

ELECTRÓNICA DE POTENCIA – PARCIAL 1

FACULTAD DE ING. ELÉCTRICA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ

77
100

Nombre: José Montenegro
 Prof. Abdiel Bolaños

Cédula: 7-707-2416
 Fecha: 7-5-2014

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

1. Dibuje el diagrama de un circuito de polarización que permita fijar el voltaje de encendido de un Darlington de potencia (V_{CE-ON}) en 2.1V. *cuodorno*
2. Diga una razón por la cual el valor del capacitor del snubber de bloque no debería ser $5C_{s1}$. *pag 46*
3. A qué se debe que los MOSFET de potencia presenten una eleva resistencia de encendido R_{DS-ON} , cuando son diseñados para soportar altos voltajes. *pag 24*
4. Si se tiene un IGBT y un MOSFET de potencia que manejan ambos 40A y soportan el mismo voltaje, cuál usted esperaría que tenga un tiempo de bloqueo menor y por qué. *pag 32*
5. Qué tipo de transistor de potencia recomendaría para una aplicación automotriz y por qué? *Mosfet*

II. RESUELVA LOS SIGUIENTES PROBLEMAS

1. Se quiere utilizar un MOSFET de potencia IRF1503 para conmutar una carga inductiva de 52A y 18V. La frecuencia de operación puede ser 20kHz o 75kHz y el ciclo de trabajo puede variar entre 0.2 y 0.85. La temperatura ambiente varía entre 20 y 38°C. Por razones económicas es necesario que el disipador sea lo más chico posible, siempre que permita la operación segura del transistor para las condiciones descritas. **25ptos**
 - a) Calcule la resistencia térmica máxima del disipador de calor y de ser posible escoja uno de la figura.
2. Para el circuito anterior, calcule:
 - a) Calcule los snubber de bloqueo y disparo considerando que $C_s = C_{s1}$ y que $\Delta V_{ce} = 8V$ y $\Delta V_{ceMAX} = 4V$ y dibuje el circuito con el transistor y los snubbers. **30 ptos**
 - b) El tamaño mínimo del disipador de calor considerando los snubber. **15 ptos**

BUENA SUERTE Gracias

FORMULAS:

$$P_{ON} = DI_O^2 R_{DS(ON)} = DI_O V_{CE} \quad P_S = V_d I_O f_s (t_r + t_f) \quad P_{TOT} = P_S + P_{ON}$$

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

Snubber

$$\text{Bloqueo} \quad C_{s1} = \frac{I_O t_f}{2V_d} \quad \frac{V_d}{R_S} = 0.2 I_O \quad P_{RS} = \frac{C_S V_d^2}{2} f_s$$

$$\text{Disaparo} \quad \Delta V_{CE} = \frac{L_S I_O}{t_{ri}} \quad \Delta V_{CE,max} = R_{LS} I_O \quad P_{RLS} = \frac{L_S I_O^2}{2} f_s$$

Handwritten notes:
 $P_{TOT} = P_S + P_{ON} + P_{RS} + P_{RLS}$
 $P_{TOT} = 1314$

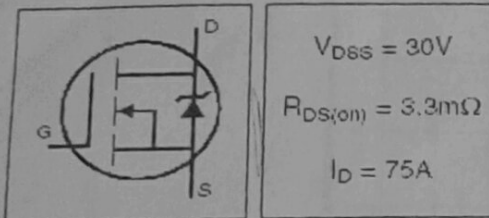
Valor Máximo
Disipación

Pérdidas en el transistor con snubber

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

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

DATA DE FABRICANTE IRF1503



a) Promedio

b) Reductor es igual a $\frac{V_{CE} I_o t_r}{2}$ al del Inductor

Entrada

$$I_d = \text{Entrada} = I_o D$$

Promedio de b)

