

半桥驱动集成电路 IR2304

· 余 艳 孙云莲 ·

摘要 IR2304 是美国 IR 公司生产的新一代半桥驱动集成芯片, 该芯片内部集成了互相独立的控制驱动输出电路, 可直接驱动两个功率半导体器件 MOSFET 或 IGBT, 动态响应快, 驱动能力强, 工作频率高, 具有多种保护功能。本文介绍了其功能特点、工作原理和典型应用电路。

IR2304 的功能特点

IR2304 是国际整流器公司推出的具有多功能 600V 高端及低端驱动集成电路, 这种适于功率 MOSFET、IGBT 驱动的自举式集成电路在照明镇流器、电源及电机等功率驱动领域中将获得广泛的应用。其性能特点如下: (1) 该电路芯片体积小 (DIP8)、集成度高 (可同时驱动同一桥臂的上、下两只开关器件); (2) 动态响应快。典型通断延迟时间 220/220ns, 内部死区时间 100ns, 匹配延迟时间 50ns; (3) 驱动能力强, 可驱动 600V 主电路系统。具 60mA/130mA 输出驱动能力, 栅极驱动输入电压宽达 10~20V; (4) 工作频率高。可支持 100kHz 或以下的高频开关, 配合 IRF830 或 IRFBC30 一类较小巧的 MOSFET 或 IGBT 使用; (5) 输入输出同相设计。提供高端和低端独立控制驱动输出, 可通过两个兼容 3.3、5V 和 15V 输入逻辑的独立 CMOS 或 LSTTL 输入来控制, 为设计带来了很大的灵活性; (6) 低功耗且实现坚固耐用而防噪效能又极高的设计。IR2304 驱动集成电路采用高压集成电路技术, 整合设计既降低解决方案成本和简化电路, 又减低设计风险和节省电路板的空间。相比于其它分立式、脉冲变压器及光耦解决方案, IR2304 更能节省组件数量和空间, 并提高可靠性; (7) 具有电源欠压保护和关断逻辑。IR2304 有两个非倒相输入及交叉传导保护功能, 整合了专为驱动电机的半桥 MOSFET 或 IGBT 电路而设的保护功能。当电源电压降至 4.7V 以下, 欠电压锁定功能即会关掉两个输出, 防止穿通电流及器件故障。当电源电压超出 5V 后则会释放输出 (综合滞后一般为 0.3V)。过电压及防闭锁 CMOS 技术使 IR2304 变得坚固耐用。另外, IR2304 集成电路还配备大脉冲电流缓冲级, 可将交叉传导减至最低; 同时采用具下拉功能的史密特触发式输入设计, 可有效隔绝噪音, 以防止器件意外开通。

IR2304 采用 8 脚封装, 管脚排列如图 1 所示, 其各引脚的功能及推荐的工作参数、极限参数和电气特性如表 1~表 3 所示。

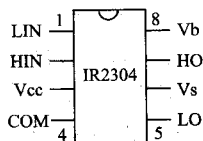


图 1

IR2304 的工作原理

IR2304 典型接线如图 2 所示, 其中 Vcc 为 10~25V 功率管

表 1 IR2304 推荐的工作参数

符号	名称	最小值	最大值	单位
V _{in}	高低端逻辑输入 (HIN、LIN)	COM	V _{cc}	V
V _{cc}	逻辑电源与低端电源电压	10	20	
LO	低端驱动输出	COM	V _{cc}	
V _s	高端浮置电源参考电压	注 1	600	
HO	高端驱动输出电压	V _s	V _b	
V _b	高端浮置电源电压	V _s +10	V _s +20	
T _A	环境温度	-40	125	°C

注 1: 逻辑运行时为 COM -5V ~ COM +600V, 逻辑状态保持为 COM -5V ~ COM -V_{bs}。

表 2 IR2304 的极限参数

符号	名称	最小值	最大值	单位
V _b	高端浮置电源电压	-0.3	625	V
V _s	高端浮置电源参考电压	V _b -25	V _b +0.3	
V _{HO}	高端浮置驱动输出电压	V _s -0.3	V _b +0.3	
V _{cc}	逻辑输入部分工作电源电压	-0.3	25	
V _{LO}	低端驱动输出电压	-0.3	V _{cc} +0.3	
V _{in}	逻辑输入电压 (HIN、LIN)	-0.3	V _{cc} +0.3	
COM	逻辑地	V _{cc} -25	V _{cc} +0.3	V/ns
dV _s /dt	允许的参考电源电压上升率	—	50	
P _D	功耗 (环境温度 ≤ 25°C)	—	0.625(SOIC) 1 (PDIP)	W
T _J	允许最高工作结温	—	150	°C
T _s	存储温度	-50	150	
T _L	焊接温度 (焊接时间 10s)	—	300	

