

CIRCUITOS ELECTRÓNICOS DIGITALES
BOLETÍN DE PROBLEMAS 2

P1.-Sobre unos mismos ejes de coordenadas, dibuje una señal triangular con cada uno de los siguientes conjuntos de parámetros:

- 1) Frecuencia 1 KHz; Valor pico-pico 6 V; dc-offset nulo
- 2) Frecuencia 1 KHz; Valor pico-pico 6 V; dc-offset 2 V
- 3) Frecuencia 1 KHz; Valor pico-pico 6 V; dc-offset -3 V
- 4) Frecuencia 1 KHz; Valor pico-pico 12 V; dc-offset nulo
- 5) Frecuencia 2 KHz; Valor pico-pico 6 V; dc-offset nulo
- 6) Frecuencia 1/2 KHz; Valor pico-pico 6 V; dc-offset nulo

P2.-Sobre unos mismos ejes de coordenadas, dibuje una señal de cada uno de los siguientes tipos:

- 1) Triangular; Frecuencia 1 KHz; Valor pico-pico 5 V; dc-offset nulo
- 2) Cuadrada; Frecuencia 1 KHz; Valor pico-pico 5 V; dc-offset nulo
- 3) Senoidal; Frecuencia 1 KHz; Valor pico-pico 5 V; dc-offset nulo
- 4) Triangular; Frecuencia 1 KHz; Valor pico-pico 5 V; dc-offset 2,5V
- 5) Cuadrada; Frecuencia 1 KHz; Valor pico-pico 5 V; dc-offset 2,5V
- 6) Senoidal; Frecuencia 1 KHz; Valor pico-pico 5 V; dc-offset 2,5V

P3.-Una señal cuadrada pivota entre 0 y 5V con un periodo de 20 μ s. Dibújela. Indique la amplitud, el valor pico-pico y el valor de tensión de offset que posee. Dibuje una señal que vaya cinco veces más lenta: ¿qué valores de parámetro ha cambiado respecto de la anterior?

P4.-Convierta los siguientes valores dados a las unidades que se le piden en cada caso:

- 1) Un periodo $T = 0,01$ s, a ms y a μ s.
- 2) Una capacidad $C = 470$ pF, a nF y a μ F.
- 3) Una resistencia $R = 3k3 \Omega = 3.3$ kohm, a $M \Omega$ y a Ω .
- 4) Una intensidad $I = 15.234 \cdot 10^{-2}$ mA, a μ A.

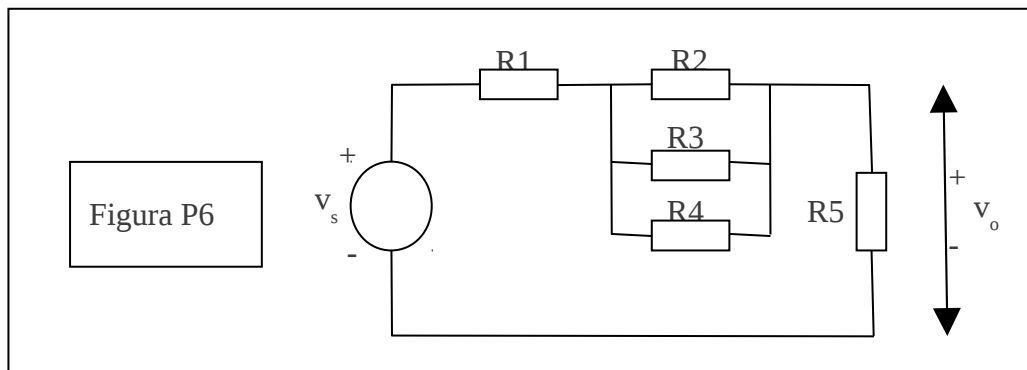
P5.-Considere una fuente de continua de 5 V que está conectada a una resistencia, R.