Thermal Resistance

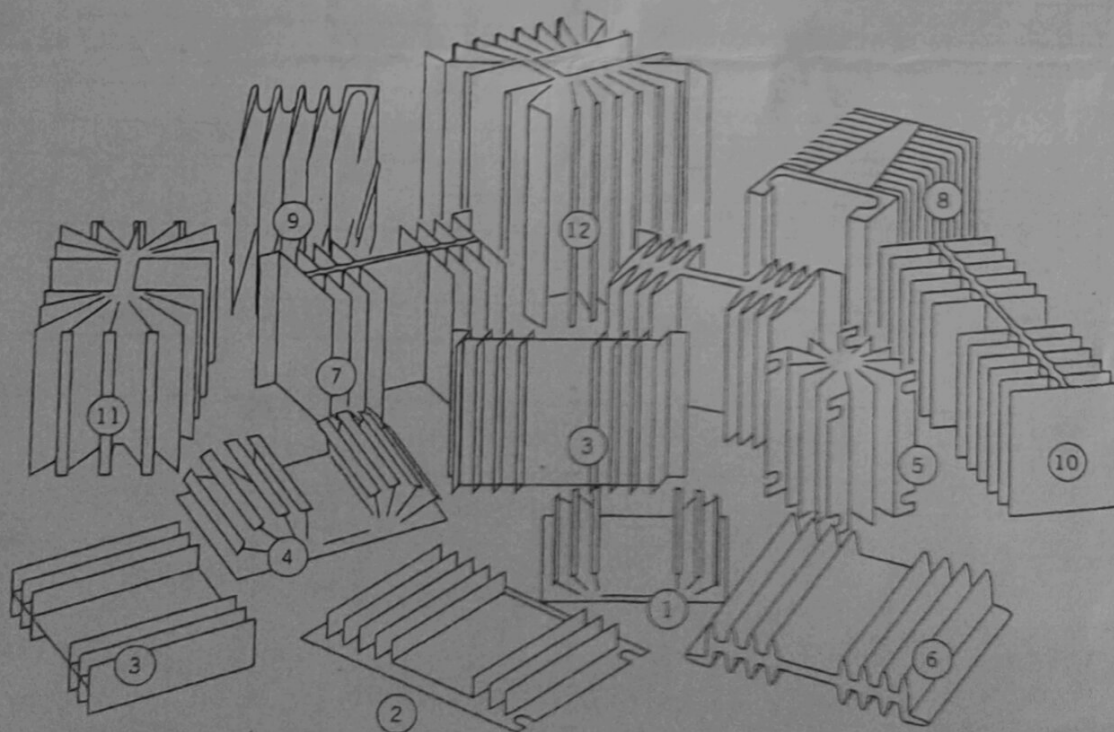
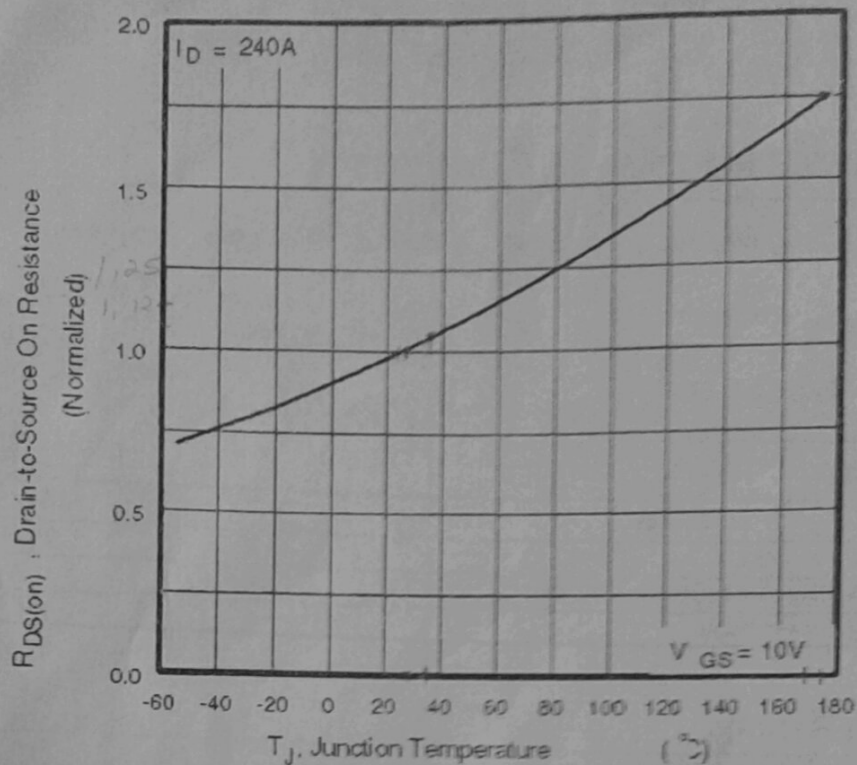
	Parameter	Typ.	Max.	Units
$R_{\theta JC}$	Junction-to-Case	—	0.45	°C/W
$R_{\theta CS}$	Case-to-Sink, Flat, Greased Surface	0.50	—	
$R_{\theta JA}$	Junction-to-Ambient	—	62	

