

CURSO: ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

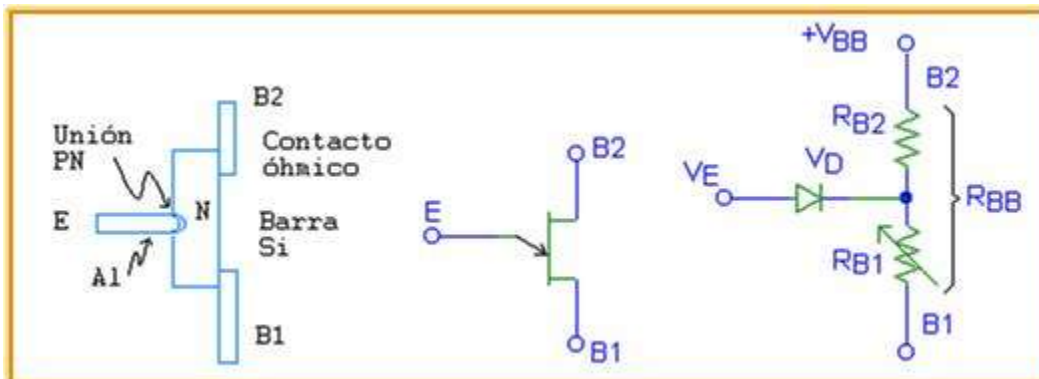
UNIDAD 3: TRANSISTOR UNIJUNTURA - UJT – TEORÍA

PROFESOR: JORGE POLANÍA

1. EL UJT- TRANSISTOR UNIJUNTURA

ESTRUCTURA

Su estructura consiste en una barra de silicio tipo N ligeramente dopada que tiene dos terminales B1 y B2 llamados bases y una barra de aluminio fundida en la superficie opuesta formando una juntura PN. La barra de aluminio está más cerca de B2 que a B1. El UJT se usa como oscilador de relajación (dientes de sierra) y como dispositivo de disparo de SCR.

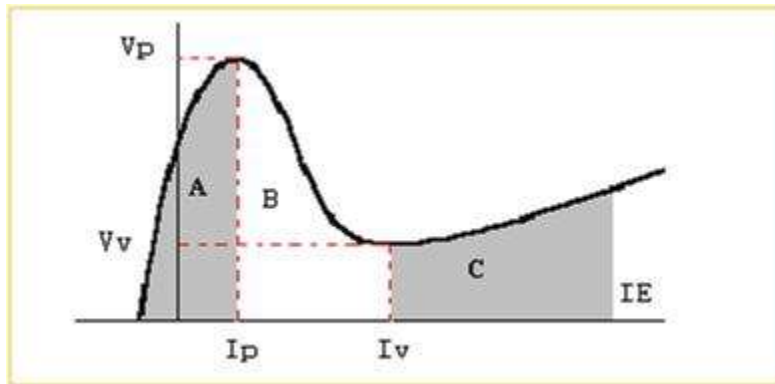


$$R_{BB} = R_{B1} + R_{B2} \quad | \quad i_E = 0, \quad 4k < R_{BB} < 10k$$

$$V_{RE1} = \frac{V_{BB} R_{B1}}{R_{B1} + R_{B2}} = \eta V_{BB}; \quad \eta = \frac{R_{B1}}{R_{B1} + R_{B2}}$$

Cuando $V_E \geq V_p$ el UJT se dispara.

