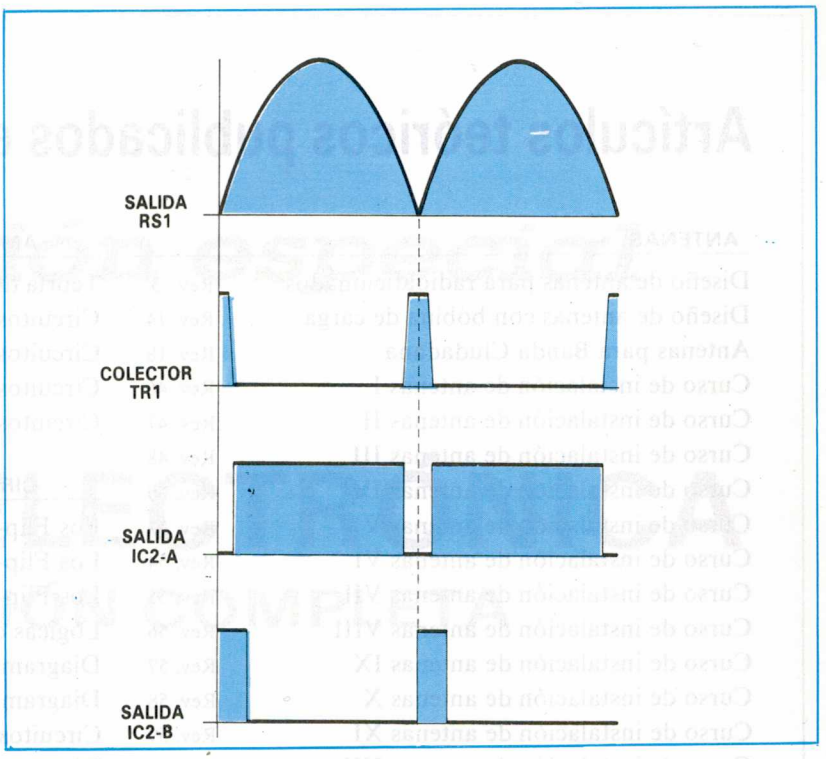


Fig. 5 Como el transistor TR1 empieza a bloquearse a 0,6 voltios, es decir cuando la semionda aún no está en CERO voltios, y permanece bloqueado hasta que la tensión no supera este valor de umbral, el impulso que se obtiene en el Colector de TR1 está anticipado unos 0,4 milisegundos. Para retardar este impulso en 4 milisegundos, hemos tenido que añadir los dos Inverter marcados IC2/A e IC2/B en el esquema eléctrico.

Para conseguir estas 4 fases, la etapa Contador Up/Down requiere una señal de clock que recogemos de la etapa marcada VCO (IC2/D) es decir de un oscilador controlado por tensión.

Como este VCO tiene que cambiar su frecuencia cuando simula el efecto alba-dia-ocaso-noche, recogemos la tensión de control de la etapa Divisor por 4 (véase IC10).

De las cuatro salidas de este Divisor se recoge una tensión que utilizamos para cargar un condensador electrolítico.

Los trimmers situados en cada salida permiten regular los tiempos de las 4 fases.

Aunque nos hayamos extendido en la descripción de este esquema de bloques, creemos que ello vale la pena porque, de esta forma, hemos tenido ocasión de explicar cómo funciona un comparador digital, cómo se puede modificar la frecuencia del VCO y

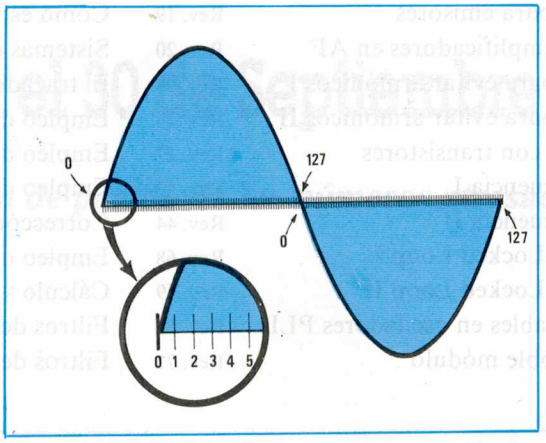


Fig. 6 Para conseguir que el aumento y la disminución de la luminosidad sea lineal, generamos con un Multiplicador de frecuencia 120 impulsos cada 10 milisegundos que, convertidos en código binario, sirven para los dos Comparadores digitales marcados IC5 e IC6 en el esquema eléctrico

cómo se puede realizar un simple relé estático: etapas que se pueden utilizar por separado en otros proyectos.

Esquema eléctrico del circuito

Pasando al esquema eléctrico visible en la figura 9, podemos indicar ya las funciones desempeñadas por los distintos integrados:

CD 4046 = PLL
CD 4520 = Contador con salida de 7 bits
CD 4585 = Comparador digital
CD 4029 = Contador Up/Down
CD 4017 = Contador decimal
CD 4001 = 4 puertas NOR
CD 40106 = 6 inverter Schmitt Trigger

Comenzamos nuestra descripción por la etapa del alimentador, formada por un puente rectificador, seguido por un uA.7812 (IC1) tradicional, que nos sirve para obtener en su salida una tensión estabilizada de 12 voltios.

Como se puede observar, a continuación del puente rectificador RS1 y antes del condensador electrolítico C1, se incluye el diodo de silicio DS1, que permite obtener una tensión pulsante de 100 Hz, que se aplica a la etapa detectora de paso por cerg, formada por el transistor TR1 y los dos inverter IC2/A e IC2/B.

Es fácil deducir que, al aplicar a la Base del transistor TR1 una tensión pulsante positiva de 100 Hz, al ser un NPN, no entra en condución hasta que en su Base la tensión pulsante no es superior a 0,6 voltios y permanece en reposo cuando dicha tensión baja de los 0,6 voltios.

En consecuencia, TR1 permanece activado casi mientras dura cada semionda y en reposo cada vez que la semionda negativa desciende por debajo de los 0,6 voltios.

Como en la salida de Colector de este transistor se conseguiría un impulso anticipado de unos 0,4 milisegundos respecto al paso real por el 0, se corrige este error aprovechando los dos inverter IC2/A e IC2/B.

En la figura 5 se reflejan las formas de onda presentes en la salida del puente, en el Colector del transistor y en las salidas de los dos inverter.

Como se puede observar, el transistor no se bloquea cuando la semionda pasa por el 0, sino antes, es decir cuando la tensión desciende por debajo de los 0,6 voltios y permanece así hasta que la semionda supera de nuevo el valor de umbral de 0,6 voltios.

