



Is Now Part of



ON Semiconductor®

**To learn more about ON Semiconductor, please visit our website at
www.onsemi.com**

ON Semiconductor and the ON Semiconductor logo are trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC dba ON Semiconductor or its subsidiaries in the United States and/or other countries. ON Semiconductor owns the rights to a number of patents, trademarks, copyrights, trade secrets, and other intellectual property. A listing of ON Semiconductor's product/patent coverage may be accessed at www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf. ON Semiconductor reserves the right to make changes without further notice to any products herein. ON Semiconductor makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does ON Semiconductor 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 ON Semiconductor products, including compliance with all laws, regulations and safety requirements or standards, regardless of any support or applications information provided by ON Semiconductor. "Typical" parameters which may be provided in ON Semiconductor 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. ON Semiconductor does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. ON Semiconductor 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 ON Semiconductor products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold ON Semiconductor 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 ON Semiconductor was negligent regarding the design or manufacture of the part. ON Semiconductor is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer. This literature is subject to all applicable copyright laws and is not for resale in any manner.

AN-8102

关于在 HVIC 栅极驱动器应用中避免短脉宽问题的建议

1. 介绍

高压集成电路 (HVIC) 栅极驱动器系列设计用于将 N 沟道 MOSFET 或 IGBT 最高驱动至 600 V。向高压栅极驱动 IC 的高侧栅极驱动电路供电的一个最常用方法是自举式电源。这种自举式电源技术具有简单, 且低成本的优点。然而, 占空比受限于自举电容的充电要求, 并且在应用系统中使用极短脉宽时会出现严重的问题。该应用指南阐述 HVIC 栅极驱动器的特性并提供避免应用中出现短脉宽问题的建议。

在如图 1 中所示的 HVIC 栅极驱动器框图中, 一个典型的 HVIC 栅极驱动器包括输入、脉冲发生器、电平位移器、欠压锁定 (UVLO)、控制锁存器、和驱动器电路。HVIC 栅极驱动器 IC 采用自举方式控制 MOSFET 和 IGBT。通过在 HVIC 外部添加自举电路, 可由信号电源为高侧充电。这种“悬浮式电源”适合提供栅极驱动电路, 从而直接驱动工作电压最高为干线电压的高侧开关。自举电源的基本应用电路, 如图 2 所示, 包括自举二极管 (D1) 和电容 (C1)。