门极驱动电源, 适应 TTL 或 CMOS 逻辑信号输入, 则 V_{cc} 可用一个典型值为 +15V 的电源。C2 为自举电容, 当 VT1 关断、VT2 开通时, V_{cc} 经 VD、C2、负载、VT2 给 C2 充电, 以确保 VT2 关断、VT1 开通时, VT1 管的栅极靠 C2 上足够的储能来驱动, 从而实现自举式驱动。若负载阻抗较大, C2 经负载降压充电较慢, 使得当 VT2 关断、VT1 开通时 C2 上的电压仍充电不到自举电压 8.2V 以上时, 输出驱动信号会因欠压被片内逻辑封锁, VT1 就无法正常工作。每个周期 VT1 开关一次, C2 就通过开关 VT2 充电一次。因此, 对 C2 的容量选择应考虑如下几点: (1) C2 应为高稳定、低串联电感、高频率特性的优质电容, 容量为 0.1~1 μF 均可。(2) 尽量使自举上电回路不经大阻抗负载, 否则应为 C2 充电提供快速充电通路。(3) PWM 开关频率高; C2 应选小。当 PWM 工作频率过低, 若占空比高时, VT1 开通时间较长, 则 VT2 开通时间较短, C2 应选小; 若占空比较低时, VT1 导通脉宽较窄, 则 VT2 导通脉宽较宽, 自举电压容易满足。否则, 在有限时间内无法达到自举电压, 会造成欠压保护电路工

表 3 IR2304 的电气特性

符号	名称	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
V _{CCUV} V _{BSUV}	电源欠电压正向阈值	8	8.9	9.8	V	
V _{CCUV} V _{BSUV}	电源欠电压负向阈值	7.4	8.2	9		
V _{CCUVH} V _{BSUVH}	电源欠电压封锁保护滞环	0.3	0.7	—		
I _{LK}	偏移漏电流	—	—	50	μA	V _B =V _S =600V
I _{OBS}	电源 V _{BS} 静态电流	20	60	150		V _{in} =0V or 5V
I _{CC}	电源 V _{CC} 静态电流	50	120	240	mA	V _{in} =0V or 5V
V _{IH}	输入电压逻辑“1”	2.3	—	—		
V _{IL}	输入电压逻辑“0”	—	—	0.8	V	
V _{OH}	高电平输出电压 (V _{BIAS} -V _O)	—	—	2.8		I _O =20mA
V _{OL}	低电平输出电压 V _O	—	—	1.2		
I _{HS}	输入偏流逻辑“1”	—	5	40	μA	V _{in} =5V
I _{HS}	输入偏流逻辑“0”	—	1.0	2.0		V _{in} =0V
I _{OH}	高电平输出电流	60	—	—	mA	V _O =0V PW ≤ μs
I _{OL}	低电平输出电流	130	—	—		
t _{on}	导通延迟时间	120	220	320	ns	V _S =0V
t _{off}	关断延迟时间	130	220	330		V _S =0V or 600V
t _r	导通上升时间	60	200	300		
t _f	关断下降时间	20	100	170		
DT	死区时间	80	100	190		
MT	匹配延迟	—	—	50		

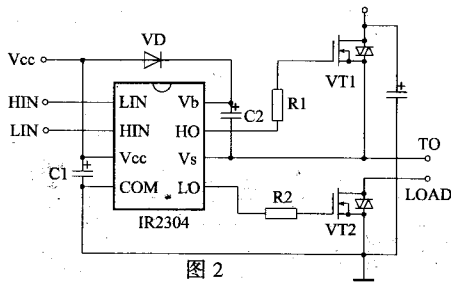


图 2

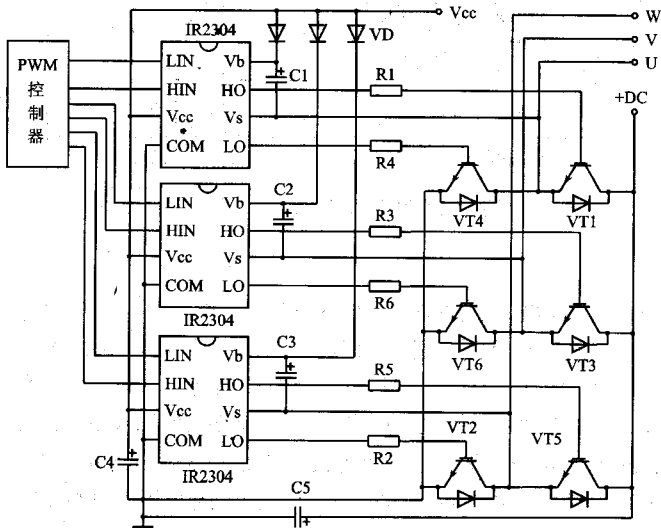


图 3

作。因此，C2 的选择应综合考虑 PWM 变化的各种情况，监测 HO、Vs 脚波形进行调试是最好的方法。

应用 IR2304 驱动三相桥式逆变器

由 IR2304 组成的典型应用电路三相桥式逆变器的硬件结构如图 3 所示。对于六个功率元件构成的三相桥式逆变器采用三片 IR2304 驱动三个桥臂是中小型功率变换的理想选择。(1) 主电路可将直流电压 +DC 逆变为三相交流输出电压 (U、V、W)。直流电压 +DC 来自三相桥式整流电路，逆变电路功率元件使用耐