Por lo tanto, de la salida del inverter IC2/A surge una señal de onda cuadrada invertida, con un frente de bajada que no coincide

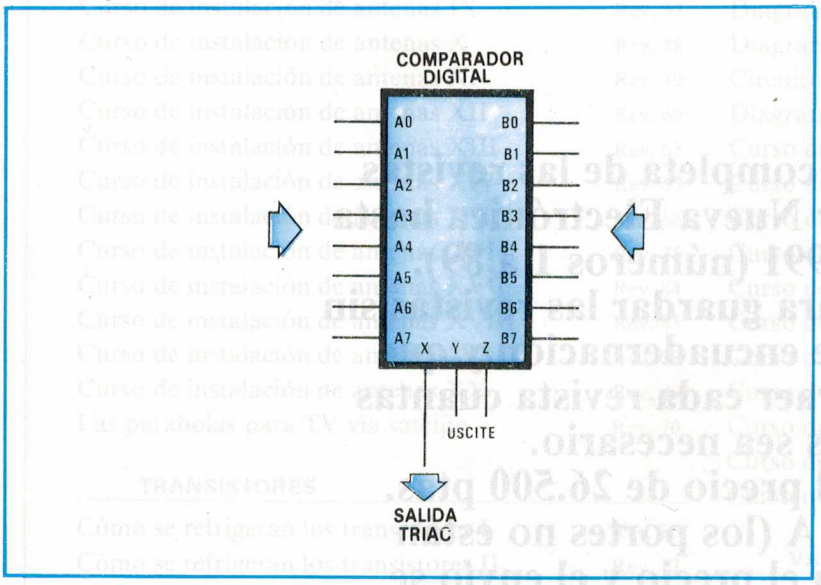


Fig. 7 Al aplicar en las entradas A y B del Comparador Digital (véase IC5-IC6 de la figura 9) dos frecuencias distintas convertidas en código binario, en las salidas X (patilla 13), Y (patilla 3), Z (patilla 12), se consigue un "nivel lógico 1" cuando se produce una de las condiciones siguientes:
X = 1 cuando A es mayor a B
Y = 1 cuando A es igual a B
Z = 1 cuando a es menor a B
Para nuestro circuito hemos empleado únicamente la salida X.

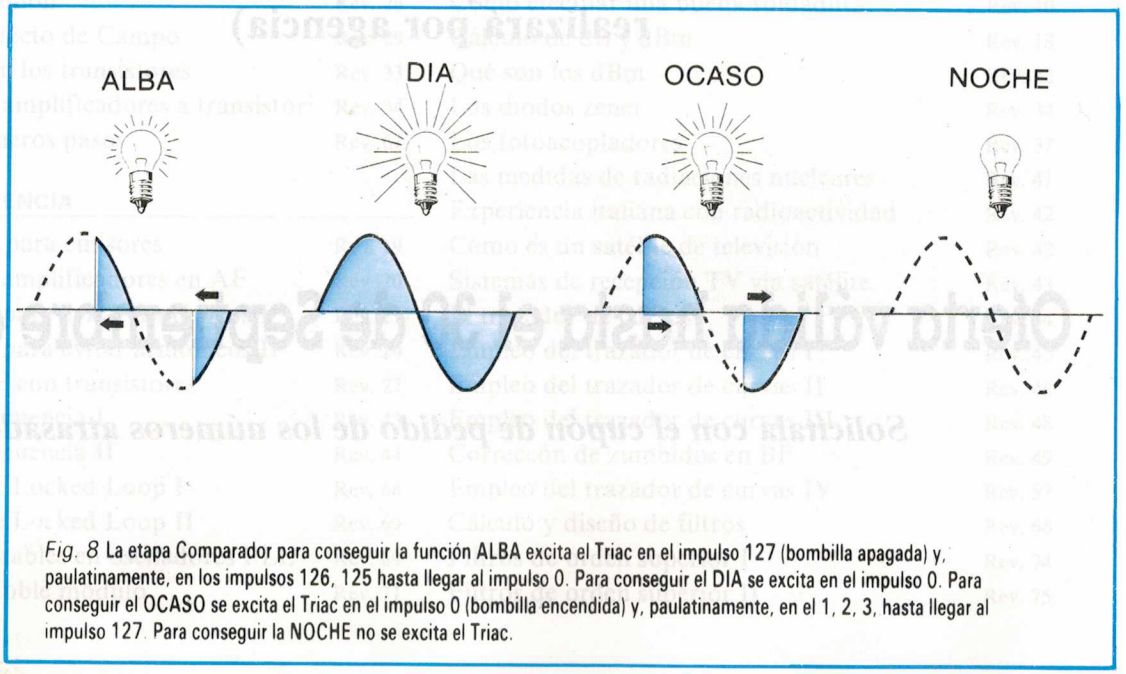


Fig. 8 La etapa Comparador para conseguir la función ALBA excita el Triac en el impulso 127 (bombilla apagada) y, paulatinamente, en los impulsos 126, 125 hasta llegar al impulso 0. Para conseguir el DIA se excita en el impulso 0. Para conseguir el OCASO se excita el Triac en el impulso 0 (bombilla encendida) y, paulatinamente, en el 1, 2, 3, hasta llegar al impulso 127. Para conseguir la NOCHE no se excita el Triac.

exactamente con el paso por el cero, sino que se anticipa unos 0,4 milisegundos.

Para retardar 0,4 milisegundos este impulso, se utiliza la red RC, formada por la resistencia R4 y el condensador C5.

De esta forma, de la salida del segundo inverter IC2/B se genera una onda cuadrada, cuyo frente de subida coincide exactamente con el paso por el cero.

Como ya se ha explicado en el apartado dedicado al esquema de bloques, hay que multiplicar estos impulsos a 100 Hz para lograr una frecuencia de 12.800 Hz, sincronizada con la frecuencia de red y, para conseguirlo, se utiliza el integrado CD.4046, un PLL = Phase Locked Loop.

El principio de funcionamiento de un PLL ya lo explicamos en revistas anteriores, aunque ahora podemos hacer un breve resumen.

En las patillas 6-7 que enlazan con un oscilador interno se aplica un condensador (véase C6), para que pueda oscilar de 600 a 18.000 Hz, aproximadamente.

La frecuencia generada por el PLL se divide por 128 por medio del integrado IC4, es decir el CD.4520, y se vuelve a aplicar a la patilla 3.

Como en la patilla 14 del PLL se aplica la frecuencia de 100 Hz recogida de IC2/B, el VCO situado en el interior del PLL modifica su frecuencia hasta que ésta, tras la división por 128, resulta idéntica a la aplicada en la patilla 14.

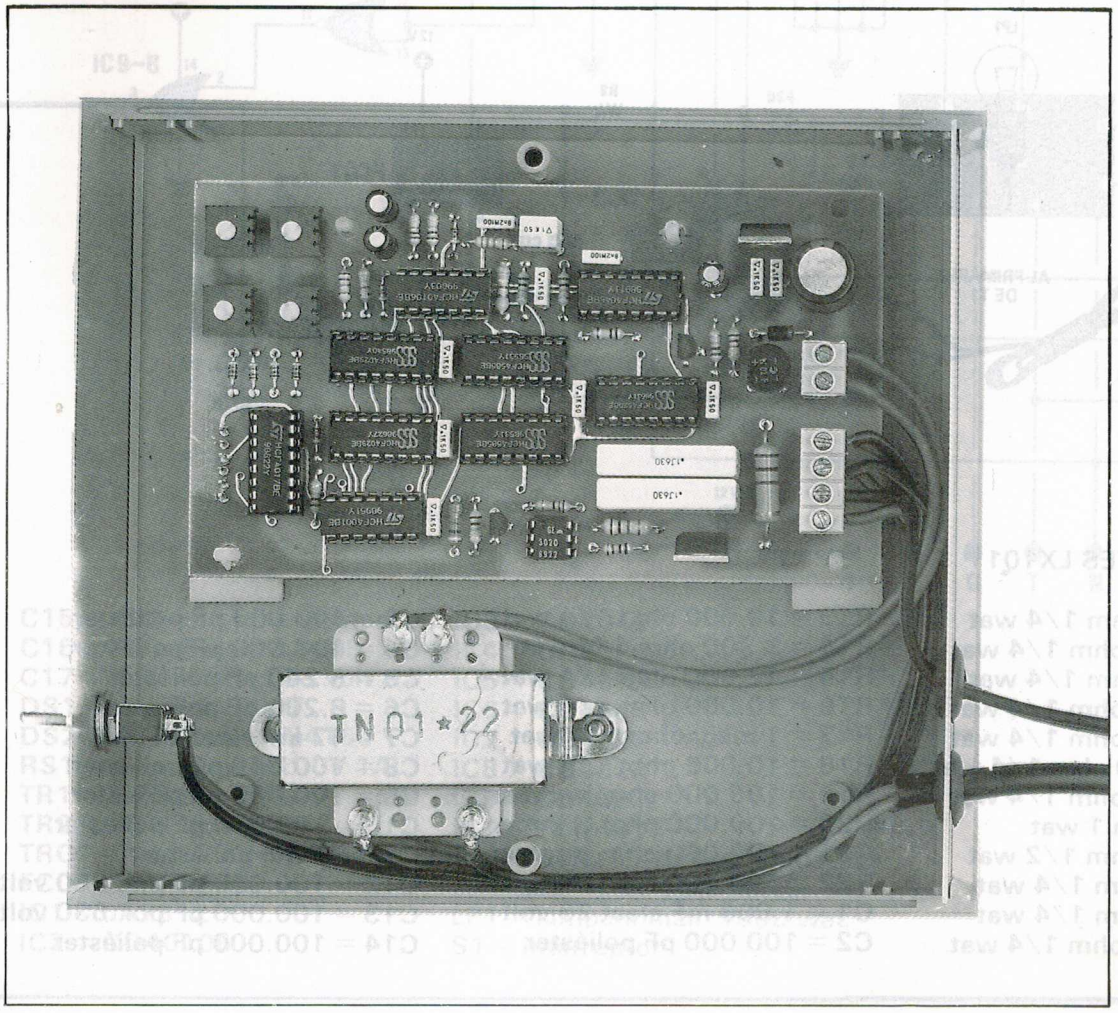
Por consiguiente y teniendo como referencia los 100 Hz (patilla 14), si de la patilla de salida 4 surge una frecuencia de 13.056 Hz, el CD.4520, al dividirla por 128, aplica en la patilla 3 una frecuencia de 13.056 : 128 = 102 Hz.