Absolute Maximum Ratings

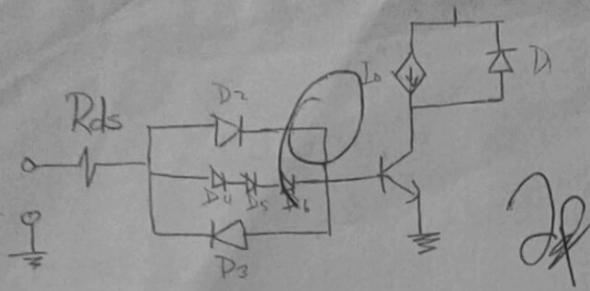
	Parameter	Max.	Units
$I_D @ T_C = 25^\circ C$	Continuous Drain Current, $V_{GS} @ 10V$ (Silicon limited)	240	A
$I_D @ T_C = 100^\circ C$	Continuous Drain Current, $V_{GS} @ 10V$ (See Fig.9)	170	
$I_D @ T_C = 25^\circ C$	Continuous Drain Current, $V_{GS} @ 10V$ (Package limited)	75	
I_{DM}	Pulsed Drain Current ①	960	W
$P_D @ T_C = 25^\circ C$	Power Dissipation	330	W/°C
	Linear Derating Factor	2.2	V
V_{GS}	Gate-to-Source Voltage	± 20	mJ
E_{AS}	Single Pulse Avalanche Energy ②	510	A
$E_{AS} (tested)$	Single Pulse Avalanche Energy Tested Value ③	980	
I_{AR}	Avalanche Current ③	See Fig.12a, 12b, 15, 16	
E_{AR}	Repetitive Avalanche Energy ④	-55 to + 175	°C
T_J	Operating Junction and		
T_{STG}	Storage Temperature Range		
	Soldering Temperature, for 10 seconds	300 (1.6mm from case)	

$t_{d(on)}$	Turn-On Delay Time	—	17	—	ns	$V_{DD} = 15V$ $I_D = 140A$ $R_G = 2.5\Omega$ $V_{GS} = 10V$ ⑤
t_r	Rise Time	—	130	—		
$t_{d(off)}$	Turn-Off Delay Time	—	59	—		
t_f	Fall Time	—	48	—		

1.75



Heat sink no.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$R_{\theta sa}$ ($^{\circ}C/W$)	3.2	2.3	2.2	0	2.1	1.7	1.3	1.3	1.25	1.2	0.8	0.65
Vol. (cm^3)	76	99	181	0	198	298	435	675	608	634	695	1311



2) Debido a que el tamaño tiene que ser igual $C_s = C_{s1}$ el capacitor del bloqueo

Φ

3) Para soportar altos Voltajes la $R_{DS(on)}$ se elevará, ya que está directamente ligada con la temperatura de juntura del transistor por lo que ésta aumentará también para lograr la mayor disipación de Calor del dispositivo.

4) Se espera que al MOSFET tenga el menor tiempo de bloqueo. Pero para los IGBT esto presentan un fenómeno conocido como cola de corriente durante el bloqueo, por lo tanto el tiempo de caída de la corriente se prolongará por lo que resulta un mayor tiempo.

Φ

5) Recomendaría utilizar MOSFET para una aplicación automotriz porque soporta altos Voltajes.

Φ

$$t_r = 130 \text{ ns}$$

$$t_f = 48 \text{ ns}$$

$$R_{DS(on)} = 8,3 \text{ m}\Omega$$

José Montenegro
7-707-2416

$$I_D = 52 \text{ A}$$

$$V_D = 18 \text{ V}$$

$$f_s = 75 \text{ kHz}$$

$$D = 0,85$$

$$T_A = 38^\circ\text{C}$$

$$R_{\theta JC} = 0,45^\circ\text{C/W}$$

$$R_{\theta CS} = 0,50^\circ\text{C/W}$$

$$T_{Jmax} = 175^\circ\text{C} @ 1,75$$

$$P_{ON} = DI_D^2 R_{DS(on)}$$

$$P_{ON} = (0,85)(8,3 \text{ m}\Omega)(52)^2 \cdot 1,75$$

$$P_{ON} = 13,27 \text{ W}$$

$$P_S = V_D I_D f_s (t_r + t_f)$$

$$P_S = (18)(52)(75 \text{ kHz})(130 \text{ ns} + 48 \text{ ns})$$

$$P_S = 12,5 \text{ W}$$

2hp

$$P_{TOT} = 13,27 \text{ W} + 12,5 \text{ W}$$

$$P_{TOT} = 25,77 \text{ W}$$

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

$$175 = 38 + 25,77 (0,45 + 0,50 + R_{\theta SA})$$

$$R_{\theta SA} = 4,36^\circ\text{C/W}$$

Escogiera el 1 $R_{\theta SA} = 3,2^\circ\text{C/W}$

2)

