

*Problemas resueltos de
Tecnología y Componentes
Electrónicos y Fotónicos*



E.T.S.I.T.

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Antonio Hernández Ballester
Benito González Pérez
Javier García García
Javier del Pino Suárez
José Ramón Sendra Sendra

TECNOLOGÍA Y COMPONENTES ELECTRÓNICOS Y FOTÓNICOS

1

PROBLEMAS
de magnitudes y circuitos eléctricos

www.yquieroaprobar.es

TECNOLOGÍA Y COMPONENTES ELECTRÓNICOS Y FOTÓNICOS

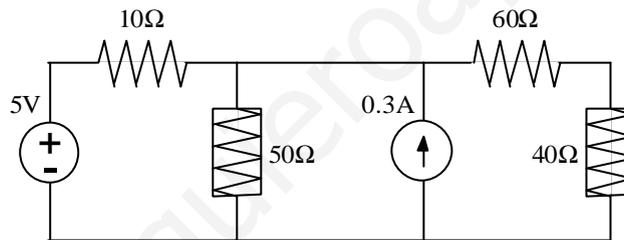
PROBLEMAS RESUELTOS

Problema 1

Comprobar que V_0 es la mitad de la tensión de alimentación en el circuito de la figura.

Problema 2

Resolver el circuito de la figura mediante el método de análisis de mallas. Calcular la potencia disipada por las resistencias.

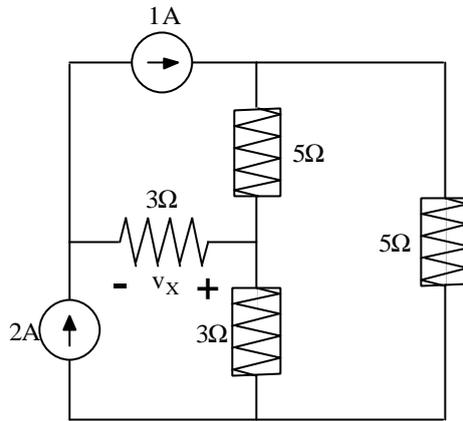


Problema 3

Resolver el circuito de la figura mediante el método de análisis de nudos. Calcular la potencia entregada por ambas fuentes independientes.

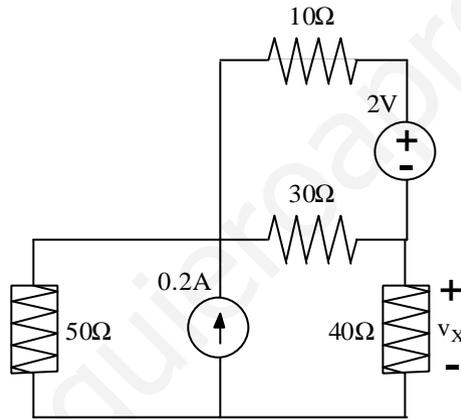
Problema 4

Calcular v_x en el circuito de la figura



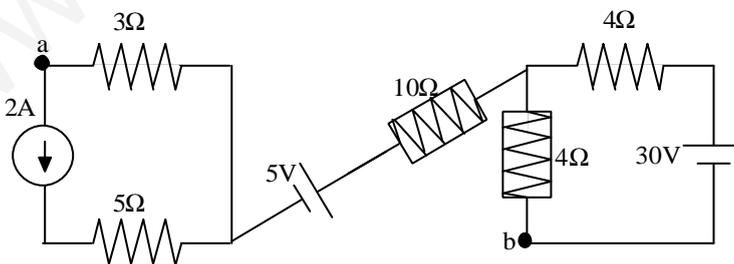
Problema 5

Calcular v_x en el circuito de la figura



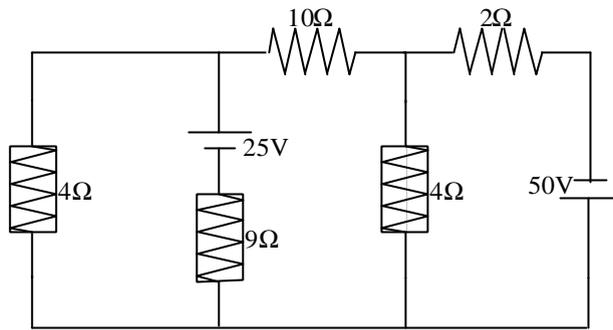
Problema 6

Calcular V_{ab} en el circuito de la figura



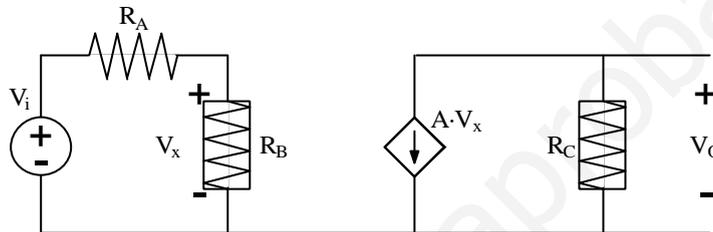
Problema 7

Resolver el circuito de la figura



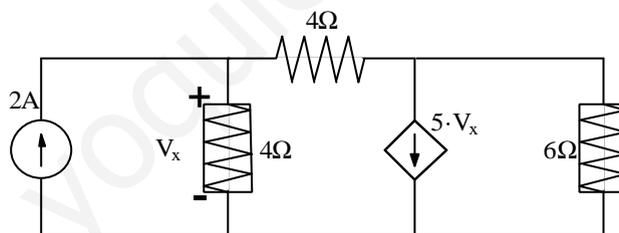
Problema 8

Calcular la tensión de salida del circuito de la figura.



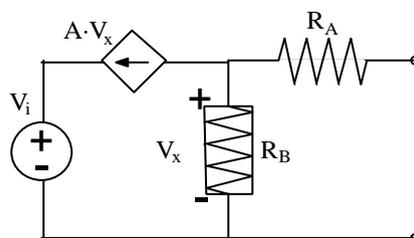
Problema 9

Resolver el circuito de la figura



Problema 10

Calcular el circuito equivalente Thévenin visto desde los terminales del circuito de la figura

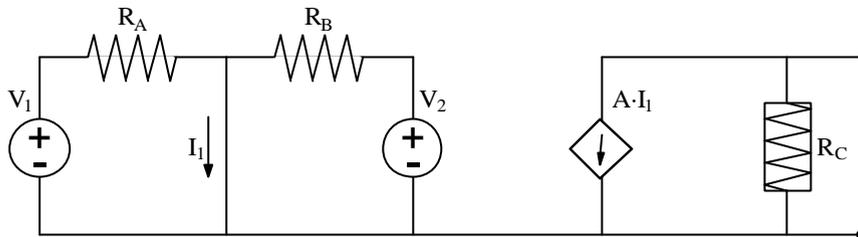


Problema 11

Calcular el equivalente Norton visto desde los terminales del circuito de la figura anterior.

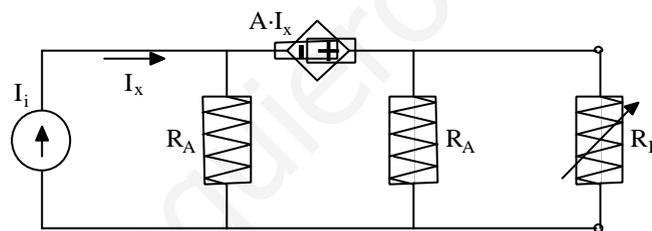
Problema 12

Calcular el equivalente Thévenin visto desde los terminales del circuito de la figura



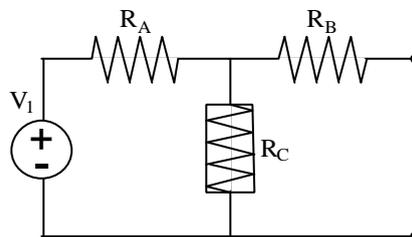
Problema 13

La máxima transferencia de potencia desde un circuito a otro conectado a su salida se consigue si las impedancias están adaptadas; es decir, si la impedancia de entrada y salida de ambos circuitos son iguales. Con ello calcular el valor de la resistencia R_L del circuito de la figura para que la potencia transferida a dicha resistencia sea máxima y comprobar el resultado.



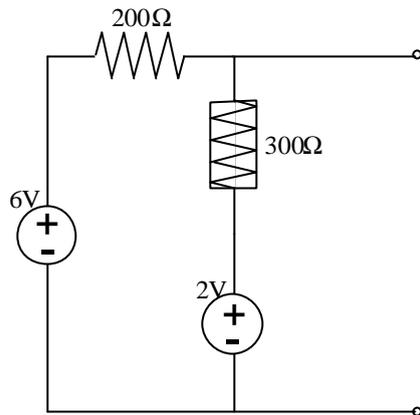
Problema 14

Calcular el equivalente Thévenin visto desde los terminales del circuito de la figura



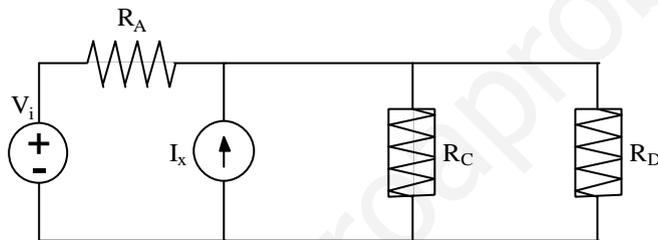
Problema 15

Calcular el equivalente Norton visto desde los terminales del circuito de la figura



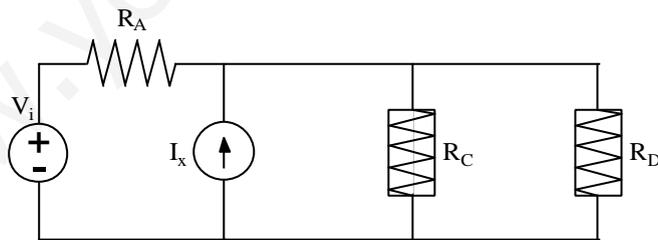
Problema 16

Calcular el equivalente Norton visto por R_A en el circuito figura.



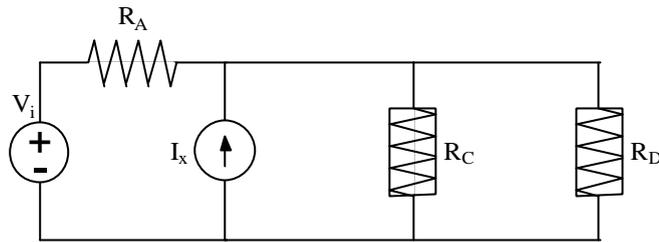
Problema 17

Calcular el circuito equivalente Thévenin visto por la resistencia R_A en el circuito de la figura



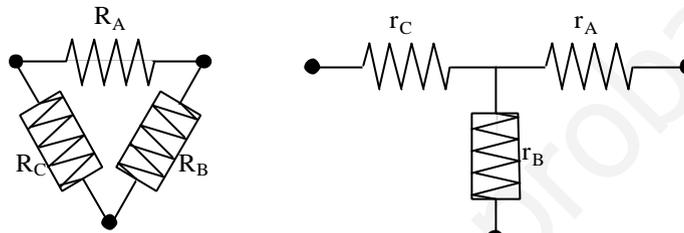
Problema 18

Calcular el circuito equivalente Thévenin visto por la resistencia R_B en el circuito de la figura.



Problema 19

Obtener las relaciones que deben existir entre las resistencias para que los circuitos de la figura sean equivalentes

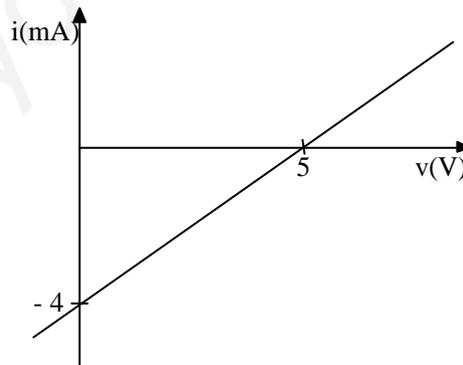


Problema 20

Hallar expresiones para la asociación de dos y tres resistencias en paralelo.

Problema 21

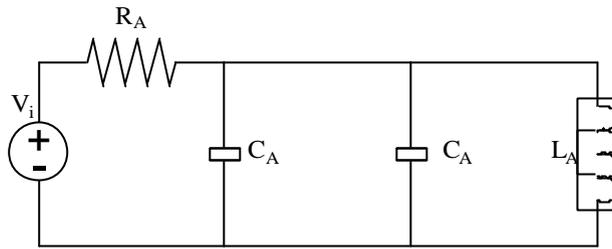
La figura muestra la característica $i-v$ vista desde un par de terminales de un circuito resistivo. Proponer un circuito equivalente.



Problema 22

Calcular la corriente que entrega la fuente en el circuito de la figura (utilizar la representación de impedancias complejas).

Tomar $V_i(t)=5 \text{ sen}(2\pi t)$, $R_A=10\Omega$, $C_A=1\mu\text{F}$, $L_A=2\text{nH}$.

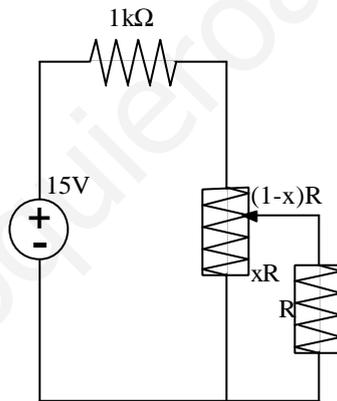


Problema 23

Calcula la tensión eficaz y el valor pico a pico de la señal de excitación del problema anterior. Dibujar, además, un tren de pulsos de periodo 20 ms y amplitud 10 V; esta señal tiene un nivel de continua (“offset”) de 5 V”.

Problema 24

Calcular el valor de x en el circuito de la figura para que el potenciómetro disipe 36 mW.
 $R=1\text{k}\Omega$.



TECNOLOGÍA Y COMPONENTES ELECTRÓNICOS Y FOTÓNICOS

2

PROBLEMAS
de diodos

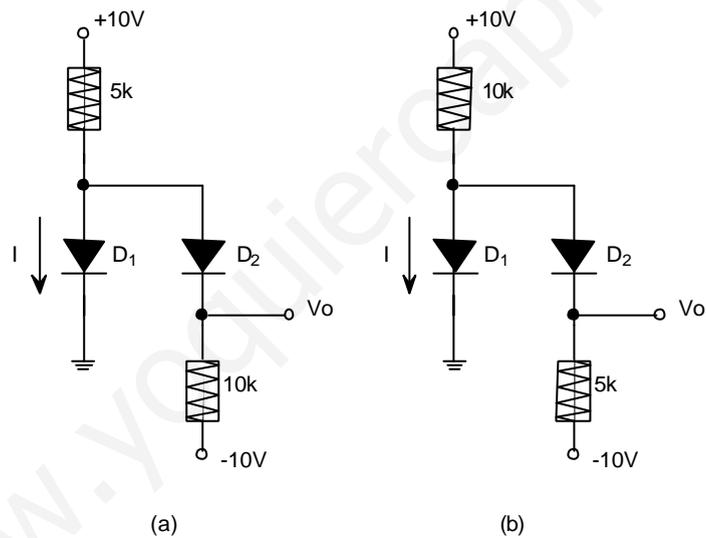
www.youquieroaprobar.es

TECNOLOGÍA Y COMPONENTES ELECTRÓNICOS Y FOTÓNICOS

PROBLEMAS RESUELTOS

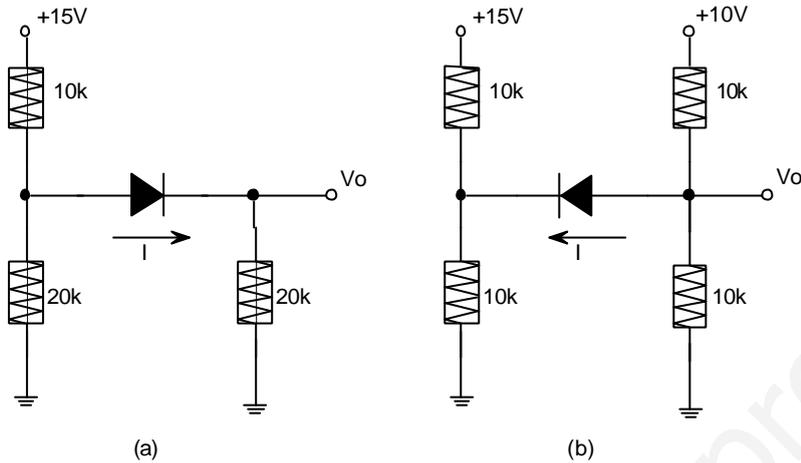
Problema 1

Asumiendo que los diodos de los circuitos de la figura son ideales, hallar el valor de las tensiones y las corrientes señaladas.



