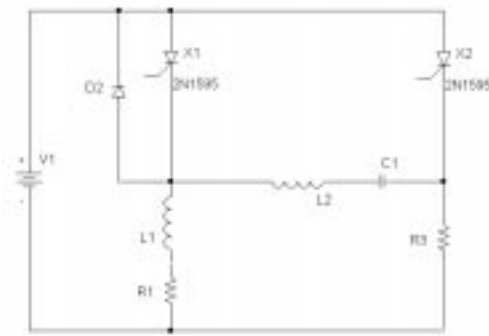


Primer ejercicio

Para el circuito de la figura:

- Explicar su funcionamiento
- Representar la tensión y corriente en los semiconductores en el transitorio de apagado de T_1 , mientras T_2 está conduciendo.
- Qué otros circuitos pueden ser diseñado con un funcionamiento similar

NOTA: Supóngase que $R_3 > U_1/I_H$

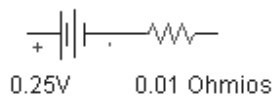
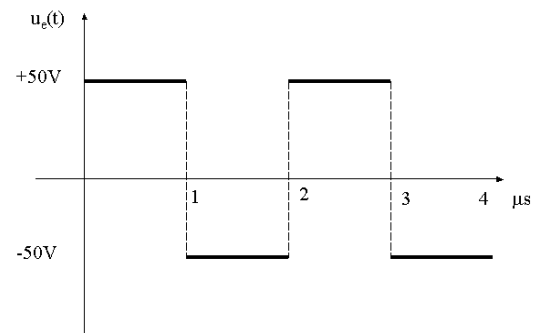
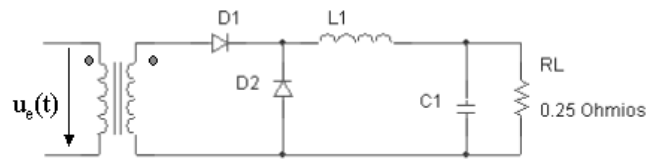


(40 minutos)

Segundo ejercicio

Partiendo del esquema mostrado en la figura y de la forma de onda aplicada al primario del transformador, determinar:

- Explicar el funcionamiento del circuito
- Determinar el nivel de tensión en la salida.
- Representar la forma de corriente en el primario y en el secundario durante $3\mu s$ y sus expresiones matemáticas.
- Determinar la potencia disipada en cada uno de los diodos, si su circuito equivalente en conducción es el mostrado en la figura. Despréciase las pérdidas en el corte.



- Calcular la resistencias térmicas del disipador para que los dos diodos funcionen correctamente si ambos se montan sobre el mismo radiador.

Datos

Transformador: $n_1 = 50$, $n_2 = 10$, $\mathfrak{R} = 6.25$ espiras²/μH. Diodos: $T_{Jmax} = 150$ °C, $T_{amb,max} = 40$ °C $R_{thJS} = 2$ K/W. Considérese L1 y C1 lo suficientemente grande como para considerar prácticamente constante la corriente por la bobina y la tensión en el condensador.

(45 minutos)

Tercer ejercicio

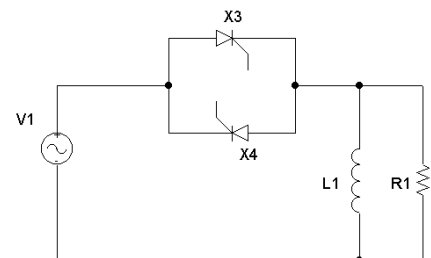
Determinar para el regulador de corriente alterna con ángulo de disparo $\alpha=120^\circ$ y frecuencia 50Hz, los siguientes apartados:

- Funcionamiento del regulador y expresiones matemáticas de $i_{R1}(t)$, $i_{L1}(t)$ e $i_{X3}(t)$ para cuando se dispara X3.
- Determinar el ángulo de cese de los tiristores
- Representar $i_{R1}(t)$, $i_{L1}(t)$ e $i_{X3}(t)$ durante 40 ms. Indíquese los valores instantáneos más significativos y sus correspondientes tiempos.

DATOS:

$$v_1(t) = 220\sqrt{2} \sin(\omega t); L1 = \frac{0.5\sqrt{2}}{\pi} H; R1 = 100\sqrt{2} \Omega$$

