

74
100

ELECTRÓNICA DE POTENCIA – PARCIAL I
FACULTAD DE ING. ELÉCTRICA
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ

Nombre: Jorge O. Yáñez G
Prof. Abdiel Botiaños

Cédula: 9. Mo 449
Fecha: 27-4-2015

I- RESPONDA LAS SIGUIENTES PREGUNTAS (6 puntos cada una)

1. A qué tipo de diodo pertenece la curva de la figura 1 y cuál sería la potencia disipada por éste para una corriente de 20A y una $T_j=175^\circ\text{C}$.
- 2.Cuál es el valor mínimo del voltaje que debe aplicarse a la compuerta del transistor de la figura 2 para asegurar que fluya una corriente de 200A si la temperatura de juntura es 150°C.
3. Para el circuito de la figura 3, cual sería el espesor de la base si se quiere obtener el mayor valor de voltaje de colector-emisor apagado (V_{CES})
4. Para un transistor con un snubber de bloqueo que trabaja a 60V con una corriente de carga de 15A, cuánto se supone (según las fórmulas) que es el valor máximo posible de la corriente de descarga del capacitor.
5. De los tres tipos transistores de potencia vistos en clases, cuál recomienda para la etapa de potencia de un control de velocidad de motores de inducción que trabajan con un voltaje de 480Vrms?

II. RESUELVA LOS SIGUIENTES PROBLEMAS

1. Se quiere utilizar un IGBT IRG4P254S para conmutar una carga inductiva de 23A y 400V. La frecuencia de operación puede ser 2.5kHz o 8kHz y el ciclo de trabajo puede variar entre 0.2 y 0.95. La temperatura ambiente varía entre 20 y 32°C.

Por cuestión de costos el disipador debe ser lo menor posible.

- a. Calcule la resistencia térmica máxima del disipador de calor. **20 pto**
- b. Calcule los snubber de bloqueo y disparo considerando que $C_s=C_{s1}$ y que $\Delta V_{ce}=0.5V_d$ y $\Delta V_{ceMAX}=0.25V_d$. **30 pto**
- c. Escoja un nuevo disipador considerando la reducción en las pérdidas de potencia en el transistor. **20 pto**

BUENA SUERTE

FORMULAS:

$$P_{ON} = DI_O^2 R_{DS(ON)} = DI_O V_{CE}$$

$$P_S = V_d I_O f_s (t_r + t_f)$$

$$P_{TOT} = P_S + P_{ON}$$

$$T_{Jmax} = T_A + P_{TOT} (R_{JC} + R_{CS} + R_{SA})$$

Snubber

Bloqueo $C_{S1} = \frac{I_O t_f}{2V_d}$

$$\frac{V_d}{R_S} = 0.2 I_O$$

$$P_{RS} = \frac{C_s V_d^2}{2} f_s$$

Disparo $\Delta V_{CE} = \frac{L_S I_O}{t_r}$

$$\Delta V_{CE,max} = R_{LS} I_O$$

$$P_{RLS} = \frac{L_S I_O^2}{2} f_s$$

Perdidas de bloqueo con snubber

$$P_{Q_{\sigma}} = \frac{I_O^2 t_f^2 f_s}{24 C_S}$$

$$P_{Q_{\sigma}} = \frac{V_{CE} I_O t_r f_s}{2}$$

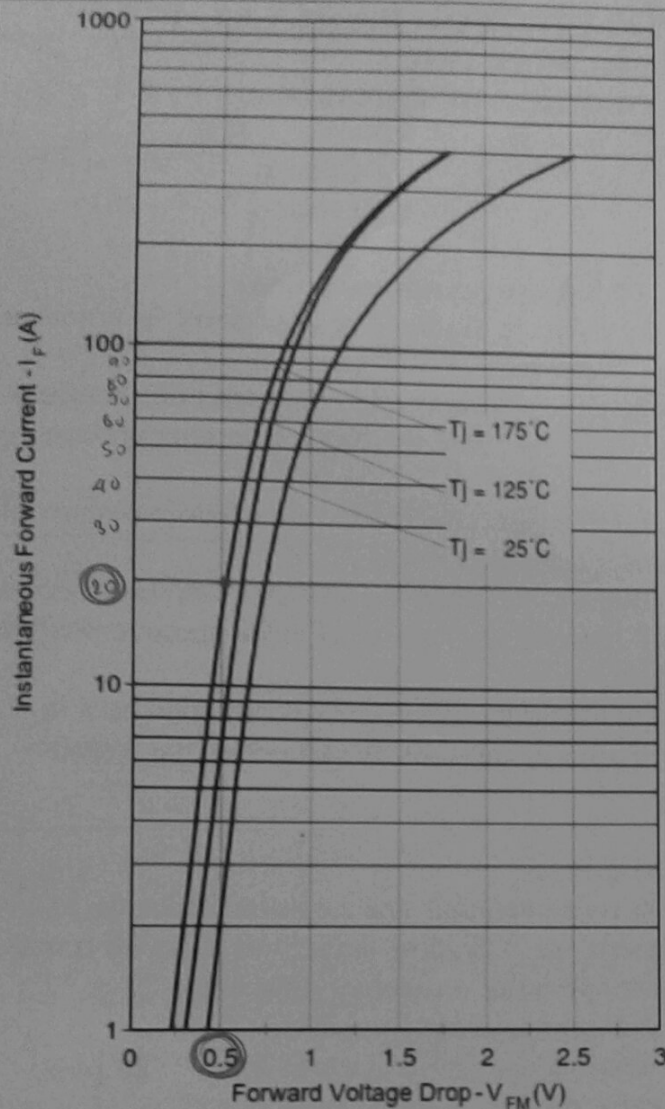


Figura 1

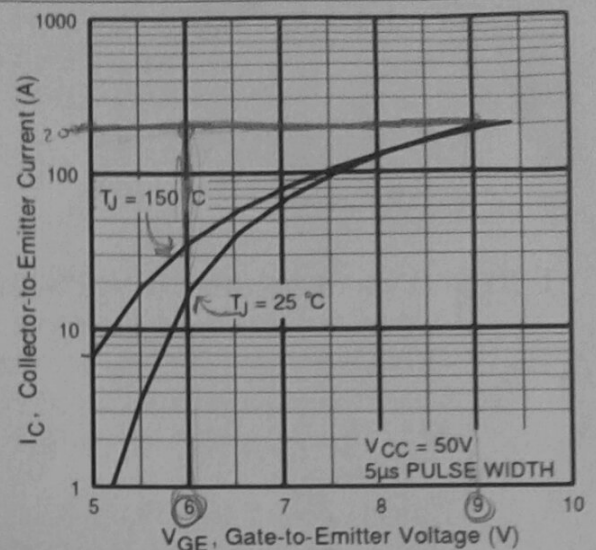


Figura 2

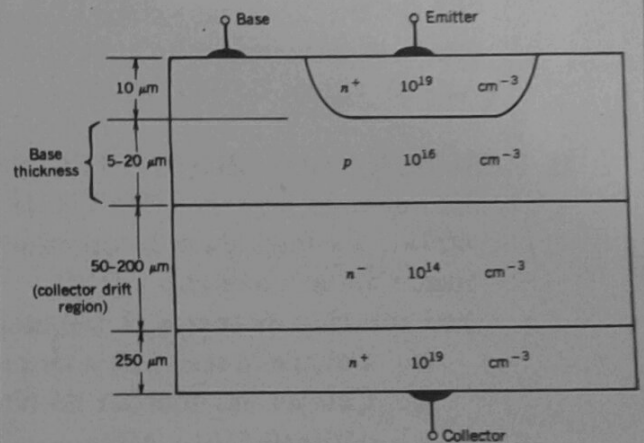
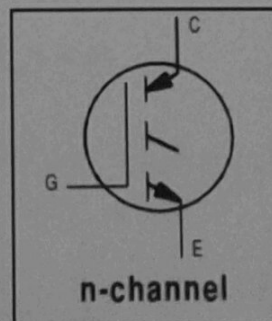


Figura 3

DATA DE FABRICANTE IRG4PF50W

Features

- Optimized for use in Welding and Switch-Mode Power Supply applications
- Industry benchmark switching losses improve efficiency of all power supply topologies
- 50% reduction of E_{off} parameter
- Low IGBT conduction losses
- Latest technology IGBT design offers tighter parameter distribution coupled with exceptional reliability