- 1) Indique un rango de valores de R para que las intensidades que fluyan tengan un orden de magnitud de mA.
- 2) Repita si se desea que el orden de magnitud sea de μ A.
- 3) Repita 1) y 2) si la fuente de continua es de -5 V. ¿Y si es de -7 V?
- 4) Si en vez de la fuente de continua se conecta una de alterna, para *offset* nulo ¿qué valores de amplitud podrá tener en los casos 1) y 2) si, en cada caso, se mantienen los valores de las resistencias R?

- 5) Repita 4) si la fuente de alterna tiene un *offset* de 3 V. ¿Y si el *offset* es de -3 V? ¿Y si es de 30 V?

P6.- Considere el circuito de la figura siguiente, con los valores que se dan en cada caso, aunque por defecto son: $v_s = 5 \cdot \sin \omega t$ V ($\omega = 2 \pi f$) y todas las resistencias tienen un valor de $10 \text{ K}\Omega$.

- 1) Asocie las resistencias R_1 , R_2 , R_3 y R_4 obteniendo la resistencia equivalente. Dibuje el nuevo circuito resultante de sustituir R_1 : R_4 por dicha resistencia equivalente.
- 2) Obtenga el valor de la tensión de salida, v_o , para la v_s dada por defecto.
- 3) Obtenga la relación v_o/v_s (llamada **característica de transferencia del circuito**).
- 4) Si ahora es $v_s = 12$ V, repita los apartados anteriores. ¿Y si v_s es una señal cuadrada de 5 V pico-pico con *offset* de 2,5 V?



- 5) Dibuje el signo de todas las tensiones e intensidades que hay en los diferentes componentes y nudos del circuito. Obtenga entonces sus valores para la v_s dada por defecto.
- 6) Compruebe si se cumplen las leyes de Kirchoff usando los valores obtenidos en su solución del punto anterior.
- 7) Repita 5) y 6) si $v_s = 12$ V. Vuelva a hacerlo si v_s es una señal cuadrada de 5 V pico-pico con *offset* de 2,5 V.

P7.- Considere el circuito del Problema P8, pero suponiendo que los elementos 2:5 son condensadores en lugar de resistencias. Sea el valor por defecto de las capacidades de los condensadores, $C = 10 \text{ nF}$.

- 1) Asocie los condensadores C_2 , C_3 , C_4 y C_5 obteniendo el condensador equivalente. Dibuje el nuevo circuito resultante al sustituir C_2 : C_5 por dicho condensador equivalente.
- 2) Para este circuito equivalente, obtenga las tensiones e intensidades si $v_s = 12$ V. Repita si $v_s = 0$.

P8.- [Para analizar circuitos que tienen condensadores cuando las señales son variables en el tiempo, existen unas técnicas que no se incluyen en esta asignatura, salvo con señales cuadradas o escalón. Por ello **no se incluirán problemas de análisis con fuentes de tensión senoidales.**]

Considere un circuito RC con valores de $R = 200 \Omega$ y $C = 5 \text{ nF}$. La fuente de tensión proporciona una señal escalón desde 0 a 5V.

- 1) Indique cuáles son los valores estacionarios de tensión e intensidad en cada componente.
- 2) Dibuje de forma aproximada un cronograma con las formas de onda de la fuente de tensión, la caída de tensión en R y la de C. Cuide, sobre todo, lo que ocurre en el transitorio. Para ello construya una tabla que recoja los siguientes valores, suponiendo que el salto en la

fuente de tensión ocurre en $t = 0$: a/Valor de la tensión en $t = \tau$; b/ ídem en $t = 2 \cdot \tau$; c/ ídem en $t = 3 \cdot \tau$; d/ ídem en $t = 4 \cdot \tau$; e/ ídem en $t = 5 \cdot \tau$; f/tiempo que tarda en alcanzar la mitad del valor final (dé la solución en unidades internacionales y en función de τ); g/tiempo que tarda en alcanzar el 75% del valor final; y h/tiempo que tarda en alcanzar exactamente el 100% del valor final.

