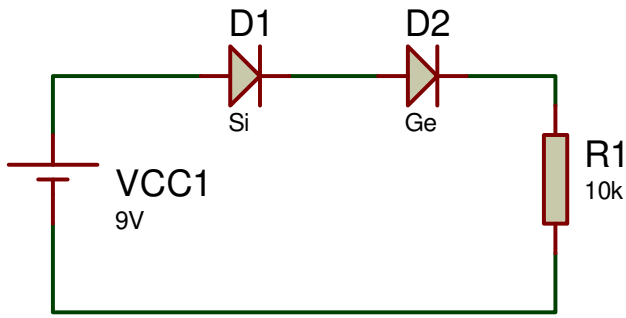


DIODOS RECIFICADORES

1)



Solución:

a)

$$VD1 = 0,7V (Si)$$

$$VD2 = 0,3V (Ge)$$

$$VR1 = VCC1 - VD1 - VD2 = 9V - 0,7V - 0,3V = 8V$$

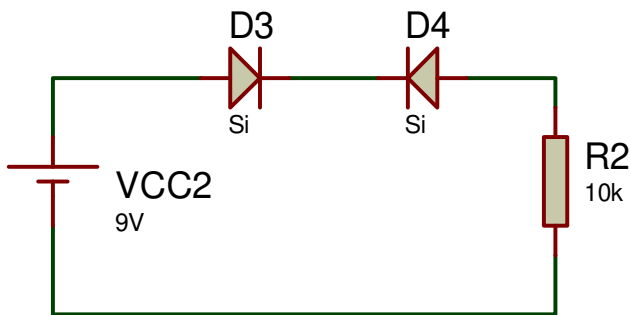
b)

$$I = \frac{VR1}{R1} = \frac{8V}{10K\Omega} = 800 \mu A$$

c)

$$PR1 = VR1 * I = 8V * 800 \mu A = 6,4mW \rightarrow Comercial = 1/4W$$

2)



Solución:

Al estar el D4 en polarización inversa no hay circulación de corriente.

a)

$$VD3 = 0V$$

$$VD4 = 9V$$

$$VR1 = VCC2 - VD3 - VD4 = 9V - 0V - 9V = 0V$$

b)

$$I = \frac{VR2}{R2} = \frac{0V}{10K\Omega} = 0 A$$

c)

$$PR1 = VR1 * I = 0V * 0 A = 0W$$

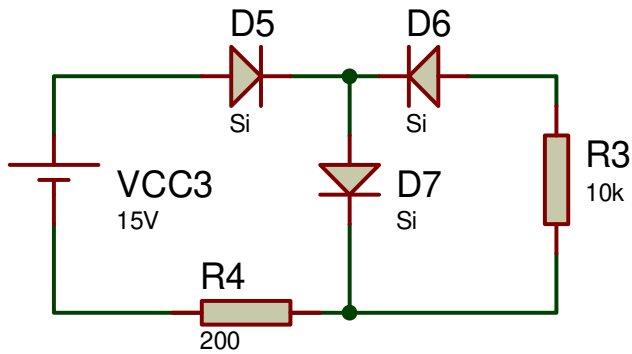
Preguntas:

- Determinar VD1, VD2 y VR1.
- Informar el valor de la corriente que circula.
- Calcular la potencia que debe tener la R1.

Preguntas:

- Determinar VD3, VD4 y VR2.
- Informar el valor de la corriente que circula.
- Calcular la potencia que debe tener la R2.

3)



Solución:

a)

$$\begin{aligned} V_{CC3} &= V_{D5} + V_{D7} + V_{R4} \\ V_{D5} &= 0,7V \text{ (Si)} \\ V_{D7} &= 0,7V \text{ (Si)} \\ V_{R4} &= V_{CC3} - V_{D5} - V_{D7} = 15V - 0,7V - 0,7V = 13,6V \\ V_{D7} &= V_{D6} + V_{R3} \end{aligned}$$

Al estar el D6 en polarización inversa no hay circulación de corriente por este diodo ni por la R3.

$$\begin{aligned} V_{R3} &= 0V \\ V_{D6} &= V_{D7} - V_{R3} = 0,7V - 0V = 0,7V \end{aligned}$$

b)

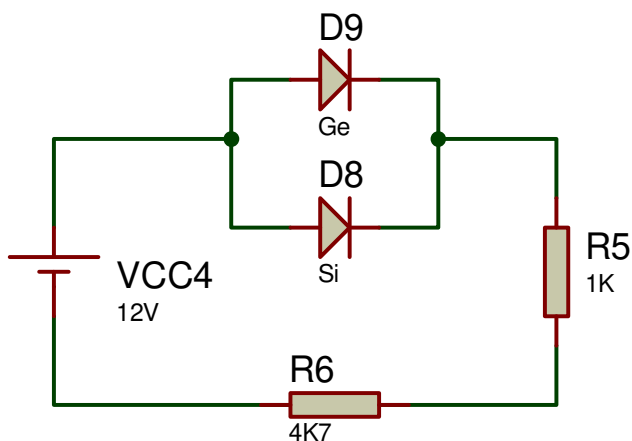
La corriente por R3 es nula por tener el D6 en polarización inversa.

$$I_{R4} = \frac{V_{R4}}{R4} = \frac{13,6V}{200\Omega} = 68mA$$

c)

$$\begin{aligned} P_{R3} &= I_{R3} * V_{R3} = 0W \\ P_{R4} &= I_{R4} * V_{R4} = 68mA * 13,6V = 0,9248W \rightarrow \text{Comercial} = 2W \end{aligned}$$

4)



Preguntas:

- Determinar V_{D8} , V_{D9} , V_{R5} y V_{R6} .
- Informar el valor de la corriente que circula por R5 y por R6.
- Calcular la potencia que debe tener las resistencias.

Solución:

- a) Al ser D8 de Si y D9 de Ge y estando ambos en paralelo la caída de tensión que predominará será la del semiconductor de germanio, es decir:

$$VD8 = VD9 = 0,3V$$

$$VR5 = VCC4 - VR6 - VD8$$

$$VR6 = VCC4 - VR5 - VD8$$

$$VR5 + VR6 = VCC4 - VD8 = 12V - 0,3V = 11,7V$$

- b) La corriente que circula por ambas resistencias es la misma por estar ellas en serie. Su valor es:

$$I = \frac{VR5 + VR6}{R5 + R6} = \frac{11,7V}{1K\Omega + 4,7K\Omega} = 2,052mA$$

$$VR5 = I * R5 = 2,052mA * 1K\Omega = 2,052V$$

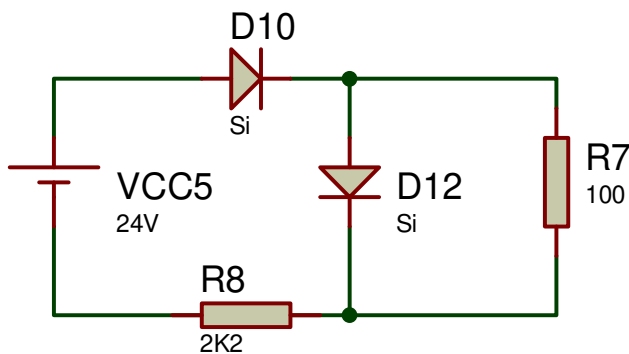
$$VR6 = I * R6 = 2,052mA * 4,7K\Omega = 9,647V$$

- c)

$$PR5 = I * VR5 = 2,052mA * 2,052V = 4,15mW \rightarrow \text{Comercial } 1/4W$$

$$PR6 = I * VR6 = 2,052mA * 9,647V = 19,8mW \rightarrow \text{Comercial } 1/4W$$

5)



Preguntas:

- Determinar VD10, VD12, VR7 y VR8.
- Informar el valor de la corriente que circula por R7 y por R8.
- Informar la corriente que circula por D10 y D12.
- Calcular la potencia que debe tener las resistencias.

Solución:

- a)

$$VD10 = 0,7V \text{ (Si)}$$

$$VD12 = 0,7V \text{ (Si)}$$

$$VR7 = VD12 = 0,7V$$

$$VR8 = VCC5 - VD10 - VD12 = 24V - 0,7V - 0,7V = 22,6V$$

- b)

$$IR7 = \frac{VR7}{R7} = \frac{0,7V}{100\Omega} = 7mA$$

$$IR8 = \frac{VR8}{R8} = \frac{22,6V}{2200\Omega} = 10,272mA$$

- c)

$$ID10 = IR8 = 10,272mA$$

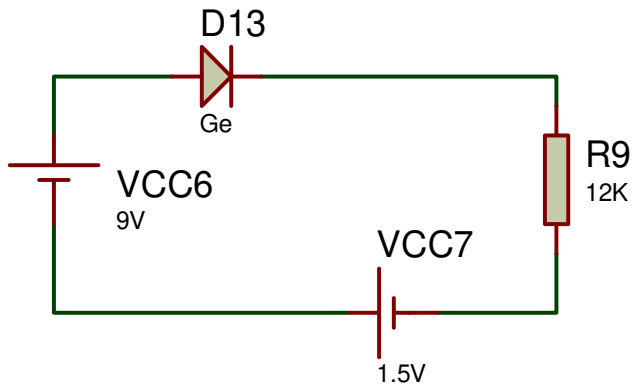
$$ID12 = ID10 - IR7 = 10,272mA - 7mA = 3,272mA$$

- d)

$$PR7 = VR7 * IR7 = 0,7V * 7mA = 4,9mW \rightarrow \text{Comercial } 1/4W$$

$$PR8 = VR8 * IR8 = 22,6V * 10,272mA = 232,14mW \rightarrow 1/2W$$

6)



Preguntas:

- Determinar V_{D13} y V_{R9} .
- Informar el valor de la corriente que circula por el circuito.
- Calcular la potencia que debe tener $R9$.

Solución:

a)

$$V_{CC6} + V_{CC7} = V_{D13} + V_{R9}$$

$$V_{D13} = 0,3V \text{ (Ge)}$$

$$V_{R9} = V_{CC6} + V_{CC7} - V_{D13} = 9V + 1,5V - 0,3V = 10,2V$$

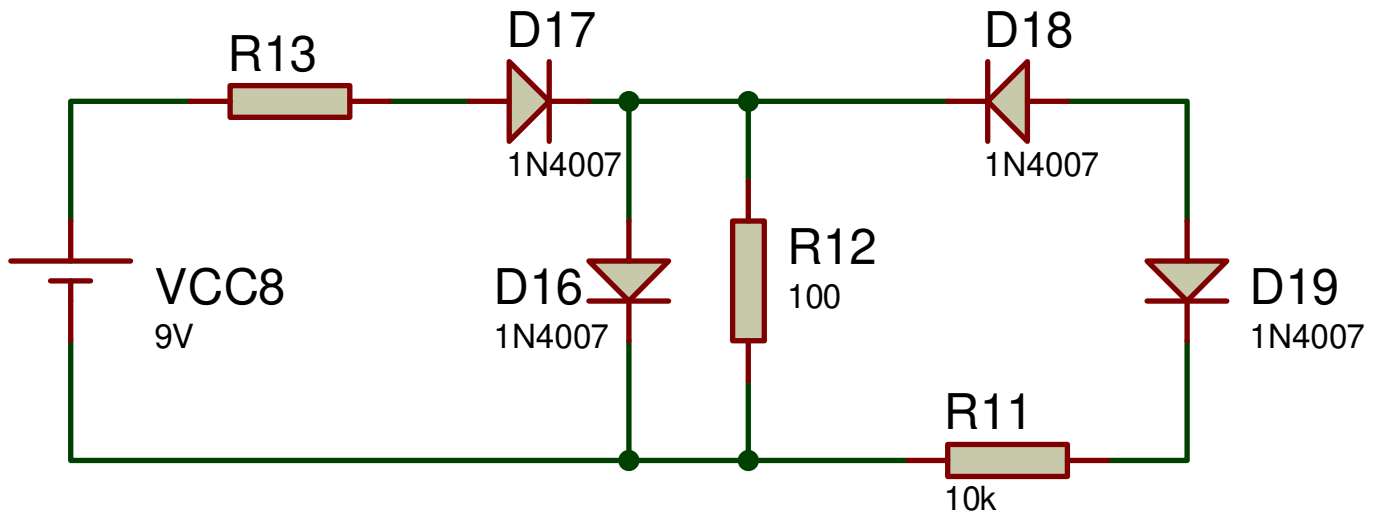
b)

$$I_T = I_{R9} = \frac{V_{R9}}{R9} = \frac{10,2V}{12K\Omega} = 8,5mA$$

c)

$$P_{R9} = V_{R9} * I_{R9} = 10,2V * 8,5mA = 8,67mW \rightarrow \text{Comercial } 1/4W$$

7)



Preguntas:

- Determinar la caída de tensión en todos los componentes.
- Calcular el valor de $R13$ (normalizada) para que la corriente total sea ligeramente inferior a los 100mA.
- Informar el valor de la corriente que circula por las tres resistencias y por cada diodo.
- Calcular la potencia que es necesaria para cada resistencia.
- Calcular la potencia que entrega la fuente.

Solución:

a)

$$V_{CC8} = V_{R13} + V_{D17} + V_{D16}$$

$$V_{R12} = V_{D16} = V_{D18} + V_{D19} + V_{R11} = 0,7V$$

$$V_{D17} = 0,7V$$

$$V_{D18} = 0,7V \text{ por estar polarizado en inversa}$$

$$V_{D19} = 0V$$

$$V_{R11} = 0V$$

$$V_{R13} = V_{CC8} - V_{D17} - V_{D16} = 9V - 0,7V - 0,7V = 7,6V$$

b)

$$R_{13} = \frac{V_{R13}}{I_{R13}} = \frac{7,6V}{100mA} = 76\Omega$$

Normalizamos a un valor resistivo superior para asegurar no superar los 100mA

$$R_{13} = 82\Omega$$

c)

$$I_{R12} = \frac{V_{R12}}{R_{12}} = \frac{0,7V}{100\Omega} = 7mA$$

$$I_{R11} = \frac{V_{R11}}{R_{11}} = \frac{0V}{10K\Omega} = 0A$$

$$I_{D18} = I_{D19} = 0A$$

$$I_{R13} = I_{D17} = \frac{V_{R13}}{R_{13}} = \frac{7,6V}{82\Omega} = 96,6mA$$

$$I_{D16} = I_{R13} - I_{R12} = 96,6mA - 7mA = 95,9mA$$

d)

$$P_{R11} = V_{R11} * I_{R11} = 0V * 0A = 0W$$

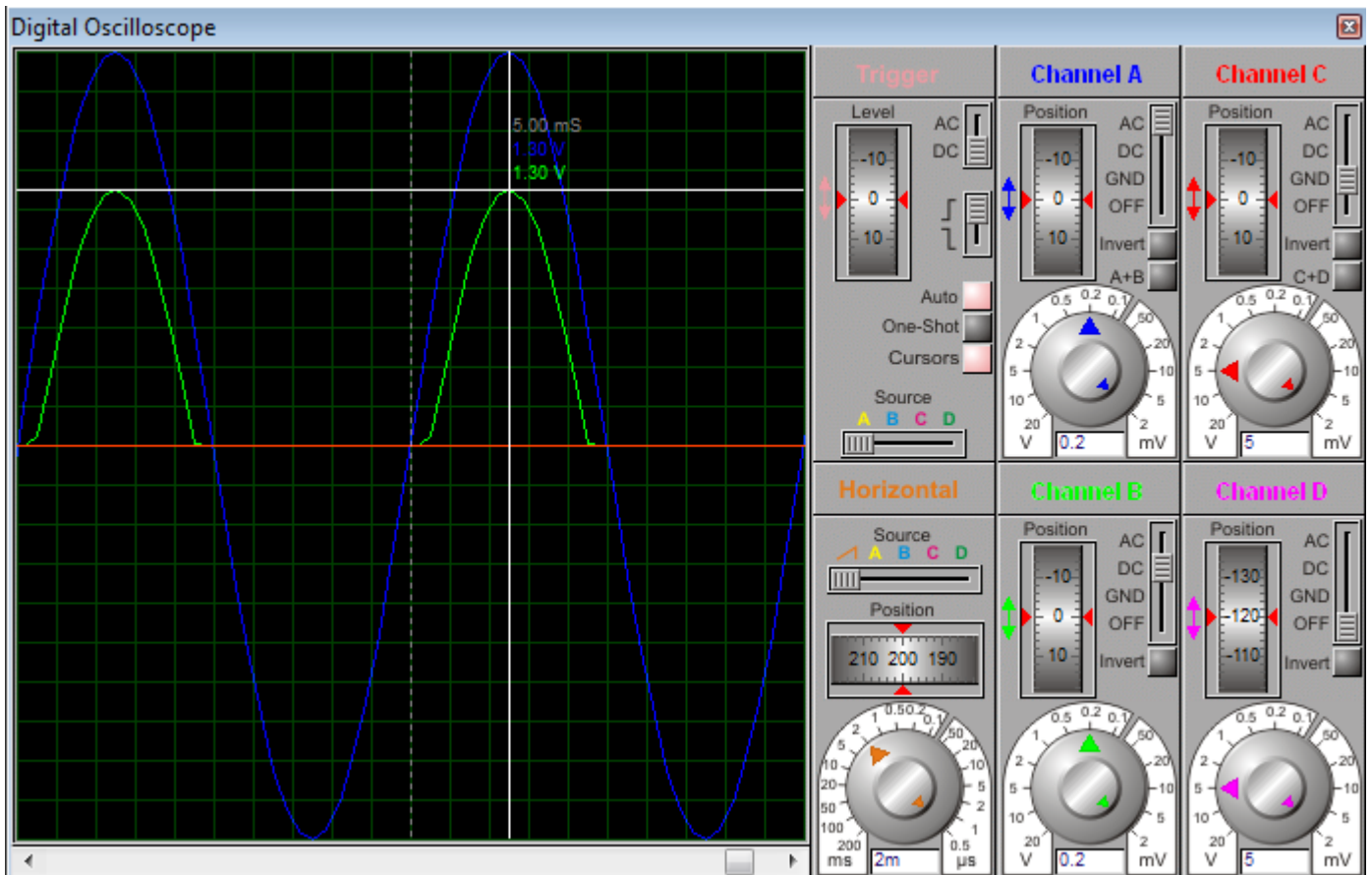
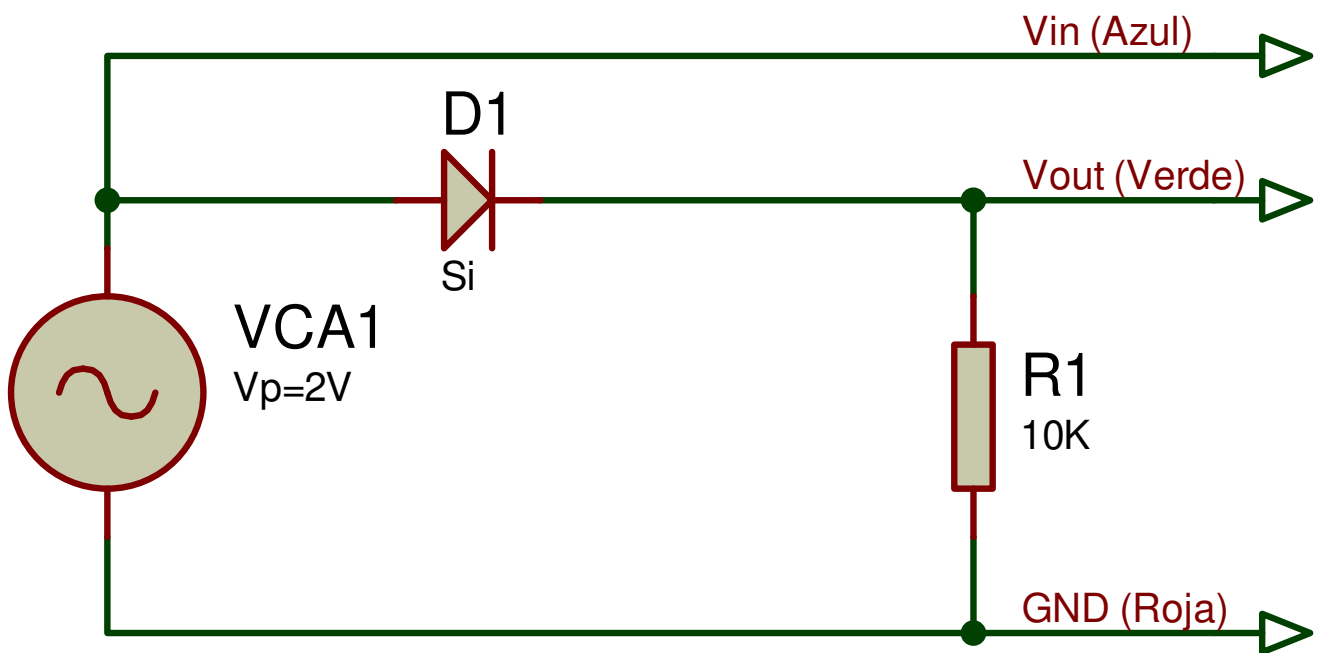
$$P_{R12} = V_{R12} * I_{R12} = 0,7V * 7mA = 4,9mW \rightarrow \text{Comercial } 1/4W$$

$$P_{R13} = V_{R13} * I_{R13} = 7,6V * 96,6mA = 734,16mW \rightarrow \text{Comercial } 1W$$

e)

