

ENCENDIDO SUCESIVO DE UNA SERIE DE LAMPARAS, CON EFECTO DE MOVIMIENTO

luces secuenciales

- 1** Secuencia de iluminación
- 2** Transformación del sistema mecánico en electrónico
- 3** Decodificación en binario
- 4** Precauciones esenciales para el montaje
- 5** Ajuste y utilización



Un sistema de luces secuenciales está formado por un circuito que produce el encendido sucesivo de una serie de lámparas incandescentes, dando la sensación de que la luz emitida se desplaza de un extremo a otro del conjunto, siempre en el mismo sentido y a una velocidad que depende del ajuste del aparato.

En este circuito se ha previsto una secuencia de cuatro lámparas o cuatro salidas que serán accionadas secuencialmente de modo que en cada conjunto de cuatro lámparas se tendrá en cada instante solamente una encendida.

1

La ausencia de iluminación se indica en la figura 1. Como el circuito puede ser ampliado, pueden disponerse diversos conjuntos de cuatro lámparas, de forma que cuando estén en funcionamiento se tendrán diversas luces desplazándose.

El circuito que controla la velocidad con que las lámparas se van encendiendo y apagando, permite una regulación de manera que el ciclo completo va desde cuatro a cinco segundos hasta una velocidad mayor de 0,1 ó 0,2 segundos.

El problema básico para el diseño de un sistema de luces secuenciales es la relación de un circuito que produzca señales de salida en secuencia capaz de encender las lámparas con una velocidad que puede ser controlada de forma adecuada. Los sistemas mecánicos pueden efectuar dicha regulación con facilidad utilizando un dispositivo que incorpora un cilindro con contactos en su superficie y dispuesto en progresión, girando con velocidad constante. Los contactos fijos conectan las lámparas de forma progresiva, obteniéndose los resultados deseados.

2

La transformación del sistema mecánico en electrónico exige un cierto cuidado. Para mejor comprensión, el diseño se dividirá en tres secciones.

A) El circuito que proporciona la base de tiempo, es decir que determina la velocidad con que se verifica la alternancia de las lámparas encendidas.

B) El circuito secuenciador, que en cada impulso genera una señal de excitación en cada salida distinta y en la secuencia deseada.

C) El circuito excitador que alimenta las lámparas.

El esquema de bloques del sistema se muestra en la figura 2.

El primer circuito debe generar impulsos de excitación con una velocidad que puede ser controlada, determinando estos impulsos el tiempo que cada lámpara permanecerá encendida. Dicho circuito es un oscilador que debe caracterizarse por dos puntos básicos: disponer de un margen de frecuencia suficientemente amplio capaz de cubrir desde velocidad baja a velocidad elevada, teniendo por otra parte una salida compatible con las características de entrada del circuito siguiente. En el caso presente, se utiliza el IC NE555, el cual permite relaciones de frecuencia de $1 \div 100$ o superiores, sin necesidad de conmutaciones. Con ello, un potenciómetro único permite una regulación en un amplio margen de las velocidades posibles. Por otra parte, la salida de este circuito es perfectamente compatible con la entrada de la etapa siguiente que usa integrados de la familia TTL (figura 3).

El segundo circuito está compuesto, en primer lugar, por dos flip-flop TTL del tipo 7474 que pueden contar hasta cuatro, generando una salida binaria.

Para cada impulso de entrada, los flip-flop proporcionan a su salida tensiones que pueden ser asociadas a un número comprendido entre 0 y 3. Por ejemplo, partiendo de una situa-

ción inicial (0) en que en las salidas de cada flip-flop no hay tensión (0 y 0 por consiguiente), en el primer impulso se tendrá un cambio de nivel en el primero que pasará a 1. Para el impulso siguiente, el primero vuelve a cero y el segundo pasa a 1; en el tercer impulso, los dos quedarán con la salida en 1. El impulso siguiente vuelve al circuito a su situación inicial de 0 y 0, sin señal de salida.