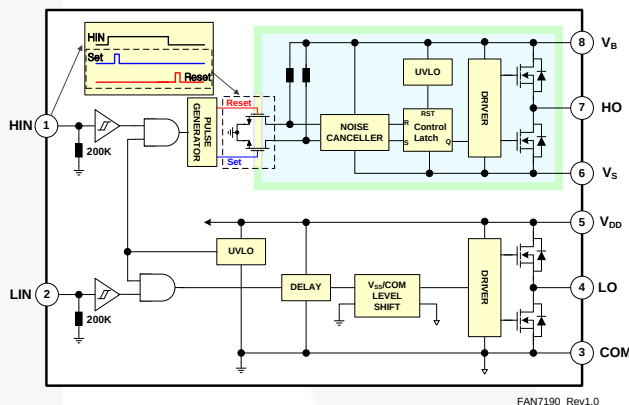


图 1. 高压栅极驱动器 IC 框图

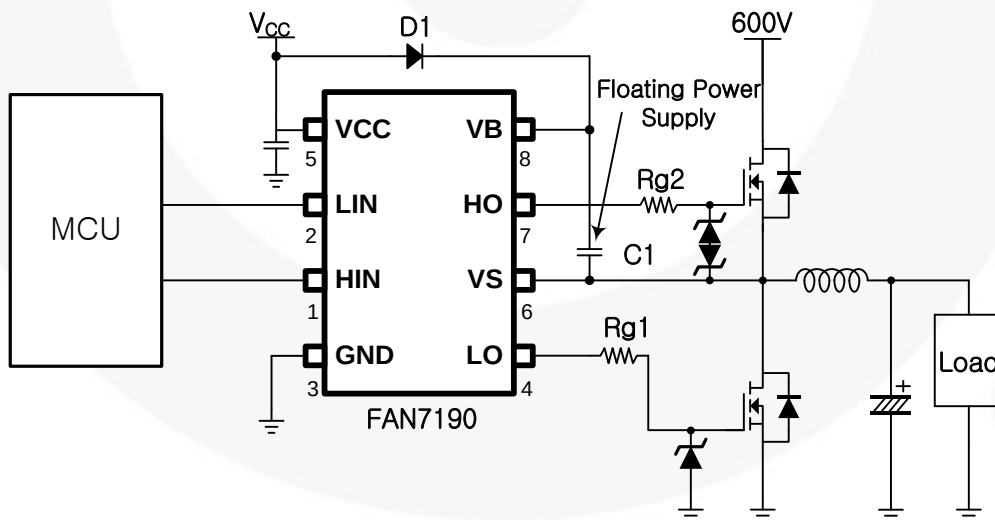


图 2. FAN7190 的典型应用电路

2. 运行模式和避免潜在的应用问题

本节讨论三种运行状况：正常运行、输出缺失运行、异常运行。

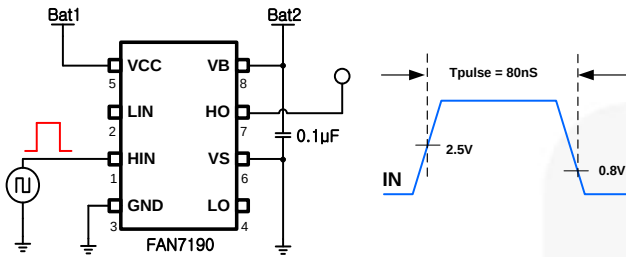


图 3. HVIC 栅极驱动器 IC 的评估电路

锁存器开启可以保持输出高电平状态，即使输入为低电平时也是如此。当 HO 和 LO 同时开启时，这种状况会导致击穿。这种故障模式是最坏的情况，在“异常输出运行状况”章节讨论。

2.1. 正常输出运行状况

如图 4 所示，置位和重置脉冲是由脉冲发生器根据输入边缘生成的，原因是 R1 和 R2 的功耗在 V_B 为 600 V 时应该很大。这就是为何通过短脉冲置位和重置来减少 R1 和 R2 的功耗、功散和大的原因。

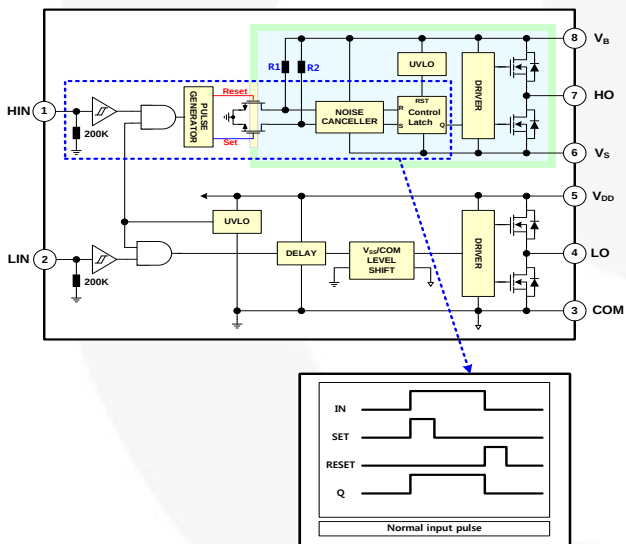


图 4. 正常运行模拟结果

通过低电压电路和高电压电路之间的电平平移器电路提供置位和重置信号，从而实现锁存（控制锁存器）电路的置位和重置。

控制锁存器电路根据置位和重置脉冲信号保持输出状态。控制锁存器电路导通和关闭电路，生成输出。这种复杂电路造成输入和输出之间的传输延迟。

2.2. 输出缺失运行状况

输出缺失意味着即使向 HIN 提供输入信号，也不会生成 HO。尽管脉冲发生器根据输入信号同时生成 SET 和 RESET 脉冲，由控制锁存器电路重建的信号太短且由 RRS 锁存输出电路中的寄生 RC 滤波器滤波。控制锁存器输出信号不会被传输到下一个驱动器电路，如图 5 所示。

