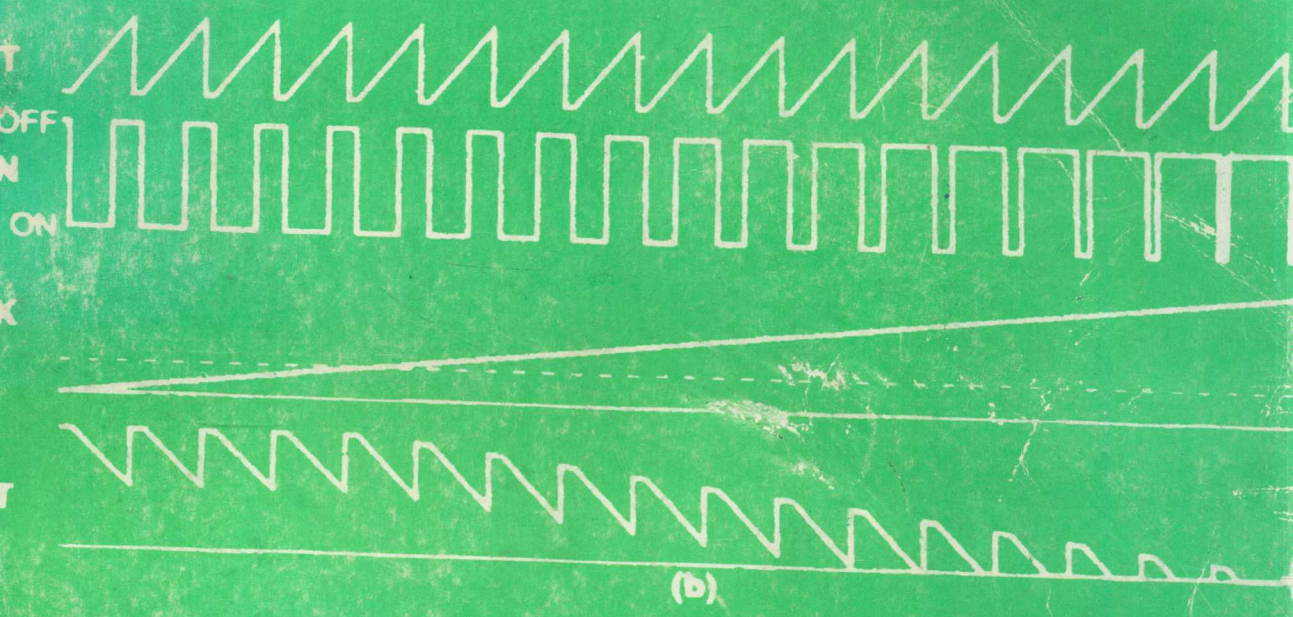


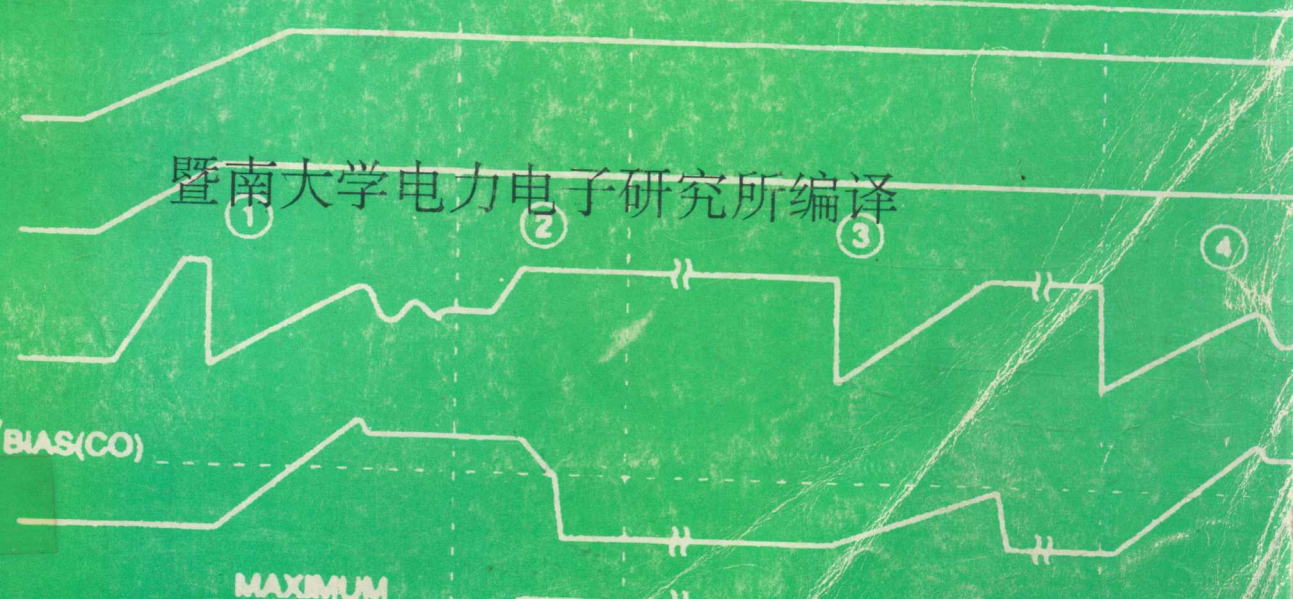
94.12.28

功率集成电路参考手册



波形: (a) 50% 最大占空比; (b) 90% 最大占空比

暨南大学电力电子研究所编译



BIAS(CO)

