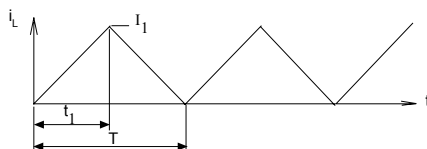




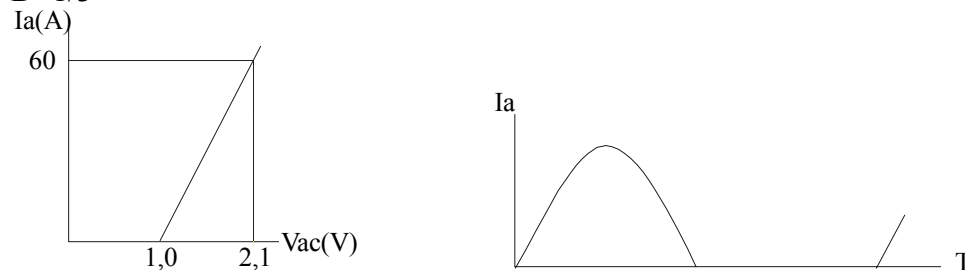
ELECTRÓNICA INDUSTRIAL. 8 de septiembre 2003

1.- Diseño de una inductancia por la que circula una intensidad como la de la figura, siendo la frecuencia 100kHz, la tensión aplicada en t_1 es 200V y en el resto del periodo -200V. Sección del núcleo $A_{co}=354\text{mm}^2$. Factor de llenado, $k_{cu}=0,6$. Núcleo EE. $\mu_0=4\pi 10^{-7}$ H/m. $B_{\max}=300\text{mT}$ $I_1=5$ A. Determinar el número de vueltas, área de la ventana y entrehierro

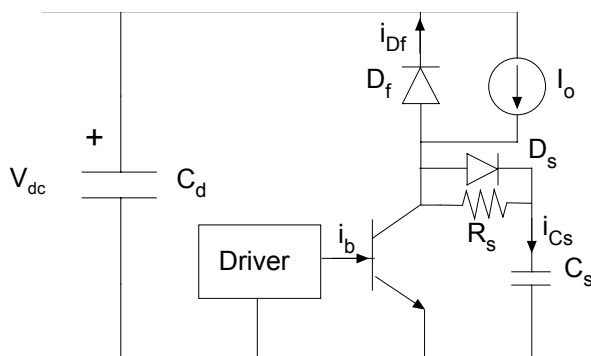


2.- En MOSFETs de alta tensión la potencia disipada se debe principalmente a las pérdidas en conducción, siendo las pérdidas en conmutación despreciables hasta 50kHz. Por otro lado en los IGBTs las pérdidas en conducción son pequeñas, pero las de conmutación son apreciables a partir de 10 kHz. A) Desde el punto de vista de la potencia disipada seleccionar el dispositivo más adecuado. Intensidad en conducción 7,5 A, ciclo de trabajo $D=0,5$, tensión 310 V, temperatura en la unión 125°C , frecuencia de conmutación 50kHz, forma de onda cuadrada MOSFET IRFP450 $R_{ds(on)}(125^\circ\text{C})=0,816\Omega$ tiempo de conmutación OFF-ON , ON-OFF 75ns. IGBT IRGP430U, $V_{ce}(125^\circ\text{C})=2,03\text{V}$, La energía disipada en conmutación en el IGBT es 0,226mJ por periodo. B) Indicar la frecuencia de conmutación en que las pérdidas en ambos dispositivos son iguales.

3.- Un SCR tiene la característica en conducción que indica la figura. Calcular la potencia disipada en conducción para los siguientes casos: a) corriente continua $I_a=23$ A, b) semiperiodo senoidal de valor medio 18 A (ver figura), c) $I_a=48,5$ A con un ciclo de trabajo $D=1/3$



4.- Diseño del circuito de protección durante el apagado de un transistor



Calcular C_s para que la tensión del transistor alcance V_{dc} cuando la corriente por el transistor llegue a cero. $V_{dc}=100\text{V}$ $I_o=5$ A, $t_{fi}=0,5\mu\text{s}$

1.-



$$V_L = L \frac{I_1}{t_1} \quad ; \quad L = 200 \mu\text{H} \quad ; \quad V_L = N_1 A_{co} \frac{\Delta B}{t_1} \quad ; \quad N_1 = 9,4$$