$$\cos(A - B) = \cos A \cos B + \sin A \sin B$$

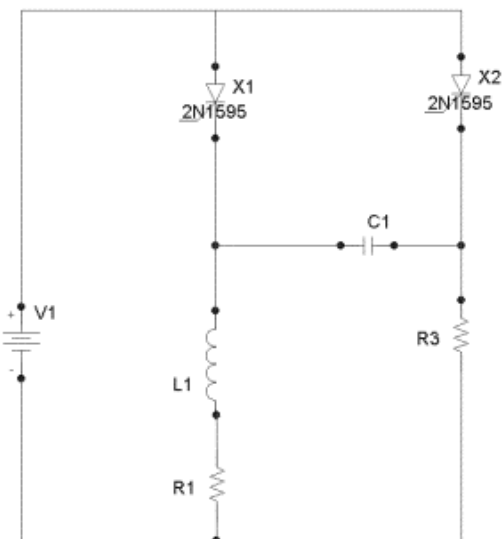
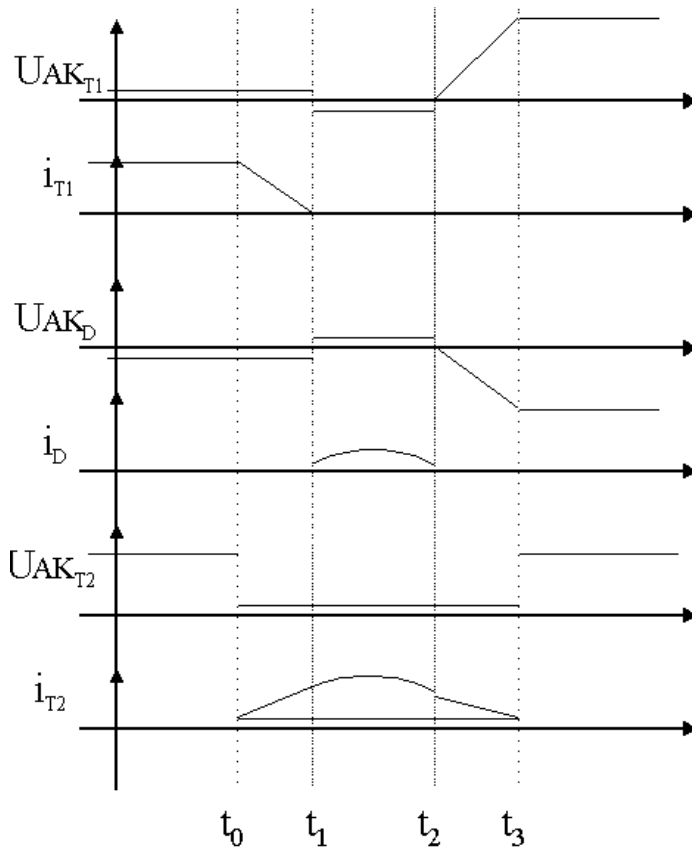


(35 minutos)



Primer problema

- a) Este circuito consta de una carga (L_1 , R_1) y una fuente V_1 . La alimentación es controlada mediante el tiristor X_1 , con un diodo en antiparalelo. El apagado del circuito principal se realiza mediante una fuente inversa de corriente, implementada con un circuito auxiliar que consta de un tiristor X_2 , una bobina (L_2) y un condensador (C_1), disponiéndose además de una resistencia (R_3) que limita la corriente por X_2 para que este no alcance la intensidad de mantenimiento.
- b) En la figura 1 se muestra la evolución de tensiones y corrientes. Hasta t_0 la carga está alimentada y en régimen permanente. En t_0 se dispara el tiristor T_2 que provoca la descarga del condensador. En t_1 la corriente por la bobina es superior a la de la carga y entra en conducción el diodo bloqueándose el tiristor T_1 . El diodo conduce hasta t_2 , y en t_3 se produce el apagado de todo el circuito.

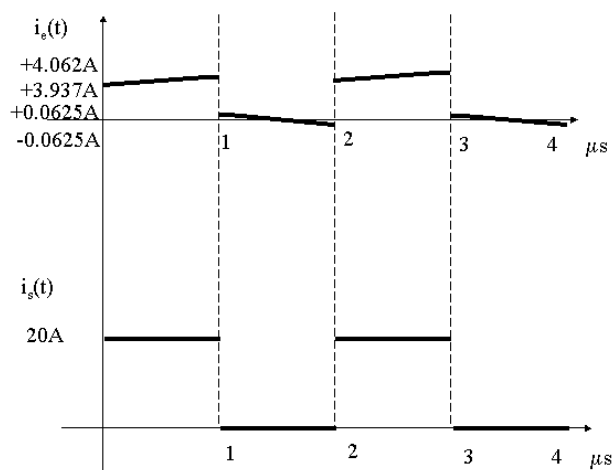


- c) Una alternativa al apagado forzado del tiristor T_1 es una fuente inversa de tensión como la que se muestra en el circuito de la figura 2.

Segundo problema

- a) Cuando $u_e(t) > 0$ hay transferencia de energía al secundario, cediéndosela a los elementos reactivos L_1 , C_1 y a la propia carga. En cambio si $u_e(t) < 0$, hay una circulación de corriente de magnetización del transformador en sentido contrario pero sin transferir energía al secundario. Los elementos L_1 y C_1 mantienen constante la energía dada a la carga.
- b)
$$U_s = d \frac{n_2}{n_1} U_e = 5V$$
- c) Corrientes por el transformador





$$d) P_{D1} = P_{D2} = \frac{1}{2} [V_T I_D + r_d I_D] = 4.5W$$

$$e) R_{th(DIS)} = \frac{T_{Jmax} - T_{amb,max}}{2P_D} - (R_{thJS} // R_{thJS}) < 11.2K/W$$

