



Temporizadores



Introducción

*El control de tiempo es la función básica dentro del automatismo industrial y doméstico. Este control puede lograrse empleando **temporizadores**.*

Básicamente, un temporizador es aquel elemento ó conjunto de ellos capaz de retener una información por un tiempo determinado, transcurrido el cual vuelve a su posición de reposo y vuelve a estar en condiciones de recibir una nueva información.

Existen multitud de formas de conseguir este efecto como puede ser por medio de relojería, por motores, térmico, electrónico, etc. En nuestro caso son los temporizadores electrónico lo que vamos a ver seguidamente.

Tipos de temporizadores según su función

En general, un **temporizador** se define como un dispositivo que media entre dos fases de un proceso, de tal forma que la señal ó estímulo originada por la primera excita a la segunda una vez transcurrido un tiempo previamente fijado.

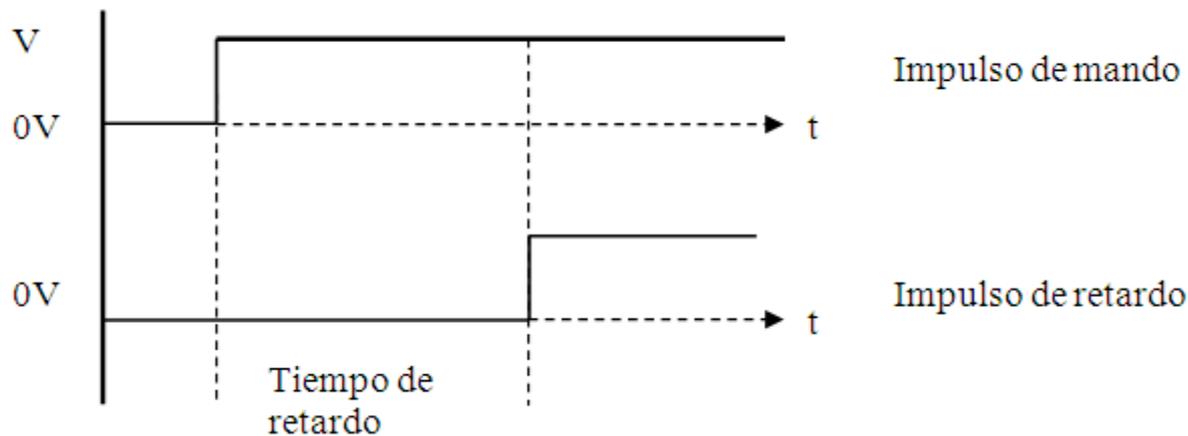


Se clasifican en:

- **Temporizador a la activación On-Delay.** Retardados al cierre.
- **Temporizador a la desactivación Off-Delay.** Retardos a la apertura o desconexión.
- **Temporizador a la activación y desactivación Dual-Delay.**

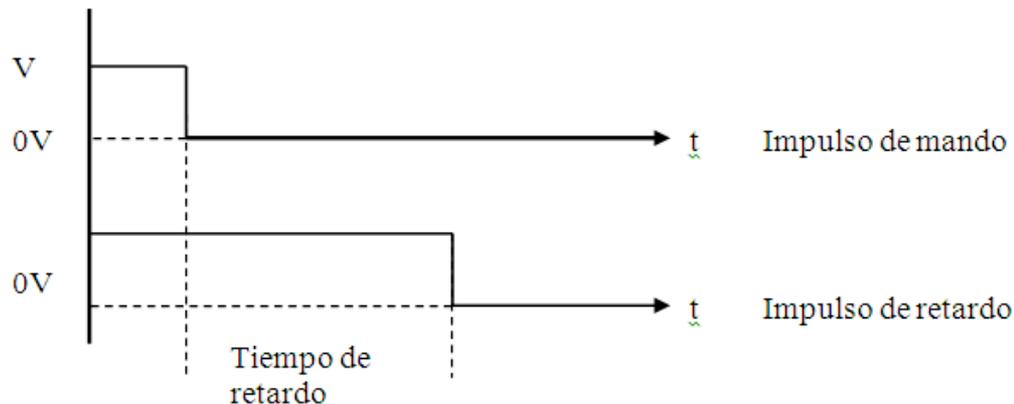
Temporizador a la activación On-Delay

Son los más usados. El retardador recibe la información y retrasa un tiempo regulable la ejecución del mando. Cuando una vez aparecida la señal de entrada retarda un tiempo t en reflejarse dicha señal a la salida, su aplicación al circuito se representa mediante la siguiente figura.



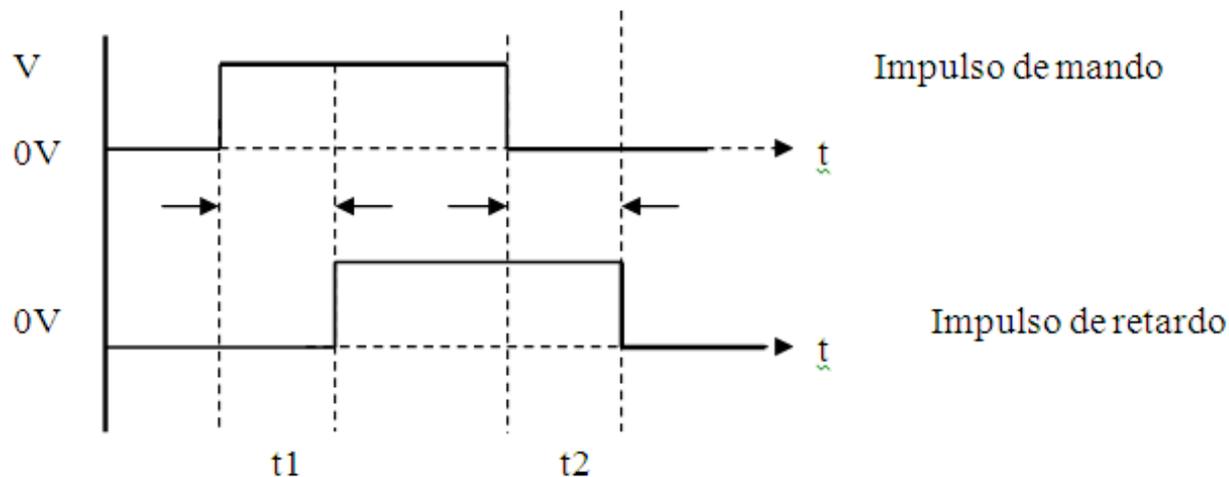
Temporizador a la desactivación Off-Delay

Son aquellos retardadores que al recibir la señal de poner a cero la salida, lo hacen al cabo de un cierto tiempo regulable. Cuando se retarda la desactivación de la salida hasta un tiempo t , después de extinguida la señal de activación. Se aplican en alarmas electrónicas a la desconexión, retardos de apagado de la luz de pasillo del piso, retardo al cierre de la puerta de un garaje. La siguiente figura representa una condición de temporización a la desactivación.



Temporizadores a la activación y desactivación Dual-Delay

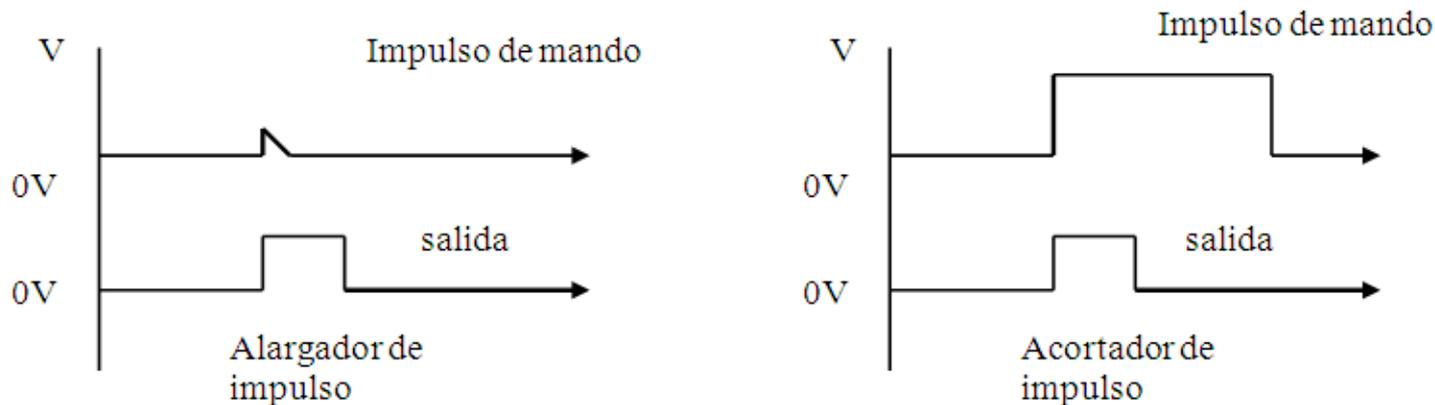
Cuando se combina la acción de un temporizador a la activación t_1 y otro a la desactivación t_2 sobre la misma señal. Se aplican en los sistemas de alarmas. La siguiente figura se representa la señales de activación y desactivación con respecto al impulso inicial ó de mando.



Formadores de impulso

Son aquellos que recibiendo un impulso de cualquier forma y duración, suministran a la salida un 1 siempre con las mismas características.

Estos a la vez se dividen en retardadores y alargadores del impulso.