El PLL, al comparar esta frecuencia con la de referencia, detecta una diferencia de 2 Hz y, a renglón seguido, procede a reducir la frecuencia del VCO hasta que en la patilla 3 entra una frecuencia idéntica a la presente en la patilla 14.

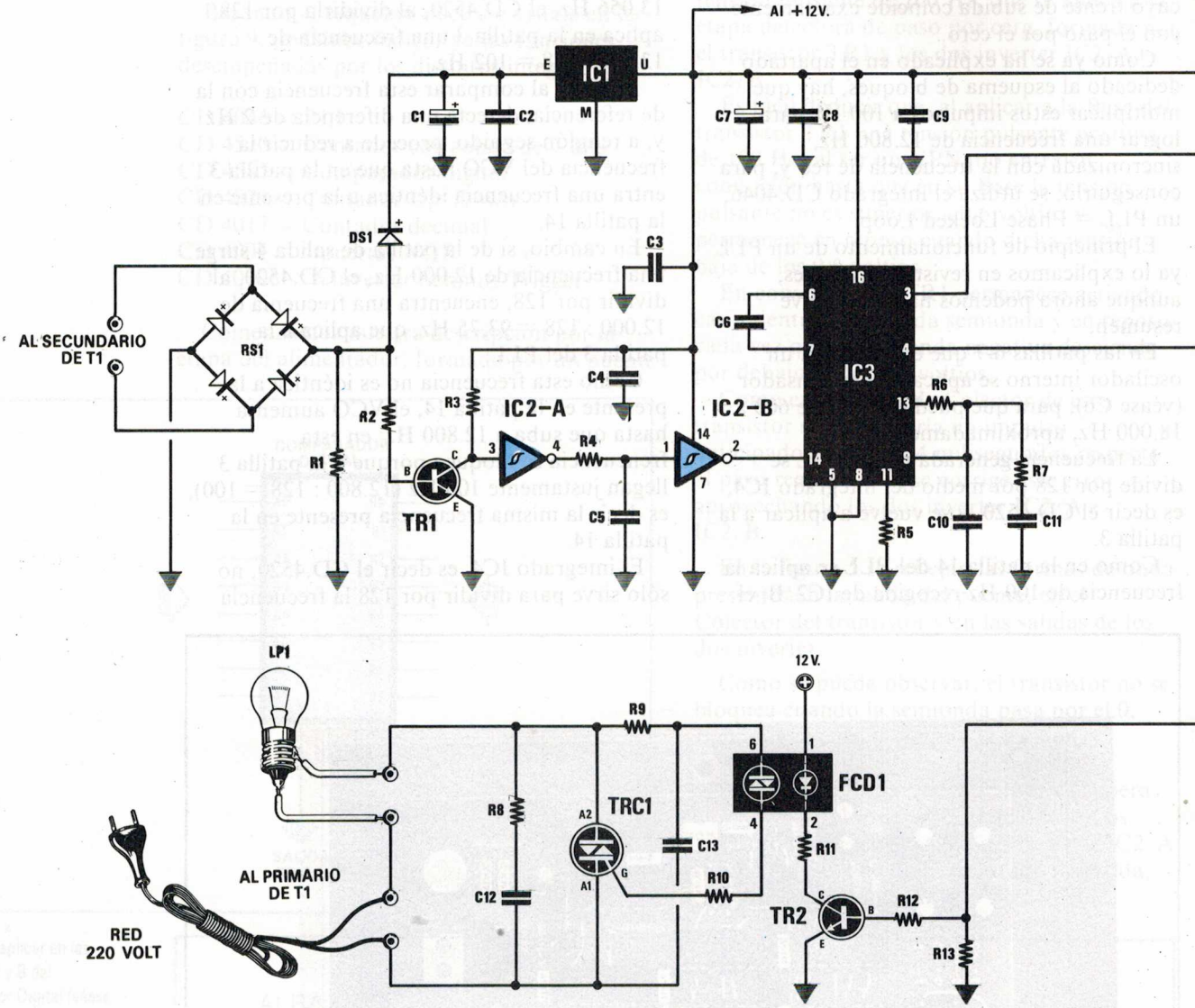
En cambio, si de la patilla de salida 4 surge una frecuencia de 12.000 Hz, el CD.4520, al dividir por 128, encuentra una frecuenia de 12.000 : 128 = 93,75 Hz, que aplica a la patilla 3 del PLL.

Como esta frecuencia no es idéntica a la presente en la patilla 14, el VCO aumenta hasta que suba a 12.800 Hz; en esta frencuencia se bloquea porque a la patilla 3 llegan justamente 100 Hz (12.800 : 128 = 100), es decir la misma frecuencia presente en la patilla 14.

