



## เอกสารอ้างอิง

### ภาษาไทย

- โคทม อารียา. อิเล็กทรอนิกส์กำลัง. กรุงเทพมหานคร : เอกสารประกอบการเรียน วิชา-  
อิเล็กทรอนิกส์กำลัง ภาควิชาไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.  
คู่มือ ไอซี CMOS 4000 SERIES. บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด, 2532.  
นรินทร์ ว่องพงสาวิวัฒน์. มาตรฐานสำหรับตัวถัง และการอ่านค่าของอุปกรณ์ติดบนผิวหน้า.  
วารสารเซมิคอนดักเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์ ฉบับที่ 97 ธ.ค.2532-ม.ค. 2533.  
สุวัฒน์ คั่น. เทคนิคและการออกแบบสวิตซ์เพาเวอร์ซัพพลาย. กรุงเทพมหานคร: บริษัท  
เอนเทลไทย จำกัด , 2537.  
เอกชัย ลีสารศรี. คู่มือการใช้งาน LEK 6.0 ซอฟต์แวร์สำหรับวิเคราะห์วงจรอิเล็กทรอนิกส์เชิงเส้น  
แบบต่อเนื่อง. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.

### ภาษาอังกฤษ

- Dave S. Steinberg. COOLING TECHIQUES FOR ELECTRONIC EQUIPMENT. John Wiley  
& Sons, New York, USA., 1980.  
John D.Lenk. HANDBOOK OF ELECTRONIC CIRCUIT DESIGNS. Prentice-Hall Inc.  
New Jersey. USA., 1976.  
John E.Traister. DESIGN GUIDELINES FOR SURFACE MOUNT TECHNOLOGY.  
Academic Press. Inc. San Diego. California. USA., 1990.  
MOTOROLA LINEAR / INTERFACE INTEGRATED CIRCUITS. USA, 1987.  
Muhammed Harunur Rashid. POWER ELECTRONICS. Prentice-Hall Inc. New Jersey.  
USA, 1988.  
P.R.K. Chetty. SWITCH-MODE POWER SUPPLY DESIGN. TAB BOOKS Inc., USA, 1986

Robert J. Rowland and Paul Belangia. APPLIED SURFACE MOUNT ASSEMBLY.

A Guide to Surface Mount Materials and Processes. Van Nostrand Reinhold.

New York, USA, 1993.

TOMITA FERRITE. Tomita Electronic Co.Ltd., 1989



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก ก.

### การออกแบบตัวเหนี่ยวนำ

ในโครงการนี้ใช้การออกแบบโดยผ่านทางเรขาคณิตของแกน (Core Geometry :  $K_g$ ) โดยกำหนดค่าของกำลังสูญเสียในลวดทองแดง ( $P_{cu}$ ) เพื่อคำนวณพารามิเตอร์  $K_g$  ที่บอกขนาดของแกน แล้วเลือกแกนที่มี  $K_g$  ใหญ่กว่าค่าที่คำนวณ เพื่อให้มีเนื้อที่พอที่จะพันลวดทองแดง โดยที่ขนาดของเส้นลวดใหญ่พอที่จะทำให้การสูญเสียในลวดทองแดงเป็นไปตามที่กำหนด

#### ข้อกำหนดในการออกแบบ

ค่าความเหนี่ยวนำ	(L) = 3 mH
ค่ายอดของกระแส	( $I_p$ ) = 0.55 A
ค่า RMS ของกระแส	( $I_{RMS}$ ) = 0.5008 A (ตามรูปร่างของกระแส)
ค่าสูงสุดของความหนาแน่นของฟลักซ์แม่เหล็ก	( $B_m$ ) = 0.2 T
ตัวประกอบการใช้หน้าตัดของแกน	(k) = 0.4
กำลังสูญเสียในลวดทองแดง	( $P_{cu}$ ) = 0.5 W

คำนวณพารามิเตอร์  $K_g$

( $\rho = 1.72 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$  คือ ความต้านทานจำเพาะของทองแดง)

$$K_g = 4 \cdot \rho \cdot \left[ \frac{\left( \frac{1}{2} \cdot L \cdot I_p^2 \right) \left( \frac{1}{2} \cdot L \cdot I_{RMS}^2 \right)}{(k \cdot B_m^2 \cdot P_{cu})} \right]$$

ได้ค่า  $K_g = 1.471 \times 10^{-12}$

เลือกขนาดแกนที่ใช้จากเรขาคณิตของแกน โดย

$$K_g = \frac{W \cdot S^2}{l}$$

W คือ พื้นที่หน้าตัดของแกน

S คือ พื้นที่หน้าตัดของแกน

l คือ ความยาวเฉลี่ยของลวดหนึ่งรอบ

เลือกแกนที่มีในท้องตลาด ที่มี  $K_g$  ใหญ่กว่าค่าที่คำนวณ ได้แกน EI25 ( $K_{g-EI25} = 2.952 \times 10^{-12}$ )

$$W = 8.19 \times 10^{-5}, S = 4.22 \times 10^{-5}, t = 0.049$$

หมายเหตุ แกน EI19 มี  $K_{g-EI19} = 4.049 \times 10^{-13}$

แกน EI22 มี  $K_{g-EI22} = 1.716 \times 10^{-12}$  ไม่มีจำหน่าย ในขณะนั้น

คำนวณหาจำนวนรอบ (N)

$$N = L \cdot \frac{I_p}{B_{\max} \cdot S}$$

คำนวณได้ 194.5 รอบ แต่เลือกที่จะพันลวด N = 200 รอบ (เพื่อให้  $B < B_{\max}$ )

เลือกลวดทองแดงที่จะใช้

$$A_w = \frac{k \cdot W}{N}$$

พื้นที่ลวดทั้งหมด ( $A_w$ ) =  $1.638 \times 10^{-7} \text{ m}^2$

$$N_{\text{wire}} = \frac{A_w}{SWG}$$

เพื่อใช้ประโยชน์สูงสุดของลวด เลือกลวดทองแดง #SWG26 (มีพื้นที่หน้าตัด  $1.642 \times 10^{-7} \text{ m}^2$ )

