

ELECTRÓNICA DE POTENCIA – PARCIAL 1

FACULTAD DE ING. ELÉCTRICA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ

100
100

Nombre: Henry Durling
Prof. Abdiel Bolaños

Cédula: 6-714-1065
Fecha: 26-9-2012

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

1. Para el circuito de la figura 1, cual sería el espesor de la región n- si se quiere obtener el mayor valor de voltaje de colector-emisor apagado (V_{CES})
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 80A si la temperatura de juntura es 150°C.
3. Es recomendable utilizar un SCR con un $V_{RRM}=400V$ en un circuito con un voltaje de alimentación de 277Vrms $\pm 10\%$, por qué?
4. A qué elemento y evento se debe el pico de corriente que se da en el disparo de un transistor que conmuta cargas inductivas.
5. A qué se debe que un diodo de 1000V presente mayores pérdidas de operación cuando remplace a un diodo de 400V (usando el mismo disipador de calor), si ambos llevan la misma corriente?

II. RESUELVA LOS SIGUIENTES PROBLEMAS

1. Se quiere utilizar un IGBT IRG4PF50W para conmutar una carga inductiva de 18A y 400V. La frecuencia de operación puede ser 2.5kHz o 6kHz y el ciclo de trabajo puede variar entre 0.2 y 0.85. La temperatura ambiente varía entre 20 y 35°C. **Por cuestión de costos el disipador debe ser lo menor posible.**

- a. Calcule la resistencia térmica máxima del disipador de calor. **20 pts**
- b. Calcule los snubber de bloqueo y disparo considerando que $C_s=C_{sl}$ y que $\Delta V_{ce}=0.35V_d$ y $\Delta V_{ceMAX}=1V_d$. **30 pts**
- c. Vuelva a calcular el valor de la resistencia térmica del disipador de calor. **20 pts**

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 $C_{s1} = \frac{I_O t_{fi}}{2V_d}$

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

$$V_{CE} = V_d - \Delta V_{CE}$$

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

Disparo $\Delta V_{CE} = \frac{L_s I_O}{t_{ri}}$

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

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

Perdidas de bloqueo con snubber

$$P_Q = \frac{I_O^2 t_f^2 f_s}{24 C_s}$$

$$P_Q = \frac{V_{CE} I_O t_r}{2} f_s$$

bloqueo

disparo

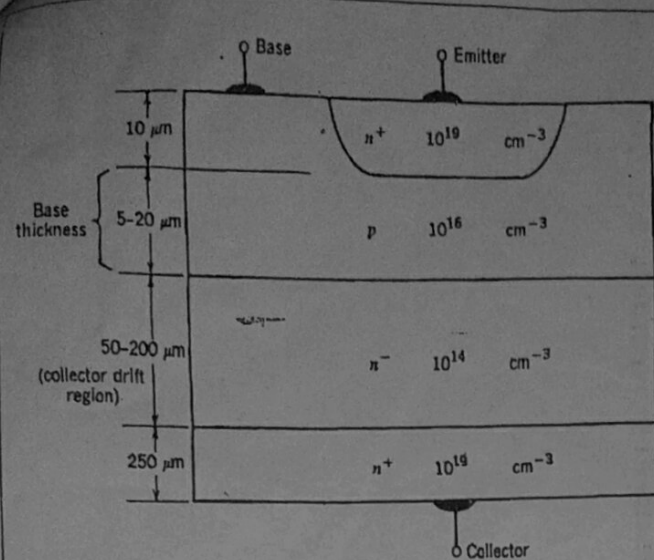


Figura 1

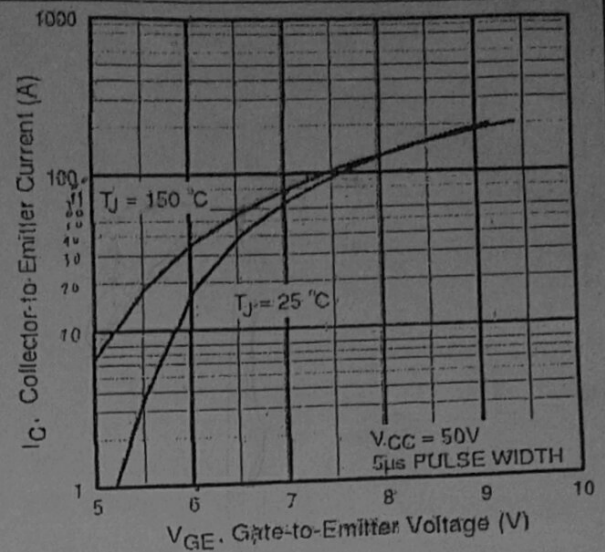
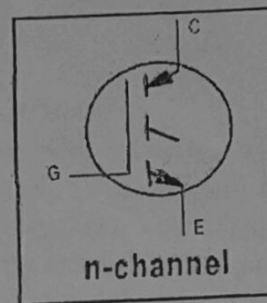


