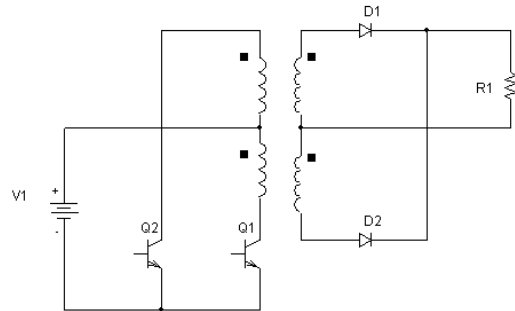


Primer ejercicio

El circuito de la figura corresponde con una fuente conmutada en configuración *push-pull* o contrafase. Los transistores Q1 y Q2 operan con un ciclo de trabajo del 50% a una frecuencia de 100 kHz. Sabiendo que la tensión de salida es de 24 V con una carga resistiva de $R_1=0.8 \Omega$ y que la relación del transformador es

$$\frac{n_s}{n_p} = 0.25. \text{ Se pide:}$$

1. Considerando al transformador, a los diodos y a los transistores, todos ellos ideales, determinar las formas de corriente y tensión durante 20 μ s del transistor Q1 y el diodo D2. Anote los valores más significativos de estas ondas.
2. Si se considera que hay caídas de tensión en los semiconductores en estado activo con valores en los transistores de 1.2V y en los diodos de 0.7 V. Determinar la nueva tensión de entrada, V_1 , considérese que el transformador sigue siendo ideal.
3. Calcular el rendimiento de la fuente conmutada en el apartado 1 y en el apartado 2.
4. En este apartado se considera que el transformado no es ideal y que el valor de L_μ , visto desde el primario, es de 0.5mH, suponiendo el resto de las condiciones iguales a las del apartado 2, ¿cuál sería la corriente de pico del transistor?.



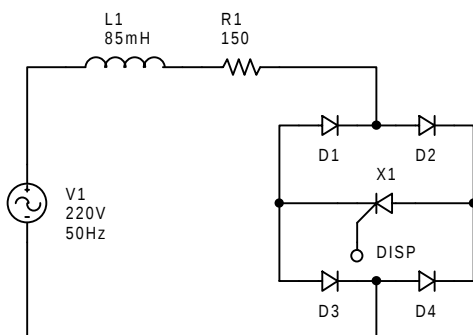
(50 minutos)

Segundo ejercicio

El circuito de la figura es un regulador monofásico de alterna que alimenta una carga de carácter inductivo-resistivo. Se pide:

1. Hallar los límites del intervalo de valores del ángulo de disparo α dentro del cual el circuito opera correctamente.
2. Dibujar, para un ángulo de disparo α de 45°, las tensiones y corrientes correspondientes al tiristor X1 y la carga durante 40ms. Indicar todos los valores instantáneos que se consideren oportunos.
3. Indicar sobre la gráfica anterior qué semiconductores se encuentran activos en cada momento.
4. Calcular la tensión eficaz aplicada sobre la carga para el ángulo de disparo del apartado 2.
5. Hallar la tensión inversa máxima que tiene que soportar el tiristor y el intervalo del ángulo α para el que aparece.
6. Hallar, considerando que la carga está compuesta únicamente por la resistencia de 150 Ω , la corriente media por el tiristor en función de α .
7. En las condiciones del apartado 6 y suponiendo que el circuito debe funcionar a una temperatura ambiente máxima de 70°C, calcular si se necesita un disipador para el tiristor y, en ese caso, cuál sería su resistencia térmica máxima.

Nota: el efecto de las caídas de tensión en los semiconductores se supone despreciable salvo para el cálculo de la potencia disipada en el tiristor en el último apartado. Considerar siempre que cuando el tiristor no conduce, toda la tensión cae sobre él.



Características tiristor TIC106D

Caída en conducción	V_T	2 V
Temperatura máxima de la unión	T_{jmax}	110°C
Resistencia térmica unión-encapsulado	$R_{\theta jc}$	3,5 K/W
Resistencia térmica encapsulado-disipador	$R_{\theta cs}$	1 K/W
Resistencia térmica unión-ambiente	$R_{\theta ja}$	62,5 K/W