ทำให้ได้  $N_{\text{wire}} = 0.998 \cong 1$  เส้น

คำนวณค่าของช่องว่างอากาศ (air gap :  $l_g$ )

$$l_g = N_2 \frac{\mu_0 \cdot S}{L} = 0.707 \text{ mm}$$

$\mu_0$  คือความซึมซาบได้ของอากาศ (permeability) =  $4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$

เนื่องจากฟลักซ์ที่ขอบของช่องอากาศจะไม่สม่ำเสมอ ซึ่งมีผลเสมือนว่าพื้นที่หน้าตัดของช่องอากาศมีขนาดใหญ่ขึ้น ในทางปฏิบัติจึงต้องปรับแต่งค่าของช่องอากาศเพื่อให้ได้ค่า L ที่ต้องการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## ภาคผนวก ข.

### การออกแบบหม้อแปลง

ออกแบบโดยผ่านทางเรขาคณิตของแกน (Core Geometry :  $K_g$ ) โดยกำหนดค่าของกำลัง สูญเสียในลวดทองแดง ( $P_{cu}$ ) เพื่อคำนวณพารามิเตอร์  $K_g$  ของแกน แล้วเลือกแกนที่มี  $K_g$  ใหญ่กว่า ค่าที่คำนวณ การออกแบบจะมีขั้นตอนมากกว่าตัวเหนี่ยวนำ เพราะมีขดลวดหลายขด ต้องคำนึงถึง อัตราส่วนจำนวนรอบ (Turn Ratio :  $N$ ) อัตราส่วนการใช้พื้นที่ช่องหน้าต่าง ( $\alpha + \beta + \Gamma = 1$ ), แรงดัน, กระแส, วัฏจักรงานและความถี่ทำงาน ( $f_s$ )

#### ข้อกำหนดของหม้อแปลง

ขดลวดปฐมภูมิ 2 ขด ( $N_1 = N_2$ )

ขดลวดทุติยภูมิ 1 ขด ( $N_3$ )

อัตราส่วนจำนวนรอบ  $N_3/N_1 = N_3/N_2 = N = 35$

วัฏจักรงาน  $D = 0.9$

กระแสเฉลี่ยของตัวเหนี่ยวนำด้าออก  $i_L = 0.5 \text{ A}$

$$I_{RMS1} = I_{RMS2} = N \cdot \frac{i_L}{2} \cdot \sqrt{D \cdot (1 + D)}$$

กระแส RMS ของขดปฐมภูมิ  $I_{RMS1} = I_{RMS2} \approx 11.5 \text{ A}$

กระแส RMS ของขดทุติยภูมิ  $I_{RMS3} = i_L \cdot \sqrt{D} \approx 0.48 \text{ A}$

ความต้านทานขณะนำกระแสของสวิตช์ ( $R_{DS}$ ) =  $0.028 \Omega$

แรงดันเข้า  $V_s = 11 \text{ V}$ , ( $D = 0.9$ )

แรงดันที่ขดปฐมภูมิ  $V_1 = V_2 = V_s - (I_{RMS1} \cdot R_{DS}) = 10.678 \text{ V}$

แรงดันที่ขดทุติยภูมิ  $V_3 = N \cdot V_1 = 373.73 \text{ V}$

ความสามารถถ่ายเทกำลังของหม้อแปลง (power hand capability :  $P$ ) =  $V_3 \cdot i_L \cdot D = 168.18 \text{ W}$

แบ่งอัตราส่วนใช้พื้นที่ช่องหน้าต่าง ขด  $N_1$  :  $\alpha = 0.33$

แบ่งอัตราส่วนใช้พื้นที่ช่องหน้าต่าง ขด  $N_2$  :  $\beta = 0.33$

แบ่งอัตราส่วนใช้พื้นที่ช่องหน้าต่าง ขด  $N_3$  :  $\Gamma = 0.34$

ข้อกำหนดของแกน

ค่าสูงสุดของความหนาแน่นของฟลักซ์แม่เหล็ก	$B_m = 0.17 \text{ T}$
ตัวประกอบการใช้หน้าตัดของแกน	$k = 0.2$
กำลังสูญเสียในลวดทองแดง	$P_{cu} = 2 \text{ W}$
ความถี่ทำงาน	$f_s = 25.6 \text{ kHz}$
หาค่าตัวประกอบประสิทธิภาพ (norm) : $K_{gn}$	$(\rho = 1.72 \times 10^{-8} \Omega.m)$

$$K_{gn} = \frac{\rho \cdot P^2}{4 \cdot k \cdot B_m^2 \cdot f_s^2 \cdot P_{cu}} = 1.609 \times 10^{-11}$$

หา  $K_g$  ของแกนที่ต้องการ (เฉลี่ยอัตราส่วนการใช้หน้าตัด)

$$K_g = \frac{(9 + (3 \cdot D))D}{8} \cdot K_{gn} = 2.118 \times 10^{-11}$$

เลือกแกนที่จะใช้จาก  $K_g = \frac{WS^2}{l}$

สามารถเลือกได้แกนเฟอร์ไรท์ EI33 มี  $K_{g-EI33} = 2.166 \times 10^{-11}$   
 ( $W = 9.1 \times 10^{-5}$ ,  $S = 1.3 \times 10^{-4}$ ,  $l = 0.071$ )

หาจำนวนรอบ

$$N_1 = N_2 = \frac{V_1 \cdot D}{4 \cdot B_m \cdot S \cdot f_s} = 4.247$$

เลือกพันจำนวนรอบขดปฐมภูมิ  $N_1 = N_2 = 5$  รอบ ( $B < B_m$ )

จำนวนรอบขดทุติยภูมิ  $N_3 = \frac{N_1 \cdot V_3}{V_1} = 175$  รอบ

หาขนาดลวด

พื้นที่ต่อรอบของขดปฐมภูมิ  $A_{w1} = A_{w2} = \frac{k \cdot \alpha \cdot W}{N_1} = 1.2 \times 10^{-6}$

เลือกลวดทองแดงที่จะใช้ #SWG 26 มีพื้นที่หน้าตัด  $A_{SWG1} = 1.642 \times 10^{-7}$

$$N_{1w} = N_{2w} = \frac{A_{w1}}{A_{SWG1}} = 7.315$$

(เพื่อลดความต้านทาน)เลือกจำนวนเส้นลวดสำหรับปฐมภูมิ  $N_{1w} = N_{2w} = 10$  เส้น

(สามารถใช้จำนวนลวดมากกว่าพื้นที่หน้าตัดได้ เพราะเมื่อค่า  $k = 0.2$ )

ความยาวของลวดแต่ละเส้น  $W_{1L} = W_{2L} = N_1 \cdot l = 0.355 \text{ m.}$

พื้นที่ต่อรอบของขดทุติยภูมิ  $A_{W3} = \frac{k \cdot \Gamma \cdot W}{N_3} = 3.536 \times 10^{-8}$

เลือกลวดทองแดง #SWG 34 มีพื้นที่หน้าตัด  $A_{SWG3} = 4.289 \times 10^{-8}$

จำนวนเส้นลวดสำหรับขดทุติยภูมิ  $N_{3W} = \frac{A_{W3}}{A_{SWG3}} = 0.824 \approx 1$  เส้น

ความยาวของลวด  $W_{3L} = N_3 \cdot t = 12.425 \text{ m.}$



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก.

รายการอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงการ

U1	LM311	Voltage Comparator						
U2	TL494	Switchmode Pulse Width Modulation Control Circuit						
U3	4020	CMOS 14-Stage Binary Counter						
U4	4011	Quad 2-Input "NAND" Gate						
U5	4011	Quad 2-Input "NAND" Gate						
Q1	IRFZ40	MOSFET	,	Q2	IRFZ40	MOSFET		
Q3	IRF730	MOSFET	,	Q4	IRF730	MOSFET		
Q5	IRF730	MOSFET	,	Q6	IRF730	MOSFET		
Q7	TIP50	NPN Transistor	,	Q8	TIP50	NPN Transistor		
Q9	2N2222	NPN Transistor	,	Q10	2N2222	NPN Transistor		
Q11	2N2907	PNP Transistor	,	Q12	2N2907	PNP Transistor		
Q13	2N2222	NPN Transistor						
D1	1N4001,		D2	1N4001,	D3	1N4148,	D4	1N4148
D5	1N4148,		D6	1N4148,	D7	1N4002,	D8	1N4001
D9	LED RED,		D10	1N4148,	D11	1N4148,	D12	1N4148
D13	LED Green,		D14	LED Red,	D15	1N4001,		
BD	4 x MUR180	Ultra Fast Recovery 1A 800V						
ZD1	1N4743A	13V 1W						
L1	3mH	ดูรายละเอียดในภาคผนวก "การออกแบบตัวเหนี่ยวนำ"						
T1		ดูรายละเอียดในภาคผนวก "การออกแบบหม้อแปลง"						
VR1	50 k $\Omega$		VR2	50 k $\Omega$	VR3	20 k $\Omega$	VR4	50 k $\Omega$

Resistor 1/4W  $\pm$  5%

R1	5 $\Omega$ ,	R2	5 $\Omega$ ,	R3	2 k $\Omega$ ,	R4	2 k $\Omega$
R5	100 k $\Omega$ ,	R6	100 k $\Omega$ ,	R7	10 k $\Omega$ ,	R8	10 k $\Omega$
R9	0.25 $\Omega$ 1W,	R10	10 k $\Omega$ ,	R11	47 k $\Omega$ ,	R12	10 k $\Omega$
R13	1 k $\Omega$ ,	R14	1 k $\Omega$ ,	R15	2.2 k $\Omega$ ,	R16	1 M $\Omega$
R17	1 M $\Omega$ ,	R18	10 k $\Omega$ ,	R19	10 k $\Omega$ ,	R20	1 k $\Omega$ 1/2W
R21	1 k $\Omega$ 1/2W,	R22	100 k $\Omega$ ,	R23	10 k $\Omega$ ,	R24	10 k $\Omega$
R25	10 k $\Omega$ ,	R26	1 M $\Omega$ ,	R27	47 k $\Omega$ ,	R28	47 k $\Omega$
R29	5 k $\Omega$ ,	R30	5 k $\Omega$ ,				

Cs	100 $\mu$ F 50 V,	C1	33 $\mu$ F 450 V,	C2	10 $\mu$ F 50 V,	C3	10 $\mu$ F 50 V
C4	6.8 nF 1000V,	C5	6.8 nF 1000V,	C6	6.8 nF 1000V,	C7	0.1 $\mu$ F 50V
C8	0.047 $\mu$ F250V,	C9	0.01 $\mu$ F 50V,	C10	0.1 $\mu$ F 50V,	C11	680 pF
C12	0.01 $\mu$ F 50 V						

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

MOSFET IRFZ40

**HEXFET® TRANSISTORS IRFZ40  
IRFZ42**

**N-Channel  
50 VOLT  
POWER MOSFETs**



**50 Volt, 0.028 Ohm HEXFET  
TO-220AB Plastic Package**

The HEXFIT technology has expanded its product base to serve the low voltage, very low  $R_{DS(on)}$  MOSFET transistor requirements. International Rectifier's highly efficient geometry and unique processing of the HEXFET have been combined to create the lowest on resistance per device performance. In addition to this feature all HEXFETs have documented reliability and parts per million quality!

The HEXFET transistors also offer all of the well established advantages of MOSFETs such as voltage control, freedom from second breakdown, very fast switching, ease of paralleling, and temperature stability of the electrical parameters.

They are well suited for applications such as switching power supplies, motor controls, inverters, choppers, audio amplifiers, high energy pulse circuits, and in systems that are operated from low voltage batteries, such as automotive, portable equipment, etc.

**Features:**

- Extremely Low  $R_{DS(on)}$
- Compact Plastic Package
- Fast Switching
- Low Drive Current
- Ease of Paralleling
- No Second Breakdown
- Excellent Temperature Stability
- Parts Per Million Quality

**Product Summary**

PART NUMBER	$V_{DS}$	$R_{DS(ON)}$	$I_D$
IRFZ40	50V	0.028Ω	51A
IRFZ42	50V	0.035Ω	46A

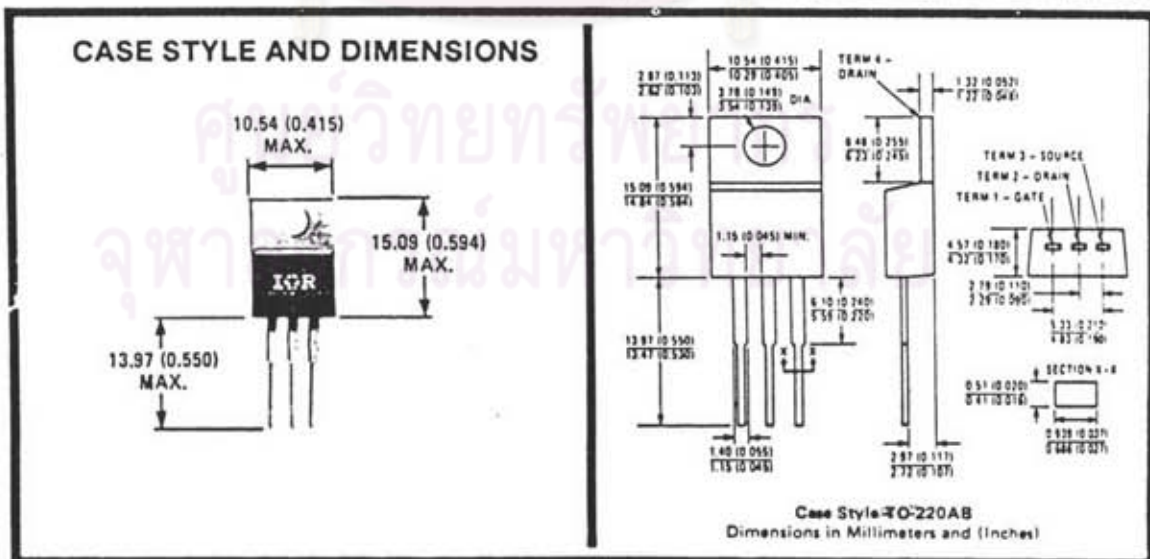


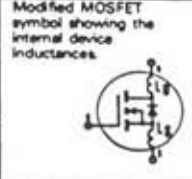
Figure 13-29 Data sheet of IR MOSFETS, types IRF240 and IRF242. (Courtesy of International Rectifier).

**Absolute Maximum Ratings**

Parameter	IRFZ40	IRFZ42	Units
V <sub>DS</sub> Drain - Source Voltage (I <sub>D</sub> = 0)	50	50	V
V <sub>DGS</sub> Drain - Gate Voltage (I <sub>D</sub> = 0, V <sub>GS</sub> = 20 kΩ)	50	50	V
I <sub>D</sub> @ T <sub>C</sub> = 25°C Continuous Drain Current	51	46	A
I <sub>D</sub> @ T <sub>C</sub> = 100°C Continuous Drain Current	32	29	A
I <sub>DM</sub> Pulsed Drain Current (I <sub>D</sub> )	160	145	A
V <sub>GS</sub> Gate - Source Voltage	± 20		V
P <sub>D</sub> @ T <sub>C</sub> = 25°C Max. Power Dissipation	125 (See Fig. 14)		W
Linear Derating Factor	1.0 (See Fig. 14)		W/K
I <sub>LM</sub> Inductive Current, Clamped	(See Fig. 15 and 16) L = 100μH		A
T <sub>J</sub> Operating Junction and Storage Temperature Range	-55 to 150		°C
T <sub>lsg</sub> Lead Temperature	300 (0.063 in. (1.6mm) from case for 10s)		°C