MAXIMUM

前 言

功率集成电路 (POWER INTEGRATED CIRCUIT) 是继 MOSFET、IGBT、SIT 等先进功率集成器件之后出现的新一代电力电子产品。它集功率开关、控制电路与保护电路于一体, 不但使器件尺寸减小, 而且使电路结构简化, 可靠性明显提高。只需很少的外部元器件, 即可构成低成本、高性能实际系统, 安装调试工艺大为简化。其片上功率开关由低输入电容 MOSFET 组成, 且与控制电路集成于同一晶片上, 电路传输特性优良, 可在高频率下工作, 有利于减小系统的体积和重量。因此功率集成电路的开发和使用, 必将促进电力电子系统的研究、设计与生产制造出现新的飞跃。国外专家预言, 智能化功率集成电路的兴起和推广将在本世纪末至下世纪初引起电子学的第二次革命。

《功率集成电路参考手册》一书, 系应中国电源学会关于在高频开关技术方面开展一些工作的要求, 由广东省电源学会组织有关专家收集了国外有关高频功率集成电路产品数据及其应用与设计方面的技术资料, 经整理编译而成。内容包括功率集成电路产品的技术数据、关键部件的设计制作技术以及电路性能的分析 (包括计算机建模分析) 等。对了解电路原理、研究开发和具体电路设计制作等均有较高的参考利用价值。全书共分三篇: 第一篇为产品技术性能, 介绍有关产品的结构、性能及典型应用电路等; 第二篇为应用与设计, 讨论有关的分析、设计与调试过程中的技术及工艺等问题; 第三篇是器件封装。

本书由暨南大学电力电子研究所《计算机图象信息处理》及电子工程系《电路与系统》硕士研究生翻译, 由许世延、黄元审校、许世延整理编辑而成。对原文中的一些错误已经予以改正, 限于时间和水平, 错漏之处在所难免, 欢迎读者批评指正。

编 者

一九九四年三月



90032360

目 录

第一篇 产品技术性能

一、	PWR-SMP210.....	(1)
二、	PWR-SMP211.....	(15)
三、	PWR-SMP212.....	(30)
四、	PWR-SMP220.....	(44)
五、	PWR-SMP240.....	(59)
六、	PWR-SMP260.....	(75)
七、	PWR-SMP3.....	(91)
八、	PWR-SMP110.....	(96)
九、	PWR-SMP120.....	(100)
十、	PWR-SMP121.....	(105)
十一、	PWR-SMP400.....	(111)
十二、	PWR-SMP402.....	(115)
十三、	PWR-SMP520.....	(120)

第二篇 应用与设计

第一章、	PWR-SMP210 电源板 (EVAL 5).....	(125)
第二章、	PWR-SMP240 电源板 (EVAL 8).....	(146)
第三章、	PWR-SMP260 电源板 (EVAL 7).....	(171)
第四章、	PWR-SMP 系列器件用定制变压器.....	(197)
第五章、	PWR-SMP 系列器件的反馈方法.....	(210)
第六章、	PWM-SMP 系列器件的功率容量.....	(239)
第七章、	PWM-SMP 系列器件的电路板设计.....	(259)
第八章、	PWM-SMP 系列器件用的标准变压器.....	(273)
第九章、	PWM-SMP 系列器件的 EMI 滤波器设计.....	(279)

第三篇	器件封装.....	(305)
-----	-----------	-------

PWR-SMP210

PWM开关电源集成电路

85-265V的交流电压输入，隔离、稳压直流输出

产品要点

集成功率开关和CMOS控制器

- 当输入是220V交流电压，经整流后其输出功率最大可至10W。若是一般输入电压(85V~265V交流)，可得到5W输出
- 集成方法减小了整个设备尺寸
- 外部变压器提供了隔离和可选的输出电压。高电压，低电容MOSFET输出
- 为120/220V脱机应用而设计
- 也可用于36V-400V的直流输入
- 低电容适用于高频工作

高速电压模式PWM控制器

- 启动时内置预调器对集成电路自馈电
- 高PWM频率减小了元件尺寸
- 只需最少的外接器件

内置自保护电路

- 逐个周期地电流限制
- 输入欠电压锁定
- 过热关机

概 述

PWR-SMP210主要用于220V或一般的独立隔离的电源设备。它在单片集成块上集成了一个高压功率MOSFET开关和一个开关模式电源控制器。几乎不需要什

么外接元件便可提供一个低成本、隔离和独立的电源。而高频运行也减小了整个电源的尺寸。

功率MOSFET开关的特点包括高电压，低 $R_{DS(on)}$ （导通时的源漏电阻）、低电容以及低的栅阈值电压。低电容和低的栅阈值电压的组合使栅激励功率减少了10倍。低电容同时也易于高频工作。