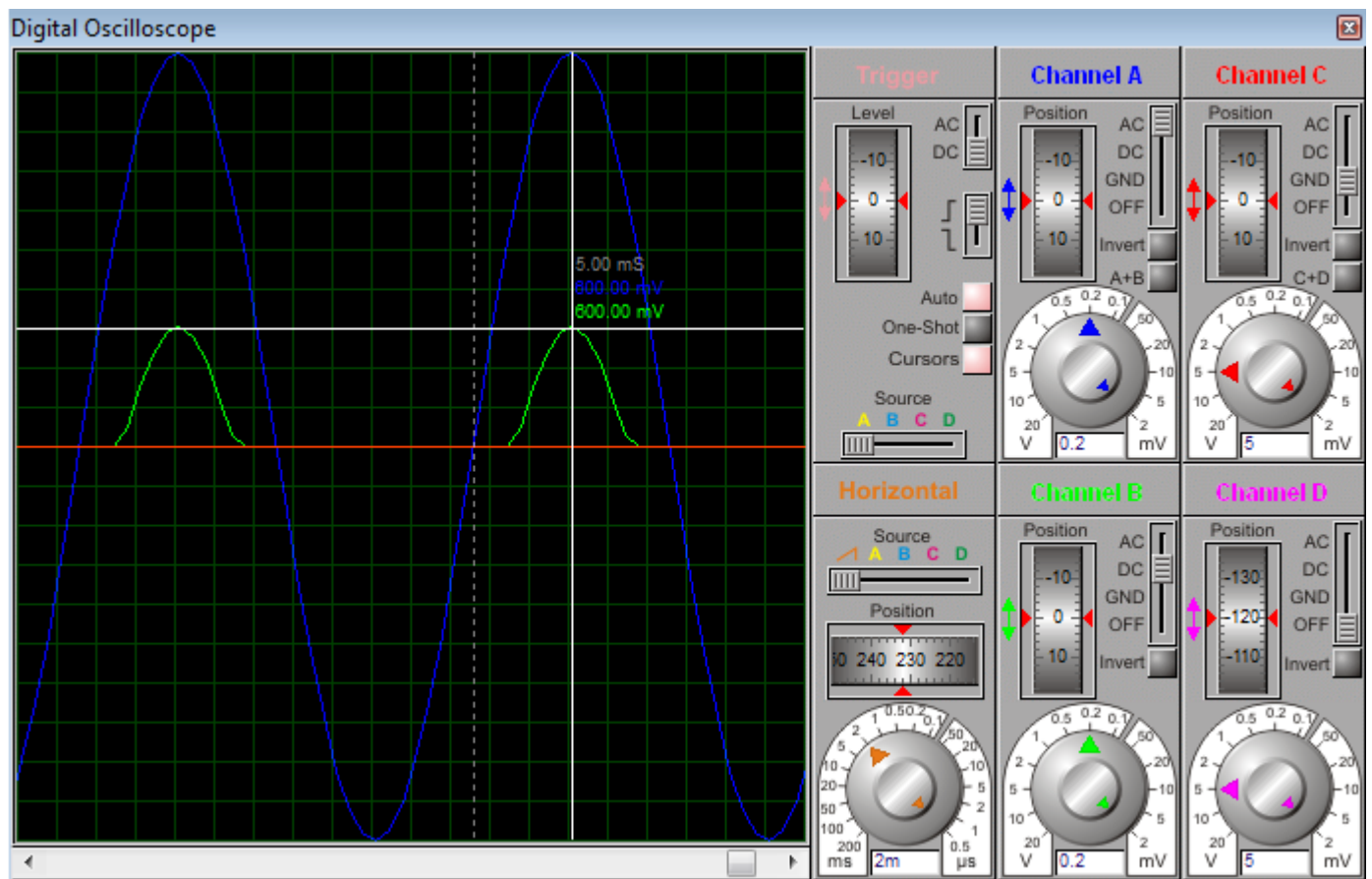
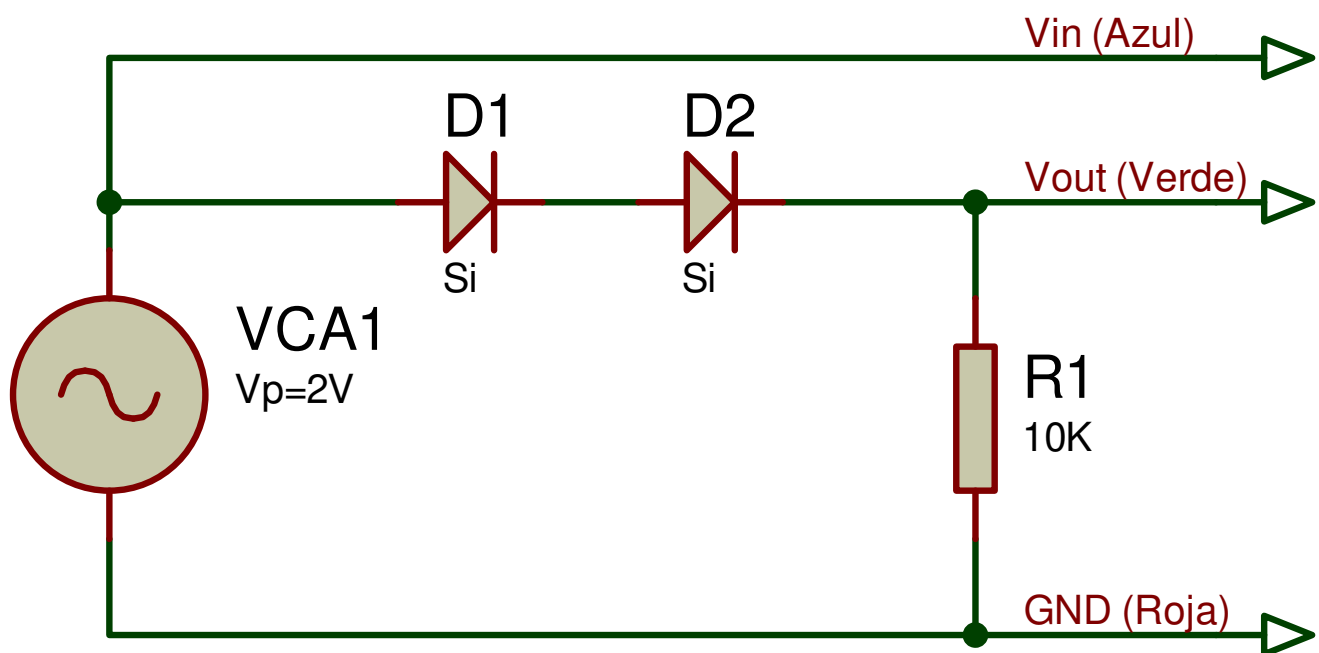
$$P_{CC8} = V_{CC8} * I_{R13} = 9V * 96,6mA = 869,4mW$$

8)



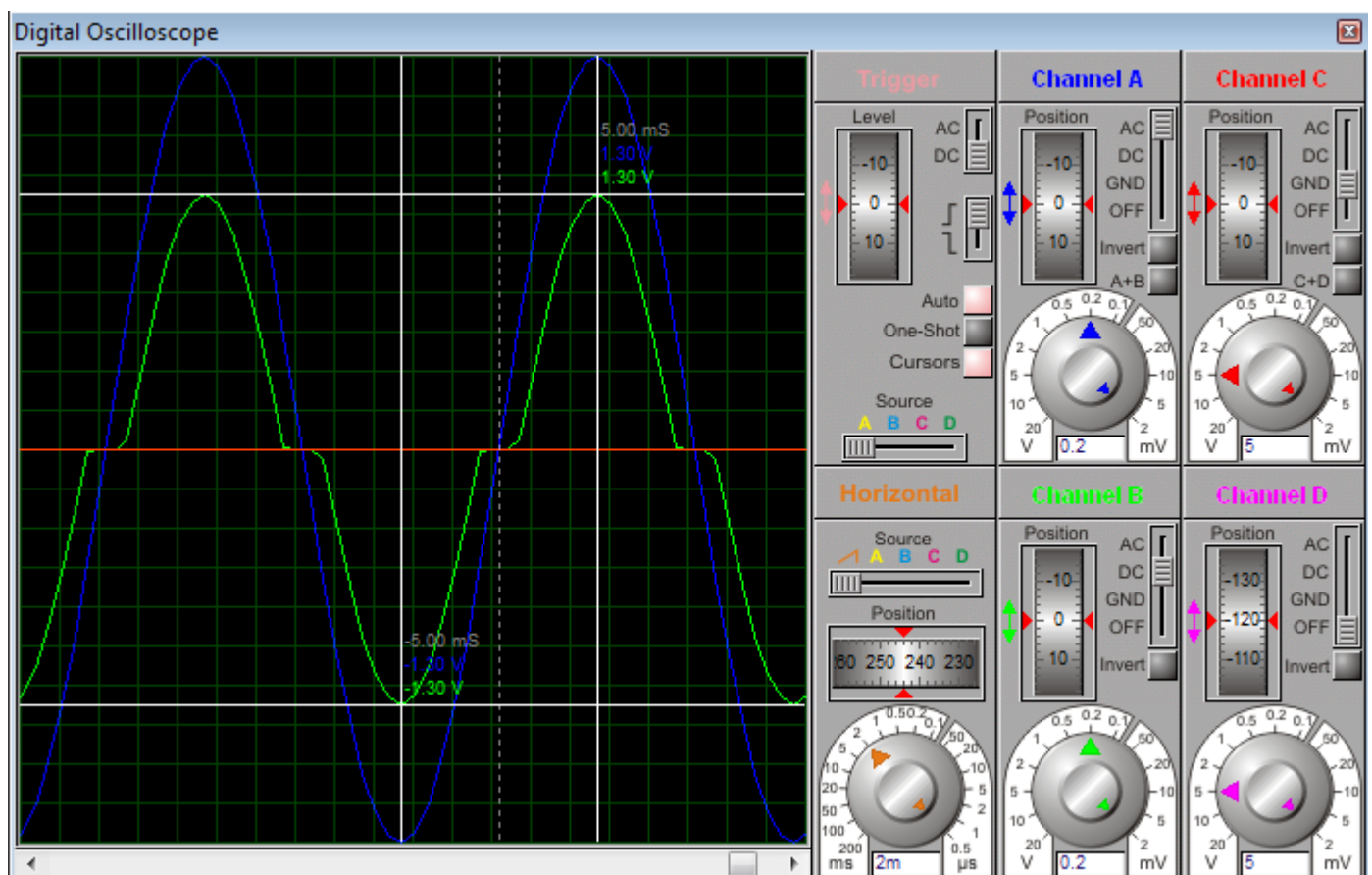
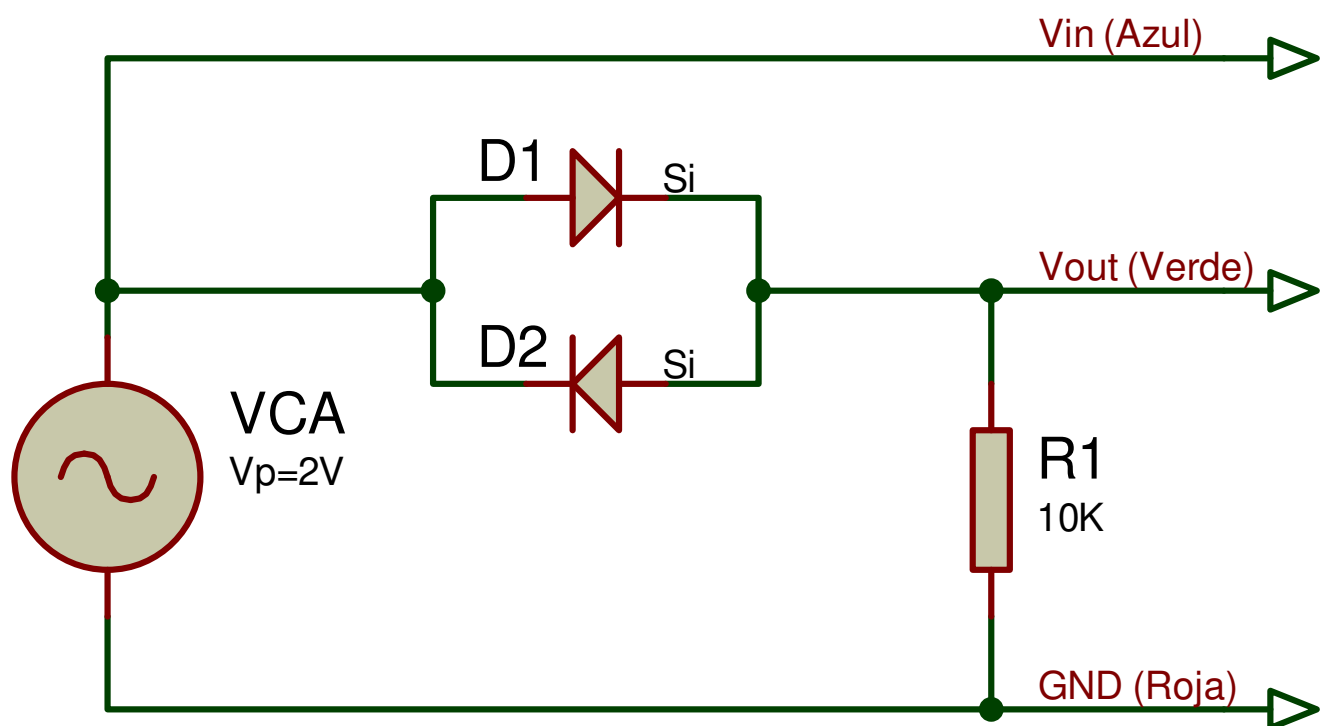
$$V_{pOUT} = V_{pIN} - V_{D1} = 2V - 0,7V = 1,3V$$

9)

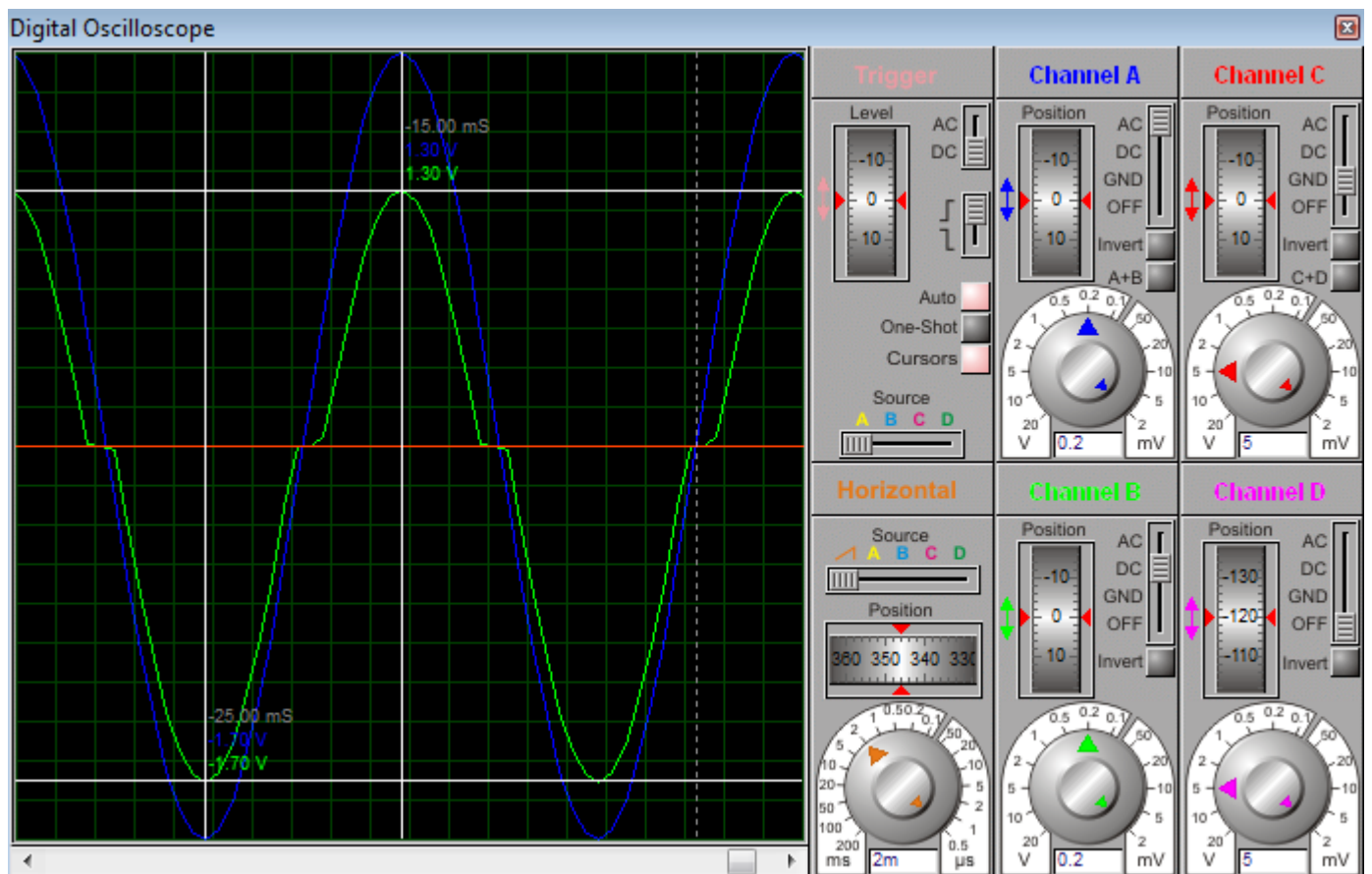
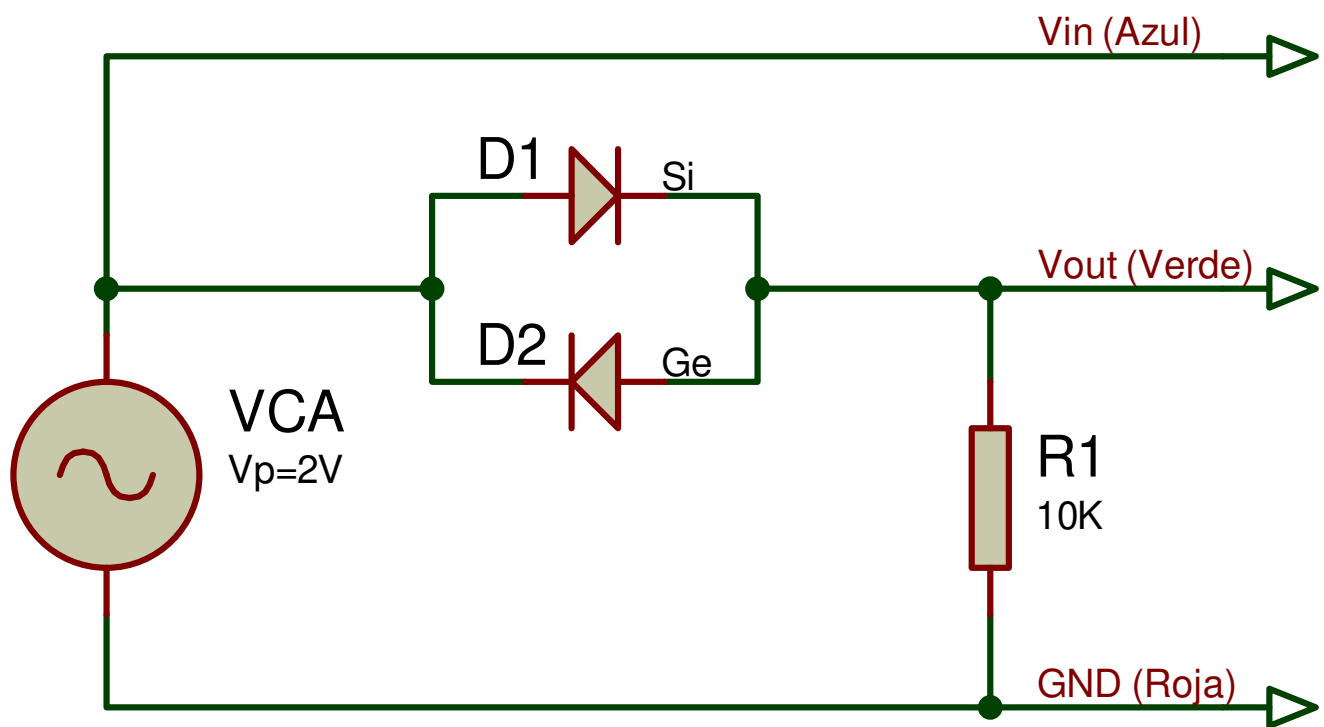