压为 1000V 的 IGBT 元件。(2) 驱动电路使用 1000V 的 IR2304，由于三相逆变器每个周期总有一个上下管导通，故上管自举电容容易充电，三个上管自举电路可有序工作。但 IR2304 使用不当，尤其是自举电容选择不好，易于造成芯片损坏或不能正常工作。电容 C1、C2 和 C3 分别为三路高端输出的供电电源的自举电容。单电源 +15V 供电电压经二极管隔离后又分别作为其三路高端驱动输出的供电电源，在工程上大大减少了控制变压器体积和电源数目，降低了产品成本和减小了体积，提高了系统可靠性。(3) PWM 控制电路为逆变器提供六路控制信号。一些模拟电路或数字电路的 PWM 的产生都通过专用集成电路芯片来实现，如三相 PWM 发生器 SA8282。为了提高 PWM 的输出质量和可靠性，大都是以高性能单片机和数字信号处理等为控制核心来构成整个系统。如德州仪器 TMS320LF240x DSP 内部自带的事件管理器模块专用来产生 PWM。它们大部分是在 16 位单片机或 DSP 的基础上增加部分特殊的控制功能来构成专用的集成电路，将其应用在各种开关电源、交直流电机调速系统中。以 TMS320LF240x DSP 为核心的典型数字控制电机变频调速系统原理框图如图 4 所示。实验调试结果表明，利用

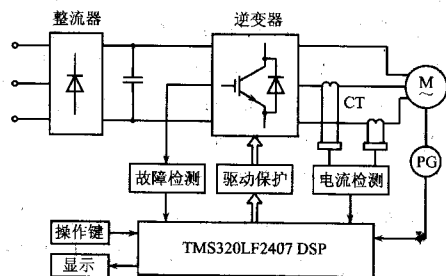


图 4

TMS320LF2407 DSP 事件管理器模块的波形发生器输出的方波，简化了程序的软硬件开发。PWM 波形的质量和可靠性都很好。

注意事项

利用 IR2304 设计驱动逆变器时应注意以下几个问题：(1) 当自举电压不容易满足要求时，可以去掉 VD，直接给 V_B、V_S 加另一个 10 ~ 25V 隔离电源，但没有充分利用 IR2304 应有的资源和特点。对于全桥型逆变器，无需经过负载充电，这种形式自举工作仅是 C2 选择问题。(2) 若使用自举技术产生 V_B 时，则接于引脚 V_{CC} 与 V_B 间的二极管 VD 应为超快恢复二极管，其反向耐压要大于 600V。(3) 芯片中的输入控制逻辑电路还为同一桥臂的高端和低端提供了死区时间，以避免同一桥臂上的被驱动功率元件在开关转换过渡期间发生同时导通。(4) 驱动电路输出串接电阻一般在 10 ~ 33 Ω，而对于小功率器件，串接电阻应该增加到 30 ~ 50 Ω。(5) 驱动电路与被驱动的功率器件距离应尽可能短，连接线尽可能使用双绞线或同轴电缆屏蔽线。(6) 可使用高频高速光耦合器件如 6N136、4N25 等元件将控制部分（如图 3 所示 PWM 控制电路）与由 IR2304 构成的驱动电路隔离，使控制电路的逻辑地和驱动电路的逻辑地相互独立；来增强系统的抗干扰能力。(7) 在具体应用电路设计中可根据实际需要灵活变更外围电路，以满足使用要求。◆

IR2304(S) & (PbF)

HALF-BRIDGE DRIVER

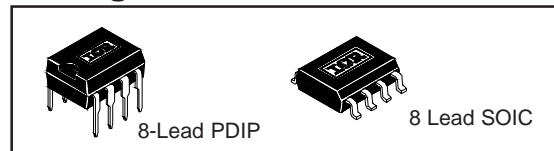
Product Summary

V _{OFFSET}	600V max.
I _{O+/-} (min)	60 mA/130 mA
V _{OUT}	10 - 20V
Delay Matching	50 ns
Internal deadtime	100 ns
ton/off (typ.)	220/220 ns