Con 0 significando ausencia de tensión de salida y con 1 significando presencia de la misma, se puede confeccionar la tabla de verdad para este circuito:

Impulso de entrada	Salida 1	Salida 2
0	0	0
1	1	0
2	0	1
3	1	1

Es evidente que esta salida representa los números de 0 a 3 en binario siendo necesario, por tanto, una decodificación de los mismos de forma que se tengan 4 salidas numeradas de 1 a 4, correspondientes a una señal presente en cada una de ellas para cada situación de los flip-flop. Esta decodificación se lleva a cabo por un IC TTL 7400, formado por 4 puertas NAND conforme a lo siguiente:

Cada puerta NAND que forma el 7400 dispone de dos entradas que funcionan de manera que cuando en ambas no hay excitación (señal 0) a la salida se tendrá señal (1). Basta que una de las entradas de cada puerta o las dos sean excitadas para que a la salida la señal sea 0. Se puede expresar mejor este comportamiento por medio de la siguiente tabla:

Entradas		Salida
A	B	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

3

Volviendo a los flip-flops, para poder usarlos de forma que efectúen la decodificación en binario, se debe tener en cuenta que en cada flip-flop existen dos salidas. Cuando en una de ellas se encuentra con una señal 0, la otra obligatoriamente se encontrará en el nivel opuesto (1) y viceversa. Esta situación debe tenerse en cuenta para que en cada una de las cuatro situaciones posibles en secuencia, se unan cada una de las cuatro puertas a las salidas de los flip-flops que están a nivel 0. Por ejemplo, para encender la primera lámpara por medio de la primera puerta, cuando las salidas de los flip-flops sean 0 y 0, se unirán las entradas de las puertas directamente a las salidas normales de los flip-flops.

En el caso de la segunda lámpara que debe encenderse con la salida 1 y 0 no se pueden mantener las mismas conexiones. En este caso se deben conectar las entradas de la puerta correspondiente a la salida negativa del segundo flip-flop a una entrada de puerta y la otra salida normal del segundo flip-flop a la entrada de puerta conforme muestra la figura 4. En resumen, se deben siempre adaptar los niveles «0» de los flip-flops a las cuatro situaciones para realizar una decodificación.

La tabla adjunta muestra la situación:

Impulso	flip-flop 1		flip-flop 2		Salidas tomadas del 7400
	Q	\bar{Q}	Q	\bar{Q}	
0	0	1	0	1	$\bar{Q}_1 \bar{Q}_2$
1	1	0	0	1	$\bar{Q}_1 \bar{Q}_2$
2	0	1	1	0	$Q_1 \bar{Q}_2$
3	1	0	1	0	$Q_1 \bar{Q}_2$