Nota: En un circuito RC, la respuesta de la caída de tensión en C ante un escalón que tiene lugar en $t = 0$ entre un valor inicial V_i y un valor final V_f , para $t \geq 0$ sigue la siguiente expresión:

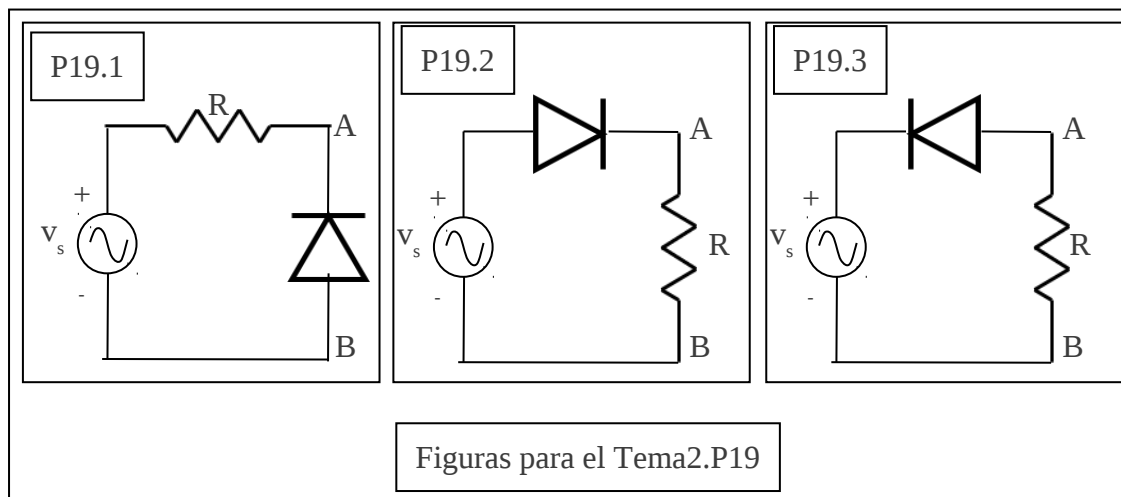
$$V_c = V_f - (V_f - V_i) \cdot e^{-t/\tau}$$

P9.-Repita el problema anterior si la señal escalón de la fuente comienza en 5 V y acaba en 0.

P10.-Sea un circuito RC donde $R = 200 \Omega$ y la fuente genera una señal cuadrada entre 0 y 5V de frecuencia de 100 KHz. Dibuje el cronograma de la caída de tensión en C para los siguientes valores de C: a/ 50 pF; b/5 nF; c/500 nF.

Asuma que la señal cuadrada se usará en aplicaciones digitales como señal binaria cambiando entre 0 y 1. A la vista de los resultados anteriores, razone, en cada caso, si la señal se propaga bien o no, en el sentido de que la tensión en el condensador pueda ser también una señal binaria.

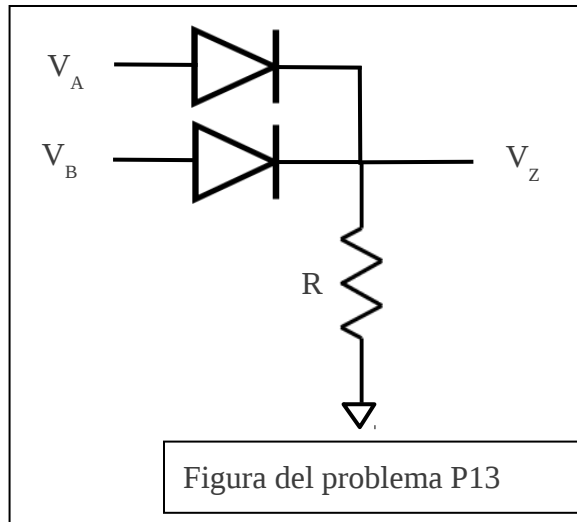
P11.-La figura representa tres variaciones del circuito recortador del problema de las transparencias. En la primera de estas figuras (P11.1) el diodo original se ha invertido. En las otras dos (P11.2 y P11.3) diodo y resistencia han intercambiado su posición, distinguiéndose ambos casos en la forma de conectar los lados P y N el diodo. Dibuje la onda de salida (v_{AB}) en cada caso, si $v_s = 10 \cdot \sin \omega t$ y $R = 1k\Omega$.