$$V_{pOUT} = V_{pIN} - V_{D1} - V_{D2} = 2V - 0,7V - 0,7V = 0,6V$$

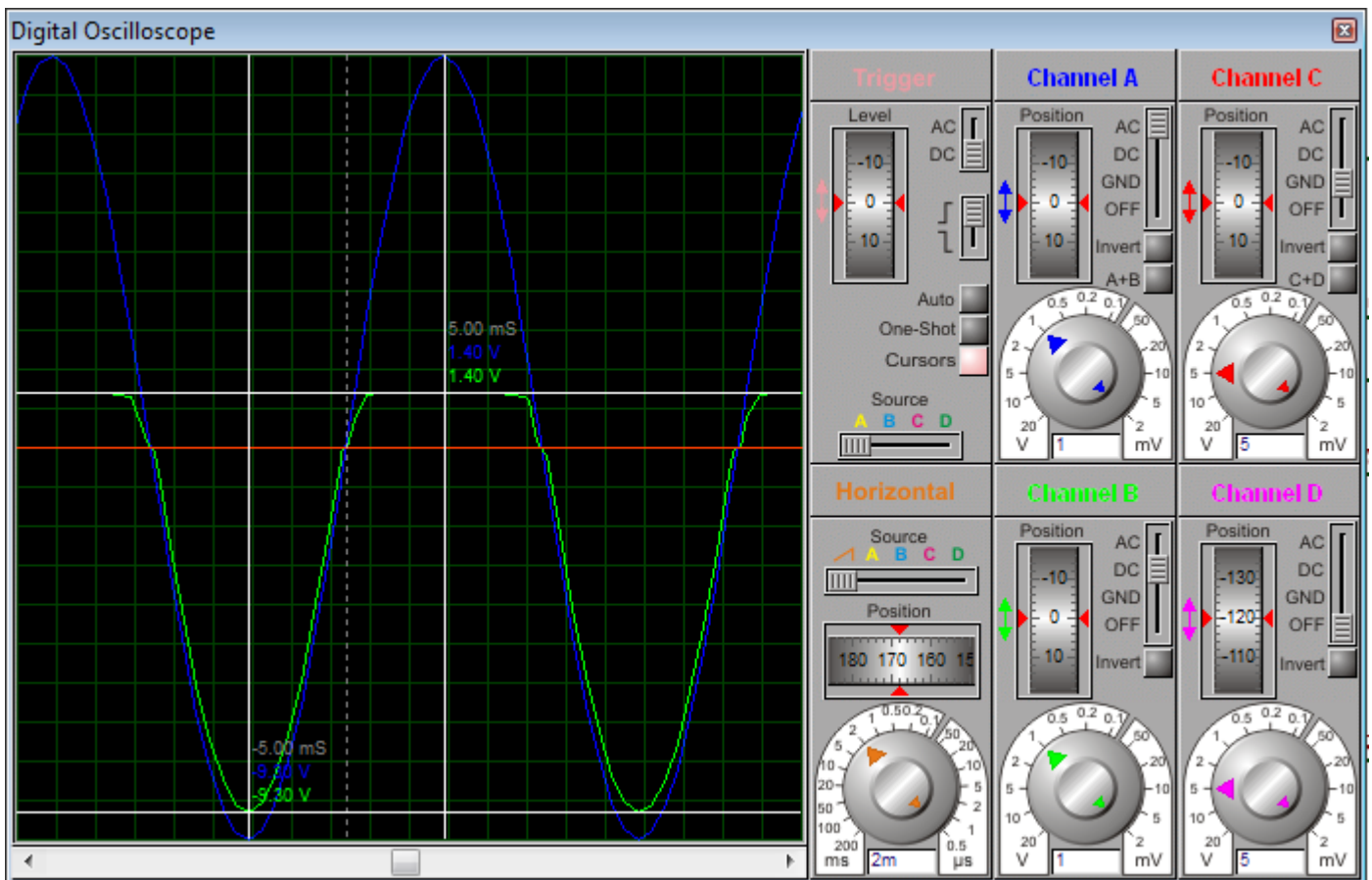
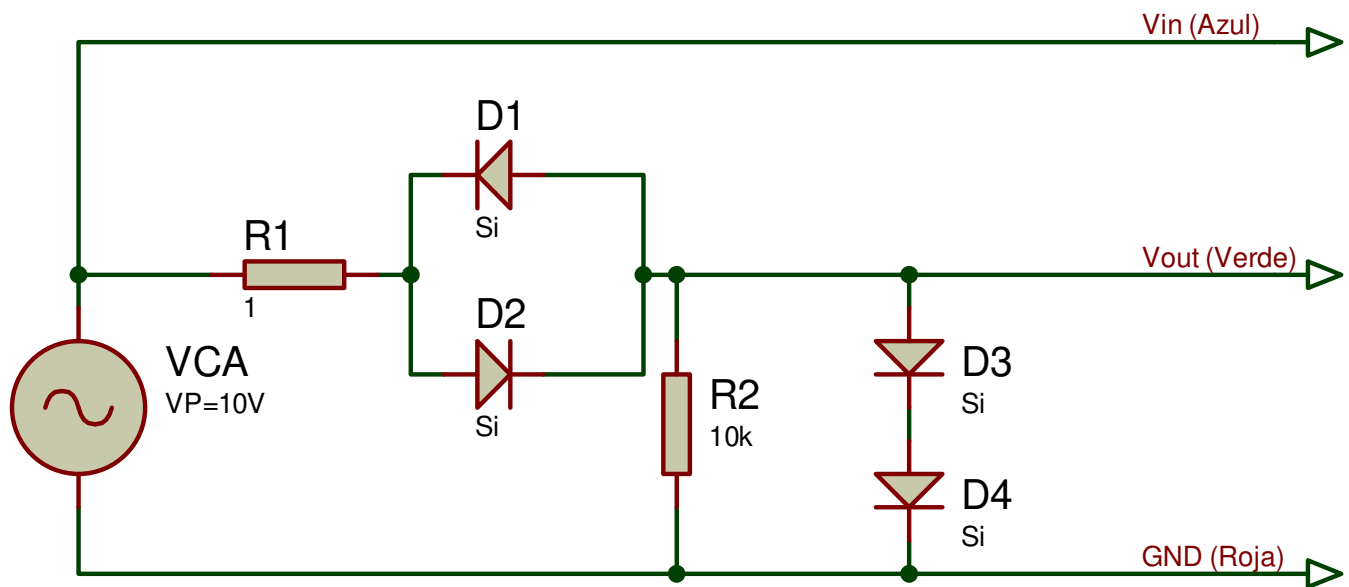
10)



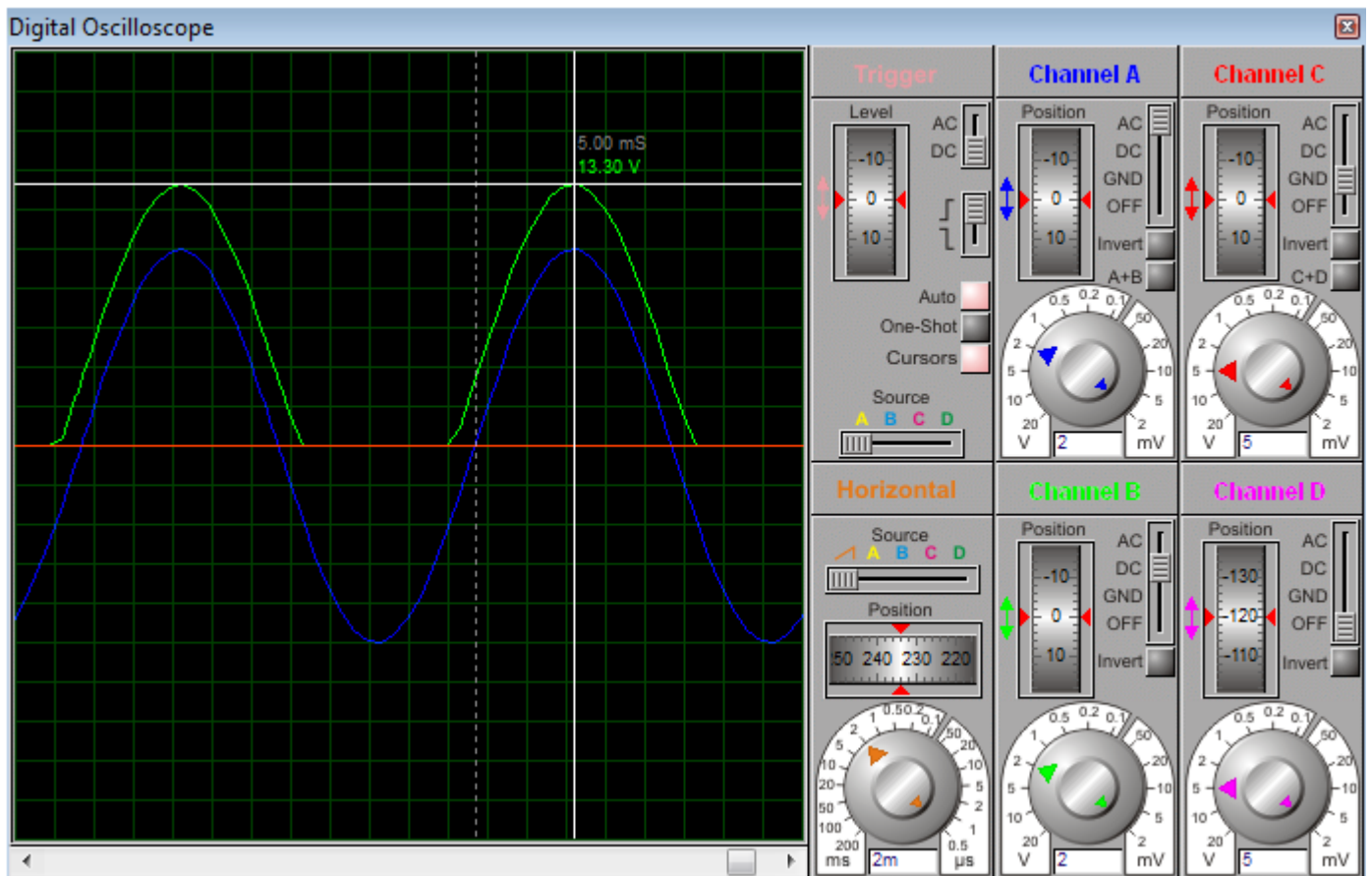
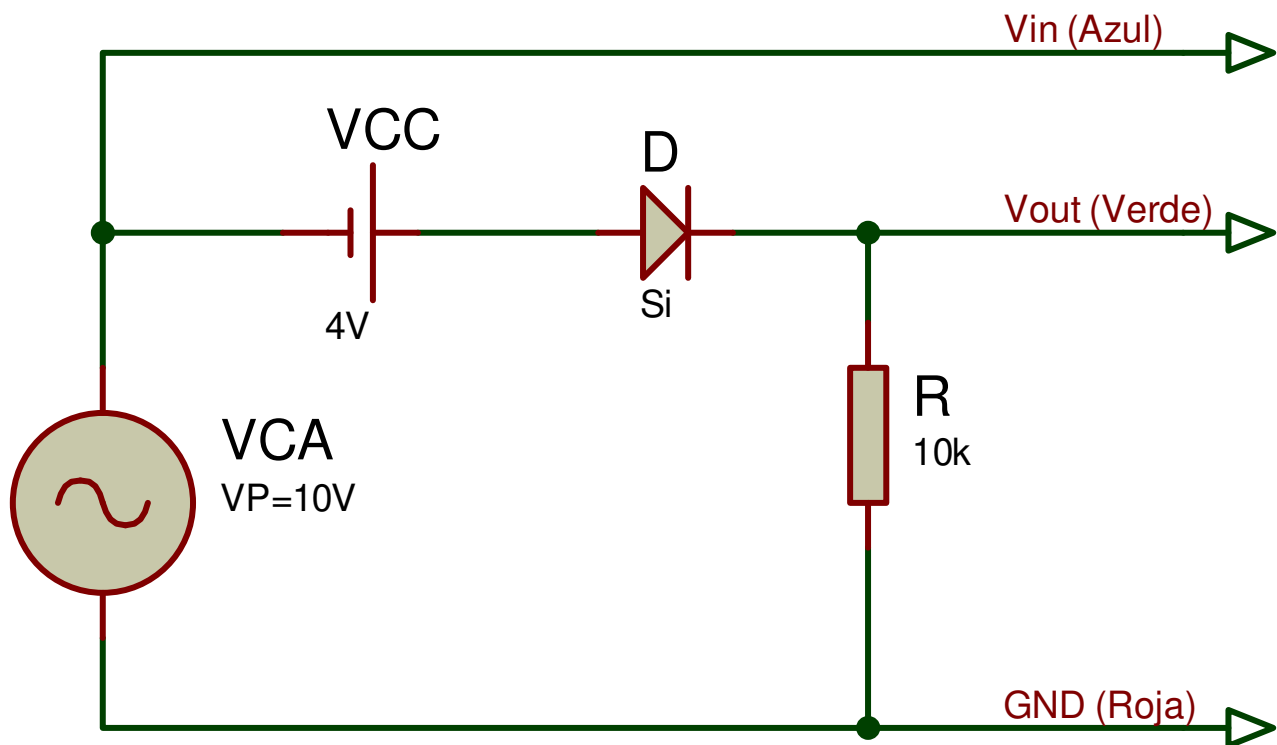
11)



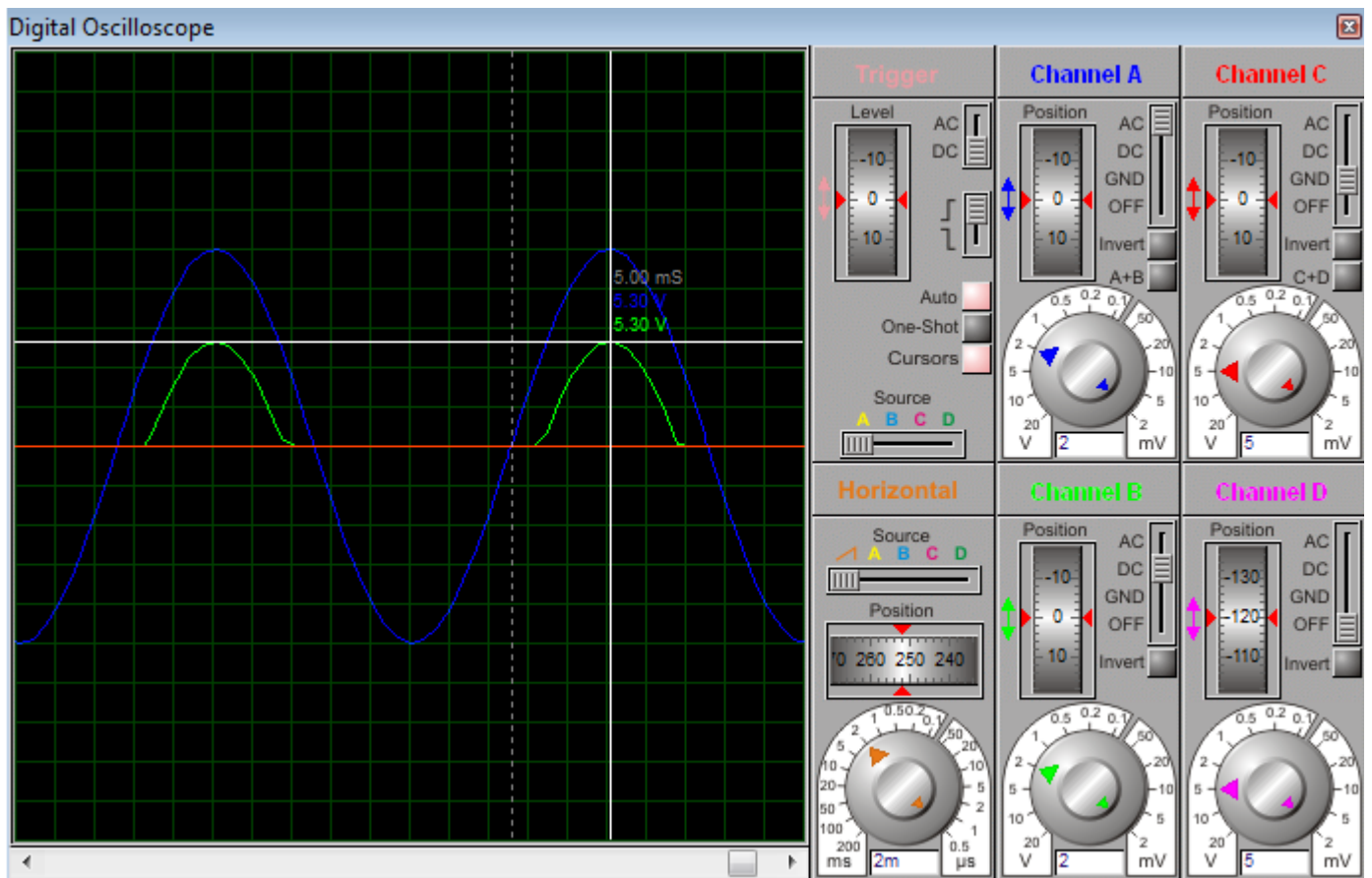
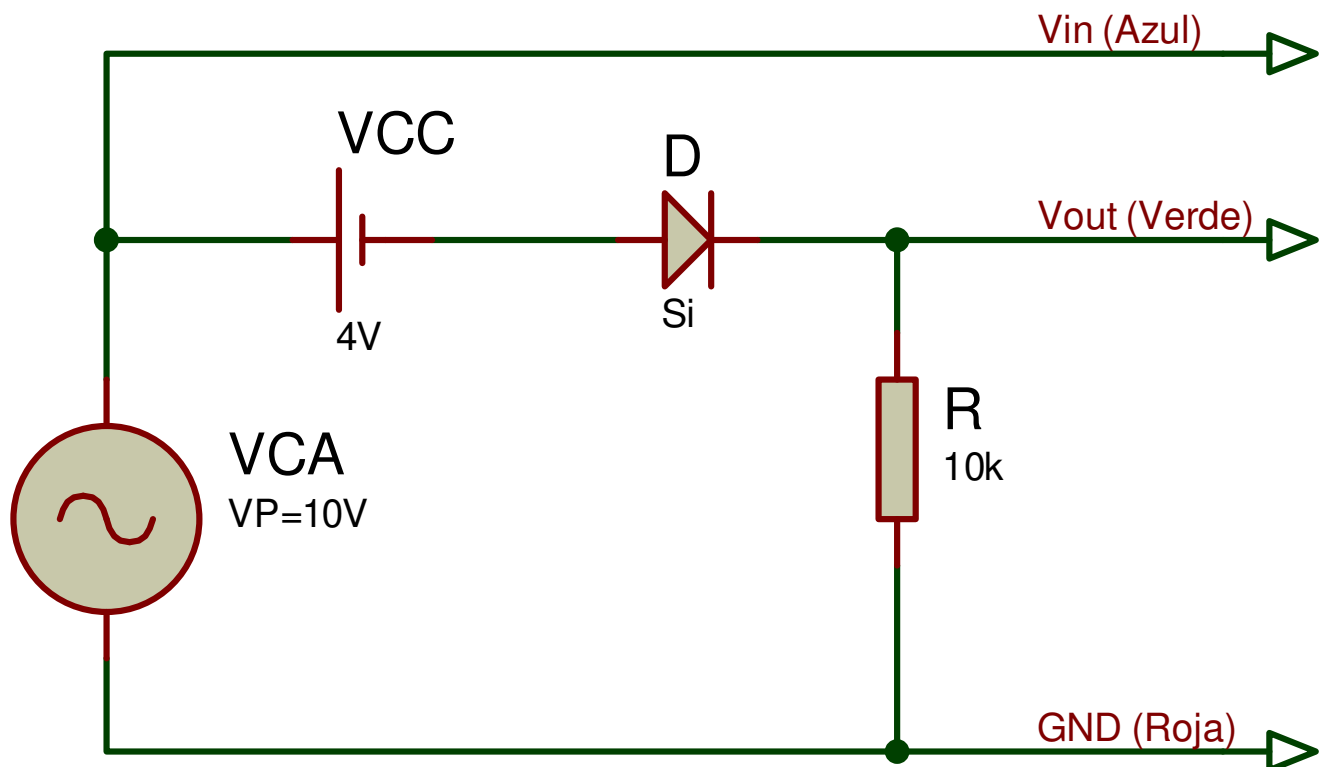
12)