Features

- Floating channel designed for bootstrap operation to +600V. Tolerant to negative transient voltage dV/dt immune
- Gate drive supply range from 10 to 20V
- Under voltage lockout for both channels
- 3.3V, 5V, and 15V input logic input compatible
- Cross-conduction prevention logic
- Matched propagation delay for both channels
- Lower di/dt gate driver for better noise immunity
- Internal 100ns dead-time
- Output in phase with input
- Available in Lead-Free

Package

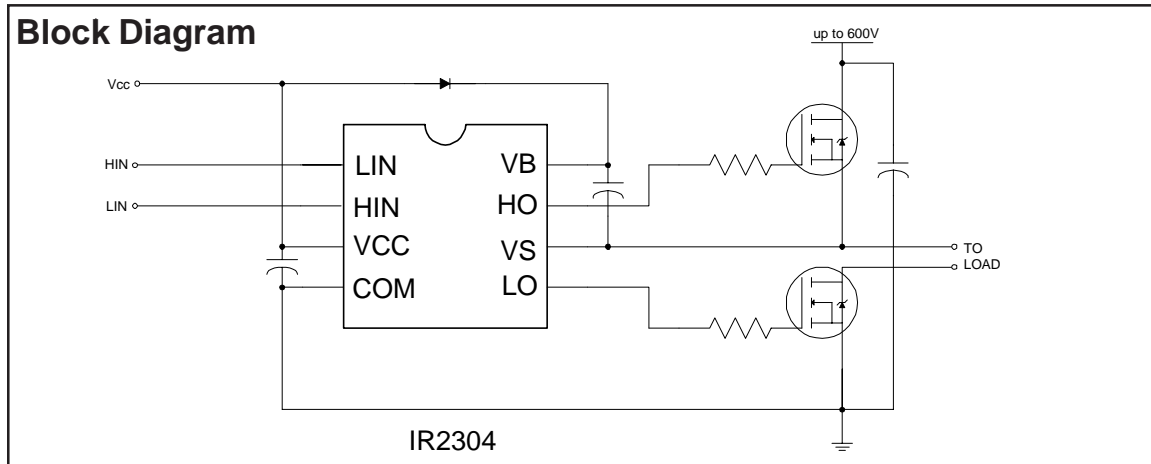


Description

The IR2304(S) are a high voltage, high speed power MOSFET and IGBT driver with independent high and low side referenced output channels. Proprietary HVIC and latch immune CMOS technologies enable ruggedized monolithic construction. The logic input is compatible with standard CMOS or LSTTL output, down to 3.3V logic. The output driver features a high pulse current buffer stage designed for minimum driver cross-conduction. The floating channel can be used to drive an N-channel power MOSFET or IGBT in the high side configuration which operates up to 600 volts.

2106/2301/2108/2109/2302/2304 Feature Comparison

Part	Input logic	Cross-conduction prevention logic	Dead-Time	Ground Pins
2106/2301	HIN/LIN	no	none	COM
21064				VSS/COM
2108	HIN/LIN	yes	Internal 540ns Programmable 0.54-5µs	COM
21084				VSS/COM
2109/2302	IN/SD	yes	Internal 540ns Programmable 0.54-5µs	COM
21094				VSS/COM
2304	HIN/LIN	yes	Internal 100ns	COM



IR2304(S)&(PbF)

International
IR Rectifier

Absolute Maximum Ratings

Absolute maximum ratings indicate sustained limits beyond which damage to the device may occur. All voltage parameters are absolute voltages referenced to COM, all currents are defined positive into any lead. The thermal resistance and power dissipation ratings are measured under board mounted and still air conditions.

Symbol	Definition	Min.	Max.	Units	
V _S	High side offset voltage	V _B - 25	V _B + 0.3	V	
V _B	High side floating supply voltage	-0.3	625		
V _{HO}	High side floating output voltage HO	V _S - 0.3	V _B + 0.3		
V _{CC}	Low side and logic fixed supply voltage	-0.3	25		
V _{LO}	Low side output voltage LO	-0.3	V _{CC} + 0.3		
V _{IN}	Logic input voltage (HIN, LIN)	-0.3	V _{CC} + 0.3		
Com	Logic ground	V _{CC} -25	V _{CC} + 0.3		
dV _S /dt	Allowable offset voltage SLEW RATE	—	50	V/ns	
P _D	Package power dissipation @ T _A ≤ +25°C	8-Lead SOIC	—	0.625	W
		8-Lead PDIP	—	1.0	
R _{thJA}	Thermal resistance, junction to ambient	8-Lead SOIC	—	200	°C/W
		8-Lead PDIP	—	125	
T _J	Junction temperature	—	150	°C	
T _S	Storage temperature	-50	150		
T _L	Lead temperature (soldering, 10 seconds)	—	300		

Recommended Operating Conditions

The input/output logic timing diagram is shown in figure 1. For proper operation the device should be used within the recommended conditions. The V_S offset rating is tested with all supplies biased at 15V differential.

