高度集成的准谐振电流模式 PWM 控制器

FAN6300A / FAN6300H

高度集成的 FAN6300A/H PWM 控制器提供了可提高反激式转换器性能的特性。FAN6300A 应用于最大工作频率低于 100 kHz 的准谐振反激式转换器。FAN6300H 适合高频率操作 (高达 190 kHz)。内置的 HV 启动电路可以提供更大的启动电流，以减少控制器的启动时间。当 V_{DD} 电压超过导通阈值电压，HV 启动功能就会立即截止以降低功耗。内部谷底电压检测器确保功率系统在较宽的线路电压范围和任何负载条件下都以准谐振状态运行，并减少开关损耗以最大限度地降低功率 MOSFET 漏极上的开关电压。

为最大限度地降低待机功耗和提高轻载效率，该器件采用了专有的绿色模式功能，提供关断时间调制以减小开关频率，并扩大谷底电压切换范围，以最大限度地降低开关电压。工作频率由最小 t_{OFF} 时间限制，对于FAN6300A 为 38 μs 至 8 μs，对于 FAN6300H 为 13 μs 至 3 μs，因此 FAN6300H 与 FAN6300A 相比能在更高的开关频率下运行。

FAN6300A/H 控制器还具备多种保护功能。其逐脉冲电流限制功能确保系统具有固定的峰值电流限度，即使发生短路亦然。一旦反馈环路中出现开路故障，内部保护电路便会立即终止 PWM 输出。此外，只要 VDD 降低到关断阈值电压以下，该控制器也会终止 PWM 输出。栅极输出被钳制在 18 V 以保护功率 MOSFET 在栅极−源极出现高压时不被损坏。而最小 t_{OFF} 时间限制能防止系统频率过高。如果 DET 引脚触发 OVP 条件，或者内部OTP 被触发，功率系统将进入闩锁模式，直到 AC 电源断开为止。

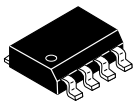
FAN6300A/H 控制器采用 8 引脚小尺寸封装 (SOP) 列直插式封装。

特性

- 高压启动
- 准谐振工作模式
- 逐周期限流
- 峰值电流模式控制
- 前沿消隐 (LEB)
- 内部最小 t_{OFF}
- 内部软启动 5 ms
- 过功率补偿
- 栅极输出最大电压
- 自恢复过流保护 (FB 引脚)
- 自恢复开环保护 (FB 引脚)
- VDD 引脚及输出电压 (DET 引脚) OVP 闭锁
- FAN6300A 低频率运行 (低于 100 kHz)
- FAN6300H 高频率运行 (高达 190 kHz)

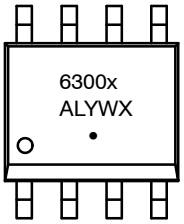
应用

- AC/DC NB 适配器
- 开架式 SMPS



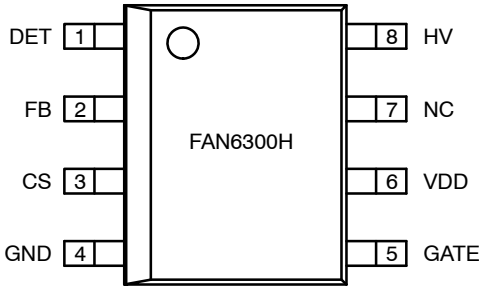
SOIC8
CASE 751EB

MARKING DIAGRAM



6300x = Specific Device Code (x = A or H)
A = Assembly Location
L = Wafer Lot Traceability
YW = Date Code
X = Manufacture Flow
• = Pb Free

PIN ASSIGNMENT



(Top View)

ORDERING INFORMATION

See detailed ordering and shipping information on page 11 of this data sheet.