$V_{CES} = 900V$
 $V_{CE(on)} \text{ typ.} = 2.25V$
 @ $V_{GE} = 15V$, $I_C = 28A$

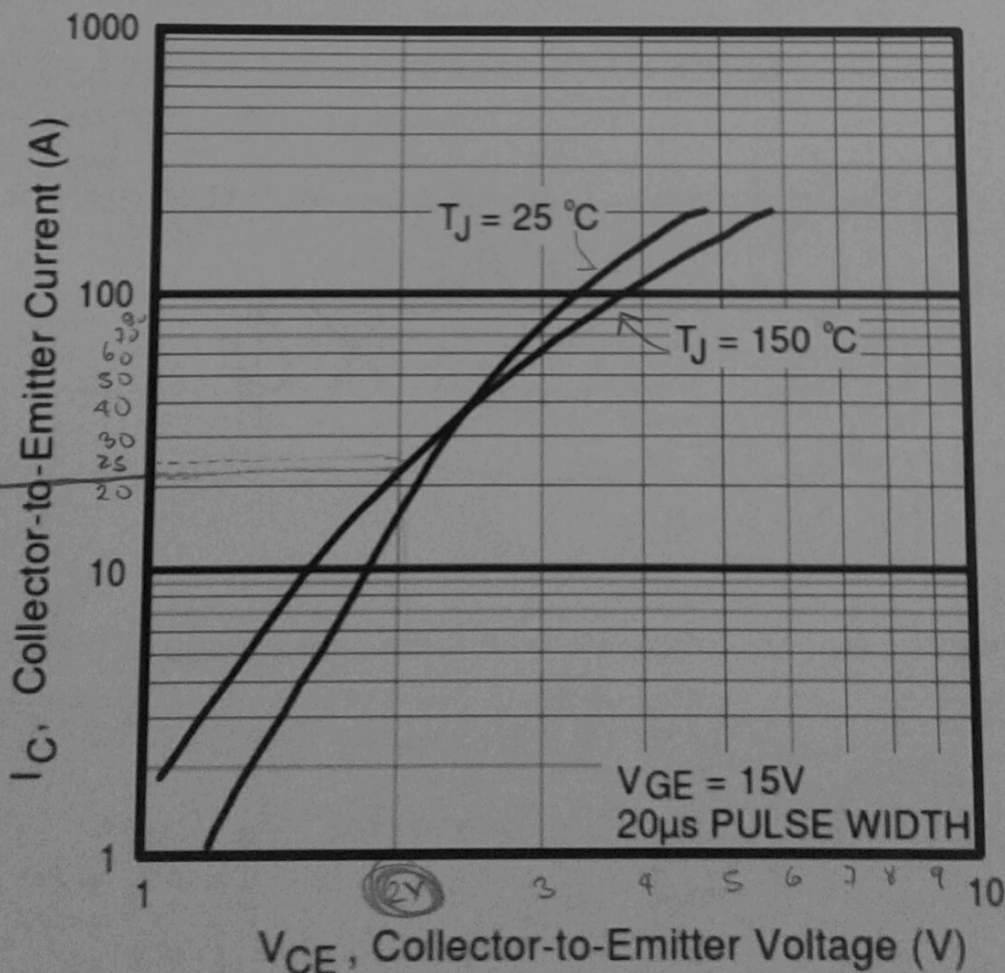
Thermal Resistance

	Parameter	Typ.	Max.	Units
$R_{\theta JC}$	Junction-to-Case	—	0.64	°C/W
$R_{\theta CS}$	Case-to-Sink, Flat, Greased Surface	0.24	—	
$R_{\theta JA}$	Junction-to-Ambient, typical socket mount	—	40	
Wt	Weight	6 (0.21)	—	g (oz)

Absolute Maximum Ratings

	Parameter	Max.	Units
V _{CES}	Collector-to-Emitter Breakdown Voltage	900	V
I _C @ T _C = 25 °C	Continuous Collector Current	51	A
I _C @ T _C = 100 °C	Continuous Collector Current	28	
I _{CM}	Pulsed Collector Current ①	204	
I _{LM}	Clamped Inductive Load Current ②	204	
V _{GE}	Gate-to-Emitter Voltage	± 20	V
E _{ARV}	Reverse Voltage Avalanche Energy ③	186	mJ
P _D @ T _C = 25 °C	Maximum Power Dissipation	200	W
P _D @ T _C = 100 °C	Maximum Power Dissipation	78	
T _J	Operating Junction and	-55 to + 150	°C
T _{STG}	Storage Temperature Range		
	Soldering Temperature, for 10 seconds	300 (0.063 in. (1.6mm from case)	

