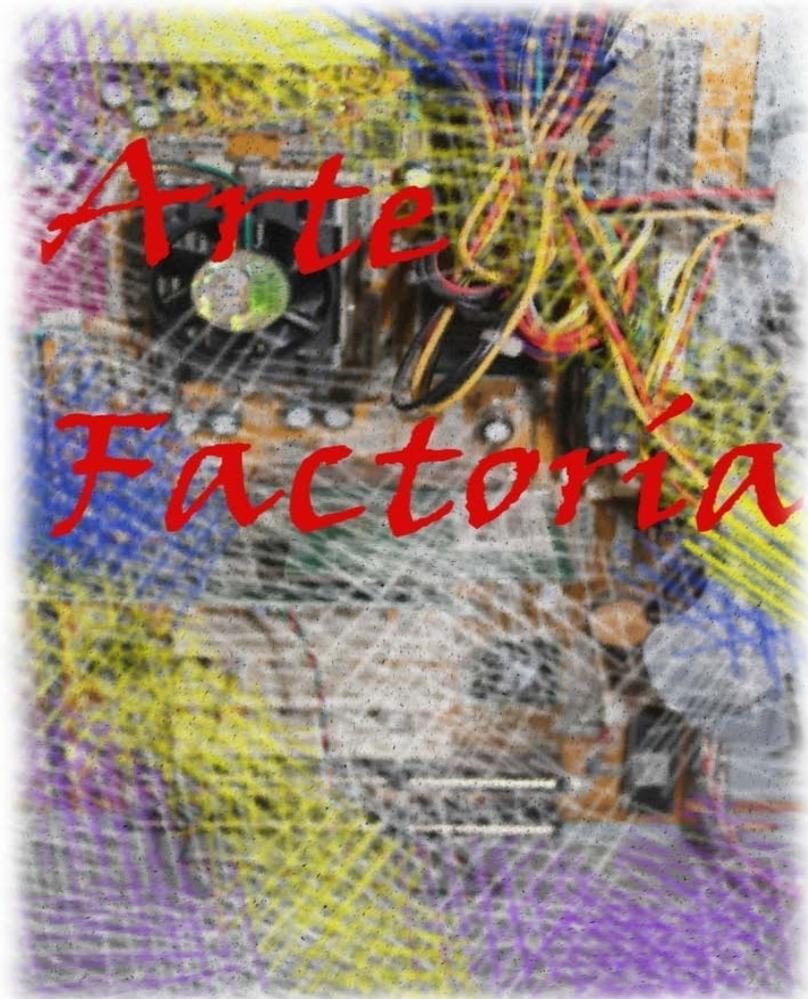


# Arte Factoría

Construcción de artefactos



*Arte-factum*, "hecho con arte/técnica", que permiten la visualización, demostración y montaje rápido de sistemas y circuitos.

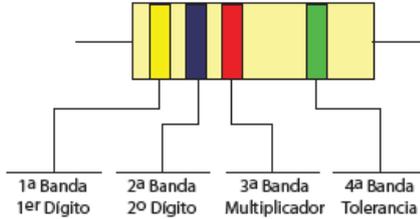
*José Andrés Herrero Sánchez*  
*cuestauno@gmail.com*



**PRÁCTICA (TOLERANCIA):**

Cuando se mide la resistencia o la continuidad de un circuito eléctrico con un polímetro, **NO DEBE ESTAR CON TENSIÓN EL CIRCUITO ELÉCTRICO EN EL QUE MEDIMOS.**

- 1) Identifica el valor nominal de las resistencias A y B siguiendo el código de anillos.



**X Y Z T**

$$R_{Nominal} = XY \cdot 10^Z$$

COLOR	1,2ª	3ª	4ª
ORO		-1	5%
PLATA		-2	10%
NEGRO	0	0	
MARRÓN	1	1	1%
ROJO	2	2	2%
NARANJA	3	3	
AMARILLO	4	4	
VERDE	5	5	
AZUL	6	6	
VIOLETA	7	7	
GRIS	8	8	
BLANCO	9	9	

Nada =20%

Resistencia	Color Banda 1	Color Banda 2	Color Banda 3	Color Banda 4
A				
B				

Resistencia	Nº Banda 1	Nº Banda 2	Nº Banda 3	Nº Banda 4
A				
B				

¿R<sub>A</sub> (Ω)?

¿R<sub>B</sub>(Ω)?

¿Tolerancia A (%)?

¿Valor de tolerancia A (Ω)? V<sub>A,Tolerancia</sub>

¿Tolerancia B (%)?

¿Valor de tolerancia B (Ω)? V<sub>B,Tolerancia</sub>

- 2) ¿Cuáles son los valores máximos y mínimos de estas resistencias?

$$R_{Máxima} = R_{Nominal} + V_{Tolerancia} ; \quad R_{Mínima} = R_{Nominal} - V_{Tolerancia}$$

¿R<sub>A, Máxima</sub>(Ω)?

¿R<sub>B, Máxima</sub> (Ω)?

¿R<sub>A, Mínima</sub> (Ω)?

¿R<sub>B, Mínima</sub> (Ω)?

- 3) Comprueba con el polímetro los valores experimentales. ¿Las resistencias están averiadas?



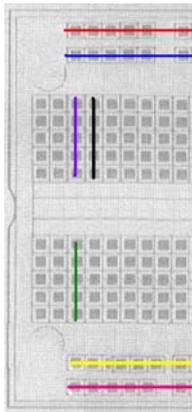
**PRÁCTICA RESISTENCIA:**

Cuando se mide la resistencia o la continuidad de un circuito eléctrico con un polímetro, NO DEBE ESTAR CON TENSIÓN EL CIRCUITO ELÉCTRICO EN EL QUE MEDIMOS.

1) Identifica el valor nominal de las resistencias siguiendo el código de anillos.

Resistencia	Nº Banda 1	Nº Banda 2	Nº Banda 3	Nº Banda 4	Valor Nominal
A=B					
C					

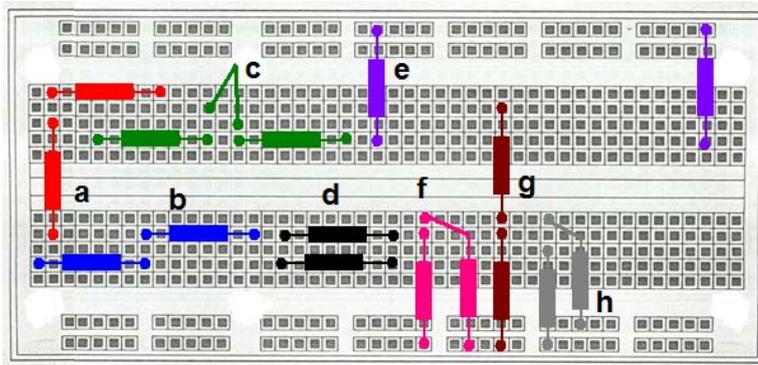
2) Dibuja el circuito mixto siguiente: A y B en paralelo, C en serie con las resistencias A y B. Calcula el valor teórico de la resistencia total.



3) Utilizaremos para el montaje la placa de contactos:

- Cada hilera horizontal de la parte superior e inferior es un mismo punto eléctrico.
- En las zonas centrales, todos los agujeros contiguos de una misma columna son un mismo punto eléctrico.

Decide, en los montajes de 2 resistencias de la figura siguiente, si la asociación es en serie o en paralelo: Rojo (a), azul (b), verde (c), negro (d), morado (e), rosa (f), marrón (g) y gris (h).



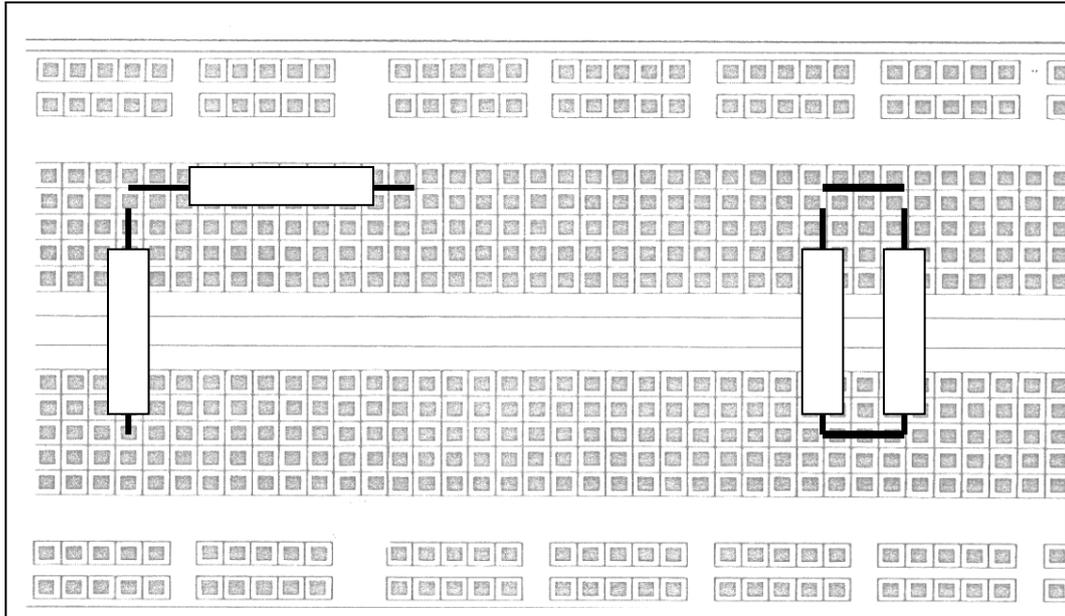
	serie	paralelo
a		
b		
c		
d		
e		
f		
g		
h		

4) Monta el circuito mixto del apartado b utilizando la placa de contactos universal. Compara el valor experimental con el teórico.

5) Añade en serie una resistencia variable al circuito anterior mediante un potenciómetro. Ajusta lo mejor que se pueda al valor de 200 Ω. ¿Qué resistencia total tiene el circuito?

6) Y si variásemos el potenciómetro, ¿entre qué valores podrá variar el circuito?

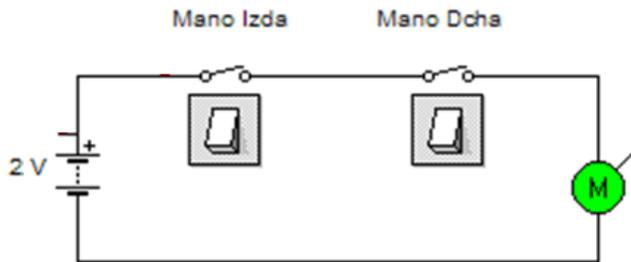
¿Cuál de los montajes es en serie y cuál en paralelo?



### PRÁCTICA CIRCUITO SERIE:

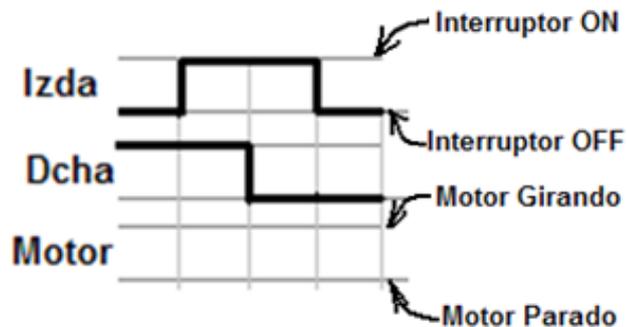
El siguiente circuito eléctrico, realizado con pulsadores en vez de interruptores, corresponde al circuito de activación de una guillotina eléctrica, para mantener alejadas las manos del usuario de la cuchilla.

### TAREAS:



1) Dibuja en tu cuaderno el circuito. Realiza el circuito eléctrico en el simulador por ordenador.

2) Completa en tu cuaderno el cronograma.



¿Cómo deben estar los interruptores de la mano izquierda y de la mano derecha para que se active la guillotina?

3) Realiza las conexiones correspondientes para montar el circuito eléctrico. Pide al profesor que te conecte el circuito, ya montado por el grupo, a la fuente de alimentación. Verifica el funcionamiento correcto y avisa al profesor para comprobar la realización correcta.

Dibuja en tu cuaderno cómo colocarías un amperímetro para averiguar la corriente que circula por el circuito. Con el circuito desconectado, haz lo mismo en el circuito. Avisa al profesor para que conecte el circuito.



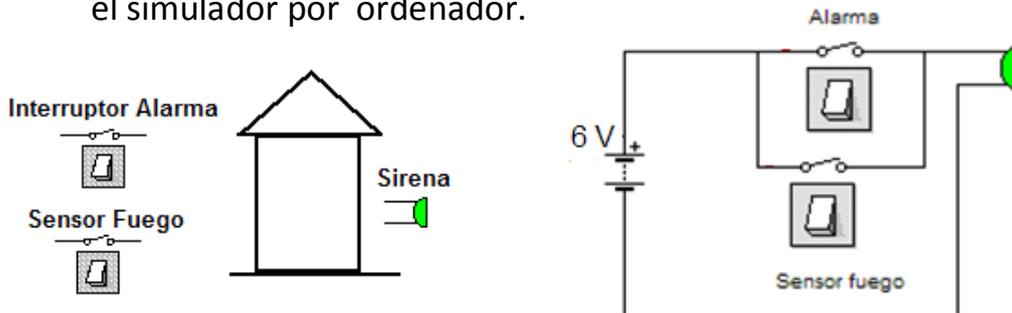
Quando se mide la INTENSIDAD, el polímetro debe estar en la posición de AMPERIOS DC y las puntas de prueba deben estar colocadas en SERIE con el circuito. El rango de medida en el instrumento debe ser lo mayor posible y disminuir si es preciso.