Figura 2

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 Eoff parameter
- Low IGBT conduction losses
- Latest technology IGBT design offers tighter parameter distribution coupled with exceptional reliability



$$V_{CES} = 900V$$

$$V_{CE(on) \text{ typ.}} = 2.25V$$

$$@V_{GE} = 15V, I_C = 28A$$

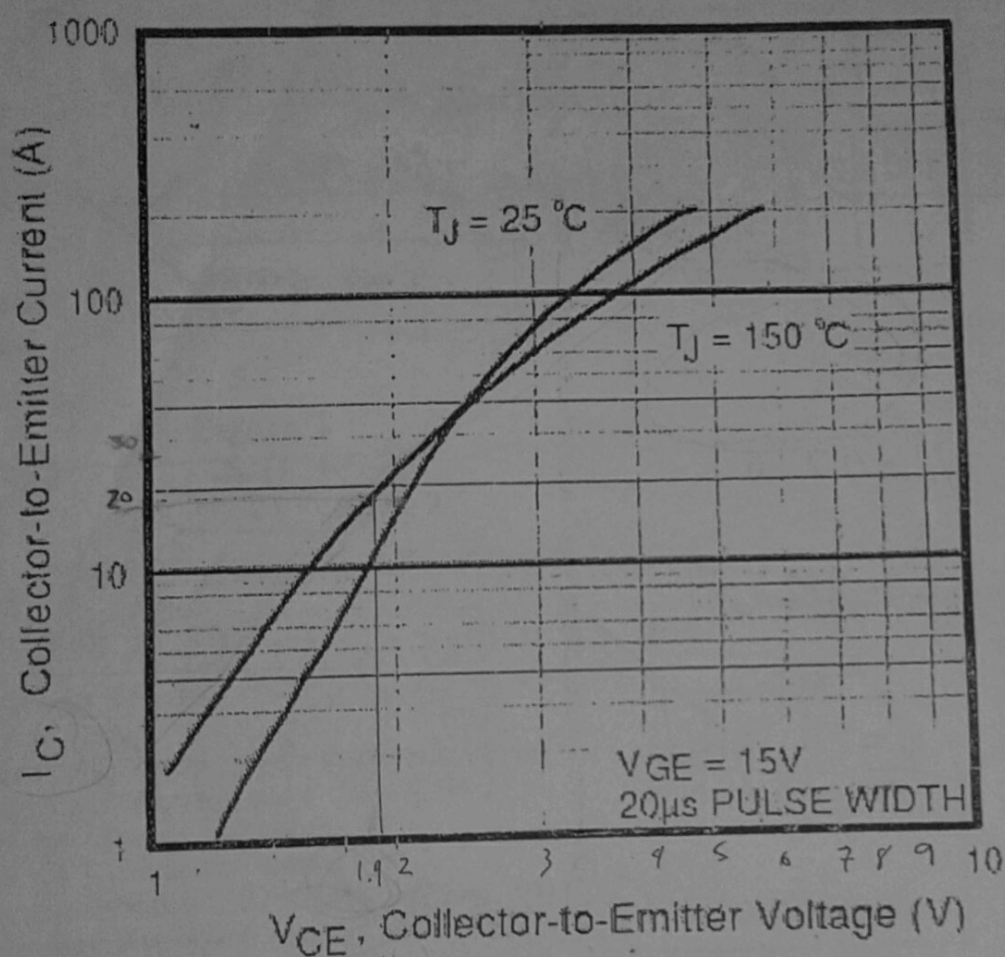
Thermal Resistance

Parameter	Parameter	Typ.	Max.	Units
R_{thJC}	Junction-to-Case	—	0.64	$^\circ\text{C/W}$
R_{thCS}	Case-to-Sink, Flat, Greased Surface	0.24	—	
R_{thJA}	Junction-to-Ambient, typical socket mount	—	40	$^\circ\text{C/W}$
Wt	Weight	6 (0.21)	—	