Las señales de excitación

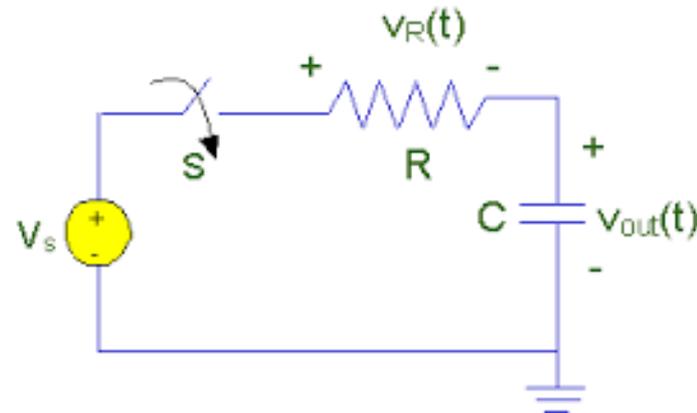
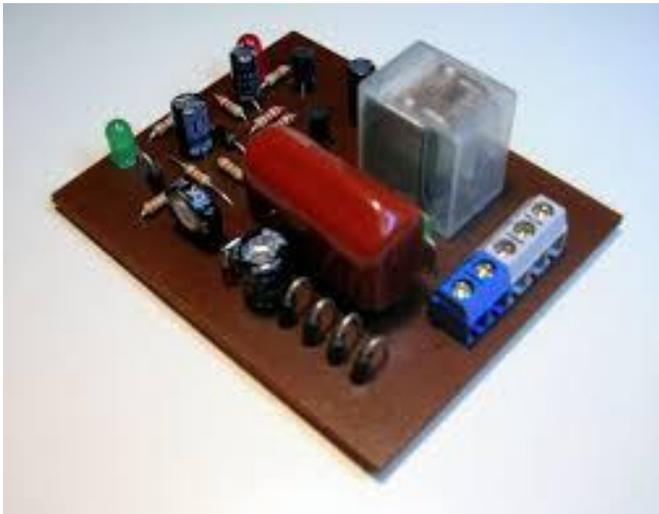
La temporización se aplica sobre señales que solamente presentan dos niveles perfectamente diferenciados, llamadas señales digitales, donde dicho niveles se llaman generalmente:

- Nivel alto ó nivel “ 1 ” al nivel superior de dichas señales.*
- Nivel bajo ó nivel “ 0 ” al nivel inferior de dichas señales.*

Por lo expuesto, las señales de excitación se tomarán como ausencia “0” o presencia “1” de un nivel de tensión de amplitud suficiente para excitar el circuito de la etapa posterior al temporizador y su duración se considerará en todos los casos superior al tiempo t de temporizador.

Condensador y resistencia como elementos de la temporización.

Cuando la precisión requerida no es muy elevada, que no se tenga que utilizar un cristal de cuarzo como elemento de referencia de reloj y el margen de ajuste de la temporización no es muy amplio, se emplean los llamados temporizadores analógicos que basan su funcionamiento en la carga y descarga de un condensador a través de una resistencia.



Carga y descarga de un condensador

Hay que tener en cuenta que a mayor capacidad del condensador más tardará en cargar y descargar la tensión en sus bornes y también dependerá del valor de la resistencia.

*Si consideramos el circuito de la figura 1.2 y el condensador inicialmente descargado, en el momento de aplicar **Va** el condensador se comportará como un cortocircuito...*

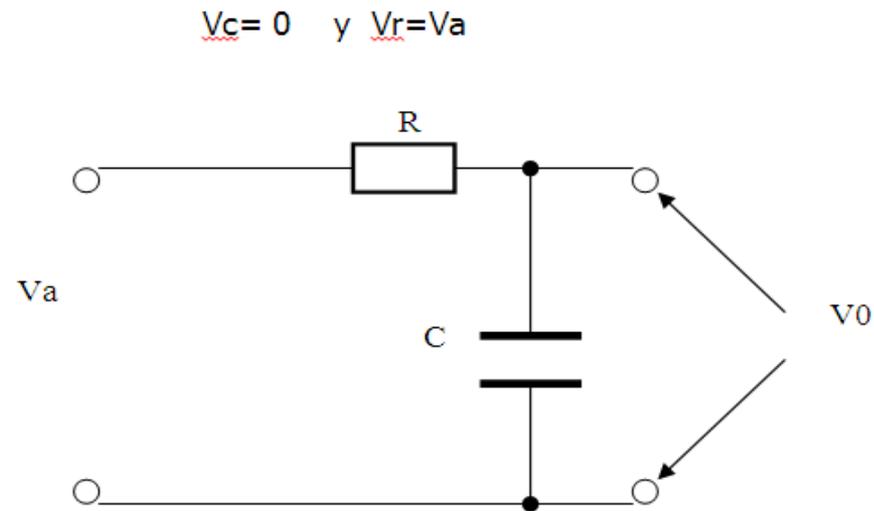


Figura 1.2. Carga de un condensador a través de una resistencia

Carga y descarga de un condensador

...a medida que transcurre el tiempo, el condensador se irá cargando adquiriendo una carga suficiente que se manifestará en forma de d.d.p entre sus placas. La velocidad con que el condensador se cargue dependerá de su capacidad C y del valor de la resistencia de carga R . En función de estas magnitudes, se define la llamada constante de tiempo (Tau , t) como:

$$t = R \cdot C$$

cuya unidad es el segundo y es el tiempo que emplea C en adquirir el 63 por 100 de la tensión que le falta para alcanzar el valor de la tensión de la fuente que le alimenta, pudiéndose considerar totalmente cargado cuando ha transcurrido $5t$.

Carga y descarga de un condensador

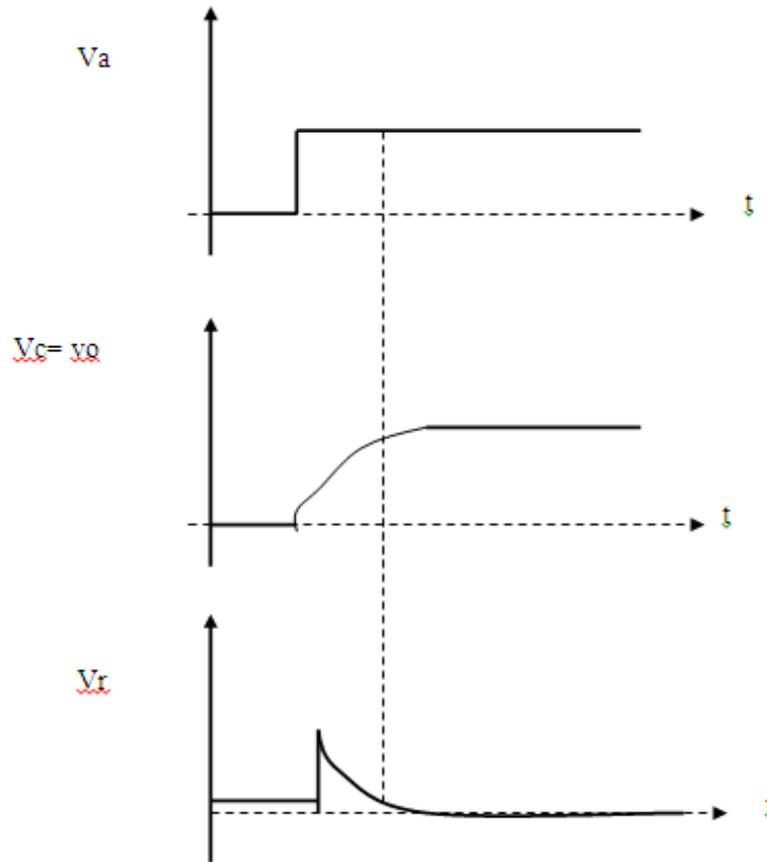
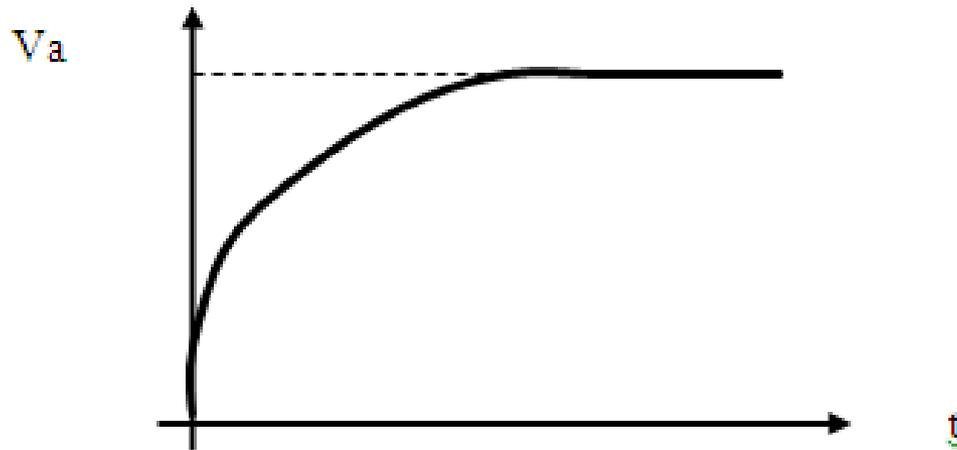


Diagrama de tensión en un circuito RC

Carga y descarga de un condensador

Una aproximación a la curva de carga de un condensador se representa en la siguiente gráfica.



Procedimiento de carga

Cuando se procede a la carga de un condensador en el primer instante la tensión en él es cero voltios (0V) y la intensidad de valor:

$$\text{Instante} = V / R = I_0$$

Transcurrido los primeros instantes, la corriente empezará a disminuir, según:

$$t/RC$$

$$\text{instante} = I_0 \cdot e$$

La caída de tensión en la resistencia es:

$$-t/RC \quad -t/RC$$

$$V_r = \text{instante} \cdot R = R \cdot I_0 \cdot e = V \cdot e$$

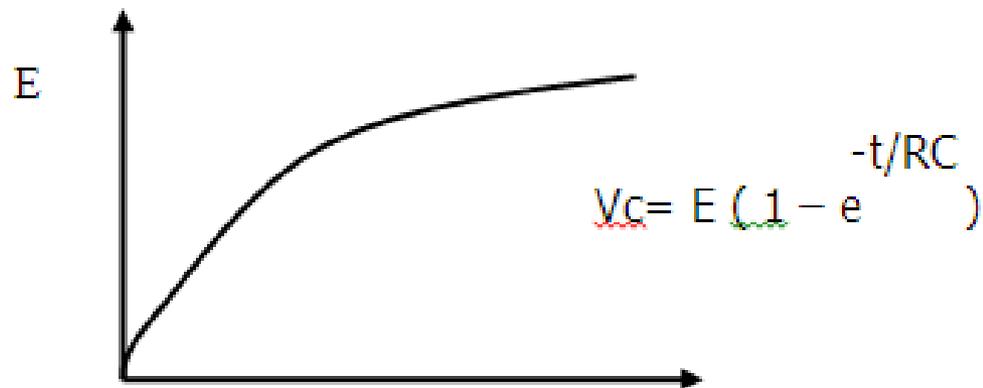
En el condensador:

$$-t/RC \quad -t/RC$$

$$V_c = E - V_r = E - E \cdot e = E \cdot (1 - e)$$

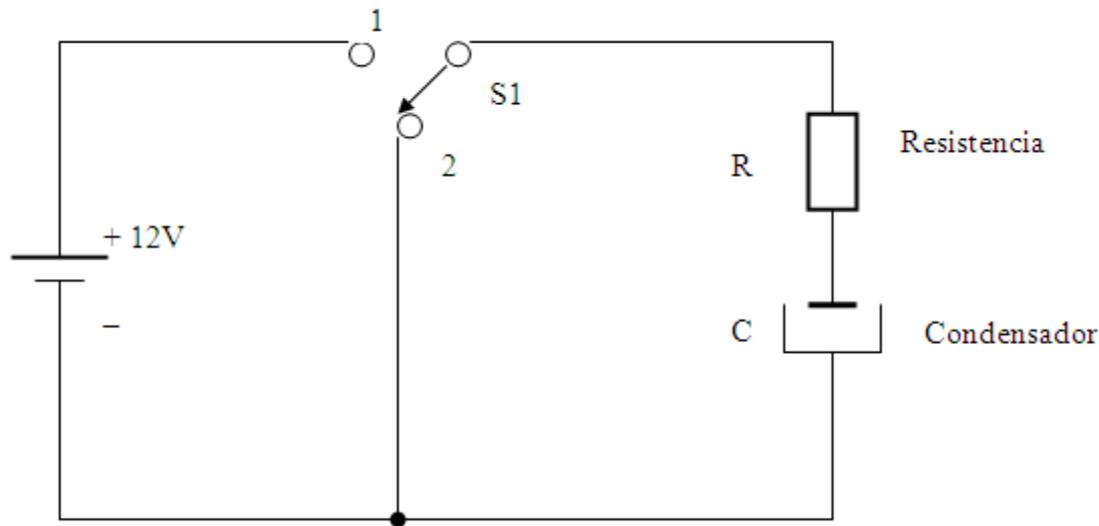
Procedimiento de carga

Su representación gráfica es la siguiente:



Descarga de un condensador

En la siguiente figura se representa la descarga de un condensador por medio del conmutador S1 al negativo de la fuente.



Procedimiento de descarga

Una vez cargado si pasamos S1 de la posición 1 a la 2, el condensador procederá a su descarga.

Y la corriente inicial será:

$$i_i = V_c/R = E/R$$

Instante después será:

$$-t/RC$$

$$\text{Instante} = -I_0 e$$

la corriente es contraria.

Procedimiento de descarga

La tensión en la resistencia es:

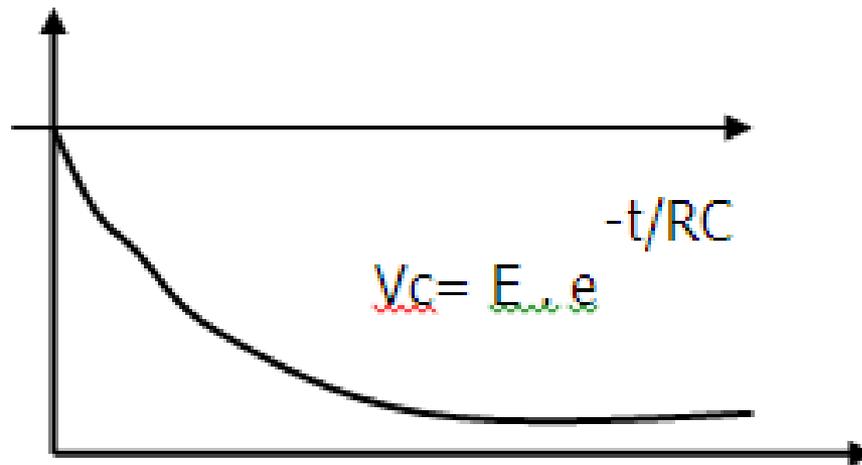
$$V_r = -R \cdot I_0 e^{-t/RC} = -E \cdot e^{-t/RC}$$

Y en el condensador:

$$V_c = -V_r = E \cdot e^{-t/RC}$$

Procedimiento de descarga

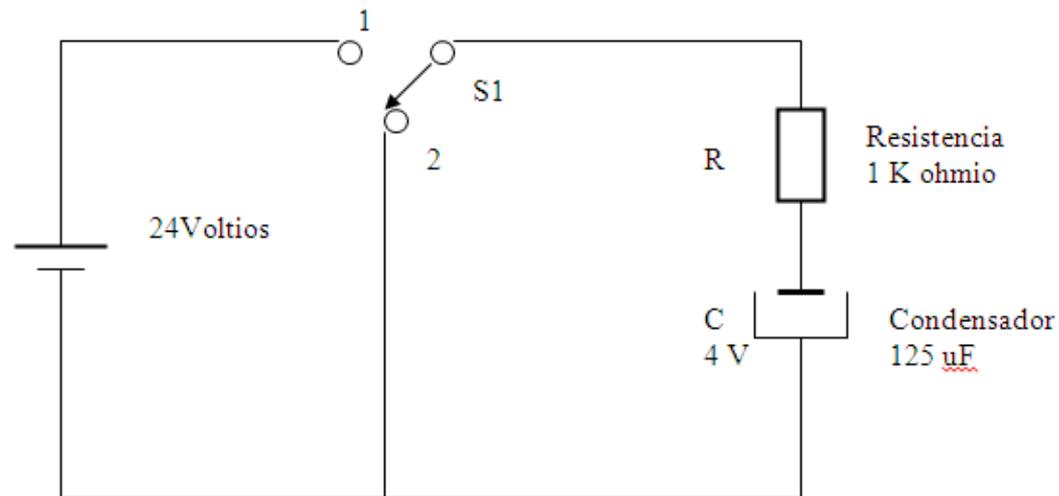
En el siguiente gráfico se muestra la descarga del condensador



Ejercicio de aplicación

Ejemplo 1:

Sabiendo que el condensador de la figura está cargado con 4 voltios, calcular el valor de la corriente en el instante de corrección y calcular el tiempo de carga.



Solución al ejercicio

Solución:

$$I_0 = V - V_c / R = 24 - 4 / 1000 = 0,02 \text{ A } \text{ ó } 20 \text{ mA.}$$

Nota: Se considera que un condensador está cargado cuando ha transcurrido $5 \times R \times C$.

$$-t/RC$$

$$V_c = E (1 - e$$

$$-t/0,125$$

$$4 = 24 (1 - e$$

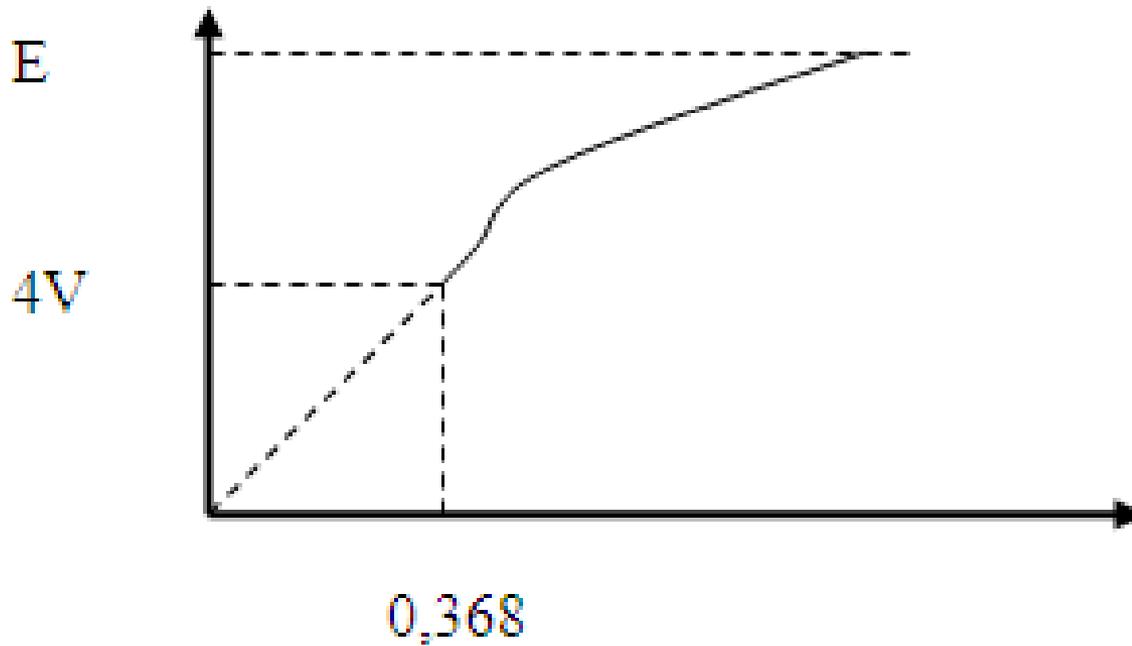
$$-t/0,125$$

$$19 = e$$

$$\ln 19 = -T/0,125 \rightarrow 0,368 \text{ segundos}$$

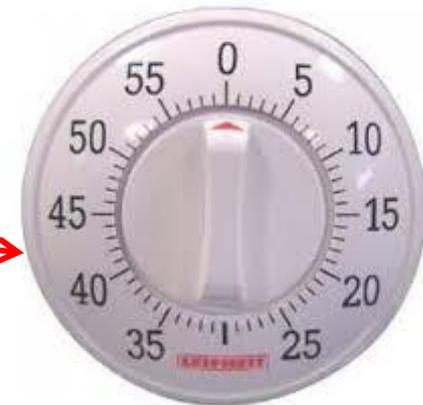
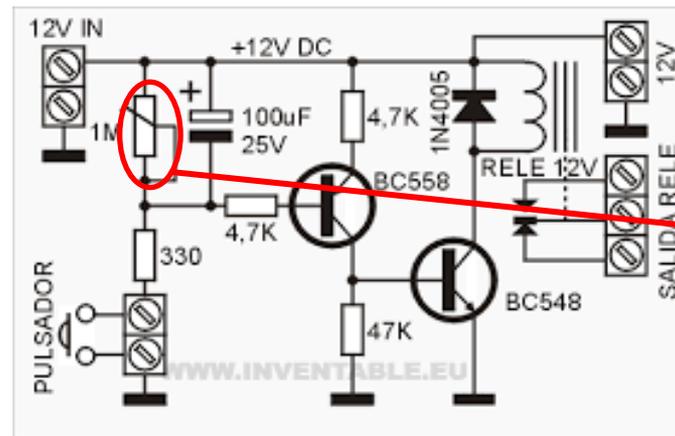
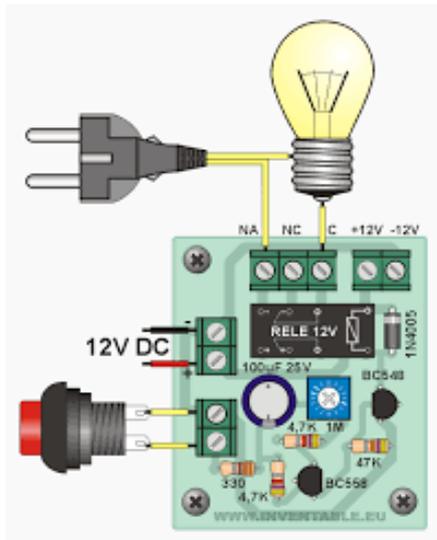
$$T = 5 \times R \times C - t = 5 \cdot 0,125 - 0,368 = 0,257 \text{ segundos}$$