Problema 2

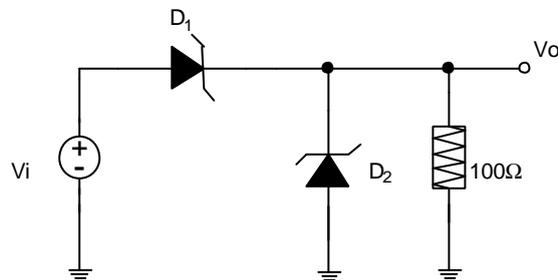
Asumiendo que los diodos de los circuitos de la figura son ideales, utilizar el teorema de Thevenin para simplificar los circuitos y hallar los valores de las tensiones y corrientes señaladas.



Problema 3

Sea el circuito de la figura donde los diodos pueden representarse según el modelo de tramos lineales con $V_T = 0.6\text{ V}$, $V_Z = 4\text{ V}$, $R_Z = 10\ \Omega$ y $R_S = 1\ \Omega$. Se pide:

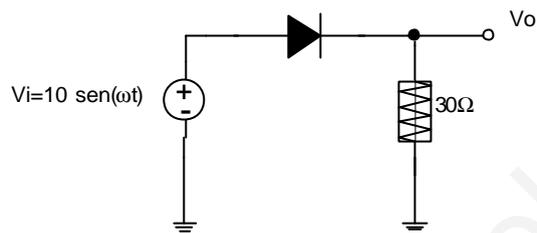
- Determinar las condiciones para que los diodos estén en directa, en corte y en ruptura.
- Dibujar la gráfica $V_o - V_i$.
- Dibujar la onda de salida cuando la señal de entrada es una onda triangular de 10 V de pico.



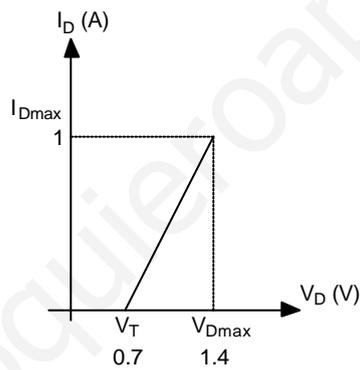
Problema 4

En el siguiente circuito se calcularán los siguientes puntos:

- Dibujar la forma de onda de tensión resultante en la resistencia de carga y en el diodo.
- Calcular la potencia disipada por el diodo.
- Calcular el valor máximo de la amplitud de la señal de entrada que es capaz de soportar el circuito sin que se queme el diodo.

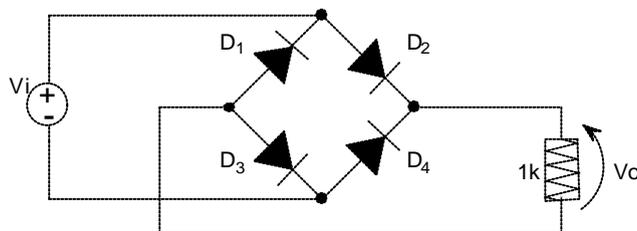


Los datos del diodo son los que se muestran en la siguiente figura



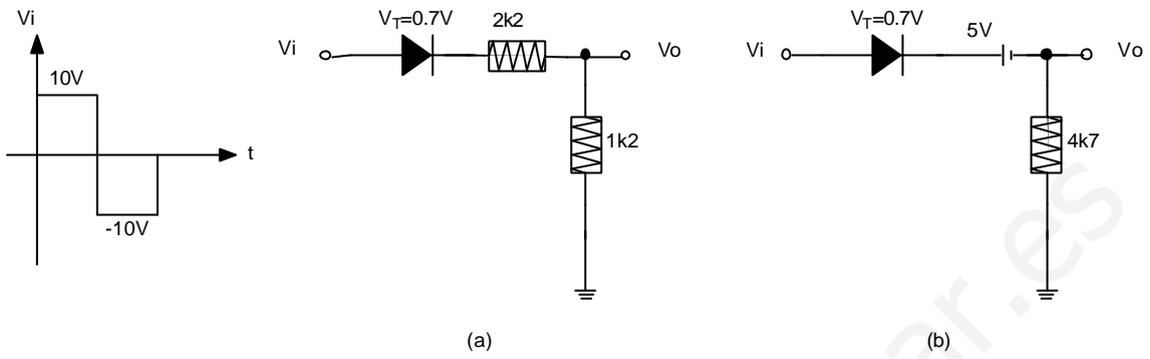
Problema 5

Hallar V_o en el circuito de la figura. Datos: $V_T=0.7V$, $R_S=5\Omega$, $V_i = 10 \cdot \text{sen}(\omega \cdot t)$



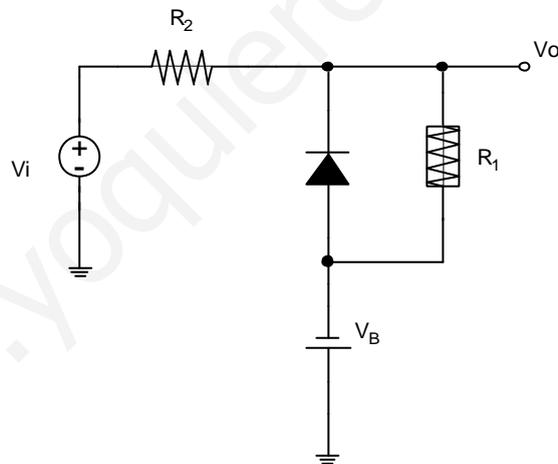
Problema 6

Dibujar V_o para los circuitos que se muestran en la figura:



Problema 7

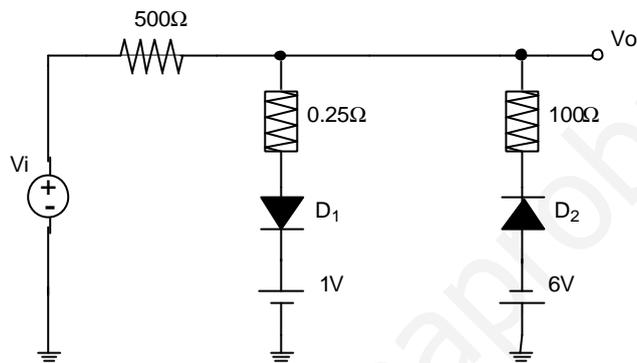
En el circuito de la figura $V_i = A \cdot \text{sen}(\omega \cdot t)$. Suponiendo el diodo ideal, calcular y representar $V_o(t)$. Nota: suponer que $R_1 \gg R_2$.



Problema 8

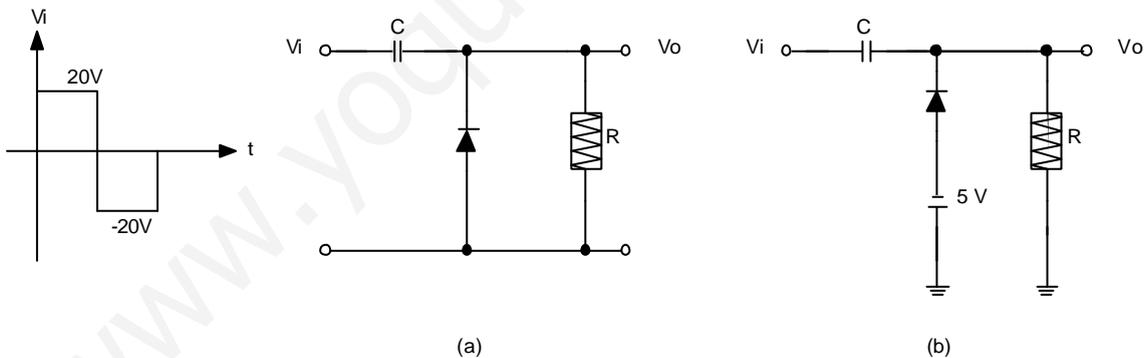
Para el circuito de la figura se pide:

- Hallar los valores de V_i para los cuales los diodos D_1 y D_2 conmutan de OFF a ON.
- Si $V_i = 25 \cdot \text{sen}(\omega \cdot t)$, dibujar V_o
- Las dos ramas que contienen a D_1 y D_2 corresponden al modelo por tramos lineales de un diodo. Dibujar la característica I-V de dicho diodo y obtener R_s , R_z , V_T , y V_Z .



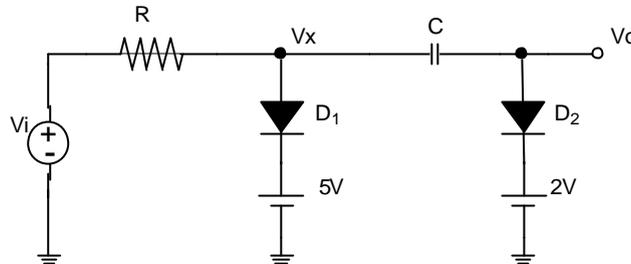
Problema 9

Dibujar V_o para los circuitos que se muestran en la figura:



Problema 10

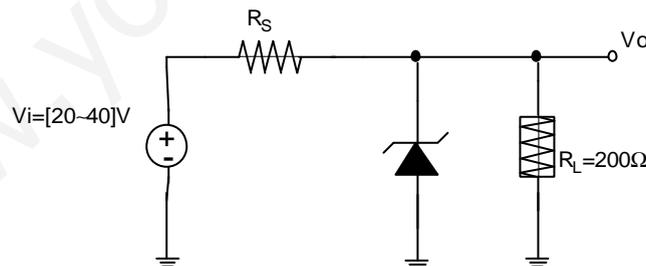
En el circuito de la figura, hallar V_o suponiendo los diodos ideales. $V_i = 10 \cdot \sin(\omega \cdot t)$



Problema 11

En el siguiente circuito el diodo zéner debe hacer las veces de estabilizador de la tensión de salida. Si la tensión de entrada puede fluctuar entre 20 y 40 V y las características del zéner son las que se señalan, calcular:

- Valores entre los que puede fluctuar R_s .
- Escoger un valor normalizado de R_s de la serie E24, justificando el porqué de la elección.
- Calcular la potencia que va a disipar R_s como máximo.
- Calcular entre qué valores fluctuará la tensión de salida frente a los cambios de la tensión de entrada.



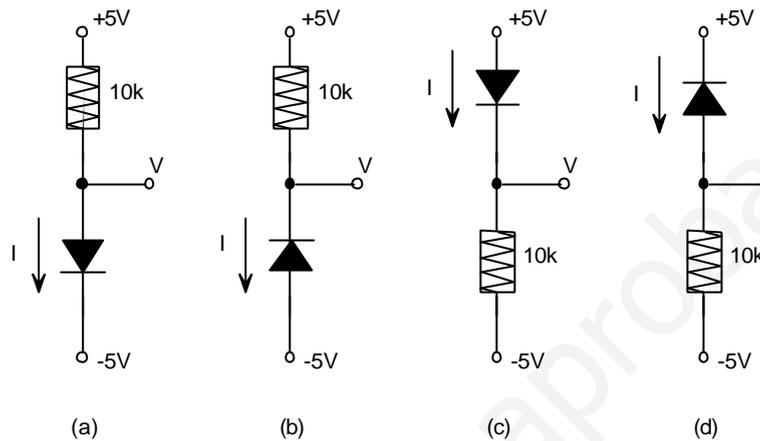
Características del diodo zéner: ($V_z=12V$ para $I_z=5mA$, $P_{m\acute{a}x}=3W$, $R_z=50\Omega$)

Serie E24: 1, 1.1, 1.2, 1.3, 1.5, 1.6, 1.8, 2, 2.2, 2.4, 2.7, 3, 3.3, 3.6, 3.9, 4.3, 4.7, 5.1, 5.6, 6.2, 6.8, 7.5, 8.2, 9.1 y sus múltiplos de 10.

PROBLEMAS PROPUESTOS

Problema 12

- a) Hallar el valor de las tensiones y las corrientes señaladas en los circuitos de la figura, usando diodos ideales.
- b) Repetir el problema suponiendo que los diodos tienen una tensión umbral de valor $V_T=0.7V$.



Problema 13

Repetir el problema 1 suponiendo que los diodos tienen una tensión umbral de valor $V_T=0.7V$.

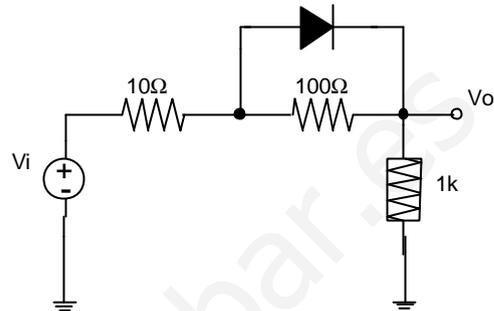
Problema 14

Repetir el problema 2 suponiendo que los diodos tienen una tensión umbral de valor $V_T=0.7V$.

Problema 15

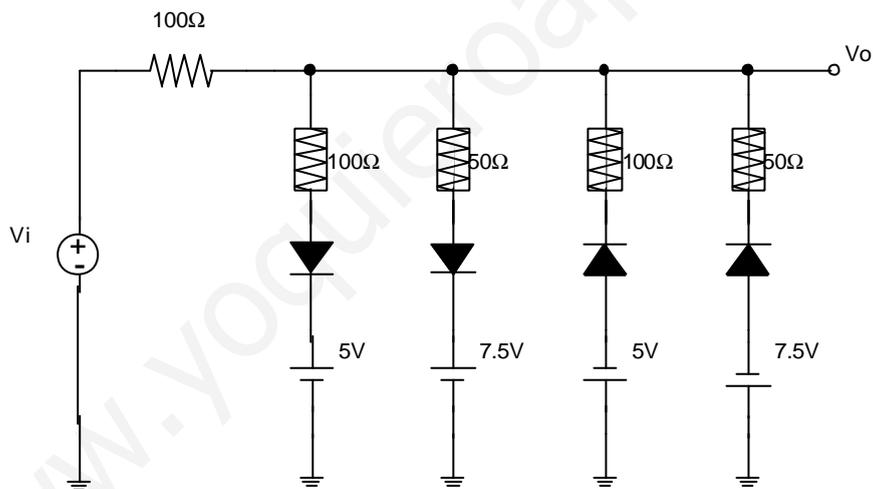
El diodo utilizado en el circuito de la figura tiene una tensión umbral de 0.7V.

- Escribir una ecuación para V_o en función de V_i cuando el diodo está cortado.
- Hallar la tensión de entrada para la que el diodo empieza justo a conducir.
- Escribir una ecuación para V_o en función de V_i cuando el diodo está conduciendo.



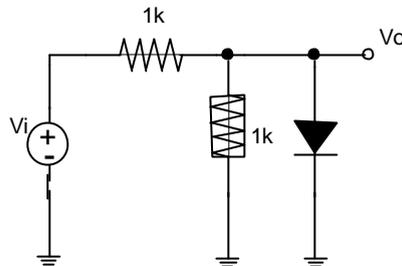
Problema 16

Al circuito de la figura se le aplica una señal triangular simétrica de ± 15 V de amplitud y 100ms de periodo. Representar las formas de onda de entrada y salida.



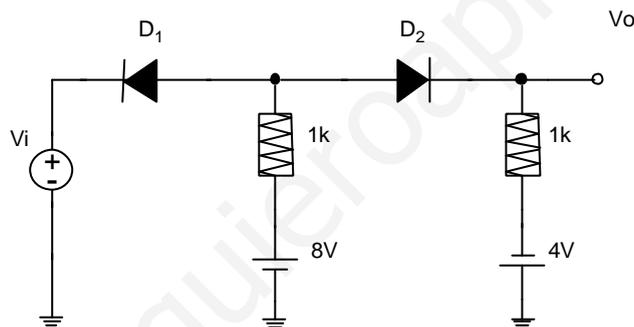
Problema 17

En el siguiente circuito, calcular y representar la tensión de salida si la señal de entrada es una onda cuadrada de 20 V de amplitud. Utilizar para el diodo el modelo a tramos lineales con: $V_T=0.7V$, $V_Z=5V$, $R_S=0\Omega$, $R_Z=500\Omega$.