CURVA CARACTERÍSTICA



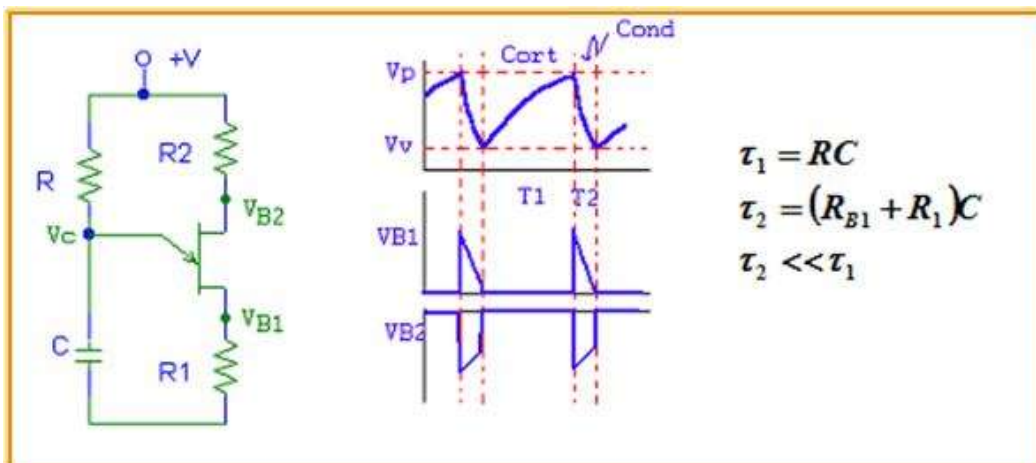
- A) Región de corte
- B) Región de resistencia negativa
- C) Región de Saturación

V_p = Voltaje de pico, V_v = Voltaje de valle, I_v = Corriente de valle, I_p = Corriente de pico

$V_p = \eta V + V_D$, $V_v \approx 0.1V$, siendo V la polarización

EJEMPLO: GENERADOR DE DIENTES DE SIERRA

Utiliza una red RC para que el voltaje en el condensador al cargarse alcance el voltaje de pico de disparo del UJT.



El condensador al alcanzar el voltaje de pico V_P hace conducir el UJT y luego se descarga entonces hasta la tensión V_V que hace entrar el UJT a corte volviéndose a cargar el condensador a V_P y repitiéndose el ciclo se genera la onda correspondiente.

$$T_1 \gg T_2 \rightarrow T \approx T_1$$

$$V_P - V_V = (V - V_V) \left(1 - e^{-\frac{T}{RC}} \right) \Rightarrow T = RC \ln \frac{V - V_V}{V - V_P}$$

$$V_P = \eta V + V_D \approx \eta V \quad V \gg V_V \text{ entonces } T = RC \ln \frac{1}{1 - \eta}$$

Para hacer un disparo efectivo R debe cumplir la siguiente condición:

$$\frac{V - V_V}{I_V} < R < \frac{V - V_P}{I_P}$$

EJEMPLO 1:

Usando el UJT 2N4948 que tiene $I_V = 2\text{mA}$, $I_P = 2\mu\text{A}$, $\eta = 0.7$, $V_V = 3\text{V}$, determinar el valor de R y de C para que oscile a $f = 1\text{KHZ}$. $V = 12$

$$V_P = \eta V_{BB} + V_D = 0.7 (12) + 0.7 = 9.1\text{V}$$

$$f_{osc} = 1 / RC; \quad RC = 1\text{ms}$$

$$\frac{12 - 3}{2\text{mA}} < R < \frac{12 - 9.1}{2\mu\text{A}} \quad 1.45\text{M} < R < 4.5\text{K}$$

Se toma un $R = 10\text{K} \rightarrow C = 0.1\mu\text{f}$

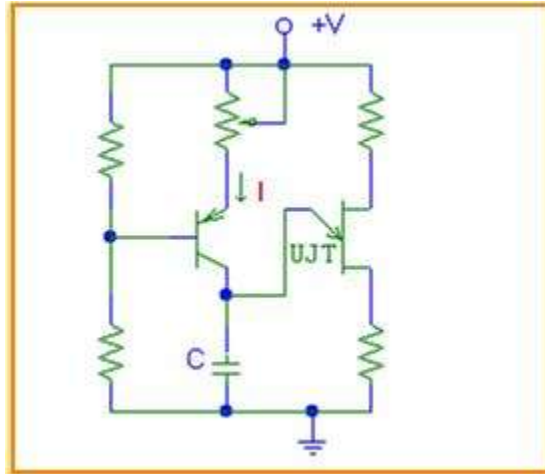
Si $t_g = 50\text{ us}$ (ancho del pulso de disparo)

$$R_1 = t_g / C = 50\text{ us} / 0.1\text{ uf} = 500\ \Omega$$

$$R_2 = 10^4 / (\eta * V) = 10^4 / (0.7 * 12) = 1.2\text{ k}\Omega$$

EJEMPLO 2:

La linealidad de la forma de onda de salida se mejora cargando el condensador con una fuente de corriente constante como se indica en el siguiente circuito.



$$v_c = \frac{1}{C} \int i dt \quad \text{si } I = \text{cte} \quad v_c = \frac{I t}{C} = \left(\frac{I}{C} \right) t$$

Suponiendo: $V = 20V$; $\eta = 0.6$; $C = 0.1 \mu f$, $I_E = 1mA$; $V_{Emin} = 1.0V$

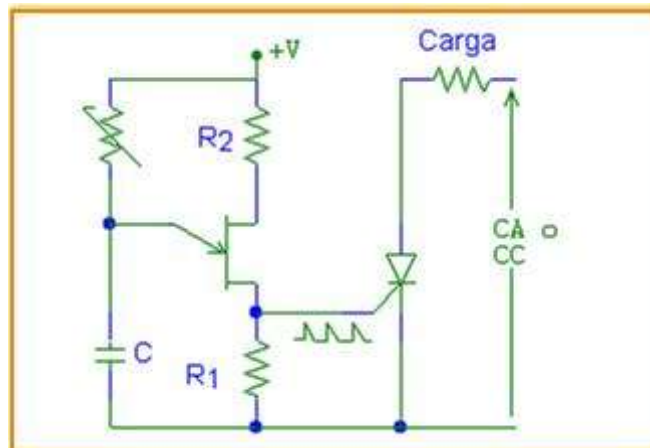
$$V_p = 0.6(20) + 0.7 = 12.7 V$$

$$V_c = V_p - V_{Emin} = 12.7 - 1.0 = 11.7V, \quad I_C \approx I_E = 1mA$$

$$v_c = \frac{I t}{C}, \quad f = \frac{I_E}{C V_c} = \frac{1mA}{0.1 \times 10^{-6} \times 11.7} = 0.854 Kc$$

EJEMPLO 3:

Otra aplicación muy usada es utilizar los pulsos positivos en R1 para disparar un SCR.



R1 se escoge para reducir VGK por debajo de la tensión de disparo.

$$R_{1max} \approx \frac{V_{GKmin}}{I_{BB}}$$

$$R_1 + R_2 \ll R_{BB} \rightarrow I_{BB} \approx V_{BB} / R_{BB}$$

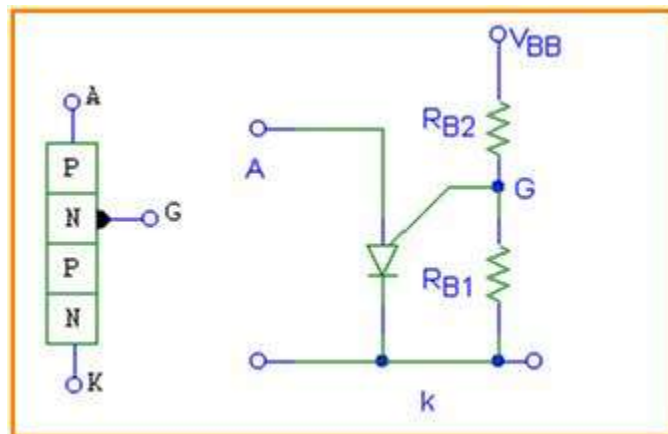
$$R_{1max} \approx \frac{V_{GKmin} R_{BB}}{V_{BB}}; \text{ por ejemplo, si } V_{BB} = 25V, V_{GKmin} = 0,2V \text{ y } R_{BB} = 4K \rightarrow$$

$$R_{1max} = 32 \Omega.$$

2. EL PUT -TRANSISTOR DE JUNTURA PROGRAMABLE

ESTRUCTURA

Es un transistor Unijuntura Programable. Esto es, que se pueden controlar RBB, η , Vp por medio de RB1, RB2, y VBB.