P12.-Los diodos que se usarán para montar los circuitos del problema anterior se estropean cuando circulan por ellos intensidades de más de 1 mA y, sin embargo, la señal de entrada debe tener 10 V de amplitud. ¿Cómo modificaría el circuito para que éste opere adecuadamente?

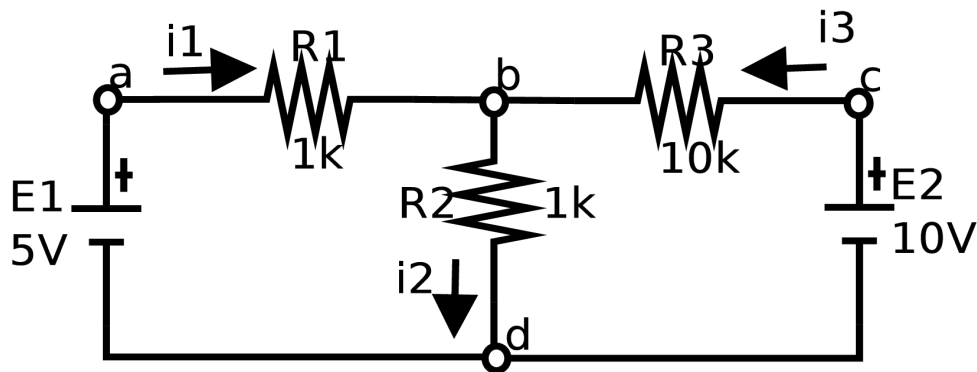
P13.-La figura muestra un circuito realizado con diodos, desarrollado para trabajar con valores de tensión grandes (del orden de V). De hecho, las entradas o bien valen 0 V o bien valen 5 V.

- 1) Obtenga el valor de salida V_z para las 4 combinaciones de entrada usando el modelo ideal de diodo. Escriba los resultados en una tabla.
- 2) Asocie valores de tensión a valores lógicos e indique qué operación lógica hace este circuito.



P14.- Para el circuito de la siguiente figura encuentre:

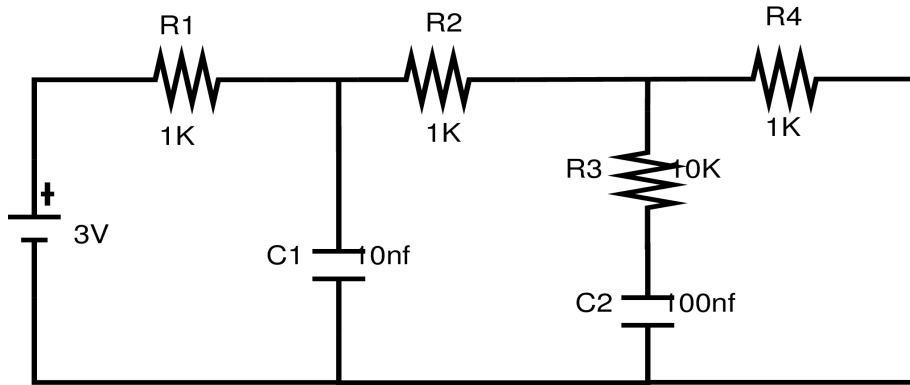
- a) La tensión (voltaje) de cada nodo.
- b) La intensidad de corriente que circula por cada rama del circuito.
- c) La caída de tensión en las resistencias.