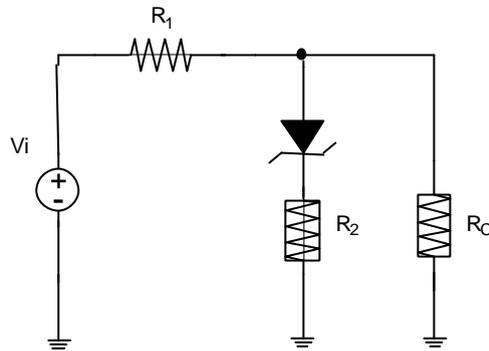
Problema 18

Al circuito de la figura le entra una onda cuadrada cuyos valores mínimo y máximo son 0V y 9V. Obtener la forma de onda y niveles de tensión de salida.



Problema 19

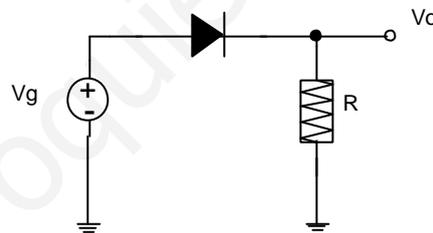
Para el circuito de la figura calcular el margen de tensiones de entrada para que el diodo esté en región activa directa, en la región de corte y en la región zéner en función de V_T y V_Z . Datos: $R_2=2R_1=2R_C$.



Problema 20

a) En el circuito rectificador de la figura, la señal senoidal de entrada tiene un valor eficaz de 120 V. Asumiendo que el diodo es ideal, seleccionar un valor adecuado de R para que la corriente de pico del diodo no sea superior a 0.1A. ¿Cuál es el máximo valor de la tensión inversa que aparecerá en el diodo?.

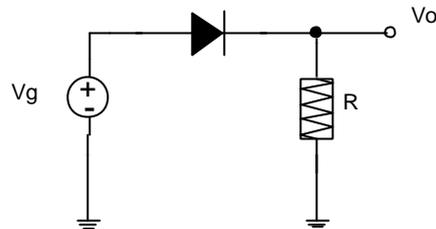
b) Repetir el problema suponiendo que el diodo tiene una tensión umbral de valor $V_T=0.7V$.



Problema 21

En el circuito siguiente, el diodo actuará como rectificador de media onda. Se desea conocer:

- Forma de onda de la tensión en la resistencia y en el diodo.
- Potencia disipada en la resistencia de carga y en el diodo.

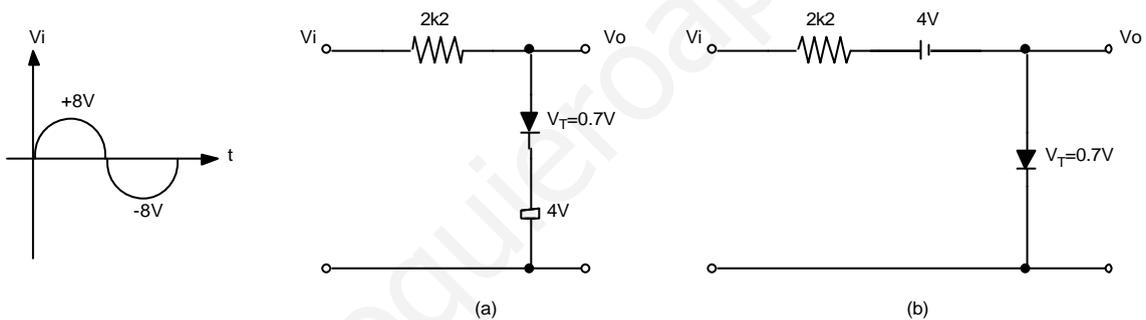


Datos:

V_g	V_T	$V_{Dm\acute{a}x}$	$I_{Dm\acute{a}x}$	R
$220V_{ef}$	$0.7V$	$1.2V$	$3A$	120Ω

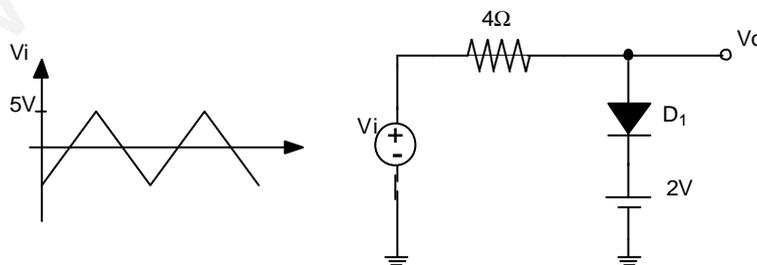
Problema 22

Dibujar V_o para los circuitos que se muestran en la figura:



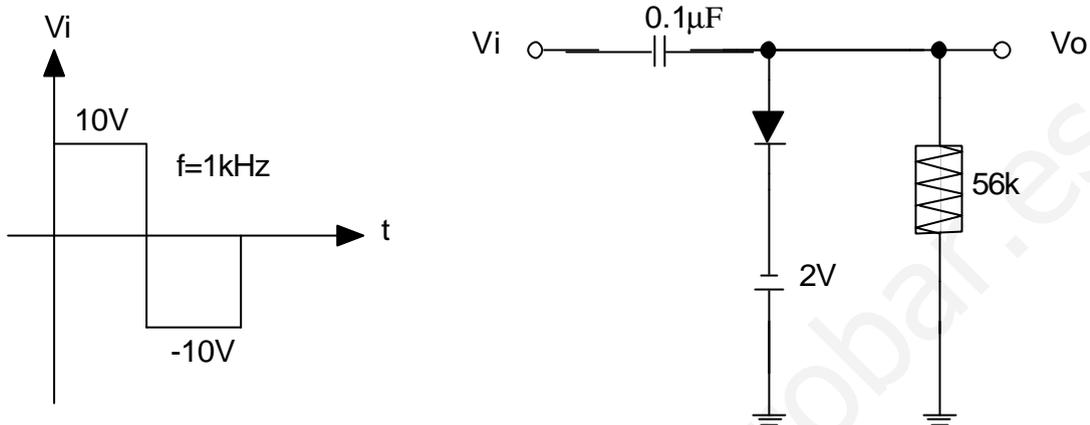
Problema 23

Hallar V_o en el circuito de la figura. Los parámetros característicos del diodo son los siguientes: $V_T=0.7V$, $V_Z=4V$, $R_S=1\Omega$, $R_Z=2\Omega$.



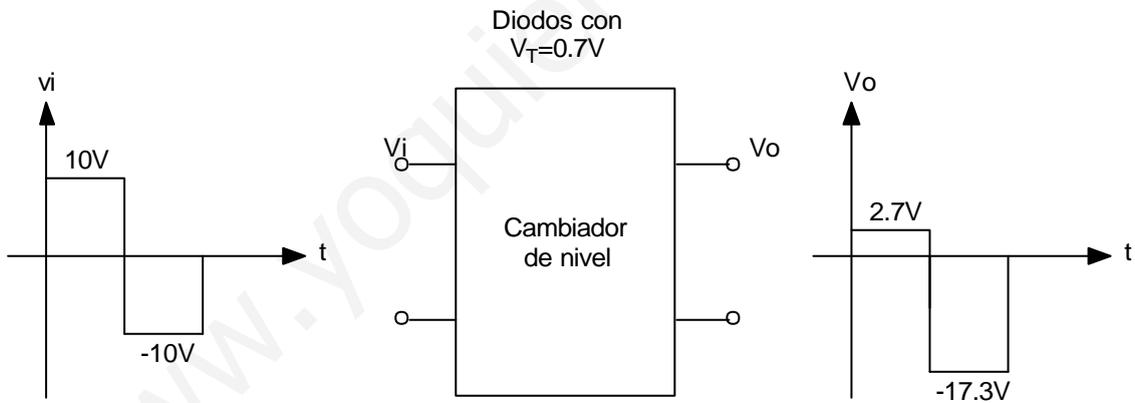
Problema 24

Dibujar V_o para el circuito que se muestra en la figura y comprobar si el circuito cumple las restricciones temporales para su correcto funcionamiento:



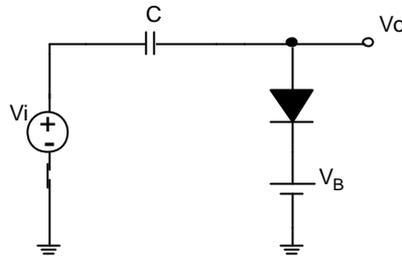
Problema 25

Diseñar un circuito cambiador de nivel para llevar a cabo la función que se indica en la figura:



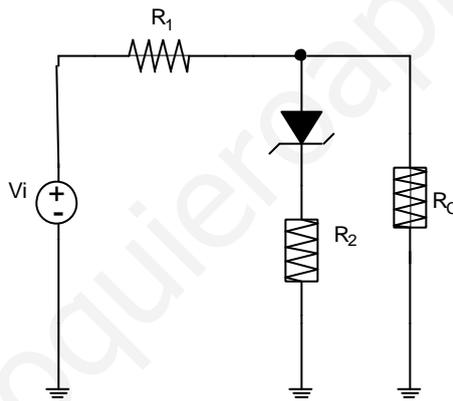
Problema 26

En el siguiente circuito, calcular y representar la tensión de salida si la señal de entrada es sinusoidal y de amplitud V_P ($V_P > V_B$). $V_i = V_P \cdot \text{sen}(\omega \cdot t)$



Problema 27

Hallar los valores máximo y mínimo de V_b en el circuito regulador de la figura. El zéner de 5V tiene una corriente inversa mínima de 10mA, y su potencia disipada máxima es 1W. Suponer que el diodo zéner tiene una resistencia asociada de $R_z = 25\Omega$



TECNOLOGÍA Y COMPONENTES ELECTRÓNICOS Y FOTÓNICOS

3

PROBLEMAS de transistores bipolares

TECNOLOGÍA Y COMPONENTES ELECTRÓNICOS Y FOTÓNICOS

PROBLEMAS CON SOLUCION

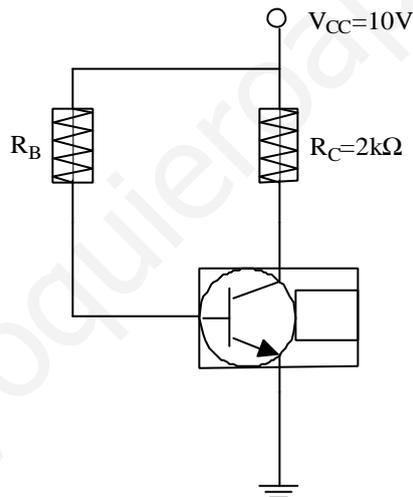
Problema 1

Determinar la región de funcionamiento y los valores de I_B , I_C y V_{CE} en el circuito de la figura, siendo R_B igual a:

a) $300\text{k}\Omega$

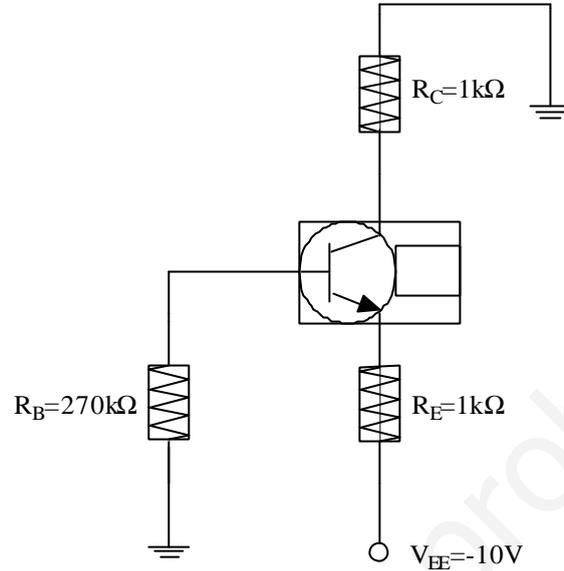
b) $150\text{k}\Omega$

El transistor empleado tiene $\beta_F=100$ y una $V_{Cesat}=0.2\text{V}$. Prescindir de las corrientes de saturación inversas.



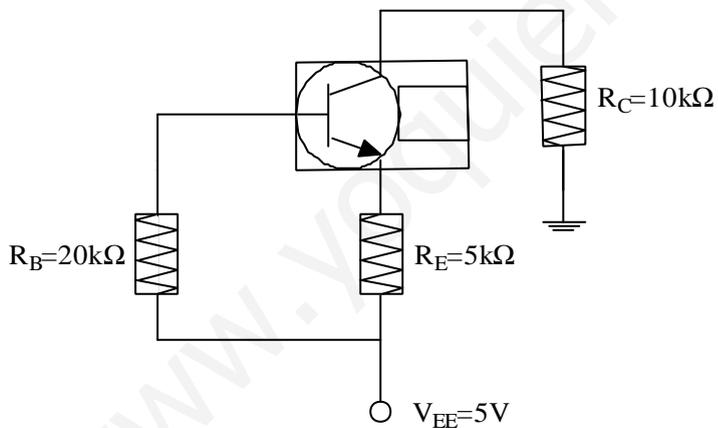
Problema 2

- a) Determinar los valores de I_C y V_{CE} en el circuito de la figura. El transistor tiene $\beta_F=100$.
b) ¿Cuál es el mínimo valor de R_C para que el transistor esté justamente saturado?



Problema 3

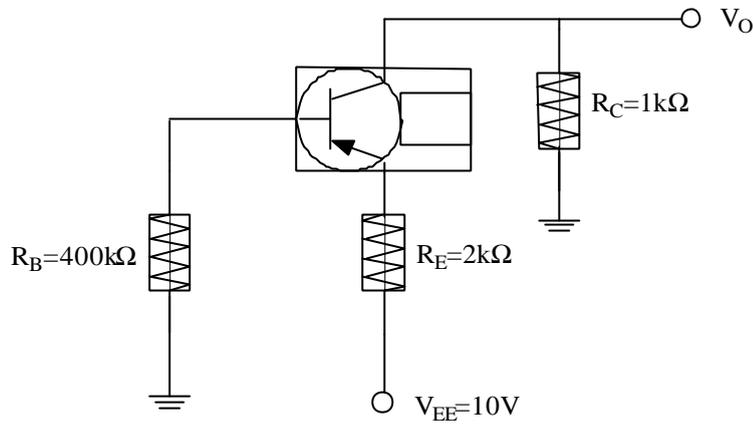
- Determinar los valores de I_C y V_{CE} en el circuito de la figura. El transistor tiene $\beta_F=125$ y $\beta_R=2$.



Problema 4

El transistor empleado en el circuito representado tiene $\beta_F=150$ y una corriente inversa de saturación despreciable.

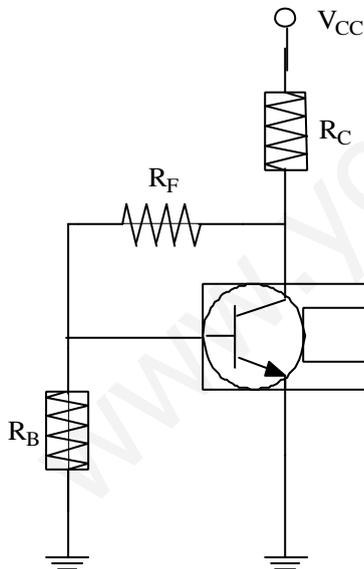
- Determinar los valores de I_C y V_{EC} .
- Repetir a) con $\beta_F=50$.



Problema 5

En el circuito representado se emplea un transistor con $\beta_F=99$ y corriente inversa de saturación despreciable. Los valores son $V_{CC}=10V$, $R_C=2.7k\Omega$ y $R_F=180k\Omega$, estando R_B en circuito abierto.

- Calcular los valores de I_C y V_{CE} .
- Repetir a) con $\beta_F=199$.