### PRÁCTICA CIRCUITO PARALELO:

El siguiente circuito eléctrico, realizado con sensores y pulsadores en vez de interruptores, corresponde al circuito de activación de una alarma acústica.

#### TAREAS:

- 1) Dibuja en tu cuaderno el circuito. Realiza el circuito eléctrico en el simulador por ordenador.



- 2) Completa en tu cuaderno el cronograma.



Para que se active la alarma, ¿cómo deben estar el interruptor de Alarma y el interruptor que simula el sensor de fuego?

- 3) Realiza las conexiones correspondientes para montar el circuito eléctrico. Pide al profesor que te conecte el circuito, ya montado por el grupo, a la fuente de alimentación. Verifica el funcionamiento correcto y avisa al profesor para comprobar la realización correcta.

Dibuja en tu cuaderno cómo colocarías un voltímetro para averiguar el voltaje que cae en los extremos del zumbador. Con el circuito desconectado, haz lo mismo en el circuito. Avisa al profesor para que conecte el circuito.



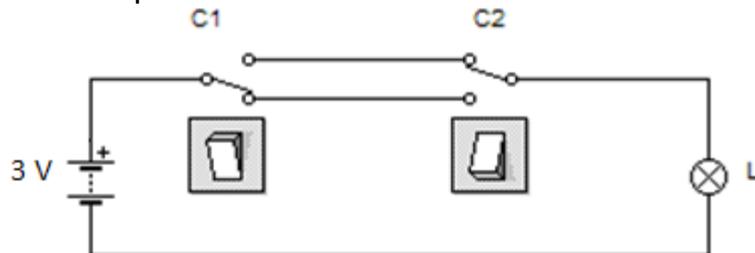
Cuando se mide la TENSIÓN, el polímetro debe estar en la posición de VOLTIOS DC y las puntas de prueba deben estar colocadas en PARALELO con el circuito. El rango de medida en el instrumento debe ser lo mayor posible y disminuir si es preciso.

### PRÁCTICA CONMUTADORES:

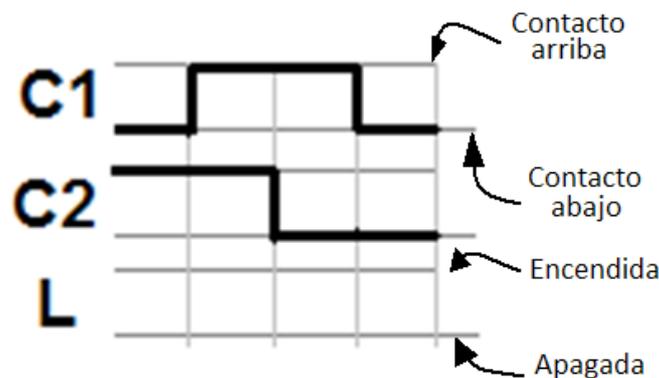
El siguiente circuito eléctrico, realizado con conmutadores, corresponde al circuito de encendido de una lámpara desde dos puntos de activación diferentes.

#### TAREAS:

- 1) Dibuja en tu cuaderno el circuito. Realiza el circuito eléctrico en el simulador por ordenador.



- 2) Completa en tu cuaderno el cronograma siguiente.



- 3) Realiza las conexiones correspondientes para montar el circuito eléctrico. Pide al profesor que te conecte el circuito, ya montado por el grupo, a la fuente de alimentación. Verifica el funcionamiento correcto.
- 4) Añade en serie una segunda lámpara a la ya existente. Pide al profesor un polímetro para medir qué tensiones caen en cada una de esas lámparas y la corriente total que circula.



Cuando se mide la INTENSIDAD, el polímetro debe estar en la posición de AMPERIOS DC y las puntas de prueba deben estar colocadas en SERIE en el circuito.

El rango de medida en el instrumento debe ser lo mayor posible y disminuir si es preciso.



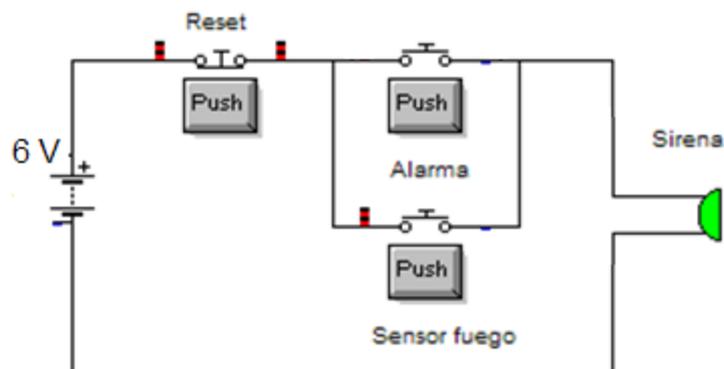
Cuando se mide la TENSIÓN, el polímetro debe estar en la posición de VOLTIOS DC y las puntas de prueba deben estar colocadas en PARALELO con el elemento del circuito a medir.

### PRÁCTICA CIRCUITO DE ALARMA SIN MEMORIA:

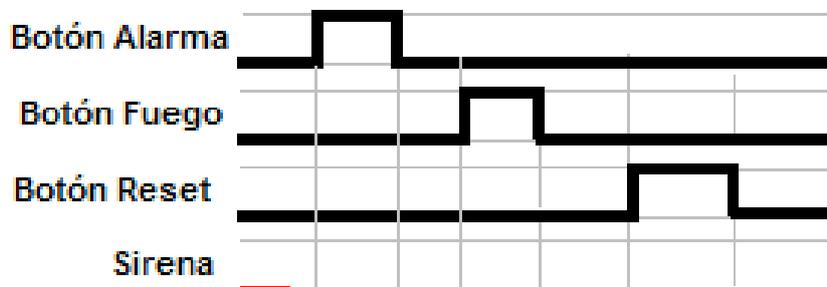
El siguiente circuito eléctrico está realizado con un pulsador normalmente cerrado (RESET), un pulsador normalmente abierto (BOTÓN ALARMA) y un conmutador final de carrera, utilizado sólo su contacto normalmente abierto (SENSOR DE FUEGO). La lógica de control de la activación de la SIRENA no tiene memoria.

#### TAREAS:

- 1) Dibuja en tu cuaderno el circuito. Realiza el circuito eléctrico en el simulador por ordenador.



- 2) Completa en tu cuaderno el cronograma siguiente.



¿Qué hay que hacer para desactivar la sirena?

¿Qué nombre recibe un elemento que no hemos dibujado en el esquema eléctrico y que aparece en el circuito experimental?

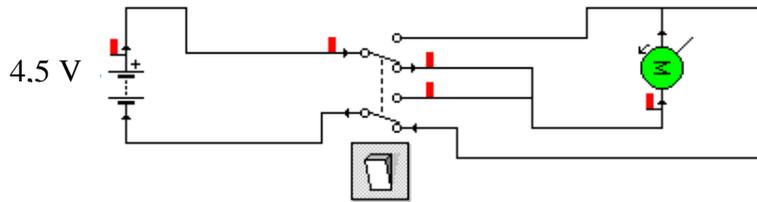
¿Cómo se representa?

### PRÁCTICA CIRCUITO INVERSOR DE GIRO:

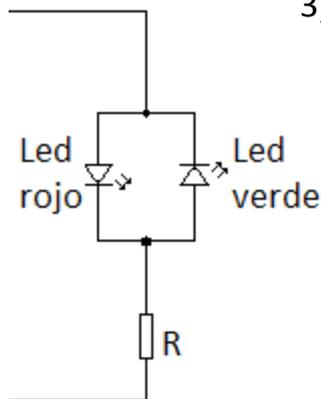
El siguiente circuito eléctrico, realizado con conmutador doble, corresponde al circuito de cambio de sentido de giro de un motor.

#### TAREAS:

- 1) Dibuja en tu cuaderno el circuito. Realiza el circuito eléctrico en el simulador por ordenador.



- 2) Realiza las conexiones correspondientes para montar el circuito eléctrico. Pide al profesor que te conecte el circuito, ya montado por el grupo, a la fuente de alimentación. ¿Qué sucede al cambiar de posición el conmutador?



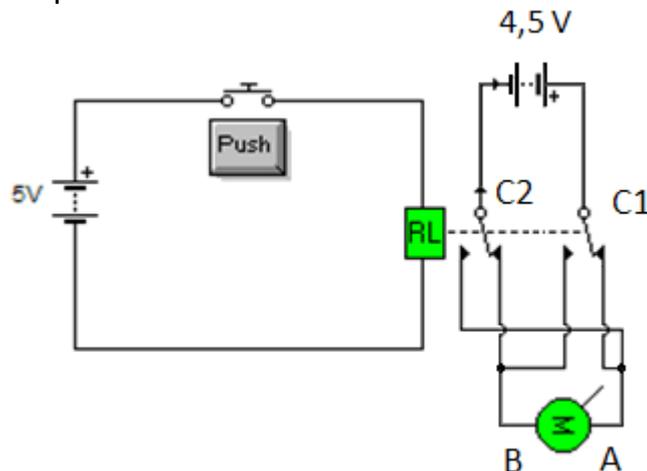
- 3) Completa el montaje anterior con un indicador luminoso de giro de rotación, mediante un led rojo, un led verde y una resistencia limitadora de intensidad de los diodos leds. Verifica el funcionamiento correcto. ¿Qué sucedería si los 2 diodos leds en vez de estar en “antiparalelo”, uno de ellos estuviera colocado al revés?

### PRÁCTICA CIRCUITO INVERSOR DE GIRO CON RELÉ:

El siguiente circuito eléctrico, realizado con un relé, corresponde al circuito de cambio de sentido de giro de un motor.

#### TAREAS:

- 1) Dibuja en tu cuaderno el circuito. Realiza el circuito eléctrico en el simulador por ordenador.



- 2) Realiza las conexiones correspondientes para montar el circuito eléctrico. Pide al profesor que te conecte el circuito, ya montado por el grupo, a las fuentes de alimentación. Verifica el funcionamiento correcto y avisa al profesor para comprobar la realización correcta.

¿Qué sucederá cuando apretamos el pulsador? ¿Existe estado de memoria?

- 3) Anota las características del relé y haz un puente en los extremos del pulsador.

Coloca la tensión variable que alimenta a la bobina del relé en 0 V. Aumenta poco a poco la tensión que alimenta a la bobina del relé hasta que se excite la bobina. ¿A qué porcentaje de alimentación corresponde respecto la tensión nominal del relé?

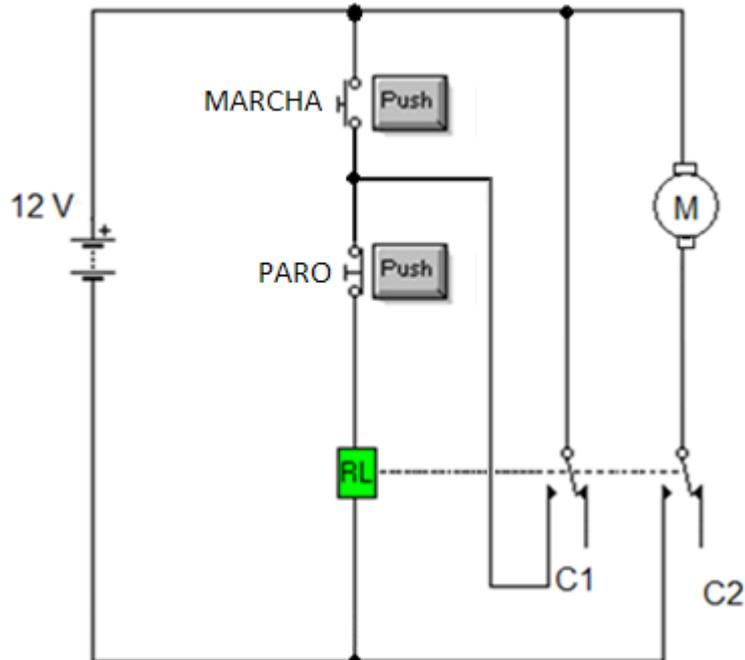
Ahora, desde la tensión nominal de alimentación del relé, baja poco a poco este valor hasta que se desexcite la bobina del relé. ¿A qué porcentaje de alimentación corresponde respecto la tensión nominal del relé?

### PRÁCTICA CIRCUITO MARCHA PARO:

Este circuito eléctrico, realizado con un relé, tiene un estado de memoria.

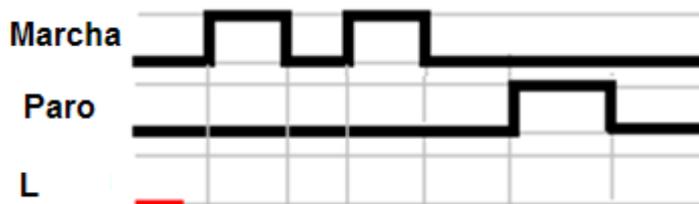
#### TAREAS:

- 1) Dibuja en tu cuaderno el circuito. Realiza el circuito eléctrico en el simulador por ordenador.



El pulsador MARCHA tiene en paralelo el contacto abierto del circuito conmutador C1. El motor es el ventilador de una fuente de alimentación de un ordenador.

- 2) Completa en tu cuaderno el cronograma siguiente.



¿Qué sucede cuando apretamos el botón de MARCHA? ¿Existe estado de memoria? ¿Qué hace el pulsador de PARO?