© Semiconductor Components Industries, LLC, 2021

应用电路图

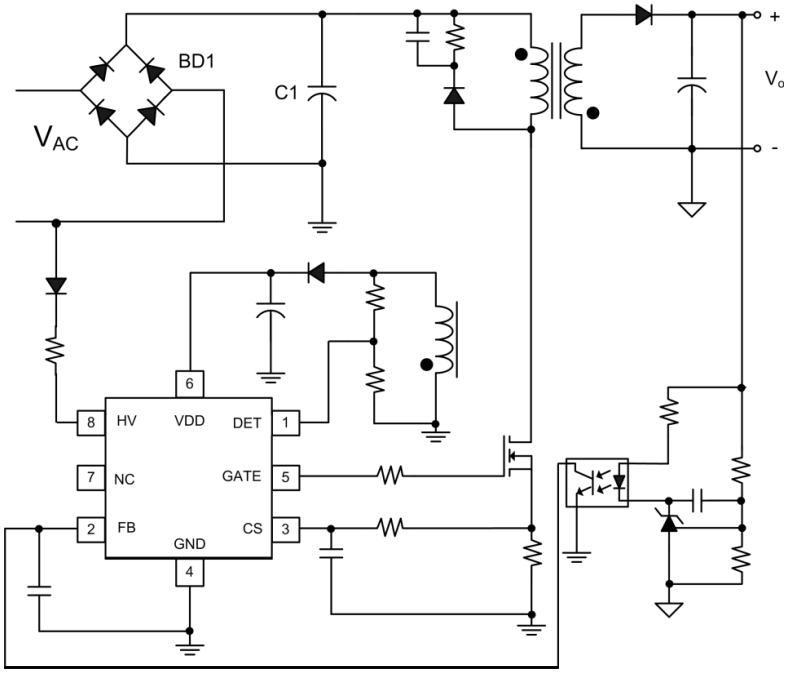


图 1. 典型应用

内部方块图

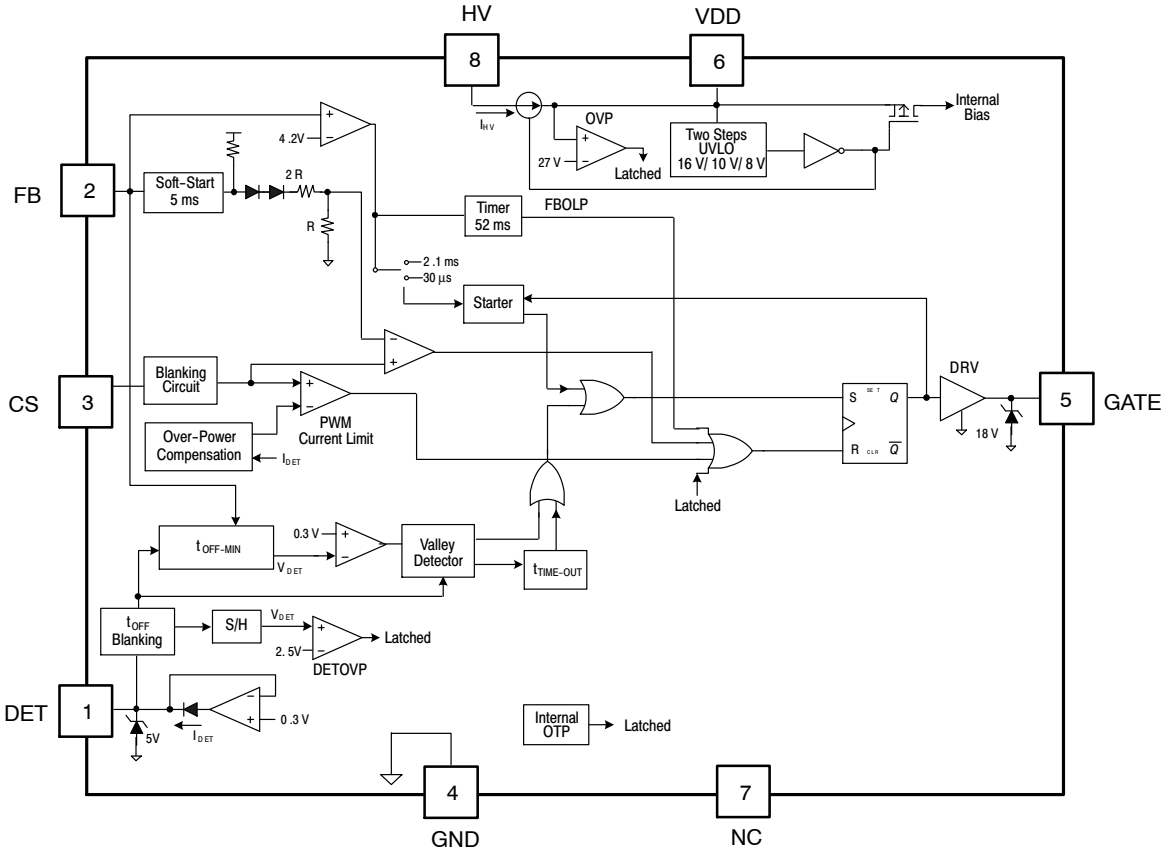


图 2. 功能方块图

引脚配置

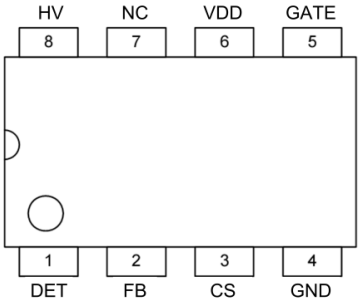


图 3. 引脚配置

引脚定义

引脚号	名称	说明
1	DET	该引脚可通过分压电阻连接至变压器的辅助绕组，以达成下列功能： – 一旦次级端开关电流降至零，就会产生 ZCD 信号。 – 产生的偏置电压可补偿峰值电流的阈值电压，可提供恒定的功率限值。当 PWM 信号使能时，产生的偏移与输入电压一致。 – 检测开关波形的波谷电压可获得波谷电压开关并尽量缩小开关损耗。 输出电压 OVP 保护电路由一个电压比较器及 2.5 V 参考电压构成。当使用光耦和次级并联稳压器时，分压比可确定关闭栅极的输出电压。
2	FB	反馈引脚应连接至误差放大器的输出，可获得电压控制环路。若功率转换器的次级配置有误差放大器，则 FB 引脚应连接至光耦输出。 该引脚的输入阻抗为 5 kΩ 等效电阻。在 FB 和 PWM 电路之间连接一个 1/3 衰减器，用于环路增益衰减。 FAN6300A/H 可在 FB 电压超过阈值电压 (约 4.2 V) 的时间超过 55 ms 时采用开环保护。
3	CS	过流保护的比较器输入。电阻检测开关电流，结果电压施加于该引脚用以逐周期电流限制。
4	GND	功率地和信号地。建议在 VDD 和 GND 之间连接 0.1 μF 去耦电容。
5	GATE	推挽栅级驱动电路输出可产生 PWM 信号，用以驱动外部功率 MOSFET。箝位栅极输出电压为 18 V。
6	VDD	电源。启动和关断的阈值电压分别为 16 V 和 10 V。启动电流低于20 μA 且工作电流低于 4.5 mA。
7	NC	未连接。
8	HV	高压启动。

绝对最大额定值

符号	参数	最小值	最大值	单位
V_{DD}	电源电压 (DC)		30	V
V_{HV}	HV		500	V
V_H	栅极	−0.3	25.0	V
V_L	V_{FB}, V_{CS}, V_{DET}	−0.3	7.0	V
P_D	功耗		400	mW
T_J	工作结温		150	°C
T_{STG}	存储温度范围	−55	150	°C
T_L	引脚温度 (焊接，10 秒)		270	°C
ESD	人体模型，JEDEC JESD22−A114		3.0	kV
	元件充电模型, JEDEC JESD22−C101		1.5	

Stresses exceeding those listed in the Maximum Ratings table may damage the device. If any of these limits are exceeded, device functionality should not be assumed, damage may occur and reliability may be affected.
(参考译文)
如果电压超过最大额定值表中列出的值范围，器件可能会损坏。如果超过任何这些限值，将无法保证器件功能，可能会导致器件损坏，影响可靠性。
1. 若应力超过绝对最大额定值中所列的数值，可能会给器件造成不可修复的损坏。
2. 测得的所有电压，除差模电压之外，都参照 GND 引脚。

推荐的工作条件

符号	参数	最小值	最大值	单位
T_A	工作环境温度	−40	105	°C

Functional operation above the stresses listed in the Recommended Operating Ranges is not implied. Extended exposure to stresses beyond the Recommended Operating Ranges limits may affect device reliability.
(参考译文)
高于推荐工作范围表格中所列范围时，不保证能够正常运行。长时间在推荐工作范围表格中规定范围以外的范围下运行，可能会影响器件的可靠性。