El integrado IC4, es decir el CD.4520, no sólo sirve para dividir por 128 la frecuencia



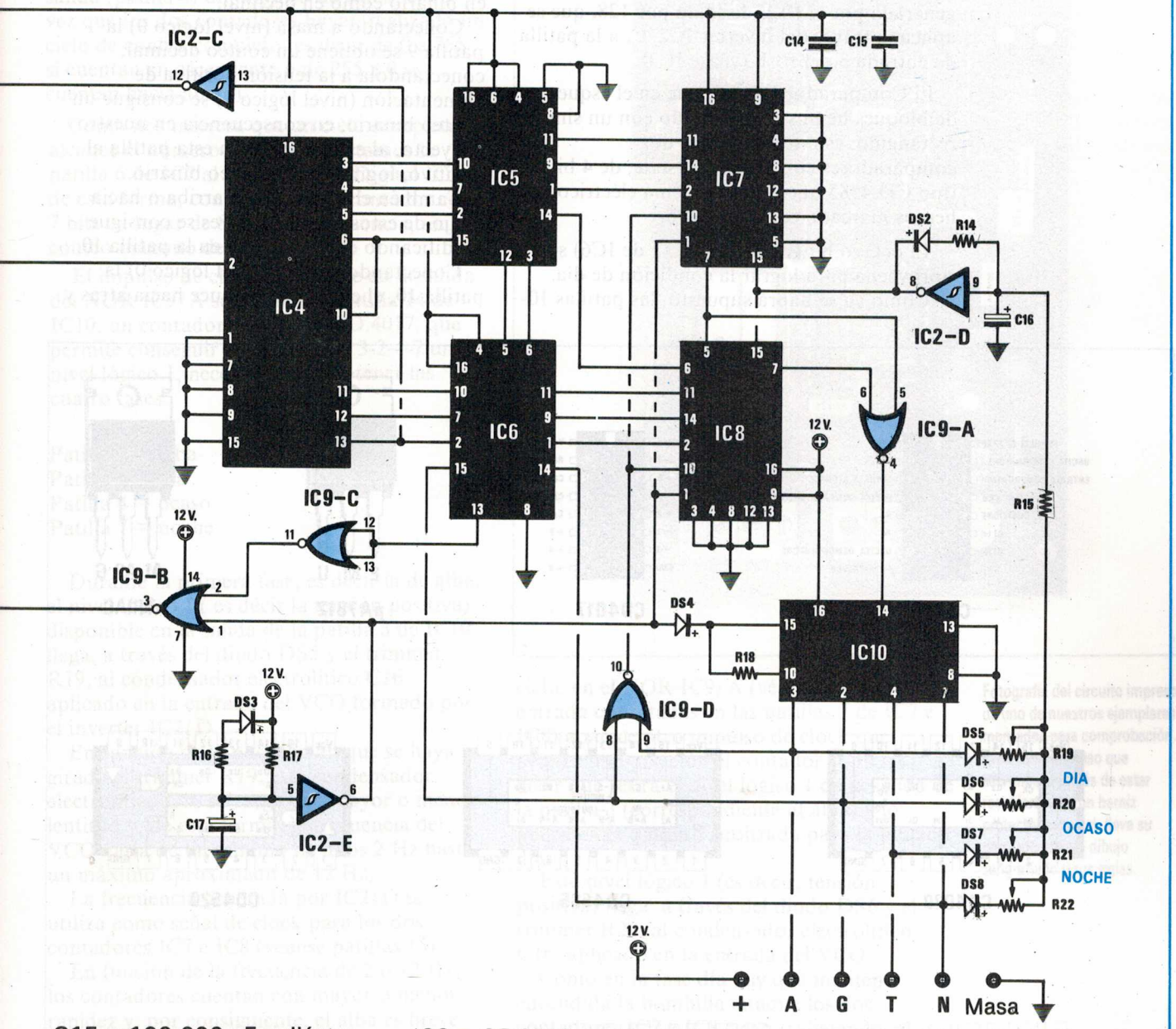
He aquí cómo hemos colocado dentro del mueble el circuito impreso LX.1011 y el transformador de alimentación T1. En el panel delantero sólo se coloca el interruptor de encendido, mientras que en el panel trasero se puede aplicar una toma de red o dar salida directamente a los dos cables para alimentar las bombillas.



COMPONENTES LX1011

R1 = 1.000 ohm 1/4 wat
R2 = 10.000 ohm 1/4 wat
R3 = 3.900 ohm 1/4 wat
R4 = 33.000 ohm 1/4 wat
R5 = 10.000 ohm 1/4 wat
R6 = 100.000 ohm 1/4 wat
R7 = 10.000 ohm 1/4 wat
R8 = 100 ohm 1 wat
R9 = 1.000 ohm 1/2 wat
R10 = 100 ohm 1/4 wat
R11 = 820 ohm 1/4 wat
R12 = 4.700 ohm 1/4 wat
R13 = 10.000 ohm 1/4 wat
R14 = 3.300 ohm 1/4 wat
R15 = 12.000 ohm 1/4 wat
R16 = 10.000 ohm 1/4 wat
R17 = 1 megaohm 1/4 wat
R18 = 10.000 ohm 1/4 wat
R19 = 100.000 ohm trimmer
R20 = 100.000 ohm trimmer
R21 = 100.000 ohm trimmer
R22 = 100.000 ohm trimmer
C1 = 1.000 mF elect 25 volt
C2 = 100.000 pF poliéster
C3 = 100.000 pF poliéster
C4 = 100.000 pF poliéster
C5 = 8.200 pF poliéster
C6 = 8.200 pF poliéster
C7 = 47 mF elect 25 volt
C8 = 100.000 pF poliéster
C9 = 100.000 pF poliéster
C10 = 100.000 pF poliéster
C11 = 1 mF poliéster
C12 = 100.000 pF pol. 630 volt
C13 = 100.000 pF pol. 630 volt
C14 = 100.000 pF poliéster

Fig. 9 Esquema eléctrico del Generador de Albas y Ocasos. Las salidas marcadas "A G T N Masa", que se observan en la parte inferior, pueden servir para la conexión con circuitos externos (véase la figura 12).



C15 = 100.000 pF poliéster
C16 = 10 mF elect 63 volt
C17 = 4,7 mF elect 63 volt
DS1 = diodo 1N4007
DS2-DS8 = diodo 1N4150
RS1 = puente rect. 100V 1A.
TR1 = NPN tipo BC237
TR2 = NPN tipo BC237
TRC1 = triac 700 volt 8 amp.
FCD1 = MCP3020
IC1 = uA7812
IC2 = CD40106
IC3 = CD4046
IC4 = CD4520
IC5 = CD4585
IC6 = CD4585
IC7 = CD4029
IC8 = CD4029
IC9 = CD4001
IC10 = CD4017
T1 = trasform. 10 wat (TN01.22)
sec. 15 volt 0,5 amper
LP1 = lámpara máx. 1000 wat
S1 = interruptor

ofrecieda en salida por el PLL, sino que convierte también esta frecuencia en una salida binaria de 7 bits.

En las patillas de salida 3, 4, 5 y 6 están presentes los 4 primeros bits de PESO menor, mientras que en las patillas 11, 12 y 13 lo están los 3 últimos bits de PESO superior (véase Tabla de PESOS).

De la patilla 13 se recoge la frencuencia generada por el PLL dividida por 128, que se aplica, a través del inverter IC2/C, a la patilla de entrada 3 del PLL (véase IC3).

El Comparador Digital, que en el esquema de bloques hemos representado con un simple rectángulo, está formado por dos comparadores conectados en serie, de 4 bits, tipo CD.4585 que, en el esquema eléctrico, hemos marcado con IC5 e IC6.

El octavo bit (véase patilla 15 de IC6) se aprovecha para lograr la condición de día.

Como ya se habrá supuesto, las patillas 10-7-15 y 10-7-2 sirven para la entrada A, mientras que las patillas 11-9-14 y 11-9-1 sirven para la entrada B (véase la figura 7).

La patilla 14 de IC6 se emplea para conseguir la situación de noche.

Los impulsos para la entrada B se recogen de los dos Contadores Up/Down marcados IC7-IC8 que, como se puede ver, son dos integrados CD.4029 que pueden contar tanto en binario como en decimal.

Conectando a masa (nivel lógico 0) la patilla 9 se obtiene un conteo decimal, conectándola a la tensión positiva de alimentación (nivel lógico 1) se consigue un conteo binario; en consecuencia en nuestro proyecto, al estar conectada esta patilla al positivo, logramos un conteo binario.

También el conteo hacia arriba o hacia abajo de estos dos contadores se consigue modificando el nivel lógico en la patilla 10.