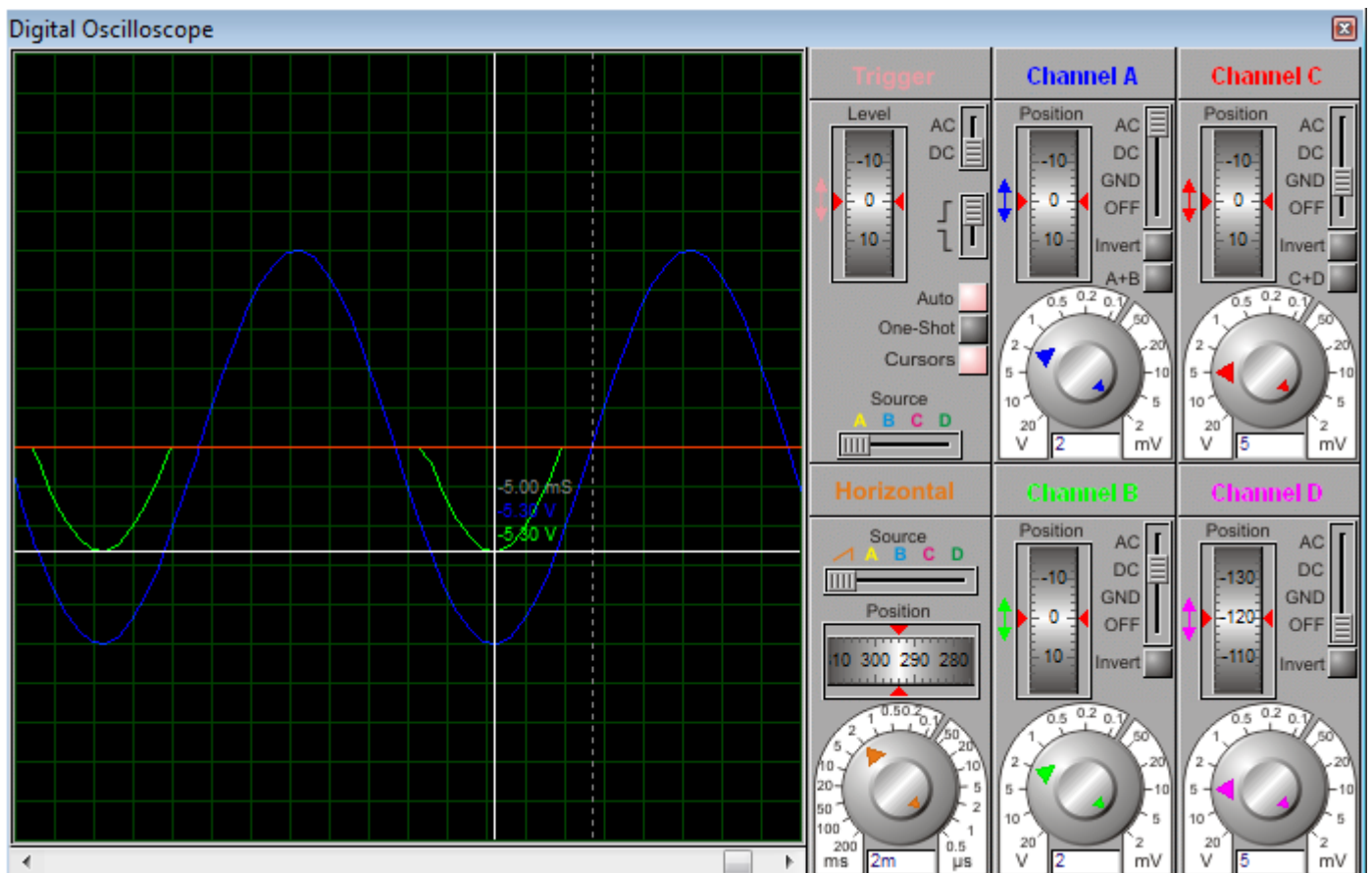
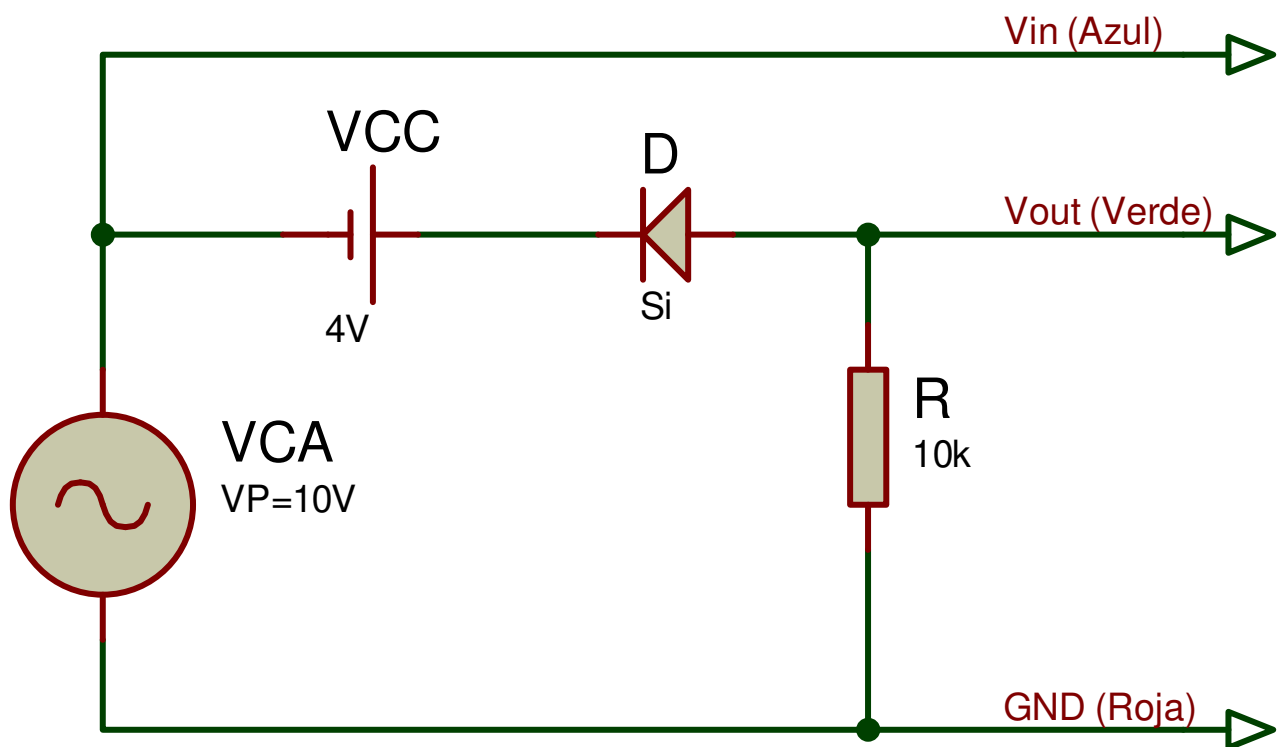
13)



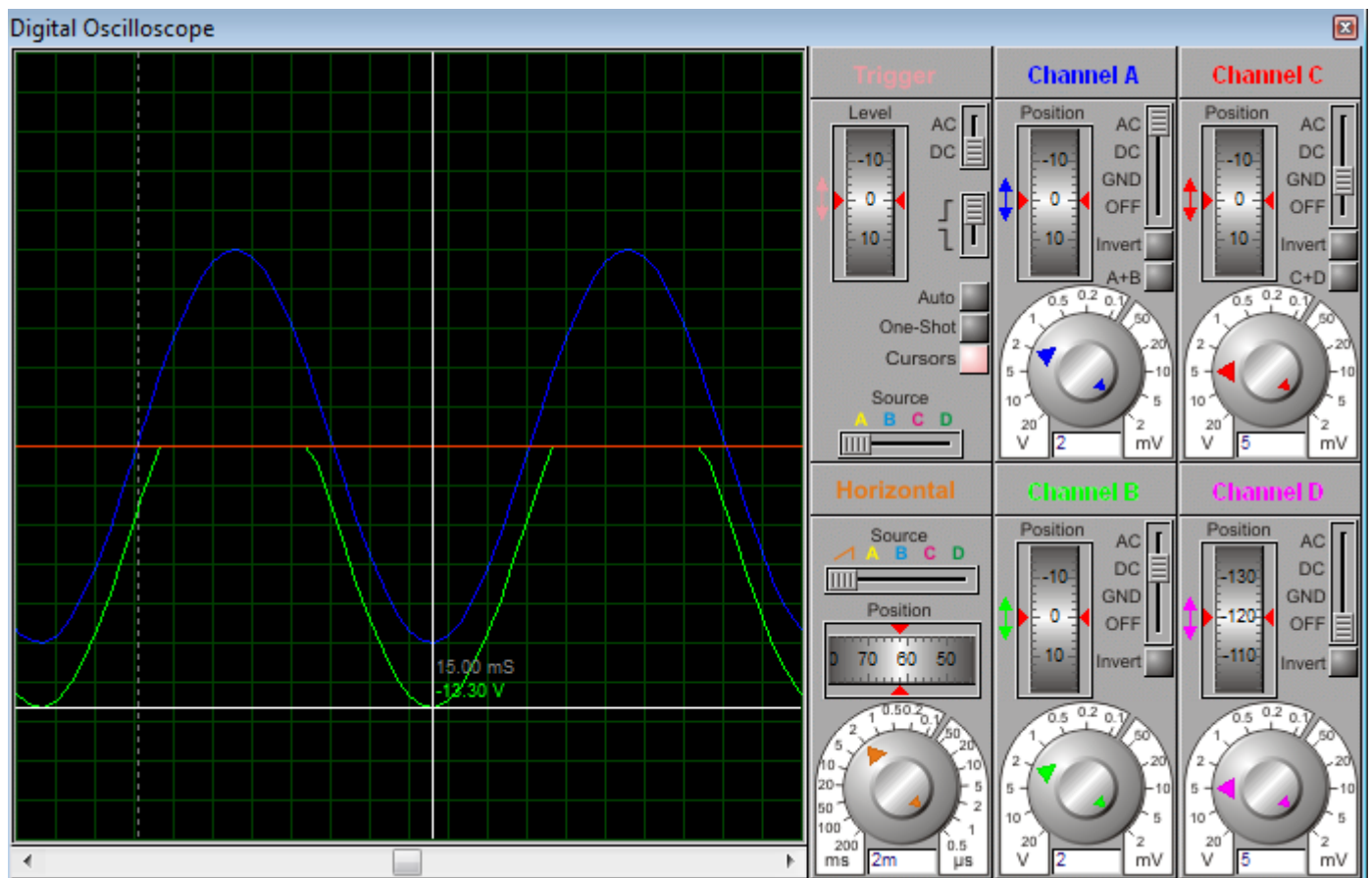
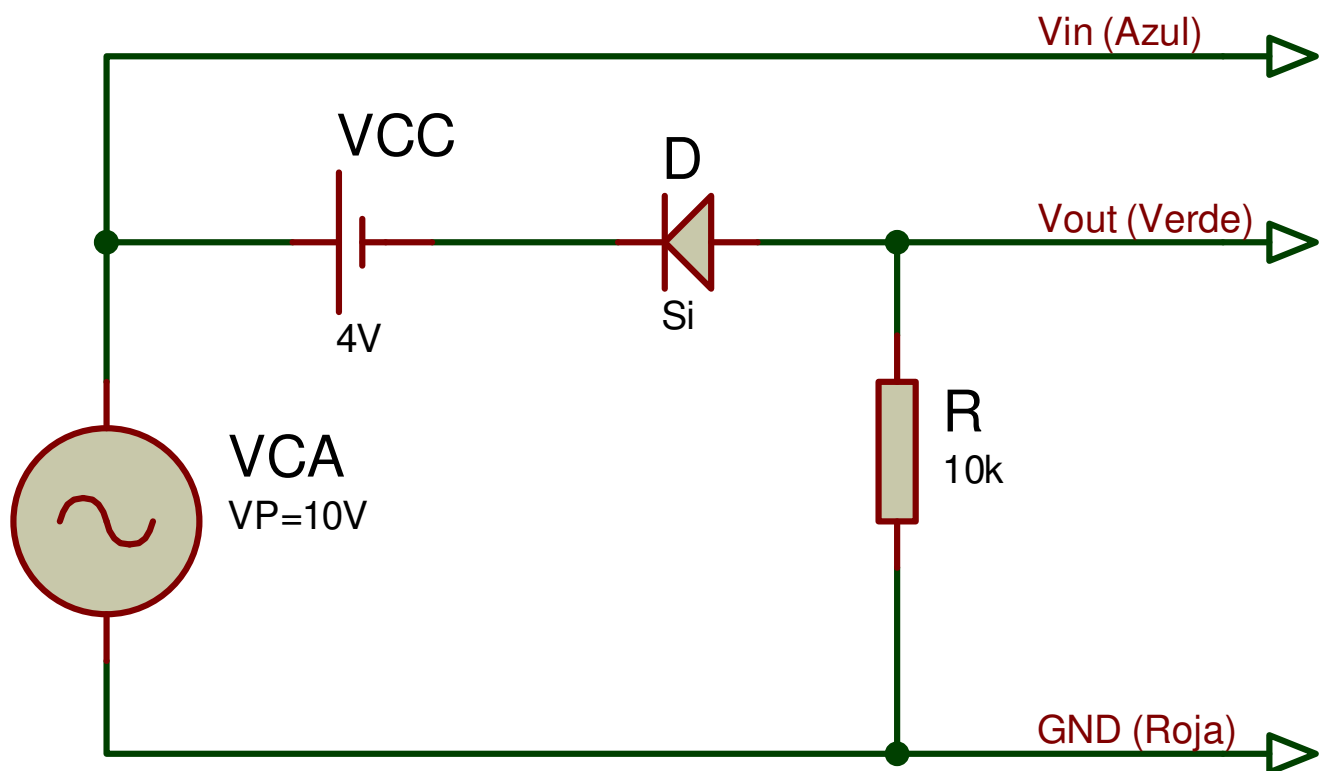
14)