P15.- Utilizando el circuito de la siguiente figura y para el régimen estacionario encuentre:

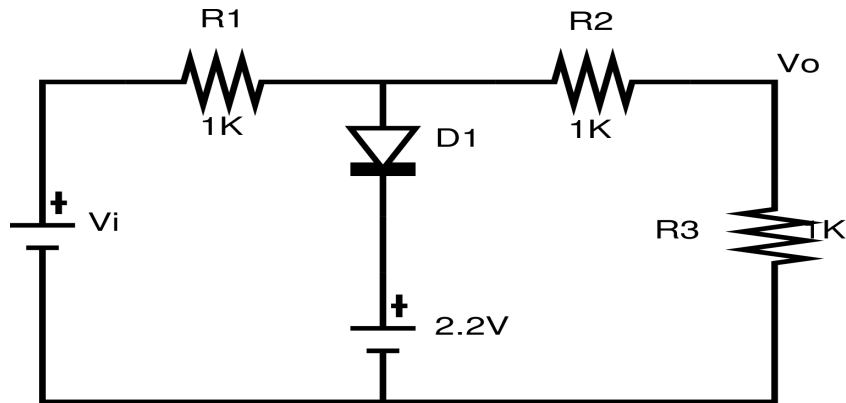
- a) La tensión en cada nodo.
- b) La intensidad en cada rama.

- c) La caída de tensión en las resistencias.
- d) La carga de los condensadores.



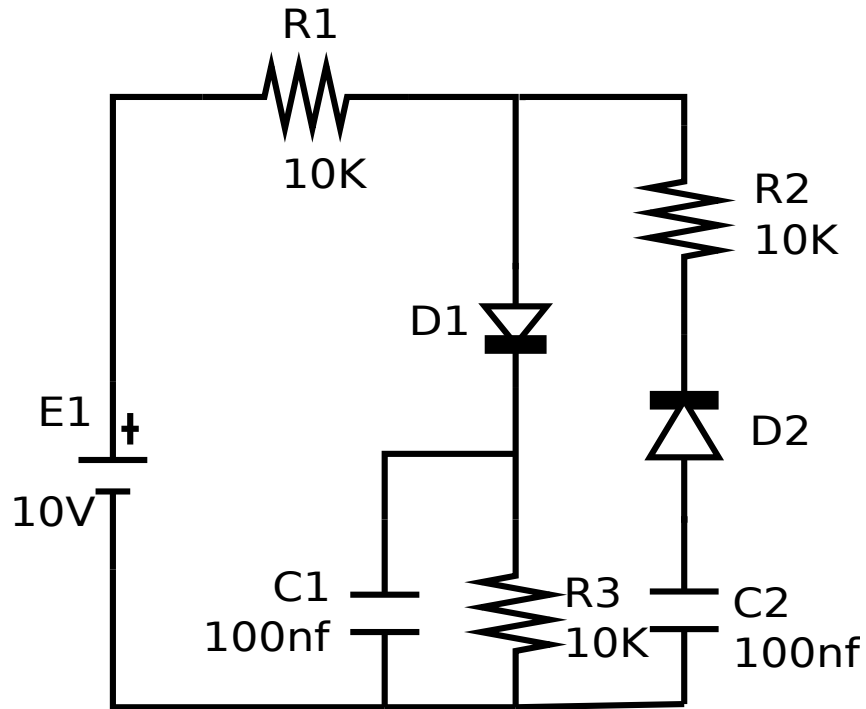
P16.- Para el circuito de la siguiente figura se pide:

- a) Si $V_i=2V$ obtenga el voltaje de todos los nodos y las intensidades de todas las ramas.
- b) Repita el apartado anterior para $V_i=5V$.
- c) Represente V_o-V_i , esto es, para cualquier valor de V_i , determine la salida V_o . Utilice valores de V_i que sean representativos.