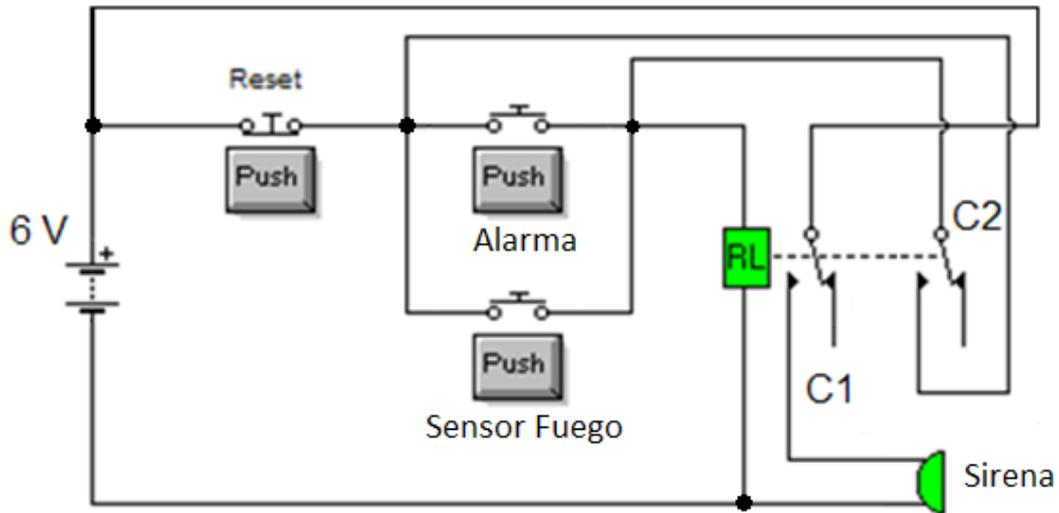
- 3) Realiza las conexiones correspondientes para montar el circuito eléctrico. Pide al profesor que te conecte el circuito, ya montado por el grupo, a la fuente de alimentación. Verifica el funcionamiento correcto y avisa al profesor para comprobar la realización correcta.

### PRÁCTICA CIRCUITO ALARMA CON MEMORIA:

El siguiente circuito eléctrico es un circuito de alarma con memoria.

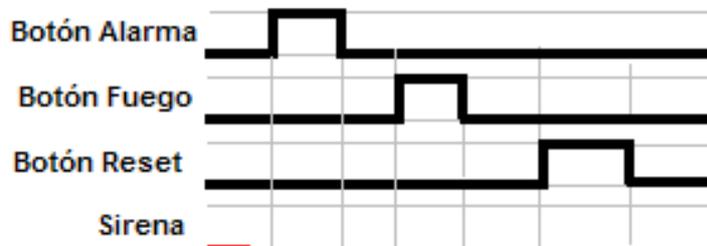
#### TAREAS:

- 1) Dibuja en tu cuaderno el circuito. Realiza el circuito eléctrico en el simulador por ordenador.



El contacto abierto del conmutador C2 del relé está en paralelo con los pulsadores ALARMA y SENSOR FUEGO.

- 2) Completa en tu cuaderno el cronograma siguiente.



¿Qué sucede cuando apretamos el botón de FUEGO? ¿Existe estado de memoria? ¿Qué hace el pulsador de RESET?

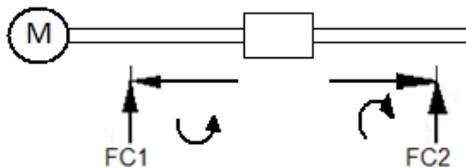
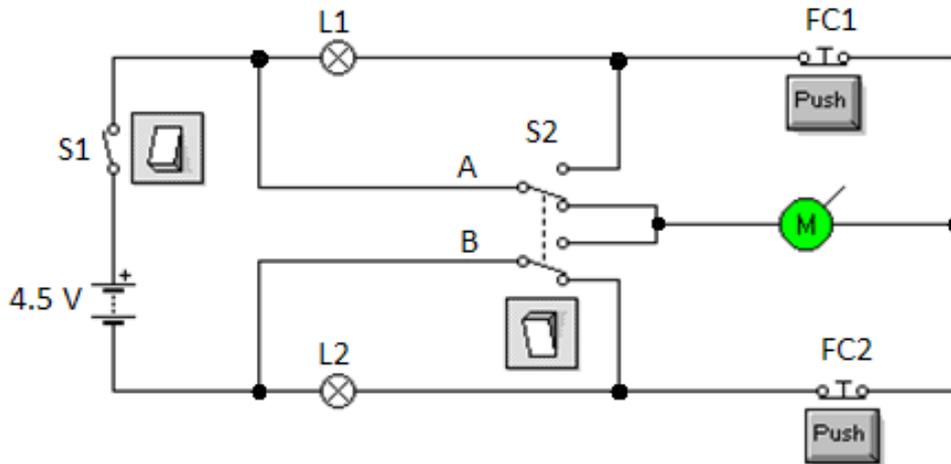
- 3) Realiza las conexiones correspondientes para montar el circuito eléctrico. Pide al profesor que te conecte el circuito, ya montado por el grupo, a la fuente de alimentación. Verifica el funcionamiento correcto y avisa al profesor para comprobar la realización correcta.

**PRÁCTICA CIRCUITO APERTURA/CIERRE CON FINALES DE CARRERA:**

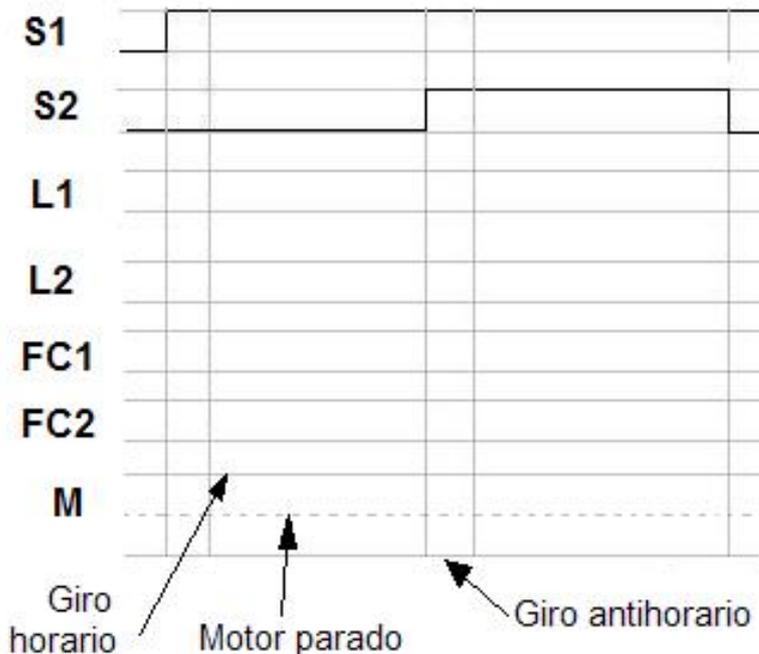
El circuito eléctrico de la figura controla la apertura/cierre de puertas o cintas transportadoras con finales de carrera y señala el sentido de giro del motor. Utiliza un conmutador doble.

**TAREAS:**

- 1) Dibuja en tu cuaderno el circuito. Realiza el circuito eléctrico en el simulador por ordenador.



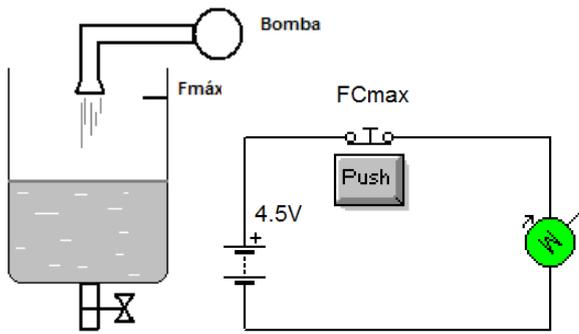
S1 es el interruptor general y S2 el conmutador doble.



- 2) Completa en tu cuaderno el cronograma.

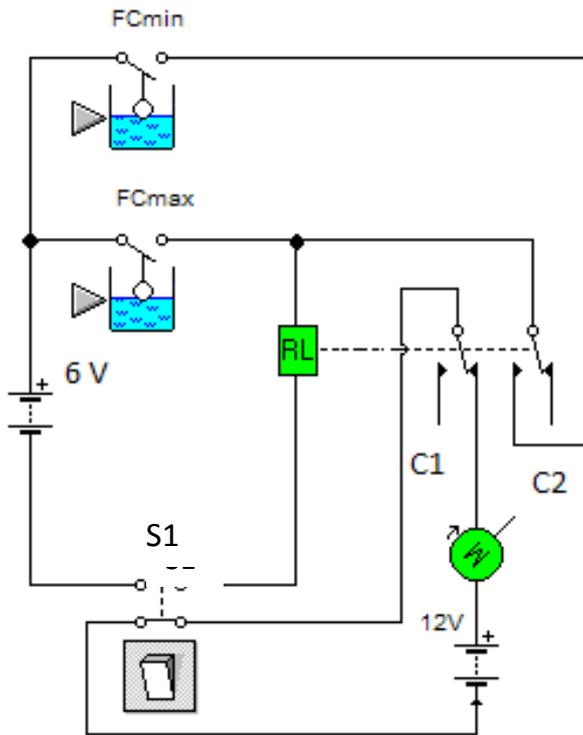
- 3) Verifica que las conexiones correspondientes son las correctas. Pide al profesor que te conecte el circuito a la fuente de alimentación. Verifica el funcionamiento correcto.

**PRÁCTICA ACTIVACIÓN DE UNA BOMBA ENTRE 2 NIVELES DE AGUA:**



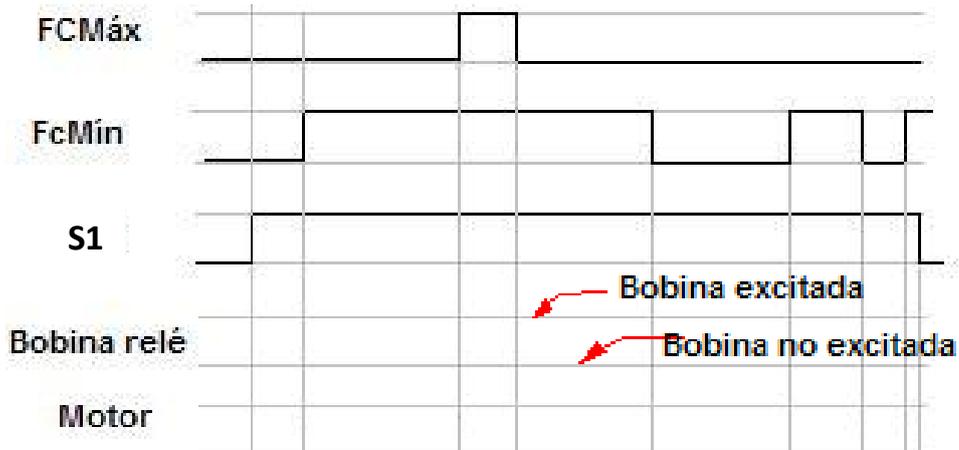
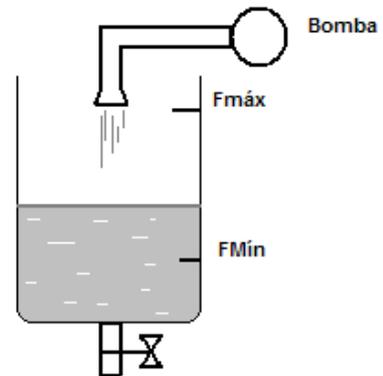
El circuito de llenado de un depósito hasta un nivel máximo necesita una boya que corte la alimentación de la bomba. Este sensor de nivel será normalmente cerrado. Cuando hay continuas variaciones de nivel, la bomba

estará trabajando continuamente.



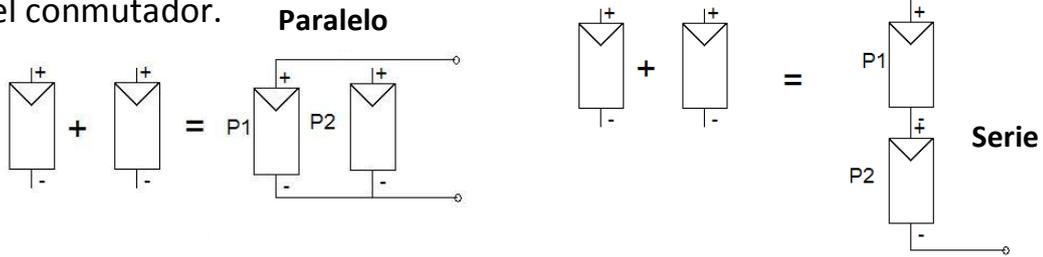
**TAREAS:**

- 1) Dibuja en tu cuaderno el siguiente circuito de activación de una bomba.
- 2) Realiza el circuito eléctrico en el simulador por ordenador y el cronograma de funcionamiento. S1 es el interruptor general.