Absolute Maximum Ratings

Absolute Maximum Ratings		Max.	Units
	Parameter	900	V
V_{CES}	Collector-to-Emitter Breakdown Voltage	51	A
$I_C @ T_C = 25^\circ\text{C}$	Continuous Collector Current	28	
$I_C @ T_C = 100^\circ\text{C}$	Continuous Collector Current	204	
I_{C10}	Pulsed Collector Current (1)	204	
I_{CL}	Clamped Inductive Load Current (2)	204	V
V_{GE}	Gate-to-Emitter Voltage	± 20	mJ
E_{ASV}	Reverse Voltage Avalanche Energy (3)	186	W
$P_D @ T_C = 25^\circ\text{C}$	Maximum Power Dissipation	200	
$P_D @ T_C = 100^\circ\text{C}$	Maximum Power Dissipation	78	$^\circ\text{C}$
T_J	Operating Junction and	-55 to + 150	
T_{STG}	Storage Temperature Range		
	Soldering Temperature, for 10 seconds	300 (0.063 in. (1.6mm from case))	

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



1) $I_0 = 18A$
 $V_d = 400V$
 $= 2.5kHz \text{ a } 6kHz$
 $= 0.2 \text{ a } 0.85$
 $= 70 \text{ a } 35^\circ C$

$\phi_{SA} = ?$
 $r = 26ns$
 $t = 90ns$

$V_{CE} = 1.9V$

$$P_{ON} = D I_0 V_{CE}$$

$$P_{ON} = (0.85)(18)(1.9W)$$

$$P_{ON} = 29.87W$$

$$P_S = V_d I_0 f_s (t_r + t_f)$$

$$P_S = (400)(18)(6 \times 10^3)(26 \times 10^{-9} + 90 \times 10^{-9})$$

$$P_S = 5.01W$$

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

$$P_T = 34.88W$$

$$T_{MAX} = T_A + P_{Tot}(R_{\theta JC} + R_{\theta CS} + R_{\theta SA})$$

$$150 = 35 + (34.88)[0.64 \frac{^\circ C}{W} + 0.29 \frac{^\circ C}{W} + R_{\theta SA}]$$

$$R_{\theta SA} = 2.49 \frac{^\circ C}{W}$$

a) Mantener temperatura máxima del disipador

2) Plaqueo

$$C_{SI} = \frac{I_0 t_{off}}{2 V_d}$$

$$C_{SI} = \frac{(18)(90 \times 10^{-9})}{(2)(400)}$$

$$C_{SI} = 2.025 \times 10^{-9} F$$

$$C_{SI} = 2.025 nF$$

$$V_d = 0.2 I_0$$

$$\frac{400}{R_S} = (0.2)(18)$$

$$R_S = 111.11 \Omega$$

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

$$P_{RS} = \frac{(2.025 \times 10^{-9})(400)^2}{2} (6 \times 10^3)$$

$$P_{RS} = 0.972W$$

Disparo

$$V_{CE} = \frac{L_S I_0}{t_{ri}}$$

$$(35)(400) = \frac{L_S (18)}{26 \times 10^{-9}}$$

$$L_S = 2.022 \times 10^{-7} H$$

$$\Delta V_{CEMAX} = R_{LS} I_0$$

$$(0.35)(400) = R_{LS} (18)$$

$$R_{LS} = 2.22 \Omega$$

$$P_{RLS} = \frac{(2.022 \times 10^{-7})^2 (18)^2 (6 \times 10^3)}{2}$$

$$P_{RLS} = 0.1965W$$

$$P_Q = \frac{I_0^2 t_f^2}{2 C_S}$$

$$P_Q = \frac{(18)^2 (90 \times 10^{-9})^2}{(2)(2.025 \times 10^{-9})}$$

$$P_Q = 0.324W$$

$$P_Q = \frac{V_{CE} I_0 t_r}{2} f_s$$

$$P_Q = \frac{(260)(18)(26 \times 10^{-9})}{2} (6 \times 10^3)$$

$$P_Q = 0.365W$$

$$-V_{CE} = V_d - \Delta V_{CE}$$

$$V_{CE} = 400 - (0.35)(400)$$

$$V_{CE} = 260V$$

$$150 = 35 + 29.759W(0.64 + 0.29 + R_{\theta SA})$$

$$R_{\theta SA} = 2.984 \frac{^\circ C}{W}$$

Rebentencia térmica con smulter

$$P_{Total} = P_{ON} + P_Q + P_Q$$

c) El disipador se hizo más pequeño $R_{\theta SA}$ aumentó.