电气特性
(若无其他规定，则 V_{DD} = 10−25 V, T_A = −40°C−105°C (T_A = T_J)。)

符号	参数	工作条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{DD} 部分						
V_{OP}	连续工作电压				25	V
V_{DD-ON}	启动阈值电压		15	16	17	V
$V_{DD-PWM-OFF}$	PWM 关断阈值电压		9	10	11	V
V_{DD-OFF}	关断阈值电压		7	8	9	V
I_{DD-ST}	启动电流	V_{DD} = V_{DD-ON} − 0.16 V, GATE 开路		10	20	μA
I_{DD-OP}	工作电流	V_{DD} = 15 V, f_S = 60 kHz, C_L = 2 nF		4.5	5.5	mA
$I_{DD-GREEN}$	绿色模式工作电源电流 (平均)	V_{DD} = 15 V, f_S = 2 kHz, C_L = 2 nF			3.5	mA
$I_{DD-PWM-OFF}$	PWM 关断时的工作电流	V_{DD} = $V_{DD-PWM-OFF}$ − 0.5 V	70	80	90	μA
V_{DD-OVP}	V_{DD} 过压保护 (Latch−Off)		26	27	28	V
$t_{VDD-OVP}$	V_{DD} OVP 去抖时间		100	150	200	μs
$I_{DD-LATCH}$	V_{DD} OVP Latch−Up 保持电流	V_{DD} = 5 V		42		μA
HV 启动电源电流部分						
V_{HV-MIN}	HV 引脚的最小启动电压				50	V
I_{HV}	引脚 HV 可补充的电源电流	V_{AC} = 90 V (V_{DC} = 120 V), V_{DD} = 0 V	1.5		4.0	mA
I_{HV-LC}	启动后漏电流	V_{HV} = 500 V, V_{DD} = V_{DD-OFF} + 1 V		1	20	μA
反馈输入部分						
A_V	输入电压至电流感测衰减	$A_V = \Delta V_{CS}/\Delta V_{FB}$, 0 < V_{CS} < 0.9	1/2.75	1/3.00	1/3.25	V/V
Z_{FB}	输入阻抗		3	5	7	kΩ
I_{OZ}	偏置电流	FB = V_{OZ}		1.2	2	mA
V_{OZ}	零占空比输入电压		0.8	1.0	1.2	V
V_{FB-OLP}	开环保护阈值电压		3.9	4.2	4.5	V
t_{D-OLP}	开环/过载保护的去抖时间		46	52	62	ms
t_{SS}	内部软启动时间			5		ms
DET 引脚 OVP 和波谷检测部分						
$V_{DET-OVP}$	比较器参考电压		2.45	2.50	2.55	V
A_V	开环增益 (Note 3)			60		dB
B_W	增益带宽 (Note 3)			1		MHz
V_{V-HIGH}	输出高电平		4.5			V
V_{V-LOW}	输出低电平				0.5	V
$t_{DET-OVP}$	输出 OVP (闩锁) 去抖时间		100	150	200	μs
$I_{DET-SOURCE}$	最大电流源	V_{DET} = 0 V			1	mA
$V_{DET-HIGH}$	箝位电压上限	I_{DET} = −1 mA			5	V
$V_{DET-LOW}$	箝位电压下限	I_{DET} = 1 mA	0.1	0.3		V
$t_{VALLEY-DELAY}$	从波谷信号检测到输出导通的延迟时间 (Note 3)			200		ns
$t_{OFF-BNK}$	PWM MOS 关断时 DET 的前沿消隐时间 (Note 3)	FAN6300A		4.0		μs
		FAN6300H		1.5		
$t_{TIME-OUT}$	$t_{OFF-MIN}$ 后超时	FAN6300A		9		μs
		FAN6300H		5		

电气特性 (continued)
(若无其他规定，则 V_{DD} = 10−25 V, T_A = −40°C−105°C (T_A = T_J)。) (continued)

符号	参数	工作条件	最小值	典型值	最大值	单位
振荡器部分						
t_{ON-MAX}	最大导通时间		38	45	54	μs
$t_{OFF-MIN}$	最小关断时间	$V_{FB} \geq V_N$, FAN6300A		8		μs
		$V_{FB} \geq V_N$, FAN6300H		3		μs
		$V_{FB} = V_G$, FAN6300A		38		μs
		$V_{FB} = V_G$, FAN6300H		13		μs
V_N	绿色模式启始处 FB 电压		1.95	2.10	2.25	V
V_G	绿色模式结束处 FB 电压		1.0	1.2	1.4	V
ΔV_{FBG}	绿色模式 V_{FB} 滞回电压		0.05	0.10	0.20	V
$t_{STARTER}$	强制重启计时器 (超时计时器)	$V_{FB} < V_G$	1.8	2.1	2.4	ms
		$V_{FB} > V_{FB-OLP}$	25	30	45	μs
输出部分						
V_{OL}	输出低电平	V_{DD} = 15 V, I_O = 150 mA			1.5	V
V_{OH}	输出高电平	V_{DD} = 12 V, I_O = 150 mA	7.5			V
t_r	上升时间			145	200	ns
t_f	下降时间			55	120	ns
V_{CLAMP}	栅极输出箝位电压		16.7	18.0	19.3	V
电流检测部分						
t_{PD}	输出延迟		20	150	200	ns
V_{LIMIT}	CS 引脚上的过功率补偿电压限制	I_{DET} < 74.41 μA	0.82	0.85	0.88	V
		I_{DET} = 550 μA	0.380	0.415	0.450	V
V_{SLOPE}	斜率补偿 (Note 3)	t_{ON} = 45 μs		0.3		V
		t_{ON} = 0 μs		0.1		V
t_{BNK}	前沿消隐时间 (MOS 导通)		525	625	725	ns
V_{CS-H}	CS 引脚浮置后箝位高电压	CS 引脚浮置	4.5		5.0	V
t_{CS-H}	CS 引脚浮置保护的延迟时间	CS 引脚浮置		150		μs
内部过温保护部分						
T_{OTP}	内部 OTP 的阈值温度 (Note 3)			125		°C
$T_{OTP-HYST}$	内部 OTP 的滞回温度 (Note 3)			5		°C

