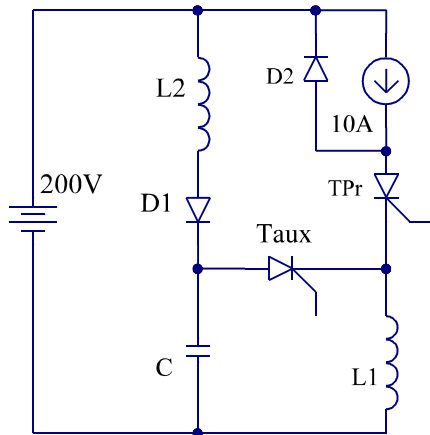


Una carga muy inductiva de 10A es controlada por el circuito de conmutación de la figura, en la que el SCR principal conecta la batería a la carga y el SCR auxiliar la desconecta. Asumiendo que los dos SCR's tienen un tiempo de apagado de $100\mu s$ se pide:

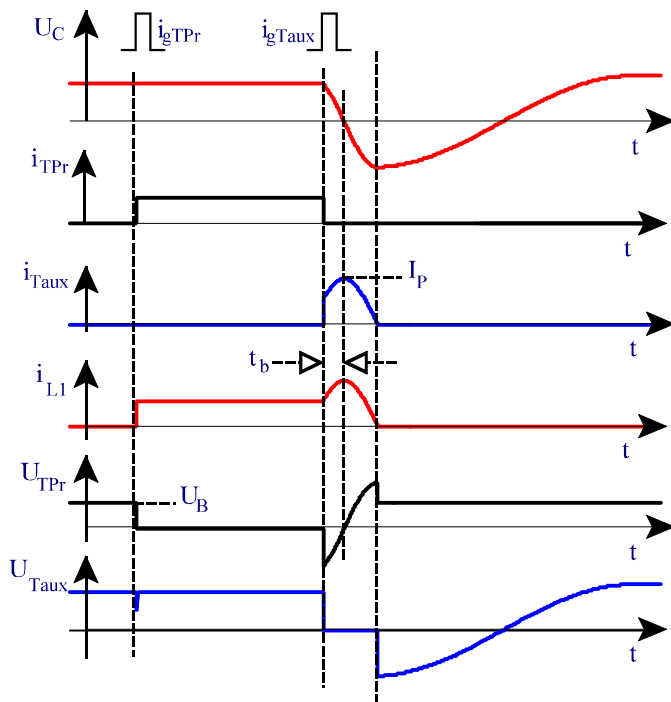


- Valor de los componentes reactivos para una frecuencia de funcionamiento de 400Hz. (Tómese $L2 \geq 10 \cdot L1$).
- Valores límite de la tensión en la carga.
- Tensiones y corrientes de pico de los SCR's.

SOLUCION:

El apagado del SCR principal T_{Pr} se realiza al aplicar, en la bobina situada en serie ($L1$) y por tanto en el cátodo, una tensión superior a la de la batería, provocando un apagado o bloqueo por fuente inversa de tensión.

Previamente al encendido del SCR auxiliar T_{aux} , el condensador C se carga con polaridad positiva y a una tensión entre 1,5 ÷ 2 veces (dependiendo de las resistencias parásitas del circuito resonante) la tensión de la batería, a través de la bobina $L2$ y el diodo $D1$, evitando este último la corriente inversa del circuito resonante. El encendido del SCR principal T_{Pr} conecta la carga a la batería a través de la bobina $L1$. Cuando el SCR auxiliar T_{aux} es disparado, la tensión del condensador se aplica a la bobina $L1$, polarizando de forma inversa al SCR principal T_{Pr} que se apaga rápidamente.

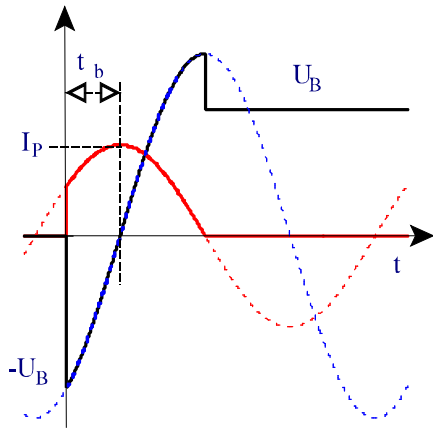


El circuito resonante formado por $L1$ y C oscilará aproximadamente medio ciclo, hasta que el SCR auxiliar T_{aux} se apaga de forma natural por la propia corriente inversa resonante, cargando el condensador con polaridad negativa. El condensador se recarga de nuevo a través de la bobina $L2$ y el diodo $D1$ preparando su polaridad y carga para el ciclo siguiente. Para que la descarga del condensador C sobre $L1$ sea independiente de la bobina $L2$ es necesario que la frecuencia de resonancia de C - $L2$ sea mucho menor que la de C - $L1$ ($L2 \geq 10 \cdot L1$).

El tiempo de apagado de los SCR's limita la frecuencia de funcionamiento del equipo, siendo una condición de diseño que el tiempo en que el SCR permanece con una fuerte polarización negativa durante el apagado debe ser mayor (en el límite igual)

que el tiempo de apagado del SCR, es decir $t_b \geq t_{off}$ ($100\mu s$).

- Asumiendo que el condensador se carga a una tensión de 2 veces la de la batería (400V) antes del bloqueo del SCR principal T_{Pr} , y analizando el circuito resonante $L1$ - C cuando el SCR T_{aux} se dispara, en el instante inicial, la corriente en la bobina $L1$ es la propia corriente de carga $I_0 = 10A$.



$$\left. \begin{aligned} i &= U_C \cdot \sqrt{\frac{C}{L_1}} \cdot \sin w_1 t + I_O \cdot \cos w_1 t \\ u &= -U_C \cdot \cos w_1 t + I_O \cdot \sqrt{\frac{L_1}{C}} \cdot \sin w_1 t \end{aligned} \right\}$$

Imponiendo las siguientes condiciones de diseño:

- a1) Corriente de pico en el SCR principal
 $\Rightarrow I_P \approx 2 \cdot I_O$

Simplificando y tomando como valor aproximado:

$$I_P = U_C \cdot \sqrt{\frac{C}{L_1}} = \frac{U_C}{w_1 \cdot L_1} = 20A \quad \Rightarrow \quad \text{Para } U_C = 400V \quad \Rightarrow \quad \left\{ \begin{aligned} w_1 \cdot L_1 &= 20 \\ L_1 &= 400 \cdot C \end{aligned} \right.$$

- a2) Tiempo de bloqueo igual al tiempo de apagado del SCR principal: $\Rightarrow t_b = 100\mu s$

$$200 = 400 \cdot \cos w_1 t_b - 10 \cdot w_1 \cdot L_1 \cdot \sin w_1 t \quad \Rightarrow \quad \sqrt{L_1 \cdot C} = 1,554 \cdot 10^{-4}$$

Luego, los componentes reactivos serán:

$$L1=3,11mH$$

$$C=7,76\mu F$$

$$L2=31,1mH$$

- b) El SCR principal T_{pr} estará en condiciones de ser disparado cuando se restablezcan las condiciones de carga del condensador. De acuerdo con la gráfica de funcionamiento del circuito, las condiciones se restablecen en un tiempo aproximado a la mitad de los períodos de oscilación de los dos circuitos resonantes ($t_{of \text{ min}}$). Para una frecuencia de funcionamiento de 400Hz ($T=2,5ms$), el ciclo de trabajo máximo será:

$$\left. \begin{aligned} t_{off \text{ min}} &= \frac{2 \cdot \pi}{2} \cdot \left(\frac{1}{w_1} + \frac{1}{w_2} \right) = 2,032 \text{ ms} \\ t_{on \text{ max}} &= T - t_{off \text{ min}} = 0,468 \text{ ms} \end{aligned} \right\} \quad \delta_{\text{max}} \% = \frac{t_{on \text{ max}}}{T} \cdot 100 \% = 18,72 \%$$

por lo que el valor máximo de la tensión en la carga será:

$$U_{\text{CARGA}} = U_{\text{BAT}} \cdot \delta_{\text{max}} \% = 37,44V$$

- c) Los valores máximos de corriente y tensión que deben soportar los dos SCR's del circuito pueden deducirse de la gráfica de funcionamiento. El SCR principal T_{pr} conduce una corriente máxima igual a la de la carga I_O , mientras que el SCR auxiliar T_{aux} conduce la corriente resonante con un valor de pico I_P . Ambos SCR's deben soportar la tensión de carga del condensador U_C :

$$\text{SCR } T_{pr} \left\{ \begin{aligned} U_{AK} &= U_C = 400V \\ I_{MAX} &= I_O = 10A \end{aligned} \right. \quad \text{SCR } T_{aux} \left\{ \begin{aligned} U_{AK} &= U_C = 400V \\ I_{MAX} &= I_P = 20A \end{aligned} \right.$$