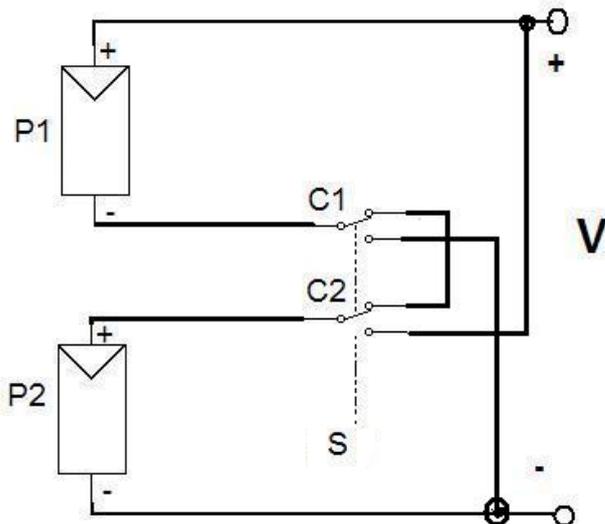


## PRÁCTICA CONEXIÓN DE PLACAS FOTOVOLTAICAS EN PARALELO Y EN SERIE:

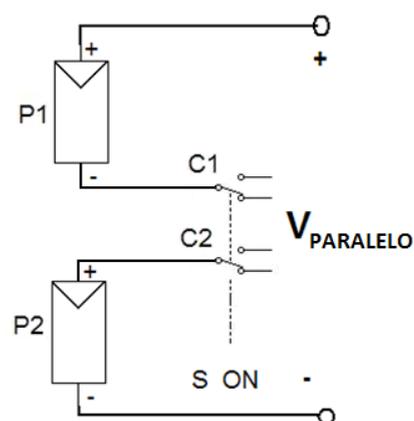
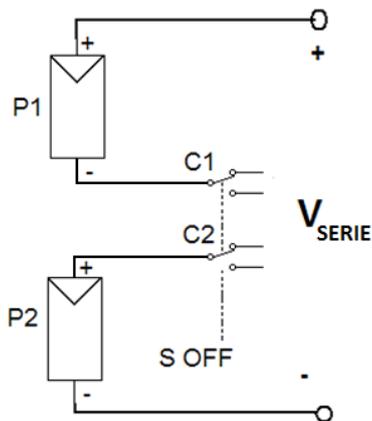
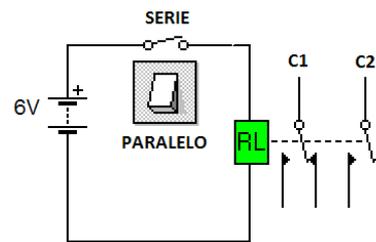
Deseamos conectar en serie y en paralelo 2 pequeñas placas fotovoltaicas mediante un interruptor, que activa un relé de doble circuito. Esta aplicación no serviría para placas fotovoltaicas de mayor potencia al producirse fácilmente un arco eléctrico al accionar el conmutador.



### TAREAS:



- 1) Analiza las conexiones del doble conmutador para que las placas se conecten en configuración paralelo y cuando cambien los contactos se conecten las placas en configuración serie.

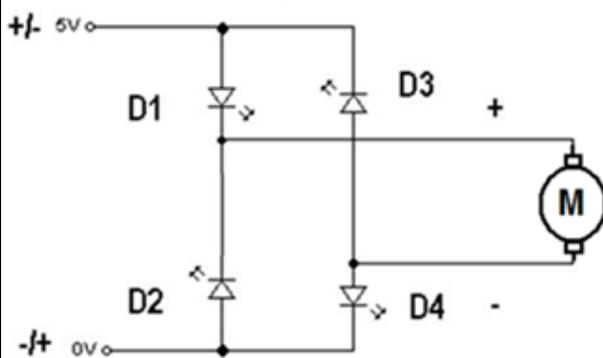


- 2) Realiza en el simulador por ordenador el circuito eléctrico anterior, sustituyendo las placas fotovoltaicas por una batería de 2V y coloca un voltímetro a la salida.
- 3) Verifica el funcionamiento correcto en el montaje práctico.

## PRÁCTICA PUENTE RECTIFICADOR DE DIODOS Y LEDS:

Esta configuración convierte una señal alterna en una señal eléctrica que no cambia la polaridad.

### TAREAS:

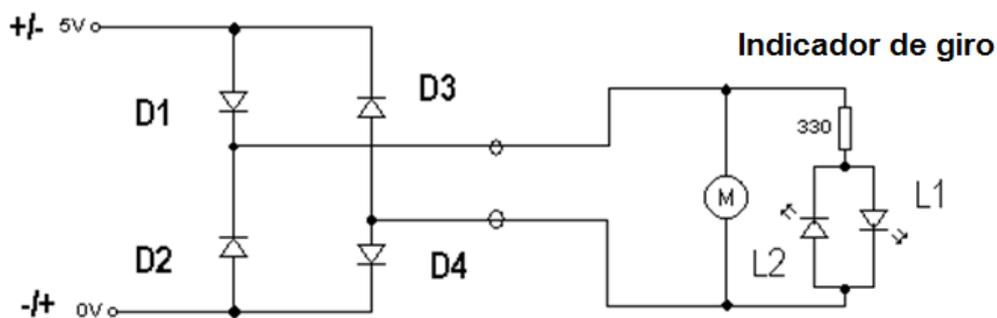


**Puente rectificador:**  
D1 y D4 leds verdes,  
D2 y D3 leds rojos

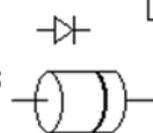


- 1) Realiza en el simulador por ordenador el puente rectificador con leds. La carga debe ser muy pequeña. Este circuito es sólo demostrativo porque los diodos-leds soportan una corriente muy pequeña (<50mA). Cambiando la polaridad en la entrada, se observa que el motor gira siempre en el mismo sentido porque la tensión aplicada tiene siempre la misma polaridad.

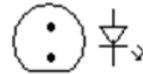
- 2) A este otro puente rectificador, realizado con diodos, se le ha completado con un circuito indicador de giro del motor hecho con un led rojo y otro verde. Cuando cambiemos la polaridad de entrada al puente rectificador, ¿cambiará el sentido de giro del motor? ¿qué led se encenderá?



**Puente rectificador:**  
D1, D2, D3 y D4 diodos rectificadores

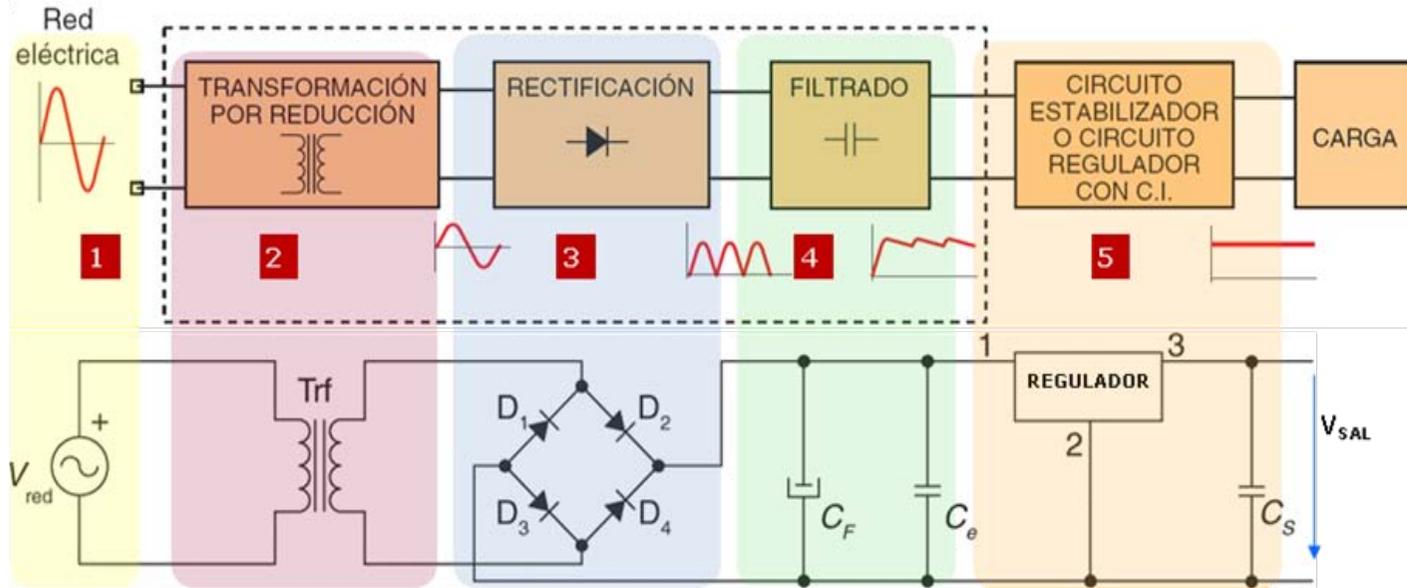


L1 led rojo, L2 led verde



- 3) Verifica el funcionamiento correcto de estos montajes prácticos.

### MODELO FUENTE DE ALIMENTACIÓN:



**1** La tensión de entrada es la procedente de la red eléctrica (alterna -CA- a 230V)

**2** La tensión se reduce con un transformador.

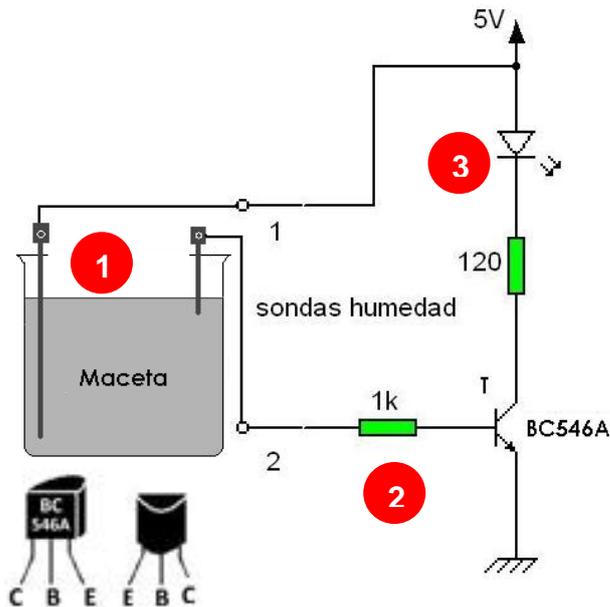
**3** El puente de diodos rectifica la corriente, convirtiéndose en corriente continua -CC-.

**4** Para disminuir las irregularidades en la tensión, se utilizan filtros (condensadores).

**5** El regulador asegura que la tensión de salida es la deseada, estabilizándola.

## PRÁCTICA INDICADOR HUMEDAD O DE NIVEL DE AGUA:

La resistencia eléctrica de la tierra húmeda, el agua o de nuestra piel es elevada ( $80\text{K}\Omega$ - $180\text{K}\Omega$ -  $1,2\text{MK}\Omega$ ) y la intensidad que atraviesa ese contacto eléctrico es muy débil.



La intensidad a controlar es la de un led (23 mA) que deseamos que se ilumine ante la presencia de tierra húmeda entre los dos conductores,  $I_B = 450 \mu\text{A}$ .

Necesitamos un transistor con una ganancia superior a  $\beta \geq I_{C \text{ máx}} / I_B = 50$ . Por ejemplo, el transistor BC546A, que posee una ganancia mayor de 100-220.

Cuando hay **presencia de humedad** en las sondas:

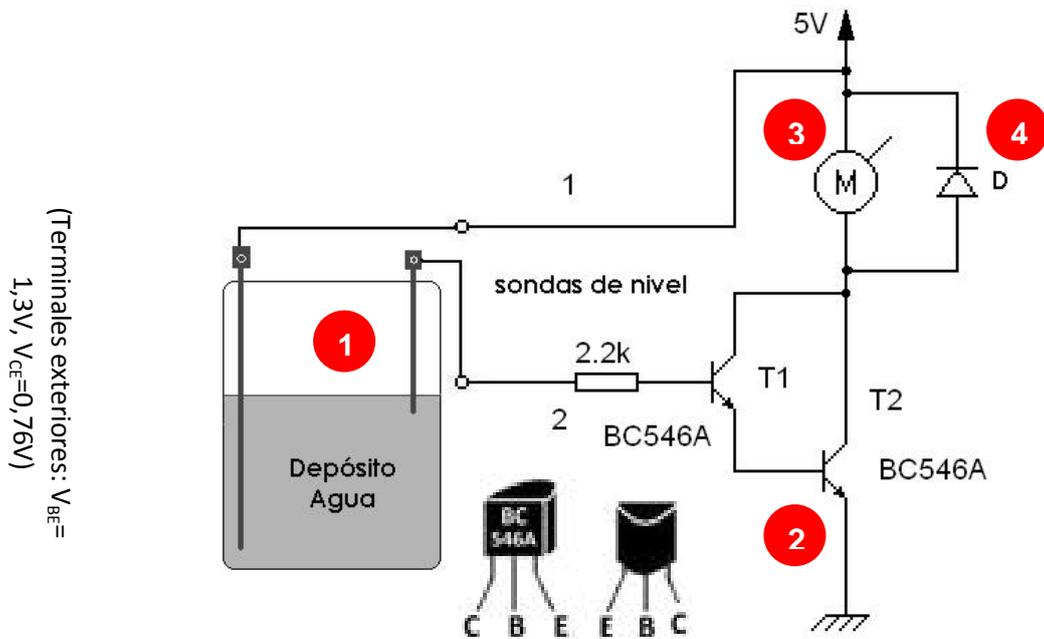
- 1**  $R_B \downarrow (\approx 80\text{K}\Omega)$ ,  $I_B \uparrow (\approx 450 \mu\text{A})$
- 2** El transistor abandona el estado de corte y pasa a saturación ( $I_{C, \text{MÁX}} = 23 \text{ mA}$ ,  $V_{BE} = 0,75 \text{ V}$ ,  $V_{CE} = 0,23 \text{ V}$ )
- 3** El led se ilumina ( $V_{\text{led}} = 2,2 \text{ V}$ ).