N=10 vueltas

$$I_L^2 = \frac{2}{T} \int_0^{t_1=T/2} \left(\frac{I_1}{T/2} t \right)^2 dt \quad ; \quad I_L = \frac{I_1}{\sqrt{3}} \quad ; \quad I_L = 3A$$

$$J = 2A / \text{mm}^2 \quad ; \quad A_{cu} = \frac{I_L}{J} = 1,5 \text{mm}^2 \quad ; \quad A_w = \frac{A_{cu} N}{k_{cu}} = 25 \text{mm}^2$$

$$L \cong \frac{N^2 \mu_o A_{co}}{l_g} \quad ; \quad l_g = 0,22 \text{mm} \quad ; \quad g = \frac{l_g}{2} = 0,11 \text{mm}$$



2.-

Asimilando la función potencia disipada en conmutación a triángulos de altura $\hat{P} = 310V \cdot 7,5A$ y de base $t_{sw} = 75ns$, la energía disipada en el MOSFET en conmutación es:

$$E_{sw} = E_{off-on} + E_{on-off} ; \quad E_{off-on} = E_{on-off} = \frac{310V \cdot 7,5A \cdot 75ns}{2} = 87,2\mu J$$

$$E_{sw-MOSFET} = 174,4\mu J$$

$$\text{Para el IGBT } E_{sw-IGBT} = 226\mu J$$

Pérdidas en conducción en el MOSFET

$$P_{on-MOSFET} = I^2 R_{ds-on} D = 22,95W$$

Pérdidas en conducción en el IGBT

$$P_{on-IGBT} = IV_{ce-on} D = 7,6W$$

Pérdidas totales en el MOSFET

$$P_{T-MOSFET} = E_{sw-MOSFET} \cdot f + P_{on-MOSFET} ; \quad f = 50kHz ; \quad P_{T-MOSFET} = 31,67W$$

Pérdidas totales en el IGBT

$$P_{T-IGBT} = E_{sw-IGBT} \cdot f + P_{on-IGBT} ; \quad f = 50kHz ; \quad P_{T-IGBT} = 18,9W$$

Igualando las pérdidas totales se obtiene la frecuencia a partir de la que el MOSFET presenta menores pérdidas que el IGBT

$$E_{sw-MOSFET} \cdot f + P_{on-MOSFET} = E_{sw-IGBT} \cdot f + P_{on-IGBT} ; \quad f > 297,5kHz$$

La aproximación de pérdidas en conmutación en el MOSFET es bastante pesimista ya que no se considera C_{DS} , es razonable, teniendo en cuenta además los tiempos de conmutación del IGBT, encontrar menores pérdidas en el MOSFET que en IGBT a partir de p.e. $f > 75kHz$.



3.-

$$P_{on} = \int_0^T v_{ac-on} i_a dt \quad ; \quad P_{on} = v_\gamma \bar{I}_a + r_d I_{ef}^2 \quad ; \quad v_\gamma = 1,0V \quad ; \quad r_d = \frac{1,1}{60} \Omega$$

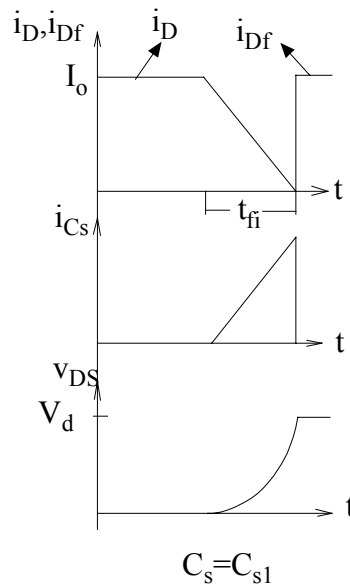
$$a) \bar{I} = I_{ef} = 23A \quad ; \quad P_{on} = 32,7W$$

$$b) \bar{I} = \int_0^\pi \hat{I} \sin(\omega t) d\omega t \quad ; \quad \bar{I} = \frac{\hat{I}}{\pi} = 18A \quad ; \quad \hat{I} = 56,55A$$

$$I_{ef}^2 = \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi (\hat{I} \sin \omega t)^2 d\omega t \quad ; \quad I_{ef}^2 = \frac{\hat{I}^2}{4} \quad ; \quad P_{on} = 32,7W$$

$$c) \bar{I} = I_a D = 16,7A \quad ; \quad I_{ef}^2 = I_a^2 D \quad ; \quad P_{on} = 30,54W$$

4.-



$$\Delta v_{Cs} = \frac{1}{C_s} \int_0^{t_{fi}} i_{Cs} dt = V_{dc} \quad ; \quad V_{dc} = \frac{1}{C_s} \int_0^{t_{fi}} I_o t dt = \frac{I_o t_{fi}}{2C_s} \quad ; \quad C_s = \frac{I_o t_{fi}}{2V_{dc}} = 12,5nF$$