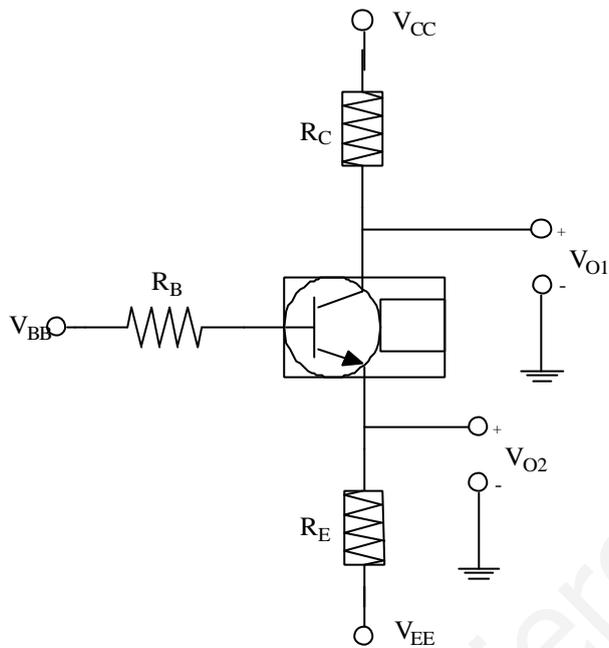
Problema 6

El circuito representado emplea un transistor con $\beta_F=100$ y los parámetros $V_{CC}=15V$, $V_{EE}=-15V$, $V_{BB}=0V$, $R_C=0.5k\Omega$, $R_E=1k\Omega$, y $R_B=44k\Omega$.

Determinar V_{O1} y V_{O2} .

¿Qué nuevo valor de R_C hace que $V_{O1}=0$?

¿Qué nuevo valor de R_E hace que $V_{O2}=0$?

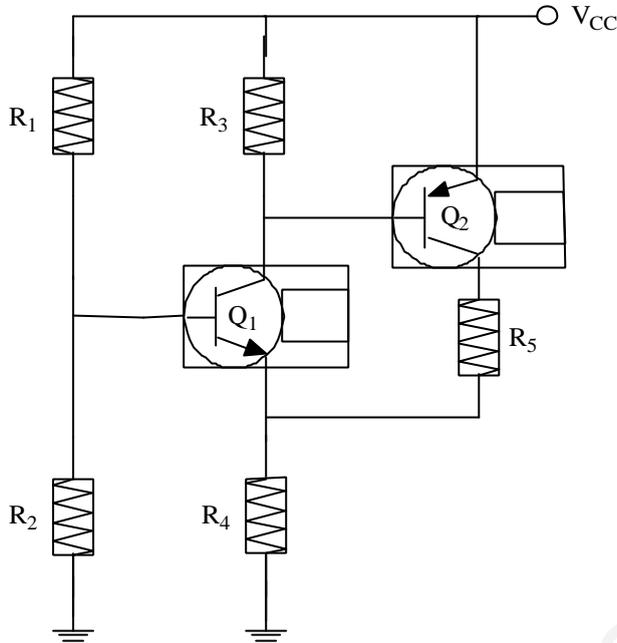


Problema 7

Determinar el valor de V_{BB} en el circuito de la figura anterior con el que justamente se satura el transistor.

Problema 8

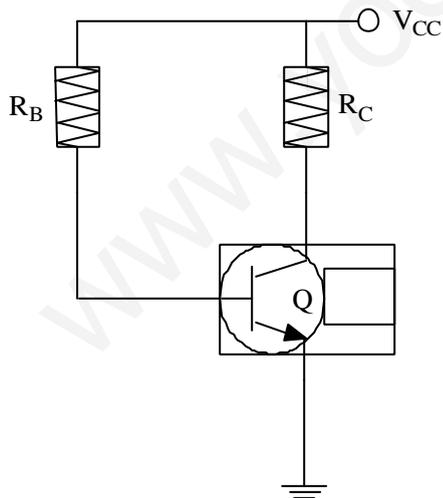
Determinar el punto de trabajo de los transistores Q1 y Q2 en el circuito de la figura, con los valores $V_{CC}=10V$, $R_1=R_2=22k\Omega$, $R_3=R_4=R_5=1.2k\Omega$, $\beta_1=\beta_2=100$ y $|V_{BE}|=0.6V$



Problema 9

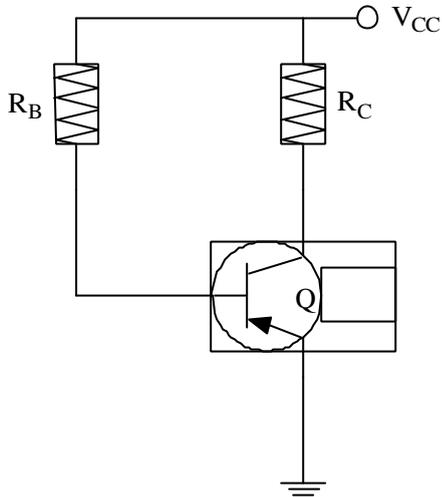
En el circuito con transistor de la figura, con los valores $V_{CC}=10V$, $R_B=680k\Omega$, $R_C=1.8k\Omega$, $\beta_F=200$ y $|V_{BE}|=0.65V$ determinar:

- El punto de trabajo del transistor Q.
- Representar el punto de trabajo sobre las curvas características de salida $I_C=f(V_{CE}, I_B)$.



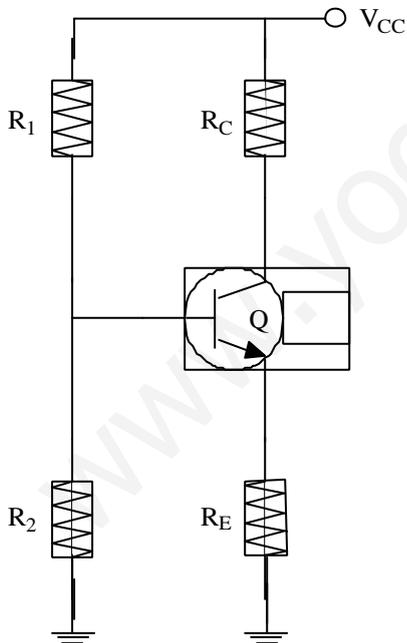
Problema 10

En el circuito de la figura, con los valores $V_{CC} = -10V$, $R_C = 1.8k\Omega$ y $V_{BE} = -0.65V$, hallar el valor necesario de R_B para que el transistor Q esté situado en zona activa directa con $I_C \geq 2mA$ para $50 \leq \beta_F \leq 100$.



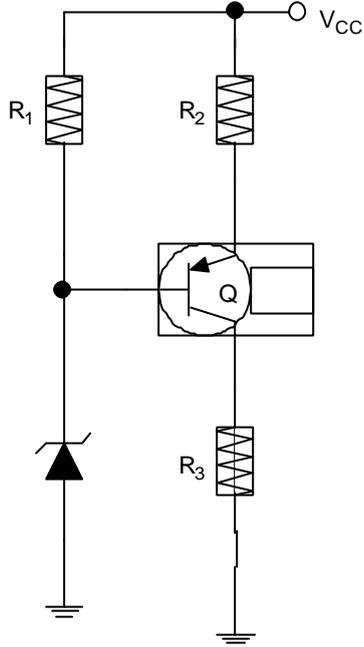
Problema 11

Determinar los valores de R_1 , R_2 y R_E para que el transistor Q de la figura con los valores $V_{CC} = 12V$, $R_C = 3.3k\Omega$, $\beta_F = 62$, $V_{BE} = 0.6V$ e $I_{CB0} = 1\mu A$, esté situado en el punto de trabajo $V_{CEQ} = 5V$, $I_{CQ} = 1.6mA$. El factor de estabilidad frente a variaciones de I_{CB0} es $S_{I_{CB0}}^{I_C} = 10$.



Problema 12

Determinar el valor de las resistencias R_1 , R_2 y R_3 en el circuito de la figura, con los valores $V_{CC}=20V$, $I_{R1}=13.75mA$, $V_Z=12V$, $R_Z=22\Omega$, $V_{EC}=4V$, $I_E=2.5mA$, $\beta_F=99$, $V_{EB}=0.7V$ y $V_{CEsat}=0V$. ¿Qué sucede si se aumenta el valor óhmico de R_3 ?

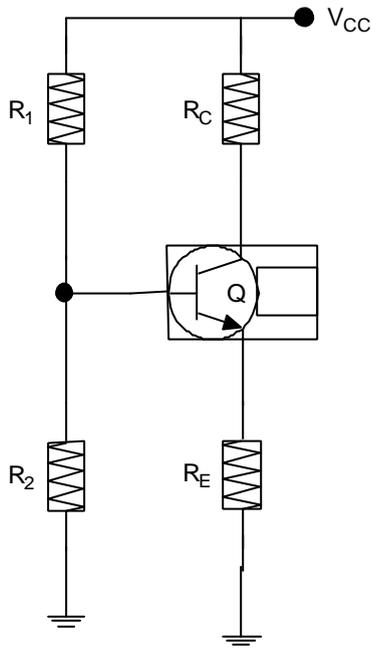


www.yoquieroaprobar.es

Problema 13

En el circuito que se muestra en la figura, con los valores $V_{CC}=12V$, $V_{CE}=5V$, $I_C=2mA$, $R_E=820\Omega$, $R_T= R_1 // R_2=5.33k\Omega$, $\beta_F=290$ y $V_{BE}=0.6V$, determinar:

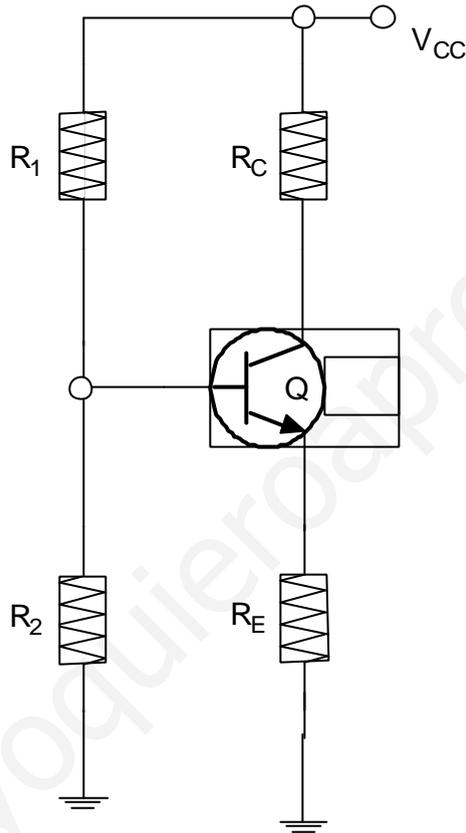
- Valor de R_1 , R_2 y R_C si $I_{CB0}=0$.
- Representar el punto de trabajo a partir de las curvas características y de la recta de carga estática.



www.yoquieroaprobar.es

Problema 14

El transistor tipo 2N335, empleado en el circuito de la figura, puede tener cualquier valor de β comprendido entre 36 y 90 a la temperatura de 25°C, y la corriente inversa de saturación I_{CBO} tiene efectos despreciables sobre el valor de I_C a temperatura ambiente. Si $V_{CC}=20V$ y $R_C=4k\Omega$, determinar el valor de las resistencias R_1 , R_2 y R_E para que el transistor esté situado en el punto de trabajo $V_{CEQ}=10V$, $I_{CQ}=2mA$, con $V_{BE}=0.65V$, y el valor de la corriente I_C esté comprendido entre 1.75mA y 2,25mA cuando β varíe desde 36 a 90.



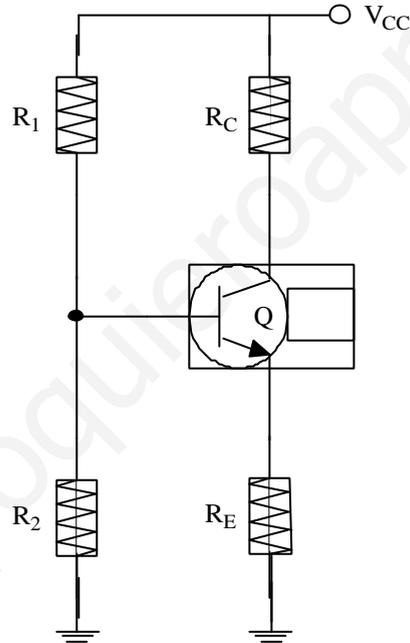
Problema 15

En el circuito autopolarizado de la figura, $R_E=4.7k\Omega$, $R_T=R_1 // R_2=7.75k\Omega$. La tensión de alimentación del colector y R_C se ajustan para establecer una corriente de colector de $1.5mA$ a $25^\circ C$.

- Determinar las variaciones de I_C en el margen de temperaturas de $-65^\circ C$ a $+175^\circ C$ cuando se emplea el transistor de silicio de la Tabla 1.
- Repetir a) para el margen de temperaturas de $-65^\circ C$ a $+75^\circ C$ cuando se emplea el transistor de germanio correspondiente a la Tabla 2.

TABLA 1 Parámetros Transistor de Silicio			
T^a ($^\circ C$)	-65	+25	+175
I_{CB0} (nA)	1.95×10^{-3}	1.0	33000
β	25	55	100
V_{BE} (V)	0.78	0.6	0.225

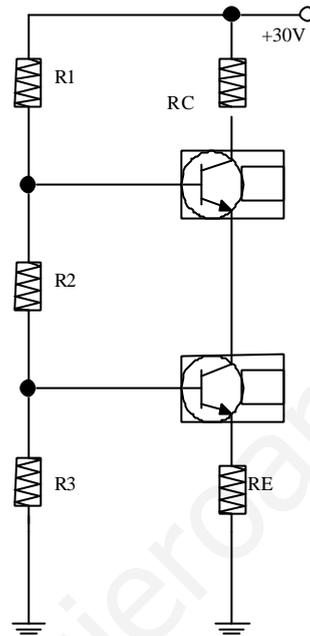
TABLA 2 Parámetros Transistor de Germanio			
T^a ($^\circ C$)	-65	+25	+75
I_{CB0} (μA)	1.95×10^{-3}	1.0	32
β	20	55	90
V_{BE} (V)	0.38	0.2	0.1



PROBLEMAS SIN SOLUCION

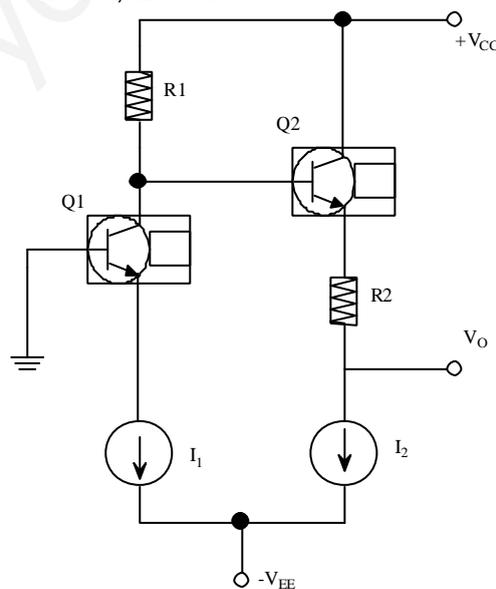
Problema 16

En el circuito de la figura ambos transistores son iguales y de características siguientes: β_F entre 100 y 450; $V_{BE}=0.7V$ y $V_{CEsat}=0.2V$. Se pide polarizar adecuadamente los transistores para que la I_C de ambos sea de 1mA y la $V_{CEQ}=V_{CC}/4$.



