

Electrónica de Potencia – curso 2005

Segundo parcial – 6 de julio de 2005

Problema 1.

Para adaptar cargas de 110 Vcc al sistema de alimentación auxiliar de una central térmica con tensión $220V_{cc} \pm 20\%$ se construye un convertidor DCDC no aislado. El negativo de la entrada coincide con el de la salida. Se dispone de un condensador de $3300 \mu F / 200V$, $50 m\Omega$, dos MOSFET IRFP360 (se adjunta hoja de datos) y un control PWM de 40 kHz y ciclo de trabajo variable entre 0,04 y 0,9. El consumo máximo previsto en 110V es de 14A

- Dibujar el circuito. Se supone que el sistema de 220Vcc se comporta como una fuente de tensión de impedancia interna cero. **(3 puntos)**
- Calcular el mínimo valor de la inductancia para que la tensión de salida tenga un rizado pico a pico máximo de 0,2V para todo el rango de tensión de entrada. **(6 puntos)**
- Determinar la resistencia de carga mínima para que el convertidor opere correctamente en vacío. **(6 puntos)**
- Realizar un primer cálculo aproximado de la resistencia térmica del disipador sobre el cual están montados los dos MOSFETs para que, a $50^{\circ}C$ de temperatura ambiente la temperatura de juntura de ninguno de ellos supere los $140^{\circ}C$. Justificar aproximaciones. En particular evaluar en base a resultados anteriores si se puede considerar $\Delta I_L \approx 0$. **(8 puntos)**

Nota: para b) y c) suponer llaves ideales; para la parte d) utilizar los valores de tensión y corriente de las partes anteriores y considerar los parámetros de los MOSFETs solamente para el cálculo de la disipación.

Problema 2.

Una fuente que suministra 26,4Vcc 100W (cargador de baterías de 24V) y que se puede conectar indistintamente a $110V_{ca} \pm 20\%$ y a $230V \pm 20\%$ se implementa como rectificador monofásico conectado a un condensador de capacidad suficiente como para considerar constante su tensión, seguido de un flyback en conducción discontinua. El ciclo de trabajo máximo es 0,65 (se lo trata de usar al máximo para minimizar la corriente por la llave) y la frecuencia de trabajo 100 kHz. El núcleo disponible tiene una inductancia específica de $500nH/vuelta^2$. El criterio de diseño debe ser tal que el pico de corriente del diodo debe ser el mínimo posible con el convertidor manteniéndose en conducción discontinua.

- Calcular la inductancia del primario del transformador. **(6 puntos)**
- Calcular el número de vueltas del primario y del secundario. **(6 puntos)**
- Dibujar las formas de onda de corriente y tensión sobre la llave y el diodo en el caso en que estos parámetros tienen valor instantáneo máximo. Indicar abscisas y ordenadas. **(7 puntos)**

Sugerencia: ajustar valores a los correspondientes a n° entero de vueltas cuando sea necesario.

Problema 3

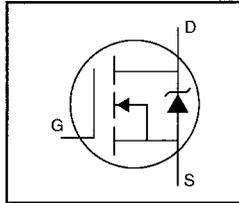
Una nueva especificación del convertidor del problema 1 indica que se requiere aislación galvánica entre entrada y salida y que el convertidor debe trabajar en conducción continua a partir de una corriente de carga de 0,5A. Se opta por un convertidor simétrico tipo puente completo con transformador con punto medio en el secundario. Se dispone de un control PWM de 50 kHz con dos salidas desfasadas 180° de ciclo de trabajo variable entre 0,04 y 0,45. Se supone que los componentes son ideales.

- Calcular la relación de vueltas del transformador para que la corriente por las llaves sea mínima. **(6 puntos)**
- Calcular la inductancia de salida. **(6 puntos)**
- Calcular aproximadamente las corrientes eficaces para las cuales debe ser dimensionado el transformador. Justificar aproximaciones. **(7 puntos)**

Nota: Hay 61 puntos en juego, el parcial se considera 100% resuelto con 50 puntos. El excedente no aporta al primer parcial.

