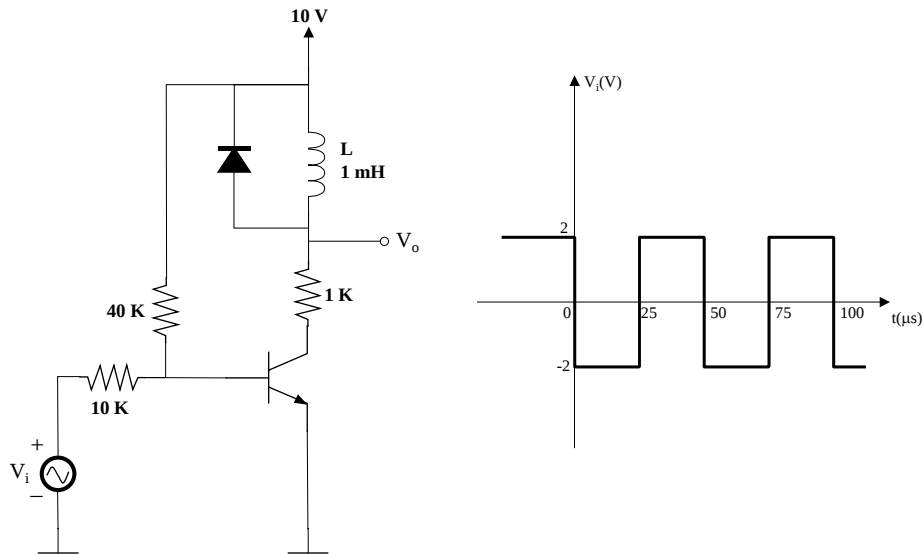


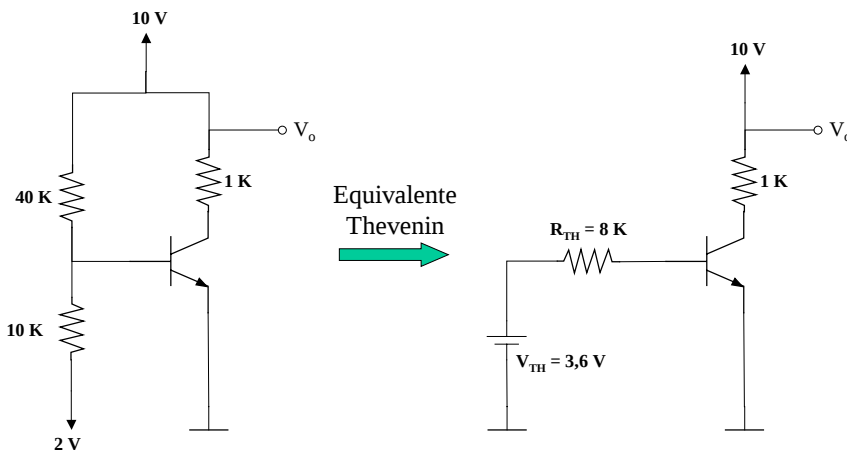
PROBLEMA 1 (2 puntos)

Determinar la evolución temporal de V_O en el circuito de la figura. Despreciar los efectos de conmutación internos del transistor.

DATOS: Transistor $\rightarrow \beta = 100$ $V_{BE\gamma} = 0,5V$ $V_{BEon} = 0,7V$ $V_{CEsat} = 0,2V$
Diodo $\rightarrow V_\gamma = 0V$ $R_f = 40\Omega$ $R_r = \infty$



* $t < 0 \Rightarrow$ Se supone la bobina en régimen permanente por lo que se comportaría como un cortocircuito y el diodo estaría en corte. El circuito equivalente sería:



$$V_{TH} = (10V - 2V) \cdot \frac{10K}{40K + 10K} + 2V = 3,6V \quad R_{TH} = 40K // 10K = \frac{40K \cdot 10K}{40K + 10K} = 8K$$

Analizamos el circuito y se obtiene así la corriente por la bobina I_L y la tensión de salida V_O .

Como $V_{TH} > V_{BE\gamma}$, el transistor conduce.

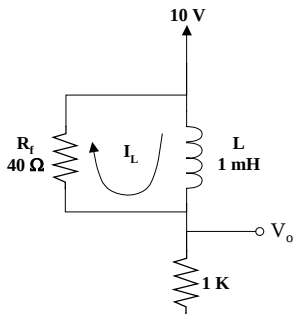
$$I_B = \frac{3,6V - 0,7V}{8K} = 0,36mA; \quad I_{Csat} = \frac{10V - 0,2V}{1K} = 9,8mA < \beta \cdot I_B = 36mA \Rightarrow \text{Transistor saturado}$$

Entonces esto implica que en el instante $t = 0^-$: $I_L = I_C = 9,8mA$ y $V_O = 10V$

* $t = 0^+ \Rightarrow$ La señal de entrada conmuta a $-2V$ y si se calcula la tensión V_{TH} en el circuito de entrada del equivalente Thevenin se obtiene:

$$V_{TH} = (10V + 2V) \cdot \frac{10K}{40K + 10K} - 2V = 0,4V$$

Como $V_{TH} < V_{BE\gamma} \Rightarrow$ el transistor está en corte y la bobina empezaría a descargarse por el diodo que empezaría a conducir. el circuito equivalente sería:



$$I_L(0^+) = 9,8\text{mA} \Rightarrow V_O(0^+) = 10\text{V} + I_L(0^+) \cdot R_f = 10\text{V} + 9,8\text{mA} \cdot 40\Omega = 10,392\text{V}$$

$$I_L(t) = I_F + (I_0 + I_F) \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

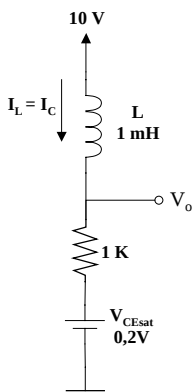
$$I_F = 0 \quad I_0 = 9,8\text{mA} \quad \tau = \frac{L}{R_f} = \frac{1\text{mH}}{40\Omega} = 25\mu\text{s}$$

$$I_L(t) = 9,8\text{mA} \cdot e^{-\frac{t}{25\mu\text{s}}} \Rightarrow I_L(25\mu\text{s}^-) = 9,8\text{mA} \cdot e^{-1} = 3,6\text{mA} \Rightarrow V_O(25\mu\text{s}^-) = 10\text{V} + 3,6\text{mA} \cdot 40\Omega = 10,14\text{V}$$

* $t = 25\mu\text{s}^+ \Rightarrow$ La señal de entrada vuelve a conmutar a 2 V y el transistor vuelve a conducir tendiendo a la situación de régimen permanente resuelta en el primer punto de este problema. Inicialmente la bobina tiene una corriente $I_L = 3,6\text{mA}$ e irá cargándose hasta la corriente final en régimen permanente de $9,8\text{mA}$. Al cargarse la bobina aparece una tensión entre sus bornes que pone al diodo en corte y esto implica que:

$$I_L(25\mu\text{s}^+) = 3,6\text{mA} = I_C < \beta \cdot I_B = 36\text{mA} \Rightarrow \text{Transistor saturado}$$

El circuito equivalente sería:



$$I_L(25\mu\text{s}^+) = 3,6\text{mA} \Rightarrow V_O(25\mu\text{s}^+) = 0,2\text{V} + I_L(25\mu\text{s}^+) \cdot 1\text{K} = 0,2\text{V} + 3,6\text{mA} \cdot 1\text{K} = 3,8\text{V}$$

$$I_F = 9,8\text{mA} \quad I_0 = 3,6\text{mA} \quad \tau' = \frac{1\text{mH}}{1\text{K}} = 1\mu\text{s}$$

Como la constante de tiempo de carga τ' es muchísimo menor que el tiempo que tiene para cargarse ($25\mu\text{s}$), entonces la carga de la bobina es muy rápida y se puede decir que en $t = 50\mu\text{s}$ (cuando se produce la próxima conmutación) la bobina ha alcanzado su régimen permanente con $I_L = 9,8\text{mA}$ y vuelve a ser un cortocircuito y $V_O(50\mu\text{s}) = 10\text{V}$.

Y todo este proceso se vuelve a repetir sucesivamente en las siguientes conmutaciones.

Por lo tanto, la evolución temporal de V_O sería la siguiente:

