

Electrónica de Potencia – Curso 2007**Segundo Parcial – 6 de julio de 2007****Problema 1 (23 puntos)**

Un convertidor Boost se utiliza para elevar la tensión de 110V a 150 V y alimentar una carga cuyo consumo puede variar entre 0 y 20 A. La llave del convertidor se implementa con un MOSFET IRFP264. El valor de la inductancia es de 50 μ H. Se dispone de un control PWM de 100 kHz y ciclo de trabajo variable entre 0,05 y 0,7.

- a) Determinar la carga mínima que se deberá conectar permanentemente al convertidor para que funcione correctamente en todo el rango de variación de la carga.
- b) Calcular la resistencia térmica máxima del disipador que se necesitará para instalar el mosfet de forma tal que no se supere la temperatura de juntura máxima admisible del componente, considerando una temperatura ambiente máxima de 40°C.
- c) Dimensionar un snubber de ayuda al apagado para el mosfet que le permita reducir las pérdidas de apagado al 15 %, asumiendo que funciona en conducción continua y minimizando la sobrecorriente de encendido.
- d) Determinar si el disipador calculado en la parte b) sigue evitando que se supere la temperatura de juntura máxima del mosfet si la resistencia del snubber de apagado se fija también al disipador del mosfet.

Problema 2 (23 puntos)

Un cliente solicita un convertidor para alimentar una carga de 20 A en 65 Vcc a partir de una tensión que puede variar entre 42 y 60 Vcc. De acuerdo a los requerimientos de la aplicación el rizado de la corriente sobre la inductancia de salida del convertidor deberá ser menor al 20% y el rizado de la tensión de salida deberá ser menor al 1%.

Se decide utilizar un convertidor simétrico Push-Pull para la implementación. Se dispone de un control PWM de 20 kHz con dos salidas alternadas para comandar las llaves que permite un ciclo de trabajo máximo de 0,45 (se deberá utilizar al máximo).

- a) Calcular la relación de vueltas (n_1/n_2) del transformador del convertidor.
- b) Calcular el valor de la inductancia de salida del convertidor.
- c) Seleccionar el condensador de salida del convertidor de la tabla de condensadores que se adjunta.
- d) Dibujar las formas de onda de corriente y tensión sobre las llaves y los diodos del convertidor para el caso nominal (tensión de entrada igual a 48 Vcc)

Problema 3 (23 puntos)

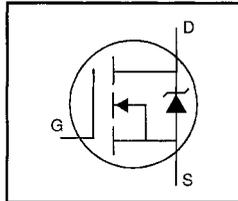
Un convertidor flyback entrega $24\text{ V} - 200\text{ W}$ a partir de una tensión continua proveniente de una alterna rectificadora de valor máximo $U_d = 400\text{ Vcc}$. La frecuencia de trabajo es de 100 kHz . La llave se utiliza al máximo y puede bloquear hasta 600 V . A tensión máxima de entrada el pico de corriente en la llave vale 4 A . Se asume que el flyback a tensión máxima trabaja en conducción discontinua. A tensiones inferiores puede trabajar tanto en conducción continua o discontinua. Se consideran todos los componentes como ideales y el convertidor siempre a plena carga.

- a) Calcular la relación de vueltas del transformador
- b) Calcular el ciclo de trabajo mínimo
- c) Calcular la inductancia vista desde el primario
- d) Representar gráficamente el ciclo de trabajo en función de la tensión de entrada. En particular determinar el punto de trabajo correspondiente al límite entre conducción continua y discontinua.
- e) Determinar la mínima tensión de entrada del convertidor si el pico máximo de la corriente en conducción continua no puede pasar de 6 A .

Nota: El parcial tiene 69 puntos en juego. Con 50 puntos se considera totalmente resuelto. El eventual excedente no se acumula con el primer parcial. Se necesita un mínimo de 10 puntos en cada parcial para tener derecho a dar examen. Se necesita un mínimo de 55 puntos en total para exonerar el escrito.