Product parametric performance is indicated in the Electrical Characteristics for the listed test conditions, unless otherwise noted. Product performance may not be indicated by the Electrical Characteristics if operated under different conditions.
(参考译文)
除非另有说明，“电气特性”表格中列出的是所列测试条件下的产品性能参数。如果在不同条件下运行，产品性能可能与“电气特性”表格中所列性能参数不一致。

3. 由设计保证。

典型性能特征

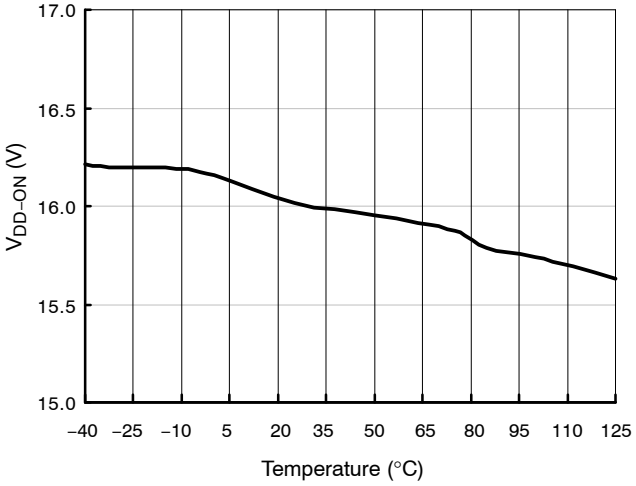


图 6. 关断阈值电压

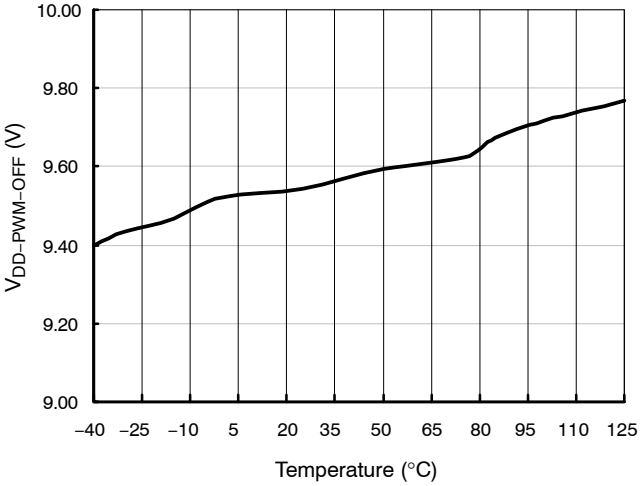


图 7. 启动电流

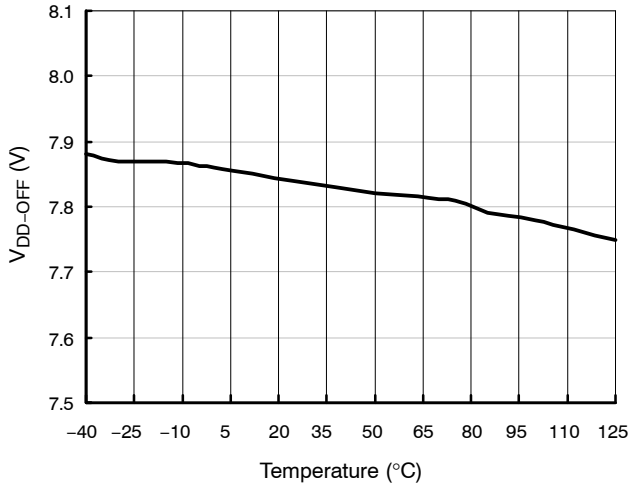


图 4. 导通阈值电压

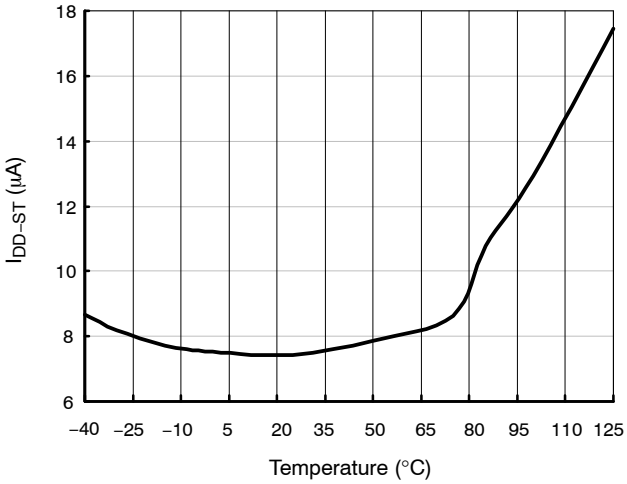


图 5. PWM 关断阈值电压

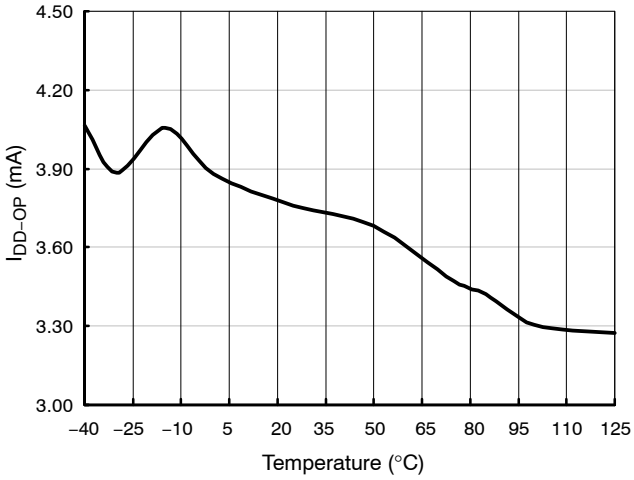


图 8. 工作电流

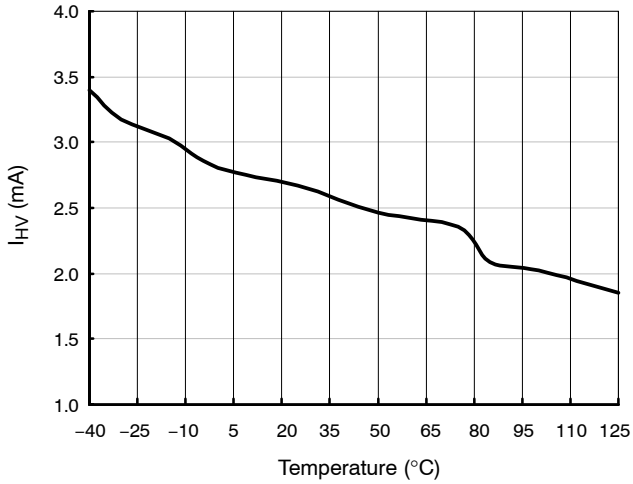


图 9. 从引脚 HV 可提供电流

典型性能特征 (continued)