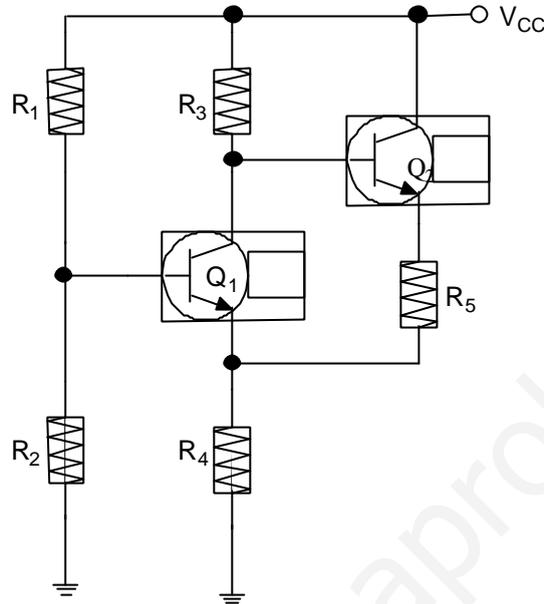
Problema 17

Del siguiente circuito se sabe que los dos transistores son iguales y con $\beta_F=250$ y $V_{BE}=0.6V$. Se pide calcular R_1 y R_2 para que $V_{CE1}=7.5V$ y $V_O=0V$
 Datos: $V_{CC}=V_{EE}=15V$; $I_1=0.5mA$, $I_2=4mA$



Problema 18

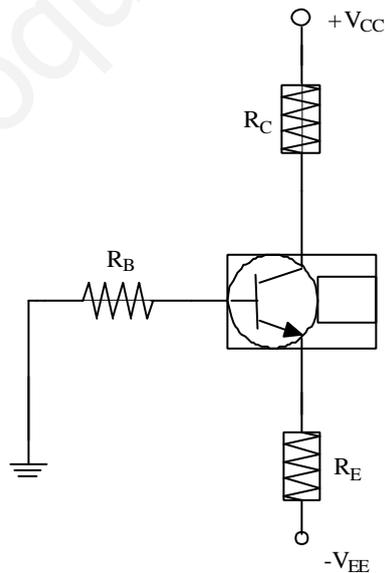
Calcular las resistencias de polarización del circuito siguiente para que: $I_{C1}=I_{C2}=0.5\text{mA}$; $V_{CE1}=12\text{V}$ y $V_{CE2}=9\text{V}$. Siendo los dos transistores exactamente iguales y con $\beta_F=250$ y $V_{BE}=0.6\text{V}$



Problema 19

A partir del circuito de la figura y sabiendo que $R_C=5.1\text{ k}\Omega$; $R_E=10\text{ k}\Omega$; $R_B=6.8\text{ k}\Omega$, $V_{BE}=0.7\text{ V}$; $V_{EE}=15\text{ V}$; $V_{CC}=15\text{ V}$. Calcular:

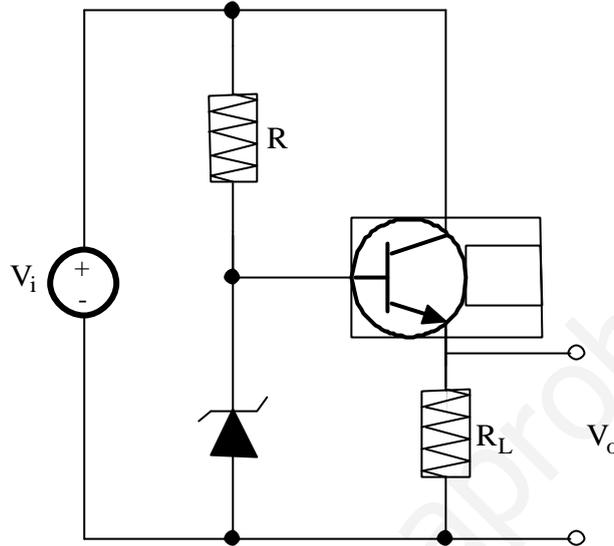
- Tensión en el colector, V_C
- Resolver el ejercicio conocida ahora $\beta_F=100$



Problema 20

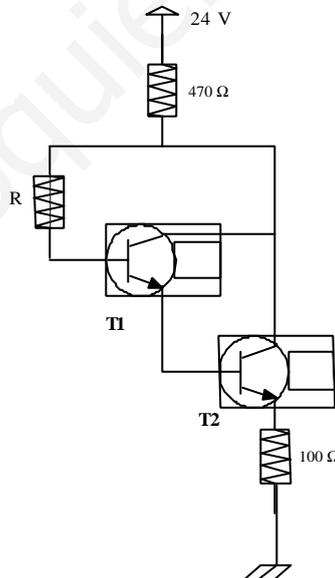
En el circuito estabilizador de la figura y para una tensión de entrada $V_i=10\text{ V}$, hallar la resistencia R para obtener 5 V nominales de tensión en la salida y la potencia disipada por el zener.

Datos: $V_Z=5.55\text{ V}$; $R_Z=2\ \Omega$; $R_L=10\ \Omega$; $\beta=19$



Problema 21

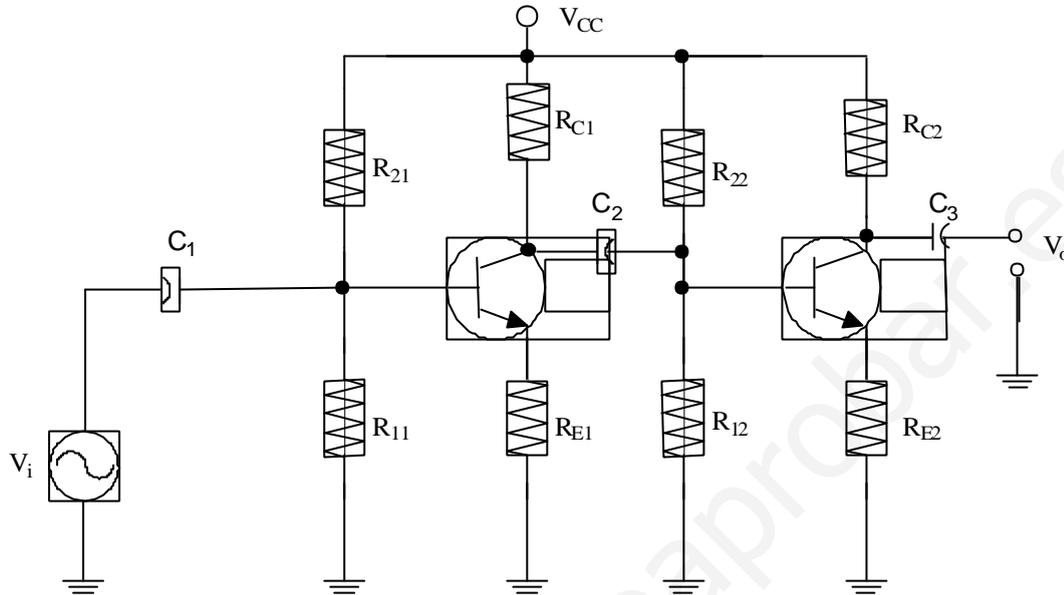
En el circuito de la figura determinar el valor de R , sabiendo que $V_{CE2}=6\text{V}$; $\beta_1=39$; $\beta_2=24$



Problema 22

La figura muestra un amplificador de dos etapas iguales. ¿Cuáles son las tensiones en continua del emisor y colector en cada etapa?

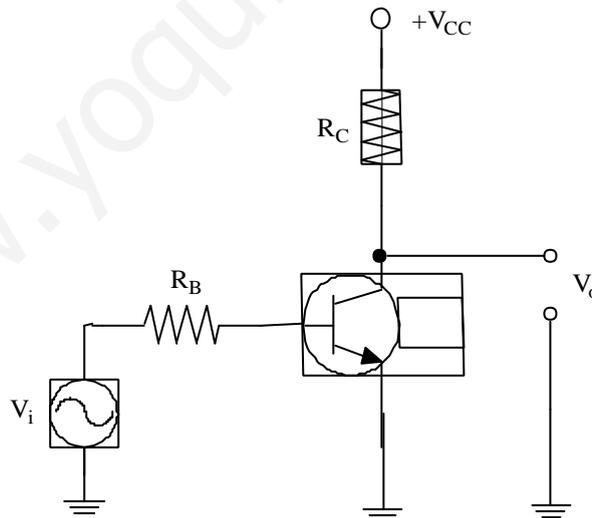
Datos: $V_{CC}=15\text{ V}$; $R_{21}=R_{22}=5.6\text{ k}\Omega$; $R_{12}=R_{12}=1\text{ k}\Omega$; $R_{C1}=R_{C2}=470\ \Omega$; $R_{E1}=R_{E2}=120\ \Omega$



Problema 23

¿Qué condición debe cumplir R_C para que el circuito sea un inversor?

Datos: $V_{CC}=10\text{ V}$; $R_B=10\text{ k}\Omega$; $V_{BE}=0.7\text{ V}$; $\beta=100$

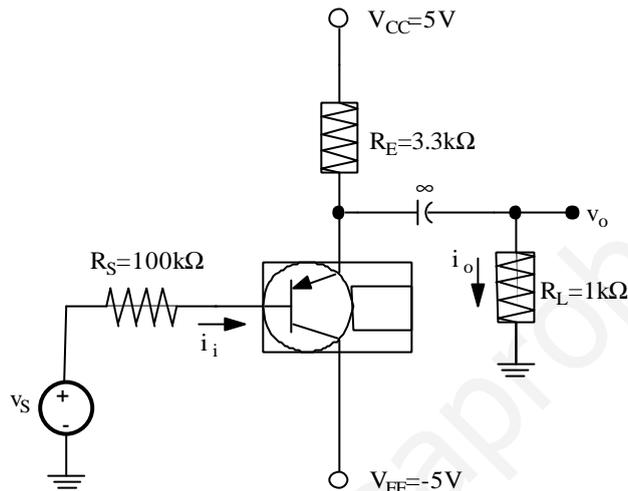


PROBLEMAS CON SOLUCION

Problema 24

En el circuito amplificador de la figura, calcular la impedancia de entrada Z_{IN} y la ganancia de tensión $A_v=V_o/V_s$ expresada en dB, teniendo en cuenta que $\beta=50$.

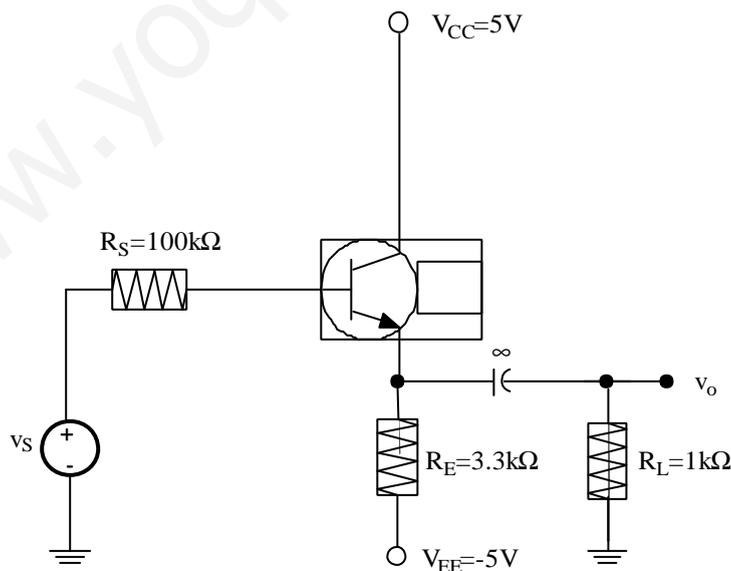
Si la amplitud máxima de la señal v_e es de 5mV, ¿cuál es el valor máximo de señal aplicable a la entrada del amplificador?. ¿Cuál es el correspondiente valor de señal a la salida del amplificador?.



Problema 25

En el circuito amplificador de la figura, la fuente de señal v_s se acopla directamente a la base del transistor. Si la componente de continua de v_s es cero, hallar el valor de la corriente de emisor en continua I_E , teniendo en cuenta que $\beta=120$.

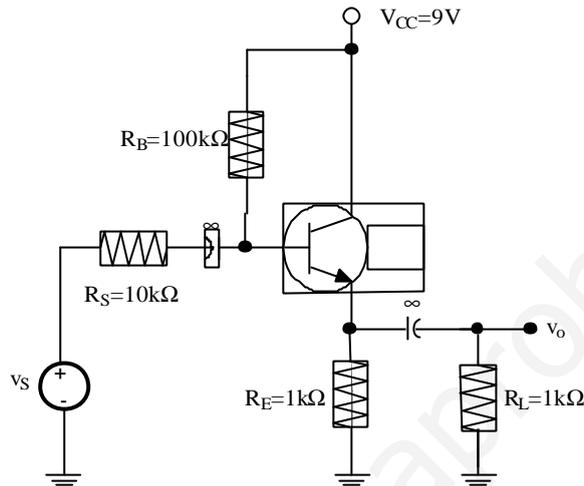
Calcular la impedancia de entrada Z_{IN} y la impedancia de salida Z_{OUT} , así como la ganancia de tensión $A_v=V_o/V_s$, expresada en dB.



Problema 26

En el circuito amplificador de la figura, el transistor bipolar utilizado tiene un valor de β comprendido en el rango $20 \leq \beta \leq 200$. Calcular, para los valores extremos de β ($\beta=20$ y $\beta=200$):

- El valor de I_E , V_E y V_B .
- La impedancia de entrada Z_N .
- La ganancia de tensión $A_V=V_O/V_S$, expresada en dB.

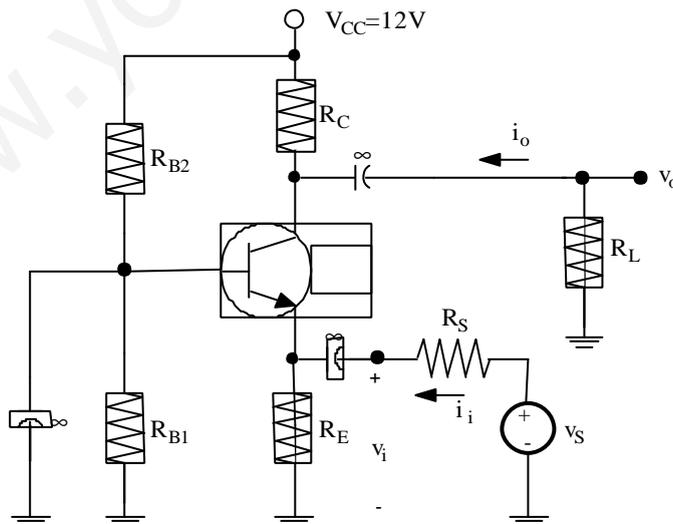


Problema 27

En el amplificador de la figura, calcular, bajo la condición de pequeña señal:

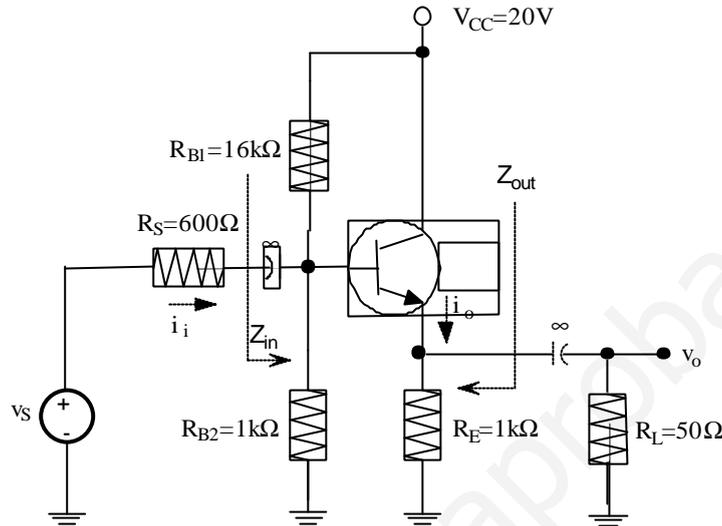
- Ganancias de tensión $A_{V1}=V_O/V_i$ y $A_{V2}=V_O/V_S$, expresadas en dB.
- Impedancia de entrada Z_N .
- Ganancia de corriente $A_I=i_o/i_i$, expresadas en dB.
- Impedancia de salida Z_{OUT} .

Considerar que $V_{CC}=12V$, $R_{B1}=150k\Omega$, $R_{B2}=39k\Omega$, $R_E=1k\Omega$, $R_C=2.7k\Omega$, $R_S=600\Omega$ y $R_L=33k\Omega$, siendo la β del transistor bipolar utilizado de valor 222.



Problema 28

En el amplificador de la figura, calcular la impedancia de entrada Z_{IN} y la impedancia de salida Z_{OUT} , así como la ganancia de corriente $A=i_o/i_i$ y la ganancia de tensión $A_v=V_o/V_s$ expresadas en dB, teniendo en cuenta que la β del transistor bipolar utilizado es 100. Explicar el porqué del valor de ganancia de tensión A_v obtenido, y cómo se podría aumentar.