El circuito básico lo podemos aplicar para que en presencia de agua entre las dos sondas actúe un motor simulando una bomba que evite la inundación de un sótano. Ahora el consumo es mayor, 140 mA, y la intensidad eléctrica entre las sondas de nivel de agua es de  $65 \mu\text{A}$ . En esta situación, el BC546 A es insuficiente y tendríamos que sustituirlo por un transistor de ganancia superior (Ejemplo, TIP 111,  $\beta > 1000$ ;  $V_{BE} = 1,2 \text{ V}$ ,  $V_{CE} = 0,7\text{V}$ ).

Otra alternativa es montar dos transistores BC546A en configuración Darlington, cuyo conjunto se comporta como un único transistor con una ganancia total  $\beta = \beta_1 \beta_2 > 100 \cdot 100 = 10.000$ ; o también sustituirlo directamente por un transistor Darlington ya encapsulado (Ejemplo, TIP111).

## TAREAS:

1) Monta en el simulador el circuito siguiente.

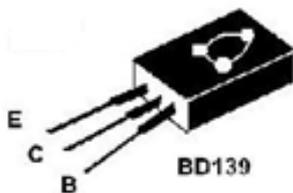


2) Razona. En presencia de agua entre las sondas 1 y 2

- 1  $R_B \downarrow \approx 180K\Omega$ ,  $I_B \uparrow (\approx 65 \mu A)$
- 2  $T_1$  conduce  $\uparrow/\downarrow \rightarrow I_{ET1}=I_{BT2} \uparrow/\downarrow \rightarrow T_2$  conduce  $\uparrow/\downarrow$
- 3  $I_{MOTOR} \uparrow / \downarrow$ , por lo que el motor, que acciona la bomba, **Sí funcionará/ No funcionará** hasta que **se vacíe / se llene** de l agua entre las sondas del depósito.
- 4 D es el diodo llamado volante, porque sólo actúa cuando cesa la excitación del motor, absorbiendo la corriente transitoria producida, que dañaría a los transistores.

3) Verifica el funcionamiento correcto del montaje práctico Darlington. El motor de 4,5 V consume una corriente nominal de 97 mA y el BC-546 A,  $T_2$ , es capaz de controlar una corriente en el colector de 100mA, aunque es insuficiente para suministrar la corriente de arranque del motor de 175 mA.

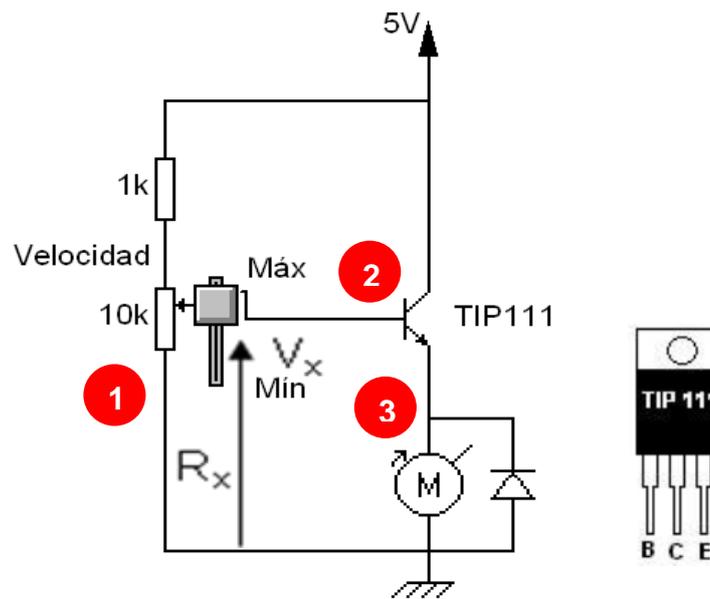
Sustituye este transistor  $T_2$  por un BD139 ( $I_{C, Máx} = 1,5 A$ ).



En nuestro montaje hemos añadido una resistencia de  $10 \Omega$  en el emisor del transistor  $T_1$ . Cortocircuita los extremos de esa resistencia con un hilo conductor. ¿Qué efecto tiene?

### PRÁCTICA VARIACIÓN DE VELOCIDAD DE UN MOTOR:

La variación de la velocidad de giro de un motor, o el brillo de una lámpara, directamente con resistencias no es posible. Sólo obtendríamos cambios muy bruscos, prácticamente de todo o nada. La amplificación que conseguimos con los transistores en las variaciones si nos permite tener esa sensibilidad en el control. La velocidad de giro en los motores de corriente continua depende de la tensión aplicada entre sus terminales.



### TAREAS:

- 1) Monta en el simulador el circuito de la figura anterior.
- 2) Razona. ¿Qué sucede si desplazo hacia arriba (potenciómetro)?

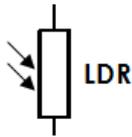
**1**  $R_x \uparrow / \downarrow$  , por lo que  $V_x (= I_x \cdot R_x) \uparrow / \downarrow$

**2**  $I_B \uparrow / \downarrow$  , el transistor conduce más,  $I_C \uparrow / \downarrow$

**3**  $I_E \uparrow / \downarrow$  y  $V_M (= I_E \cdot R_M) \uparrow / \downarrow$  y entonces  
M gira más *Lento / Rápido*

- 3) Verifica el funcionamiento correcto del circuito. ¿Qué función tiene la resistencia de  $1K\Omega$ ?

## PRÁCTICA DESPERTADOR SOLAR:

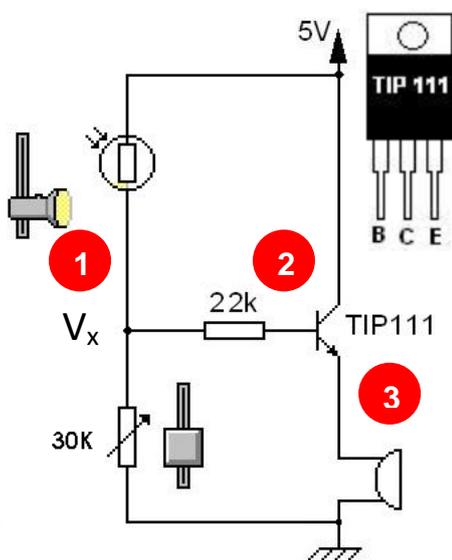


ILUMINACIÓN	$R_{LDR}$
Luz intensa	$< 100 \Omega$
Oscuridad total	$> 20 M\Omega$

La resistencia LDR modifica su valor óhmico dependiendo de la luz incidente.

Mediante las resistencias adecuadas fijamos el punto de trabajo del transistor TIP 111 para que funcione como un interruptor. Este transistor va a alimentar a un zumbador de 6V.

Sería deseable apantallar el sensor de LDR con un tubo que lo hiciera más directivo, impidiendo activaciones por luz indirecta y reflejada.



### TAREAS:

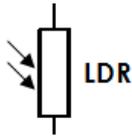
- 1) Monta en el simulador el circuito despertador solar.
- 2) Razona. ¿Qué sucede si la **luz incidente es alta(↑)**?

- 1)  $R_{LDR} \uparrow / \downarrow$ , por lo que  $V_x (= I_x \cdot R_x) \uparrow / \downarrow$
- 2) Entonces,  $I_B \uparrow / \downarrow$
- 3) El transistor conduce  $+ / -$   $I_C \uparrow / \downarrow$ ,  $I_E \uparrow / \downarrow$ . Y el zumbador suena  $+ / -$ .

¿Podríamos sustituir el zumbador por un relé para que actuase sobre un motor que levantara una persiana? ¿Cómo lo resolverías?

- 3) Verifica el funcionamiento correcto del circuito práctico. Ajusta la sensibilidad del nivel de intensidad luminosa mediante el potenciómetro.

## PRÁCTICA INTERRUPTOR CREPUSCULAR:

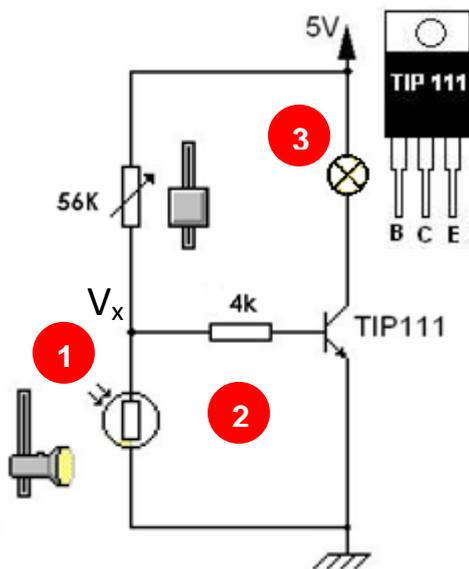


ILUMINACIÓN	$R_{LDR}$
Luz intensa	$< 100 \Omega$
Oscuridad total	$> 20 M\Omega$

La resistencia LDR modifica su valor óhmico dependiendo de la luz incidente.

Este circuito se denomina interruptor crepuscular. El sensor de luz se sitúa por encima de la salida de iluminación general y se estabiliza la señal para evitar la activación indeseada con relámpagos y destellos de fuentes luminosas. Analiza la cadena de conclusiones.

Sería deseable apantallar el sensor de LDR con un tubo que lo hiciera más directivo, impidiendo activaciones por luz indirecta y reflejada.



### TAREAS:

- 1) Monta en el simulador el circuito interruptor crepuscular.
- 2) Razona. ¿Qué sucede si la **luz incidente es baja (↓)**?

1)  $R_{LDR} \uparrow / \downarrow$ ,  $I_{LDR} \uparrow / \downarrow$   
y  $V_x (= I_x \cdot R_x) \uparrow / \downarrow$

2) Entonces,  $I_B \uparrow / \downarrow$

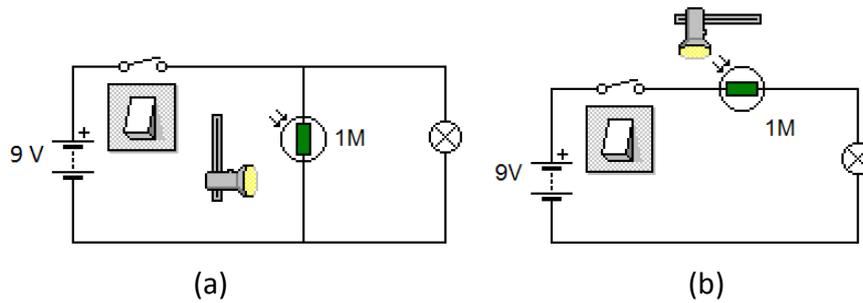
3) El transistor conduce  $+/-$   
 $I_C \uparrow / \downarrow$ ,  $I_E \uparrow / \downarrow$ . Y  
la lámpara luce  $+/-$ .

En este circuito podríamos sustituir la bombilla por la bobina de un relé y controlar la activación de una lámpara de potencia. El relé añadiría aislamiento eléctrico de la parte de control respecto a los elementos de potencia. Dibuja la solución.

- 3) Verifica el funcionamiento correcto del circuito práctico. Ajusta la sensibilidad del nivel de intensidad luminosa mediante el potenciómetro.

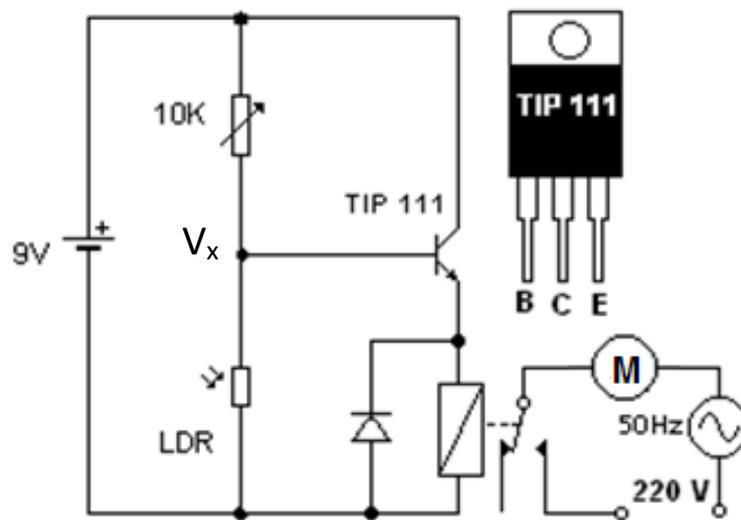
### PRÁCTICA BARRERA LUMINOSA:

Analiza desde el punto de vista lógico con qué circuito “no práctico” correspondería el circuito interruptor crepuscular.



### TAREAS:

1) Monta en el simulador el interruptor de barrera luminosa.



2) Analiza la cadena de razonamiento lógico. ¿Qué sucede al **interrumpir el haz luminoso**?

$R_{LDR} \uparrow / \downarrow$ ,  $I_{LDR} \uparrow / \downarrow$  con lo que  $V_x (= I_x \cdot R_x) \uparrow / \downarrow$  ;  
entonces  $I_B \uparrow / \downarrow$  y el transistor conduce  $+ / -$ ,  $I_C \uparrow / \downarrow$ ,  
 $I_E \uparrow / \downarrow \uparrow$ .

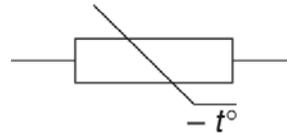
Por eso, la bobina del relé *Sí se excita / No se excita*, que lleva a que el contacto abierto *se cierre / siga abierto* y la lámpara *se enciende / se apaga*.

3) Verifica el funcionamiento correcto del circuito práctico.