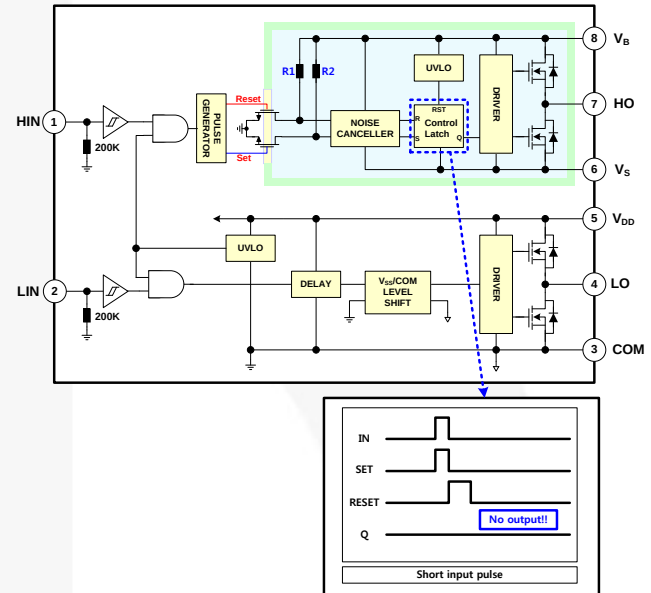


图 5. 输出缺失运行模拟结果

输出缺失范围是 30 ns 到 50 ns (25°C 时)。随着温度上升，输出缺失范围扩大到大约 58 ns，如图 7 所示。出现输出缺失运行状况时的短脉宽也根据温度发生变化，如图 7 所示。