La curva característica del PUT es igual a la del UJT. $V_p = \eta V_{BB} + V_D = \eta V_{BB} + V_{AG}$ $V_p = V_G + 0,7$ (silicio)

EJEMPLO 4:

Encuentre R_{B1} y V_{BB} para un PUT de silicio si se ha determinado que $\eta = 0.8$, $V_p = 10.3$ y $R_{B2} = 5k$

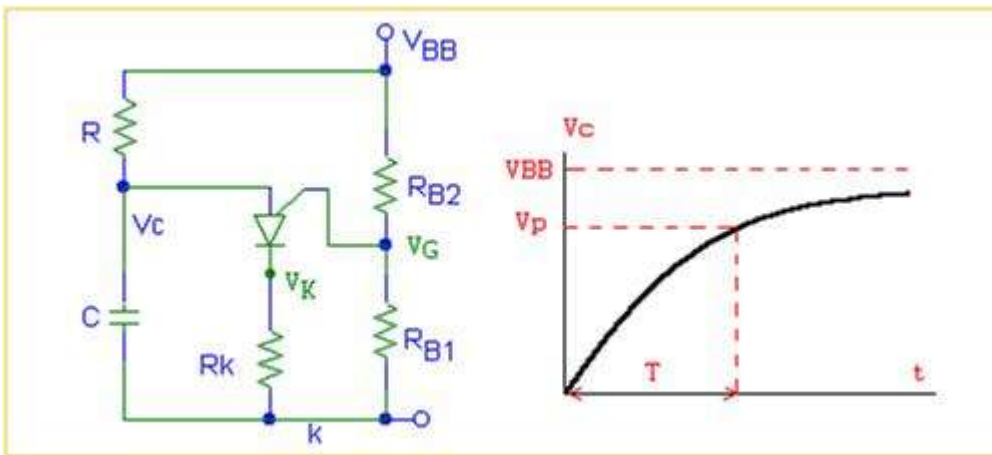
$$\eta = \frac{R_{B1}}{R_{B1} + R_{B2}} = 0.8 \quad ; \quad R_{B1} = 0.8(R_{B1} + R_{B2})$$

$$0.2R_{B1} = 0.8R_{B2} \rightarrow R_{B1} = 20k\Omega$$

$$V_p = \eta V_{BB} + V_D \quad ; \quad 10.3 = 0.8V_{BB} + 0.7$$

$$V_{BB} = 12V.$$

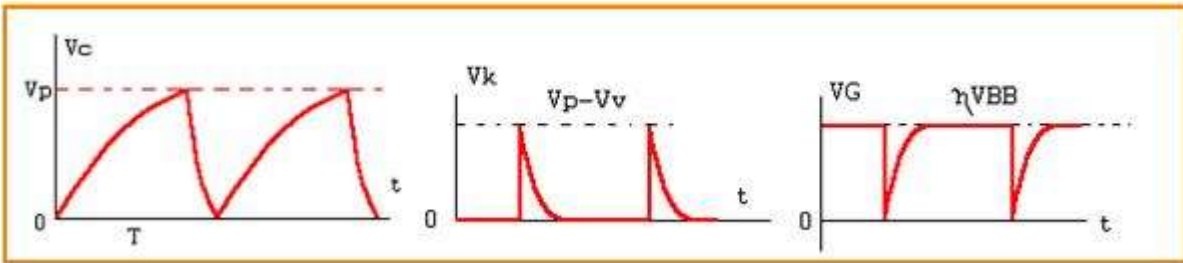
OSCILADOR DE RELAJACION



$$T \approx RC \ln \left(\frac{V_{BB}}{V_{BB} - V_P} \right)$$

$$T \approx RC \ln \left(1 + \frac{R_{B1}}{R_{B2}} \right)$$

$$\text{Condición para R: } \frac{V_{BB} - V_P}{I_P} > R > \frac{V_{BB} - V_V}{I_V}$$