Obtención de la gráfica



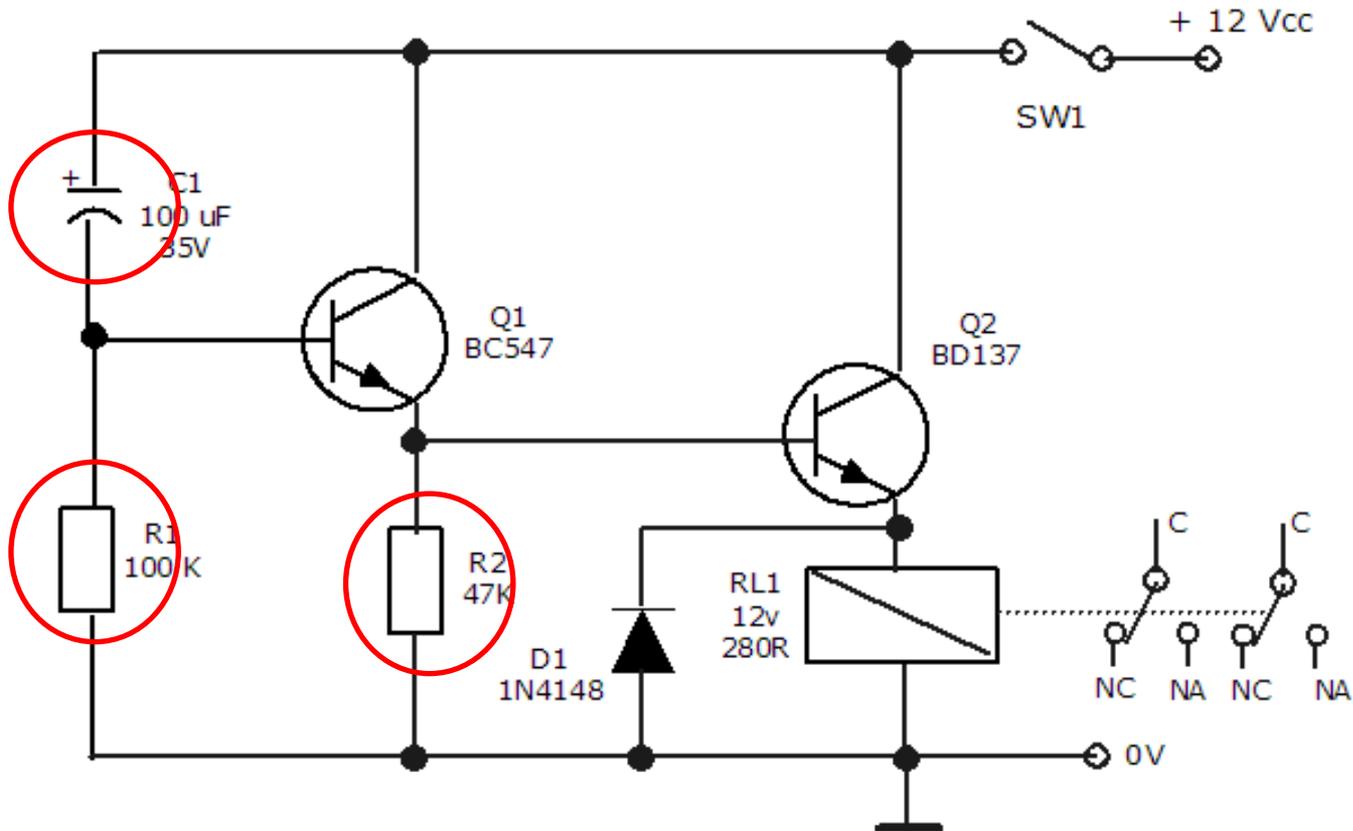
Circuitos temporizadores

Es sabido por todos que el tiempo de carga y descarga de un condensador depende de su capacidad, así como también del valor de la resistencia que podemos variar mediante un potenciómetro. Por lo tanto, el valor de la resistencia también influirá en el tiempo de carga y descarga del condensador.

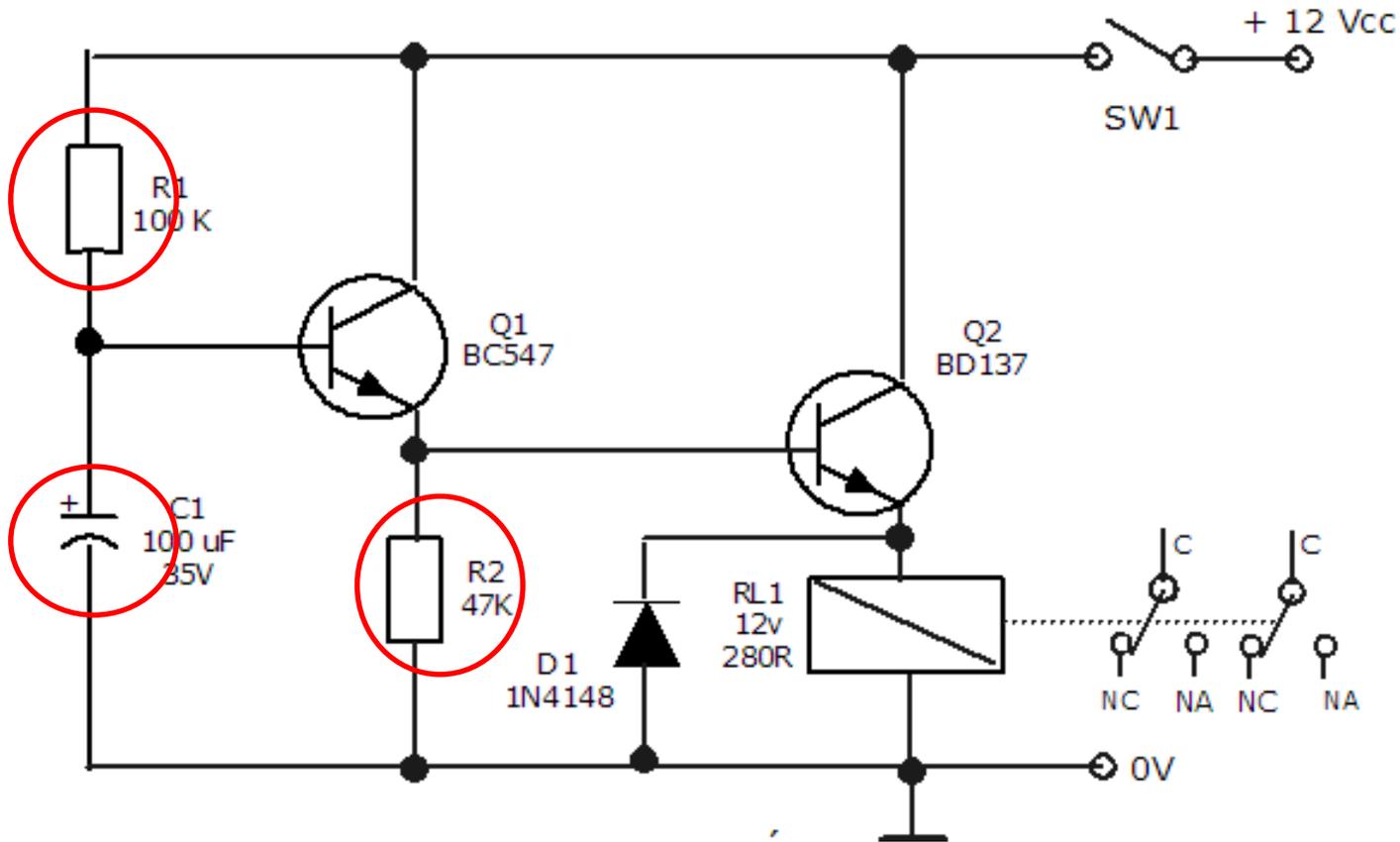


Como veremos a continuación, todos los esquemas de temporizadores que se muestran, están diseñados mediante la carga y descarga de un condensador y una resistencia fija o ajustable para variar el tiempo.