当向输入引脚提供 39 ns 和 58 ns 之间的输入脉宽时，输入为低电平。

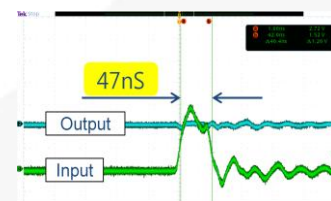


图 6. 无输出运行波形

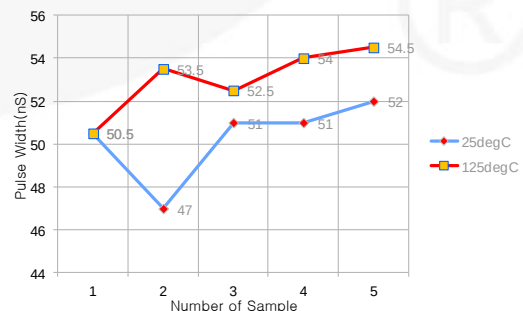


图 7. 根据温度变化的无输出范围

2.3. 异常输出运行状况

当 19 ns 与 37 ns 之间的输入脉宽极短时，HVIC 输出显示锁存开启。

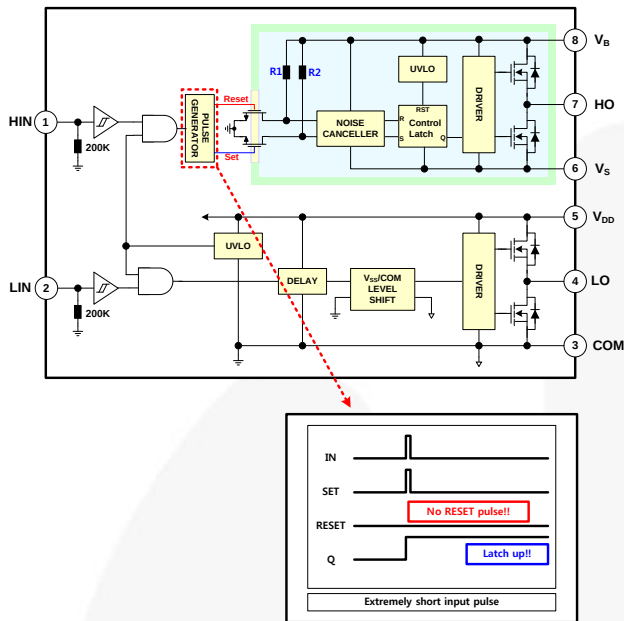


图 8. 异常运行模拟结果

当输入脉宽极短时，脉冲发生器不会生成 RESET 脉冲，但会生成 SET 脉冲。

在脉宽极短情况下，输入下降沿是由内部寄生电路滤波的；HVIC 输出显示锁存开启，如图 8 和图 9 所示。

25°C 时的 24 ns 脉宽导致异常输出状况，如图 9 所示。输出由下一个输入脉冲关断。大约 24 ns 的脉宽是异常输出运行状况的边界线。

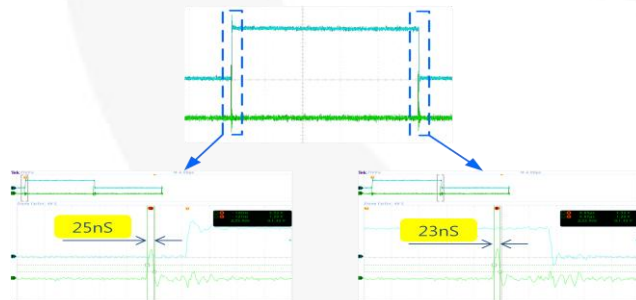


图 9. 异常输出运行波形

在半桥式拓扑中，若同时导通 HO 和 LO 可能出现短路状况，进而导致击穿。在所有关键任务设计中都应该考虑这种故障模式。短脉宽异常状况根据温度变化，如图 10 所示。由于 RC 滤波器常量在内部 MOSFET 的 R_{ON} 根据温度增大时会发生改变，推荐使用最小短脉宽，从而避免发生故障。

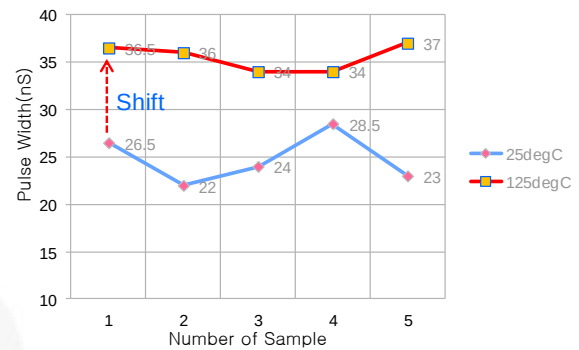


图 10. 根据温度变化的异常输出范围

最小短脉宽大约为 60 ns (-40 至 125°C 时)。若考虑器件容差而保留 40% 的裕量，则推荐的最小脉宽如下：

- 最小脉宽：125°C 时 54.5 ns x 1.4 倍 = 约 77 ns。
- 推荐的最小脉宽是 77 ns (-40 至 125°C 时)。

3. 异步栅极控制问题

在一些应用中，外部电路可能会生成不需要的短脉冲，从而导致 HVIC 出现潜在的故障模式。

如果 PWM 信号源是自激发生器（如电压控制 PWM 或类似概念），如图 11 所示，HIN 在 PWM 周期的特定时间可能是短脉冲，如图 12 所示。

外部 AND 栅极可能导致上升沿和下降沿都出现短脉冲，原因是使能信号未与 PWM 信号同步。在这种情况下，该解决方案通过具有同步导通/关断特性的内部硬件的 MCU 生成 PWM。