Conectando a masa (nivel lógico 0) la patilla 10, el conteo se produce hacia atrás y

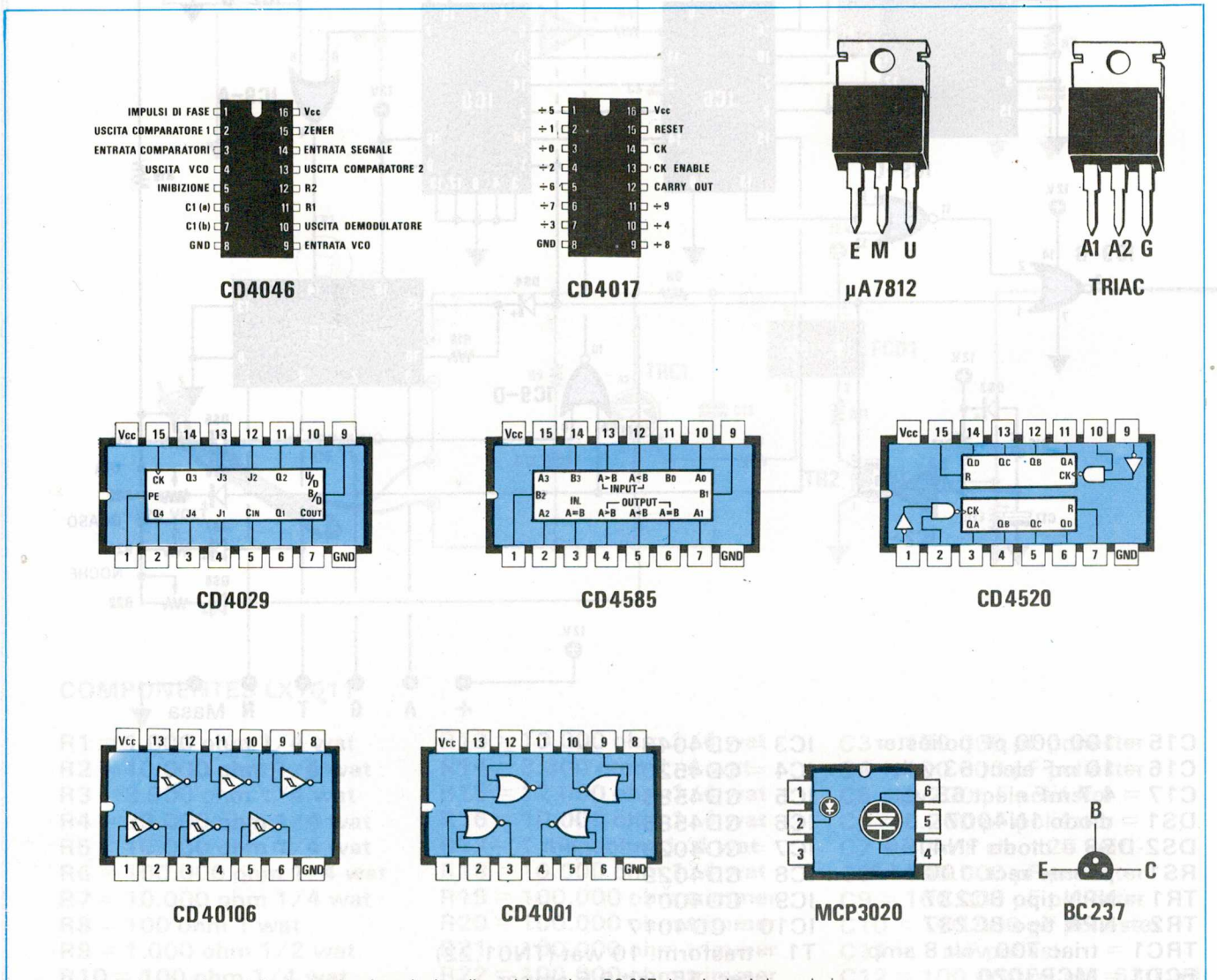


Fig. 10 Todas las conexiones de los integrados vistos desde arriba, y del transistor BC.237 visto desde abajo, es decir desde el lado en que los tres terminales sobresalen del cuerpo de plástico. Las letras E-M-U que figuran en los terminales del integrado uA.7812 significan "Entrada-Masa-Salida".

conectándola al positivo de alimentación (nivel lógico 1) hacia adelante.

Para conectar en serie estos dos Contadores no hay más que conectar la patilla 7 de IC7 (señal de Carry Out) a la patilla 5 de IC8 (señal de Carry In).

Las salidas (patillas 7 Carry Out) de ambos integrados se aplican en las entradas de la puerta NOR IC9/A, para conseguir en su salida (patilla 4) un impulso de clock, cada vez que los dos contadores hayan realizado un ciclo de conteo completo (es decir de 0 a 255 si cuentan en ascendente o de 255 a 0 si cuentan hacia abajo).

Como nos interesa que un ciclo completo alcance el número 127, no conectamos la patilla 6 de IC7 al Comparador Digital IC5 y, de esta forma, conseguimos un contador con 7 bits en lugar de 8 y, en consecuencia, un conteo máximo de 127.

El impulso de clock disponible en la salida del NOR IC9/A se aplica a la patilla 14 de IC10, un contador por 4 tipo CD.4017, que permite conseguir en sus salidas 3-2-4-7 un nivel lógico 1, necesario para obtener las cuatro fases:

Patilla 3 = alba
Patilla 2 = dia
Patilla 4 = ocaso
Patilla 7 = noche

Durante la primera fase, es decir la de alba, el nivel lógico 1 (es decir la tensión positiva) disponible en la salida de la patilla 3 de IC10 llega, a través del diodo DS5 y el trimmer R19, al condensador electrolítico C16 aplicado en la entrada del VCO formado por el inverter IC2/D.

En función de la posición en que se haya girado el trimmer R19, este condensador electrolítico C16 se carga con mayor o menor lentitud y, de esta forma, la frecuencia del VCO varía de un mínimo de unos 2 Hz hasta un máximo aproximado de 12 Hz.

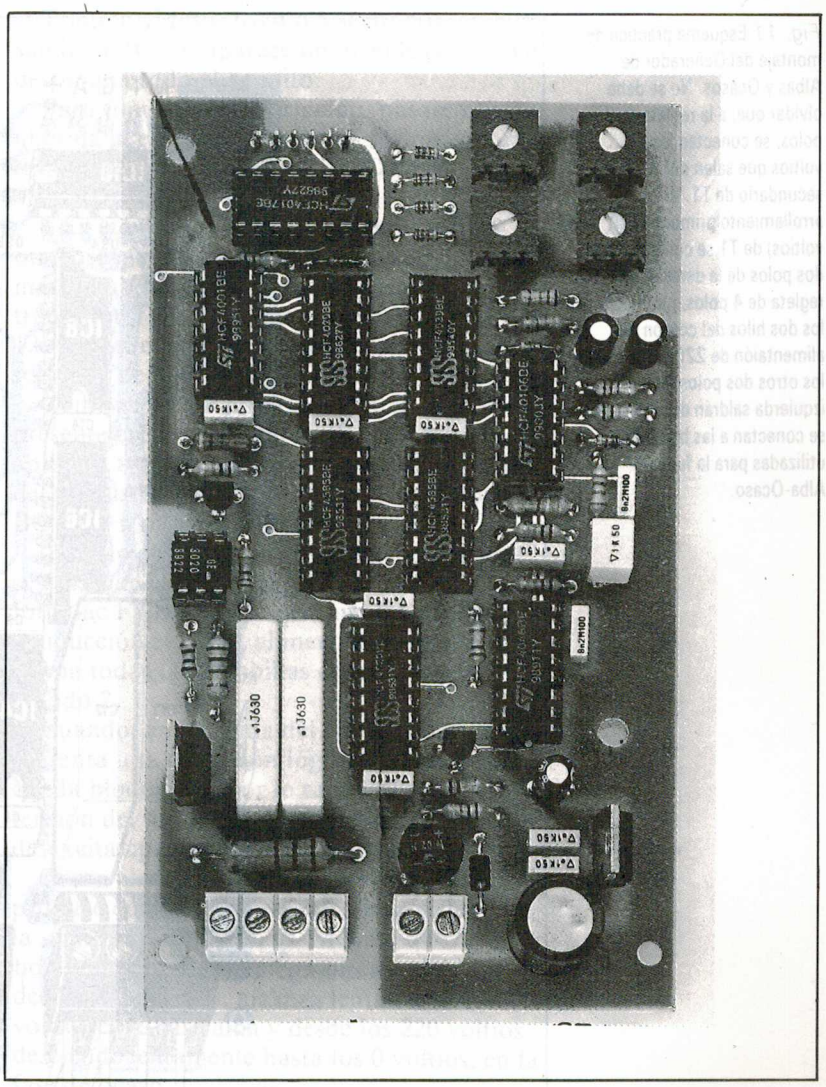
La frecuencia generada por IC2/D se utiliza como señal de clock para los dos contadores IC7 e IC8 (véanse patillas 15).