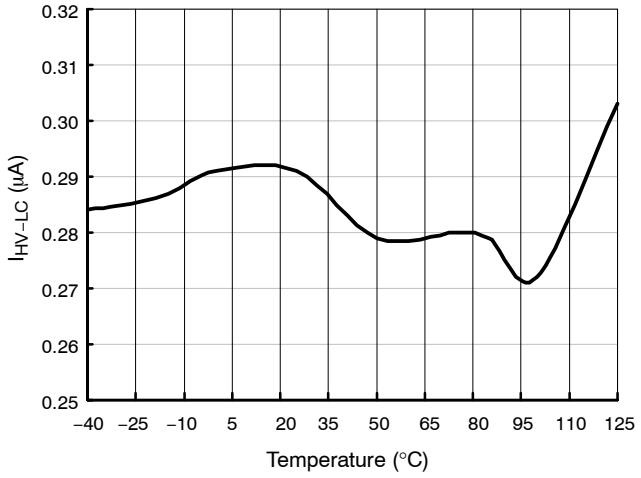


图 10. 启动后漏电流

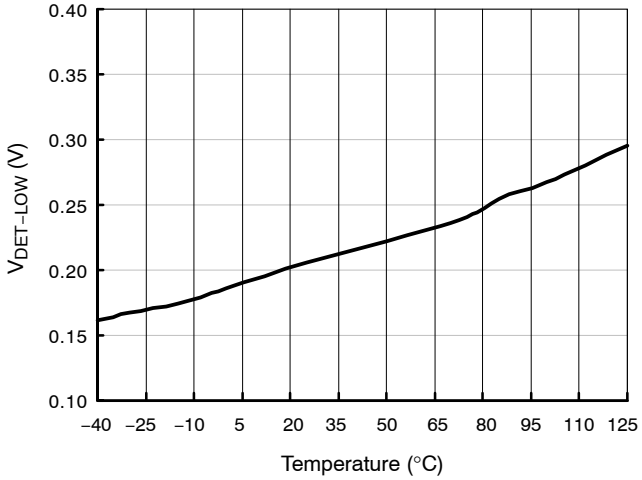


图 11. 箝位电压下限

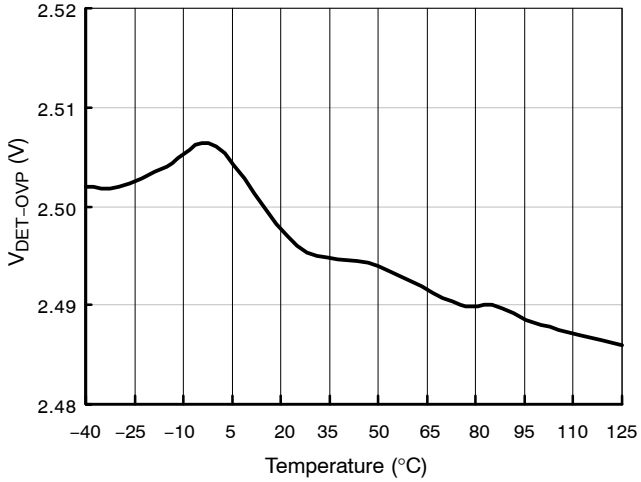


图 12. 比较器参考电压

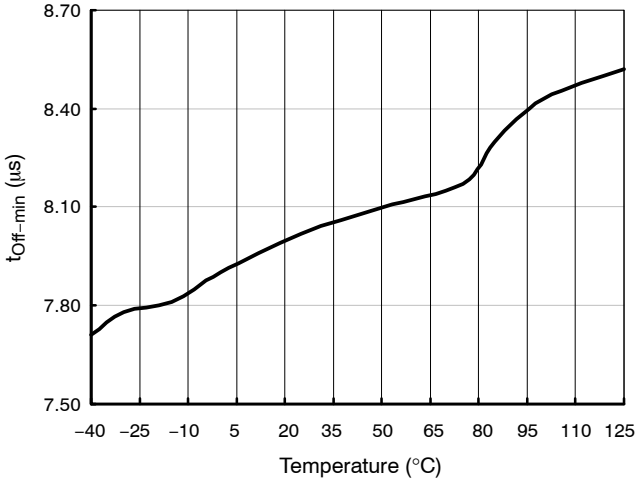


图 13. 最小关断时间 ($V_{FB} > V_N$)

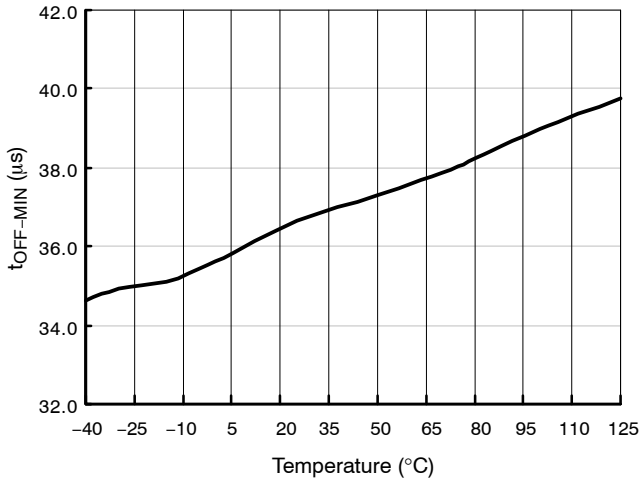


图 14. 最小关断时间 ($V_{FB} = V_G$)