$t_{d(on)}$	Turn-On Delay Time	—	28	—	ns	$T_J = 150^\circ\text{C}$, $I_C = 28\text{A}$, $V_{CC} = 720\text{V}$ $V_{GE} = 15\text{V}$, $R_G = 5.0\Omega$ Energy losses include "tail" See Fig. 13, 14
t_r	Rise Time	—	26	—		
$t_{d(off)}$	Turn-Off Delay Time	—	280	—		
t_f	Fall Time	—	90	—		
E_{ts}	Total Switching Loss	—	3.45	—	mJ	



Preguntas:

* ① R// la Curva de la Fig. 1 Portoneo al diodo

Si $T = 175^{\circ}\text{C}$ @ $\rightarrow I_F(A) = 20A \rightarrow V_{FM} = 0.5V$

$$P_{disp} = I_F(A) \times V_{FM}$$

$$P_{disp} = (20A)(0.5V)$$

$$P_{disp} = 10Watts$$

3p

* ② R// El valor mínimo que se puede aplicar en la Compuerta del transistor es de "9Voltios"

4p

③ R// El espesor de la base para obtener el mayor valor de Voltaje V_{CE} -apoyado sería de 10^{16} cm^{-3}

X 4p

④ R// El valor máximo de la corriente de descarga del Capacitor es de

$$I_{dc} = I_o - I_c$$

x La diferencia entre la Corriente de Carga

$$I_{c(max)} = 15A - I_{c(carga)}$$

y la corriente de carga del capacitor

⑤ Recomendaría el uso del transistor de Potencia IGBT, ya que está diseñado para manejar altos Voltaje y sería de gran ayuda para el control de velocidades de motores de inducción.

6p

① Datos

$$I_o = 23A$$

$$V_d = 400V$$

$$f_s = 2.5KHz - 8KHz$$

$$D = 0.2 - 0.95$$

$$T_A = 20 - 32^\circ C$$

$$T_{jmax} = 150^\circ C$$

$$t_r = 26ns$$

$$t_f = 90ns$$

$$V_{CE(tup)} = 2.25V$$

$$T_{jmax} = 150^\circ C @ 23A$$

$$P_s = 8.53W$$

$$8.54W$$

a) $R_{\theta SA} = ?$

b) Snubber de bloqueo y de disparo en $C_{SI} - C_S$

$$\Delta V_{CE} = 0.5V_d \text{ y } \Delta V_{CEmax} = 0.25V_d$$

c) Escala de disipación

② Solución

$$P_{ON} = D I_o V_{CE}$$

$$P_{ON} = (0.95)(23A)(2.25V)$$

$$P_{ON} = 49.16W$$

$$P_s = V_d I_o (t_r + t_f)$$

$$P_s = 400V (23A) (8KHz) (26ns + 90ns)$$

$$P_s = 8.54W$$

$$R_{\theta SA} = \left(\frac{T_{jmax} - T_A}{P_{TOT}} \right) - R_{\theta JC} - R_{\theta CS}$$

$$R_{\theta SA} = \frac{(150^\circ C - 32^\circ C)}{57.7W} = 0.64^\circ C/W - 0.24^\circ C/W$$