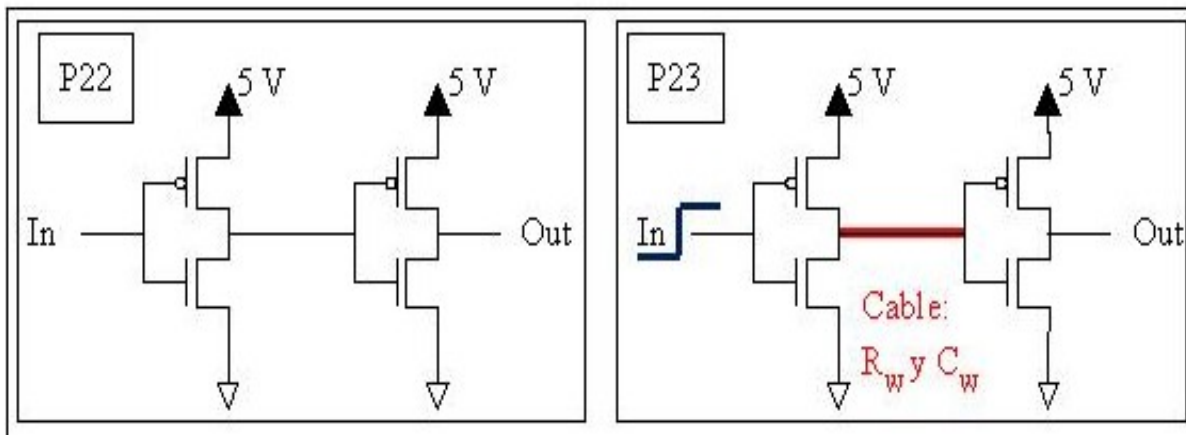
P17.- Para el circuito de la siguiente figura, y el régimen estacionario, encuentre para $V=10V$:

- a) La tensión en cada nodo.
- b) La intensidad en cada rama.
- c) La carga de los condensadores.
- d) El estado ON, OFF de los diodos.
- e) Repita los apartados anteriores si $V=-10V$.



P18.-La entrada In del circuito sólo toma los valores de 0 y de 5 V. Analice cuáles son los valores de la salida suponiendo para los transistores:

- 1) Modelo ideal.
- 2) Modelo de resistencia.
- 3)
- 4) Si se exceptúan los transitorios, ¿qué intensidad circula desde la fuente de 5 V hacia la masa? Deduzca la potencia consumida en estática.
- 5) ¿Qué intensidad circula por la entrada In hacia/desde los transistores?



P19.-Volvamos al circuito anterior para analizar la operación dinámica cuando la entrada In conmuta de 0 V a 5 V. Supóngase que eso ocurre en $t = 0$ y que los transistores de la etapa de entrada responden instantáneamente a ese cambio de entrada. Las resistencias de conducción de los transistores nMOS y pMOS son $R_n = 300 \Omega$ y $R_p = 500 \Omega$. El cable se comporta como un circuito RC con valores de $R_w = 100 \Omega$ y $C_w = 300 \text{ fF}$. La etapa de salida es vista desde el

cable como una capacidad de *gate* de valor $C_g = 0,7 \text{ nF}$. Suponga, por último, que la etapa final tiene una capacidad de carga de $C_L = 2 \text{ nF}$.

- 1) Dibuje el circuito equivalente en estado estacionario para el valor inicial de I_n , determinando las tensiones e intensidades en todos los nudos.
- 2) Dibuje ahora el circuito equivalente en estado estacionario para el valor final de I_n , determinando las tensiones e intensidades en todos los nudos.
- 3) Dibuje el transitorio entre ambos estacionarios.
- 4) Si la etapa de salida conmuta justo cuando la señal de su entrada pasa por la mitad, ¿qué retraso ha habido entre el cambio de I_n y dicha conmutación?

P20.-Repita el problema anterior si la entrada I_n conmuta de 5 V a 0 V .