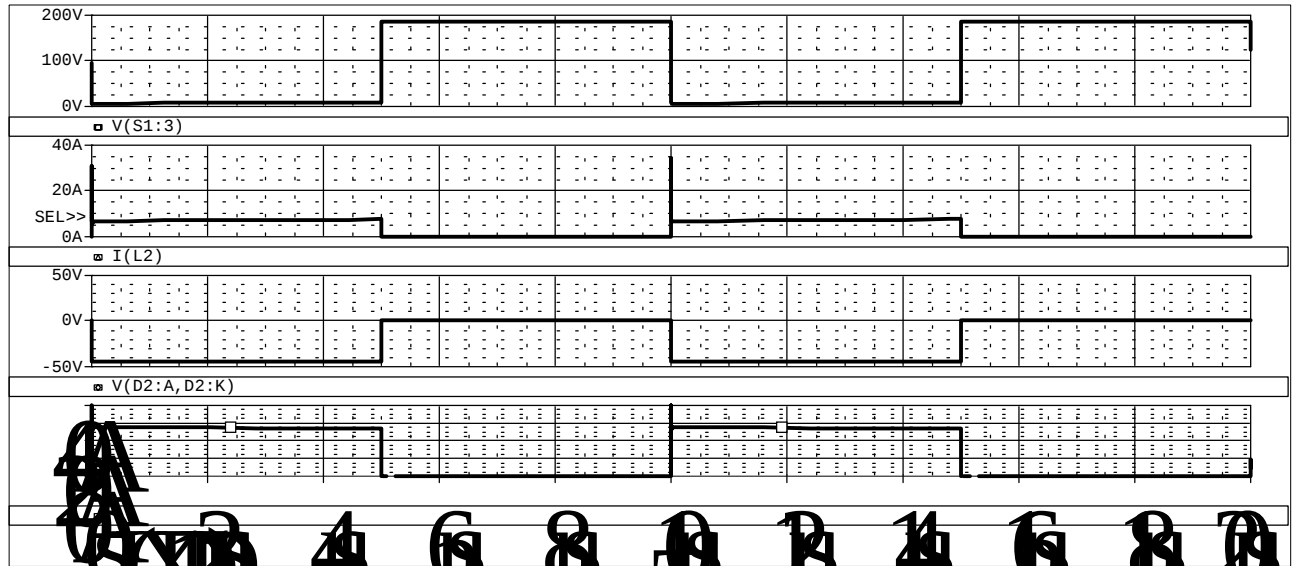
(50 minutos)



RESOLUCIÓN
PRIMER EJERCICIO

1. Por tener siempre transferencia de energía entre primario y secundario se cumplirá las relaciones siguientes:

$$i_1 = \frac{n_2 I_2}{n_1} = 30A; V_E = 4V_s = 96$$



2. $V_E = V_t + 4(V_\gamma + V_s) = 100V$

3. $\eta_1 = \frac{24 \cdot 30}{96 \cdot 7.5} = 100\% \quad \eta_2 = \frac{24 \cdot 30}{100 \cdot 7.5} = 96\%$

4. $i_{T \max} = \frac{n_2 I_2}{n_1} + \frac{1}{2} \frac{V_E - V_t}{L \mu_1} \Delta t = 7.994A$

SEGUNDO EJERCICIO

1. Se trata de un circuito con una carga inductiva-resistiva. Para su correcto funcionamiento es necesario que la corriente a través del tiristor se haya anulado antes de que se realice el siguiente disparo. Como la constante de tiempo del sistema es pequeña, la corriente por la carga tiene tiempo de alcanzar el régimen permanente, por tanto, el ángulo de disparo tiene que ser mayor que el ángulo de desfase de la carga. Por otro lado, un ángulo de disparo superior a 180° no tiene sentido.

$$\tau = \frac{L}{R} = \frac{85\text{mH}}{150\Omega} = 0,57\text{ms} \quad 3\tau = 1,7\text{ms} \quad \frac{T}{2} = 10\text{ms}$$

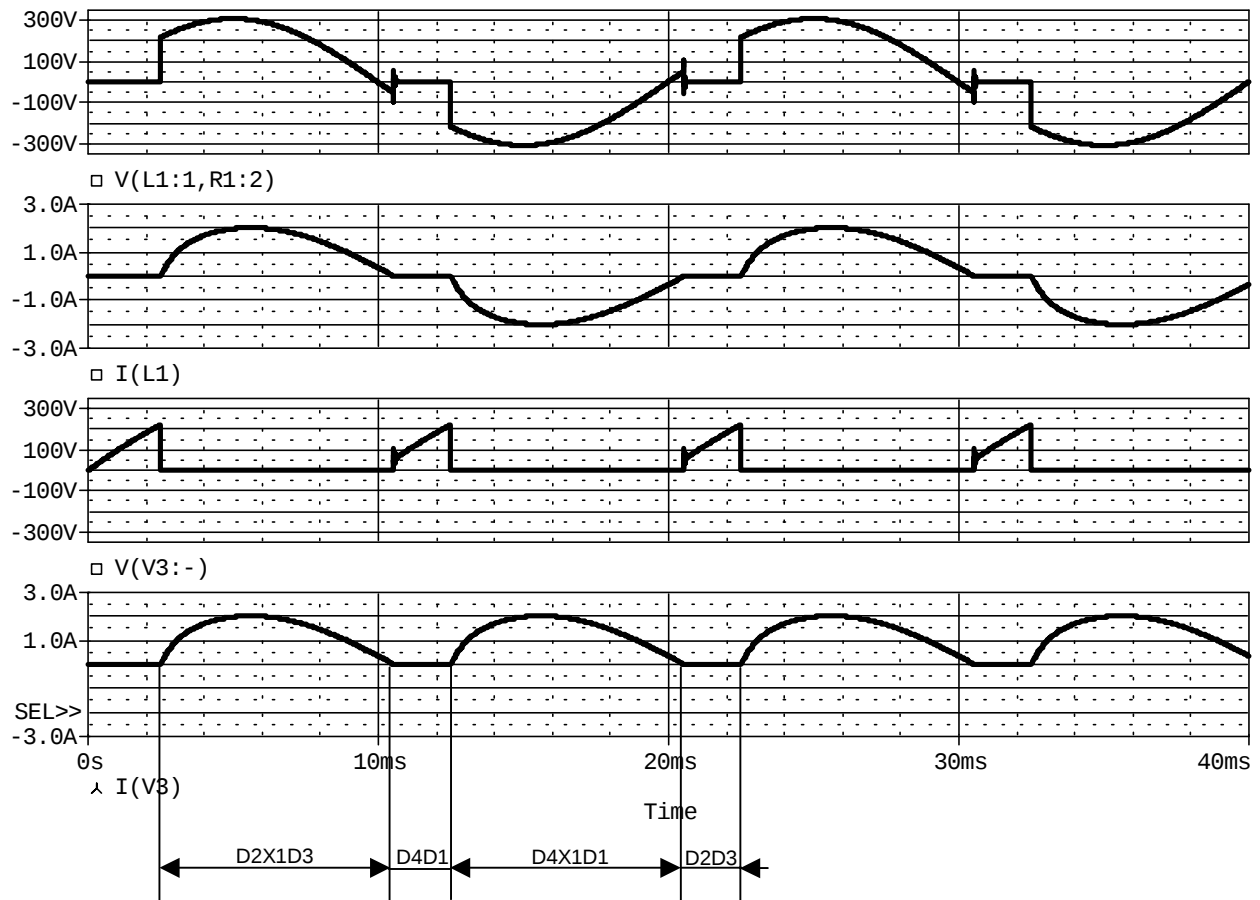
$$\varphi = \arctan\left(\frac{\omega L}{R}\right) = \arctan\left(\frac{100\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \times 85\text{mH}}{150\Omega}\right) = 0,1762\text{rad} \Rightarrow 0,1762\text{rad} < \alpha < \pi\text{rad}$$