**Electrical Characteristics @ T<sub>C</sub> = 25°C (Unless Otherwise Specified)**

Parameter	Type	Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
BV <sub>DSS</sub> Drain - Source Breakdown Voltage	IRFZ40 IRFZ42	50 50	- -	- -	V	V <sub>GS</sub> = 0V I <sub>D</sub> = 250 μA
V <sub>GS(th)</sub> Gate Threshold Voltage	ALL	2.0	-	4.0	V	V <sub>DS</sub> = V <sub>GS</sub> , I <sub>D</sub> = 250 μA
I <sub>GSS</sub> Gate-Source Leakage Forward	ALL	-	-	500	nA	V <sub>GS</sub> = 20V
I <sub>GSS</sub> Gate-Source Leakage Reverse	ALL	-	-	-500	nA	V <sub>GS</sub> = -20V
I <sub>DSS</sub> Zero Gate Voltage Drain Current	ALL	-	-	250 1000	μA	V <sub>DS</sub> = Max. Rating, V <sub>GS</sub> = 0V V <sub>DS</sub> = Max. Rating × 0.8, V <sub>GS</sub> = 0V, T <sub>C</sub> = 125°C
I <sub>D(on)</sub> On-State Drain Current (I <sub>D</sub> )	IRFZ40 IRFZ42	51 45	- -	- -	A	V <sub>DS</sub> > I <sub>D(on)</sub> × R <sub>DS(on)max</sub> , V <sub>GS</sub> = 10V
R <sub>DS(on)</sub> Static Drain-Source On-State Resistance (I <sub>D</sub> )	IRFZ40 IRFZ42	- -	0.024 0.030	0.028 0.035	Ω	V <sub>GS</sub> = 10V, I <sub>D</sub> = 29A
g <sub>fs</sub> Forward Transconductance (I <sub>D</sub> )	ALL	17	22	-	S(Ω)	V <sub>GS</sub> > I <sub>D(on)</sub> × R <sub>DS(on)max</sub> , I <sub>D</sub> = 29A
C <sub>iss</sub> Input Capacitance	ALL	-	2350	3000	pF	V <sub>GS</sub> = 0V, V <sub>DS</sub> = 25V, f = 1.0 MHz
C <sub>oss</sub> Output Capacitance	ALL	-	920	1200	pF	See Fig. 10
C <sub>rss</sub> Reverse Transfer Capacitance	ALL	-	250	400	pF	
t <sub>d(on)</sub> Turn-On Delay Time	ALL	-	18	25	ns	V <sub>DD</sub> = 25V, I <sub>D</sub> = 29A, Z <sub>0</sub> = 4.7Ω
t <sub>r</sub> Rise Time	ALL	-	25	60	ns	See Fig. 17
t <sub>d(off)</sub> Turn-Off Delay Time	ALL	-	35	70	ns	(MOSFET switching times are essentially independent of operating temperatures.)
t <sub>f</sub> Fall Time	ALL	-	12	25	ns	
Q <sub>g</sub> Total Gate Charge (I <sub>Gate-Source</sub> Plus Gate-Drain)	ALL	-	40	60	nC	V <sub>GS</sub> = 10V, I <sub>D</sub> = 64A, V <sub>DS</sub> = 0.8 Max. Rating. See Fig. 18 for test circuit. (Gate charge is essentially independent of operating temperatures.)
Q <sub>gs</sub> Gate-Source Charge	ALL	-	22	-	nC	
Q <sub>gd</sub> Gate-Drain ("Miller") Charge	ALL	-	18	-	nC	
L <sub>d</sub> Internal Drain Inductance	ALL	-	3.5	-	nH	Measured from the contact screw on tab to center of die.
			4.5	-	nH	Measured from the drain lead, 6mm (0.25 in.) from package to center of die.
L <sub>s</sub> Internal Source Inductance	ALL	-	7.5	-	nH	Measured from the source lead, 6mm (0.25 in.) from package to source bonding pad.



**Thermal Resistance**

Parameter	ALL	Min.	Typ.	Max.	Units	Notes
R <sub>thJC</sub> Junction-to-Case	ALL	-	-	1.0	K/W	
R <sub>thCS</sub> Case-to-Sink	ALL	-	1.0	-	K/W	Mounting surface flat, smooth, and greased
R <sub>thJA</sub> Junction-to-Ambient	ALL	-	-	80	K/W	Free Air Operation

Figure 13-29 (continued)



### Source-Drain Diode Ratings and Characteristics

$I_S$	Continuous Source Current (Body Diode)	IRF240	—	—	51	A	Modified MOSFET symbol showing the integral reverse P-N junction rectifier.
		IRF242	—	—	46	A	
$I_{SM}$	Pulse Source Current (Body Diode)	IRF240	—	—	160	A	
		IRF242	—	—	145	A	
$V_{SD}$	Diode Forward Voltage $\Phi$	IRF240	—	—	2.8	V	$T_C = 25^\circ\text{C}, I_S = 51\text{A}, V_{GS} = 0\text{V}$
		IRF242	—	—	2.2	V	$T_C = 25^\circ\text{C}, I_S = 46\text{A}, V_{GS} = 0\text{V}$
$t_{rr}$	Reverse Recovery Time	ALL	—	350	—	ns	$T_J = 150^\circ\text{C}, I_F = 51\text{A}, dI/dt = 100\text{A}/\mu\text{s}$
$Q_{RR}$	Reverse Recovered Charge	ALL	—	2.1	—	$\mu\text{C}$	$T_J = 150^\circ\text{C}, I_F = 51\text{A}, dI/dt = 100\text{A}/\mu\text{s}$
$t_{on}$	Forward Turn-on Time	ALL	Intrinsic turn-on time is negligible. Turn-on speed is substantially controlled by $L_S + L_D$				

$\text{D } T_J = 25^\circ\text{C to } 150^\circ\text{C}$     
  $\text{E } \text{Pulse Test: Pulse width } \leq 300\mu\text{s, Duty Cycle } \leq 2\%$     
  $\text{F } \text{Repetitive Rating: Pulse width limited by max. junction temperature. See Transient Thermal Impedance Curve (Fig. 5).}$