Symbol	Definition	Min.	Max.	Units
V _B	High side floating supply voltage	V _S + 10	V _S + 20	V
V _S	High side floating supply offset voltage	Note 1	600	
V _{HO}	High side (HO) output voltage	V _S	V _B	
V _{LO}	Low side (LO) output voltage	COM	V _{CC}	
V _{IN}	Logic input voltage (HIN, LIN)	COM	V _{CC}	
V _{CC}	Low side supply voltage	10	20	
T _A	Ambient temperature	-40	125	°C

Note 1: Logic operational for V_S of COM -5 to COM +600V. Logic state held for V_S of COM -5V to COM -V_{BS}.

Static Electrical Characteristics

V_{BIAS} (V_{CC} , V_{BS}) = 15V and $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified. The V_{IN} , V_{TH} and I_{IN} parameters are referenced to COM. The V_O and I_O parameters are referenced to COM and V_S is applicable to HO and LO.

Symbol	Definition	Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
V_{CCUV+} V_{BSUV+}	V_{CC} and V_{BS} supply undervoltage positive going threshold	8	8.9	9.8	V	
V_{CCUV-} V_{BSUV-}	V_{CC} and V_{BS} supply undervoltage negative going threshold	7.4	8.2	9		
V_{CCUVH} V_{BSUVH}	V_{CC} supply undervoltage lockout hysteresis	0.3	0.7	—		
I_{LK}	Offset supply leakage current	—	—	50	μA	$V_B = V_S = 600\text{V}$
I_{QBS}	Quiescent V_{BS} supply current	20	60	150		$V_{IN} = 0\text{V}$ or 5V
I_{QCC}	Quiescent V_{CC} supply current	50	120	240		$V_{IN} = 0\text{V}$ or 5V
V_{IH}	Logic "1" input voltage	2.3	—	—	V	
V_{IL}	Logic "0" input voltage	—	—	0.8		
V_{OH}	High level output voltage, $V_{BIAS} - V_O$	—	—	2.8		$I_O = 20\text{mA}$
V_{OL}	Low level output voltage, V_O	—	—	1.2		
I_{IN+}	Logic "1" input bias current	—	5	40	μA	$V_{IN} = 5\text{V}$
I_{IN-}	Logic "0" input bias current	—	1.0	2.0		$V_{IN} = 0\text{V}$
I_{O+}	Output high short circuit pulse current	60	—	—	mA	$V_O = 0\text{V}$ $PW \leq 10 \mu\text{s}$
I_{O-}	Output low short circuit pulsed current	130	—	—		

Dynamic Electrical Characteristics

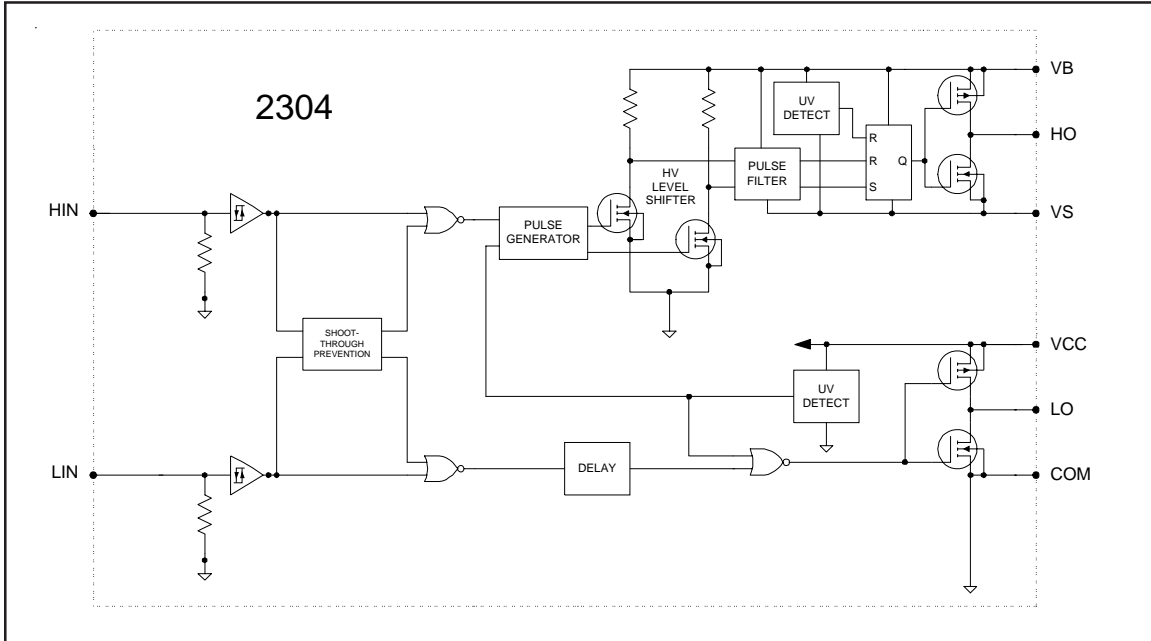
V_{BIAS} (V_{CC} , V_{BS}) = 15V, $V_S = \text{COM}$, $C_L = 1000 \text{ pF}$ and $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified.