EJEMPLO 5:

Si $V_{BB}=12V$ $R=20K$, $C=1\mu f$ $R_K=100$, $R_{B1}=10K$, $R_{B2}=5K$,
 $I_p=100\mu A$ $V_v=1V$, $I_V=5,5$ mA. Determinar:

(a) Valor de V_p

$$(a) V_p = \eta V_{BB} + V_D = \frac{R_{B1}}{R_{B1} + R_{B2}} V_{BB} + 0,7 = 8,7V$$

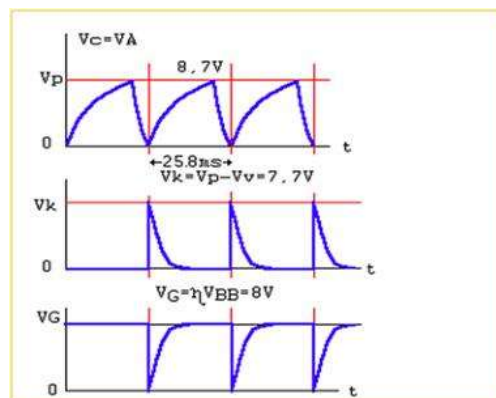
(b) Límites de R y (c) Frecuencia de oscilación

$$R_{max} = \frac{V_{BB} - V_p}{I_p} = 33K \quad R_{min} = \frac{V_{BB} - V_v}{I_V} = 2K$$

$$(c) f_{osc} = 1 / T \quad T = RC \ln \frac{V_{BB}}{V_{BB} - V_p} = 25,8ms$$

$$f = 38,7 \text{ Hz}$$

(d) Formas de onda



EJEMPLO 6

$V_{BB}=30V$, $I_G=1mA$, $f=60\text{ Hz}$, $t_g=50\mu s$, $V_{RK}=V_p=10V$, $C=0.5\ \mu F$, encontrar los valores de las resistencias.

Solución

$$T=1/f = 16.7ms, R_K=t_g/C = 50\mu s / 0.5\mu F = 100\Omega, R_K=100\Omega$$

$$\eta=V_p/V_{BB} = 10/30=0.33$$

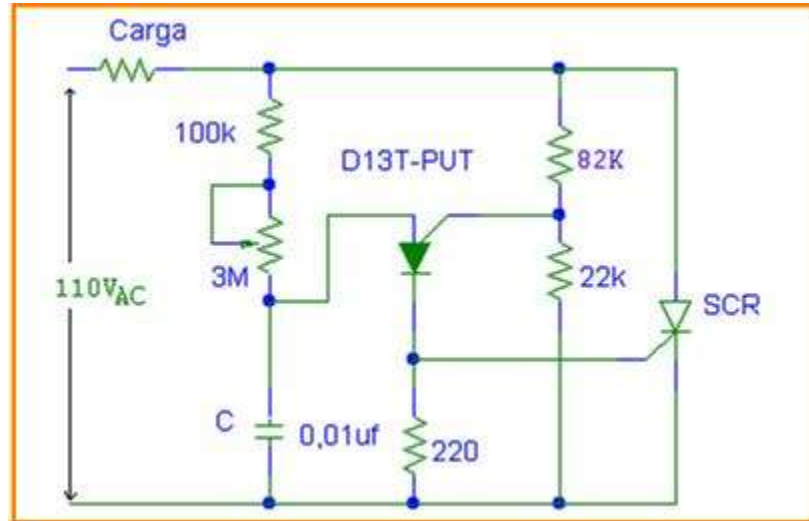
$$T=RC*\ln[V_{BB}/(V_{BB}-V_p)], \quad 16.7ms=R*0.5\mu F*\ln[30/(30-10)], \quad R= 82.2\text{ K}\Omega$$