En función de la frecuencia de 2 ó 12 Hz, los contadores cuentan con mayor o menor rapidez y, por consiguiente, el alba es breve cuando el conteo es rápido y prolongada cuando el conteo es lento.

En la fase de alba, el conteo se realiza hacia atrás, al haber en la patilla 10 de IC9/D y, por consiguiente, en las patillas 10 de IC7 e IC8, un nivel lógico 0.

De hecho, como ya se ha mencionado, la mínima intensidad luminosa corresponde al número 127 mientras que la máxima corresponde al número 0.

Cuando la bombilla haya alcanzado su intensidad máxima, es decir cuando los dos contadores IC7 e IC8 hayan finalizado su ciclo, en el NOR IC9/A (véanse patillas de entrada conectadas en las patillas 7 de IC7 e IC8) aparece otro impulso de clock que avanza una posición el contador IC10, es decir que retira el nivel lógico 1 de la salida de la patilla 3 (correspondiente al alba) y lo aplica en la patilla 2, utilizada para la función día.



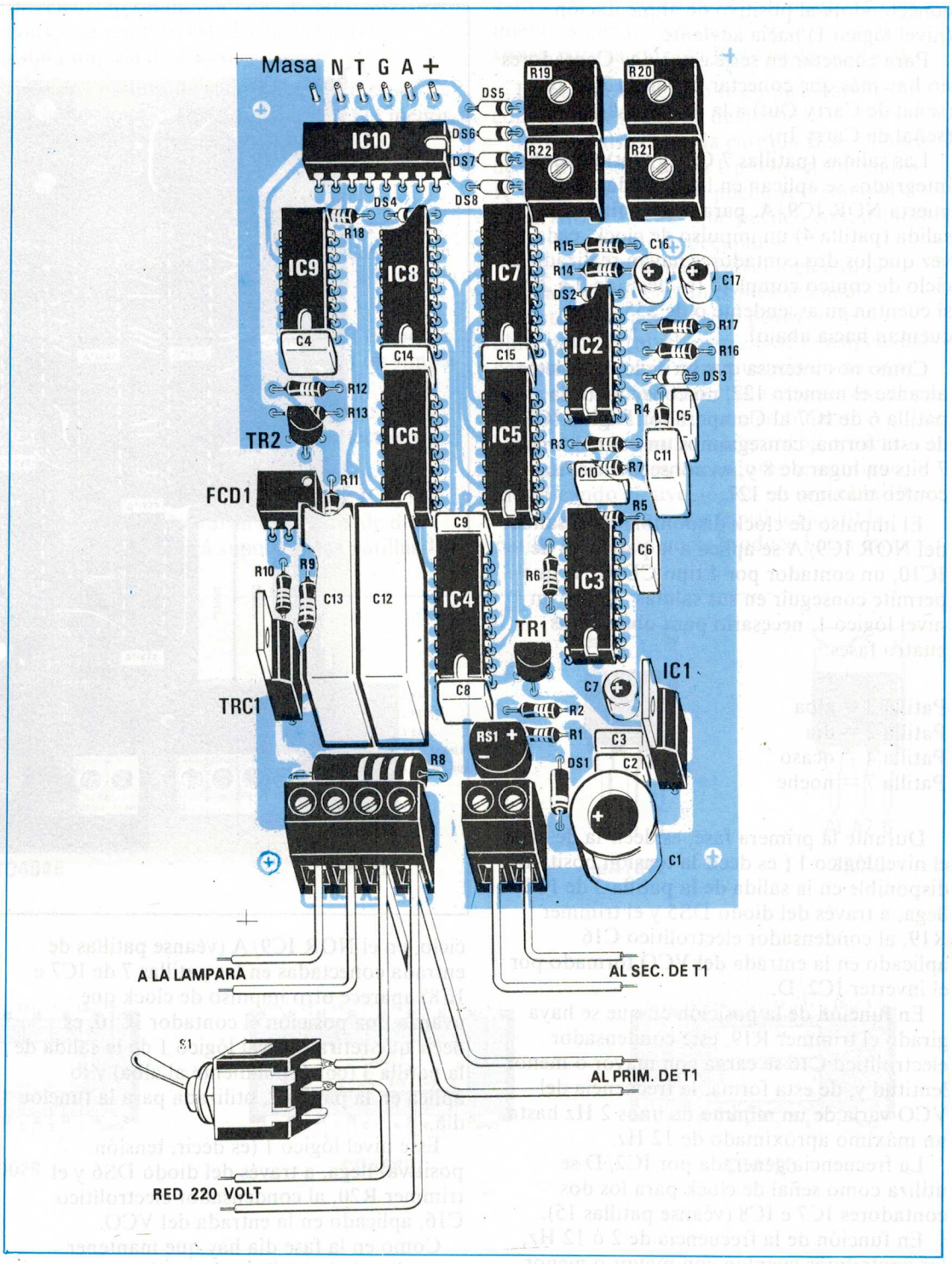
Fotografía del circuito impreso de uno de nuestros ejemplares montados para comprobación. El circuito impreso que servimos, además de estar recubierto con un barniz protector especial, lleva su correspondiente dibujo serigrafiado y sus siglas.

Este nivel lógico 1 (es decir, tensión positiva) llega, a través del diodo DS6 y el trimmer R20, al condensador electrolítico C16, aplicado en la entrada del VCO.

Como en la fase día hay que mantener encendida la bombilla aunque los dos contadores IC7 e IC8 sigan trabajando, el nive lógico 1, además de llegar al VCO, se aplica también a la patilla 15 de IC6 para forzar el octavo bit a nivel lógico 1 y, de esta forma, la bombilla permanece encendida siempre con su intensidad máxima.

Finalizada la fase de día, tiene que comenzar la de ocaso, que se produce cuando

Fig. 11 Esquema práctico de montaje del Generador de Albas y Ocasos. No se debe olvidar que, a la regleta de 2 polos, se conectan los 15 voltios que salen del secundario de T1. El arrollamiento primario (220 voltios) de T1 se conecta a los dos polos de la derecha de la regleta de 4 polos, junto con los dos hilos del cordón de alimentaión de 220 voltios. De los otros dos polos de la izquierda saldrán dos hilos que se conectan a las bombillas utilizadas para la función Alba-Ocaso.



el nivel lógico 1 presenta en la patilla 2 del contador IC10 pasa a la patilla 4.