Symbol	Definition	Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
t_{on}	Turn-on propagation delay	120	220	320	ns	$V_S = 0\text{V}$
t_{off}	Turn-off propagation delay	130	220	330		$V_S = 0\text{V}$ or 600V
t_r	Turn-on rise time	60	200	300		
t_f	Turn-off fall time	20	100	170		
DT	Dead time	80	100	190		
MT	Delay matching, HS & LS turn-on/off	—	—	50		

IR2304(S)&(PbF)

International
IR Rectifier

Functional Block Diagram



Lead Definitions

Symbol	Description
VCC	Low side supply voltage
COM	Logic ground and low side driver return
HIN	Logic input for high side gate driver output
LIN	Logic input for low side gate driver output
VB	High side floating supply
HO	High side driver output
VS	High voltage floating supply return
LO	Low side driver output

IR2304(S)&(PbF)

Lead Assignments

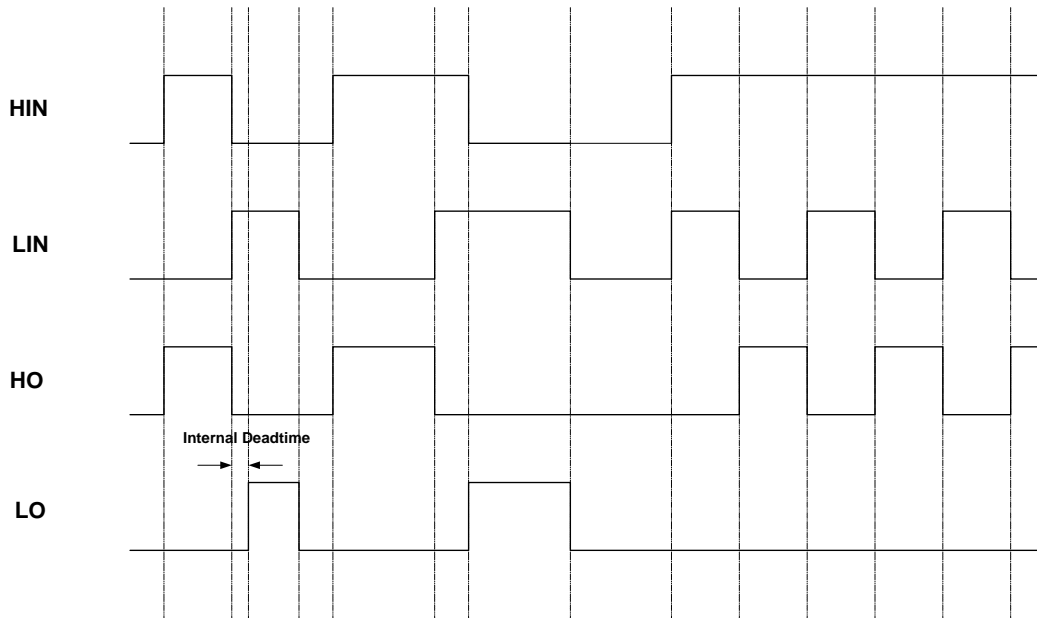
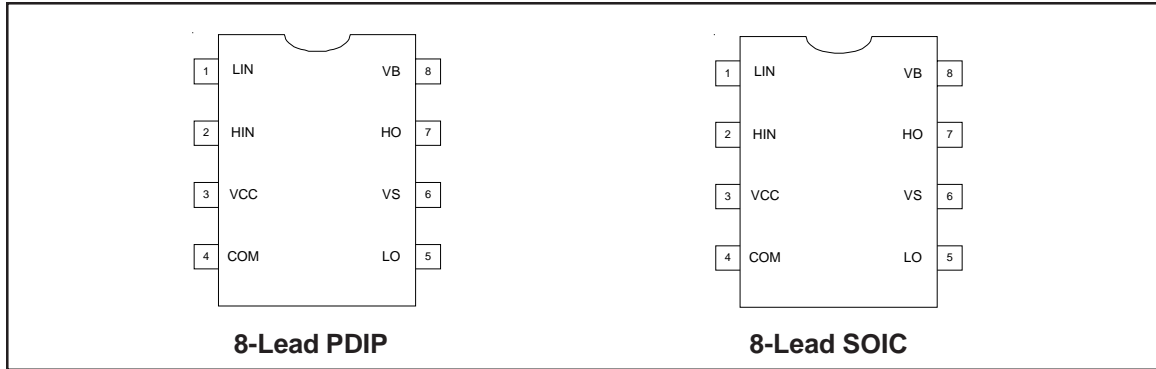