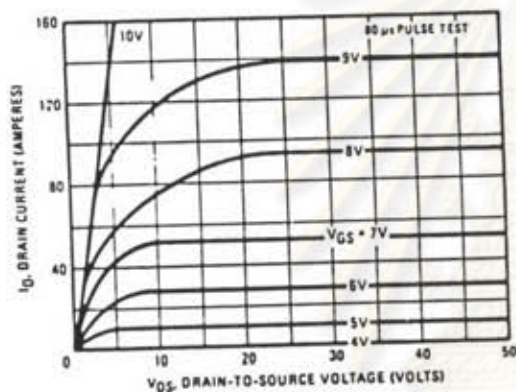


Fig. 1 - Typical Output Characteristics

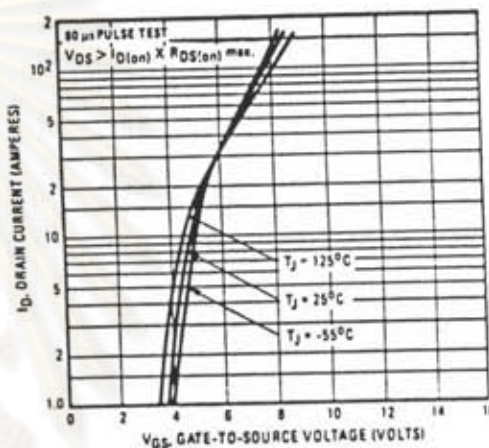


Fig. 2 - Typical Transfer Characteristics

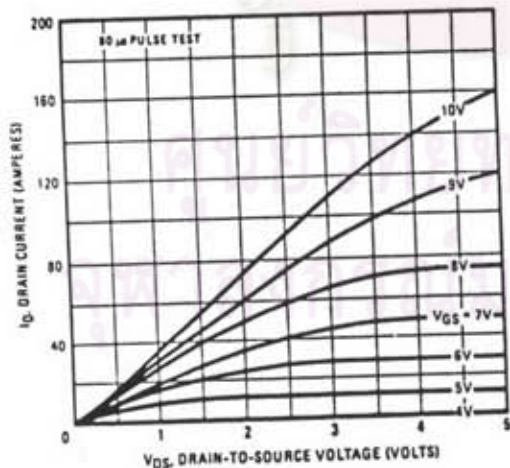


Fig. 3 - Typical Saturation Characteristics

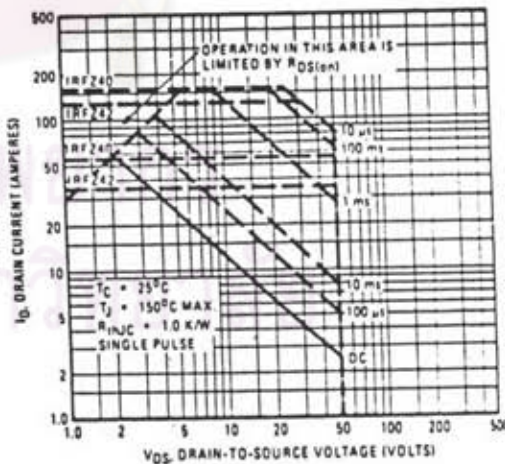


Fig. 4 - Maximum Safe Operating Area

Figure 13-29 (continued)



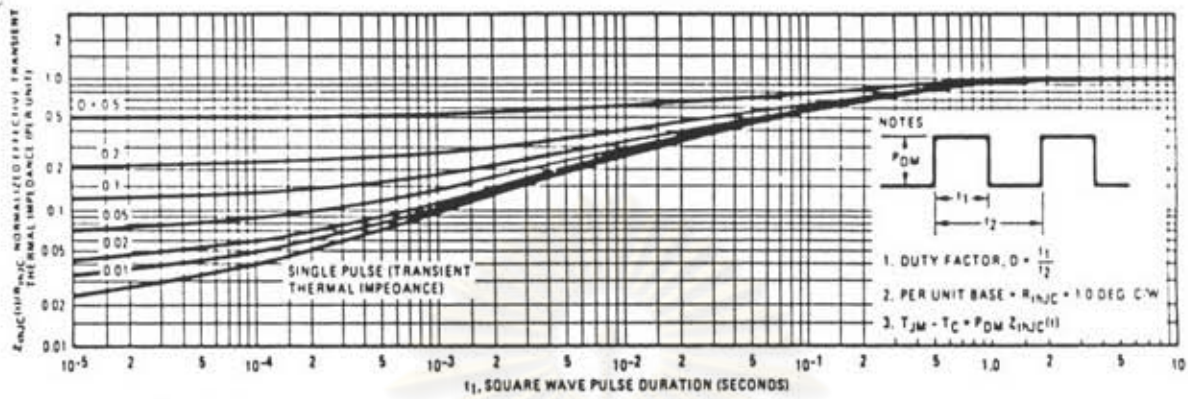


Fig. 5 – Maximum Effective Transient Thermal Impedance, Junction-toCase Vs. Pulse Duration