PWR-WMP210的控制器部分包括激励和控制功率级所需的全部功能块：外接线路预调器，振荡器，带隙基准、误差块放大器、栅驱动器，以及电路保护。电压模式的脉宽调制电路用于反馈拓扑结构时效果最好，但也可用于其他拓扑结构。

PWR-WMP210有两种封装形式：16脚的塑料双列直插式和20脚的幅翼式SOIC。

管脚功能介绍（括号内的管脚号对应SOIC封装）

管脚1(1):

高电压 V_{in} ，与启动时对器件进行自供电的高压预调器连接。

管脚2:

空脚，防止漏电。 数控numerical control

管脚3(4):

R_{EXT+} ，和 R_{EXT-} 之间接电阻以建立内部偏置电流。

管脚4 (5,6) :

R_{EXT-} 为基准电流的回流端，不要与地线连接。

管脚5, 12, 13(15, 16, 17):

COM连接点。为电路的地或参考点。

管脚6(7):

I_{LIMIT} 通过使用一个外接电阻分流器为输出MOSFET提供过流保护。

管脚7(9):

为内部电压 V_s 的外接旁路电容相连。

与内部产生的 V_s 电压旁路电容相连。

管脚8(10):

C_{EXT} 用于设定振荡器频率。加接外部电容可使PWM频率降低。

管脚9(1):

EA-为误差放大器的反相输入端，用于与外部反馈及补给网络相连。

管脚10(2):

EAO 为误差放大器的输出端，用于与外部补偿网络连接。

管脚11(3):

V_{BIAS} 是启动后用于对器件自供电的反馈电压。

管脚14:

空脚，防止漏电。

管脚15, 16Q0:

输出MOSFET的开路漏极。两个引脚必须在外部连接。

PWR-SMP210 功能说明

预调器和板上电压

预调器提供了控制器和激励器电路所需要的偏置电流。预调器由一个高压MOSFET, 一个栅偏置电流源和一个误差放大器组成。误差放大器通过控制MOSFET的栅极将 V_S 调整到5.6伏左右。

当提供偏置电流时, 预调器MOSFET消耗了相当可观的电源功率。而在反馈线圈和滤波器将 V_{BIAS} 引脚电压激励到超过8.25伏时, 这一损耗可被限制。此时预调器被切断, 内部的偏置电流则由与 V_{BIAS} 连接的反馈电路提供。

V_S 是控制器和驱动器电路的供电电压。以实现滤波和减小噪声, 需要在 V_S 端连接一个外旁路电容, 以实现滤波和减少噪声。 V_S 的值还决定了何时启动内部的欠电压锁定电路。只要该值小于5V, 就一直保持欠压锁定状态。

基准电压

V_{REF} 是由温度补偿带隙基准和缓冲器产生的1.25V参考电压。它被用来设误差放大器, 过热保护电路及电流限制电路的阈值。

振荡器

振荡器是完全独立的。由开关恒流源对一个内部电容器轮流充电和放电, 可以通过在 C_{EXT} 端加接一个电容来降低振荡频率。

电压开关点由比较器内部的磁滞回线决定。波形的周期则取决于电流源的值, 因为电流源的大小决定了锯齿波的上升沿和下降沿。其最大占空比等于充电时间与周期之比。调制器需要的时钟和阻断信号由比较器的输出进行同步。

误差放大器

误差放大器由一个高性能的运算放大器组成, 运放的同相输入端与内部的基准电压相连。误差放大器的输出直接控制电源开关的占空比。

误差放大器输出脚EAO已被隔离缓冲, 因此外部负载不会影响其输出。缓冲器有一个大约2V的调整误差电压, 以及大约1.5K的输出阻抗。

脉冲宽度调制器

脉冲宽度调制器实现了电压一模式的控制环路，并产生控制电源开关的数字驱动信号。驱动器信号的占空比将作为输入电压和负载的函数而改变。增加占空比会提高电源的输出电压。相反，减少占空比会使输出电压降低。脉宽调制器把控制电压（误差放大器的输出）与振荡器产生的锯齿电压进行比较以产生所需的占空比。

限流保护

当在 I_{LIMIT} 端上的电压下降到它的阈值以下时， I_{LIMIT} 信号会将电源开关关死。漏端(DRAIN)电流流经一个外部电阻。在 V_S 引脚和该电阻之间的分压器将对 I_{LIMIT} 信号进行偏置，使其大于它的阈值电压。当电流流经漏端外部电阻时， I_{LIMIT} 脚电压会减小。如果 I_{LIMIT} 脚电压低于阈值电压的时间长于延迟时间，电源开关会关死直到下一个时钟周期开始。