En este momento, el nivel lógico 1 que desde la patilla 2 va a bloquear el comparador IC6, se retira, y el nivel lógico 1 presente en la patilla 4 llega, a través del diodo DS7 y el trimmer R21, al condensador electrolítico C16 del VCO.

Como en la fase de ocaso el conteo se tiene que producir hacia adelante para contar de 0 a 127 hay que retirar de las patillas 10 de IC7 e IC8 el nivel lógico 0 y aplicar un nivel lógico 1.

Esta inversión de nivel lógico se efectúa con el NOR IC9/D, cuyas entradas están conectadas a las patillas 2 y 3 del contador IC10.

Para comprender como se produce esta inversión de nivel lógico, aconsejamos releer el artículo sobre el Simulador de Puertas Lógicas, publicado en la revista 76.

Durante la fase de ocaso, la bombilla desde su luminosidad máxima se va apagando y, una vez apagada, el nivel lógico 1 presente en la patilla 4 de IC10 pasa a la patilla 7 para generar el efecto noche.

El nivel lógico 1 presente en la patilla 7, pasando a través del diodo DS8 y el trimmer R22, llega nuevamente al condensador C16 existente en el VCO (véase IC2/D) pero, como en la fase de noche la bombilla tiene que permanecer apagada, este nivel lógico 1 se aplica también a la patilla 14 de IC6.

Finalizada la fase de noche, el nivel lógico 1 pasa de la patilla 7 a la patilla 3 de IC10 y, de esta forma, vuelve a comenzar la fase de alba, luego día, etc.

La velocidad de las 4 fases se puede aumentar o reducir aisladamente, girando de un extremo al otro los trimmers R19, R20, R21 y R22.

Para conseguir tiempos más largos de los que hemos previsto, se puede aumentar el valor del condensador electrolítico C16, de los 10 microfaradios elegidos hasta 22, 33 o 47 microfaradios.

En el esquema eléctrico se puede observar que las salidas 3-2-4-7 del integrado IC10 conectan con 6 terminales de salida indicados con "+" - "A" - "G" - "I" - "N" - "masa", que pueden servir para gobernar posibles circuitos externos.

Por ejemplo, para uso didáctico, los profesores podrían conectar cuatro transistores (véase la figura 12) para encender diodos led y demostrar de esta forma a los alumnos que, cuando se enciende el diodo led de alba, la bombilla apagada se enciende lentamente y, a la inversa, cuando se enciende el diodo led del día la bombilla permanece encendida con su intensidad máxima, etc.

El colector de estos transistores se pueden utilizar también para excitar relés o para accionar otros circuitos digitales con C/MOS.

Puntualizaremos que el nivel lógico presente en el colector de los distintos transistores estará invertido, por lo que en el colector del transistor TR1 habrá un nivel lógico 0 durante el alba y un nivel lógico 1 durante las fases siguientes.

Lo mismo se puede decir de los demás transistores, que presentarán en su colector un nivel lógico 0 durante la fase de día, del ocaso y de la noche.

El inverter IC2/E, junto con las resistencias R16 y R17, el diodo DS3 y el condensador C17 visible debajo del integrado IC4, forman una etapa de reset.

Esta etapa sólo sirve para retardar unos 4 o 5 segundos el funcionamiento de encendido, para permitir que el circuito PLL estabilice su funcionamiento.

NOTA: La primera vez que se proporcione tensión al circuito, es posible que la bombilla se encienda unas fracciones de segundo.

Transcurridos estos 4 o 5 segundos, en la salida de IC2/E aparece un nivel lógico 0 que desbloqua todo el circuito.

Para finalizar la descripción, pasaremos ahora a la etapa Relé estático, formada por el transistor TR2, el fotodiac FCD1 y el Triac TRC1.

Esta etapa se puede utilizar en cualquier otro proyecto en que haya que encender una o más bombillas, excitando la Base del transistor TR2 con un tensión positiva de 10 a 12 voltios, o bien con cualquier salida recogida de un integrado TTL o C/MOS.

Como se puede observar, el nivel lógico 1 presente en la salida del NOR IC9/B se aplica, a través de la resistencia R12, a la Base del transistor TR2, un NPN corriente tipo BC.2327 u otro equivalente.

Cuando el transistor entra en conducción, se enciende el diodo led contenido en el fotodiac FCD1 y, en consecuencia, entra en conducción el Triac, alimentando de esta forma todas las bombillas conectadas a su Anodo 2.

Cuando, en la salida del NOR IC9/B, se presenta una condición lógica 0, el transistor queda bloqueado, por lo tanto, al retirar la tensión del diodo led del fotodiac, el Triac se desexcita apagando las bombillas.

Como el impulso de excitación del Triac se produce con retraso respecto al paso del 0 de la semionda de 50 Hz, es evidente que la bombilla se encenderá con una tensión que, desde los 0 voltios, alcanza lentamente los 220 voltios en la fase alba y desde los 220 voltios desciende lentamente hasta los 0 voltios, en la fase de ocaso.

Como tenemos 127 niveles de retardo, en teoría podríamos afirmar que se producen aumentos o reducciones de intensidad lumínica con saltos de 1,7 voltios.

En la práctica, se producirá en cambio una variación no totalmente lineal, ya que la onda es de forma sinusoidal y no lineal.

Para terminar, puntualizaremos que la carga máxima que se puede aplicar al Triac no debe superar nunca 1 kilowatio.

Realización práctica del circuito

Para realizar este proyecto, se requiere un circuito impreso de doble cara con orificios metalizados, marcado LX.1011.

En este circuito impreso hay que montar todos los componentes tal como se observa en el esquema de la figura 11.

Como siempre, aconsejamos comenzar con

los zócalos, que se montan de uno en uno; luego hay que soldar todas las patillas cuidando de no cortocircuitar dos adyacentes con gotas grandes de estaño.

A continuación se montan todas las resistencias, comparando cuidadosamente sus códigos de colores con los valores indicados en la relación de componentes y, a este respecto, nos gustaría aclarar que la resistencia de mayor tamaño es la R8 de 100 ohmios 1 watio que, como se observa en la figura 11, se monta junto a la regleta de 4 polos.

En la parte superior del circuito impreso se montan los cuatro trimmers R19, R20, R21 y R22 y los diodos de silicio, teniendo mucho cuidado de respetar la polaridad de sus dos terminales.

Puntualizaremos que los diodos con carcasa de vidrio tipo 1N.4150 tienen el cátodo en el lado rodeado por una franja amarilla, lado que se orienta hacia el punto del circuito impreso en que figura una franja negra.

Por ejemplo, el lado amarillo de los diodos DS5, DS6, DS7 y DS8 se orienta hacia los trimmers R19 y R20, mientras que el lado amarillo del diodo DS4 se orienta hacia la resistencia R18 y el del diodo DS2 hacia IC7.

Sólo en el caso del diodo con carcasa de plástico DS1, el cátodo se encuentra en el lado rodeado por una franja blanca que, tal como se indica en el esquema práctico de la figura 11, se orienta hacia la regleta de 2 polos.