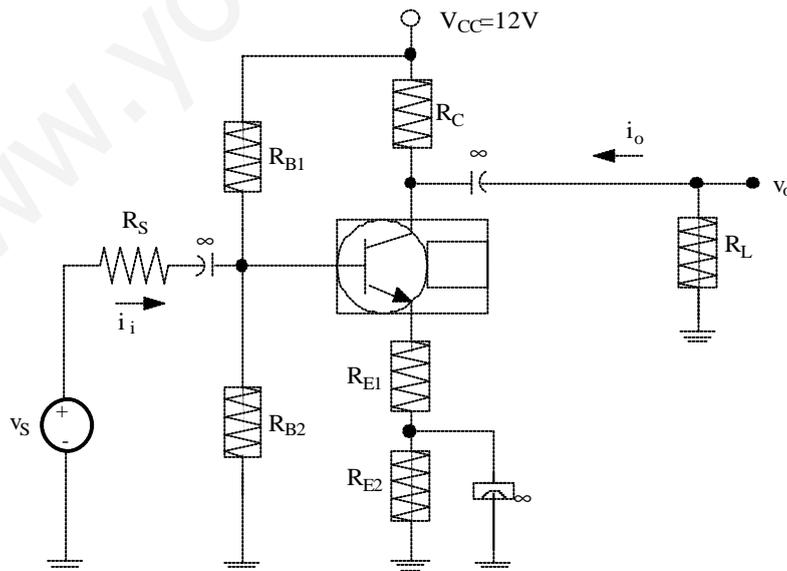


Problema 29

En el amplificador de la figura, calcular, bajo la condición de pequeña señal:

- Ganancia de tensión $A_v=V_o/V_s$, expresada en dB.
- Impedancia de entrada Z_{IN} .
- Ganancia de corriente $A=i_o/i_i$, expresada en dB.
- Impedancia de salida Z_{OUT} .

Considerar que $V_{CC}=12V$, $R_{B1}=115k\Omega$, $R_{B2}=27k\Omega$, $R_C=1.8k\Omega$, $R_{E1}=22\Omega$, $R_{E2}=470\Omega$, $R_S=100\Omega$ y $R_L=1k\Omega$, siendo la β del transistor bipolar utilizado 330.



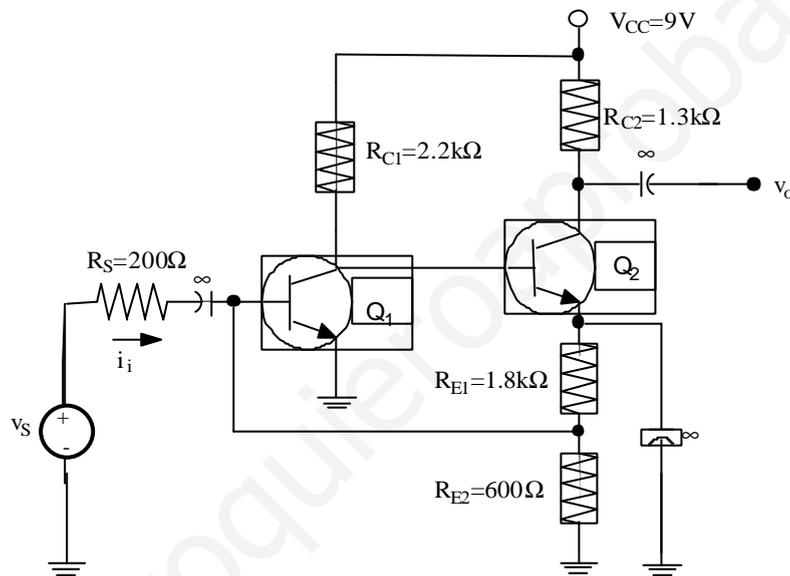
Problema 30

Diseñar un amplificador de una única etapa que cumpla las siguientes especificaciones:

- Impedancia de entrada $Z_{IN}=25k\Omega$.
- Impedancia de salida $Z_{OUT}=600\Omega$.
- Módulo de la ganancia de tensión en circuito abierto $A_{V0}=13.98dB$.
- Margen dinámico, sobre una carga $R_L=600\Omega$, de $3V_p$ (limitado por el corte del transistor).
- En el diseño del amplificador se utilizará $V_{CC}=14V$ y un transistor bipolar NPN de $\beta=330$.

Problema 31

En el circuito amplificador de la figura, calcular el punto de trabajo de cada transistor, la ganancia de tensión $A_V=V_o/V_S$ expresada en dB, y el margen dinámico, teniendo en cuenta que en ambos transistores $\beta=100$, $V_{BE}=0.7$ e $V_B \approx 0$.

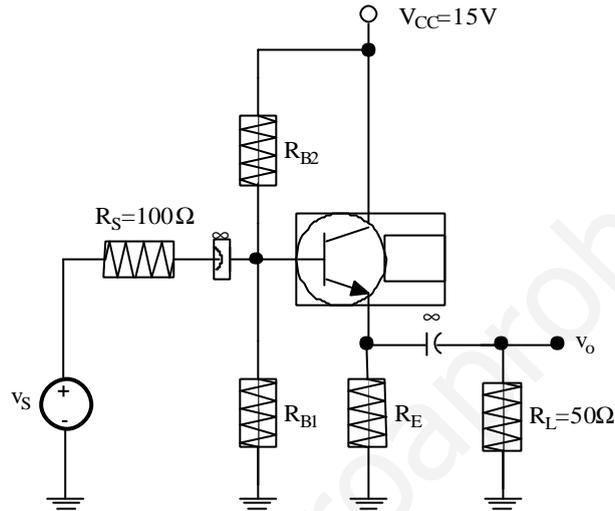


Problema 32

En el amplificador CASCODO de la figura, calcular, bajo la condición de pequeña señal:

- Ganancia de tensión $A_V = V_O/V_S$, expresada en dB.
- Impedancia de entrada Z_{IN} .
- Impedancia de salida Z_{OUT} .

Considerar que $R_{C1}=200\Omega$, $R_{C2}=5.6k\Omega$, $R_E=200\Omega$, $R_{B1}=10k\Omega$, $R_{B2}=30k\Omega$, $R_{B3}=68k\Omega$, $R_S=100\Omega$ y $R_L=50\Omega$, siendo la β de los transistores bipolares Q_1 y Q_2 de valor 330.

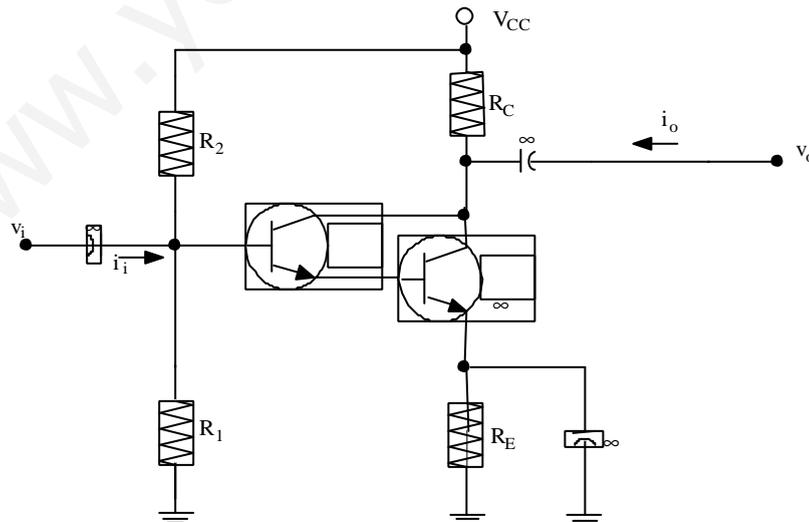


Problema 33

En el amplificador DARLINGTON de la figura, calcular, bajo la condición de pequeña señal:

- Ganancia de tensión $A_V = V_O/V_S$, expresada en dB.
- Impedancia de entrada Z_{IN} .

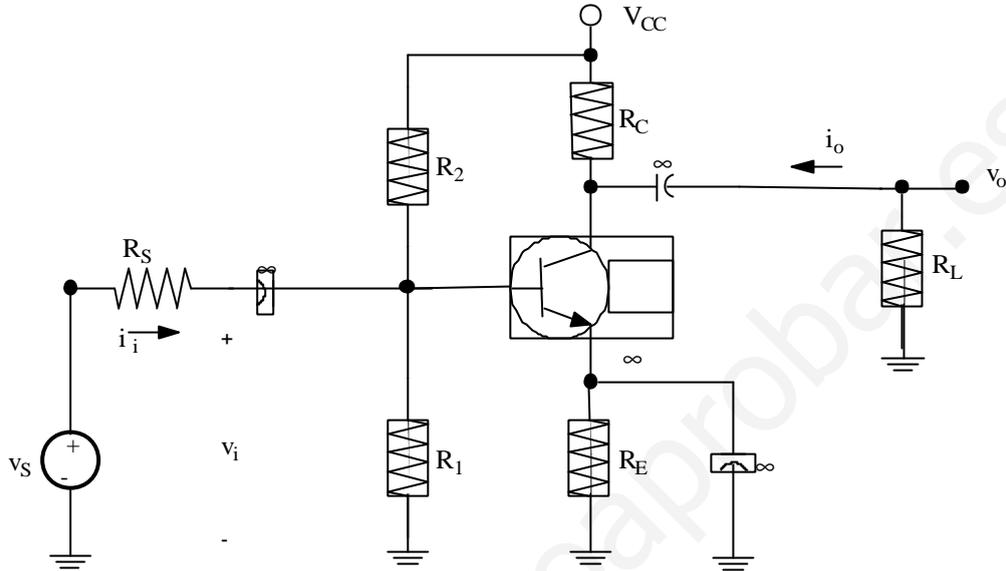
Considerar que $R_C=2.2k\Omega$, $R_E=1k\Omega$, $R_1=100k\Omega$, $R_2=270k\Omega$, $V_{CC}=10V$, siendo la β de los transistores bipolares Q_1 y Q_2 de valor 100 y $V_{BE1}=V_{BE2}=0.6$.



PROBLEMAS SIN SOLUCION

Problema 34

Hallar el circuito equivalente del amplificador de la figura.

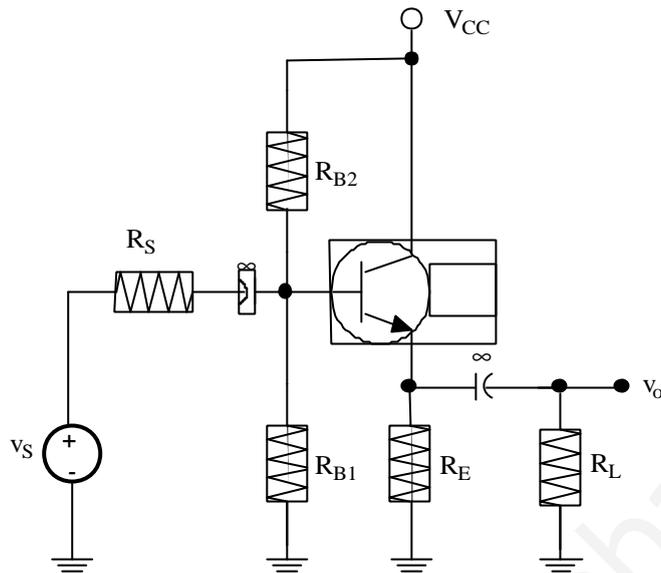


Problema 35

Sea la etapa en colector común de la figura con una resistencia de carga $R_L=500\Omega$ conectada a su salida y un generador de señal V_S con resistencia equivalente $R_S=1k\Omega$ conectado a su entrada:

- Determinar el punto de trabajo del circuito (I_{CQ} , V_{CEQ} , V_{oQ}).
- Dibujar el modelo de pequeña señal del circuito
- Calcular la ganancia $A=V_o/V_S$ y los márgenes dinámicos de V_o
- Calcular la ganancia de potencia en pequeña señal

Datos: $V_{BE}=0.7\text{ V}$; $V_{CEsat}=0.2\text{ V}$; $\beta=100$; $V_{CC}=12\text{ V}$; $R_{B2}=100\text{ k}\Omega$; $R_{B1}=50\text{ k}\Omega$; $R_E=10\text{ k}\Omega$



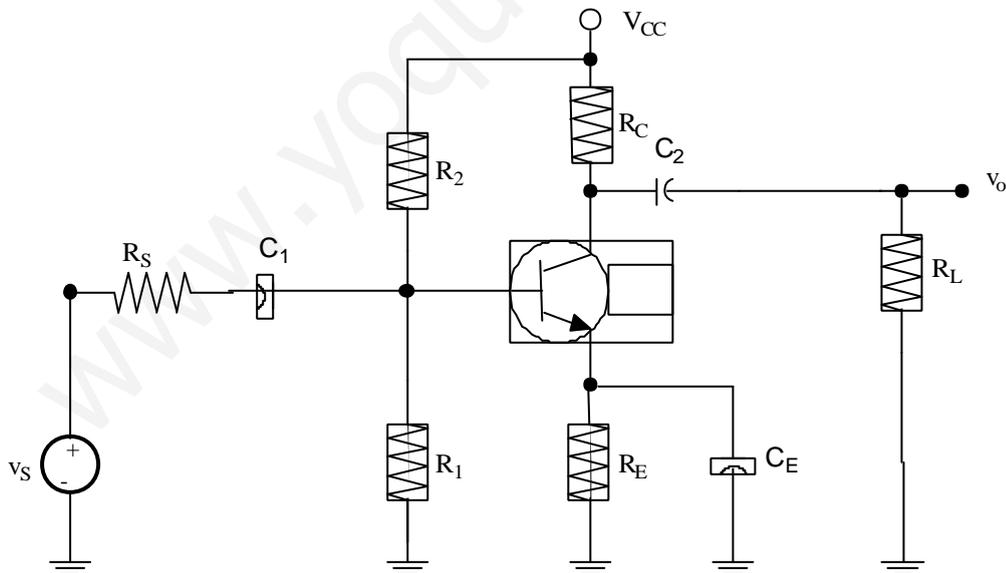
Problema 36

Para el amplificador en base común de la figura con un generador v_s - R_s conectado a su entrada, se pide:

- Hallar las expresiones de la resistencia de entrada y de salida
- Hallar la expresión de la ganancia de tensión
- Si $\beta=100$; $R_s=600\ \Omega$; $R_E=10\ \text{k}\Omega$ y $R_L=10\ \text{k}\Omega$, hallar el valor de R_i , R_o y G_v

Problema 37

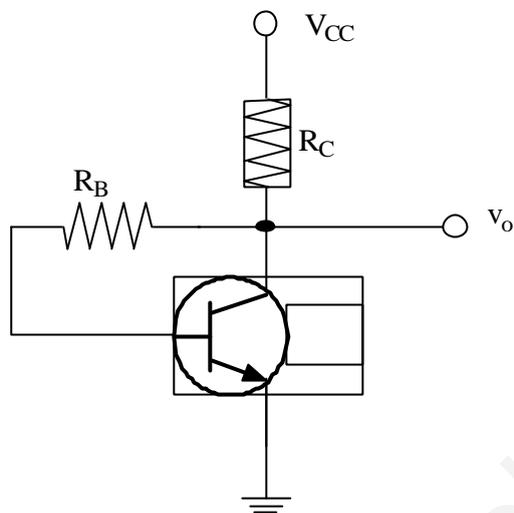
Para el circuito amplificador de la figura, calcular las magnitudes dinámicas que conozcas. Datos: $V_{CC}=15\ \text{V}$; $V_{BE}=0.7\ \text{V}$; $\beta_F=200$; $R_1=30\ \text{k}\Omega$; $R_2=120\ \text{k}\Omega$; $R_E=2\ \text{k}\Omega$; $R_C=8\ \text{k}\Omega$; $R_L=12\ \text{k}\Omega$



Problema 38

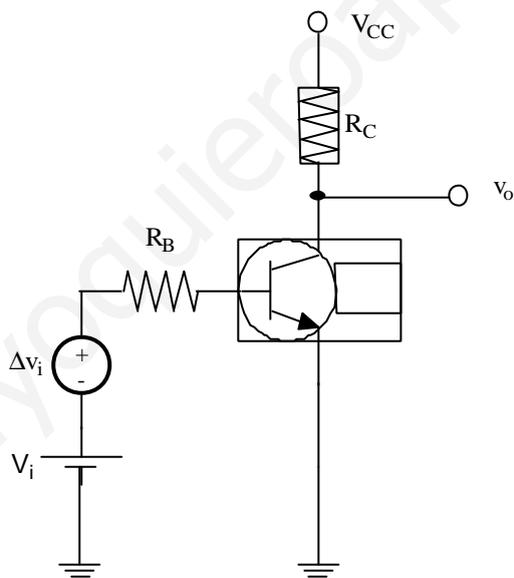
En el circuito que se muestra en la figura, con los valores $V_{CC}=15\ \text{V}$, $R_B=400\ \text{k}\Omega$, $R_C=1\ \text{k}\Omega$, $\beta_F=200$ y $V_{BE}=0.7\ \text{V}$, determinar las corrientes de base y colector del transistor bipolar.

Obtener el modelo en pequeña señal del siguiente circuito utilizando el modelo híbrido en π y el modelo en T de pequeña señal.