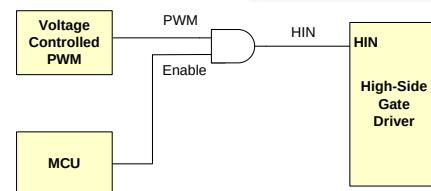


图 11. 异步栅极控制示意图

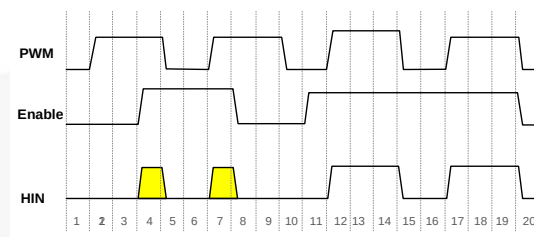


图 12. 显示短脉冲的时序图

由于即使在使用具有内置使能引脚的栅极驱动器产品时也会出现这个问题，应在改变使能引脚的状态前关断 PWM。

4. 结论

该应用指南讨论 HVIC 栅极驱动器的运行和潜在故障模式。推荐采用最小脉宽，以避免发生异常状况。

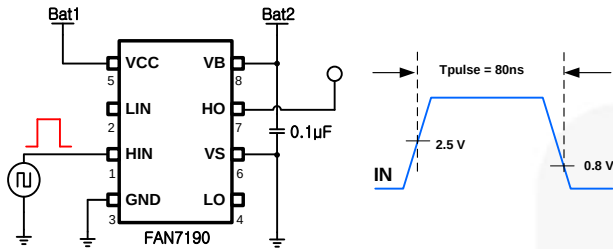


图 13. 短脉宽测试电路和脉宽波形

短脉宽测试电路和脉宽波形如图 13 所示。图 14 中的时序图显示 25°C 至 125°C 温度范围内的锁存开启和输出缺失范围。

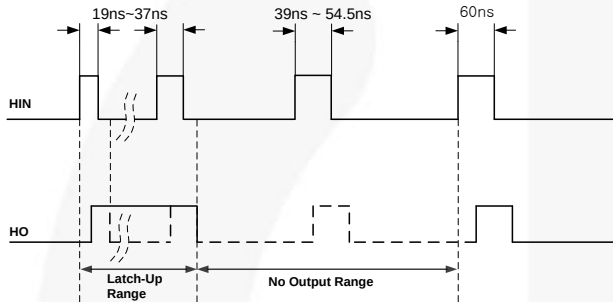


图 14. 时序图输入与输出

正常输出信号出现在 60 ns（125°C 时）。考虑最坏情况并为最小脉宽提供 40% 裕量。最小脉宽：125°C 时 54.5 ns x 1.4 倍 = 约 77 ns。

解决最小短脉宽问题的最佳解决方案取决于每个应用的要求。由于内部电路和布局不同，每个 HVIC 最小脉宽限制也不同。

例如，如果 HVIC 具有半桥式结构及一个输入（比如 FAN7393），推荐的最小短脉宽应该是比死区时间长 30%。在这种情况下，在超过数据表中指定的死区时间后（参见表 1）可认为是有效短脉宽。

表 1. 最小短脉宽

功能			推荐最小短脉宽
输入通道	输出通道	拓扑	
1	1	仅高侧	77 ns
2	2	半桥	2 x DT
2	2	高侧和低侧、双通道高侧	77 ns
6	6	三相半桥	2 x DT
1	2	半桥	2 x DT

注意：

1. DT 是数据表中指定的典型值说明的死区时间。
2. 推荐的最小短脉宽反映了对温度的依赖性以及设置的和真实的死区时间之间的差异。
3. 某些 HVIC 内置有先进的输入滤波器，可防止出现与短脉冲输入有关的潜在故障模式。

另外，根据实验结果和模拟判断，较低的 V_{CC} 电平，如 12 V，会增加短脉宽锁存现象的可能性。因此，较高的 V_{CC} 电平，如 15 V 或超过 15 V，可以增大内部 RESET 脉冲的幅度，从而规避这种现象。