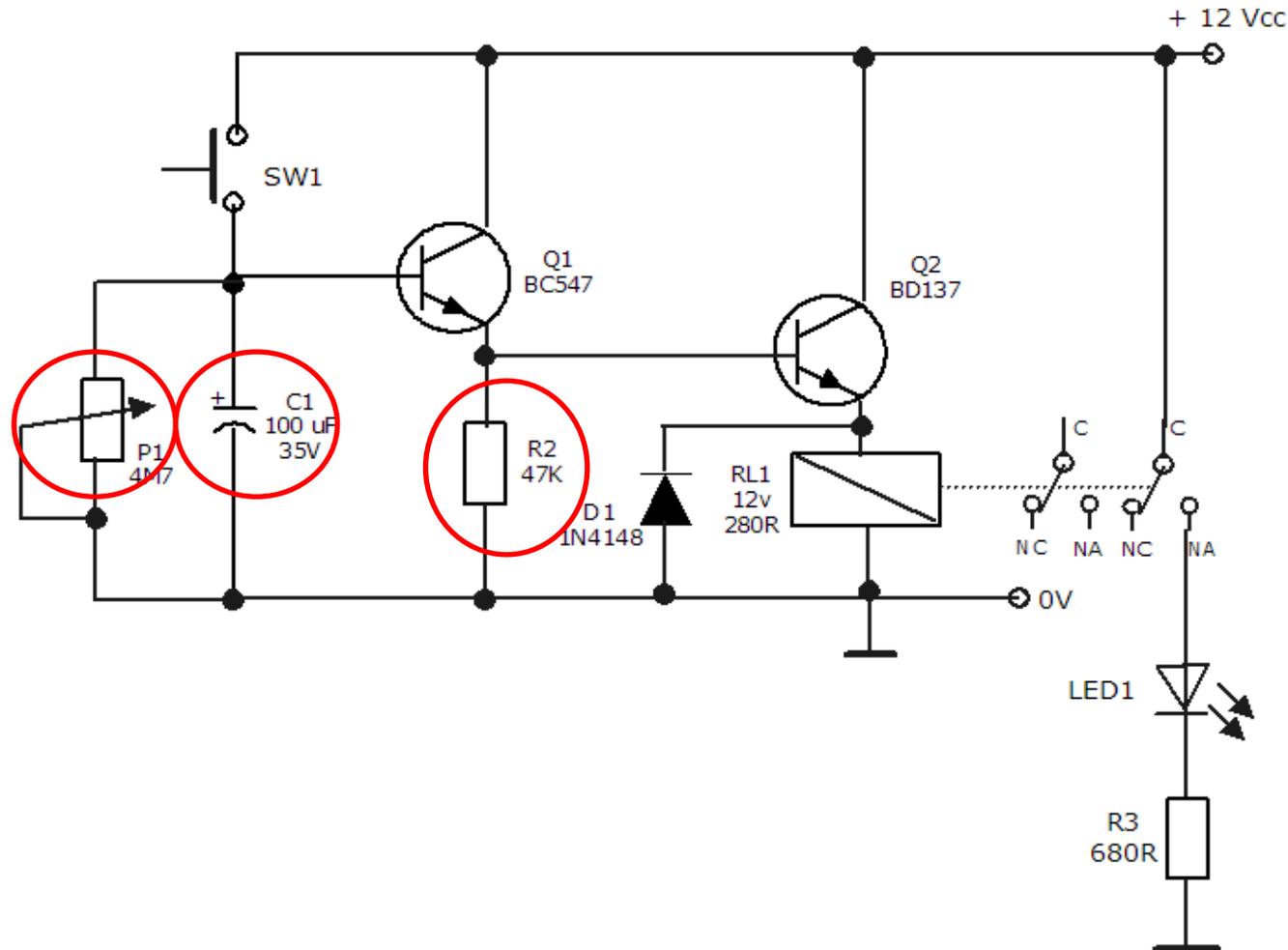
Temporizador a la desconexión Off-Delay



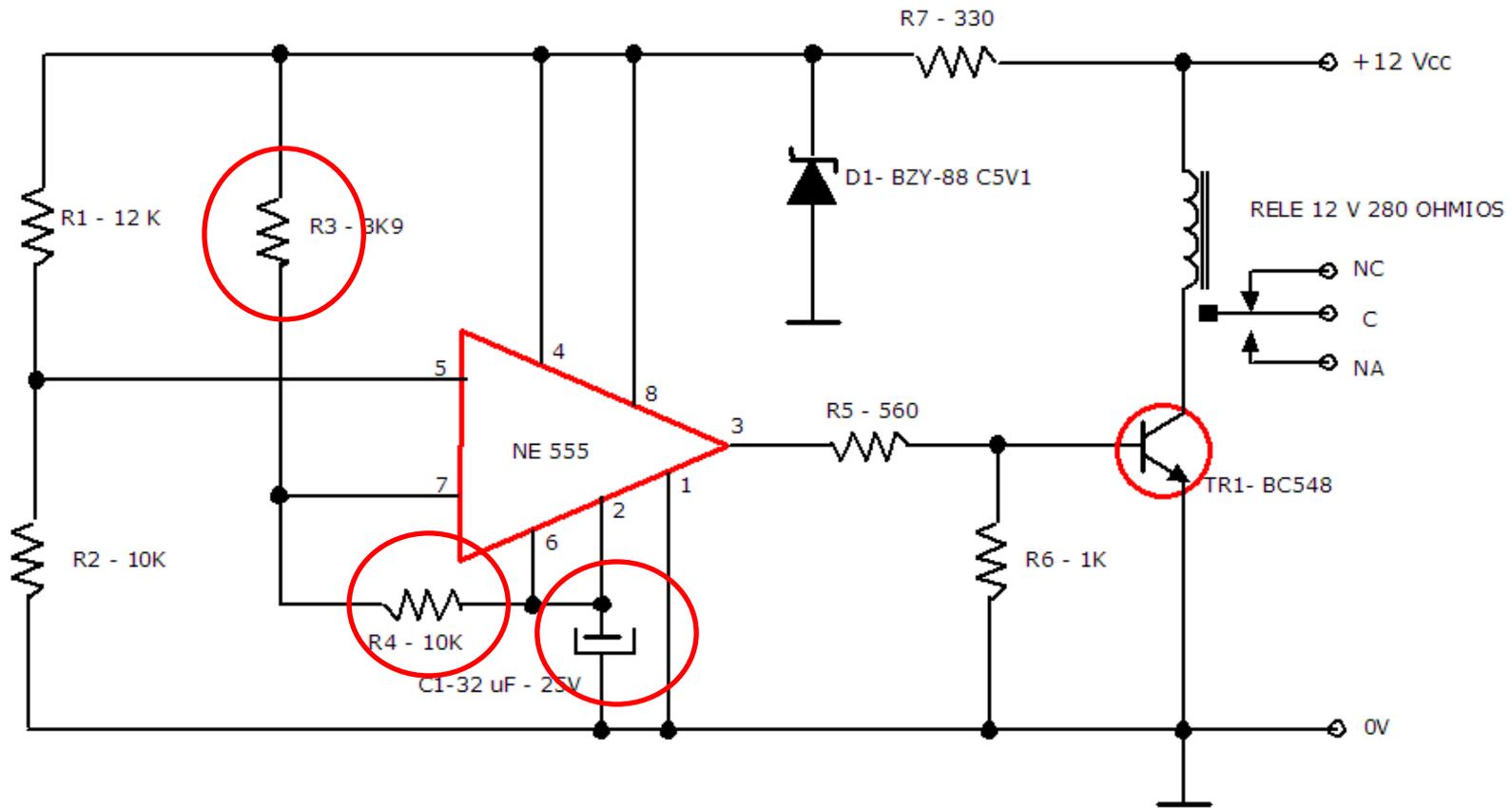
Temporizador a la conexión On-Delay



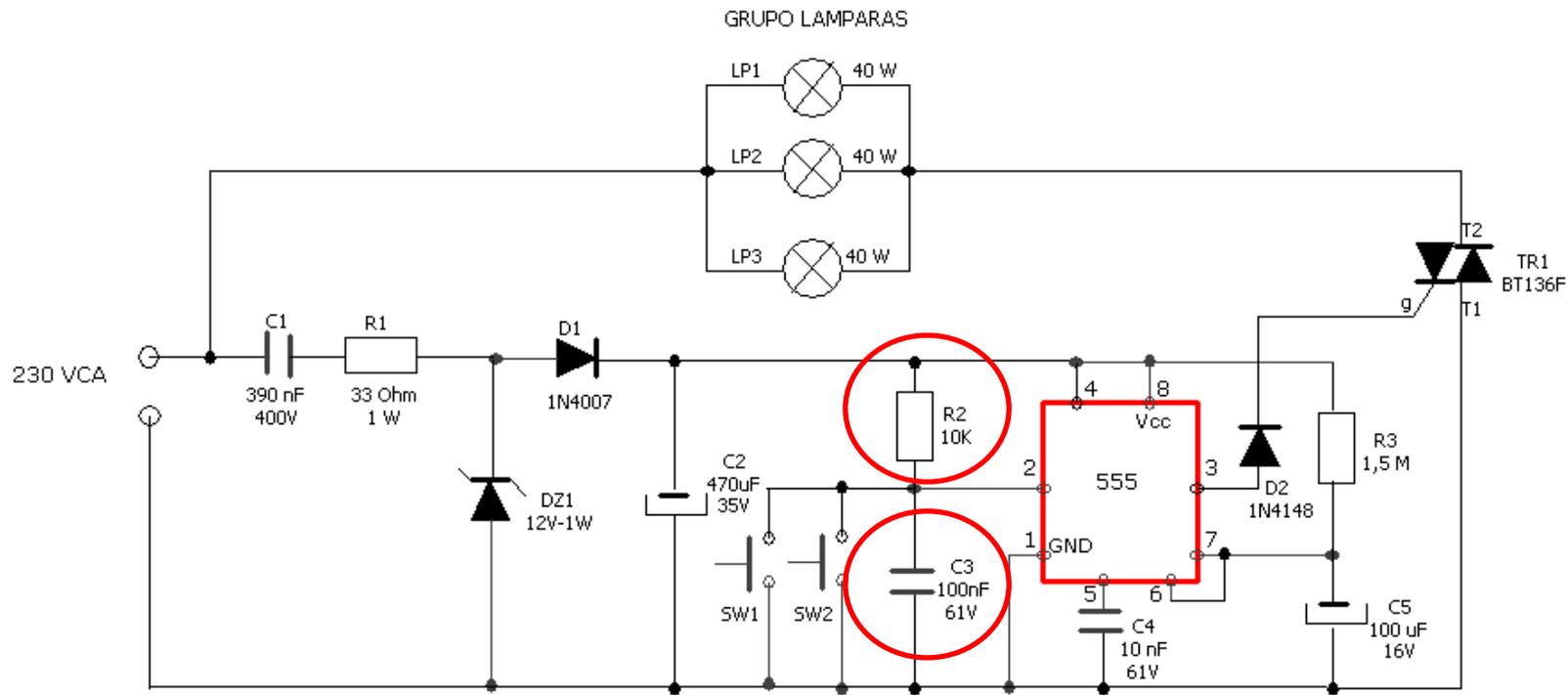
Activación con SW1 con retardo a la desconexión Off-Delay