HEXFET® Power MOSFET

- Dynamic dv/dt Rating
- Repetitive Avalanche Rated
- Isolated Central Mounting Hole
- Fast Switching
- Ease of Paralleling
- Simple Drive Requirements



$$V_{DSS} = 250V$$

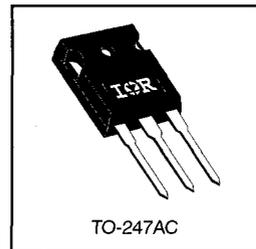
$$R_{DS(on)} = 0.075\Omega$$

$$I_D = 38A$$

Description

Third Generation HEXFETs from International Rectifier provide the designer with the best combination of fast switching, ruggedized device design, low on-resistance and cost-effectiveness.

The TO-247 package is preferred for commercial-industrial applications where higher power levels preclude the use of TO-220 devices. The TO-247 is similar but superior to the earlier TO-218 package because of its isolated mounting hole. It also provides greater creepage distance between pins to meet the requirements of most safety specifications.



DATA SHEETS

Absolute Maximum Ratings

	Parameter	Max.	Units
$I_D @ T_C = 25^\circ C$	Continuous Drain Current, $V_{GS} @ 10V$	38	A
$I_D @ T_C = 100^\circ C$	Continuous Drain Current, $V_{GS} @ 10V$	24	
I_{DM}	Pulsed Drain Current ①	150	
$P_D @ T_C = 25^\circ C$	Power Dissipation	280	W
	Linear Derating Factor	2.2	W/°C
V_{GS}	Gate-to-Source Voltage	± 20	V
E_{AS}	Single Pulse Avalanche Energy ②	1000	mJ
I_{AR}	Avalanche Current ①	38	A
E_{AR}	Repetitive Avalanche Energy ①	28	mJ
dv/dt	Peak Diode Recovery dv/dt ③	4.8	V/ns
T_J	Operating Junction and	-55 to +150	°C
T_{STG}	Storage Temperature Range		
	Soldering Temperature, for 10 seconds		
	Mounting Torque, 6-32 or M3 screw	10 lbf•in (1.1 N•m)	

Thermal Resistance

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units
$R_{\theta JC}$	Junction-to-Case	—	—	0.45	°C/W
$R_{\theta CS}$	Case-to-Sink, Flat, Greased Surface	—	0.24	—	
$R_{\theta JA}$	Junction-to-Ambient	—	—	40	

Electrical Characteristics @ $T_J = 25^\circ\text{C}$ (unless otherwise specified)

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
$V_{(BR)DSS}$	Drain-to-Source Breakdown Voltage	250	—	—	V	$V_{GS}=0\text{V}$, $I_D=250\mu\text{A}$
$\Delta V_{(BR)DSS}/\Delta T_J$	Breakdown Voltage Temp. Coefficient	—	0.37	—	$\text{V}/^\circ\text{C}$	Reference to 25°C , $I_D=1\text{mA}$
$R_{DS(on)}$	Static Drain-to-Source On-Resistance	—	—	0.075	Ω	$V_{GS}=10\text{V}$, $I_D=23\text{A}$ ④
$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	2.0	—	4.0	V	$V_{DS}=V_{GS}$, $I_D=250\mu\text{A}$
g_{fs}	Forward Transconductance	20	—	—	S	$V_{DS}=50\text{V}$, $I_D=23\text{A}$ ④
I_{DSS}	Drain-to-Source Leakage Current	—	—	25	μA	$V_{DS}=250\text{V}$, $V_{GS}=0\text{V}$
		—	—	250		$V_{DS}=200\text{V}$, $V_{GS}=0\text{V}$, $T_J=125^\circ\text{C}$
I_{GSS}	Gate-to-Source Forward Leakage	—	—	100	nA	$V_{GS}=20\text{V}$
	Gate-to-Source Reverse Leakage	—	—	-100		$V_{GS}=-20\text{V}$
Q_g	Total Gate Charge	—	—	210	nC	$I_D=38\text{A}$
Q_{gs}	Gate-to-Source Charge	—	—	35		$V_{DS}=200\text{V}$
Q_{gd}	Gate-to-Drain ("Miller") Charge	—	—	98		$V_{GS}=10\text{V}$ See Fig. 6 and 13 ④
$t_{d(on)}$	Turn-On Delay Time	—	22	—	ns	$V_{DD}=125\text{V}$
t_r	Rise Time	—	99	—		$I_D=38\text{A}$
$t_{d(off)}$	Turn-Off Delay Time	—	110	—		$R_G=4.3\Omega$
t_f	Fall Time	—	92	—		$R_D=3.2\Omega$ See Figure 10 ④
L_D	Internal Drain Inductance	—	5.0	—	nH	Between lead, 6 mm (0.25in.) from package and center of die contact 
L_S	Internal Source Inductance	—	13	—		
C_{ISS}	Input Capacitance	—	5400	—	pF	$V_{GS}=0\text{V}$
C_{OSS}	Output Capacitance	—	870	—		$V_{DS}=25\text{V}$
C_{RSS}	Reverse Transfer Capacitance	—	150	—		$f=1.0\text{MHz}$ See Figure 5