有关更多详情，请参见对应的 HVIC 数据表。最小脉冲时间取决于内部寄生 RC 时间常量。

参考文献

- [1] AN-6076 — 高-压栅极驱动器 IC 自举电路的设计与应用指南
- [2] AN-9052 — 自举元件选择设计指南

相关数据手册

[FAN7080 — GF085 半桥型栅极驱动器](#)
[FAN7190 — F085 高电流、高低侧栅极驱动 IC](#)
[FAN7361 — 高侧栅极驱动器 IC](#)
[FAN73611 — 高侧栅极驱动器 IC](#)
[FAN7362 — 高侧栅极驱动器 IC](#)
[FAN7371 — 高电流、高侧栅极驱动器 IC](#)
[FAN73711 — 高电流、高侧栅极驱动器 IC](#)
[FAN7380 — 半桥型栅极驱动器 IC](#)
[FAN7382 — 高低侧栅极驱动器 IC](#)
[FAN7383 — 半桥型栅极驱动器 IC](#)
[FAN73832 — 半桥型栅极驱动器 IC](#)
[FAN73833 — 半桥型栅极驱动器 IC](#)
[FAN7384 — 半桥型栅极驱动器 IC](#)
[FAN7385 — 双通道高侧栅极驱动器 IC](#)
[FAN7388 — 三相半桥型栅极驱动器 IC](#)
[FAN7390 — 高电流、高低侧栅极驱动器 IC](#)
[FAN7390A — 高电流、高低侧栅极驱动器 IC](#)
[FAN73901 — 高低侧栅极驱动器 IC](#)
[FAN7392 — 高电流、高低侧栅极驱动器 IC](#)
[FAN7393 — 半桥型栅极驱动器 IC](#)
[FAN7393A — 半桥型栅极驱动器 IC](#)
[FAN73932 — 半桥型栅极驱动器 IC](#)
[FAN73933 — 半桥型栅极驱动器 IC](#)
[FAN7842 — 高低侧栅极驱动器 IC](#)
[FAN7888 — 三相半桥型栅极驱动器 IC](#)

声明

飞兆半导体公司为提高产品的可靠性、功能或设计，保留对其作出变动的权利，恕不另行通知。对于本文描述的任何产品和电路在应用中所出现的问题，飞兆半导体公司不承担任何责任；不转让其专利权下的任何许可证，也不转让其他权利。

生命支持政策

若无飞兆半导体公司总裁正式的书面授权，其产品不可作为生命支持设备或系统中的关键器件。

具体如下：

1. 生命支持器件或系统是指如下的设备或系统：(a) 用于外科植入人体，或 (b) 支持或维持生命，以及 © 即使依照标示中的使用说明进行正确操作，但若操作失败，仍将对使用者造成严重的伤害。
2. 关键器件是指生命支持设备或系统中，由于该器件的失效会导致整个生命支持设备或系统的失效，或是影响其安全性及使用效果。

ON Semiconductor and  are trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC dba ON Semiconductor or its subsidiaries in the United States and/or other countries. ON Semiconductor owns the rights to a number of patents, trademarks, copyrights, trade secrets, and other intellectual property. A listing of ON Semiconductor's product/patent coverage may be accessed at www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf. ON Semiconductor reserves the right to make changes without further notice to any products herein. ON Semiconductor makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does ON Semiconductor 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 ON Semiconductor products, including compliance with all laws, regulations and safety requirements or standards, regardless of any support or applications information provided by ON Semiconductor. "Typical" parameters which may be provided in ON Semiconductor 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. ON Semiconductor does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. ON Semiconductor 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 ON Semiconductor products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold ON Semiconductor 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 ON Semiconductor was negligent regarding the design or manufacture of the part. ON Semiconductor is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer. This literature is subject to all applicable copyright laws and is not for resale in any manner.

PUBLICATION ORDERING INFORMATION

LITERATURE FULFILLMENT:

Literature Distribution Center for ON Semiconductor
19521 E. 32nd Pkwy, Aurora, Colorado 80011 USA
Phone: 303-675-2175 or 800-344-3860 Toll Free USA/Canada
Fax: 303-675-2176 or 800-344-3867 Toll Free USA/Canada
Email: orderlit@onsemi.com

N. American Technical Support: 800-282-9855 Toll Free
USA/Canada

Europe, Middle East and Africa Technical Support:
Phone: 421 33 790 2910

Japan Customer Focus Center
Phone: 81-3-5817-1050

ON Semiconductor Website: www.onsemi.com

Order Literature: <http://www.onsemi.com/orderlit>

For additional information, please contact your local
Sales Representative