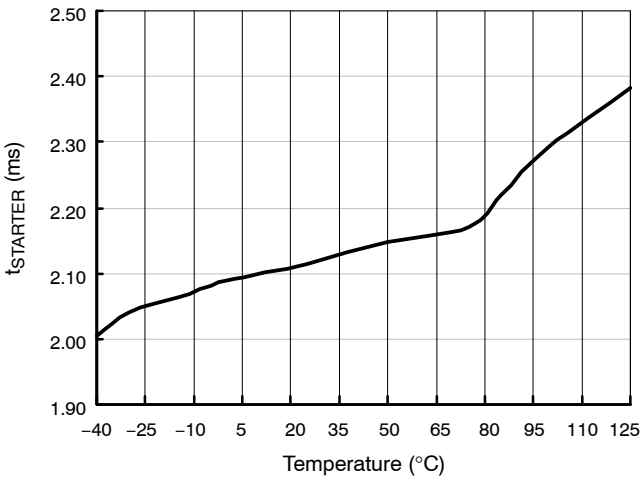


图 15. 启动计时器 ($V_{FB} < V_G$)

工作说明

FAN6300A/H PWM 控制器集成了多种可提高反激转换器性能的设计。内置的波谷电压检测器，确保在较宽线路电压范围时能够处于准谐振 (QR) 运行。下文重点介绍FAN6300A/H 的几个特性。

启动电流

对于启动，应通过外部二极管及电阻 R_{HV}，将 HV 引脚连接到线路输入或大容量电容，建议分别选用1N4007 和100 kΩ。典型的HV引脚启动电流为 1.2 mA，且此电流会通过二极管与电阻对保持电容充电。当 V_{DD} 电压电平达到 V_{DD-ON} 时，启动电流切断。此时，仅 V_{DD} 电容向FAN6300A/H 供电，直到主变压器的辅助绕组能够提供工作电流时为止。

波谷检测

DET 引脚通过分压器电阻连接到变压器次级绕组，一旦次级工作电流释放到零，就会产生一波谷信号。通过检测切换波形的波谷电压，实现谷底电压开启，这样确保了准谐振 (QR) 工作条件，由此降低开关损耗，且减小 EMI。图 16 显示了分压电阻 R_{DET} 和 R_A。当 V_{AUX} (单位是图 16) 为负时，DET 引脚电压箝位在 0.3 V。

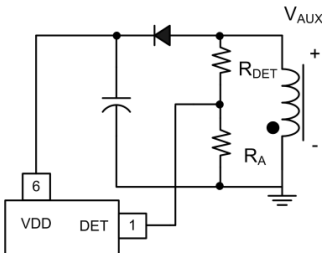


图 16. 波谷检测部分

当栅极信号变低后，内部计时器 (最小 t_{OFF} 时间) 阻止栅极在 8 µs (H 版本中是 3 µs) 内再触发。最小 t_{OFF} 的限制可防止系统频率过高。图 17 显示了一种典型的第一谷底切换时的漏极电压波形。

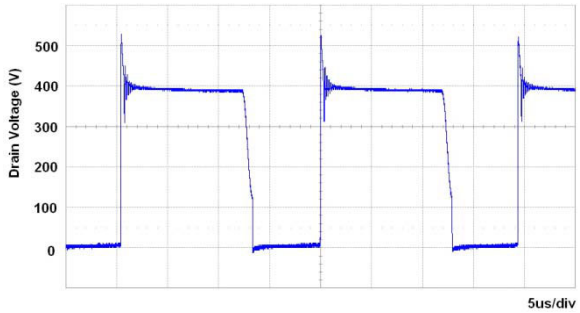


图 17. 第一谷底开关

绿色模式工作

专有绿色模式功能提供可在轻负载条件下线性降低开关频率的关断时间调制。来自电压反馈环的 V_{FB} 信号被选为参考。在图 18 中，一旦 V_{FB} 低于 V_N $t_{OFF-MIN}$ 随着 V_{FB} 降低线性增加。只有当 $t_{OFF-MIN}$ 结束时，波谷电压检测信号才开始。因此，波谷检测电路直到 $t_{OFF-MIN}$ 结束才生效， 可以减小开关频率并扩展波谷电压开关。然而，在极度轻载条件下，在 $t_{OFF-MIN}$ 结束时，可能无法检测到波谷电压。这种情况下，一个内部 $t_{TIME-OUT}$ 信号会在 9 µs 延迟 (在 H 版本中，是 5 µs 延迟) 后开始一个新的周期。图19 和显示两种不同情况。

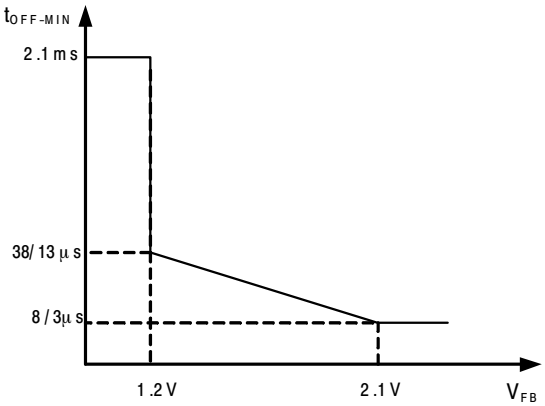


图 18. V_{FB} 与 $t_{OFF-MIN}$ 曲线的关系

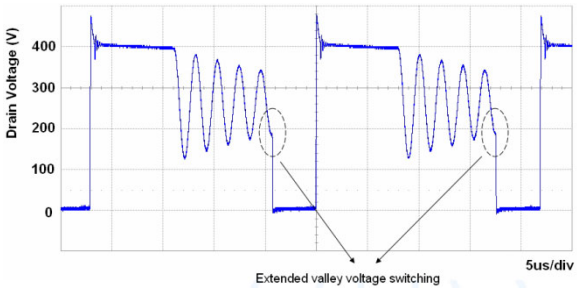


图 19. 扩展波谷电压检测模式下 QR 工作波形

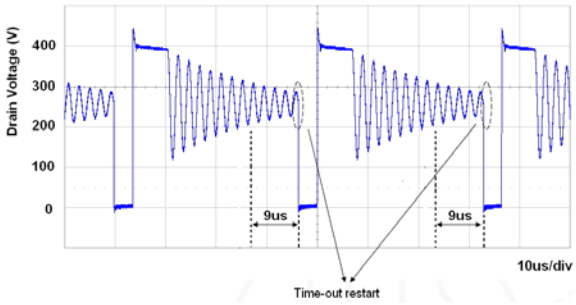


图 20. 内部 $t_{TIME-OUT}$ 在未能检测波谷电压后会启动新周期 (FAN6300H 版本中为 5 µs 延迟)