Source-Drain Ratings and Characteristics

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
I_S	Continuous Source Current (Body Diode)	—	—	38	A	MOSFET symbol showing the integral reverse p-n junction diode. 
I_{SM}	Pulsed Source Current (Body Diode) ①	—	—	150		
V_{SD}	Diode Forward Voltage	—	—	1.8	V	$T_J=25^\circ\text{C}$, $I_S=38\text{A}$, $V_{GS}=0\text{V}$ ④
t_{rr}	Reverse Recovery Time	—	410	620	ns	$T_J=25^\circ\text{C}$, $I_F=38\text{A}$
Q_{rr}	Reverse Recovery Charge	—	5.7	8.6	μC	$di/dt=100\text{A}/\mu\text{s}$ ④
t_{on}	Forward Turn-On Time	Intrinsic turn-on time is negligible (turn-on is dominated by L_S+L_D)				

Notes:

- ① Repetitive rating; pulse width limited by max. junction temperature (See Figure 11)
- ② $V_{DD}=50\text{V}$, starting $T_J=25^\circ\text{C}$, $L=1.1\text{mH}$, $R_G=25\Omega$, $I_{AS}=38\text{A}$ (See Figure 12)
- ③ $I_{SD}\leq 38\text{A}$, $di/dt\leq 210\text{A}/\mu\text{s}$, $V_{DD}\leq V_{(BR)DSS}$, $T_J\leq 150^\circ\text{C}$
- ④ Pulse width $\leq 300\mu\text{s}$; duty cycle $\leq 2\%$.