过热保护

温度保护由一个精确的模拟电路提供，当节温过高时（典型值 135°C ），它会使开关电源关机。当节温冷却并达到滞后温度值后，设备会自动启动并返回到原来状态。

带有反馈线圈调节的普通外线 5W 电源

一般的电路操作

反馈电源电路示检图4。当它在标准变压器T1002（见DA-3）下工作，输入为85~265V的交流电压时会产生一个5V, 5W的输出。输出电压由输出线圈与反馈线圈的匝数比决定。PWR-210的反馈电压（脚11）的设计值为8.5V。如果需要的话，可以通过调节 D_3 的数目对实际有效的匝数比进行细调整。有三个因素影响输出电压的稳定度：保持一个固定的反馈线圈电压，电源变压器的紧耦合，以及使用一个脉冲变压器以消除漏电感电压尖峰。

L_2 , L_3 , L_4 , C_6 , C_7 , C_8 , C_{12} 和 C_{17} 组成一个EMI滤波器。 BRI 和 C_1 将输入交流电压变成整流后的直流电压，并提供了每个周期的保持时间。 D_5 , C_9 和 R_{10} 组成一个电压箝位电路以限制开关晶体管漏端的峰值电压。 C_{15} 和 R_9 用来阻尼漏电感的振铃电压。这一阻尼网络改善了输出电压的调节。 R_5 和 R_6 将反馈电压设定到8.5V。 R_4 , R_5 , C_2 和 C_4 , T_1 决定了控制环的频率响应。 R_3 决定PWR-SMP210内的电流源值。 C_{11} 设定了工作频率。如果在脚8不连电容，则内部的电容器将频率设定为850KHz左右。 C_3 和 C_5 为旁路电容器。 R_2 , R_{11} 和 R_{12} 组成一个逐周期的电流限制电路。这些值提供了最大功率输出并维持短路保护。

为了实现满功率输出以及保持PWR-SMP210的可靠工作，必须在印制电路板

上将双列直插式插件的两个漏端(对应15脚和16脚)连接起来。15脚和16脚在封装内并没有连接。

电路使用了一个次级线圈来监视并调整输出电压。这一技术可以提供调整并有 $\pm 5\%$ 的稳定度。如果对给定的设备需要更高的稳定度,可以采用光耦反馈技术。有关光耦反馈更详细的资料可参看AN-8。

图4所示电路是PWR-EVAL5电源板的原理图。这一完全装配好并已测试过的电路板可以直接向Power Integrations, Inc公司订购,以对PWR-SMP210进行评测。随板还提供完整的详细说明,包括为得到其他的输出电压及振荡频率如何调整电路板的说明。

如下所示的电源和负载特性调节图是对一个直流电源供电的PWR-EVAL5电路板进行测量所得。电源的开关频率被测值为250KHz。

最大输出功率曲线显示出标准变压器T1002功率输出的容量以及在初级线圈标准匝数的2倍及一半的情况下的输出性能。更详细资料参见DA-3有关订购用于PWR-SMP210的变压器方面的内容。

输出功率——频率曲线是在不同频率下测量PWR-SMP210的特性而得到。为了在每一个频率下得到最大输出功率,测量时使用了几个不同的电源变压器,其中每个变压器分别是对应频率下的最佳值。曲线表明了设备内交流和直流功率损耗的折衷的特性。即当交流损耗随频率增加时,直流损耗和输出功率必须减小以维持同一设备最大的功率消耗。

额定最大值⁽¹⁾

漏电压	800V	功耗	
V_{IN} 电压	500V	产品号后缀为BN	
V_{BIAS} 电压	11V	($T_A=25^\circ\text{C}$)	2.1W
漏电流	800mA	($T_A=70^\circ\text{C}$)	1.05W
输入电压 ⁽²⁾	$-0.3 - V_S + 0.3V$	产品号后缀为SR	
存放温度	$-65^\circ\text{C} - 125^\circ\text{C}$	($T_A=25^\circ\text{C}$)	3.0W
环境温度		($T_A=70^\circ\text{C}$)	1.5W
(产品号后缀为C)	0—70°C	热阻(θ_{JA})	
(产品号后缀为D)	-40—85°C	产品号后缀为BN	43°C/W
节温 ⁽³⁾	150°C	产品号后缀为SR	30°C/W
引线温度 ⁽⁴⁾	260°C	热阻(θ_{JC}) ⁽⁵⁾	
		产品号后缀为BN	6°C/W
		产品号后缀为SR	6°C/W

注(1)除非另外指明, 否则所有电压均以COM端为参考点

(2)不适用于 V_{IN} 或漏电压

(3)通常受内部电路限制

(4)在壳外1/16英寸处保持时间5秒

(5)在引脚12/13测得

类 目	符 号	测试条件		测试限制			单位
		除非另外说明, 否则测试条件如下: $V_{IN}=325V, V_{BIAS}=8.5V, COM=0V$ $R_{EXT}=20.5K\Omega$ (T_A -Full Operating Range (see Note 1))		最 小 值	典 型 型	最 大 值	
振荡器							
输出频率	f_{osc}	C_{EXT} =开路	650	750	850	KHz	
脉宽调制器							
占空比	DC	C_{EXT} =开路	0-35	0-40		%	
范 围		$f_{osc}=200kHz$	0-48	0-50			
保护电路							
限流电压范围		见注 2	0		1	V	
限流阈值			0.31	0.34	0.37	V	
限流延迟时间	$t_{d(off)}$	见图 5		250	500	ns	
过热断路温度			115	135		℃	
热断路磁滞点				45		℃	