HEXFET® Power MOSFET

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



$$V_{DSS} = 400V$$

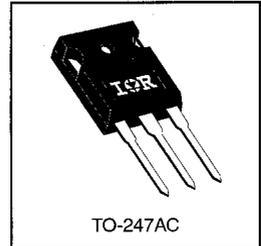
$$R_{DS(on)} = 0.20\Omega$$

$$I_D = 23A$$

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, $V_{GS} @ 10 V$	23	A
$I_D @ T_C = 100^\circ C$	Continuous Drain Current, $V_{GS} @ 10 V$	14	
I_{DM}	Pulsed Drain Current ①	92	
$P_D @ T_C = 25^\circ C$	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	1200	mJ
I_{AR}	Avalanche Current ①	23	A
E_{AR}	Repetitive Avalanche Energy ①	28	mJ
dv/dt	Peak Diode Recovery dv/dt ③	4.0	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	400	—	—	V	$V_{GS}=0V, I_D=250\mu A$
$\Delta V_{(BR)DSS}/\Delta T_J$	Breakdown Voltage Temp. Coefficient	—	0.56	—	$V/^\circ\text{C}$	Reference to $25^\circ\text{C}, I_D=1\text{mA}$
$R_{DS(on)}$	Static Drain-to-Source On-Resistance	—	—	0.20	Ω	$V_{GS}=10V, I_D=14A$ ③
$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	2.0	—	4.0	V	$V_{DS}=V_{GS}, I_D=250\mu A$
g_{fs}	Forward Transconductance	14	—	—	S	$V_{DS}=50V, I_D=14A$ ③
I_{DSS}	Drain-to-Source Leakage Current	—	—	25	μA	$V_{DS}=400V, V_{GS}=0V$
		—	—	250		$V_{DS}=320V, V_{GS}=0V, T_J=125^\circ\text{C}$
I_{GSS}	Gate-to-Source Forward Leakage	—	—	100	nA	$V_{GS}=20V$
	Gate-to-Source Reverse Leakage	—	—	-100		$V_{GS}=-20V$
Q_{fi}	Total Gate Charge	—	—	210	nC	$I_D=23A$
Q_{gs}	Gate-to-Source Charge	—	—	30		$V_{DS}=320V$
Q_{gd}	Gate-to-Drain ("Miller") Charge	—	—	110		$V_{GS}=10V$ See Fig. 6 and 13 ④
$t_{d(on)}$	Turn-On Delay Time	—	18	—		$V_{DD}=200V$
t_r	Rise Time	—	79	—	ns	$I_D=23A$
$t_{d(off)}$	Turn-Off Delay Time	—	100	—		$R_G=4.3\Omega$
t_f	Fall Time	—	67	—		$R_D=8.3\Omega$ 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	—	4500	—	pF	$V_{GS}=0V$
C_{oss}	Output Capacitance	—	1100	—		$V_{DS}=25V$
C_{rss}	Reverse Transfer Capacitance	—	490	—		$f=1.0\text{MHz}$ See Figure 5

Source-Drain Ratings and Characteristics

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
I_S	Continuous Source Current (Body Diode)	—	—	23	A	MOSFET symbol showing the integral reverse p-n junction diode. 
I_{SM}	Pulsed Source Current (Body Diode) ①	—	—	92		
V_{SD}	Diode Forward Voltage	—	—	1.8	V	$T_J=25^\circ\text{C}, I_S=23A, V_{GS}=0V$ ④
t_{rr}	Reverse Recovery Time	—	420	630	ns	$T_J=25^\circ\text{C}, I_F=23A$
Q_{rr}	Reverse Recovery Charge	—	5.6	8.4	μC	$di/dt=100A/\mu\text{s}$ 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 $V_{DD}=50V$, starting $T_J=25^\circ\text{C}$, $L=4.0\text{mH}$, $R_G=25\Omega$, $I_{AS}=23A$ (See Figure 12)
- ③ $I_{SD}\leq 23A$, $di/dt\leq 170A/\mu\text{s}$, $V_{DD}\leq V_{(BR)DSS}$, $T_J\leq 150^\circ\text{C}$
- ④ Pulse width $\leq 300\mu\text{s}$; duty cycle $\leq 2\%$.

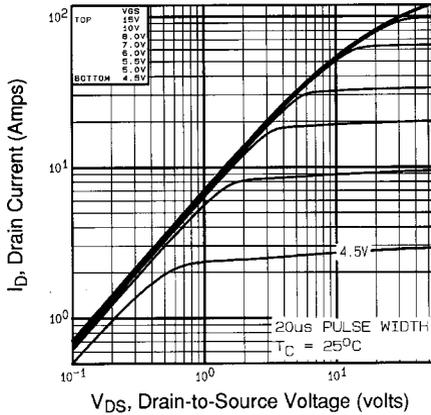


Fig 1. Typical Output Characteristics,
 $T_C=25^\circ\text{C}$

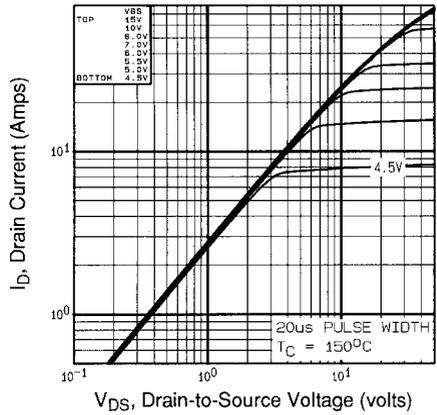


Fig 2. Typical Output Characteristics,
 $T_C=150^\circ\text{C}$

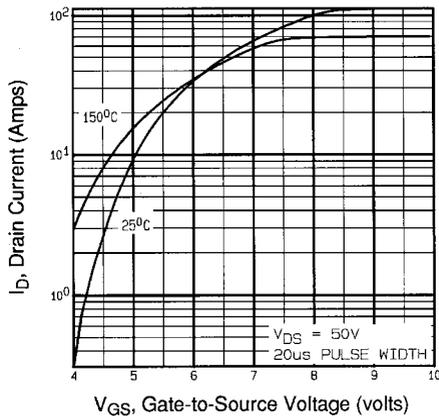


Fig 3. Typical Transfer Characteristics

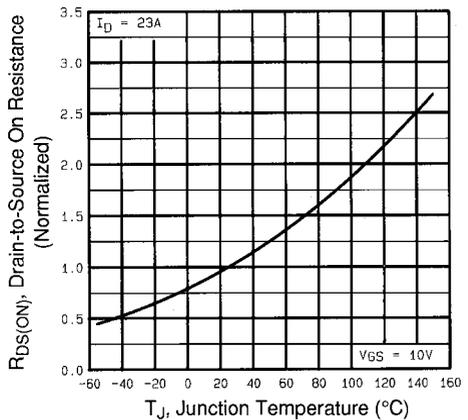


Fig 4. Normalized On-Resistance
Vs. Temperature

DATA SHEETS