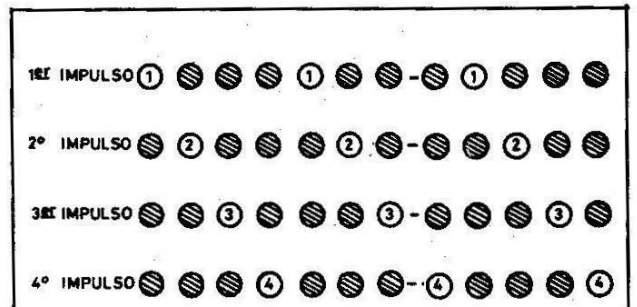


Fig. 1

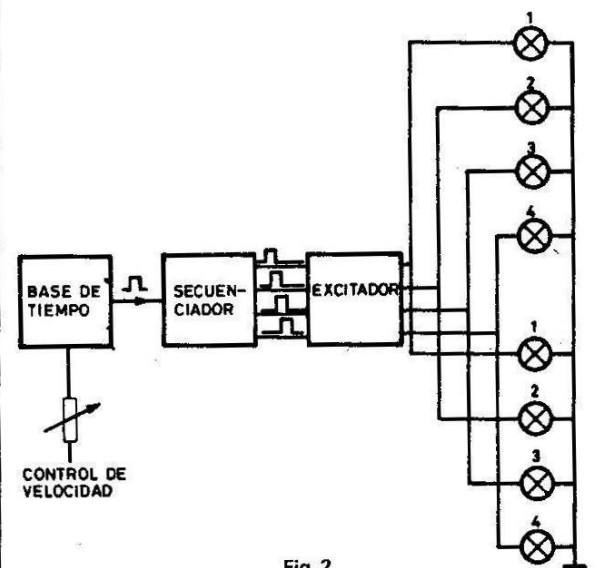


Fig. 2

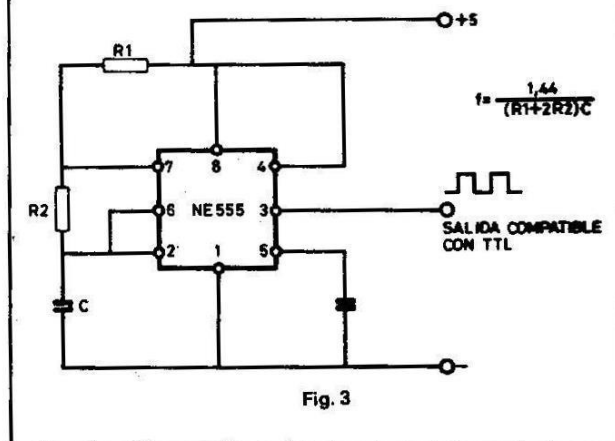


Fig. 3

Esto significa que cada puerta del integrado 7400 tiene dos uniones al circuito integrado 7474 formado por dos flip-flops y la forma como estas puertas se conectan determina la secuencia de encendido de las lámparas. Se tiene entonces, de acuerdo con el impulso de entrada de la base de tiempos, sólo una salida cada vez en cada puerta, utilizándose para excitar la etapa siguiente de potencia.

La última, es la etapa de potencia formada por un grupo de cuatro transistores, los cuales a partir de la señal de cada puerta, de pequeña intensidad, permiten la obtención de una corriente suficiente para alimentar un grupo de lámparas.

En la versión para lamparitas de tipo piloto de 6 V se usan transistores BC557 que trabajan con un 50 % de tiempo de actuación suministrando una corriente hasta 250 mA. Con esta corriente utilizando lamparitas que consumen sólo 40 mA, se pueden conectar a cada transistor hasta cinco unidades, de forma que el sistema podrá funcionar con un máximo de 20 lámparas.

Para la versión de alta potencia, en la salida de cada transistor se introduce una lamparita piloto para comprobar la señal y de esta lamparita se obtiene la señal para la excitación del SCR. Se tienen por tanto, cuatro SCR controlando cada uno un grupo de lámparas (figura 5).

Utilizando el SCR C106 cuya corriente máxima es de 4 A, se pueden tener con una red de 220 V cerca de 880 W. Si se usan lámparas de 5 W significa que para una red de 220 V se podrían alimentar teóricamente 320 lámparas.

El esquema del circuito básico general se muestra en la figura 6. Como los integrados TTL funcionan con una tensión de alimentación de 5 V, para su actuación ha de disponerse de una fuente que proporcione dicha tensión para los mismos (figura 7). Con la utilización de lamparitas de 6 V, la misma fuente puede servir para su alimentación. En este caso, la fuente debe suministrar una corriente mínima de 250 mA que será la exigida como máximo por el circuito. En caso de utilizar SCR para excitación de lámparas de potencia, las lamparitas piloto de 6 V serán únicamente 4, estando encendida una cada vez, debiendo ser la fuente para los integrados separada y con un suministro de corriente menor (sólo 60 mA).

4

En el montaje, las principales precauciones que se deben tomar son las siguientes:

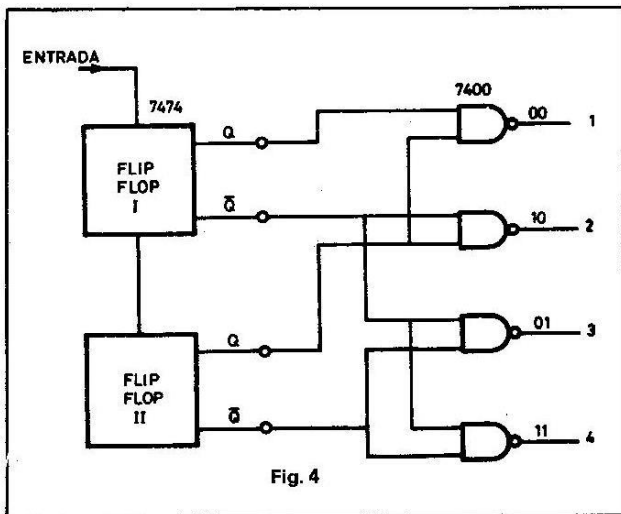


Fig. 4

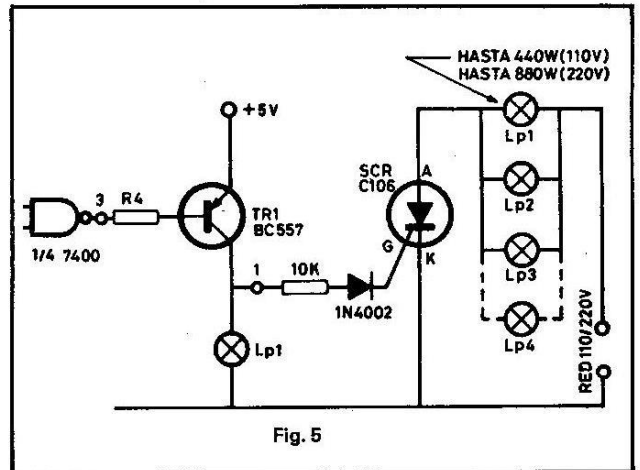


Fig. 5

a) Elegida la versión deseada de lámpara (127 V, 220 V ó 6 V), se seleccionará una base aislante de madera, plástico o una caja para el montaje.

b) Debe montarse en primer lugar la fuente de alimentación para las etapas integradas, observando el máximo cuidado en relación a su aislamiento y a la polaridad de los componentes usados. La entrada de esta fuente debe protegerse con un fusible de 1 A en la versión de 6 V y de 5 A en las versiones de 127 y 220 V. El mismo interruptor que conecta esta fuente se usará también para conectar la alimentación de red para las lámparas en la versión de alta potencia.

5

Completado el montaje y verificadas la parte de conexión y componentes, se colocará un fusible en su soporte y sin conectar las lámparas externas se conectará el aparato. Las lámparas usadas como monitor deben iluminarse en proceso secuencial. Se accionará el potenciómetro, verificando su funcionamiento y su influencia sobre la velocidad de encendido de las lámparas.

Si no se enciende alguna lámpara del conjunto, se comprobarán las conexiones, ya que puede existir algún mal contacto o conexiones erróneas. Si la secuencia se presenta invertida, puede corregirse la conexión invirtiendo los conductores de las lámparas.

Una vez comprobado que todo el conjunto se halla en orden, se conectará (en la versión de 127 ó 220 V) una lámpara en cada salida. Las lámparas deben encenderse en la misma secuencia que lo hacen las usadas como monitor.

Para la versión de 6 V se debe efectuar el mismo proceso, recordando siempre la limitación de corriente del aparato. En la versión de 127 ó 220 V, una carga excesiva puede destruir los SCR (o el fusible) y en la versión de 6 V una carga excesiva puede averiar los transistores.

Observación: Para velocidades mayores o menores puede modificarse el condensador C1.

Se puede conseguir un efecto muy vistoso con las dos secuencias desplazándose en sentido contrario.

Lista de componentes

- R1 = Potenciómetro lineal de 500 kΩ
- R2 = 10.000 ohmios 1/4 W ± 5 %

LUCES SECUENCIALES

R3, R4, R5, R6, R7 = 1.000 ohmios 1/4 W \pm 5 %
R8 = 330 ohmios 1/4 W \pm 5 %

C1 = 1 μ F/40 V, electrolítico
C2 = 1.000 μ F/40, electrolítico
C3 = 1 μ F/40 V, electrolítico
C4 = 125 μ F/16 V, electrolítico

IC1 = Circuito integrado NE555
IC2 = circuito integrado SN7474
IC3 = circuito integrado SN7400

TR1, TR2,
TR3, TR4 = Transistores PNP BC557, SC157
TR5 = Transistor NPN BD135

D1, D2 = Diodos rectificadores 1N4002

DZ1 = Diodo zener de 5,6 V/0,4 W

T1 = Transformador con primario de 110/220 V y secundario de 2 \times 6 V/0,5 A

S1 = Interruptor de red

Lp1, Lp2, Lp3, Lp4 = Lámparas piloto de 6 V/40 mA (ver texto)

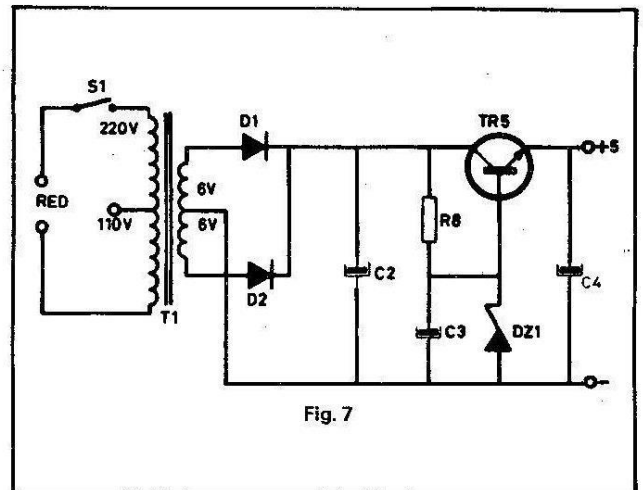


Fig. 7

4 \times resist. de 10.000 ohmios 1/4 W \pm 5 %
4 \times diodos rectificadores 1N4002
4 \times tiristores SCR C106

Lámparas de 110 ó 220 V y vatios según número y límite de potencia que indica figura 5.