类 目	符 号	测试条件 除非另外说明，否则测试条件如下： $V_{IN}=325\text{ V}$, $V_{BIAS}=8.5\text{ V}$, $COM=0\text{ V}$ $R_{EXT}=20.5\text{ K}\Omega$ (T_A -Full Operating Range(see Note 1))		测试限制			单位
				最 小 值	典 型 值	最 大 值	
误差放大器							
基准电压	V_{REF}		1.21	1.25	1.29	V	
基准电压漂移	ΔV_{REF}			50		ppm/°C	
增益带宽积				500		KHz	
直流增益	A_{VOL}		60	80		dB	
输出阻抗	Z_{OUT}			1.5		KΩ	
输出							
导通电阻	R_{DS} (ON)	$I_D=100\text{ mA}$	$T_1=25\text{ }^{\circ}\text{C}$		20	35	Ω
			$T_1=115\text{ }^{\circ}\text{C}$		32	42	
导通电流	$I_{D(ON)}$	$V_{DS}=10\text{ V}$	200	380		mA	
短路电流	I_{DSS}	$V_{DRAIN}=640\text{ V}$ $T_A=115\text{ }^{\circ}\text{C}$		10	50	μA	
击穿电压	BV_{DSS}	$I_{DRAIN}=100\text{ }\mu\text{ A}$ $T_A=25\text{ }^{\circ}\text{C}$	300	900		V	
输出电容	C_{OSS}	$V_{DRAIN}=25\text{ V}$ $f=1\text{ MHz}$		70		pF	
输出存储能量	E_{OSS}	$V_{DRAIN}=400\text{ V}$		1000		nJ	
上升时间	t_r	见图 5		70	150	ns	
下降时间	t_f	见图 5		70	150	ns	
供电							
预调器电压	V_{IN}		36		500	V	

类 目	符 号	测试条件			测试限制			单位
		除非另外说明，否则测试条件如下： $V_{IN}=325\text{ V}$, $V_{BIAS}=8.5\text{ V}$, $COM=0\text{ V}$ $R_{EXT}=20.5\text{ K}\Omega$ ($T_A=\text{Full Operating Range(see Note 1)}$)			最 小 值	典 型 型	最 大 值	
误差放大器								
预调器断路电压	$V_{BIAS(CO)}$				6.5		8.25	V
脱机供电电流	I_{IN}	V_{BIAS} 未 连接	C Suffix		3	4.5	mA	
			C_{EXT} 开路	I Suffix		3		5.0
		$V_{BIAS}>8.25\text{ V}$						0.1
V_{BIAS} 供电电压	V_{BIAS}	V_{BIAS} 通过反馈得到			8.25		90	V
V_{BIAS} 供电电流	I_{BIAS}	V_{BIAS} 通 过 反 馈 得 到	C Suffix		3	4.5	mA	
			I Suffix		3	5.0		
V_S 源电压	V_S				5.1		6.0	V
V_S 源电流	I_S						400	μA

注：

1. 凡是那些叙述中未分开说明则表示适用于整个温度范围，包括产品后缀为 C (0-70°C)，以及后缀为 I (-40-85°C)。而那些分开说明的是指适用于不同的温度范围。

2. 在 I_{LIMIT} 引脚加的电压大于 3.5V，会启动内部的测试电路，并使开关处于连续导通位置。当启动测试电路后，如果 PWR-SMPZIO 的输出与一个高电压功率源连接，则可能造成损坏。

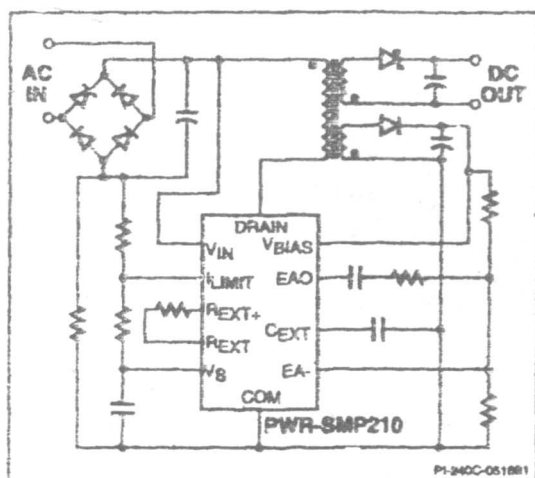


图1. 典型应用

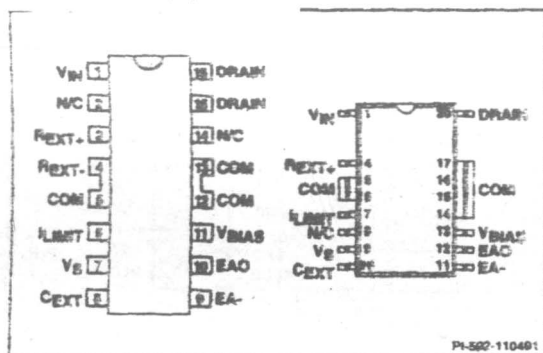


图2. 引脚图

订 货 须 知		
PART NUMBER	PACKAGE	TEMP RANGE
PWR-SMP210BNC	16-pin PWR PDIP	0 to 70°C
PWR-SMP210BNI	16-pin PWR PDIP	-40 to 85°C
PWR-SMP210SRI	20-pin PWR SOIC	-40 to 85°C