### PRÁCTICA TERMOSTATO:

Las resistencias NTC (Negative Temperature Coefficient) disminuyen su valor al subir la temperatura y poseen un comportamiento más lineal que las PTC. Su valor nominal a 25°C se identifica con el mismo código de colores que las resistencias fijas, pero se leen de abajo arriba, a partir de las patillas.

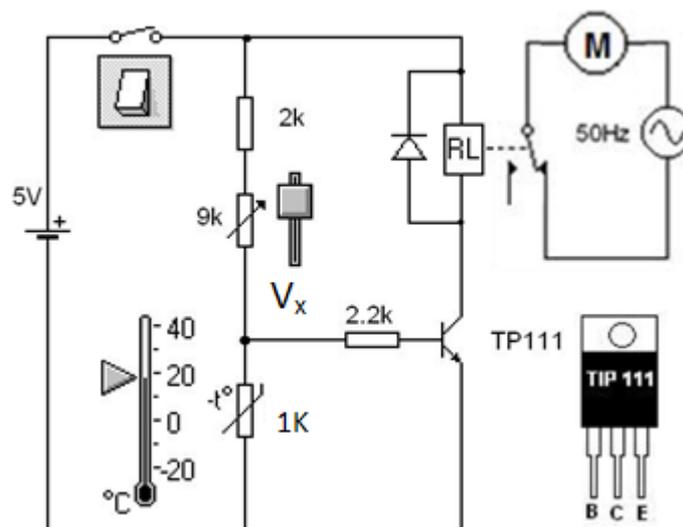
Cambio Tª	Cambio R <sub>NTC</sub>
↑ Tª (T>T <sub>0</sub> )	↓ R (R<R <sub>0</sub> )
↓ Tª (T<T <sub>0</sub> )	↑ R (R>R <sub>0</sub> )



Al disminuir la resistencia, pasará más corriente por la NTC, lo que hace que se caliente de nuevo por el efecto Joule. Esto puede provocar la destrucción del dispositivo. Por ello, hay que limitar la corriente que circula por ella mediante una resistencia de valor fijo.

### TAREAS:

1) Monta en el simulador el termostato.



2) Analiza la cadena de funcionamiento, si la **temperatura sube**.

R<sub>NTC</sub> ↑ / ↓ , I<sub>NTC</sub> ↑ / ↓ con lo que V<sub>x</sub> (= I<sub>x</sub> · R<sub>x</sub>) ↑ / ↓ ;  
entonces I<sub>B</sub> ↑ / ↓ y el transistor conduce + / - , I<sub>C</sub> ↑ / ↓ , I<sub>E</sub> ↑ / ↓.

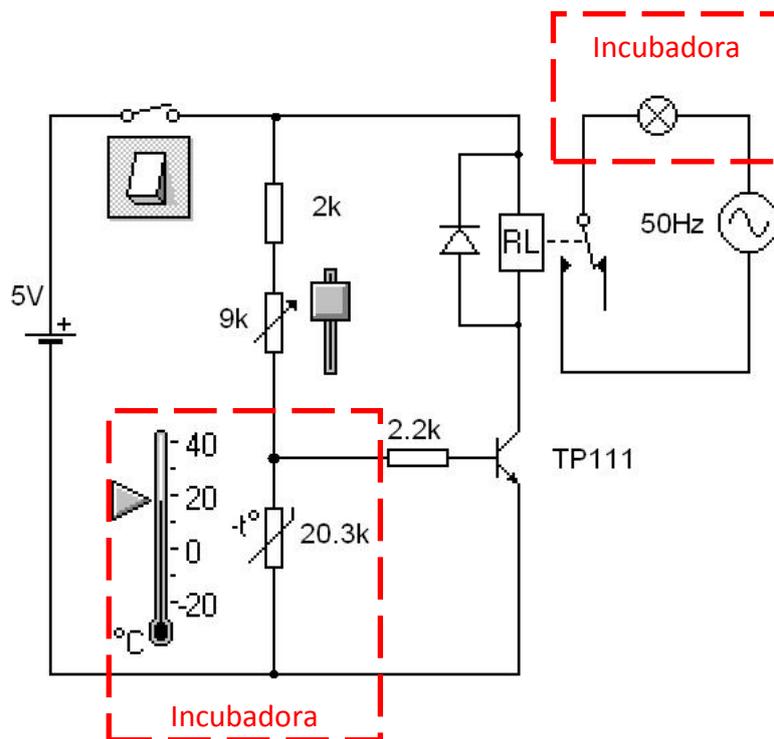
Por eso, la bobina del relé **Sí se excita** / **No se excita** , que lleva a que el contacto abierto **se cierre** /  **siga abierto** y el ventilador **gira** / **está parado** → T ↑ / ↓ .

En resumen, el circuito “serviría” para *refrigerar/calentar* una estancia.

3) En nuestro circuito práctico utilizamos una resistencia NTC de valor  $1\text{ K}\Omega$ . Fijamos la temperatura de referencia del termostato con el potenciómetro.

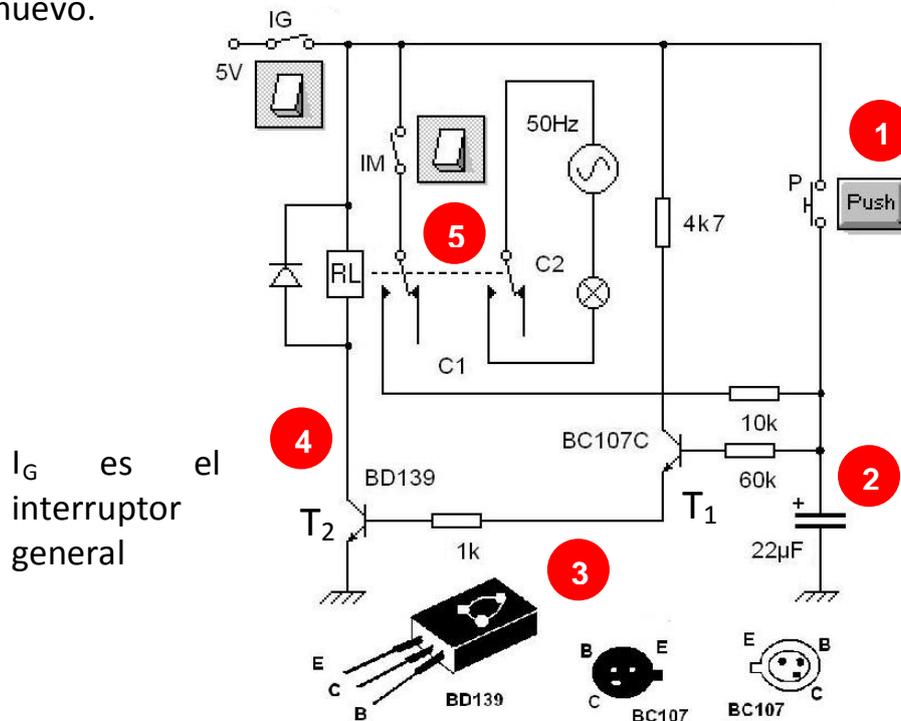
Para verificar el funcionamiento de este termostato, nos frotamos de forma repetida los dedos pulgar e índice contra la palma de la otra mano. La temperatura de nuestros dedos sube y se la aplicamos directamente al termistor. La inercia térmica hace que tengamos que esperar unos segundos hasta que se transmite el calor al sensor.

4) La pequeña modificación que introducimos ahora en el circuito anterior, ¿puede servir para controlar la temperatura de una incubadora?



### PRÁCTICA TEMPORIZACIÓN A LA DESCONEXIÓN:

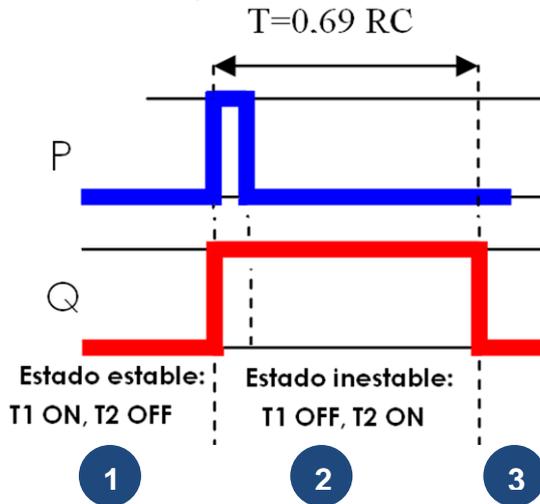
- 1 Cuando se cierra el pulsador P, el condensador C de  $22\mu\text{F}$  se cargará rápidamente a través de él.
- 2 La carga acumulada en el condensador se descarga lentamente a través de la resistencia de la base y la unión de la base. En la base del transistor BC107 circula la corriente de descarga desde un máximo de  $60\mu\text{A}$ .
- 3 El  $T_1$  conduce y durante este tiempo inyecta en la base del  $T_2$ , BD109, una corriente  $I_{BT2}$  que decrece desde  $740\mu\text{A}$  hasta  $80\mu\text{A}$ , evolucionando desde la saturación ( $I_{cm\max T2} = 77\text{mA}$ ) al corte ( $I_{cm\min T2} = 1\text{mA}$ ) a  $T_2$ .
- 4 La bobina del relé permanece excitada y los contactos asociados del relé cerrados. La lámpara permanece encendida mientras  $T_2$  conduce. Si variamos la capacidad C y la resistencia R, se conseguirán distintos tiempos de desconexión.
- 5 El interruptor  $I_M$ , mediante el contacto auxiliar  $C_1$ , permite mantener activada la conexión de circuito de la lámpara al seguir excitando el transistor a través de la resistencia de  $10\text{K}$ . Es una memoria básica, que no permite cambiar la información memorizada, salvo que se apague el circuito de nuevo.



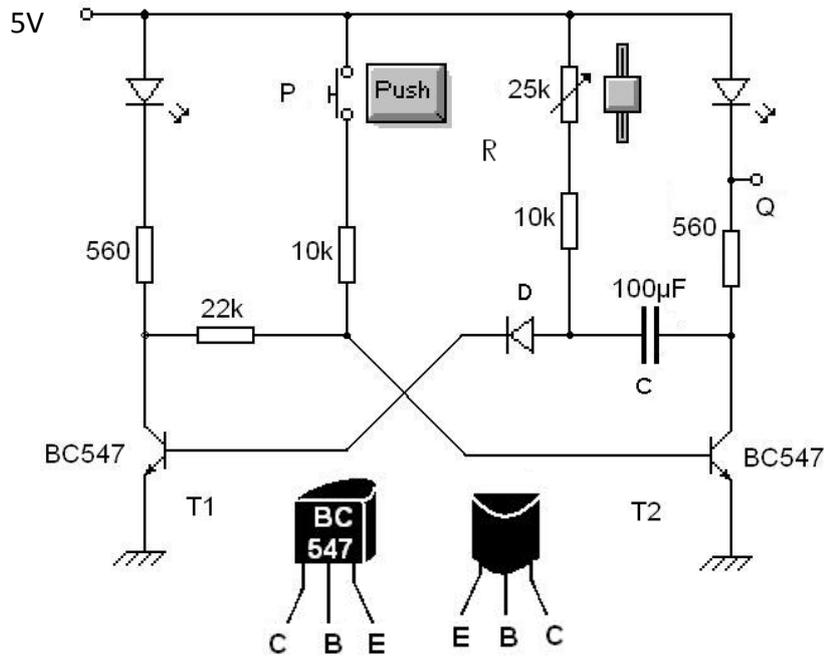
## PRÁCTICA IMPULSO DE DURACIÓN LIMITADA (MONOESTABLE):

El circuito es casi simétrico, salvo que tiene un pulsador de un lado y del otro una resistencia ajustable.

1 En la posición de reposo, el transistor  $T_1$  está en saturación y  $T_2$  está cortado.



2 Al apretar el pulsador  $P$  se lleva al transistor  $T_2$  a saturación, la salida  $Q$  se activa (luz), el condensador se descarga rápidamente y lleva a  $T_1$  a corte. El diodo  $D$  limita la corriente de la base del transistor  $T_1$ , y así evitar su destrucción.



3 Al dejar de pulsar  $P$ ,  $T_2$  sigue conduciendo y el condensador  $C$  se carga a través de la rama del potenciómetro. Al cabo de un tiempo el transistor  $T_1$  vuelve a conducir, regresando a su estado estable, y la salida se desactiva.

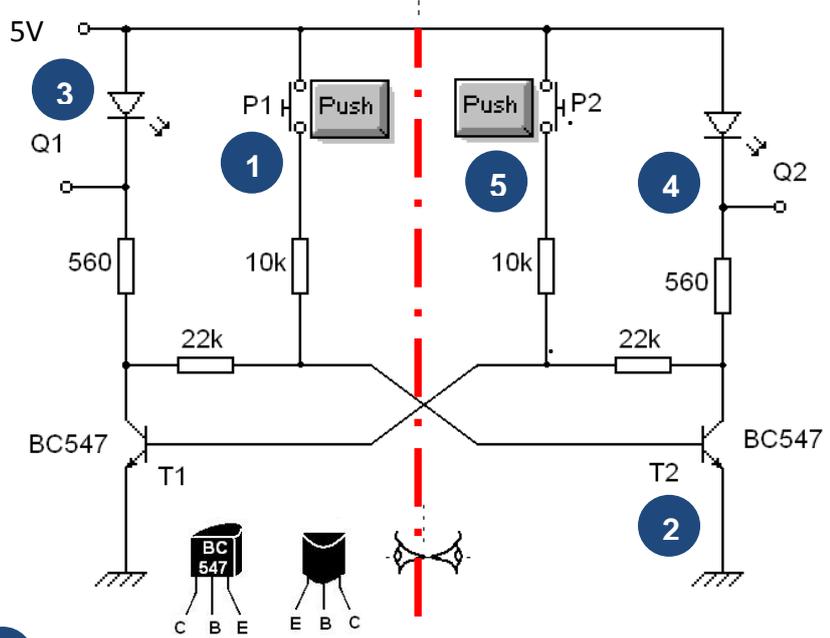
Como el circuito sólo tiene un estado estable recibe el nombre de **monoestable**.