$$I_G=(1-\eta)*V_{BB}/R_G, \quad 1mA=(1-0.33)*30/R_G, \quad R_G=20\text{ K}\Omega$$

$$R_{B2}=R_G/\eta=20K/0.33, \quad R_2=60K\Omega$$

$$R_{B1}=R_G/(1-\eta) = 20K/(1-0.33), \quad R_{B1}= 30K\Omega$$

CONTROL DE FASE



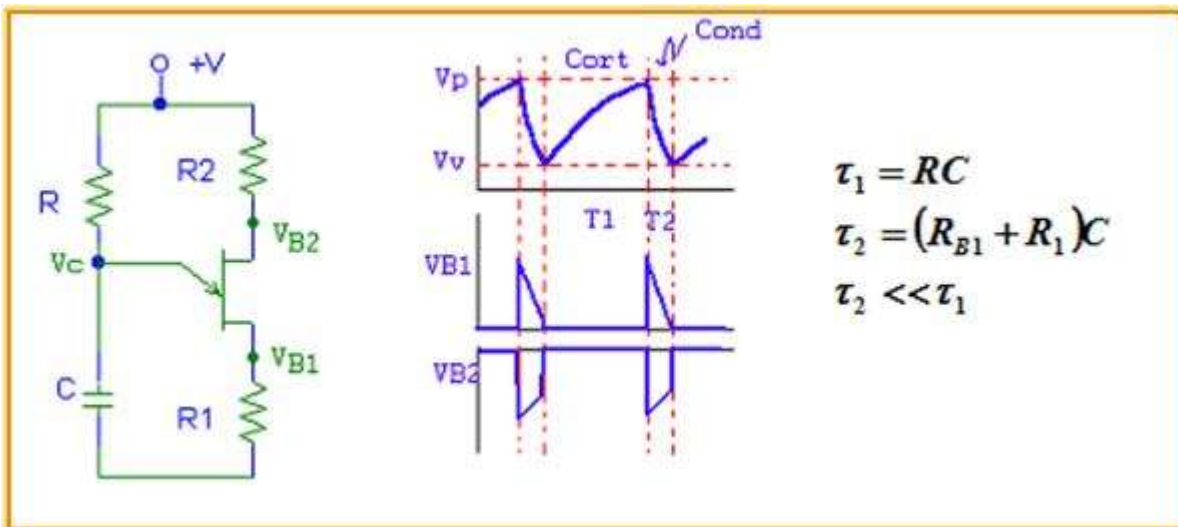
Variando el potenciómetro de 3 MΩ se controla la potencia en la carga.