Figure 1. Input/Output Functionality Diagram

IR2304(S)&(PbF)

International
IR Rectifier

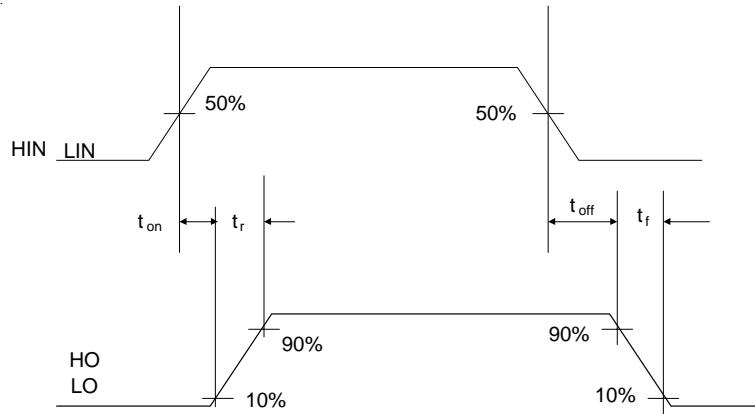


Figure 2. Switching Time Waveforms

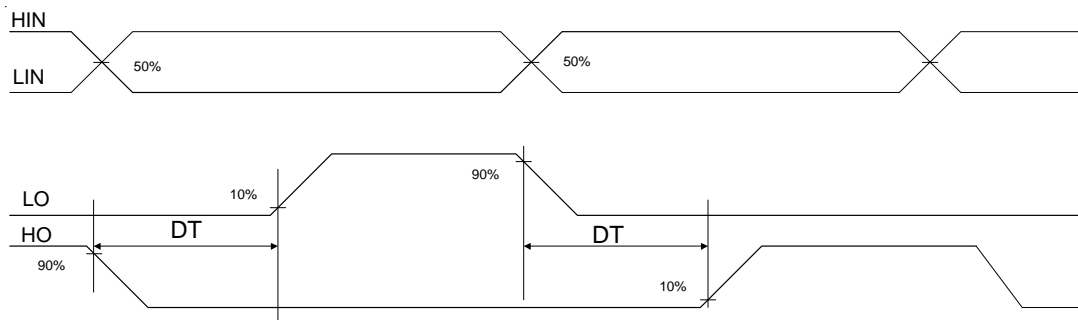
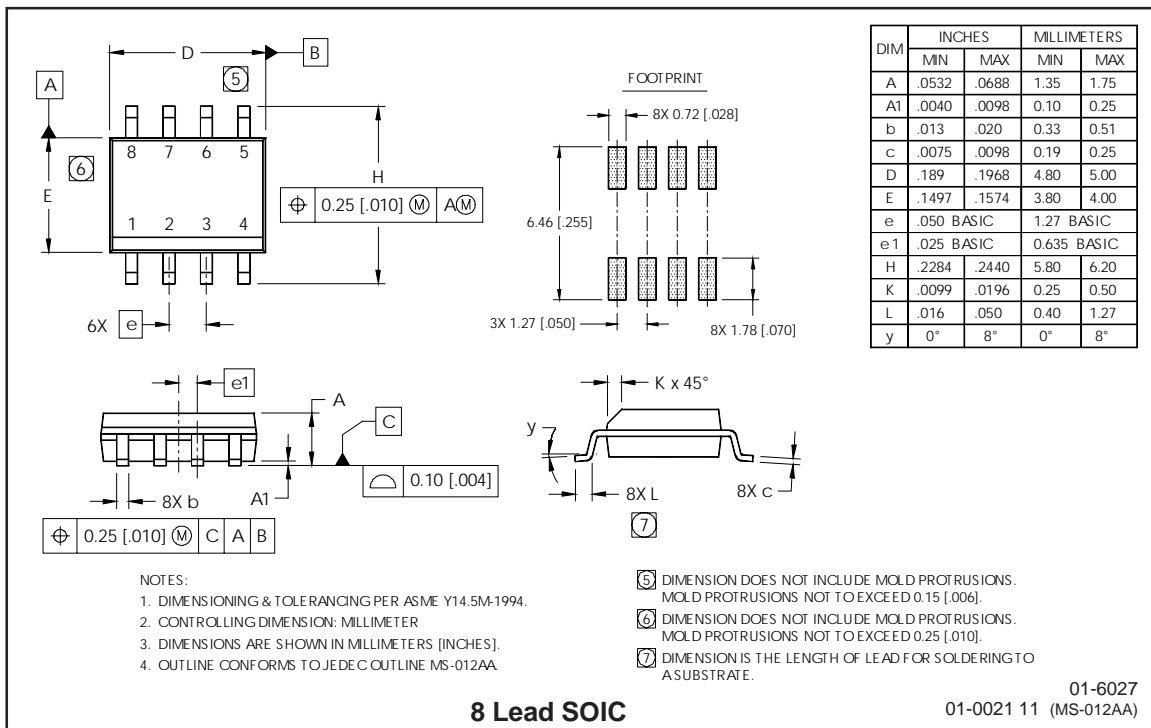
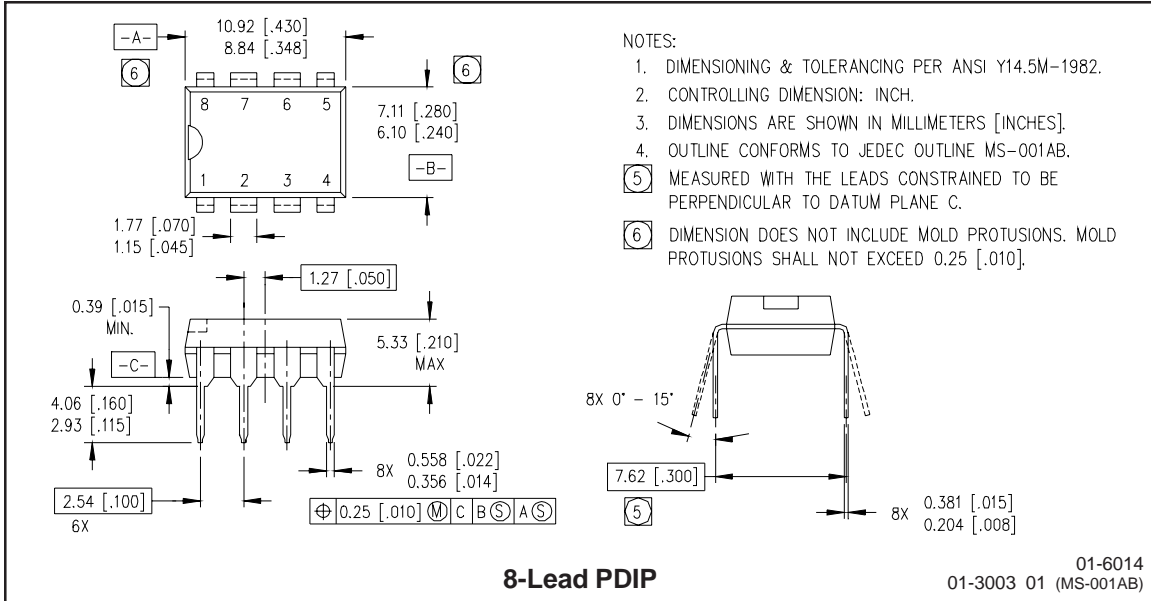