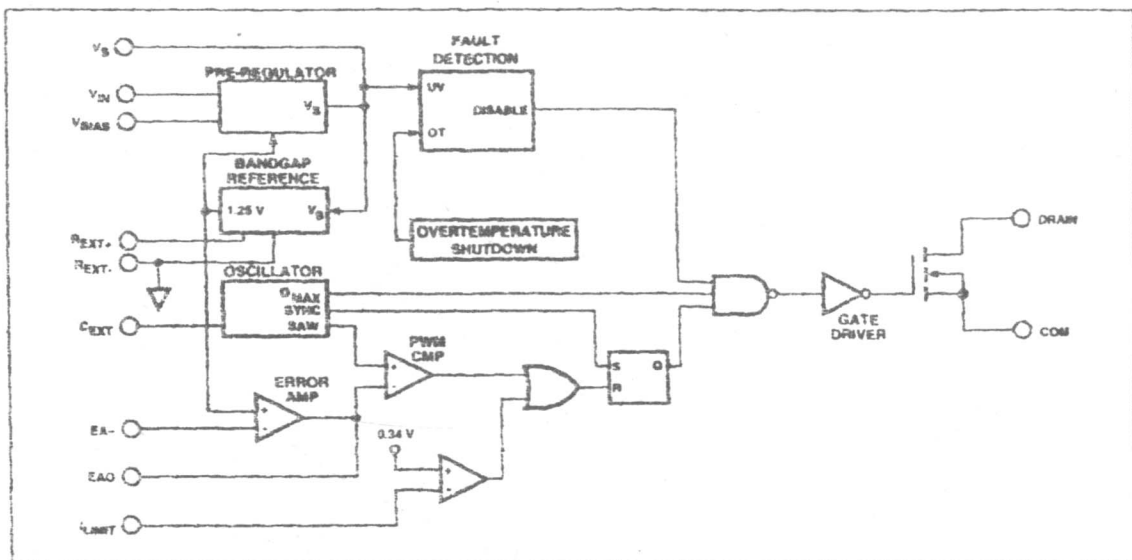
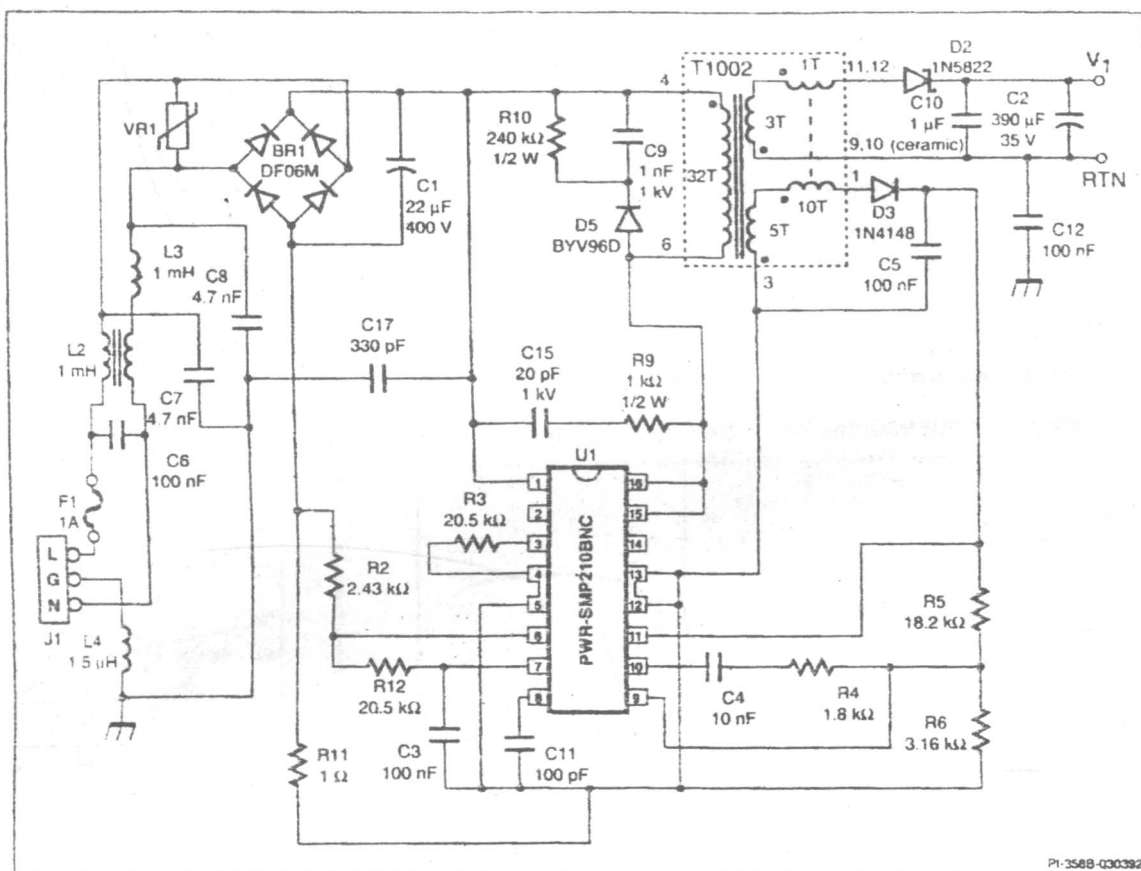