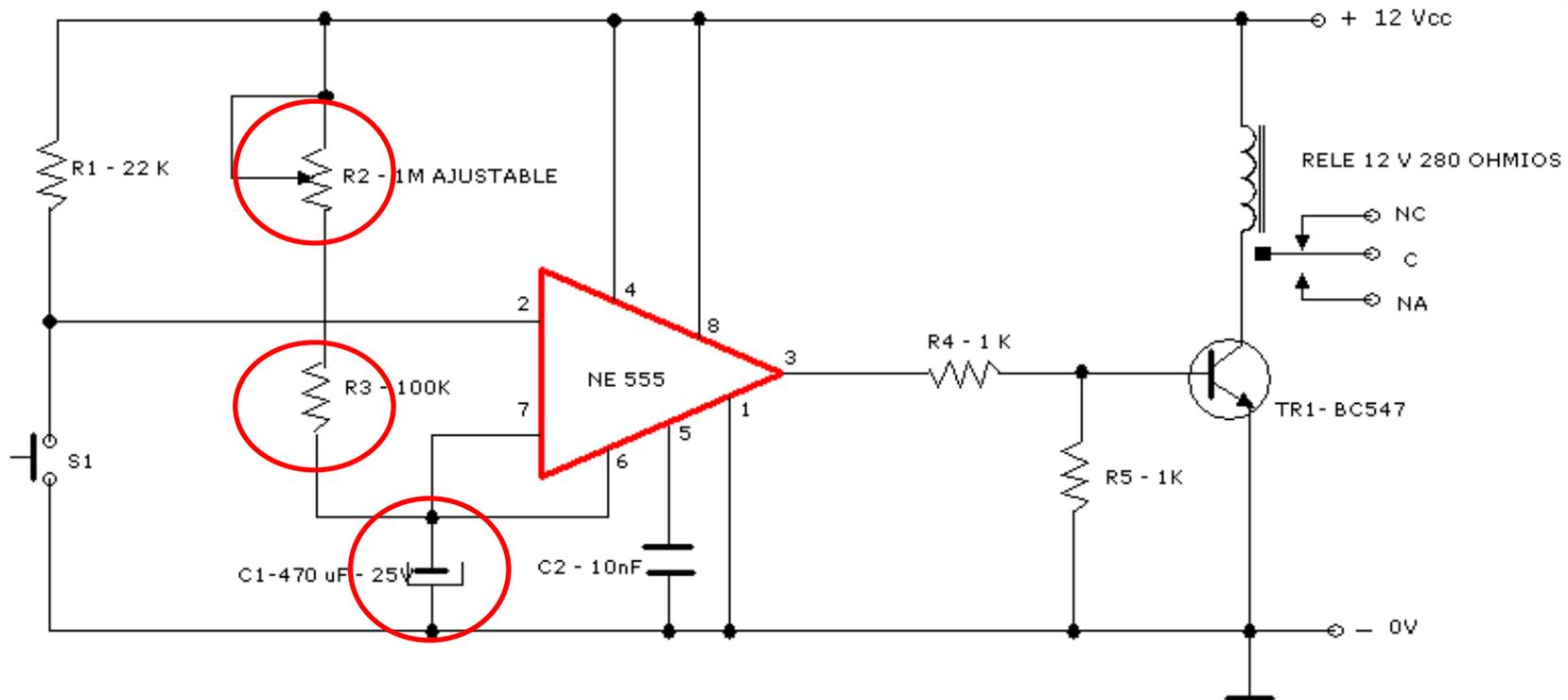
El C.I. 555 intermitente astable



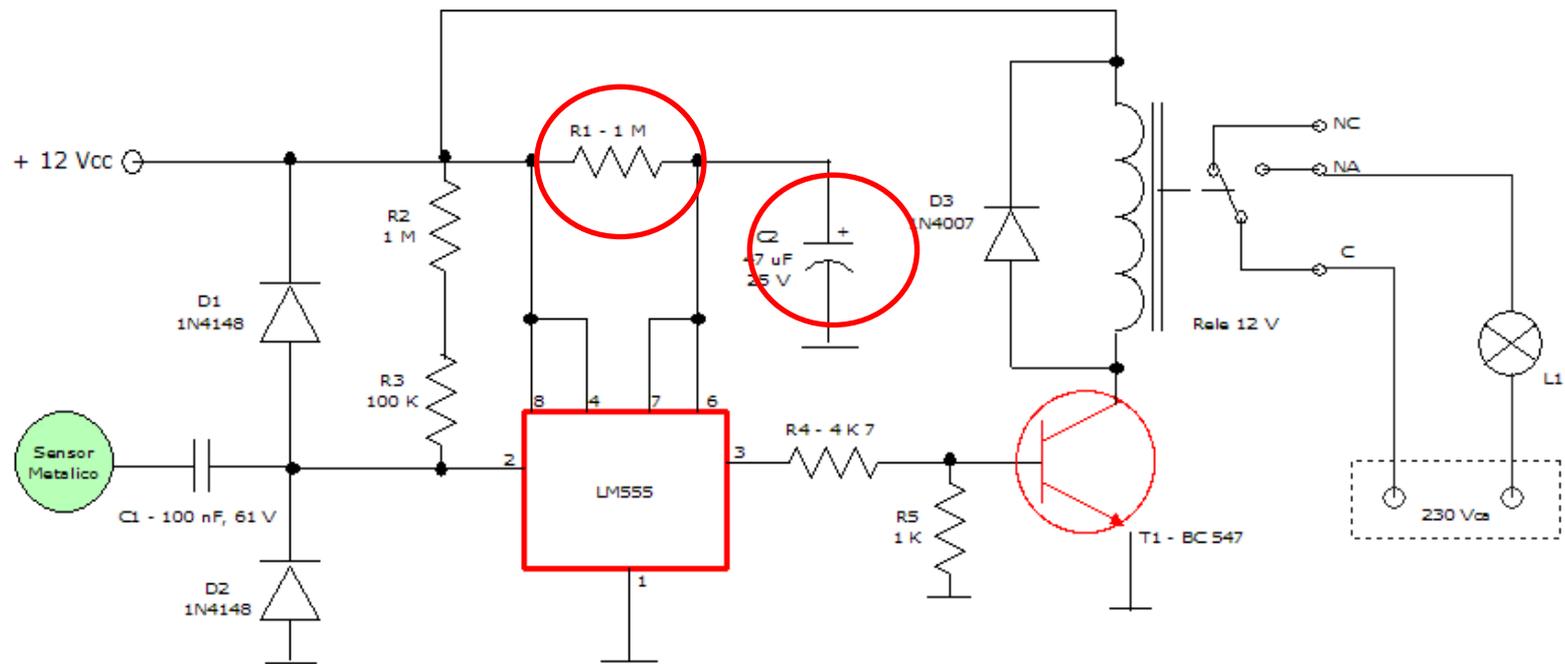
El C.I. 555 como temporizador de escalera Off-Delay



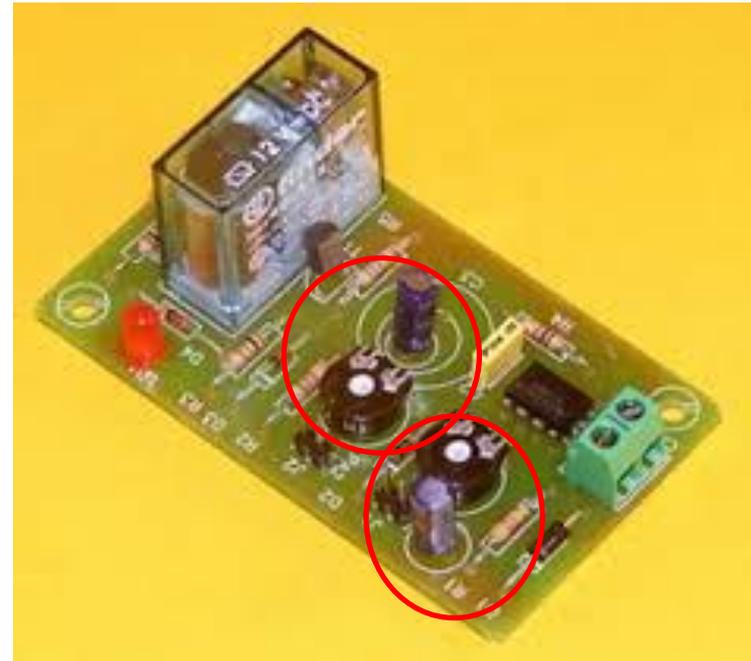
El C.I. 555 como temporizador a la desconexión de 1 a 10 minutos.



El C.I. 555 como Interruptor al tacto temporizado Off-Delay



Temporizadores específicos



Temporizadores On-Delay y Off-Delay con variación del tiempo mediante resistencias ajustables.

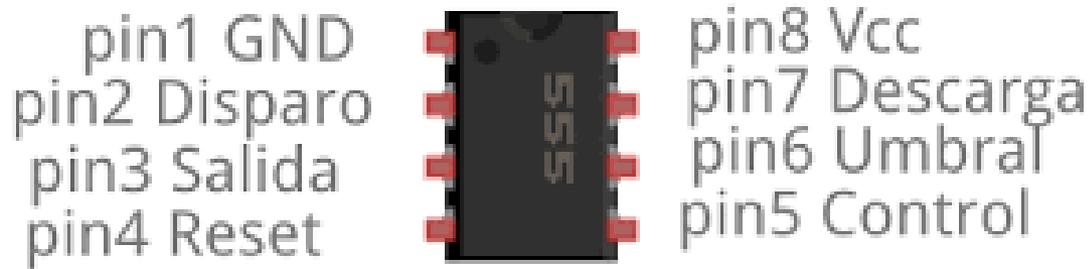
El C.I. 555 como temporizador

Existen multitud de temporizadores empleando circuitos de una complejidad relativa, pero de una precisión y margen de tiempos excelentes en la mayoría de los casos, incluso se han diseñado circuitos integrados específicos para ser empleados como tales, es el ejemplo del 555.

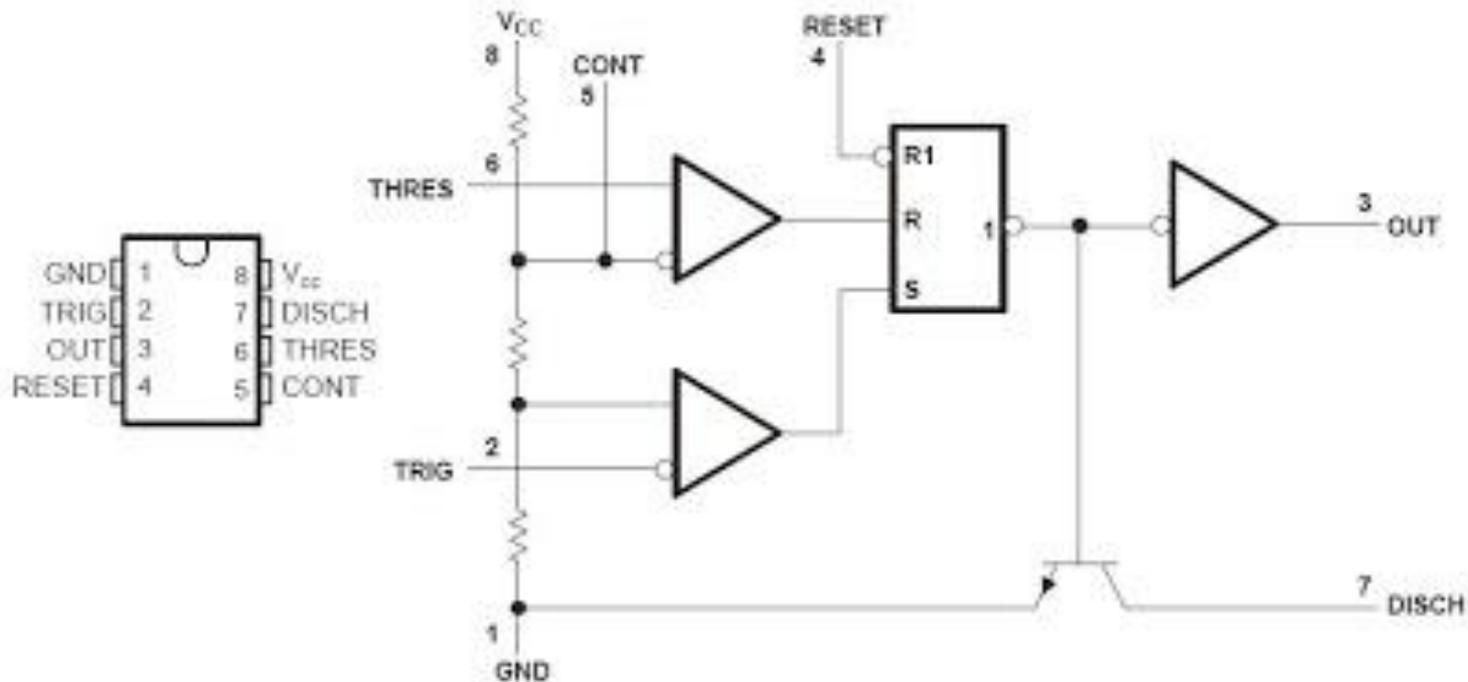


El C.I. 555

Este circuito integrado está compuesto de una combinación de comparadores lineales y flip-flops, como se describe en la siguiente figura. El circuito completo se encuentra, por lo general, en un encapsulado de ocho pines.