电流感测与 PWM 限流

峰值电流模式可用来调整输出电压，并提供逐脉冲电流限制。开关电流通过一感应电阻检测，并输入到 CS 引脚。PWM 占空比取决于电流传感器信号以及 V_{FB}。当 CS 引脚的电压达到大约 $V_{LIMIT} = (V_{FB}-1.2)/3$ 时，开关周期会立即结束。V_{LIMIT} 被内部箝位在一 0.85 V 附近的可变电压，这样可以限制输出功率。

前沿消隐 (LEB)

每次功率 MOSFET 导通时，感应电阻上会出现一开通尖峰信号。为了避免开关脉冲提前结束，其内置了前沿消隐时间。在消隐期间，限流比较器被禁用；不会封锁栅极驱动脉冲。

欠压锁定 (UVLO)

在内部，导通， PWM 关断和关断阈值分别固定在 16/10/8 V。在启动期间，为了使能 IC，启动电容必须通过启动电阻充电到 16 V。保持电容持续提供 V_{DD}，直到能量可从主变压器的次级绕组提供为止。在启动进程中， V_{DD}不能低于 10 V。UVLO 滞回确保启动期间支撑电容足以提供 V_{DD}。

栅极输出

BiCMOS 输出级为快速推挽栅极驱动电路。为了最大程度降低热损、增加效率并提高可靠性，避免出现交叉导通。输出驱动器被一个内部 18 V 稳压二极管箝位，防止功率 MOSFET 栅极遭受不理想过压信号。

过功率补偿

为了补偿 AC 输入宽范围的波动变化，DET 引脚产生失调电压来补偿峰值限流的阈值电压，以此提供恒定的功率限度。当 PWM 信号使能时，产生的偏移与输入电压一致。这导致在高电源电压输入时比低电压输入时的电流限度更低。在固定负载条件下，R_{DET} 的值越高，CS 限值也越高。R_{DET} 还会影响高压/低压线路恒定功率限制。

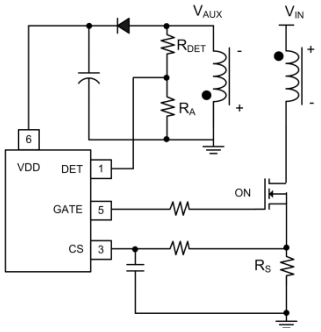


图 21. **通过 DET 引脚补偿高/低线电压的恒功率限值**

V_{DD} 过电压保护

V_{DD} 过电压保护能够防止异常状况引起的损坏。一旦 V_{DD} 电压超过了 V_{DD} 过压保护电压 (V_{DD-OVP})，且持续时间达到 t_{VDDOVP}，PWM 脉冲就会被禁用，进入闭锁模式。

输出过电压保护

在栅极关断之后，根据采样电压大小，输出过压保护起作用，如图 22 所示。4 µs (H 版本中为 1.5 µs) 的消隐时间可忽略漏电感振荡。输出电压 OVP 保护电路由一个电压比较器及 2.5 V 参考电压构成。由于光电耦合器与次级并联稳压器的使用，故分压比决定了封锁栅极的采样电压。如果 DET 引脚的 OVP 被触发，功率系统会进入到闭锁模式，直到 AC 电源被拔出。

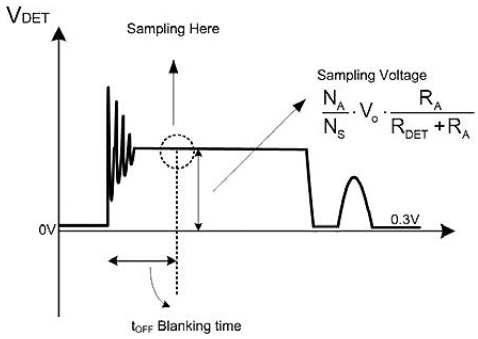


图 22. **栅极关断后，4 µs (FAN6300H 版本为 1.5 µs) 的消隐时间过后采样得到的电压**

短路及开环保护

如果电源供应短路或者过载时，FB 电压都会增加。如果FB 电压比内置阈值高的时间超过了 t_{D-OLP}，PWM 输出被关断。PWM 输出关断后，电源电压 V_{DD} 开始降低。

当 V_{DD} 减小至 8 V， 控制器会彻底停工。通过启动电阻将 V_{DD} 充电至16 V 的导通阈值电压，直到 PWM 输出重新启动为止。只要过载条件仍然存在，这种保护特性就会继续。这样， 可以防止电源由于过载而引起过热。