$$\Delta V_{CE} = 8V$$

$$\Delta V_{CEmax} = 4V$$

Bloques

$$C_s = \frac{I_o t_f}{2V_d}$$

$$C_s = \frac{(52)(48ns)}{2(18)}$$

$$C_s = 69,33 nF$$

$$\frac{V_d}{R_s} = 0,21 I_o$$

$$\frac{18}{R_s} = 0,21 (52)$$

$$R_s = 1,73 \Omega$$

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

$$P_{RLS} = \frac{2 \times 10^{-8} (52)^2}{2}$$

$$P_{RLS} = 2,028 W$$

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

$$P_{RS} = \frac{(69,33 nF)(18)^2}{2} 75K$$

$$P_{RS} = 0,84 W$$

$$P_{Qoff} = \frac{I_o^2 t_f^2 f_s}{24 C_s}$$

$$P_{Qoff} = \frac{(52)^2 (48ns)^2 75 kHz}{24 (69,33 nF)}$$

$$P_{off} = 0,2808 W$$

Disipar

$$\Delta V_{CE} = \frac{L_s I_o}{t_r}$$

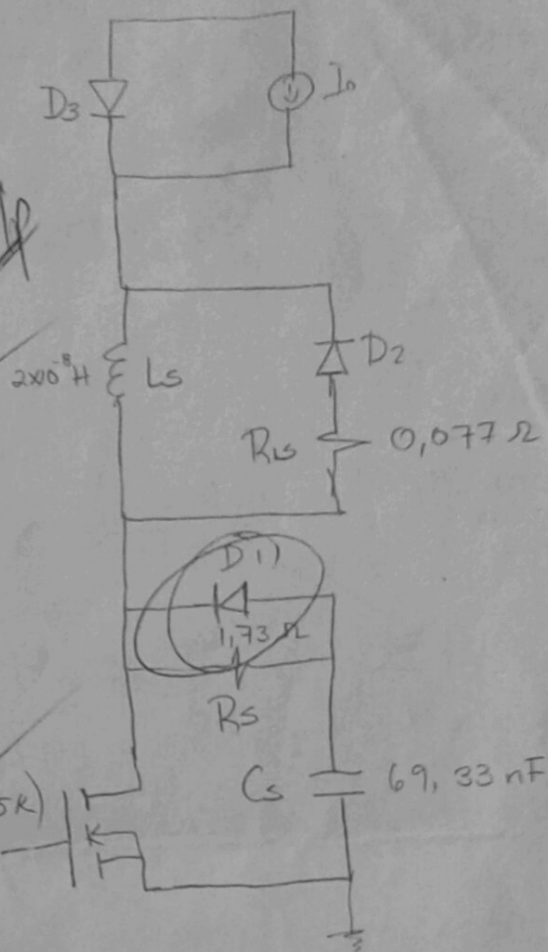
$$L_s = 2 \times 10^{-8} H$$

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

$$4 = R_{LS} (52)$$

$$R_{LS} = 0,077 \Omega$$

$$V_{CE} = 18 - 8 = 10 V$$



$$P_T = P_{Qon} + P_{Qoff} + P_{on}$$

$$P_T = 0,2808 + 2,535 + 13,27$$

$$P_T = 16,0858 W$$

$$175 = 38 + 16,0858 (0,45 + 0,50 + R_{\theta SA})$$

$$R_{\theta SA} = 7,56 ^\circ C/W$$

$$P_{Qon} = \frac{V_{CE} I_o t_r}{2} f_s$$

$$P_{Qon} = \frac{10 (52) (130ns)}{2} 75K$$

$$P_{Qon} = 2,535 W$$

b) el tamaño mínimo del disipador de calor sería $76 cm^3$

$$R_{\theta SA} = 3,2 ^\circ C/W$$