Tercer problema

- a) En los semiciclos positivos conduce X3, mientras que en los negativos lo hace X4. Al estar en paralelo, L1 y R1 quedan sometidos a la misma tensión. A continuación se analiza lo que ocurre en un semiciclo positivo, en los semiciclos negativos sólo cambian las polaridades. La corriente por R1 está en fase con la tensión y tiene su misma forma, mientras que la corriente por L1 empieza desde cero –la corriente por una bobina no puede variar bruscamente–, y alcanza un máximo en el paso por cero de la tensión. Debido al retraso de la corriente por la bobina, X3 no se bloquea en el paso por cero de la tensión de entrada, sino que continua en conducción. Esto hace que la tensión sobre la carga llegue a alcanzar valores negativos. Sin embargo, el tiristor se bloquea antes de que la corriente por L1 llegue a cero, ya que, al hacerse la tensión negativa, cada vez circula más corriente de signo negativo por R1. El tiristor se bloquea cuando ambas corrientes se igualan en módulo y se contrarrestan mutuamente. A partir de ahí, sólo circula corriente por el lazo formado por L1 y R1. La energía almacenada en L1 se disipa sobre R1 y la corriente por el lazo decrece de forma exponencial hasta anularse.



Entre el disparo y el bloqueo del tiristor las intensidades evolucionan como:

$$i_{R1}(t) = \frac{\hat{U}_e}{R1} \cdot \sin \omega t$$

$$i_{L1}(t) = \frac{1}{L1} \int_{\alpha}^t \hat{U}_e \cdot \sin \omega t \cdot dt = \frac{\hat{U}_e}{\omega L} [\cos \alpha - \cos \omega t]$$

$$i_{X3} = i_{R1} + i_{L1} = \frac{\hat{U}_e}{\omega L1} \cdot \cos \alpha + \frac{\hat{U}_e \sqrt{R1^2 + \omega^2 L1^2}}{\omega R1 L1} \cdot \sin \left(\omega t - \arctg \frac{R1}{\omega L1} \right)$$

Después del bloqueo de X3:

$$i_{L1}(t) = i_{L1}(t_{\text{apagado}}) \cdot e^{-\frac{t}{\frac{L}{R}}}$$

$$i_{R1}(t) = -i_{L1}(t)$$

$$i_{X3} = 0 \text{ A}$$

- b) Para que se apague el tiristor, la corriente a su través debe anularse:

$$-2,2 + 4,92 \sin(\varphi - 1,017) = 0 \text{ A}$$

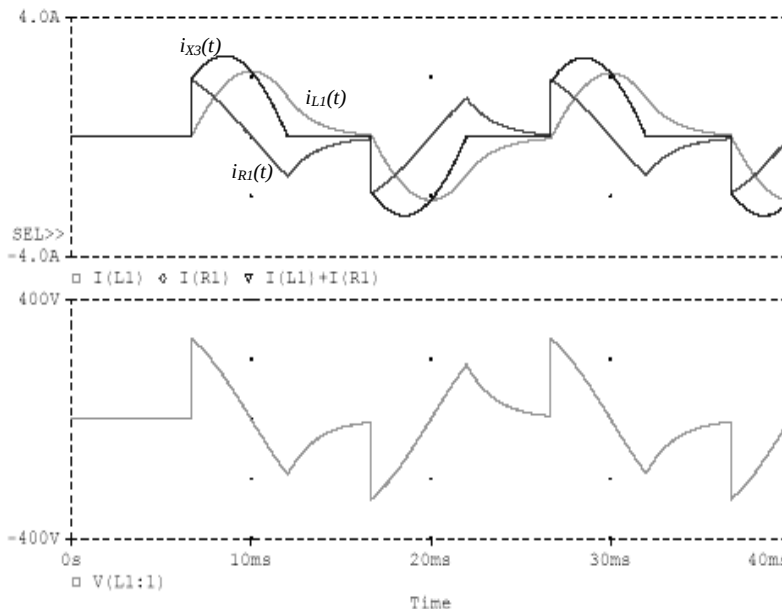
Esta ecuación posee dos soluciones:

$$\varphi - \arctg 2 = \arcsen \frac{1}{\sqrt{5}} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

$$\pi - (\varphi - \arctg 2) = \arcsen \frac{1}{\sqrt{5}} \Rightarrow \varphi = 3,7851 \text{ rad}$$

La primera solución no es válida, ya que ni siquiera se ha disparado el tiristor. Entonces, la solución correcta es la segunda.

- c) Los valores instantáneos más significativos y sus tiempos son los siguientes:



$$t_{\alpha} = 6,67 \text{ ms}$$

$$t_{\varphi} = 12,05 \text{ ms}$$

$$t_{\frac{\pi}{2} + \arctg 2} = 8,52 \text{ ms}$$

$$\hat{i}_{R1}^+ = i_{R1}(\alpha) = 1,9 \text{ A}$$

$$\hat{i}_{R1}^- = -i_{L1}(\varphi) = -1,32 \text{ A}$$

$$\hat{i}_{L1} = i_{L1}(\pi) = 2,2 \text{ A}$$

$$\hat{i}_{X3} = i_{X3} \left(\frac{\pi}{2} + \arctg 2 \right) = 2,72 \text{ A}$$