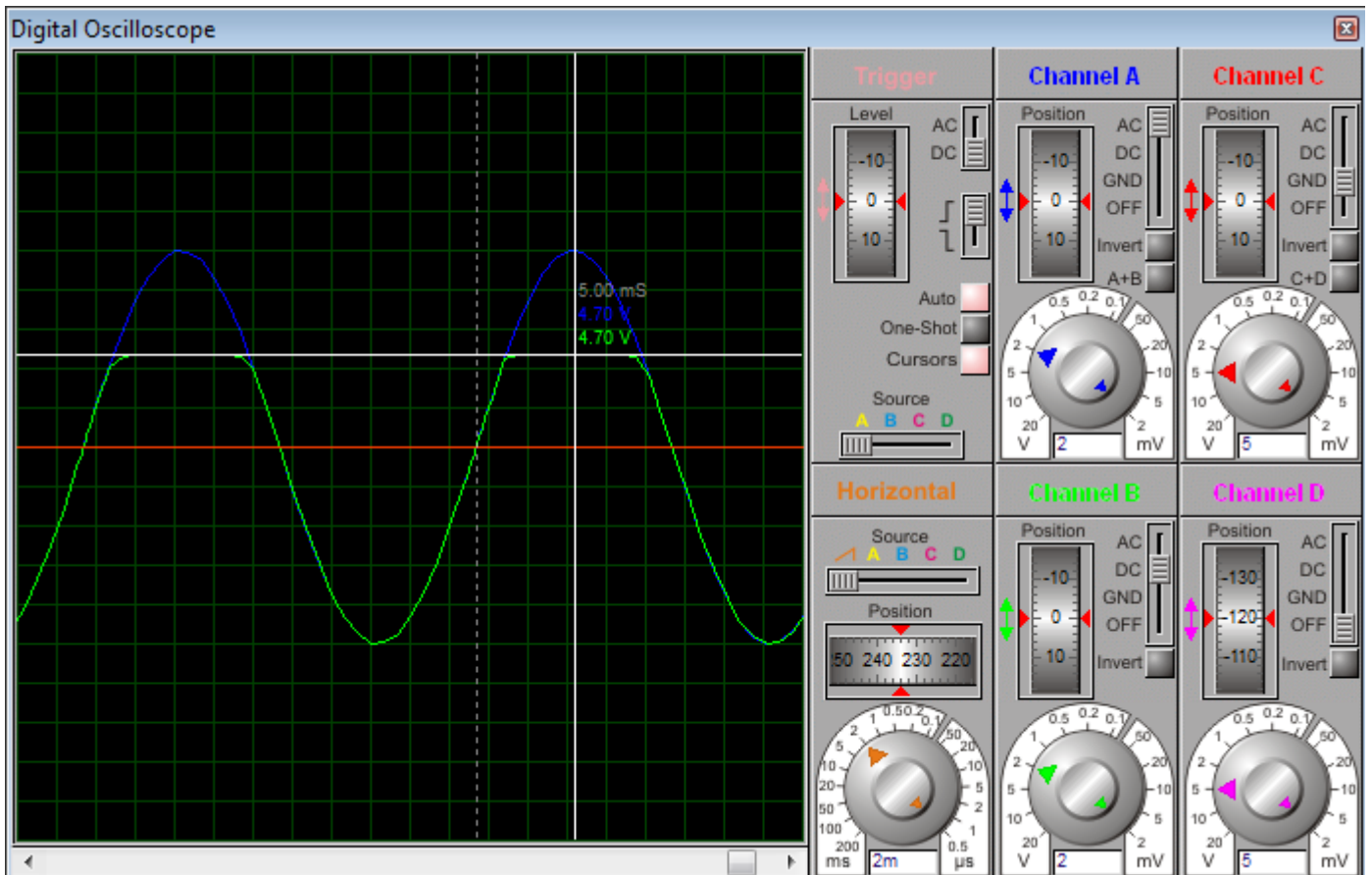
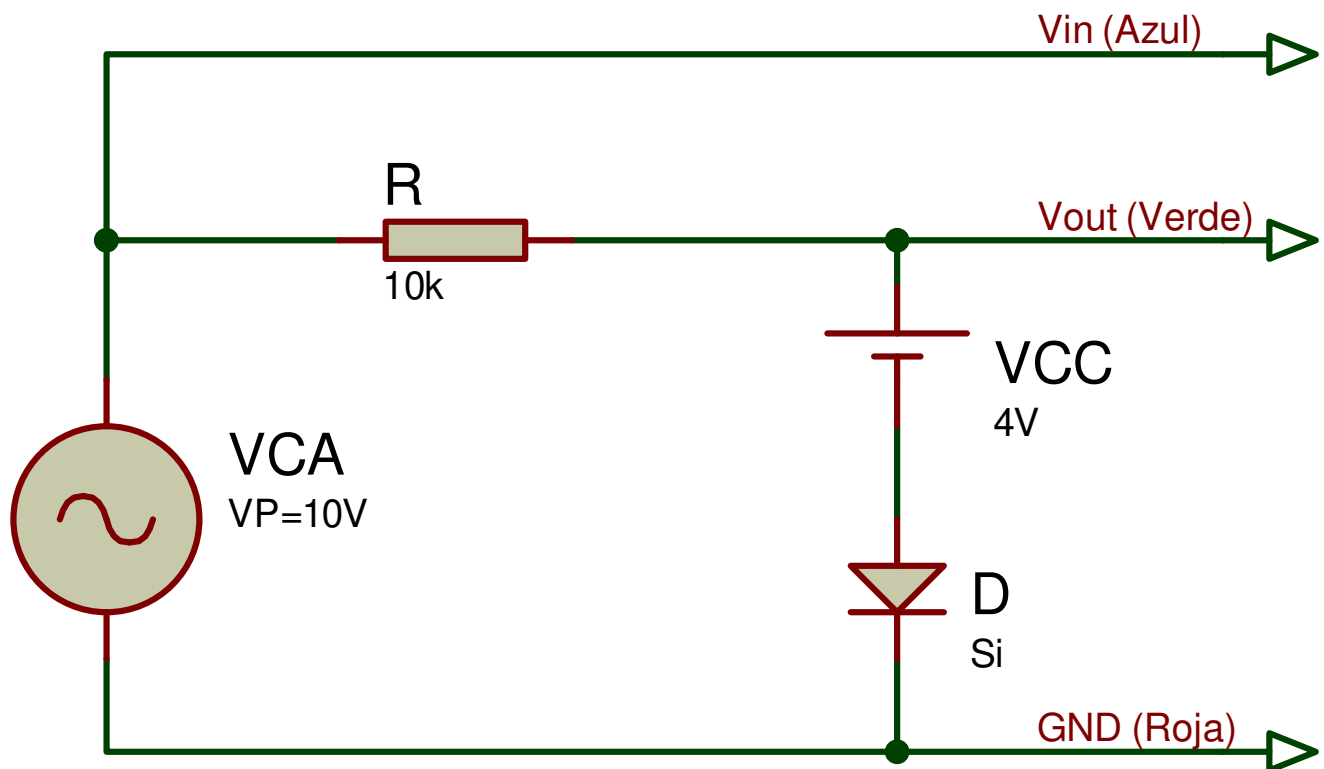
15)



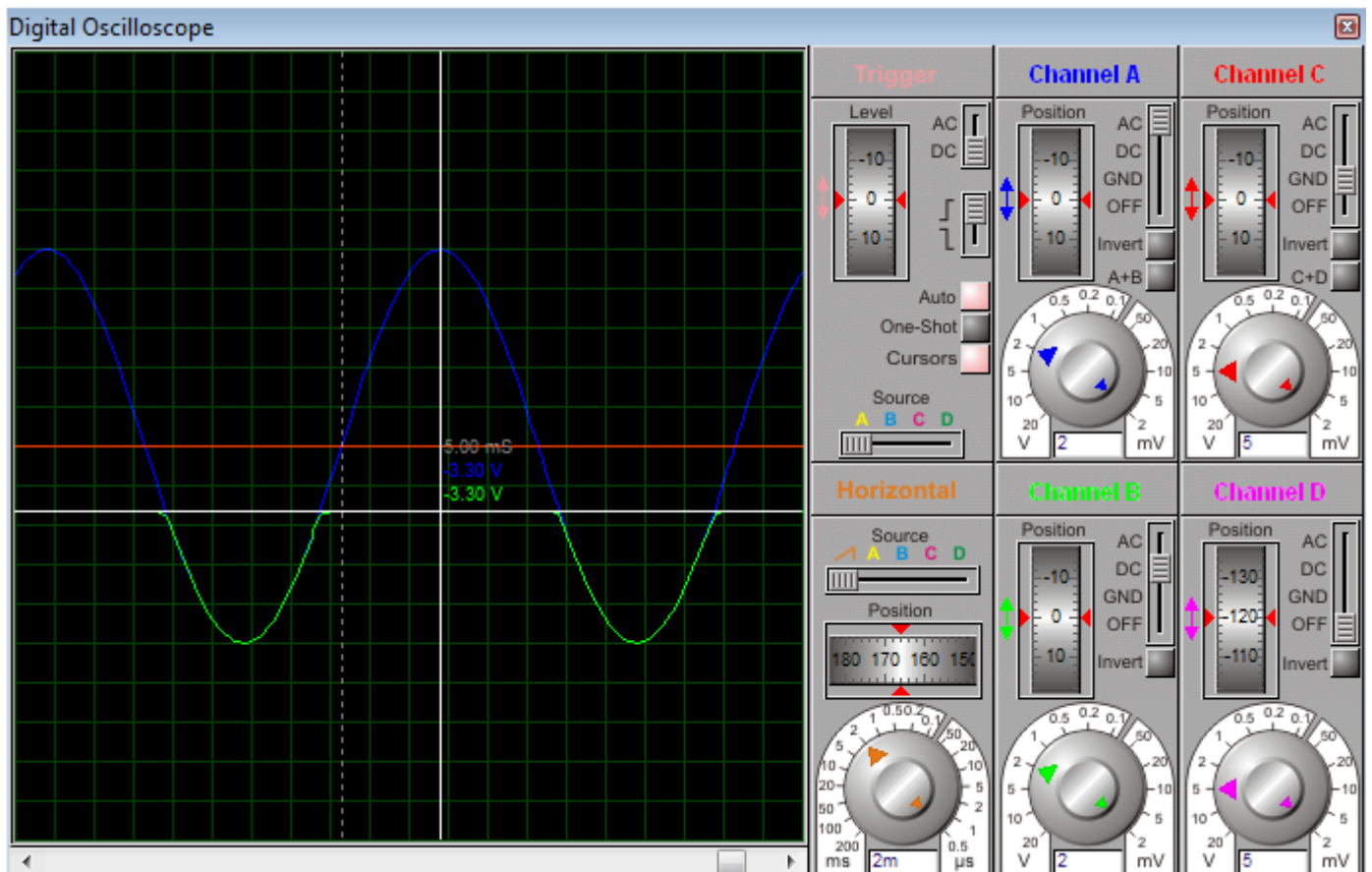
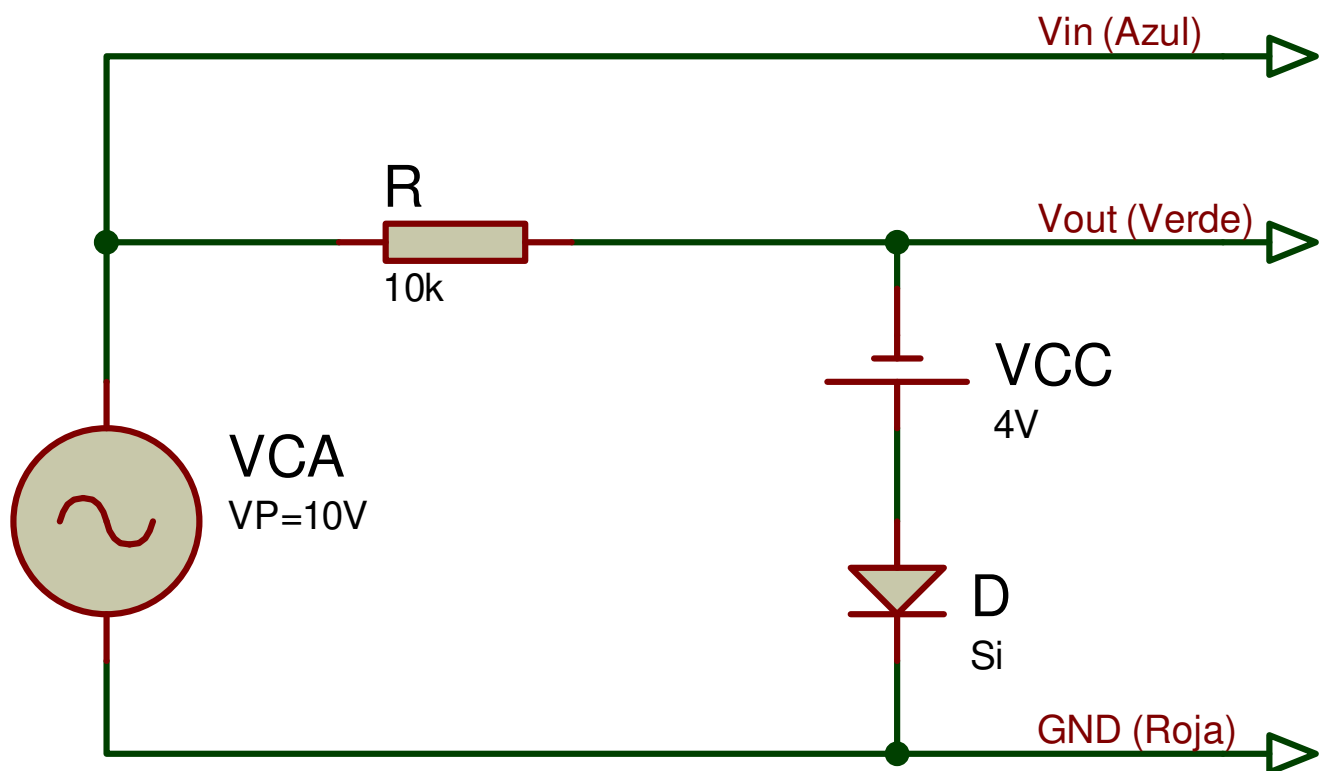
16)



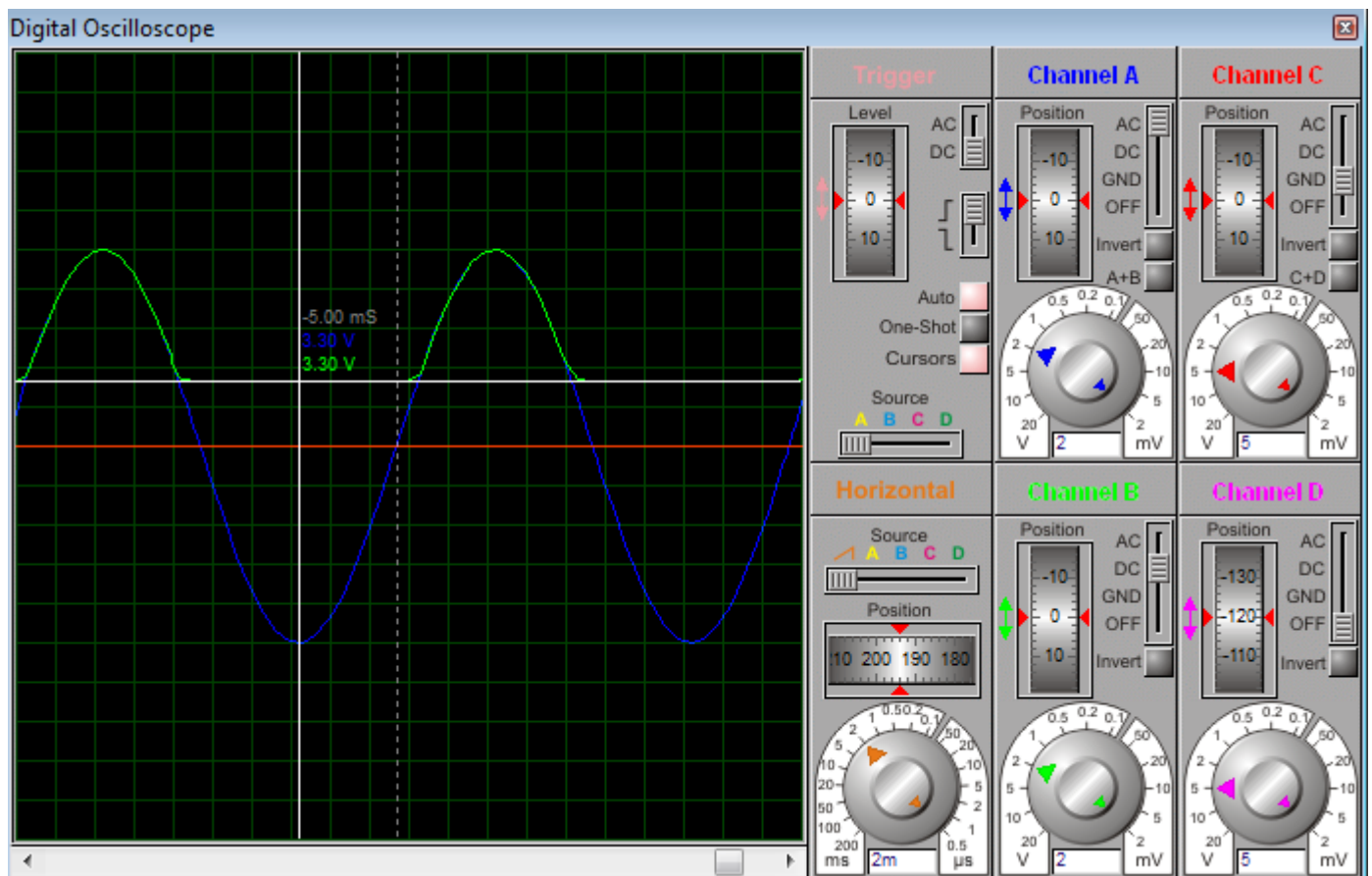
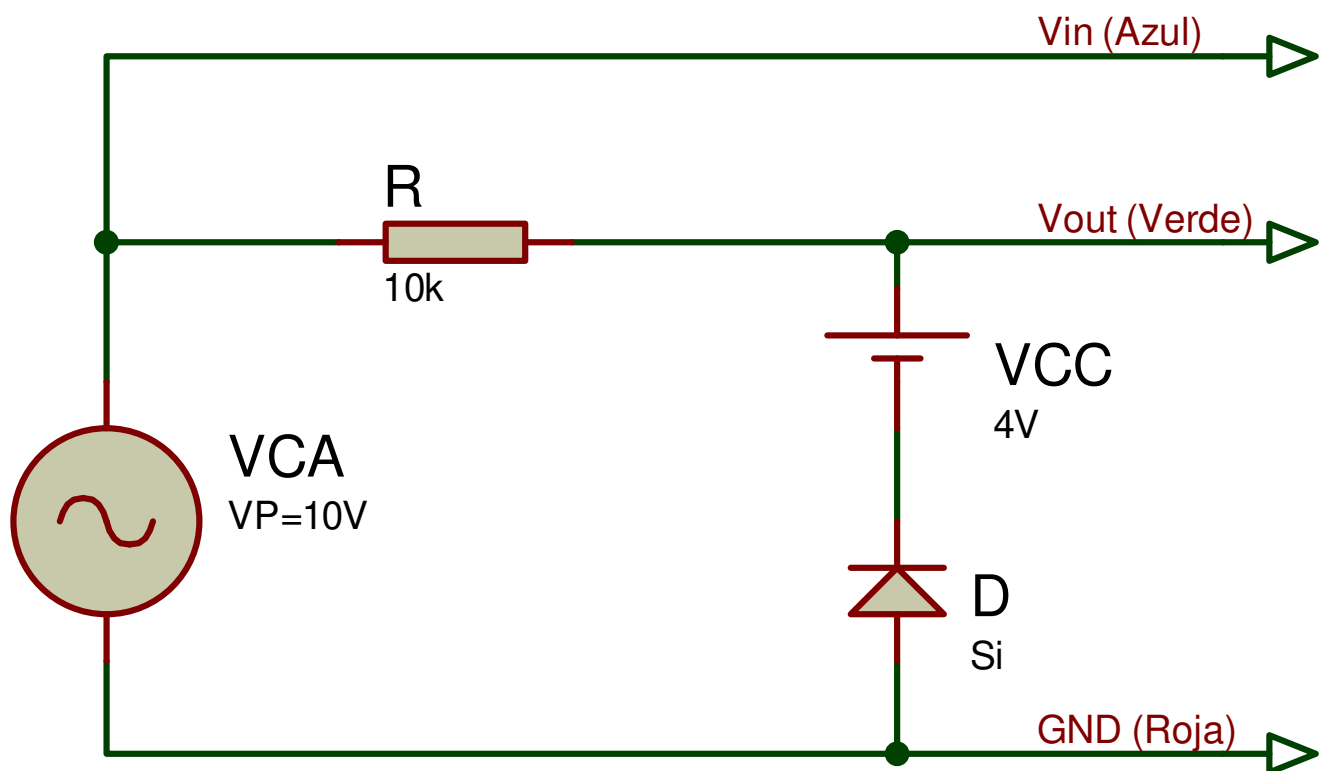
17)