图3. PWR-SMP210 功能方块图



PI-3588-030392

图4. 使用 PWM-SMP210 的 5V, 5W 电源原理图

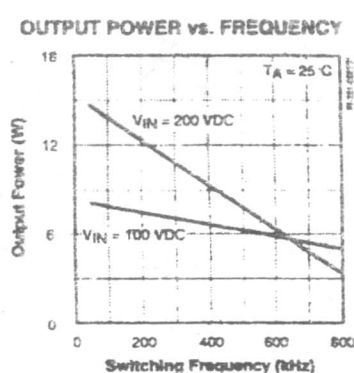
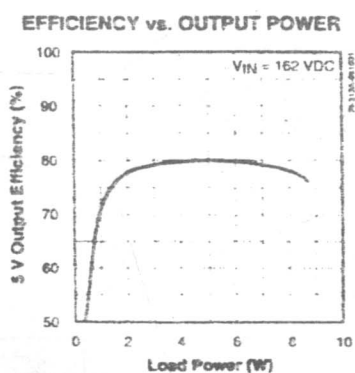
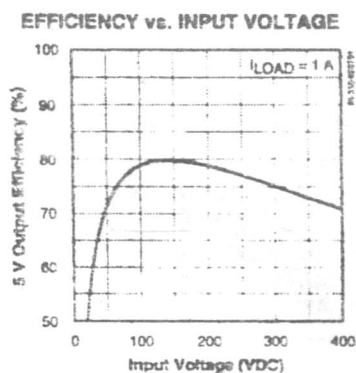
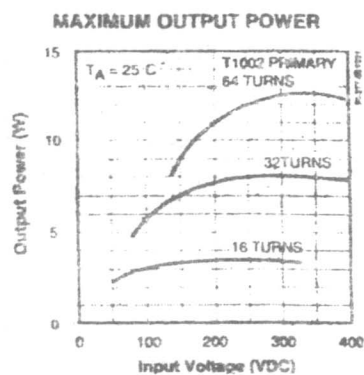
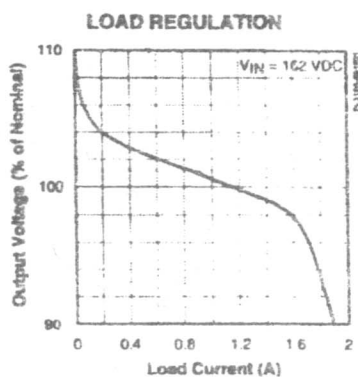
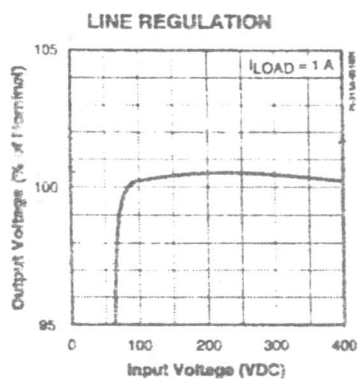


图4 电源的典型特性

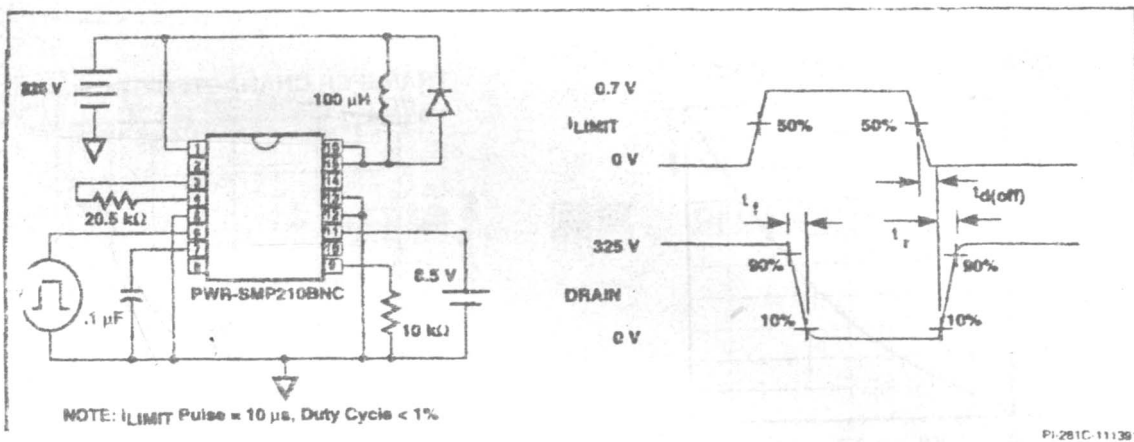
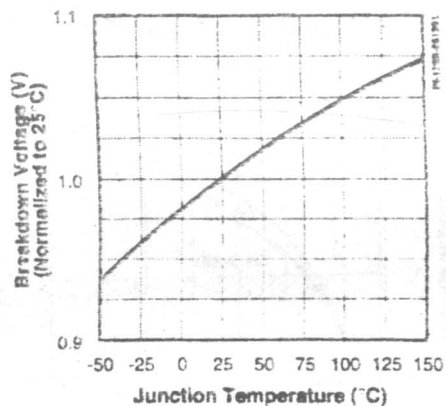