Detalles del CI 555 internamente

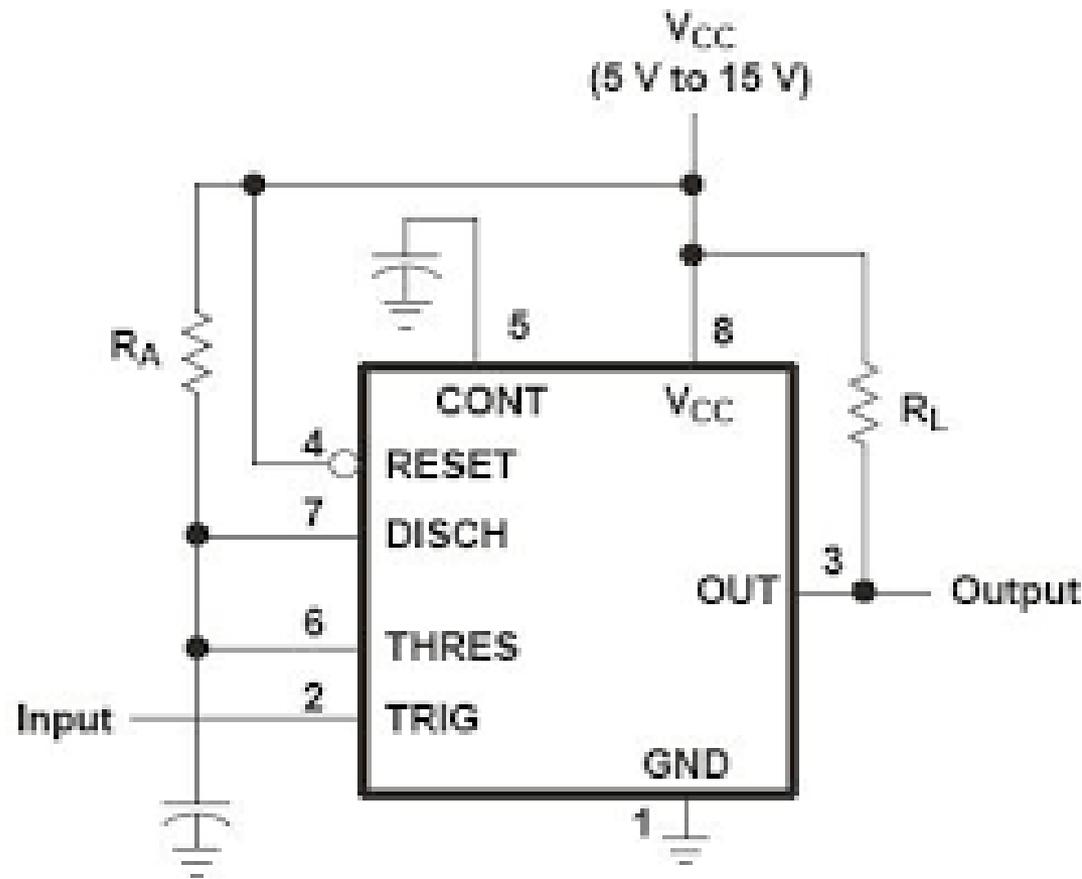


Descripción del 555

Una conexión en serie de tres resistencias pone los niveles de voltaje de referencia de los dos comparadores a $2V_{cc} / 3$ y $V_{cc} / 3$, iniciando o reiniciando la salida de estos comparadores a la unidad del flip-flop. La salida del circuito flip-flop se lleva luego hacia afuera por medio de una etapa de amplificación de salida. El circuito del flip-flop también opera a un transistor en el interior del CI llevando el colector del transistor a bajo, por lo general, para descargar a un condensador de temporización.

En la siguiente figura se muestra el esquema típico de un temporizador 555.

Esquema simbólico del 555



El 555 como multivibrador

Dentro de las muchísimas utilidades donde se suelen utilizar el 555 se encuentran los multivibradores o flip-flop, existiendo tres modos de configurar un multivibrador, estos son: Astables, Monoestables y Biestables.

Astable



Monoestable



Biestable



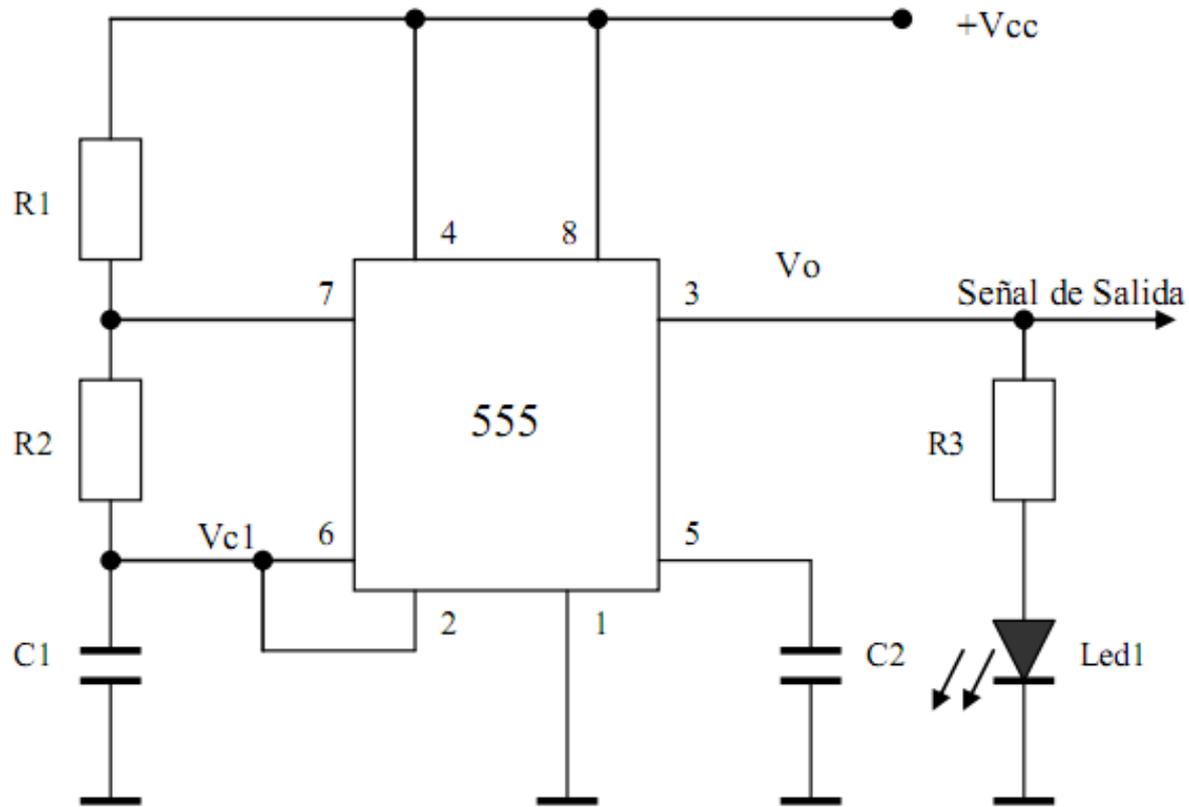
Circuito oscilador Astable

Es una aplicación popular del temporizador 555 como multivibrador Astable o circuito de reloj. El siguiente análisis de la operación del 555 como un circuito astable incluye detalles sobre las diferentes partes de la unidad y cómo se utilizan las diversas entradas y salidas para obtener un oscilador a la salida.

En la siguiente figura se muestra el esquema de un circuito astable construido con la ayuda de una resistencia y un condensador externos para fijar el intervalo de temporización cíclico de la señal de salida.

Como bien se aprecia, al ser su configuración un astable o oscilador no posee entrada para impulsos de activación.