**PRÁCTICA MEMORIA CON TRANSISTORES (BIESTABLE):**

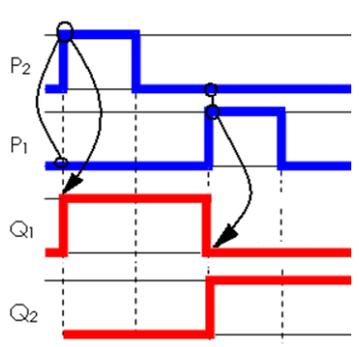
El circuito es simétrico y tiene 2 estados estables definidos por la conducción de los transistores.

- 1 Si pulso  $P_2$ , pero no  $P_1$ , circula una  $I_B$  que lleva al transistor  $T_1$  a saturación.
- 2 Como  $V_{CE1} \approx 0$  lleva a  $V_{BE2} = 0$  y  $T_2$  irá a corte ( $I_{CT2} \approx 0$ ).
- 3  $T_1$  saturación, salida **Q1 encendida**
- 4  $T_2$  corte, salida **Q2 apagada**.

La salida  $Q_2$  no se activa pero circula una pequeña corriente hacia la base de  $T_1$  que mantiene al transistor  $T_1$  conduciendo, aún después de dejar de pulsar  $P_2$ .



- 5 Si se pulsa  $P_1$ , pero no  $P_2$ ,  $Q_2$  se enciende y  $Q_1$  se apaga.



Entradas		Salidas		Estados
P1	P2	Q1	Q2	
0	1	1	0	la salida Q1 se pone a valor "1" (SET)
0	0	1	0	las salidas se mantienen en el valor anterior (INACTIVO)
1	0	0	1	la salida Q1 se pone a valor "0" (RESET)
0	0	0	1	las salidas se mantienen en el valor anterior (INACTIVO)

La situación de activar simultáneamente los dos pulsadores,  $P_1 = P_2 =$  “pulsado”, la denominamos como estado “prohibido”. Al activar simultáneamente estos pulsadores los transistores  $T_1$  y  $T_2$  conducirán y las salidas  $Q_1$  y  $Q_2$  se iluminarán. El problema nos surge al volver las entradas  $P_1$  y  $P_2$  a desactivarse, pues en esa situación es compatible que las salidas  $Q_1$  y  $Q_2$  tomen los valores  $Q_1 = “0”$  y  $Q_2 = “1”$  o bien  $Q_1 = “1”$  y  $Q_2 = “0”$ , dependiendo qué transistor  $T_1$  o  $T_2$  deje de conducir antes. Por tanto, desde la combinación de entradas  $P_1 = P_2 =$  “Pulsado” a la combinación de entradas  $P_1 = P_2 =$  “No pulsado” nos aparece una indeterminación en la evolución de las salidas, que eliminamos si en el funcionamiento del circuito consideramos “estado prohibido” a la combinación  $P_1 = P_2 =$  “pulsado”. Con esta restricción, las salidas  $Q_1$  y  $Q_2$  toman siempre valores contrarios entre sí. La salida  $Q_1$  es la salida que tomaremos como salida positiva, y  $Q_2$  es la salida negada de  $Q_1$ . Realmente es como si tuviéramos una única salida independiente, ya que la otra es la contraria.

Es un circuito que memoriza el valor “1” ó “0” en la salida cuando las entradas se desactivan. Como  $P_2 = 1$  (pulsado), sin pulsar  $P_1$ , hace que la salida  $Q_1$  vaya a valor “1” (encendido), llamamos a esta entrada SET, y a  $P_1$  la denominamos entrada RESET pues cuando se activa sólo ella provoca que la salida tome el valor “0”.

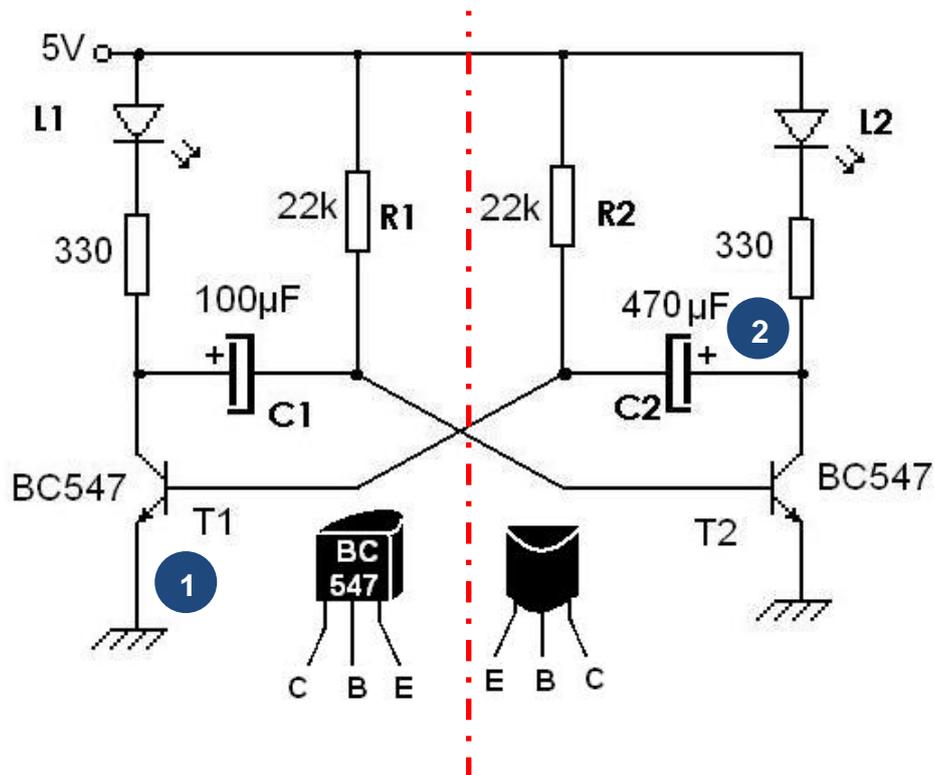
A este circuito de memoria se le denomina biestable, báscula o Flip-Flop, porque tiene dos estados estables en la salida.

### PRÁCTICA CIRCUITO OSCILADOR O INTERMITENTE:

Si en el circuito biestable se sustituyen las resistencias colector-base por condensadores, recibe el nombre de **multivibrador astable**, es decir sin ningún estado estable.

Las temporizaciones cíclicas se consiguen cargando y descargando dos condensadores de forma alternativa, mientras uno se está cargando el otro se está descargando.

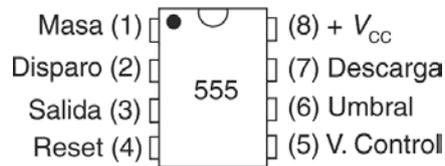
Los dos transistores trabajan en conmutación, cuando uno conduce (saturación) el otro no (corte) y viceversa.



**1** Inicialmente uno de los transistores conduce y bloquea al otro. Si  $T_1$  está en saturación,  $L_1$  se enciende y por  $L_2$  circula una débil corriente, insuficiente para encenderlo, que carga lentamente al condensador  $C_2$  y mantiene en conducción a  $T_1$ .

**2** Al cabo de un tiempo  $C_2$  se cargará completamente, bloquea  $T_1$  y  $L_1$  se apaga. Comienza a circular una pequeña corriente hacia la base de  $T_2$  que lo hace conducir. El condensador  $C_2$  se irá descargando a través de  $R_2$ . Se enciende  $L_2$  y se va cargando  $C_1$ . Después el proceso se repite. El circuito oscila y se puede utilizar para generar un cambio cíclico, como por ejemplo las intermitencias o activación de los limpiaparabrisas de los vehículos.

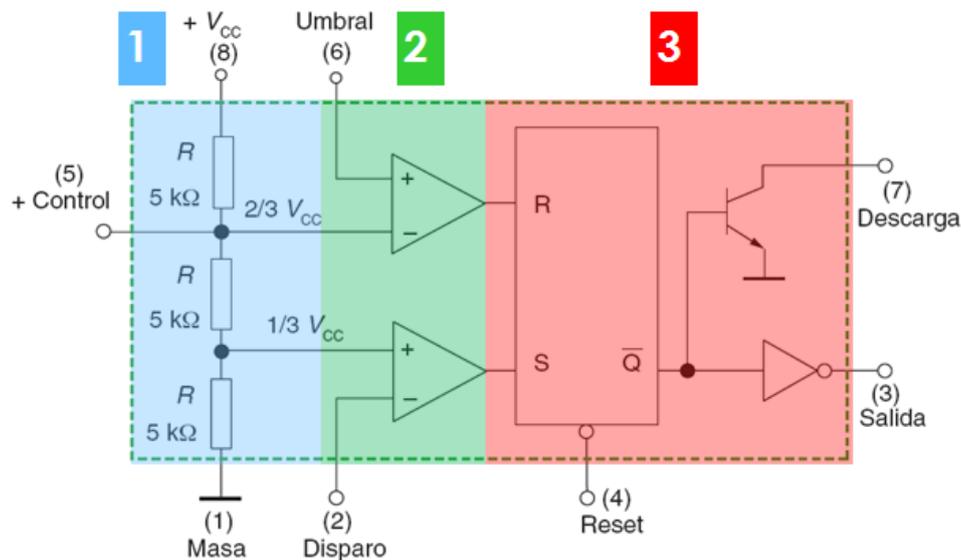
## PRÁCTICA CIRCUITO 555:



**1** Un divisor de tensión formado por tres resistencias de  $5\text{ k}\Omega$  (de ahí la denominación 555) que dan las tensiones de referencia a los comparadores:  $2/3 V_{cc}$  para el comparador superior y  $1/3 V_{cc}$  para el inferior.

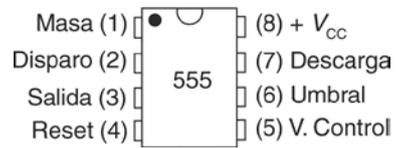
**2** Dos circuitos comparadores: uno conectado a la entrada R (Reset) y el otro a la entrada S (Set).

**3** Un biestable R-S, cuya salida está conectada a un inversor y un transistor con colector abierto.



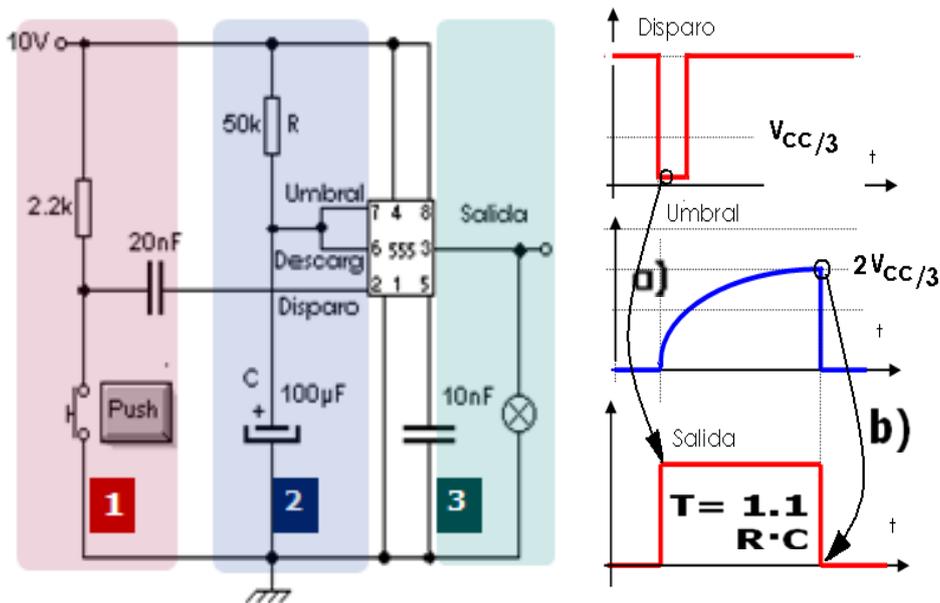
- a) Si  $V_{\text{disparo}} < V_{cc}/3$ , entonces la entrada SET=1 y la salida toma valor alto, con lo que el transistor del terminal de descarga estará cortado.
- b) Si  $V_{\text{umbral}} \geq 2V_{cc}/3$ , entonces la entrada RESET=1 y la salida tomará el valor bajo, por lo que el transistor asociado al terminal de descarga estará conduciendo y el pin número 7 se conectará internamente a 0 voltios.
- c) Si  $V_{\text{disparo}} \geq V_{cc}/3$  ó  $V_{\text{umbral}} < 2V_{cc}/3$ , RESET = SET=0, estado inactivo, en la salida permanece memorizado el último valor que tuviera la salida. \_\_\_\_\_
- d) El pin exterior RESET(4) es una entrada prioritaria, activa por bajos, que se conecta a  $V_{cc}$  para inhabilitarla y si se coloca a 0 V se fuerza la salida(3) a nivel bajo.