Problema 39

Obtener el modelo en pequeña señal del siguiente circuito utilizando el modelo híbrido en π y el modelo en T de pequeña señal, siendo $V_i=1V$; $\beta=100$



TECNOLOGÍA Y COMPONENTES ELECTRÓNICOS Y FOTÓNICOS

4

PROBLEMAS de transistores MOS

TECNOLOGÍA Y COMPONENTES ELECTRÓNICOS Y FOTÓNICOS

PROBLEMAS RESUELTOS

Problema 1

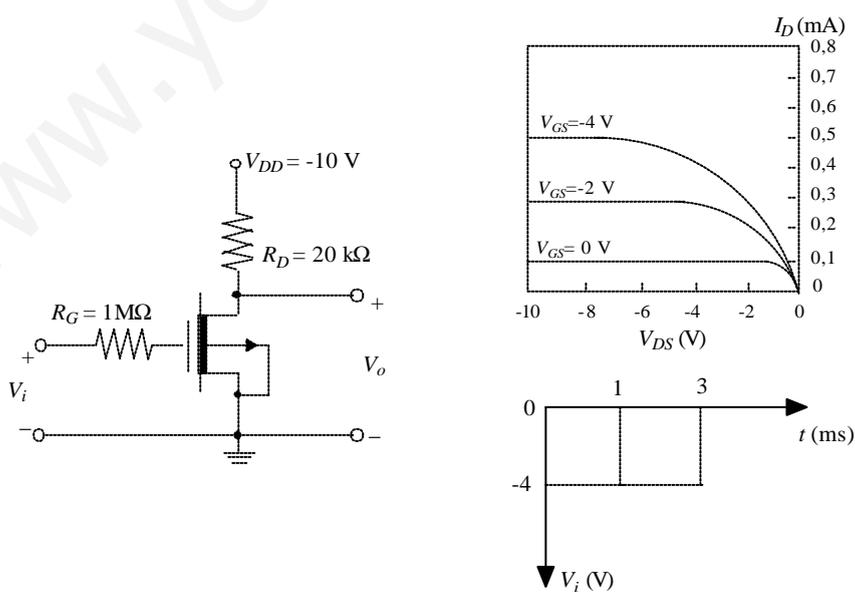
Determinar para un transistor NMOS, con $V_T = 2 \text{ V}$ y $K \cdot (W/L) = 30 \mu\text{A/V}^2$, el valor de la corriente I_D en los siguientes casos: a) $V_{GS} = 10 \text{ V}$ y $V_{DS} = 3 \text{ V}$ b) $V_{GS} = 10 \text{ V}$ y $V_{DS} = 10 \text{ V}$ c) $V_{GS} = 1 \text{ V}$ y $V_{DS} = 10 \text{ V}$.

Problema 2

Calcular para un determinado transistor NMOS, el valor del parámetro γ que modela el efecto substrato si cuando $V_{BS} = -1,5 \text{ V}$, la tensión umbral es un 72% mayor de lo que era cuando $V_{BS} = 0 \text{ V}$. Datos $V_{DS} = 10 \text{ V}$, $V_{TO} = 1 \text{ V}$, $\phi_B = -0,25 \text{ V}$.

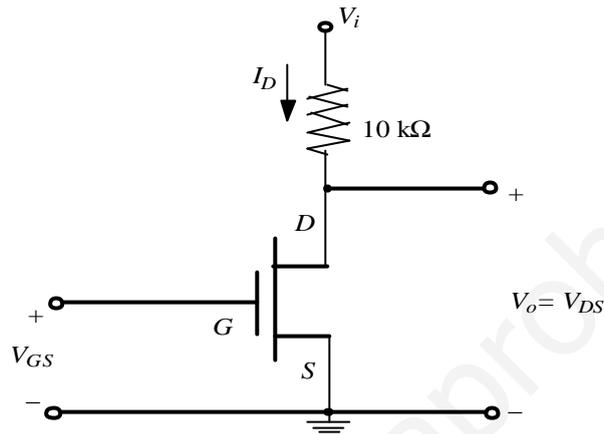
Problema 3

Dado el circuito de la figura, realizado con un transistor PMOS, y las curvas características del transistor que se indican, calcular y representar la respuesta del circuito a la señal de la figura. Supóngase despreciable el efecto de todas las capacidades.



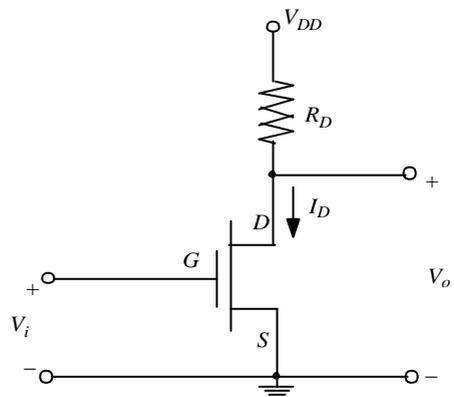
Problema 4

En el circuito de la figura, si V_i es muy pequeña, el transistor NMOS actúa como una resistencia cuyo valor puede aproximarse mediante el inverso de la pendiente en el origen de la característica $I_D(V_{GS})$. Determinar el valor que ha de tener V_{GS} para que $V_o = V_i/4$. Datos: $V_T = 1\text{ V}$, $K = 25\ \mu\text{A}/\text{V}^2$ y $W/L = 2$.



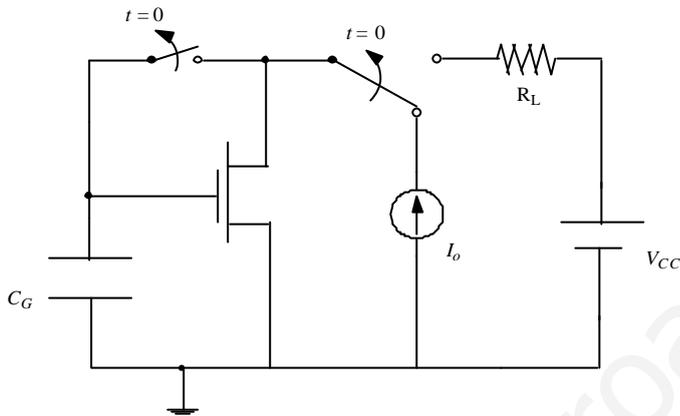
Problema 5

En el inversor de la figura, compuesto por un transistor NMOS y una resistencia, a) determinar el valor mínimo de R_D que haga que el nivel bajo a la salida sea inferior a 2 V cuando $V_i = 5\text{ V}$. b) Dibujar la característica de transferencia $V_o(V_i)$ para este valor de R_D , indicando en ella en qué región de trabajo se halla el transistor para cada valor de V_i . Datos: $V_{DD} = 5\text{ V}$, $V_T = 1\text{ V}$, $K = 20\ \mu\text{A}/\text{V}^2$ y $W/L = 2$.



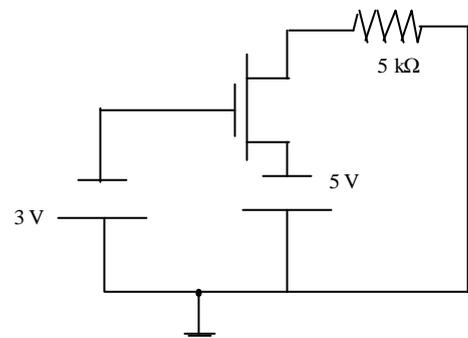
Problema 6

El circuito de la figura, basado en un transistor NMOS, se denomina coprador de corriente. Mientras $t < 0$, almacena la información de la corriente I_o generada por la fuente de corriente, para hacer pasar esta misma corriente, I_o , a través de R_L cuando $t > 0$. b) Determinar asimismo la tensión V_{GS} que se alcanzará en el condensador C_G , en régimen permanente, en el mismo intervalo. c) Determinar qué restricciones debe tener R_L para que la corriente que circule por ella sea I_o , cuando $t > 0$. Datos: $W/L = 2$, $K = 20 \mu\text{A}/\text{V}^2$, $V_T = 0,8 \text{ V}$, $V_{CC} = 10 \text{ V}$ y $I_o = 0,1 \text{ mA}$.



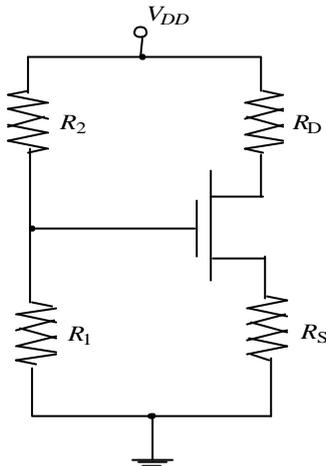
Hallar el punto Q del transistor MOS en el siguiente circuito, si $K \cdot (W/L) = 2 \text{ mA}/\text{V}^2$ y $V_T = 1 \text{ V}$.

Problema 7



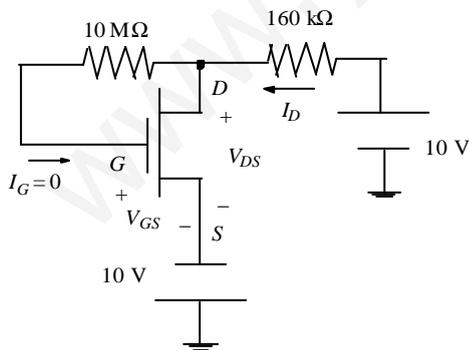
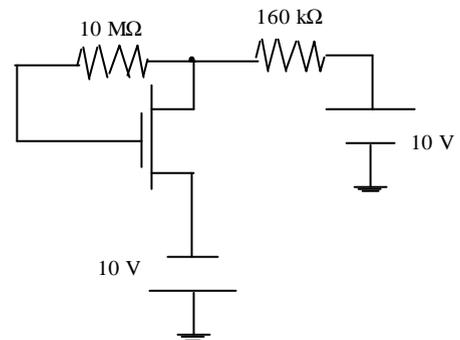
Problema 8

Dado el circuito de polarización de la figura, calcular el punto de trabajo del transistor, I_{DQ} , V_{DSQ} . Datos: $R_2 = 800\text{k}\Omega$, $R_1 = 400\text{k}\Omega$, $R_S = 200\Omega$, $R_D = 200\text{k}\Omega$, $V_{DD} = 10\text{V}$, $W/L = 1$, $K = 20\mu\text{A}/\text{V}^2$ y $V_T = 2\text{V}$.



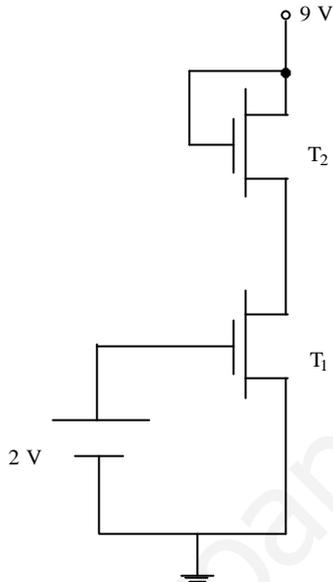
Problema 9

Hallar el punto Q del transistor MOS en el siguiente circuito, si $K \cdot (W/L) = 50\mu\text{A}/\text{V}^2$ y $V_T = 2\text{V}$. Indicando los terminales del transistor, así como las corrientes y tensiones en ellos, el circuito de la figura queda de la siguiente forma,



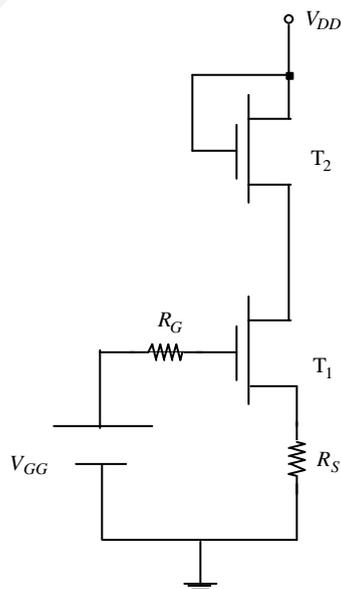
Problema 10

Hallar el punto Q de los transistores MOS en el siguiente circuito, si $K_1 \cdot (W_1/L_1) = 9 \text{ mA/V}^2$, $V_{T,1} = 1 \text{ V}$, $K_2 \cdot (W_2/L_2) = 4 \text{ mA/V}^2$ y $V_{T,2} = 2 \text{ V}$.



Problema 11

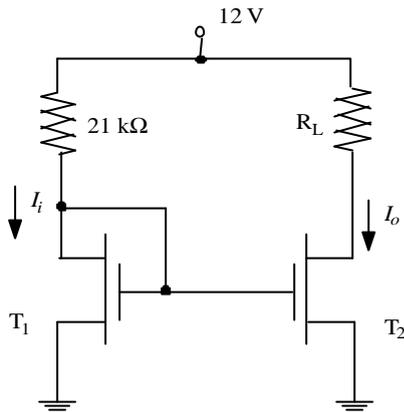
Hallar el punto Q de los transistores MOS en el siguiente circuito, si $K_2 \cdot (W_2/L_2) = 0,16 \text{ mA/V}^2$, $V_{T,2} = 2,5 \text{ V}$, $K_1 \cdot (W_1/L_1) = 0,25 \text{ mA/V}^2$, $V_{T,1} = 3 \text{ V}$, $V_{DD} = 16 \text{ V}$, $V_{GG} = 11 \text{ V}$, $R_G = 1 \text{ M}\Omega$ y $R_S = 2 \text{ k}\Omega$.



Problema 12

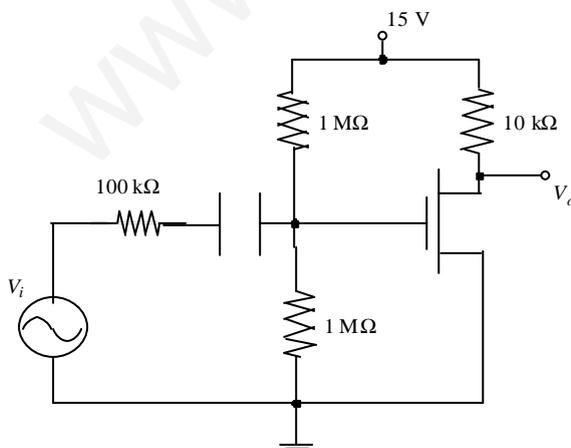
El circuito de la figura se denomina espejo de corriente. a) Teniendo en cuenta que tanto T1 como T2 son transistores NMOS, determine la zona de funcionamiento de T1. b)

Suponiendo T1 y T2 idénticos, con parámetros $K \cdot (W/L) = 4 \text{ mA/V}^2$ y $V_T = 1 \text{ V}$, calcular el valor de I_i e I_o suponiendo ambos en la misma región de operación. c) Hallar los valores límite de la carga R_L para que ambos transistores se hallen en la misma región de operación. d) Hallar el valor de I_o si T2 posee una relación W/L doble de la que tiene T1. e) Hallar el circuito equivalente de pequeña señal visto desde R_L , si los dos transistores son iguales, con $\lambda = 0,02 \text{ V}^{-1}$, y ambos están en la misma región de operación.



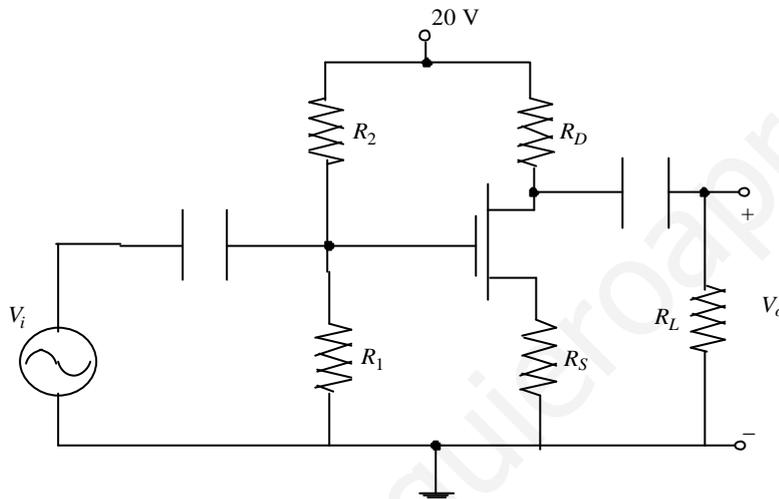
Problema 13

Considérese el circuito amplificador de la figura. Se pide: a) Calcular el punto de reposo del circuito. b) Calcular g_m y r_{ds} del modelo de pequeña señal del transistor. c) Calcular los márgenes dinámicos de la tensión de salida V_o . d) Calcular los siguientes parámetros del amplificador: ganancias en tensión, corriente y potencia, resistencia de entrada y resistencia de salida. Datos: $V_T = 1 \text{ V}$, $K = 20 \mu\text{A/V}^2$, $W/L = 1$ y $\lambda = 0,01 \text{ V}^{-1}$.