Figure 3. Internal Deadtime Timing

International
IR Rectifier

IR2304(S)&(PbF)

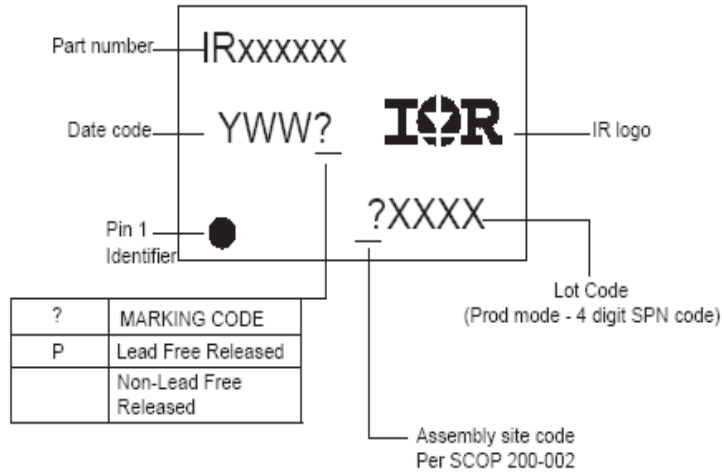
Case outlines



IR2304(S)&(PbF)

International
IR Rectifier

LEADFREE PART MARKING INFORMATION



ORDER INFORMATION

Basic Part (Non-Lead Free)

8-Lead PDIP IR2304 order IR2304
8-Lead SOIC IR2304S order IR2304S

Lead-Free Part

8-Lead PDIP IR2304 order IR2304PbF
8-Lead SOIC IR2304S order IR2304SPbF

International
IR Rectifier

This product has been designed and qualified for the Industrial market.
Qualification Standards can be found on IR's Web Site.
Data and specifications subject to change without notice.

IR WORLD HEADQUARTERS: 233 Kansas St., El Segundo, California 90245, USA Tel: (310) 252-7105
TAC Fax: (310) 252-7903

Visit us at www.irf.com for sales contact information.
09/10/04