### CIRCUITO 555 MONESTABLE (TEMPORIZADOR)



Externamente se cortocircuitan las patillas umbral(7) y descarga(6). Se coloca una resistencia R y un condensador C como en el esquema, que determinan el tiempo del estado inestable al colocar una transición hacia abajo en el terminal de entrada disparo(2).

- 1** Circuito RC inyector de pulsos bajos.
- 2** La resistencia R carga al condensador C mientras el transistor de descarga está cortado.
- 3** La salida  $I = I_{max}$

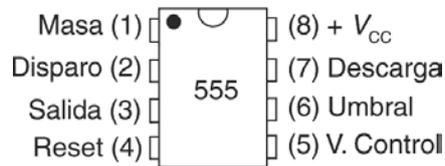


Una vez que se dispara, transcurre un tiempo  $T=1,1 RC$  y el circuito regresa al estado estable.

### TAREAS:

Con los valores de R y C del circuito práctico, comprobar que la temporización que se produce responde a  $T= 1.1 RC$ .

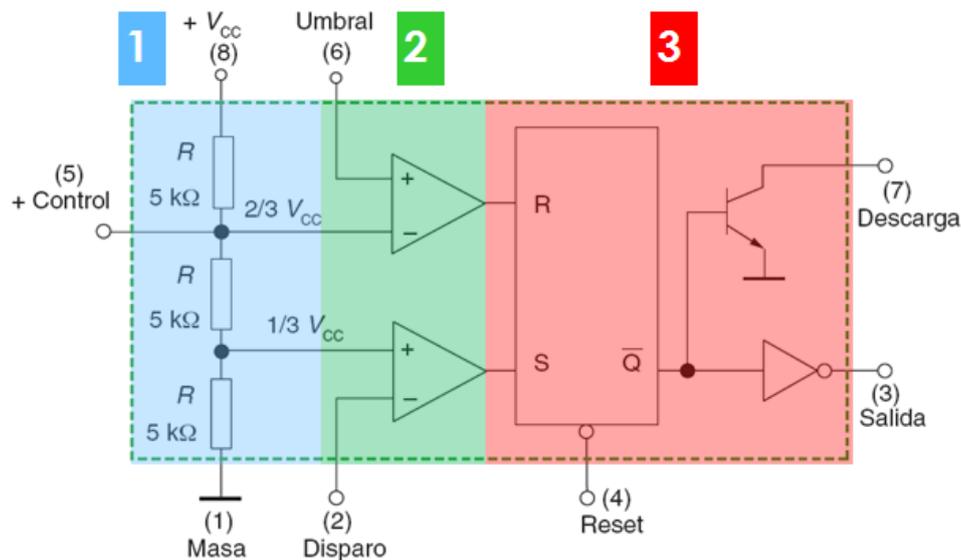
## PRÁCTICA CIRCUITO 555:



**1** Un divisor de tensión formado por tres resistencias de  $5\text{ k}\Omega$  (de ahí la denominación 555) que dan las tensiones de referencia a los comparadores:  $2/3 V_{cc}$  para el comparador superior y  $1/3 V_{cc}$  para el inferior.

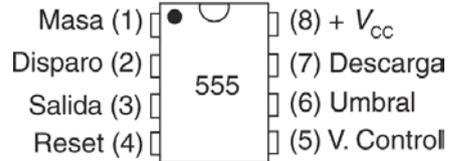
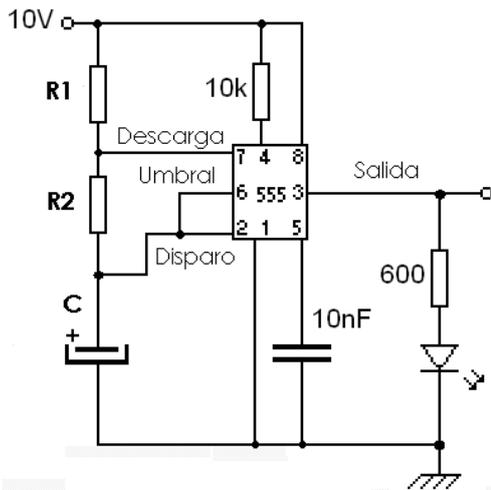
**2** Dos circuitos comparadores: uno conectado a la entrada R (Reset) y el otro a la entrada S (Set).

**3** Un biestable R-S, cuya salida está conectada a un inversor y un transistor con colector abierto.

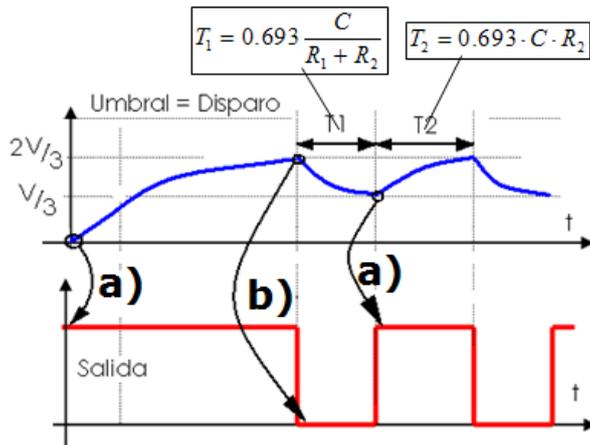


- a) Si  $V_{\text{disparo}} < V_{cc}/3$ , entonces la entrada SET=1 y la salida toma valor alto, con lo que el transistor del terminal de descarga estará cortado.
- b) Si  $V_{\text{umbral}} \geq 2V_{cc}/3$ , entonces la entrada RESET=1 y la salida tomará el valor bajo, por lo que el transistor asociado al terminal de descarga estará conduciendo y el pin número 7 se conectará internamente a 0 voltios.
- c) Si  $V_{\text{disparo}} \geq V_{cc}/3$  ó  $V_{\text{umbral}} < 2V_{cc}/3$ , RESET = SET=0, estado inactivo, en la salida permanece memorizado el último valor que tuviera la salida. \_\_\_\_\_
- d) El pin exterior RESET(4) es una entrada prioritaria, activa por bajos, que se conecta a  $V_{cc}$  para inhabilitarla y si se coloca a 0 V se fuerza la salida(3) a nivel bajo.

**CIRCUITO 555 AESTABLE (OSCIADOR)**



Se coloca una resistencia entre los terminales de descarga y umbral, respecto al circuito monoestable. La salida oscilará libremente.



a) El condensador C se carga desde  $V/3$  a  $2V/3$  a través de las resistencias  $R_1$  y  $R_2$  ( $V$  salida nivel alto).

$$T_1 = 0,693 \frac{C}{R_1 + R_2}$$

b) El condensador C se descarga a través del terminal de descarga mediante la resistencia  $R_2$ .

$$T_2 = 0,693 C \cdot R_2$$

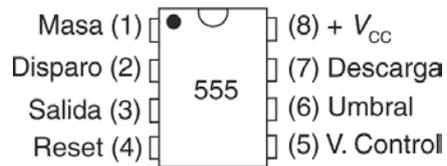
**TAREAS:**

Con los valores experimentales del circuito, calcula y comprueba el periodo de la señal de salida. ¿De qué frecuencia es la señal?

Si  $R_1 = R_2 = R$  ¿qué efecto tendría en el montaje anterior intercalar una resistencia de valor  $R$  entre el pin 7 (Descarga) y la mitad del divisor de tensión formado por  $R_1$  y  $R_2$ ? Propón una solución aproximada que produzca un resultado similar, evitando hacer un cortocircuito a través del pin 7.

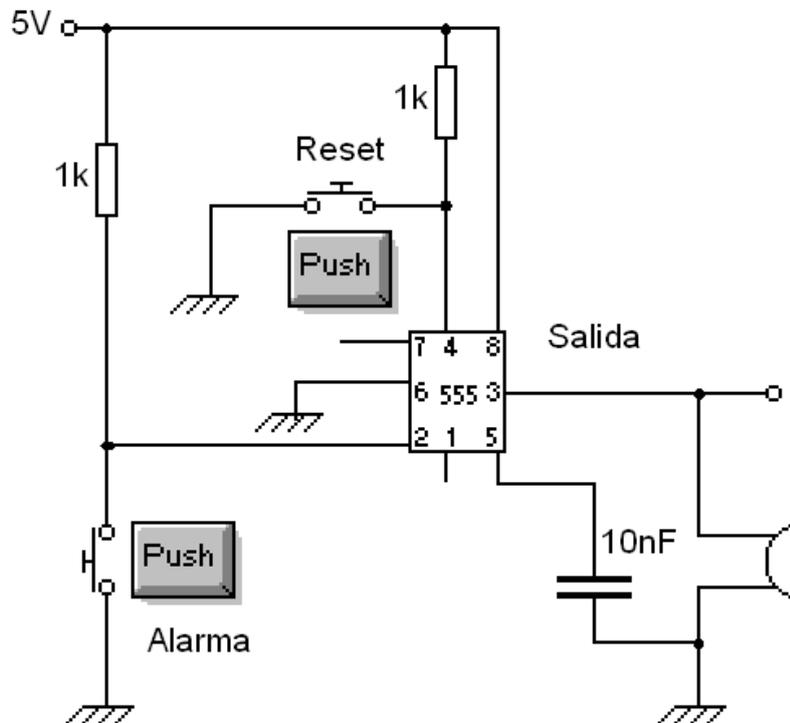
Propón, para el condensador del montaje, unos valores de resistencia  $R_1$  y  $R_2$  que generen una señal de 0,2 Hz.

### PRÁCTICA CIRCUITO 555:



- Si  $V_{disparo} < V_{cc}/3$ , la salida toma valor alto, con lo que el transistor del terminal de descarga estará cortado.
- Si  $V_{umbral} \geq 2V_{cc}/3$ , la salida tomará el valor bajo, por lo que el transistor asociado al terminal de descarga estará conduciendo y el pin número 7 se conectará internamente a 0 voltios.

La alarma acústica se activa mediante el final de carrera "Alarma". El pulsador "Reset" inactiva la señal acústica.

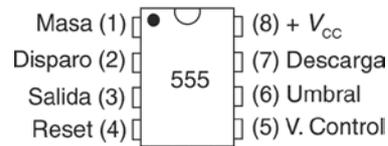


### TAREAS:

Explica el funcionamiento. Cuando se pulsa el pulsador Alarma, la salida va a *alto* / *bajo* y el circuito funciona en modo *monoestable* / *aestable* / *otro*. La salida permanece en el valor *alto* / *bajo* hasta que llegue al pin 4 un valor *bajo* / *alto* de voltaje y la salida se fuerza al valor *bajo* / *alto*.

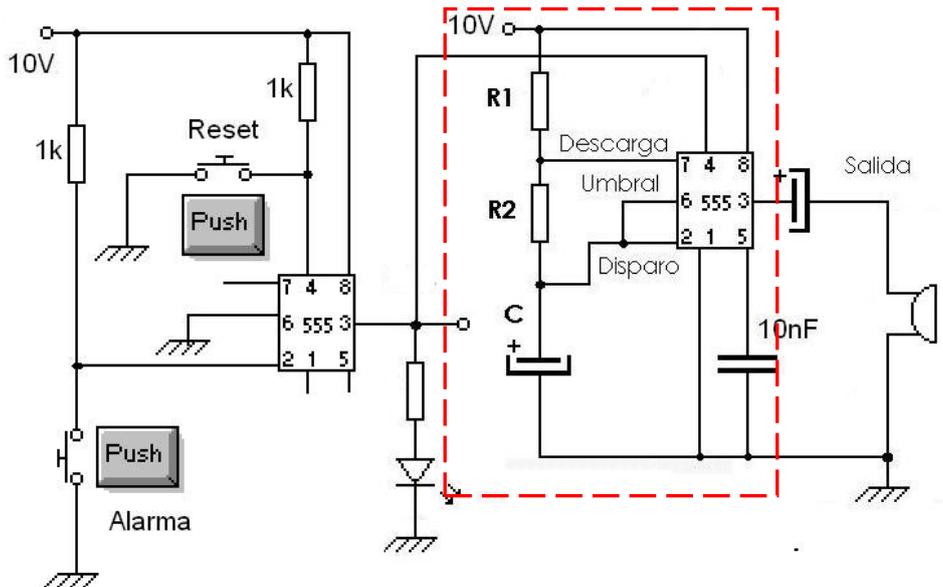
Propón una modificación de este circuito para utilizarlo como alarma acústica de inundación de un sótano.

## PRÁCTICA CIRCUITO 555:



- Si  $V_{\text{disparo}} < V_{\text{cc}}/3$ , la salida toma valor alto, con lo que el transistor del terminal de descarga estará cortado.
- Si  $V_{\text{umbral}} \geq 2V_{\text{cc}}/3$ , la salida tomará el valor bajo, por lo que el transistor asociado al terminal de descarga estará conduciendo y el pin número 7 se conectará internamente a 0 voltios.

Este circuito se compone de 2 circuitos integrados 555.



### TAREAS:

1) Explica el funcionamiento.

El circuito con línea discontinua tiene una configuración *monoestable* / *aestable* y su finalidad es que produzca una señal *continua* / *de pulsos* que ataca al altavoz. La salida es *cero* / *distinta de cero* cuando en el pin 4 hay un nivel *bajo* / *alto*, que a su vez se produce cuando pulsamos el botón de *Reset* / *Alarma* del primer circuito del 555. Además, el diodo led del circuito se encenderá cuando se active el botón de *Alarma* / *Reset*.

2) Comprueba el funcionamiento. ¿Qué componente modificarías para que la señal sonora fuera más aguda? Para los valores de resistencias del circuito, ¿entre qué valores podemos variar el condensador colocado en el Trigger para producir una señal audible?