Oscilador Astable con el 555



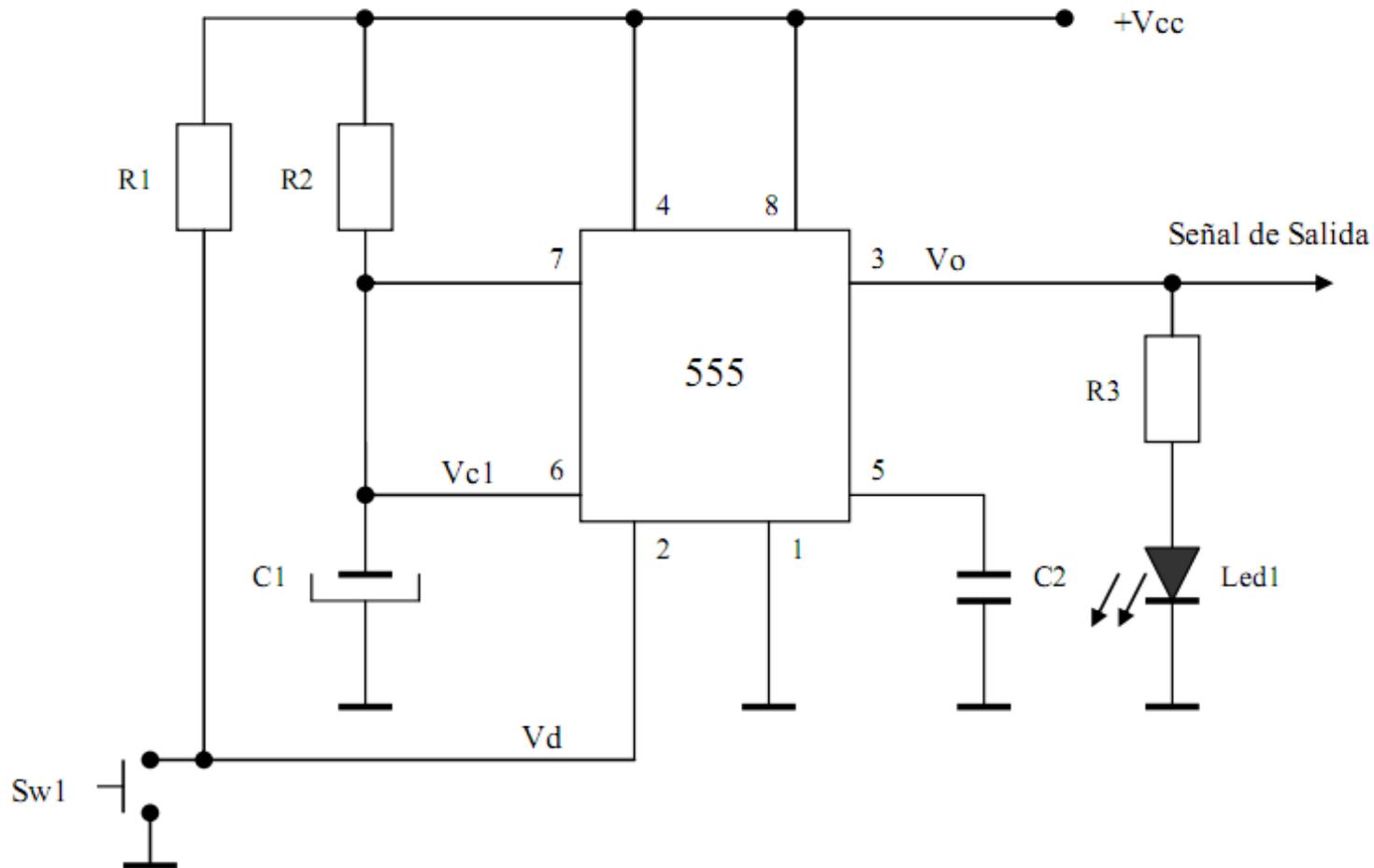
Descripción circuito Astable

El condensador $C1$ se carga hacia V_{cc} por medio de unas resistencias externas $R1$ y $R2$. haciendo referencia, el voltaje del condensador se eleva hasta que llega a ser superior a $2V_{cc}/3$. Este voltaje es el umbral en la terminal 6, que maneja al comparador 1 para disparar al flip-flop en forma tal de que la salida en la terminal 3 pasa a bajo. Además, el transistor de descarga se desactiva, lo que ocasiona que la salida en la terminal 7 descargue al condensador por medio de la resistencia R_B . Luego, el voltaje del condensador disminuye hasta que cae por debajo del nivel de disparo ($V_{cc}/3$). Entonces el flip-flop se dispara para que la salida regrese a alto, y el transistor de descarga se desactiva para que el condensador pueda de nuevo cargarse a través de las resistencias R_A y R_B para llegar a V_{cc} .

Circuito temporizador Monoestable

El temporizador 555 también puede usarse como un circuito multivibrador de un disparo o monoestable, como se muestra en la siguiente figura. Cuando la señal de entrada de disparo Sw1 pasa a negativo, activa al multivibrador de un disparo, y al cabo de un tiempo la salida en la terminal 3 pasa a nivel alto por un periodo de tiempo. $T_{alto} = 1.1 RAC$

Temporizador Monoestable con el 555



Descripción circuito Monoestable

El flanco negativo de la entrada de disparo Sw1 hace que el comparador 2 dispare al flip-flop con la salida de la terminal 3 poniéndose a nivel alto.

El condensador C1 se carga hacia Vcc a través de la resistencia R2. Durante el intervalo de carga la salida permanece en alto. Cuando el voltaje a través del condensador alcance el nivel de umbral de $2 V_{cc}/3$, el comparador 1 dispara al flip-flop haciendo que la salida pase a bajo. El transistor de descarga también pasa a bajo, haciendo que el condensador permanezca a casi 0 V hasta que se vuelve a disparar.

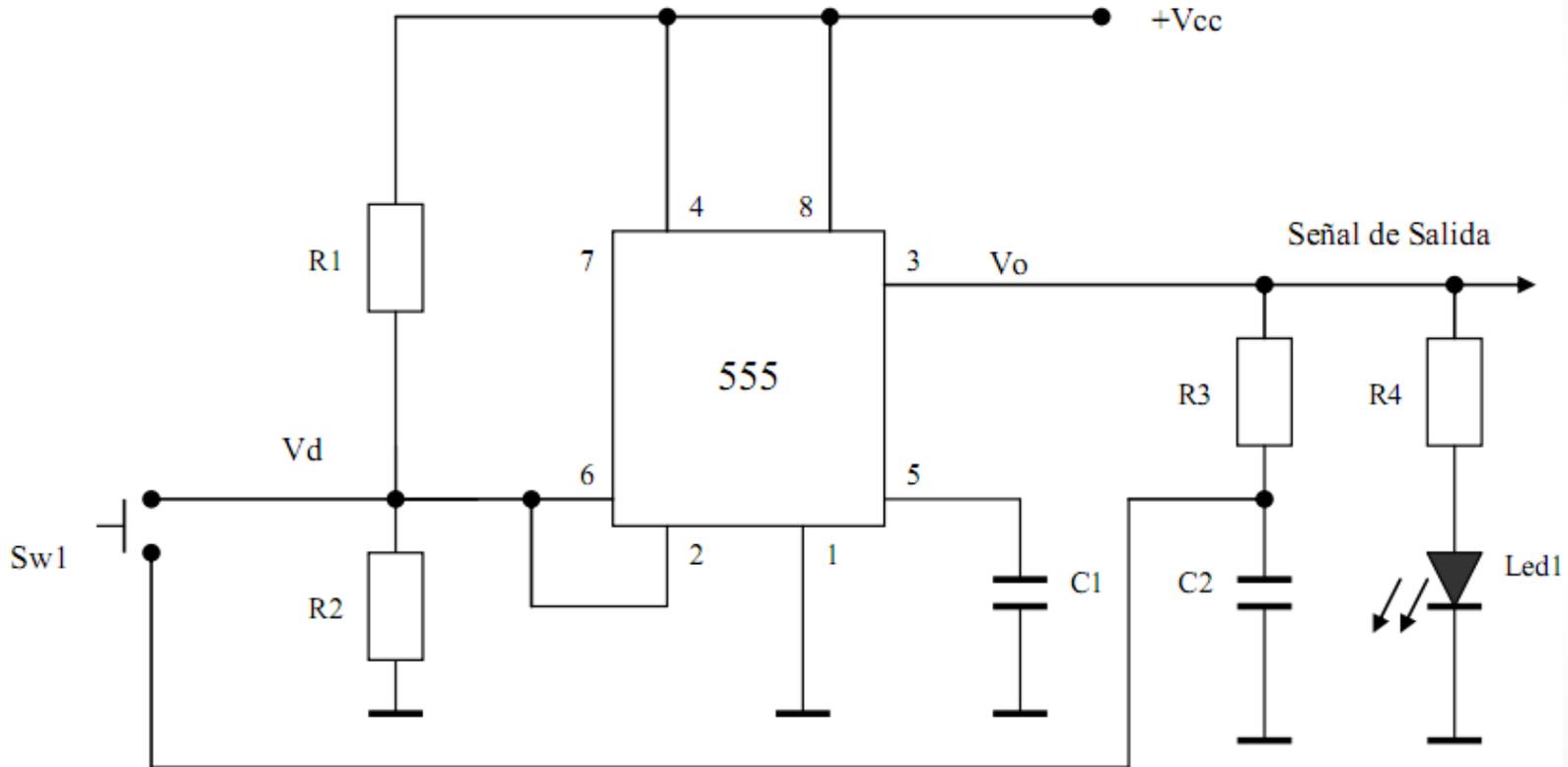
Circuito Biestable

Este circuito se utiliza para mantener a su salida uno de los dos estados digitales, 1 o 0, nivel alto de tensión o nivel 0 de tensión. Estas son las dos señales que se obtienen cada vez que pulsamos Sw1. La pulsación de Sw1 produce el cambio de estado a la salida a través de la realimentación de R3 y C2. No hace falta mantener pulsado Sw1 puesto que una única pulsación de inmediato se produce el cambio a la salida.

Este circuito no produce temporización, puesto que no lleva instalado un condensador en el pin 6. Lo que produce es una realimentación de la señal de salida, a través del pin 3 y por medio del divisor R3 y C2 al pin 6 cuando pulsamos Sw1.

En la siguiente figura se muestra el esquema del circuito biestable donde se representa la entrada de señal por medio de un pulsador Sw1 al pin 6 y su realimentación.

Circuito Biestable con el 555



Otros modelos de temporizadores

Son diversos los modelos de temporizadores que existen en el mercado. Los hay de varios tipos, los analógicos o de ruedecillas se programan mediante subida y la bajada de unas pestañas.

Otros modelos son los programadores digitales mediante unos botones y un display digital nos permiten configurar el control del tiempo en 24 horas, días o semanas.

Todos ellos tienen la necesidad de estar configurados con la hora normal, ya sean, analógico o digital, que habrá que poner en hora, antes de programar el temporizador.

Temporizador analógico de pestañas



Se configura la hora y se programa los tiempos de encendidos bajando unas pestañas y los de apagados subiendo las pestañas.

Temporizadores digitales



Se configura la hora y se programan los tiempos de encendidos y apagados mediante un display y unos botones. Tienen mayor opciones de programación que los analógicos.

Temporizadores minuteros



Se suelen montar en los cuadros eléctricos, para programar el tiempo de encendido y apagado de equipos y luminaria.

Regulador de tiempo



Se suelen utilizar para establecer el tiempo de funcionamiento y apagado. Ya sea de un microondas, un tostador, un calefactor, un horno, etc.

Temporizadores de riego



Se establece la hora y se programan los tiempos de activación de la válvula (paso del agua) y el tiempo de desconexión.



Programadores de encendido y apagado del AA.AA.



Estos establecen la hora de encendido y la hora de apagado.