Problema 14

Diseñar los valores de R_1 , R_2 , R_D y R_S de una etapa de amplificación basada en el circuito de la figura, de modo que cumpla las siguientes especificaciones: $A_v = -1$, $Z_{in} = 15\text{ k}\Omega$, para una resistencia de carga $R_L = 1\text{ k}\Omega$. Como información adicional sabemos que el punto de trabajo es: $V_{GSQ} = 3\text{ V}$, $I_{DQ} = 7\text{ mA}$, $V_{DSQ} = 10\text{ V}$, y que el parámetro g_m para esta polarización vale $2300\ \mu\text{S}$. Calcular también los parámetros V_T y $K \cdot (W/L)$ del transistor, así como la impedancia de salida y los márgenes dinámicos de la corriente de drenador, de la tensión entre el drenador y la fuente, y de la tensión de salida, V_o .



Problemas propuestos con solución

Problema 15

Un determinado transistor MOSFET de enriquecimiento para el que $V_T = 1 \text{ V}$ y $KW/L = 0,25 \text{ mA/V}^2$, se va a utilizar polarizado en su región de saturación. Si la corriente de drenador, I_D , debe ser de 4 mA , hallar el valor de V_{GS} y el valor mínimo necesario de V_{DS} . Repetir el apartado anterior si la corriente de drenador debe ser de $I_D = 16 \text{ mA}$.

Problema 16

Un transistor de enriquecimiento NMOS con una tensión umbral, V_T , de 2 V y un factor de transconductancia $KW/L = 0,1 \text{ mA/V}^2$, se utiliza como una resistencia lineal controlada por tensión. Hallar el rango de valores de V_{GS} para el que se obtiene una resistencia comprendida entre $0,5 \text{ k}\Omega$ y $5 \text{ k}\Omega$.

Problema 17

Un transistor MOSFET de deplexión, canal n, con $I_{DSS} = 9 \text{ mA}$, $KW/L = 1 \text{ mA/V}^2$ y $V_T = -3 \text{ V}$ tiene sus terminales de puerta y fuente conectados a tierra. Hallar la región de funcionamiento del transistor y la corriente de drenador, I_D , cuando: a) $V_D = 0,1 \text{ V}$. b) $V_D = 1 \text{ V}$. c) $V_D = 3 \text{ V}$. d) $V_D = 5 \text{ V}$.

Problema 18

Un transistor NMOS de deplexión con $I_{DSS} = 9 \text{ mA}$, $KW/L = 1 \text{ mA/V}^2$ y $V_T = -3 \text{ V}$, tiene su terminal de puerta conectado a tierra y una fuente de 1 V conectada al terminal de drenador. Hallar el mínimo valor de drenador V_D necesario para que el dispositivo esté trabajando en saturación. ¿Cuál es el valor de la corriente de drenador que se obtiene para el valor de tensión V_D determinado?

Problema 19

Un transistor MOSFET de deplexión, canal n, trabajando en la región óhmica con $V_{DS} = 0,1 \text{ V}$, conduce una corriente de drenador de valor $I_D = 1 \text{ mA}$, cuando $V_{GS} = -1 \text{ V}$, y de valor $I_D = 3 \text{ mA}$, cuando $V_{GS} = 1 \text{ V}$. Hallar el valor de KW/L y la tensión umbral V_T .

Problema 20

Un transistor MOSFET de deplexión, canal n, trabajando en saturación con $V_{DS} = 5 \text{ V}$, conduce una corriente de drenador de valor $I_D = 5 \text{ mA}$, cuando $V_{GS} = -1 \text{ V}$, y de valor $I_D = 45 \text{ mA}$, cuando $V_{GS} = 1 \text{ V}$. Hallar el valor de I_{DSS} y la tensión de pinch-off, V_T .

Problema 21

A partir de la expresión de la corriente de drenador, I_D , en saturación, de un MOSFET de enriquecimiento de canal n, hallar una expresión que represente la variación porcentual (%) del valor de la corriente de drenador por $^{\circ}\text{C}$, en función de la variación porcentual del valor de KW/L por $^{\circ}\text{C}$, del coeficiente de temperatura de V_T en $\text{V}/^{\circ}\text{C}$, de V_{GS} y de V_T .

Problema 22

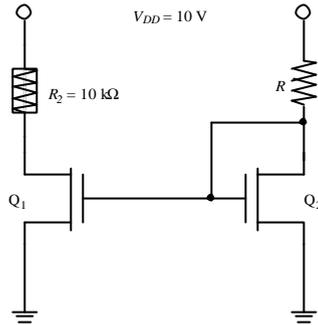
Si el valor de la tensión umbral, V_T , disminuye 2 mV cada $^{\circ}\text{C}$ de aumento de la temperatura, hallar el coeficiente de temperatura de K que hace que el valor de la corriente de drenador I_D disminuya un $(0,2\%)^{\circ}\text{C}$, cuando el transistor NMOS está polarizado con $V_{GS} = 5 \text{ V}$, y el valor de la tensión umbral es $V_T = 1 \text{ V}$.

Problema 23

Considerar el circuito de la figura, en el que los valores de los parámetros característicos de los transistores Q1 y Q2 son: $V_{T,1} = V_{T,2} = 2 \text{ V}$, $K_1 = K_2 = 20 \mu\text{A}/\text{V}^2$, $L_1 = L_2 = 10 \mu\text{m}$, y $W_1 = 50 \mu\text{m}$.

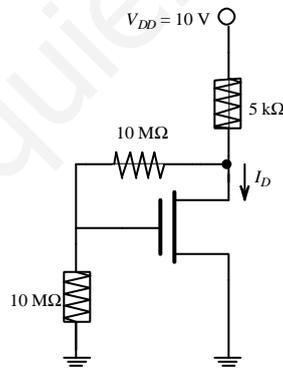
Hallar el valor de R para el que se establece una corriente de drenador $I_{D,1} = 0,4 \text{ mA}$ en el transistor Q1.

Hallar el valor de W2 (ancho de la puerta del transistor Q2) para el que Q2 trabaja en la saturación con una corriente $I_{D,2} = 0,6 \text{ mA}$.



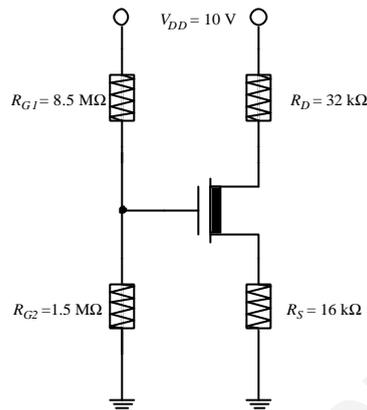
Problema 24

Analizar el circuito de la figura para determinar el valor de la corriente de drenador I_D y la tensión de drenador V_D , teniendo en cuenta que los parámetros característicos del transistor NMOS son $V_T = 1 \text{ V}$ y $KW/L = 0,5 \text{ mA}/\text{V}^2$.



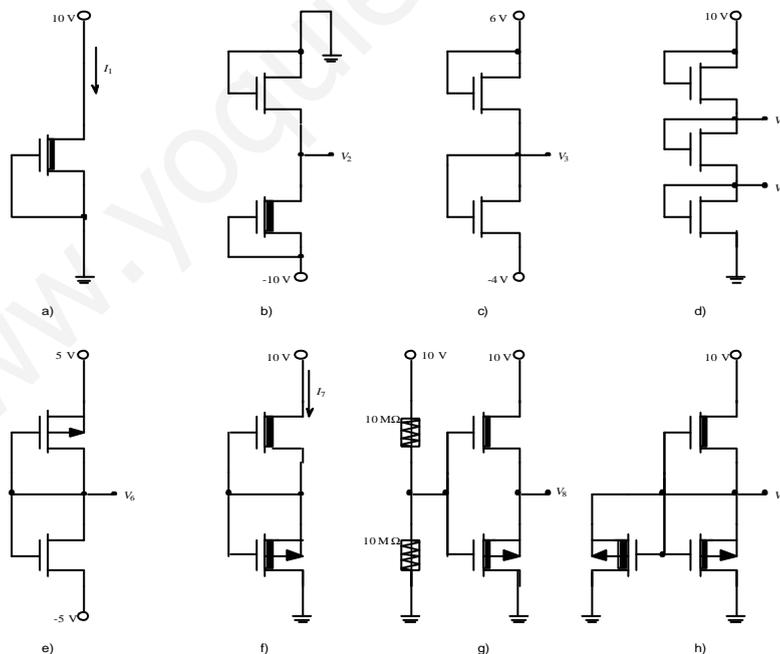
Problema 25

Analizar el circuito de la figura para determinar el valor de la corriente de drenador I_D y la tensión de drenador V_D , teniendo en cuenta que los parámetros característicos del transistor MOSFET de deplexión son $V_T = -1 \text{ V}$ e $I_{DSS} = 0,5 \text{ mA}$. Hallar los nuevos valores de R_S y R_D para los que se obtiene una corriente de drenador $I_D = 0,5 \text{ mA}$ y una tensión de drenador $V_D = 4 \text{ V}$.



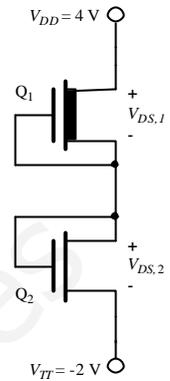
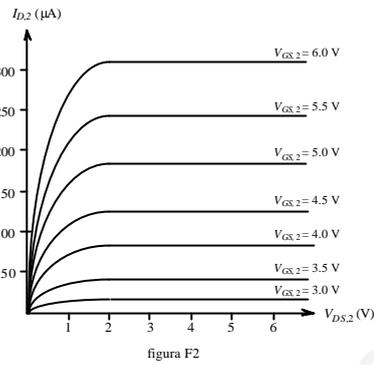
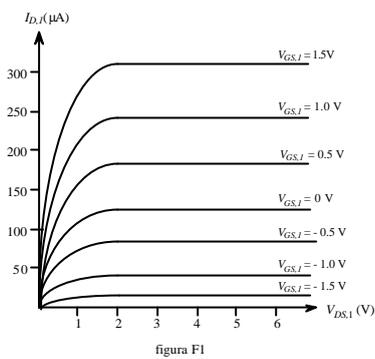
Problema 26

Calcular las corrientes y tensiones señaladas en los circuitos de la figura teniendo en cuenta que para todos los dispositivos $|V_T| = 1 \text{ V}$ y $KW/L = 1,0 \text{ mA/V}^2$. Suponer que la expresión de la corriente de drenador en la región de saturación para todos los transistores tanto de deplexión como de enriquecimiento es: $I_D = (KW/2L) \cdot (V_{GS} - V_T)^2$.



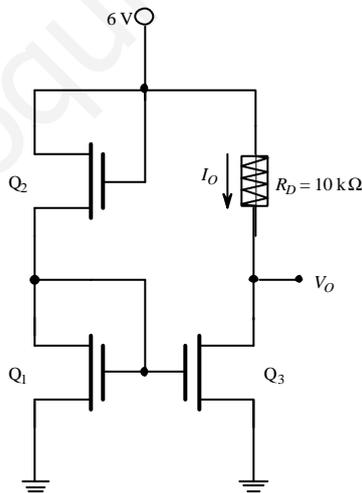
Problema 27

Hallar el valor de las tensiones $V_{DS,1}$ y $V_{DS,2}$, señaladas en el circuito de la figura, teniendo en cuenta que las características de los transistores NMOS, Q1 y Q2 empleados, son las dadas por las figuras F1 y F2 respectivamente.



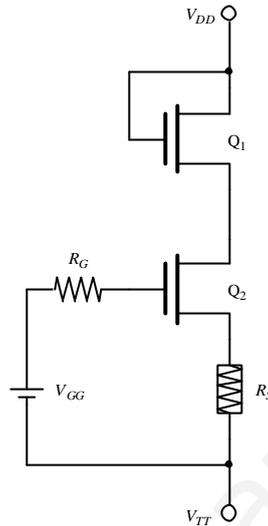
Problema 28

En el circuito representado en la figura, los transistores NMOS Q1, Q2 y Q3 son idénticos, siendo sus parámetros característicos $V_T = 2\text{ V}$ y $KW/L = 20\ \mu\text{A}/\text{V}^2$. Determinar el valor de la corriente I_O y de la tensión V_O . Repetir el ejercicio suponiendo que se intercambian las conexiones de la resistencia R_D y del transistor Q2. Repetirlo suponiendo que se sustituye el transistor Q2 por un transistor NMOS de deplexión, conectado como resistencia (conectando los terminales G y S del transistor), siendo sus parámetros característicos $V_T = -2\text{ V}$ e $I_{DSS} = 0,08\text{ mA}$.



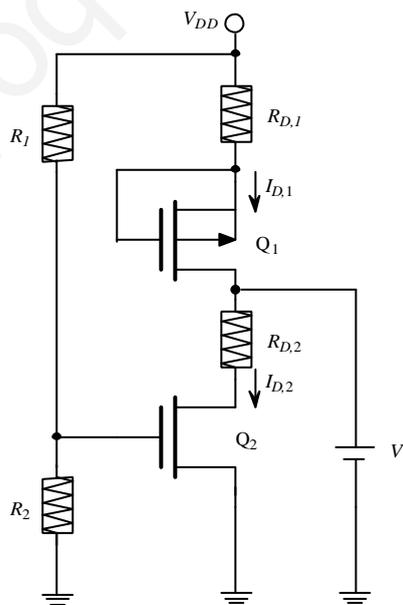
Problema 29

Determinar el punto de trabajo de los transistores Q1 y Q2 en el circuito de la figura, teniendo en cuenta que los parámetros característicos del transistor son $V_{T,1} = 2,5 \text{ V}$, $V_{T,2} = 3 \text{ V}$, $K_1W_1/L_1 = 0,08 \text{ mA/V}^2$, $K_2W_2/L_2 = 0,125 \text{ mA/V}^2$, y que en el circuito $V_{DD} = 12 \text{ V}$, $V_{TT} = -4 \text{ V}$, $V_{GG} = 11 \text{ V}$, $R_G = 1 \text{ M}\Omega$ y $R_S = 2 \text{ k}\Omega$.



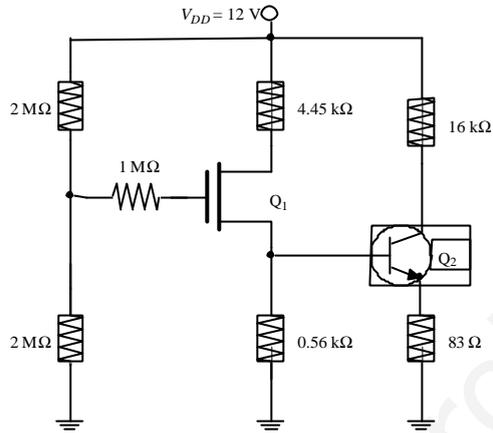
Problema 30

Determinar el punto de polarización de los transistores Q1 y Q2 en el circuito de la figura, teniendo en cuenta que los parámetros característicos del transistor son $V_{T,1} = -3 \text{ V}$, $V_{T,2} = 1 \text{ V}$, $K_1W_1/L_1 = 0,12 \text{ mA/V}^2$, y que en el circuito $V_{DD} = 4 \text{ V}$, $V_1 = 15 \text{ V}$, $R_{D,1} = 1 \text{ k}\Omega$, $R_{D,2} = 18 \text{ k}\Omega$, $R_1 = 100 \text{ k}\Omega$ y $R_2 = 300 \text{ k}\Omega$. Nota: Suponer $K_2W_2/L_2 = 0,2 \text{ mA/V}^2$.



Problema 31

Calcular y justificar en qué región están polarizados los transistores en el circuito de la figura, teniendo en cuenta que los parámetros característicos del transistor MOSFET de enriquecimiento canal n son $V_T = 2\text{ V}$ y $KW/L = 0,2\text{ mA/V}^2$, y para el transistor bipolar npn $V_{BE} = 0,7\text{ V}$ y $\beta = 200$.



www.yoquieroaprobar.es