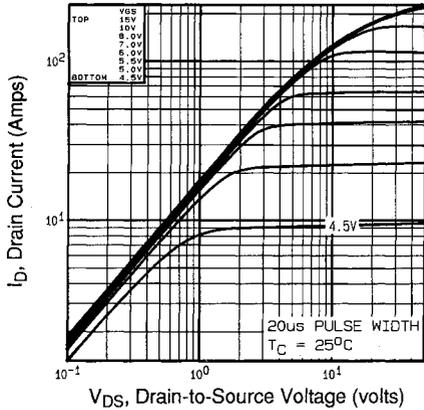


Fig 1. Typical Output Characteristics,
 $T_C = 25^\circ\text{C}$

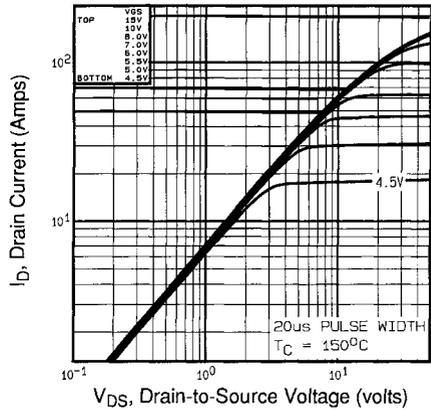


Fig 2. Typical Output Characteristics,
 $T_C = 150^\circ\text{C}$

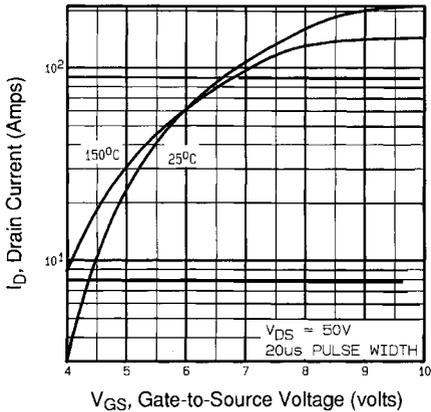


Fig 3. Typical Transfer Characteristics

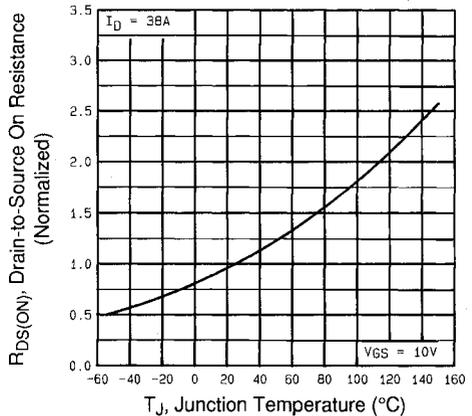


Fig 4. Normalized On-Resistance
Vs. Temperature

DATA SHEETS

Product data	Aluminum Electrolytic Capacitors: Single-ended												
Manufacturer	EPCOS												
Last update	Jun 30, 2007												
Version	1												
Please note our terms of usage http://www.epcos.com/terms_of_usage													
Rated voltage (VDC)	Capacitance (µF)	Capacitance tolerance (%)	Max. equivalent series resistance, 120 Hz, 20°C (Ohm)	Rated ripple current 120 Hz, upper cat. temp. (mA)	Diameter (mm)	Length (mm)	Lower category temperature (°C)	Upper category temperature (°C)	Useful life (at upper cat. temp.) (h)	Features	Type		
100	0,1	±20	1658	2	5	11	-40	85	>2000	Standard series 85 °C	B41821		
100	0,22	±20	754	5	5	11	-40	85	>2000	Standard series 85 °C	B41821		
100	0,33	±20	502	7	5	11	-40	85	>2000	Standard series 85 °C	B41821		
100	0,47	±20	353	10	5	11	-40	85	>2000	Standard series 85 °C	B41821		
100	0,68	±20	244	13	5	11	-40	85	>2000	Standard series 85 °C	B41821		
100	1	±20	166	21	5	11	-40	85	>2000	Standard series 85 °C	B41821		
100	1,5	±20	111	24	5	11	-40	85	>2000	Standard series 85 °C	B41821		
100	2,2	±20	75	30	5	11	-40	85	>2000	Standard series 85 °C	B41821		
100	3,3	±20	50	40	5	11	-40	85	>2000	Standard series 85 °C	B41821		
100	4,7	±20	35	45	5	11	-40	85	>2000	Standard series 85 °C	B41821		
100	10	±20	17	75	6,3	11	-40	85	>2000	Standard series 85 °C	B41821		
100	10	±20	17	75	6,3	11	-40	85	>2000	Standard series 85 °C	B41821		
100	22	±20	7,5	140	8	11,5	-40	85	>2000	Standard series 85 °C	B41821		
100	22	±20	7,5	140	8	11,5	-40	85	>2000	Standard series 85 °C	B41821		
100	33	±20	5	190	10	12,5	-40	85	>2000	Standard series 85 °C	B41821		
100	47	±20	3,5	230	10	12,5	-40	85	>2000	Standard series 85 °C	B41821		
100	68	±20	2,4	280	10	16	-40	85	>2000	Standard series 85 °C	B41821		
100	100	±20	1,7	350	10	20	-40	85	>2000	Standard series 85 °C	B41821		
100	150	±20	1,1	550	12,5	25	-40	85	>2000	Standard series 85 °C	B41821		
100	220	±20	0,75	620	12,5	25	-40	85	>2000	Standard series 85 °C	B41821		
100	270	±20	0,61	770	16	25	-40	85	>2000	Standard series 85 °C	B41821		
100	330	±20	0,5	800	16	25	-40	85	>2000	Standard series 85 °C	B41821		
100	470	±20	0,35	1000	16	31,5	-40	85	>2000	Standard series 85 °C	B41821		
100	560	±20	0,3	1050	16	31,5	-40	85	>2000	Standard series 85 °C	B41821		
100	680	±20	0,24	1100	18	40	-40	85	>2000	Standard series 85 °C	B41821		
100	1000	±20	0,17	1400	20	40	-40	85	>2000	Standard series 85 °C	B41821		