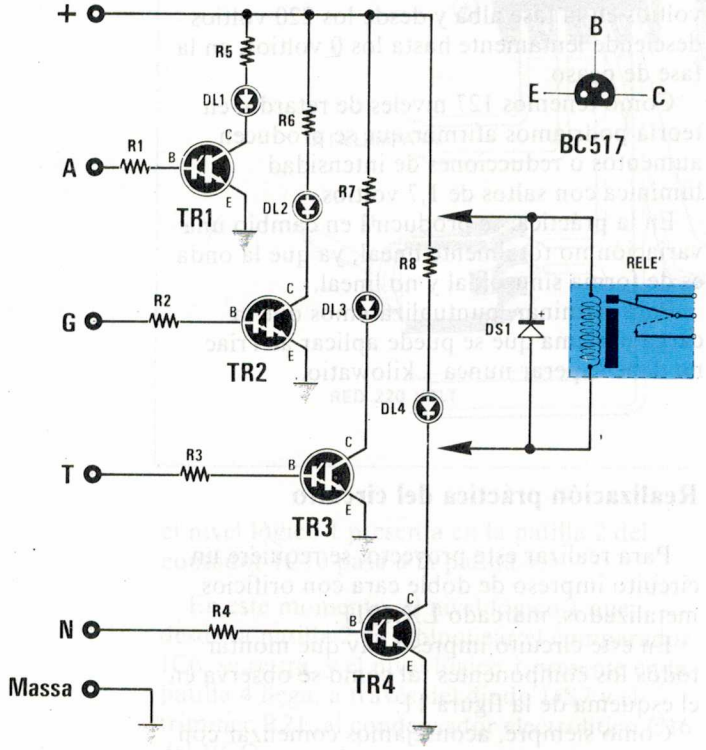
Una vez montados los diodos, se puede continuar con los condensadores de poliéster y como sus capacidades pueden figurar en las carcasas expresadas en nanofaradios o en microfaradios, reflejamos a continuación todas las siglas que se pueden encontrar:

8.200 pF = 8n2 - .0082
100.000 pF = .1 - u1 - 100 n
1 microF = 1 - 1u

Los dos condensadores de 100.000 pF 630 voltios de trabajo se montan donde hemos colocado la indicación C12-C13.

Tras los condensadores de poliéster se pueden montar los condensadores electrolíticos, cuidando de introducir su terminal positivo en el orificio del circuito impreso marcado con el signo +.

En la parte inferior del circuito impreso, se monta el puente rectificador RS1 (cuya forma puede ser, indistintamente, redonda, de media luna o cuadrada), teniendo cuidado de



COMPONENTES

R1 = 10.000 ohm 1/4 wat
R2 = 10.000 ohm 1/4 wat
R3 = 10.000 ohm 1/4 wat
R4 = 10.000 ohm 1/4 wat
R5 = 820 ohm 1/4 wat
R6 = 820 ohm 1/4 wat
R7 = 820 ohm 1/4 wat
R8 = 820 ohm 1/4 wat
DS1 = diodo 1N.4007
DL1 = diodo led
DL2 = diodo led
DL3 = diodo led
DL4 = diodo led
TR1 = NPN tipo BC517
TR2 = NPN tipo BC517
TR3 = NPN tipo BC517
TR4 = NPN tipo BC517
RELE = relé 12 V. 1 circuito

Fig. 12 **A los terminales "- A G T N Masa" presentes en el circuito impreso LX.1011 se les pueden conectar transistores Darlington, que pueden servir para encender diodos led o para excitar Relés de 12 voltios.**

introducir sus terminales, positivo y negativo tal como se indica en el circuito impreso.

Junto a los dos condensadores C2 y C3 se monta el integrado estabilizador IC1, con la parte metálica de su cuerpo hacia estos dos condensadores, como se observa claramente en el esquema práctico de montaje de la figura 13.

Entre los dos circuitos integrados IC3 e IC4, hay que montar el transistor TR1, orientando la parte plana de su cuerpo hacia la resistencia R6, mientras que cerca del fotodiac FDC1 se monta el transistor TR2, orientando la parte plana hacia el integrado IC9.

El Triac TRC1 se monta un poco por encima del condensador C13, con la parte metálica dirigida hacia el exterior.

Para terminar el circuito, hay que soldar en la parte baja del integrado las dos regletas de 4 y 2 polos y, cerca del integrado IC10, los 6 terminales para conexión situados a la derecha, respecto al integrado mismo, marcados como masa N-T-G-A-+ (puntualizaremos que N significa "noche, T "ocaso, G "dia", A "alba").

Estos terminales pueden servir para conectar externamente cuatro transistores, como se observa en el esquema eléctrico de la figura 12.

Finalizado el montaje, se pueden encajar todos los integrados, comprobando que la muesca de referencia en forma de U quede situada exactamente como se indica en la figura 11.

Sólo en el caso del fotodiac FCD1, esta muesca se sustituye con una pequeña o, que se orienta hacia la resistencia R11.

Montaje en el mueble

Este circuito se puede colocar en el interior de cualquier contenedor, a ser posible de plástico.

Para todos los ejemplares que hemos montado para comprobación, hemos utilizado un mueble estándar modelo MTK08.13, colocando el circuito impreso y el transformador de alimentación tal como se indica en las fotografías.

El circuito impreso se fija al plano del mueble con los cuatro distanciadores autoadhesivos incluidos en el kit, mientras que el transformador se sujeta con dos tornillos de hierro de 3-4 mm de diámetro, con sus correspondientes tuercas.

Como los paneles delantero y trasero no están perforados, con una broca se puede abrir un orificio en el panel frontal para el interruptor de red y dos en el trasero, uno de los cuales sirve para permitir el paso del cordón de alimentaicón de 220 voltios y, el otro, par dar salida a los dos cables que deben llegar a las bombillas.

Para alimentar las bombillas se puede recurrir a otra solución, es decir fijar en el panel trasero una o dos tomas de red de 220 voltios.

Si os interesa sacar también del circuito impreso las señales Masa-N-T-G-A-+ presentes en los terminales situados junto a IC10, aconsejamos aplicar conectores aislados o recoger la señal con bananas.

Tras haber fijado el circuito impreso y el transformador de alimentación, hay que realizar todas las conexiones internas, es decir hacer llegar a los dos polos de la derecha de la regleta de 4 polos, los dos cables del cordón de alimentación y salir de estos dos mismos polos con dos hilos, conectando en serie con uno de ellos el interruptor S1, conectáadolos al primario del transformador T1.

Del secundario de T1 se sale con dos hilos que se conectan a la regleta de 2 polos situada junto al puente rectificador RS1.

Los dos cables que irán a las bombillas se conectan a los dos polos existentes en la parte izquierda de la regleta de 4 polos.

Comprobación del funcionamiento

Una vez fijado el circuito en el mueble y conectado el transformador de alimentaicón T al cordón de red y las tomas de salida para las bombillas, hay que girar los cursores de todos los trimmers en sentido horario, para conseguir tiempos mínimos en las etapas de alba, día, ocaso y noche.

Una vez enchufado el aparato a la red, no se debe tocar con las manos el cuerpo del Triac, porque la parte metálica está conectada directamente a los 220 voltios de la red.

La primera vez que se enciende el circuito, la bombilla emitirá un relámpago de luz, por la sencilla razón de que los contadores se encuentran en un estado casual, luego se apagará y tras unos segundos se observará que empieza, lenta y progresivamente, a encenderse de nuevo hasta alcanzar la luminosidad máxima (fase día).

En este estado permanecerá durante un cierto tiempo y, a continuación, la luminosidad empezara a atenuarse hasta anularse (fase noche).

En este estado permanecerá todavía un momento y luego el ciclo alba-dia-ocaso-noche se repetirá hasta el infinito.

Regulando los distintos trimmers, R19 para el alba, R20 para el día, R21 para el ocaso y R22 para la noche, se pueden seleccionar distintos tiempos de duración para las distintas fases.