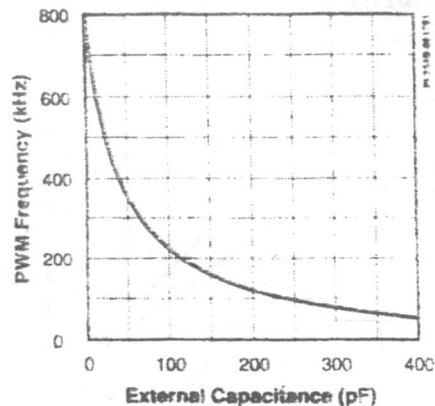
图5. 开关时间测试电路

(下列各图为 PWR-SMP210 特性曲线图)

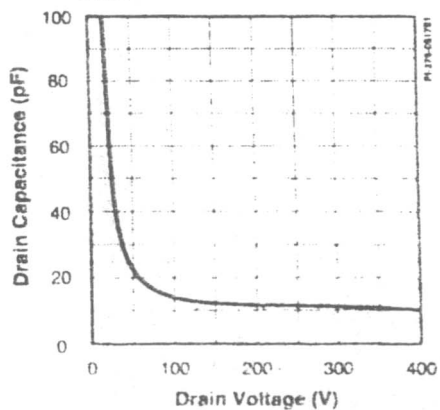
BREAKDOWN vs. TEMPERATURE



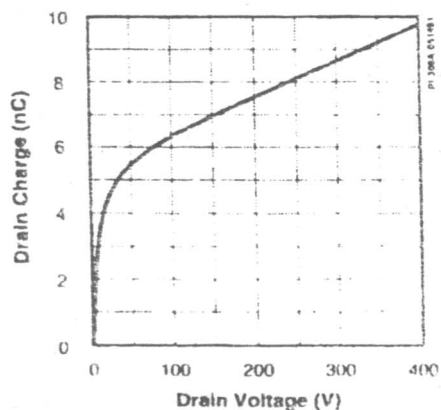
f_{PWM} vs. EXTERNAL CAPACITANCE



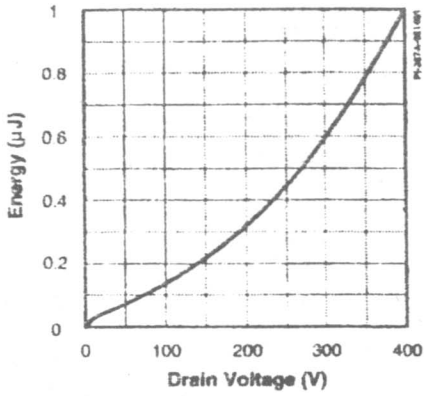
C_{oss} vs. DRAIN VOLTAGE



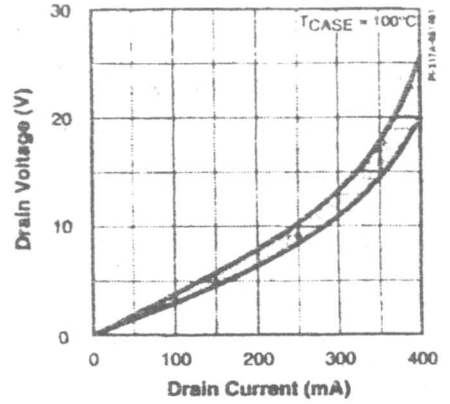
DRAIN CHARGE vs. DRAIN VOLTAGE



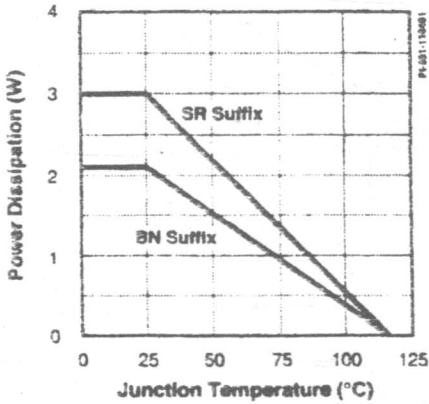
DRAIN CAPACITANCE ENERGY



TRANSFER CHARACTERISTICS



PACKAGE POWER DERATING



TRANSIENT THERMAL IMPEDANCE