2. Los valores instantáneos más importantes vienen determinados por la tensión de la fuente en φ , α , y $\pi/2$, y por la corriente máxima por la carga:

$$U_{\max} = 220\sqrt{2}\text{V} = 311,1\text{V} \quad u(\varphi) = U_{\max} \sin(\varphi) = 54,54\text{V} \quad u(\alpha) = U_{\max} \sin(\alpha) = 200\text{V}$$

$$I_{\max} = \frac{U_{\max}}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}} = 2,04\text{A}$$





3. La corriente por la bobina no puede variar bruscamente, esto fuerza a que sean los mismos diodos los que conduzcan en cada semiciclo de la corriente por la carga (independientemente del signo de la tensión sobre la carga). El tiristor conduce desde el momento del disparo hasta el paso por cero de la corriente por la carga:

Semiciclo positivo corriente: D2X1D3

Semiciclo negativo corriente: D4X1D1

4. La tensión eficaz sobre la carga es igual a:

$$U_{ef}^2(\alpha) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} u^2(\theta) \cdot d\theta = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\varphi} U_{\max}^2 \sin^2 \theta \cdot d\theta = \frac{U_{\max}^2}{2\pi} \left[\pi + \varphi - \alpha - \frac{1}{2} (\sin(2\varphi) - \sin(2\alpha)) \right]$$

$$U_{ef}\left(\frac{\pi}{4} \text{ rad}\right) = 209,9\text{V}$$

5. En realidad, debido a la conexión al puente de diodos, el tiristor nunca soporta tensiones negativas, sino sólo positivas.
6. A la hora de calcular la corriente media por el tiristor, es importante notar que este semiconductor conduce en ambos semiciclos. La corriente media será entonces:

$$\bar{I}_T(\alpha) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} i_T(\theta) \cdot d\theta = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \frac{U_{\max}}{R} \sin \theta \cdot d\theta = \frac{U_{\max}}{\pi R} (1 + \cos \alpha)$$

7. Se calcula primero la potencia media disipada en el tiristor:

$$\bar{P}_T = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} u_T(\theta) \cdot i_T(\theta) \cdot d\theta = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} V_T \cdot i(\theta) \cdot d\theta = \frac{V_T}{2\pi} \int_0^{2\pi} i_T(\theta) \cdot d\theta = V_T \cdot \bar{I}_T$$

El peor caso es el de mayor corriente media, que corresponde a un ángulo $\alpha = 0$ rad:



$$\overline{P}_T = 2V \times 1,32A = 2,64W$$

Entonces la resistencia térmica máxima del disipador habrá de ser:

$$R_{\theta s} = \frac{T_{j\max} - T_{a\max}}{\overline{P}_T} - R_{\theta jc} - R_{\theta cs} = \frac{110^\circ\text{C} - 70^\circ\text{C}}{2,64W} - 1\frac{\text{K}}{\text{W}} - 3,5\frac{\text{K}}{\text{W}} = 10,6\frac{\text{K}}{\text{W}}$$

Como esta resistencia es menor que la resistencia térmica unión-ambiente, $R_{\theta ja} = 62,5 \text{ K/W}$, sí es necesario el uso de un disipador.