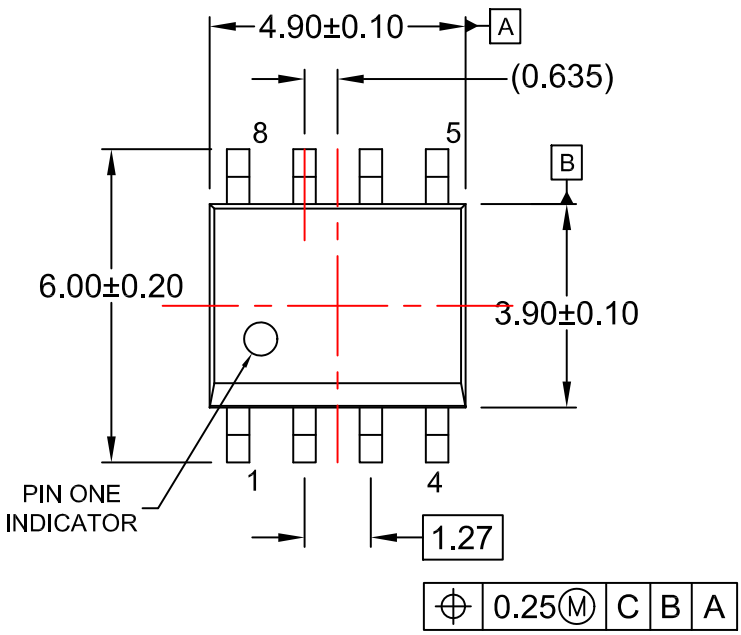
订购信息

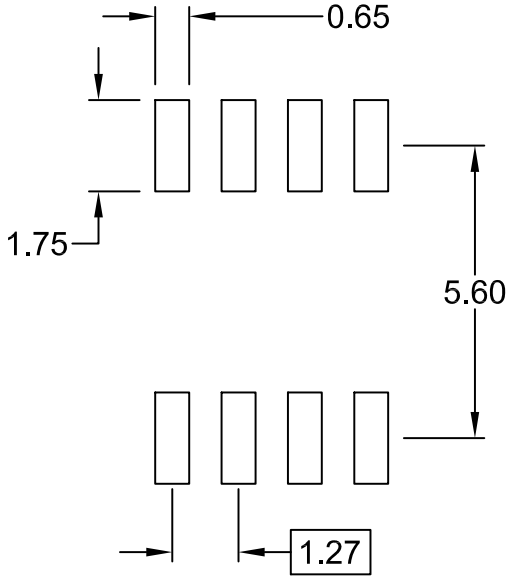
器件编号	工作温度范围	封装	包装方法†
FAN6300AMY	−40°C to +105°C	8 引脚式小尺寸封装 (SOIC) (Pb−Free)	2500 / 卷带和卷盘
FAN6300HMY			

†For information on tape and reel specifications, including part orientation and tape sizes, please refer to our Tape and Reel Packaging Specifications Brochure, BRD8011/D.

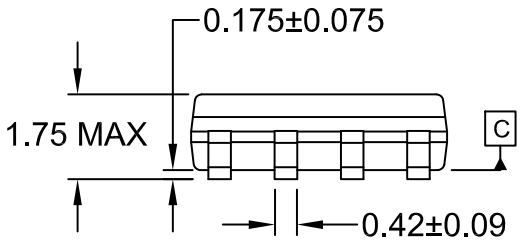
SOIC8
CASE 751EB
ISSUE A

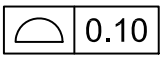
DATE 24 AUG 2017

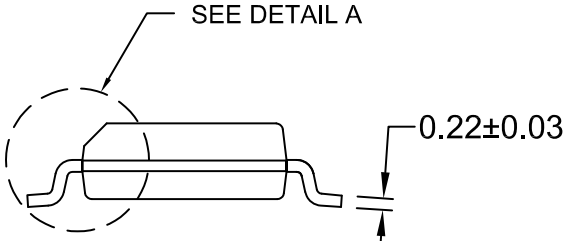




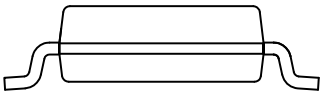
LAND PATTERN RECOMMENDATION



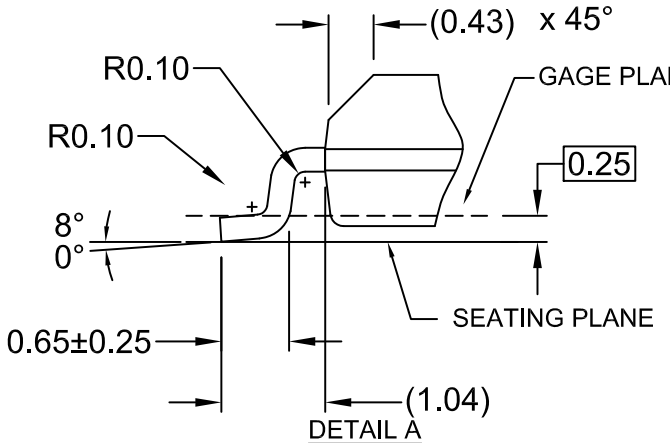




OPTION A - BEVEL EDGE



OPTION B - NO BEVEL EDGE



DETAIL A
SCALE: 2:1

NOTES:
A) THIS PACKAGE CONFORMS TO JEDEC MS-012, VARIATION AA.
B) ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
C) DIMENSIONS DO NOT INCLUDE MOLD FLASH OR BURRS.
D) LANDPATTERN STANDARD: SOIC127P600X175-8M

DOCUMENT NUMBER:	**98AON13735G**	Electronic versions are uncontrolled except when accessed directly from the Document Repository. Printed versions are uncontrolled except when stamped "CONTROLLED COPY" in red.
DESCRIPTION:	**SOIC8**	**PAGE 1 OF 1**

onsemi and onsemi are trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC dba **onsemi** or its subsidiaries in the United States and/or other countries. **onsemi** reserves the right to make changes without further notice to any products herein. **onsemi** makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does **onsemi** assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. **onsemi** does not convey any license under its patent rights nor the rights of others.

onsemi, onsemi, and other names, marks, and brands are registered and/or common law trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC dba "**onsemi**" or its affiliates and/or subsidiaries in the United States and/or other countries. **onsemi** owns the rights to a number of patents, trademarks, copyrights, trade secrets, and other intellectual property. A listing of **onsemi**'s product/patent coverage may be accessed at www.onsemi.com/site/pdf/Patent−Marking.pdf. **onsemi** reserves the right to make changes at any time to any products or information herein, without notice. The information herein is provided "as−is" and **onsemi** makes no warranty, representation or guarantee regarding the accuracy of the information, product features, availability, functionality, or suitability of its products for any particular purpose, nor does **onsemi** assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. Buyer is responsible for its products and applications using **onsemi** products, including compliance with all laws, regulations and safety requirements or standards, regardless of any support or applications information provided by **onsemi**. "Typical" parameters which may be provided in **onsemi** data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. **onsemi** does not convey any license under any of its intellectual property rights nor the rights of others. **onsemi** products are not designed, intended, or authorized for use as a critical component in life support systems or any FDA Class 3 medical devices or medical devices with a same or similar classification in a foreign jurisdiction or any devices intended for implantation in the human body. Should Buyer purchase or use **onsemi** products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold **onsemi** and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that **onsemi** was negligent regarding the design or manufacture of the part. **onsemi** is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer. This literature is subject to all applicable copyright laws and is not for resale in any manner.

ADDITIONAL INFORMATION

TECHNICAL PUBLICATIONS:
Technical Library: www.onsemi.com/design/resources/technical−documentation
onsemi Website: www.onsemi.com

ONLINE SUPPORT: www.onsemi.com/support
For additional information, please contact your local Sales Representative at
www.onsemi.com/support/sales