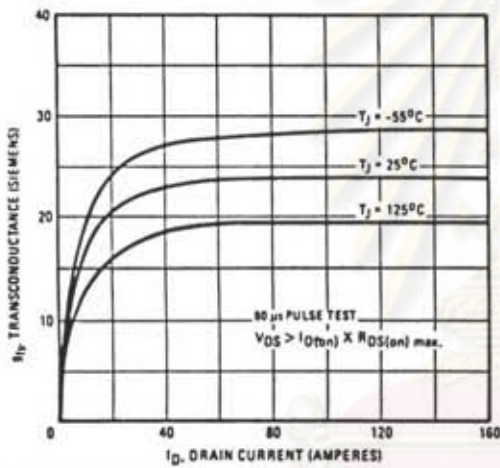


Fig. 6 – Typical Transconductance Vs. Drain Current

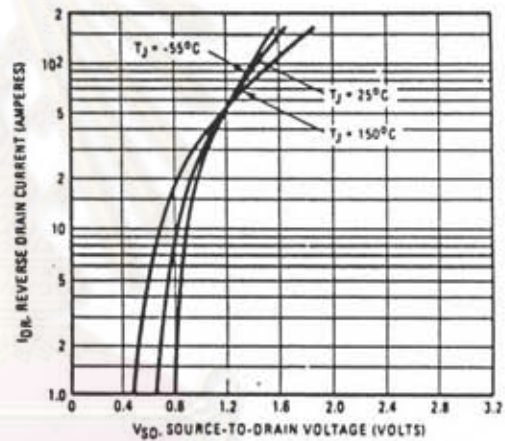


Fig. 7 – Typical Source-Drain Diode Forward Voltage

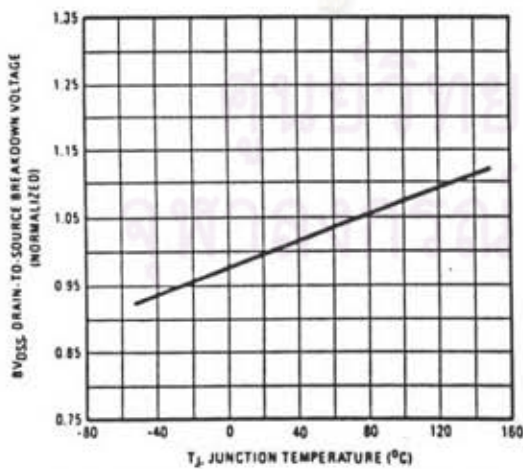


Fig. 8 – Breakdown Voltage Vs. Temperature

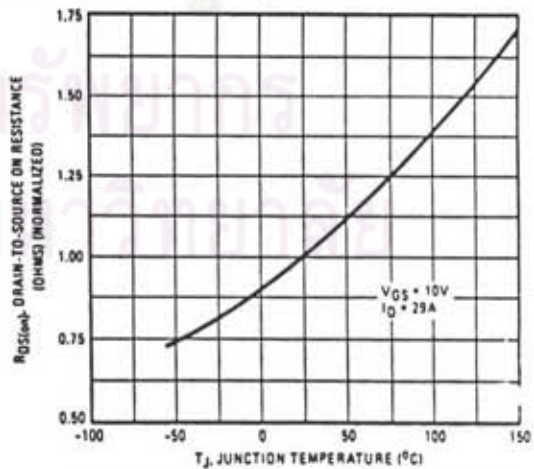


Fig. 9 – Normalized On-Resistance Vs. Temperature

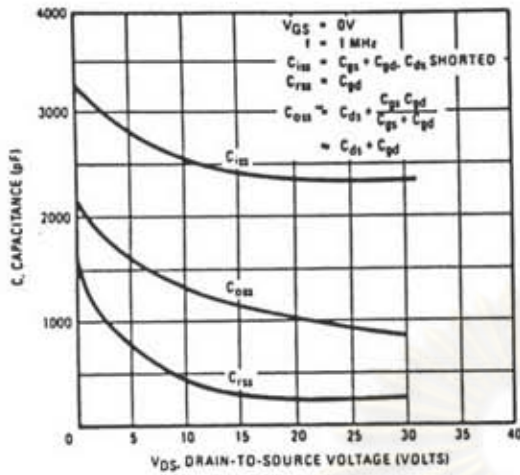


Fig. 10 - Typical Capacitance Vs. Drain-to-Source Voltage

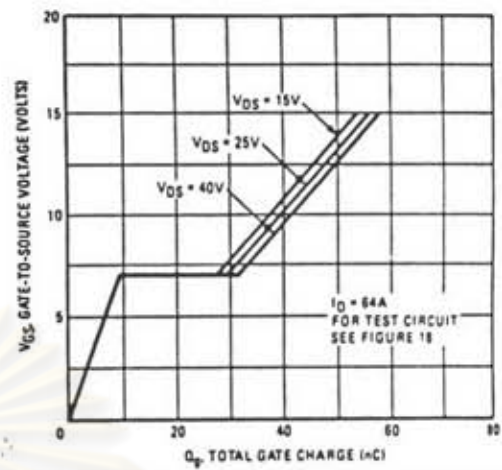


Fig. 11 - Typical Gate Charge Vs. Gate-to-Source Voltage

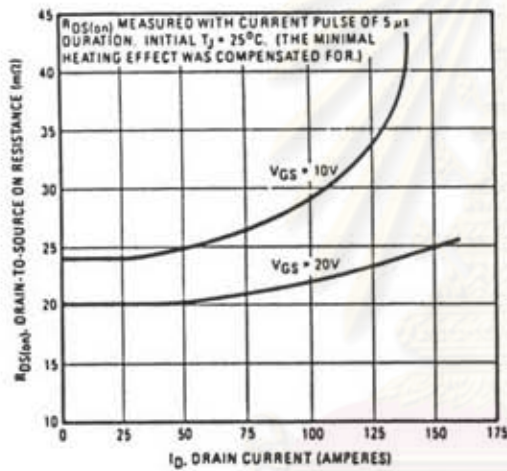


Fig. 12 - Typical On-Resistance Vs. Drain Current

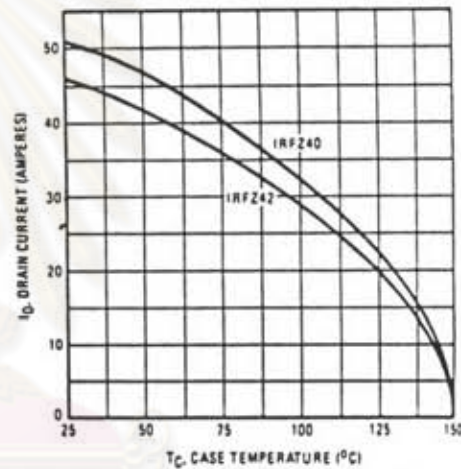


Fig. 13 - Maximum Drain Current Vs. Case Temperature

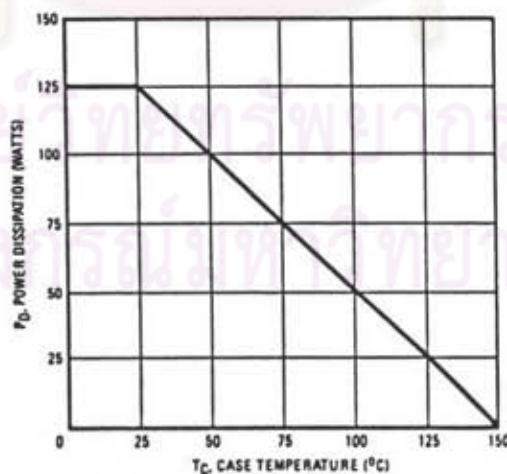


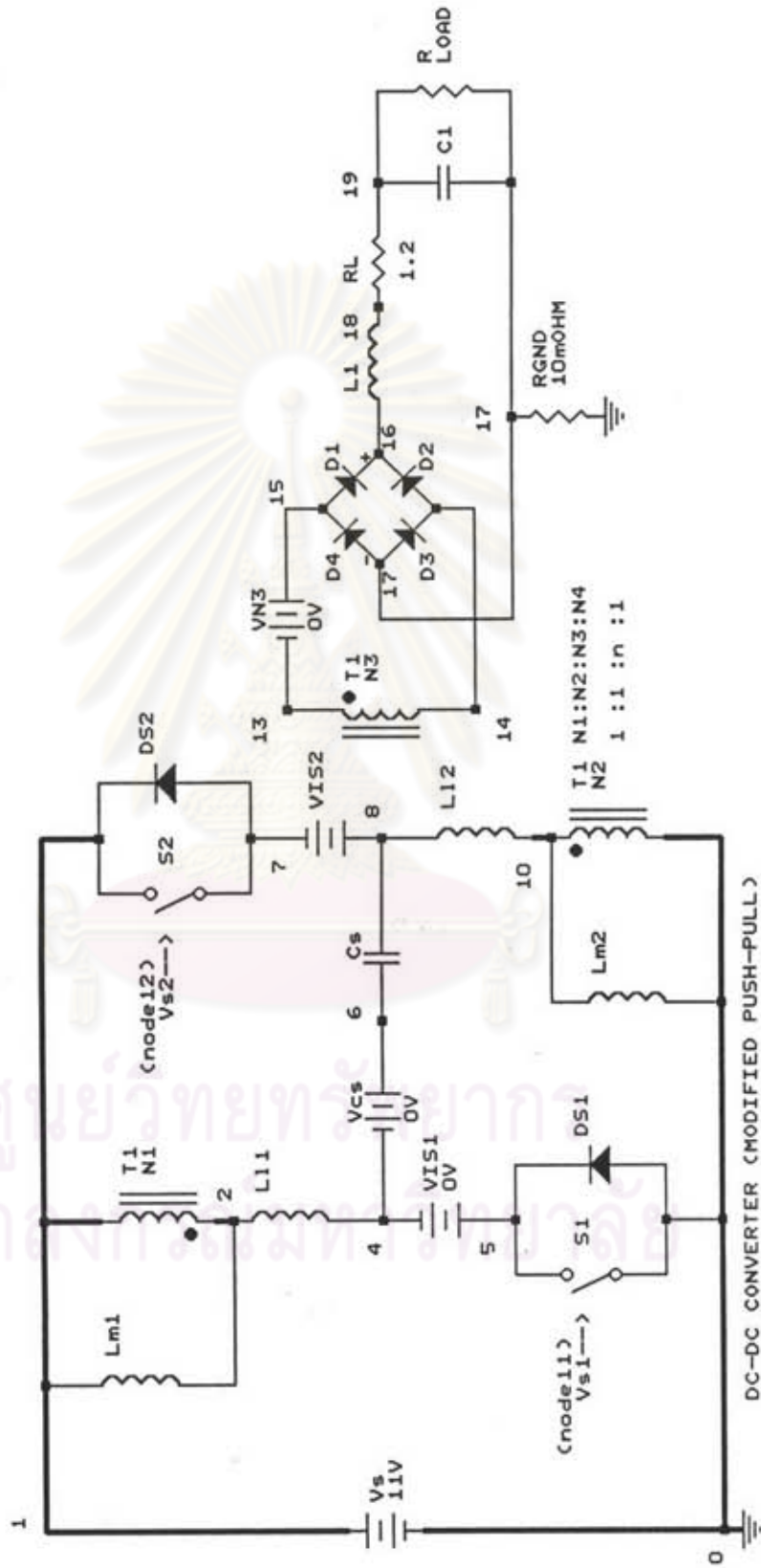
Fig. 14 - Power Vs. Temperature Derating Curve

Figure 13-29 (continued)

### ภาคผนวก จ.

; Modified Push-Pull Converter Circuit Simulation

```
Vs 1 0 Rs=0 Dc 11 ;
T1 #Coils=3 2 1 N1=3 Rs1=70mOhm 10 0 N2=3 Rs2=70mOhm 13 14 N3=105 Rs3=3.808 ;
Lm1 2 1 5.0uH IL(0)=-22.6113 ;
Lm2 10 0 5.0uH IL(0)=-2.57010 ;
LI1 2 4 0.3uH IL(0)=31.23543 ;
LI2 8 10 0.3uH IL(0)=-12.4199 ;
VN3 15 13 Rs=0 Dc 0 ;
S1 No 5 0 Rs=28mOhm 11 0 Vth=5 Vcoil=5.000000 ;
VIS1 5 4 Rs=0 Dc 0 ;