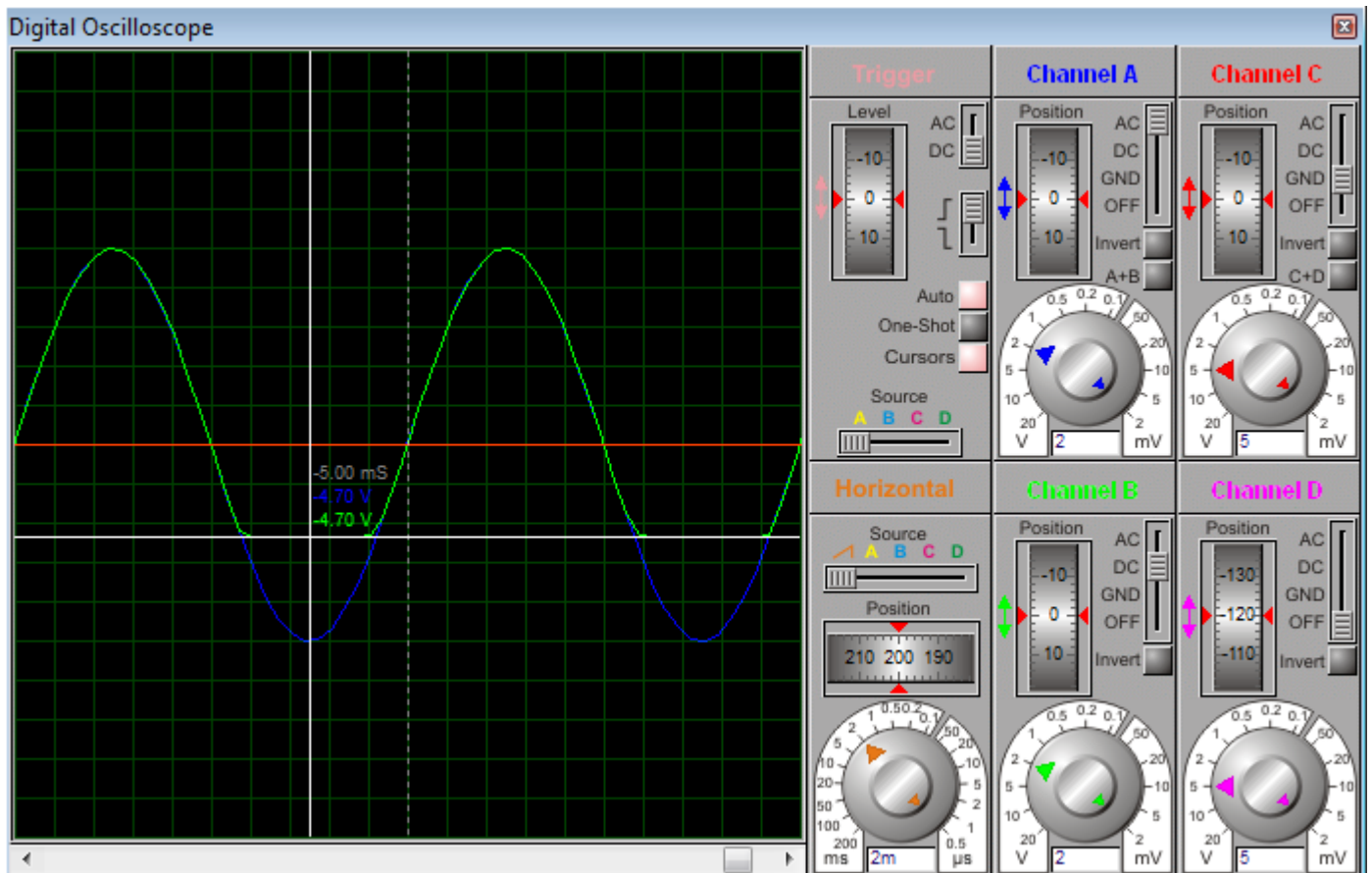
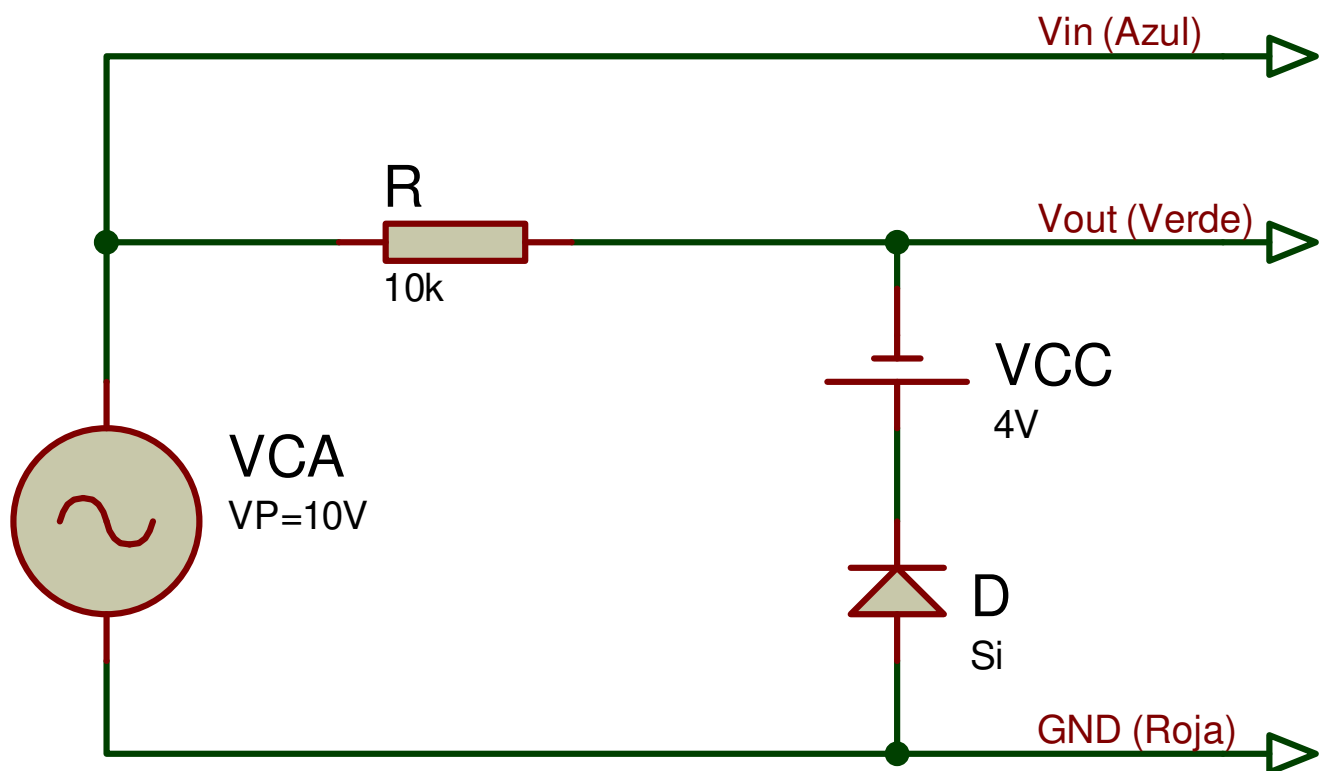
18)



19)

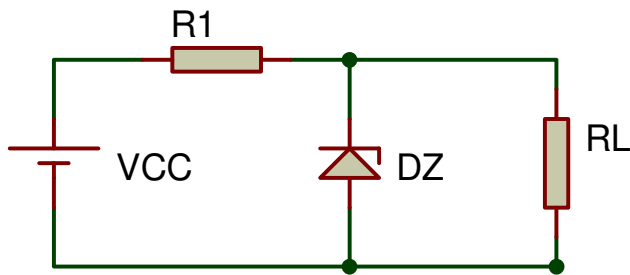


20)



DIODO ZENER

21)



Datos:

$$V_{cc} = 18V$$

$$I_{L_{min}} = 10mA$$

$$I_{L_{max}} = 40mA$$

$$\text{Diodo zener} \rightarrow V_L = 12V / P_Z = 1W$$

Preguntas:

- Determinar R1
- Determinar la PR1 y Pz.

Solución:

a)

$$R_{L_{min}} = \frac{V_L}{I_{L_{max}}} = \frac{12V}{40mA} = 300\Omega$$

$$R_{L_{max}} = \frac{V_L}{I_{L_{min}}} = \frac{12V}{10mA} = 1200\Omega$$

$$V_{R1} = V_{cc} - V_Z = V_{cc} - V_L = 18V - 12V = 6V$$

$$I_{Z_{max}} = \frac{P_Z}{V_Z} = \frac{1W}{12V} = 83,33mA$$

$$I_{Z_{min}} = \text{Datasheet o } 10\% \text{ de } I_{Z_{max}} = 8,333mA$$

$$I_T = I_{R1} = I_{Z_{min}} + I_{L_{max}} = 8,333mA + 40mA = 48,333mA$$

$$R1 = \frac{V_{R1}}{I_{R1}} = \frac{6V}{48,333mA} = 124\Omega$$

En esta situación debemos elegir un valor normalizado de R1 el cual podría ser 120Ω o 150Ω. Es importante comprender que si seleccionamos el valor normalizado superior dejaríamos de alcanzar la corriente mínima para que funcione el diodo Zener, por lo cual debemos elegir el valor normalizado inferior que en nuestro ejemplo sería 120Ω. Analicemos este concepto con valores.

Si elegimos 150Ω:

$$I_T = I_{R1} = \frac{V_{R1}}{R1} = \frac{6V}{150\Omega} = 40mA$$

Cuando la RL consuma los 40mA máximos del requerimiento, no tendremos disponible corriente de Zener por lo cual no funcionaría. Si elegimos 120Ω:

$$I_T = I_{R1} = \frac{V_{R1}}{R1} = \frac{6V}{120\Omega} = 50mA$$

En esta situación, cuando la RL consuma 40mA, tendremos disponibles 10mA para el diodo Zener lo cual es mayor que el valor de $I_{Z_{min}}$. En el caso que la RL consuma 10mA, tenemos 40mA en el diodo Zener lo que es mayor que el valor de $I_{Z_{max}}$. Con la R1 normalizada, analizamos las potencias de los componentes.

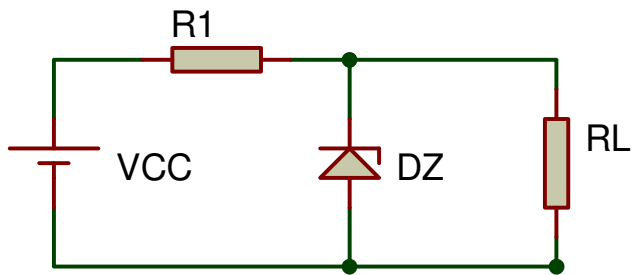
b)

$$P_{R1} = I_{R1} * V_{R1} = 50mA * 6V = 300mW$$

$$P_{Z_{max}} = V_Z * (I_T - I_{L_{min}}) = 12V * (50mA - 10mA) = 12V * 40mA = 480mW$$

Concluimos así que necesitamos una R1 de 1/2W y que el diodo Zener de 1W está correcto.

22)



Datos:

$$V_{CCmin} = 15V$$

$$V_{CCmax} = 20V$$

$$R_L = 500\Omega$$

$$\text{Diodo zener} \rightarrow V_L = 10V / I_{Zmin} = 5mA$$

Preguntas:

- Determinar R1
- Determinar la PR1 y Pz.

Solución:

a)

$$I_L = \frac{V_Z}{R_L} = \frac{V_L}{R_L} = \frac{10V}{500\Omega} = 20mA$$

$$I_T = I_{Zmin} + I_L = 5mA + 20mA = 25mA$$

$$V_{R1min} = V_{CCmin} - V_Z = 15V - 10V = 5V$$

$$V_{R1max} = V_{CCmax} - V_Z = 20V - 10V = 10V$$

$$R_{1min} = \frac{V_{R1min}}{I_T} = \frac{5V}{25mA} = 200\Omega$$

$$R_{1max} = \frac{V_{R1max}}{I_T} = \frac{10V}{25mA} = 400\Omega$$

Si utilizamos la R1max, cuando la VCC sea mínima no alcanzaríamos a cubrir las necesidades de corriente, analicemos:

$$I_{Lmin} = \frac{V_{CCmin} - V_Z}{R_1} = \frac{15V - 10V}{400\Omega} = \frac{5V}{400\Omega} = 12,5mA$$

Por lo cual debemos seleccionar R1min, es decir 200Ω. La cual debemos normalizar hacia el valor inferior por la misma razón que vimos en el ejercicio anterior. El valor normalizado de R1 es 180Ω. Recalculando tenemos.

b)

$$I_{Tmin} = \frac{V_{R1min}}{R_1} = \frac{V_{CCmin} - V_Z}{R_1} = \frac{15V - 10V}{180\Omega} = 27,7mA$$

$$I_{Tmax} = \frac{V_{R1max}}{R_1} = \frac{V_{CCmax} - V_Z}{R_1} = \frac{20V - 10V}{180\Omega} = 55,5mA$$

$$I_{Zmin} = I_{Tmin} - I_L = 27,7mA - 20mA = 7,7mA$$

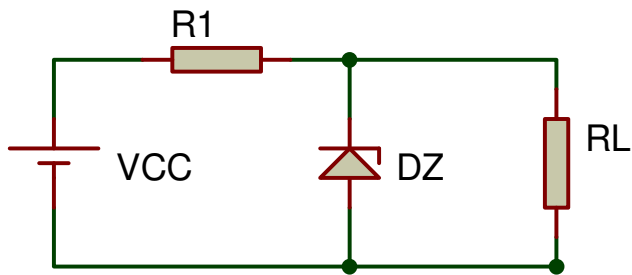
$$I_{Zmax} = I_{Tmax} - I_L = 55,5mA - 20mA = 35,5mA$$

$$P_{R1} = I_{Tmax} * V_{R1max} = 55,5mA * 10V = 555mW$$

$$P_Z = V_Z * I_{Zmax} = V_Z * (I_{Tmax} - I_L) = 10 * (55,5mA - 20mA) = 355mW$$

La R1 debería ser entonces de 1W y el diodo Zener de al menos 1/2W.

23)



Datos:

$I_{Lmin} = 10mA$
 $I_{Lmax} = 50mA$
 $V_{CCmin} = 15V$
 $V_{CCmax} = 20V$
 $V_Z = 10V$
 $I_{Zmin} = 5mA$
 $P_Z = 1/2W$

Preguntas:

- Determinar R1
- Determinar la PR1 y Pz.

Solución:

a)

$$I_{Zmax} = \frac{P_Z}{V_Z} = \frac{0,5W}{10V} = 50mA$$

$I_{Lmin} = 10mA$
 $V_{CCmin} = 15V$

$$R1 = \frac{V_{CCmin} - V_Z}{I_{Lmin} + I_{Zmax}}$$

$$R1 = \frac{15V - 10V}{10mA + 50mA}$$

$$R1 = 83,33\Omega$$

$I_{Lmin} = 10mA$
 $V_{CCmax} = 20V$

$$R1 = \frac{V_{CCmax} - V_Z}{I_{Lmin} + I_{Zmax}}$$

$$R1 = \frac{20V - 10V}{10mA + 50mA}$$

$$R1 = 166,66\Omega$$

$I_{Lmax} = 50mA$
 $V_{CCmin} = 15V$

$$R1 = \frac{V_{CCmin} - V_Z}{I_{Lmax} + I_{Zmin}}$$

$$R1 = \frac{15V - 10V}{50mA + 5mA}$$

$$R1 = 90,90\Omega$$

$I_{Lmax} = 50mA$
 $V_{CCmax} = 15V$

$$R1 = \frac{V_{CCmax} - V_Z}{I_{Lmax} + I_{Zmin}}$$

$$R1 = \frac{20V - 10V}{50mA + 5mA}$$

$$R1 = 181,81\Omega$$

Ahora si V_{CCmax}

$$I_{R1} = \frac{V_{CCmax} - V_Z}{R1}$$

$$I_{R1} = \frac{20V - 10V}{83,33\Omega}$$

$$I_{R1} = 120mA$$

Si $I_{Lmin} = 10mA$
 $I_Z = 110mA$

Quemaríamos el diodo Zener.

Ahora si V_{CCmin}

$$I_{R1} = \frac{V_{CCmin} - V_Z}{R1}$$

$$I_{R1} = \frac{15V - 10V}{166,66\Omega}$$

$$I_{R1} = 30mA$$

Si $I_{Lmax} = 50mA$

No alcanzamos a entregar la corriente necesaria al circuito.

Ahora si V_{CCmax}

$$I_{R1} = \frac{V_{CCmax} - V_Z}{R1}$$

$$I_{R1} = \frac{20V - 10V}{90,90\Omega}$$

$$I_{R1} = 110mA$$

Si $I_{Lmin} = 10mA$
 $I_Z = 100mA$

Quemaríamos el diodo Zener.

Ahora si V_{CCmin}

$$I_{R1} = \frac{V_{CCmin} - V_Z}{R1}$$

$$I_{R1} = \frac{15V - 10V}{181,81\Omega}$$

$$I_{R1} = 27,5mA$$

Si $I_{Lmax} = 50mA$

No alcanzamos a entregar la corriente necesaria al circuito.

Debemos corregir el problema aumentando la potencia del diodo Zener ya que con 1/2W no alcanzamos a cubrir las necesidades del circuito respecto a su variación de VCC y de RL.

Para encontrar el valor de la PZ que necesitamos para las variaciones de VCC y RL que tenemos, debemos partir de asegurar la I_{Zmin} con la I_{Lmax} y la V_{CCmin} . Esta es la situación de la tercer columna, aquí vemos que el Zener debe soportar 100 mA, entonces:

$$P_Z = I_{Zmax} * V_Z = 100mA * 10V = 1W$$

Siempre es conveniente asegurar los componentes electrónicos con un margen superior al 25% de potencia, por lo cual debemos seleccionar un Zener de 1,25W. Lo mas aproximado en forma comercial es el Zener de 2W.

$$I_{Zmax} = \frac{P_Z}{V_Z} = \frac{2}{10} = 200mA$$

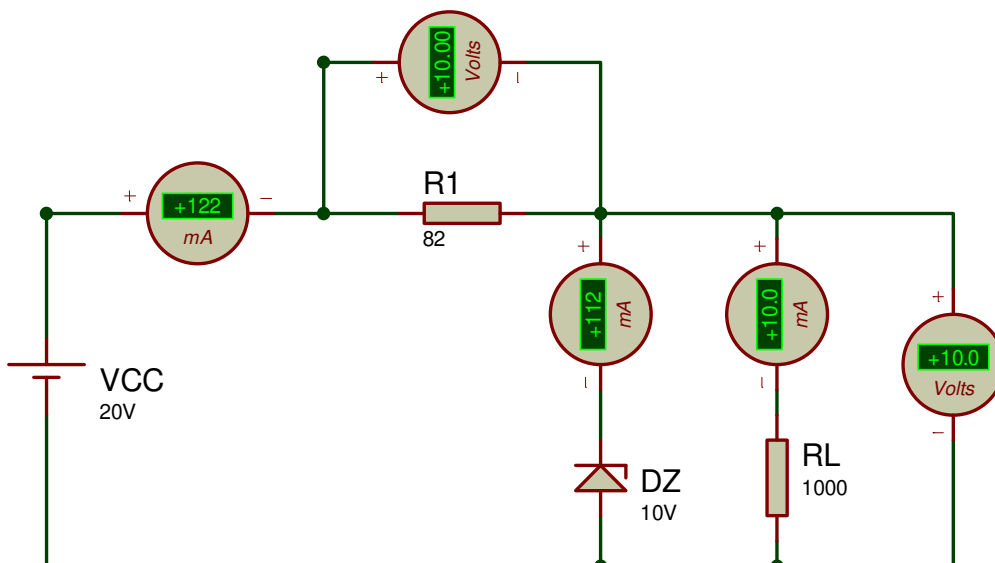
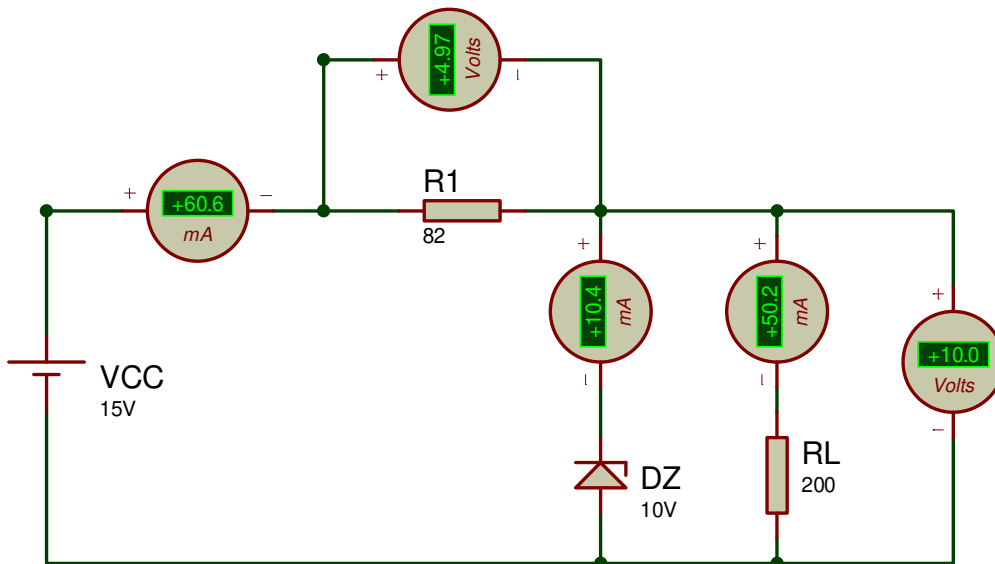
La R1 que utilizaríamos seria la encontrada en la tercer columna cuyo valor es 90,90Ω y su valor normalizado hacia abajo es 82Ω.

El recalcu lo del circuito nos entregaría los siguientes valores finales.

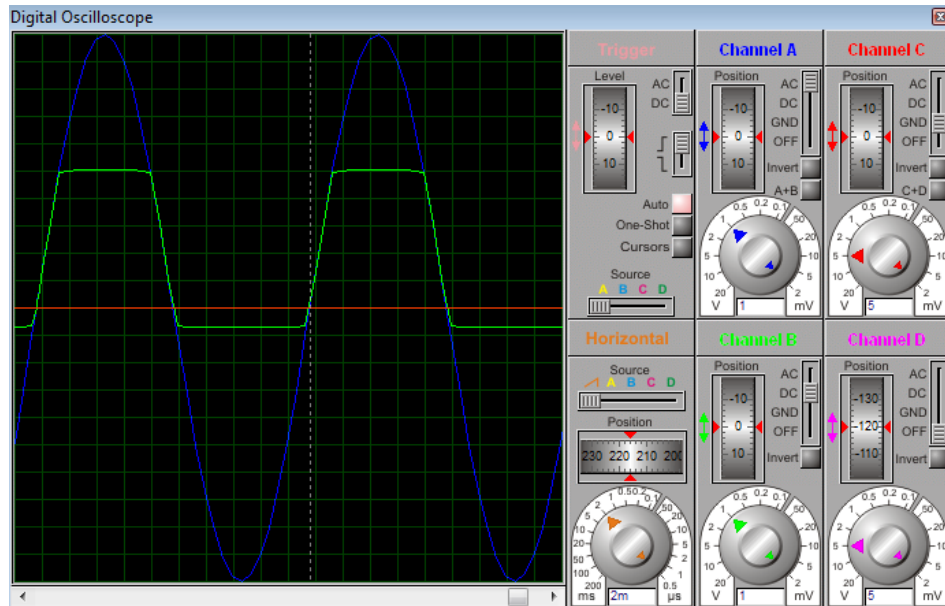
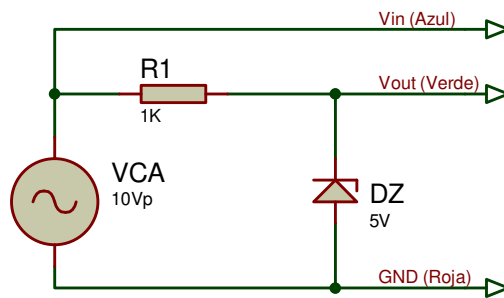
$$I_{R1max} = \frac{V_{CCmax} - V_Z}{R_1} = \frac{20V - 10V}{82\Omega} = 122mA$$

$$P_{R1} = I_{R1max} * V_{R1max} = 122mA * 10V = 1,22W \rightarrow \text{Normalizada a } 2W$$

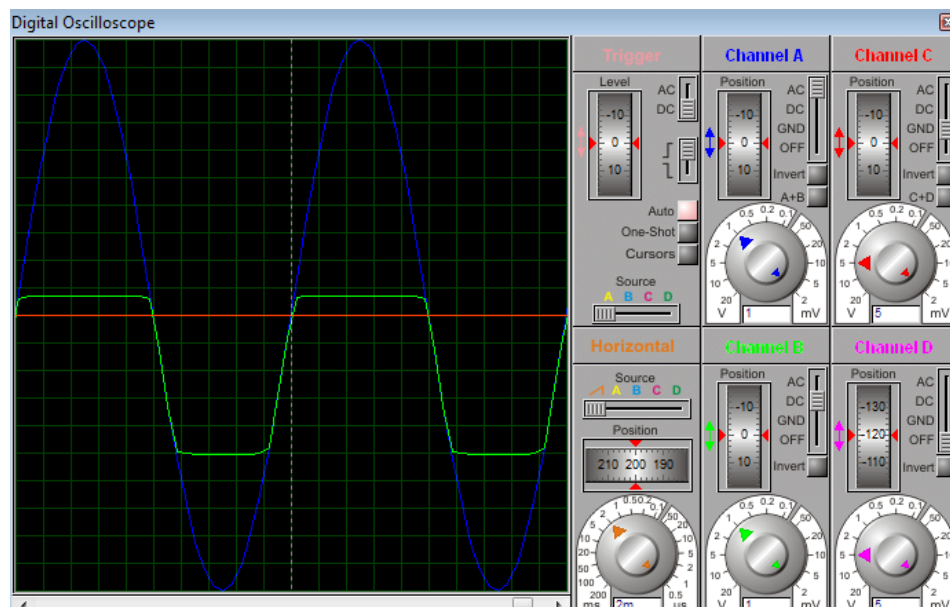
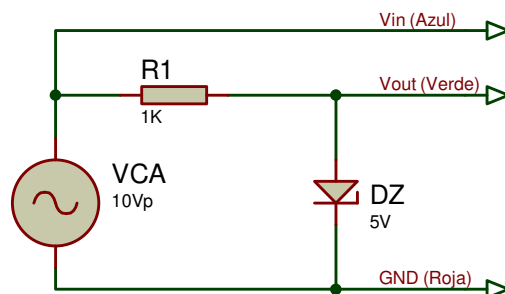
$$P_Z = (I_{R1max} - I_{Lmin}) * V_Z = (122mA - 10mA) * 10V = 1,12W$$



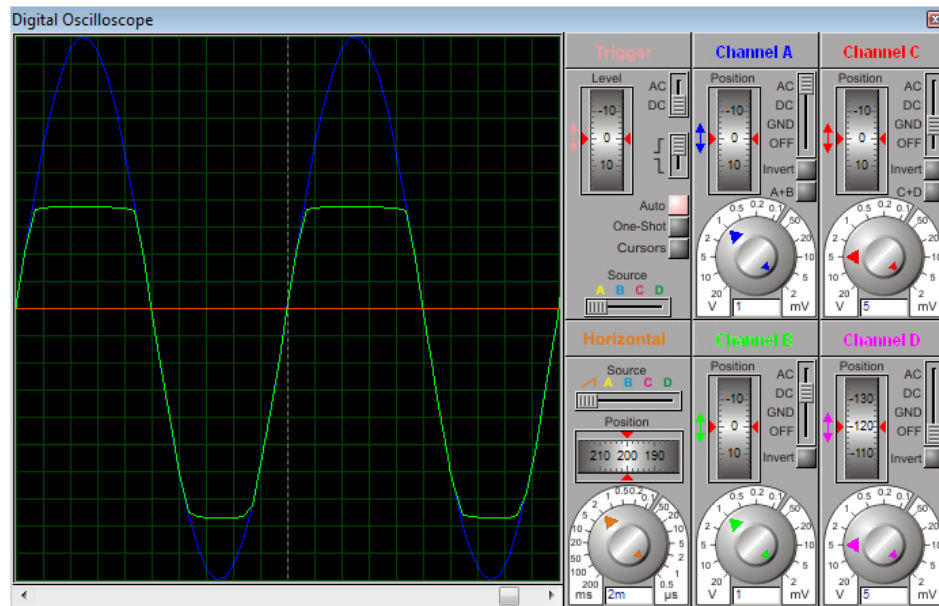
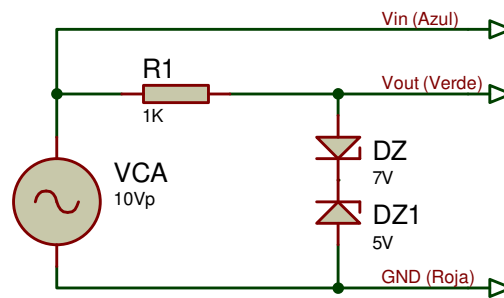
24)



25)

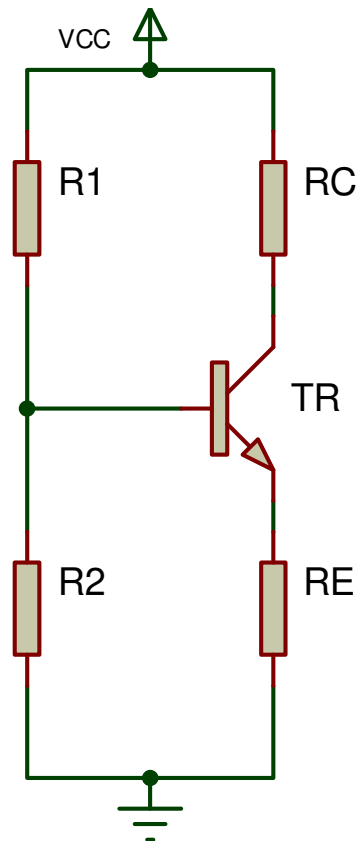


26)



TRANSISTOR BIPOLAR

1)



Datos:

$V_{cc} = 12V$
 $R_C = 5K\Omega$
 $R_E = 1K5$
 $R_1 = 120K\Omega$
 $R_2 = 50K\Omega$

$\beta = 150$
 $V_{CEQ(sat)} = 0,2V$
 $V_{be} = 0,7v$

Preguntas:

- Determinar I_{CQ} , V_{CEQ} y recta de carga.
- Encontrar el valor de PCC y P_{tr} .
- Rediseñar el circuito para máxima excursión simétrica (MES).
- Encontrar nuevamente el valor de PCC y P_{tr} en MES.
- Calcular el valor de R_c máximo para que el transistor se mantenga en la región lineal.

Solución:

b)

$$R_b = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2} = \frac{120K\Omega * 50K\Omega}{120K\Omega + 50K\Omega} = 35,29K\Omega$$

$$V_{bb} = \frac{V_{cc} * R_2}{R_1 + R_2} = \frac{12 * 50K\Omega}{120K\Omega + 50K\Omega} = 3,529V$$

$$V_{bb} = I_B * R_B + V_{be} + I_E * R_E$$

$$I_{BQ} = \frac{V_{bb} - V_{be}}{R_B + \beta * R_E} = \frac{3,529 - 0,7}{35,25K\Omega + 150 * 1,5K\Omega} = 10,86\mu A$$

$$I_{CQ} = \beta * I_{BQ} = 150 * 10,86\mu A = 1,63mA$$

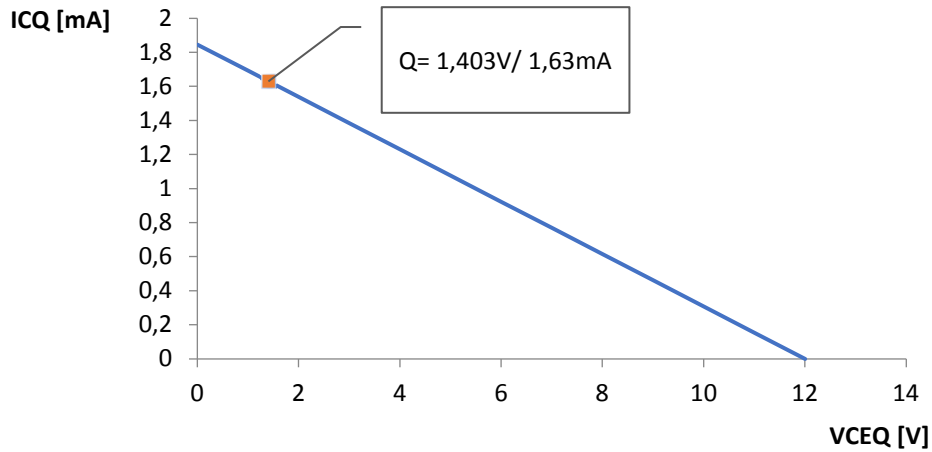
$$V_{cc} = I_{CQ} * R_C + V_{CEQ} + I_{EQ} * R_E$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} * (R_C + R_E) = 12 - 1,63mA * (5K\Omega + 1,5K\Omega) = 1,403V$$

$$V_{CEQ_max} = V_{cc} = 12V$$

$$I_{CQ_max} = \frac{V_{cc}}{R_C + R_E} = \frac{12}{5K\Omega + 1,5K\Omega} = 1,84mA$$

Recta de Carga



c)

$$IR1 = \frac{V_{cc} - VR2}{R1} = \frac{V_{CC} - (V_{be} + IEQ * RE)}{R1} = \frac{12 - (0,7 + 1,63mA * 1,5K\Omega)}{120K\Omega} = 73,79\mu A$$

$$P_{cc} = V_{cc} * (ICQ + IR1) = 12 * (1,63mA + 73,79\mu A) = 20,4mW$$

$$P_{tr} = V_{CEQ} * ICQ = 1,403V * 1,63mA = 2,28mW$$

d)

$$V_{CEQ} = \frac{V_{CC}}{2} = \frac{12}{2} = 6V$$

$$ICQ = \frac{V_{cc}}{2 * (RC + RE)} = \frac{12}{2 * (5K\Omega + 1,5K\Omega)} = 923,07\mu A$$

$$RB = \frac{\beta * RE}{10} = \frac{150 * 1,5K\Omega}{10} = 22,5K\Omega$$

$$V_{bb} = IB * RB + V_{be} + IE * RE = \frac{ICQ}{\beta} * RB + V_{be} + ICQ * RE$$

$$V_{bb} = \frac{923,07\mu A}{150} * 22,5K\Omega + 0,7V + 923,07\mu A * 1,5K\Omega = 2,223V$$

$$R1 = \frac{V_{cc}}{V_{bb}} * RB = \frac{12}{2,223} * 22,5K\Omega = 121,457K\Omega$$

$$R1(norm.) = 120K\Omega$$

$$R2 = \frac{RB}{1 - \frac{V_{bb}}{V_{cc}}} = \frac{22,5K\Omega}{1 - \frac{2,223V}{12V}} = 27,615K\Omega$$

$$R2(norm.) = 27K\Omega$$

$$R_b = \frac{R1 * R2}{R1 + R2} = \frac{120K\Omega * 27K\Omega}{120K\Omega + 27K\Omega} = 22,04K\Omega$$

$$V_{bb} = \frac{V_{cc} * R_2}{R_1 + R_2} = \frac{12 * 27K\Omega}{120K\Omega + 27K\Omega} = 2,204V$$

$$V_{bb} = I_B * R_B + V_{be} + I_E * R_E$$

$$I_{BQ} = \frac{V_{bb} - V_{be}}{R_B + \beta * R_E} = \frac{2,204 - 0,7}{22,04K\Omega + 150 * 1,5K\Omega} = 6,088\mu A$$

$$I_{CQ} = \beta * I_{BQ} = 150 * 6,088\mu A = 913,2\mu A$$

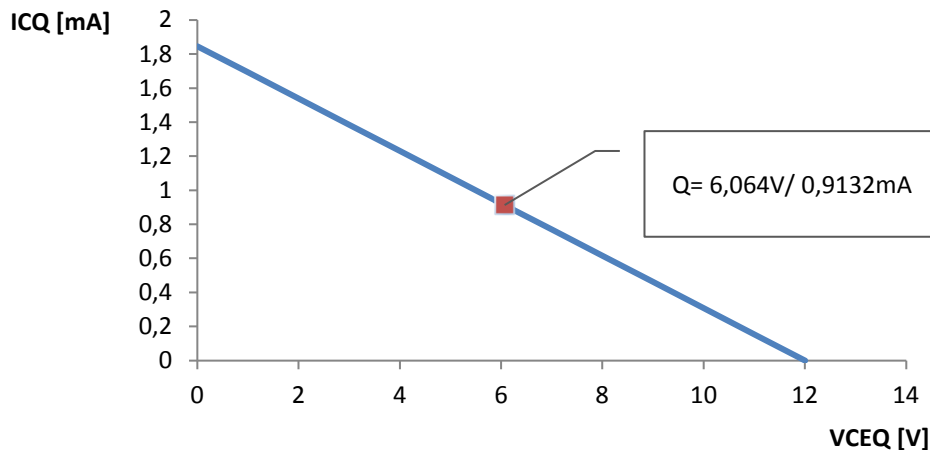
$$V_{cc} = I_{CQ} * R_C + V_{CEQ} + I_{EQ} * R_E$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} * (R_C + R_E) = 12 - 913,2\mu A * (5K\Omega + 1,5K\Omega) = 6,064V$$

$$V_{CEQ_max} = V_{cc} = 12V$$

$$I_{CQ_max} = \frac{V_{cc}}{R_C + R_E} = \frac{12}{5K\Omega + 1,5K\Omega} = 1,84mA$$

Recta de Carga



e)

$$I_{R1} = \frac{V_{cc} - V_{R2}}{R_1} = \frac{V_{CC} - (V_{be} + I_{EQ} * R_E)}{R_1} = \frac{12 - (0,7 + 913,2\mu A * 1,5K\Omega)}{120K\Omega} = 82,75\mu A$$

$$P_{cc} = V_{cc} * (I_{CQ} + I_{R1}) = 12 * (913,2\mu A + 82,75\mu A) = 11,95mW$$

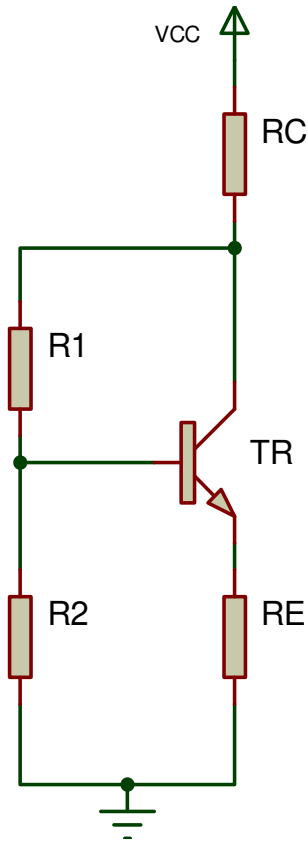
$$P_{tr} = V_{CEQ} * I_{CQ} = 6,064V * 913,2\mu A = 5,53mW$$

f)

$$V_{cc} = I_{CQ} * R_C(max) + V_{CEQ}(sat) + I_{CQ} * R_E$$

$$R_C(max) = \frac{V_{cc} - V_{CEQ}(sat) - I_{CQ} * R_E}{I_{CQ}} = \frac{12 - 0,2 - 913,2\mu A * 1,5K\Omega}{913,2\mu A} = 11,42K\Omega$$

2)



Datos:

$$V_{cc} = 12V$$

$$R_C = 3K\Omega$$

$$R_E = 100\Omega$$

$$R_2 = 28K\Omega$$

$$\beta = 50$$

$$V_{be} = 0,7V$$

$$I_E = 2mA$$

Preguntas:

- Encontrar el valor de R_1 .
- Encontrar el valor de P_{tr} .
- Graficar recta de carga y punto de trabajo Q.