Si se desea realizar la versión de potencia, además de lo anterior, ver figura 5:

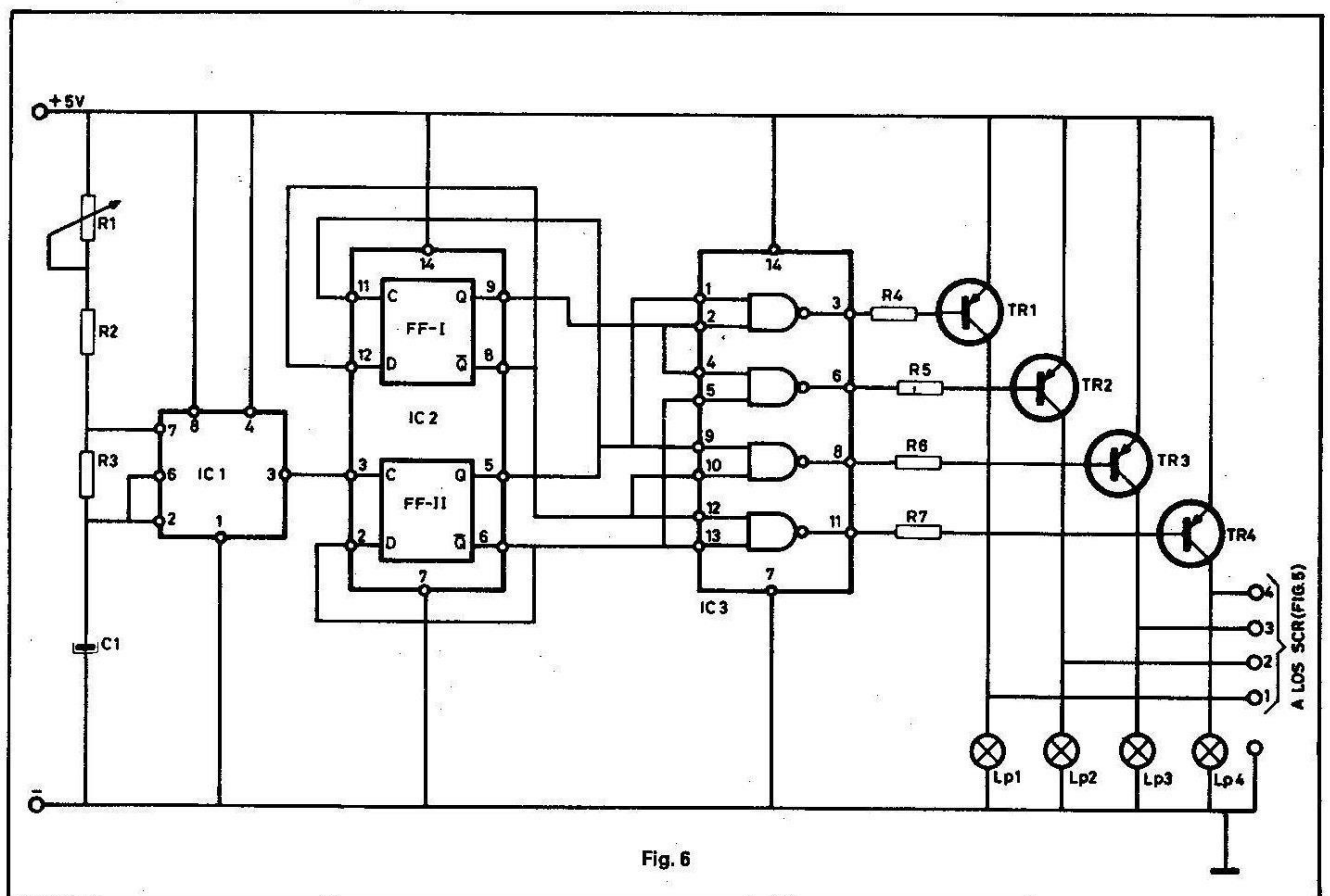


Fig. 6