$$R_{\theta SA} = 1.2^\circ C/W$$

$$P_{TOT} = P_s + P_{ON}$$

$$P_{TOT} = (8.538W + 49.1626W)$$

$$P_{TOT} = 57.7W$$

$$R_s = \frac{V_d}{0.2 I_o} = \frac{400V}{0.2(23A)}$$

$$R_s = 86.96\Omega$$

$$P_{RS} = \frac{C_s V_d^2 f_s}{2} = \frac{(2.6nF)(400V)^2(8KHz)}{2}$$

$$P_{RS} = 1.664W$$

$$C_S = C_{SI}$$

$$C_{SI} = \frac{I_o t_f}{2V_d} = \frac{(23A)(90ns)}{2(400V)}$$

$$C_{SI} = 2.6nF$$

Snubber de disparo

$$L_s = \frac{\Delta V_{CE} t_r}{I_o} = \frac{(0.5)(400)(26ns)}{23A}$$

$$L_s = 226.1nH$$

$$R_{LS} = \frac{\Delta V_{CEmax}}{I_o}$$

$$R_{LS} = \frac{0.25(400V)}{23A}$$

$$R_{LS} = 4.35\Omega$$

$$P_{RLS} = \frac{L_s I_o^2 f_s}{2}$$

$$P_{RLS} = \frac{(226.1nH)(23A)^2(8KHz)}{2}$$

$$P_{RLS} = 0.48W$$

©

$$P_{QOFF} = \frac{I_0^2 t_f^2 f_s}{24 C_s} = \frac{(23A)^2 (90ns)^2 (8KHz)}{24 (2.6nF)} = \frac{3.43 \times 10^8}{6.24 \times 10^8}$$

$$P_{QOFF} = 0.54 W$$

$$P_{QON} = \frac{V_{CE} I_0 t_r f_s}{2} = \frac{(2.25V)(23A)(26ns)(8KHz)}{2}$$

$$P_{QON} = 0.0053 W$$

13p

$$P_{TOT} = P_{ON} + P_{QOFF} + P_{QON} = 49.16W + 0.54W + 0.0053W$$

$$P_{TOT} = 49.70 W$$

$$R_{\theta JA} = \frac{T_{jmax} - T_A}{P_{TOT}} - R_{\theta JC} - R_{\theta CS} = \frac{150^\circ C - 32^\circ C}{49.70 W} - 0.64^\circ C/W - 0.24^\circ C/W$$

$$R_{\theta JA} = 1.49^\circ C/W$$

Escoger un disipador que tenga una resistencia igual al valor anterior para así reducir las pérdidas

Preguntas:

Es un diodo Schottky y disipa aproximadamente $20(0,52) = 10,4 \text{ VA}$

2.) Según la gráfica se debe colocar en la base $9,4 \text{ V}$; asegurando que cumpla los 200 A y los 150°C

3.) Tendría que usar $200 \mu\text{m}$, para poder tener un voltaje máximo. ya que entre mas grande la región n , más cantidad de voltaje soportara.

4.) Según fórmula la corriente de descarga del capacitor es:

$$I_{dc} = I_o - I_c \therefore I_{dc} = 15 \text{ A} - I_c \Rightarrow \text{Valor máximo.}$$

5.) Recomendaría IGBT ya que soporta altos voltajes y se puede mejorar con un snubber de bloqueo y disparo.

Problema

Datos:

$$I_o = 23 \text{ A}$$

$$V_{ce} = 2,25 \text{ V}$$

$$V_d = 400$$

$$t_r = 26 \text{ ns}$$

$$f = 2,5 \text{ KHz} - 8 \text{ KHz}$$

$$t_f = 90 \text{ ns}$$

$$DC = 0,2 - 0,95$$

$$R_{\theta sc} = 0,64$$

$$T^\circ = 20 - 32^\circ$$

$$R_{\theta cs} = 0,24$$

$$T_{jmax} = T_A + P_{tot}(R_{\theta sc} + R_{\theta cs} + R_{\theta sa})$$

$$150 = 32 + 57,7(0,64 + 0,24 + R_{\theta sa})$$

$$\frac{150 - 32}{57,7} = 0,64 + 0,24 + R_{\theta sa}$$

$$2,045 - 0,88 = R_{\theta sa}$$

$$a) 1,165 = R_{\theta sa}$$

$$P_{on} = D I_o V_{ce}$$

$$P_{on} = (0,95)(23)(2,25 \text{ V})$$

$$P_{on} = 49,16 \text{ VA}$$

$$P_s = V_d I_o f_s (t_r + t_f)$$

$$= (400)(23)(8 \text{ K})(26 + 90 \text{ ns})$$

$$P_s = 8,54$$

$$P_{tot} = P_s + P_{on}$$

$$= 8,54 + 49,16$$

$$P_{tot} = 57,7 \text{ VA}$$