CURSO: ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

UNIDAD 3: TRANSISTOR UNIJUNTURA - LABORATORIO

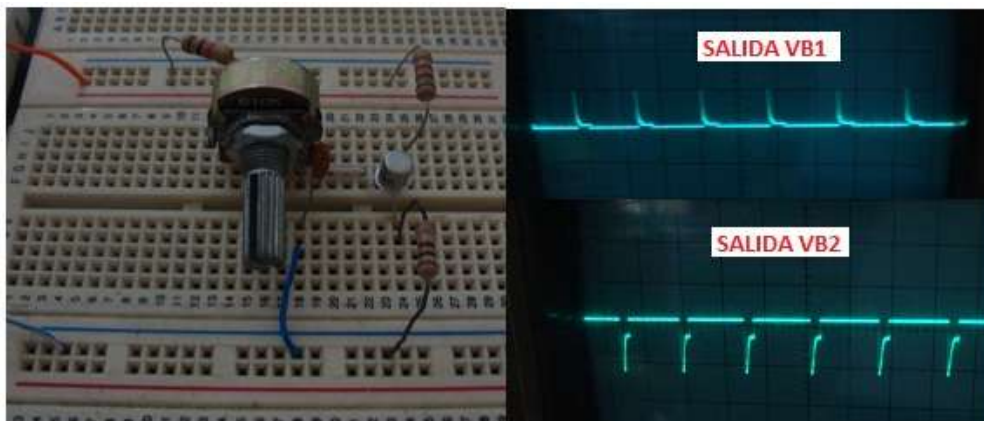
PASO 1: GENERADOR DE DIENTES DE SIERRA

Implemente el circuito que se presenta en el siguiente esquema, donde $R=4.7\text{ K}$ en serie con un potenciómetro de 250K , $R_1=100\Omega$, $R_2=1\text{K}$ y $C=0.1\mu\text{F}$, [UJT: 2N2646](#), alimentándolo con $V=12$



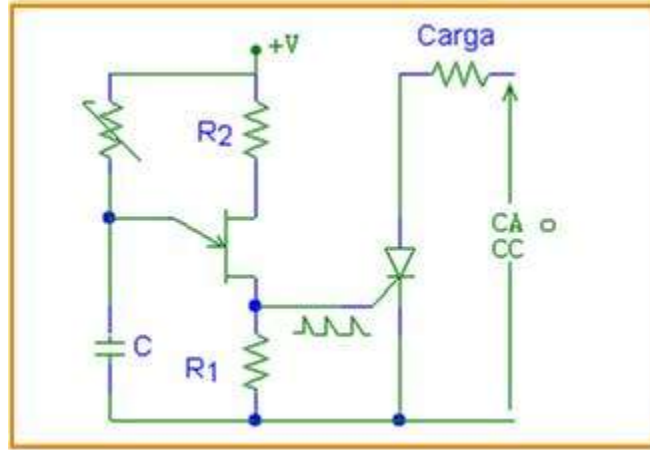
Varíe el potenciómetro de su valor mínimo al máximo y mida los valores de T_1 y T_2 . Observe la señal del voltaje en el condensador. De esa señal anote el valor de $V_{cmax}=V_p$ y $V_{cmin}=V_v$. Calcular los valores de: η , y el rango en que debe variar la resistencia R . Compruebe estos datos teóricamente.

A continuación se observa la salida del circuito implementado.

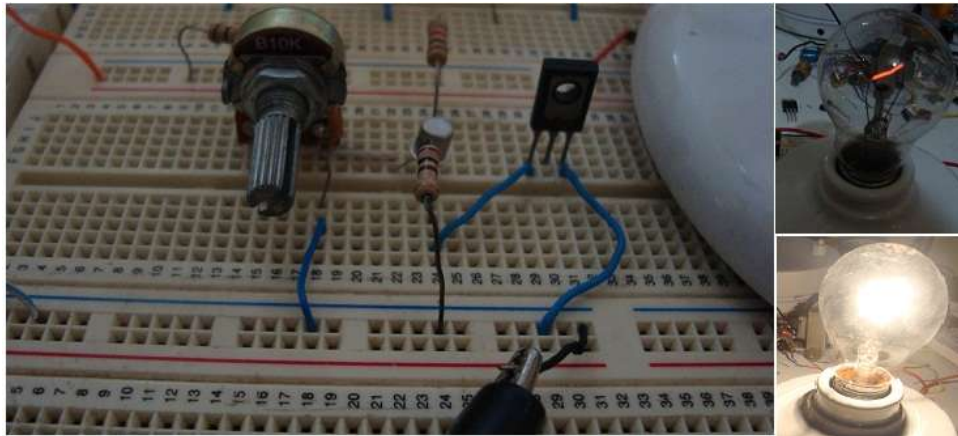


PASO 2. DISPARO DE SCR MEDIANTE UJT

Al circuito anterior le agregamos el SCR S106D1 una carga AC (bombillo 110V/100W) como se ilustra en el siguiente esquema:



Al variar el potenciómetro se está controlando una carga de corriente alterna con un circuito de corriente directa como se logra apreciar en la figura de abajo.



Elabore 5 conclusiones de la práctica. Mencione 3 aplicaciones donde crea que puede ser útil el uso del UJT.