Solución:

a)

$$I_B = \frac{I_E}{\beta} = \frac{2mA}{50} = 40\mu A$$

$$V_{RE} = I_E * R_E = 2mA * 100\Omega = 0,2V$$

$$I_{R2} = \frac{V_{be} + V_{RE}}{R_2} = \frac{0,7 + 0,2}{28K\Omega} = 32\mu A$$

$$I_{R1} = I_B + I_{R2} = 40\mu A + 32\mu A = 72\mu A$$

$$V_{RC} = (I_{CQ} + I_{R1}) * R_C = (2mA + 72\mu A) * 3K\Omega = 6,837V$$

$$V_{R1} = V_{cc} - V_{RC} - V_{RE} = 12 - 6,837 - 0,2 = 4,962V$$

$$R_1 = \frac{V_{R1}}{I_{R1}} = \frac{4,962}{72\mu A} = 68,9K\Omega$$

b)

$$V_{CEQ} = V_{cc} - V_{RC} - V_{RE} = 12 - 6,837 - 0,2 = 4,962V$$

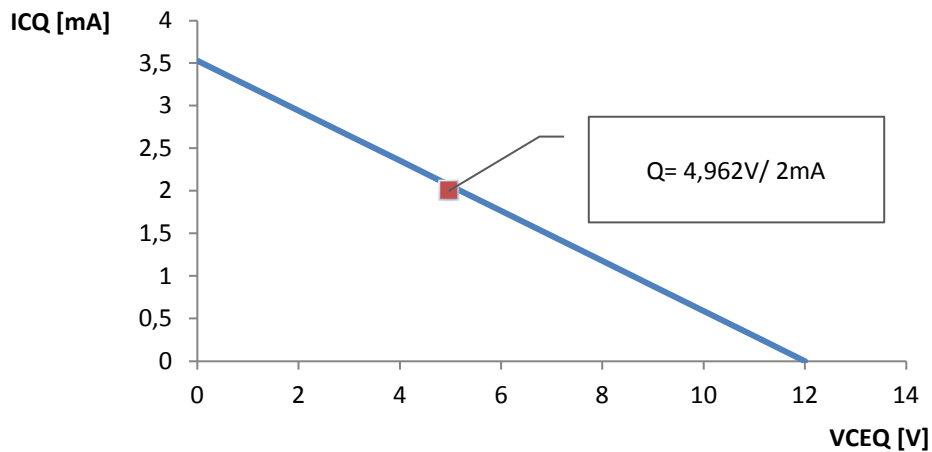
$$P_{tr} = V_{CEQ} * I_{CQ} = 4,962V * 2mA = 9,92mW$$

c)

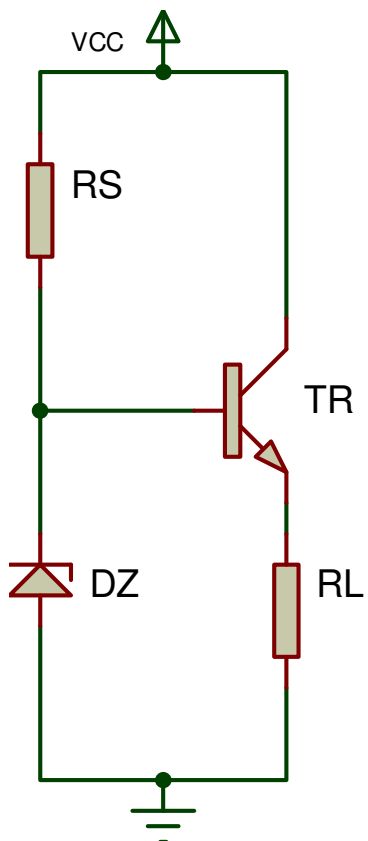
$$V_{CEQ_max} = V_{cc} = 12V$$

$$I_{CQ_max} = \frac{V_{cc}}{R_C + R_E} = \frac{12}{3K3 + 100\Omega} = 3,529mA$$

Recta de Carga



3)



Datos:

$V_{cc} = 10V$
 $R_S = 500\Omega$
 $R_L = 50\Omega$

$\beta = 100$
 $V_{be} = 0,7V$

$V_Z = 5,7V$
 $P_Z = 1W$
 $I_{Zmin} = 2mA$

Preguntas:

- I_{CQ} , V_{CQ} y recta de carga.
- P_{cc} y P_{tr} .
- V_{RL} si la V_{cc} aumenta a 12V.

Solución:

a)

$$V_{Dz} = V_{be} + V_{RL}$$

$$V_{RL} = V_z - V_{be} = 5,7V - 0,7V = 5V$$

$$I_{CQ} = I_{EQ} = \frac{V_{RL}}{R_L} = \frac{5V}{50\Omega} = 100mA$$

$$I_{BQ} = \frac{I_{EQ}}{\beta} = \frac{100mA}{100} = 1mA$$

$$V_{RS} = V_{cc} - V_z = 10 - 5,7 = 4,3V$$

$$I_{RS} = \frac{V_{RS}}{R_S} = \frac{4,3V}{500\Omega} = 8,6mA$$

$$I_{Dz} = I_{RS} - I_{BQ} = 8,6mA - 1mA = 7,6mA$$

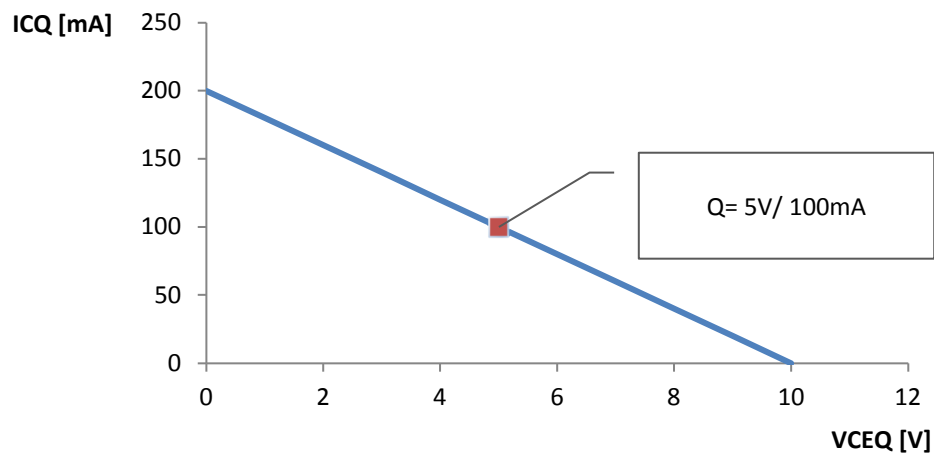
$$P_{Dz} = V_{Dz} * I_{Dz} = 5,7V * 7,6mA = 43,32mW$$

$$V_{CEQ} = V_{cc} - V_{RL} = 10 - 5 = 5V$$

$$V_{CEQ_max} = V_{cc} = 12V$$

$$I_{CQ_max} = \frac{V_{cc}}{R_L} = \frac{12}{50\Omega} = 200mA$$

Recta de Carga

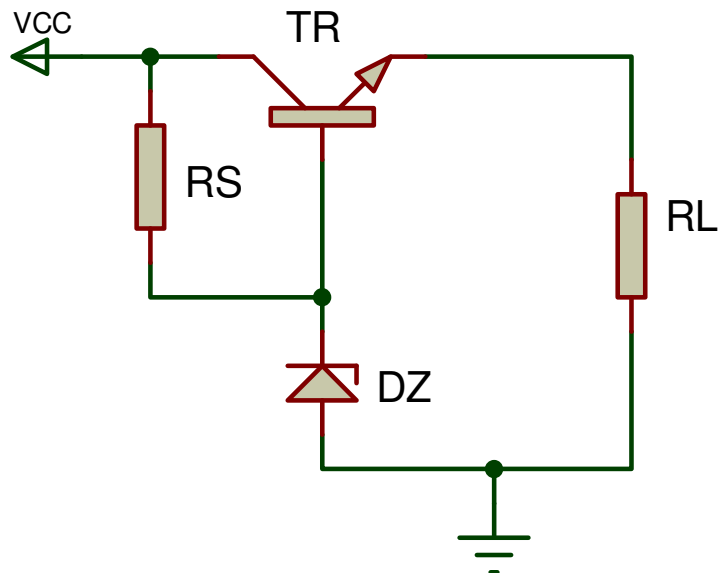


b)

$$P_{cc} = V_{cc} * (I_{CQ} + I_{RS}) = 10 * (100mA + 8,6mA) = 1,086W$$

$$P_{tr} = V_{CEQ} * I_{CQ} = 5V * 100mA = 500mW$$

c) La VRL sigue siendo 5V si Vcc aumenta su valor a 12V ya que esta depende solo de Vbe y VDz. Este circuito se comporta entonces como un regulador de tensión. Podemos redibujarlo de la siguiente manera:



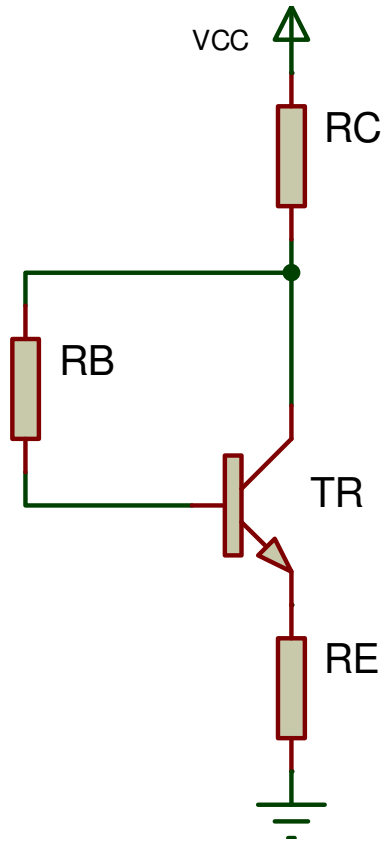
$$V_{RS} = V_{CC} - V_{Dz} = 12V - 5,7V = 6,3V$$

$$I_{RS} = \frac{V_{RS}}{R_S} = \frac{6,3V}{500\Omega} = 12,6mA$$

$$I_{Dz} = I_{RS} - I_{BQ} = 12,6mA - 1mA = 11,6mA$$

$$P_{Dz} = V_{Dz} * I_{Dz} = 5,7V * 11,6mA = 66,12mW$$

4)



Datos:

$V_{cc} = 12V$
 $R_C = 3K\Omega$
 $R_E = 100\Omega$
 $R_B = 100K\Omega$

$\beta = 100$
 $V_{be} = 0,7V$

Preguntas:

- ICQ, VCQ y recta de carga.
- P_{tr}.
- Rediseñar el circuito con R1 y R2 para lograr una VCEQ=3V.

a)

$$V_{cc} = (I_{CQ} + I_{BQ}) * R_C + I_{BQ} * R_B + V_{be} + I_{EQ} * R_E$$

$$V_{cc} = (I_{BQ} * \beta + I_{BQ}) * R_C + I_{BQ} * R_B + V_{be} + I_{BQ} * \beta * R_E$$

$$V_{cc} = I_{BQ} * (\beta * R_C + R_C) + I_{BQ} * R_B + V_{be} + I_{BQ} * \beta * R_E$$

$$V_{cc} - V_{be} = I_{BQ} * [R_C * (\beta + 1) + R_B + \beta * R_E]$$

$$I_{BQ} = \frac{V_{cc} - V_{be}}{[R_C * (\beta + 1) + R_B + \beta * R_E]} = \frac{12V - 0,7V}{[3K\Omega * (100 + 1) + 100K\Omega + 100 * 100\Omega]} = 27,36\mu A$$

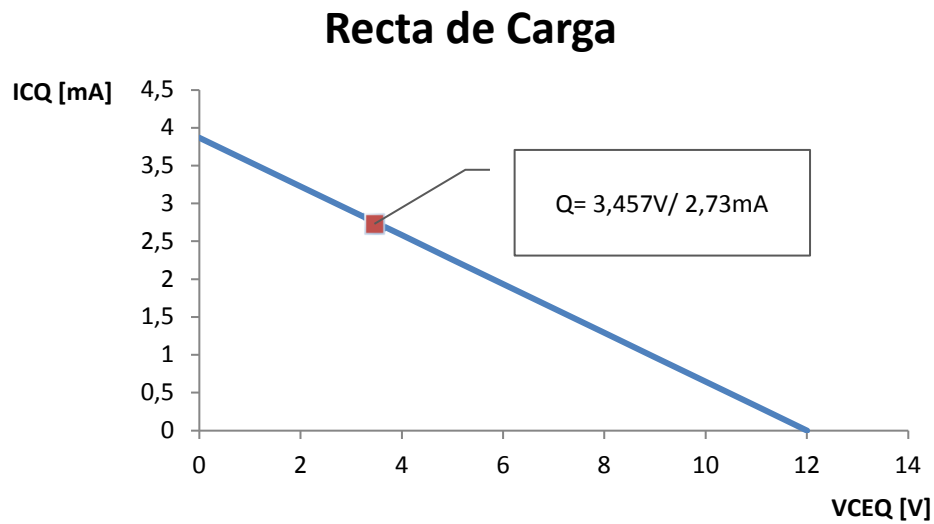
$$I_{CQ} = \beta * I_{BQ} = 100 * 27,36\mu A = 2,73mA$$

$$V_{cc} = (I_{CQ} + I_{BQ}) * R_C + V_{CEQ} + I_{CQ} * R_E$$

$$V_{CEQ} = V_{cc} - (I_{CQ} + I_{BQ}) * R_C - I_{CQ} * R_E = 12 - (2,73mA + 27,36\mu A) * 3K\Omega - 2,73mA * 100\Omega = 3,457V$$

$$V_{CEQ_max} = V_{cc} = 12V$$

$$I_{CQ_max} = \frac{V_{cc}}{R_L} = \frac{12}{50\Omega} = 200mA$$



b)

$$P_{tr} = I_{CQ} * V_{CEQ} = 2,73mA * 3,457V = 9,43mW$$

c)

$$R_B = \frac{\beta * R_E}{10} = \frac{100 * 100\Omega}{10} = 1K\Omega$$

$$V_{cc} = I_{CQ} * R_C + V_{CEQ} + I_{EQ} * R_E$$

$$I_{CQ} = \frac{V_{cc} - V_{CEQ}}{R_C + R_E} = \frac{12 - 3V}{3K\Omega + 100\Omega} = 2,90mA$$

$$I_{BQ} = \frac{I_{CQ}}{\beta} = \frac{2,90mA}{100} = 29\mu A$$

$$V_{BB} = I_{BQ} * R_B + V_{be} + I_{EQ} * R_E = 29\mu A * 1K\Omega + 0,7V + 2,90mA * 100 = 1,019V$$

$$R_1 = \frac{V_{cc}}{V_{bb}} * R_B = \frac{12}{1,019} * 1K\Omega = 11,77K\Omega$$

$$R_1(norm.) = 12K\Omega$$

$$R_2 = \frac{R_B}{1 - \frac{V_{bb}}{V_{cc}}} = \frac{1K\Omega}{1 - \frac{1,019V}{12V}} = 1,092K\Omega$$

$$R_2(norm.) = 1K\Omega + 100\Omega = 1,1K\Omega$$

$$R_b = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2} = \frac{12K\Omega * 1,1K\Omega}{12K\Omega + 1,1K\Omega} = 1007,63\Omega$$

$$V_{bb} = \frac{V_{cc} * R_2}{R_1 + R_2} = \frac{12 * 1,1K\Omega}{12K\Omega + 1,1K\Omega} = 1,007V$$

$$V_{bb} = I_B * R_B + V_{be} + I_E * R_E$$

$$I_{BQ} = \frac{V_{bb} - V_{be}}{R_B + \beta * R_E} = \frac{1,007 - 0,7}{1007,63\Omega + 100 * 100\Omega} = 27,89\mu A$$

$$I_{CQ} = \beta * I_{BQ} = 100 * 20,42\mu A = 2,789mA$$

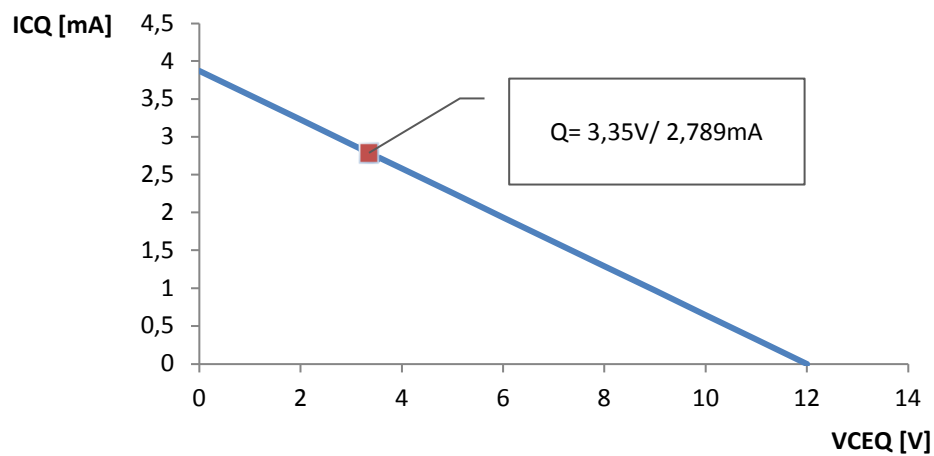
$$V_{cc} = I_{CQ} * R_C + V_{CEQ} + I_{EQ} * R_E$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} * (R_C + R_E) = 12 - 2,789mA * (3K\Omega + 100\Omega) = 3,35V$$

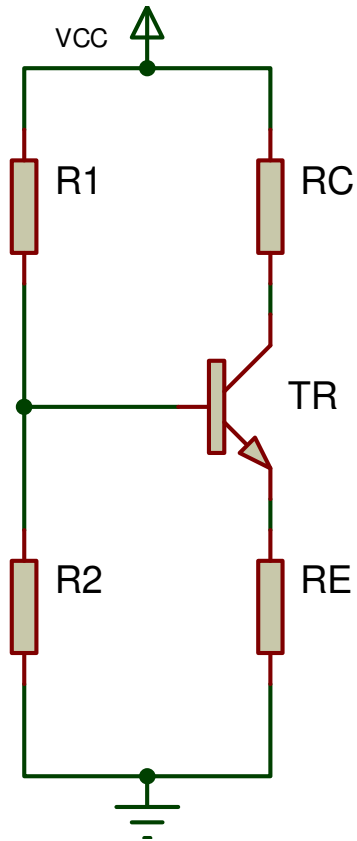
$$V_{CEQ_max} = V_{cc} = 12V$$

$$I_{CQ_max} = \frac{V_{cc}}{R_C + R_E} = \frac{12}{3K\Omega + 100\Omega} = 3,87mA$$

Recta de Carga



5)



Datos:

$V_{cc} = 12V$
 $R_C = 2,5K\Omega$
 $R_E = 500\Omega$
 $R_1 = 60K\Omega$
 $R_2 = 3K\Omega$

$\beta = 50$
 $V_{be} = 0,2V$

Preguntas:

- Determinar I_{CQ} , V_{CEQ} y recta de carga.
- Encontrar el valor de la potencia en el transistor (P_{tr}).
- Rediseñar el circuito para máxima excursión simétrica (MES) utilizando valores normalizados de resistencia.
- Encontrar nuevamente el valor de la potencia en el transistor (P_{tr}) ahora en MES.

a)