Vs1 11 0 Rs=0 Pwl #BrkPts=6 T1=0.0 V1=0 T2=0.1uS V2=0 T3=0.1uS V3=5 T4=17.678uS V4=5
T5=17.678uS V5=0 T6=39.06uS V6=0 ;
DS1 0 5 #IRFZ40 Vd=-1.22234 ;
S2 No 1 7 Rs=28mOhm 12 0 Vth=5 Vcoil=0 ;
VIS2 8 7 Rs=0 Dc 0 ;
Vs2 12 0 Rs=0 Pwl #BrkPts=6 T1=0.0 V1=0 T2=19.63uS V2=0 T3=19.63uS V3=5V T4=37.208uS
V4=5V T5=37.208uS V5=0 T6=39.06uS V6=0 ;
DS2 7 1 #IRFZ40 Vd=-20.6277 ;
D1 15 16 #MUR460 Vd=-295.452 ;
D2 14 16 #MUR460 Vd=1.358346 ;
D3 17 14 #MUR460 Vd=-295.452 ;
D4 17 15 #MUR460 Vd=1.358346 ;
L 16 18 3mH IL(0)=0.527818 ;
RL 18 19 1.2Ohm ;
C 19 17 33uF VC(0)=312.1316 ;
R 19 17 600ohm ;
RGND 17 0 10mOhm ;
Cs 6 8 100uF VC(0)=10.85013 ;
Vcs 6 4 Rs=0 Dc 0 ;
\ T Tstop=600uS Tstep=1us StepCtrl=Adj LTEv=0.1V LTEi=0.1A MaxTRiter=15 ;
#IRFZ40 D PWL Vcutin=1.15V Ron=23mOhm Roff=100Meg Vz=50V Rz=1mOhm ;
#MUR460 D PWL Vcutin=1.2V Ron=300mOhm Roff=100Meg Vz=400V Rz=1mOhm ;
```



DC-DC CONVERTER (MODIFIED PUSH-PULL)





### ประวัติผู้เขียน

นายหนที สุขุดมตันติ เกิดวันที่ 10 มิถุนายน พ.ศ. 2512 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษา ปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2333 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรมหา- บัณฑิต สาขาออกแบบอิเล็กทรอนิกส์ (อิเล็กทรอนิกส์กำลัง) ภาควิชาไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2534



ศูนย์วิทยพัชการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย