

# 适合各种情况的新栅极驱动器芯片系列

英飞凌科技推出了新的 EiceDRIVER™ 紧凑型系列，这是一款通用的单通道栅极驱动器芯片。此系列的不同变体设计用于支持分立 IGBT、IGBT 模块和 MOS 晶体管，以及碳化硅和氮化镓开关。Oliver Hellmund、Heiko Rettinger 和 Michael Wendt，英飞凌科技德国

由于输出电流范围从 0.5A 到最高 6A，可用器件允许对具有不同功率级的 IGBT 和 MOS 晶体管进行栅极驱动。EiceDRIVER™ 紧凑型的 DSO-8 封装确保了小尺寸和更高的功率密度。另外，复杂性的降低有助于集成到系统设计中。无铁芯变压器隔离技术确保在偏置电压高达 ±1200 V 的情况下工作不会受到干扰并且共模瞬态抑制 (CMTI) 超过 100 kV/μs。这是对稳健性的重要改进，并且对于电气隔离驱动器，这是一个新的里程碑。

1EDI20N12AF 和 1EDI60N12AF 设计用于驱动 MOSFET、碳化硅和氮化镓开关。驱动栅极的输出电流设置为最低 2A 或 6 A。这两个器件都具有独立的充电和放电输出脚，以使用不同的电阻值调整应用的开通和关断过程。由于传输延时低于 105ns 并且输入滤波时间仅为 40ns，因此对于高开关频率应用，该器件可以用于最高 4 MHz 的开关电源。对这两种类型进行了优化，以便与基于 CoolMOS™ 技术的功率半导体结合使用。欠压阈值欠压闭锁适合于正常的 MOS 晶体管运作。在 4 引脚封装中，EiceDRIVER 紧凑型与

新的 CoolMOS C7 器件结合，在效率上实现了 0.5% 的额外增益。除了 SMPS 之外，我们建议将这些驱动器用于 PFC、服务器、电信、太阳能、降压/增压转换器以及 PC 电源等应用。

1EDI05I12AF、1EDI20I12AF、1EDI40I12AF 和 1EDI60I12AF 用于驱动栅极输出电流从最低 0.5A 到 6A 的分立 IGBT 和 IGBT 模块。这些驱动器配置了 230ns 的大型内置输入滤波器，针对恶劣环境中的稳健 PWM 传输。因此，这些驱动器芯片的特点是传输延时时间增加到 300ns。将缩短延迟时间，以便更好地匹配不同器件的开关行为。典型应用为工业马达驱动、太阳能逆变器、焊接或电磁炉技术。

1EDI10I12MF、1EDI20I12MF 和 1EDI30I12MF 也属于 EiceDRIVER 紧凑型系列，其特征为有源米勒箝位而不是独立的充电/放电输出。此解决方案可以保持 IGBT 中的晶体管在高 dv/dt 的情况下处于关闭状态，即便使用单极电源也是如此。表 1 中显示了紧凑型系列的详细信息。

## 无铁芯变压器

与先前的设计相比，无铁芯变压器技术实现了更高的输出电流，并因此实现了更高的功率密度，但是仍然可以使用相同的紧凑型 DSO-8 封装。

如果驱动器并非针对此类应用环境设计的，那么功率级的快速切换会对系统功能产生重大影响。新的无铁芯变压器的稳健设计可以确保在 dv/dt 操作时 CMTI 超过 100 kV/μs，如同在具有 CoolMOS 晶体管[1]的应用电路中得出的测试结果那样。

内部输入噪声滤波器将消除 T<sub>MINN</sub> ±40ns（对于 MOSFET）和 T<sub>MINN</sub> ±240ns（对于 IGBT 的变体）期间的任何噪声。因此，在标准应用中不需要外部滤波器。

输入逻辑针对较宽的工作范围设计，而输入阈值电压电平始终与正输入电源电压关联。集成的欠压闭锁电路将在电压为 3V 时激活芯片，并且从此电平开始，输入高阈值

销售代码	1EDI60N12AF	1EDI20N12AF	1EDI60I12AF	1EDI40I12AF	1EDI20I12AF	1EDI05I12AF	1EDI30I12MF	1EDI20I12MF	1EDI10I12MF
封装	DSO-8 (150mil)		DSO-8 (150mil)				DSO-8 (150mil)		
应用	SMPS、PFC、电信、服务器、太阳能、降压/升压转换器、PC 电源		通用逆变器(GPI)、驱动（通用和伺服驱动）、焊接、工业感应加热和烹饪、太阳能逆变器、UPS				通用逆变器(GPI)、工业驱动、焊接、工业感应加热、太阳能逆变器、UPS		
电压级	最高 1200V		最高 1200V				最高 1200V		
输出电流	6 A / -6 A	2 A / -2 A	6 A / -6 A	4 A / -4 A	2 A / -2 A	0.5 A / -0.5 A	3 A / -3 A	2 A / -2 A	1 A / -1 A
分开的栅极充/放电输出	√	√	√	√	√	√	√	-	-
有源米勒箝位	-	-	-	-	-	-	√	√	√
欠压闭锁	MOSFET		IGBT				IGBT		
传输延时	105ns	105ns	300ns				300ns		
最大开关频率	4 MHz	4 MHz	1 MHz				1 MHz		
建议	CoolMOS™ C7、CP		所有 650V 和 1200V IGBT 模块				所有 650V 和 1200V IGBT 模块		

表 1: 新 EiceDRIVER™ 1EDI 紧凑型系列的产品概述

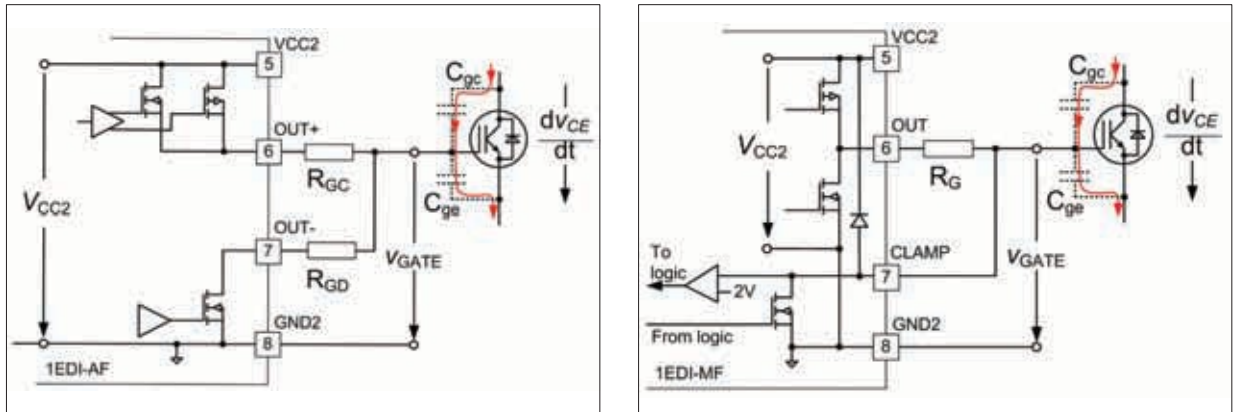


图 1: 输出框图 (左: 独立输出变体; 右: CLAMP 变体)

电压将始终为  $V_{IN,H}=0.7 \cdot V_{VCC1}$ 。输入低阈值电压相应设置为  $V_{IN,L}=0.3 \cdot V_{VCC1}$ 。此线性缩放允许直接连 3.3V 数字信号处理器进行运行, 但也能够接受来自 12V PFC 控制器的输出信号以增强自身的信号。最大额定输入电压为  $V_{VCC1,max}=17V$ 。

反相和非反相输入新的 1EDI 紧凑型系列成员使您可以选择使用两种输入信号——反相信号和非反相信号。可以在各种组合中使用这些输入, 具体取决于应用需求。例如, 非反相输入可用作 PWM 输入, 而反相输入可用作某种类型的使能信号, 反之亦然。另一个示例是输入的反相驱动, IN+ 表示高电平, 而 IN- 表示低电平。出于安全原因, 此反相驱动很有用。

如果两个器件用于驱动半桥配置中的 IGBT 或 MOS 晶体管, 高边驱动器的 IN+ 信号可以连接到低边驱动器的 IN- 信号, 反之亦然。在此类配置中, 将避免出现交叉传导。

IN+ 端子在内部拉低以保证关断状态, 而 IN- 端子独立地拉升。在输入信号可能连接到高阻抗的输出 (不牢固的焊接接头或断线) 的所有其他情况中, 此设置还将确保关断状态。

#### 各种输出配置

1EDI 紧凑型系列面向各种应用。我们提供了不同的变体, 以满足各种需求。

对于分开的栅极充/放电输出的器件可用于针对开通和关断开关特性修改应用电路。可以通过实施不同的栅极电荷来实现此操作以及不需要额外的

外部二极管的放电电阻器。详情如图 1 (左侧) 所示。电源电压最高可以为  $V_{CC2}=35V$ 。芯片可用于单极电源下, 提供双极栅极电压。作为结果, 可以对驱动电路进行简化, 使其占用更少的 PCB 空间并且栅极环路中的寄生效应最小化, 从而实现更高的性能。

另一输入配置如图 1 (右侧) 所示。在此配置中, 公共充电/放电路径与有源米勒箝位相结合。此设置的优势在于晶体管处于关闭状态, 即使在  $dv/dt$  较高的情况下也是如此。在此解决方案中, 可以避免使用双极电源而减少电路工作量和 PCB 空间。驱动器芯片支持最高为  $V_{CC2}=20V$  的单极电源, 此电压对于大多数应用已够用。

由于驱动器的静态电流较低, 因此可以使用自举电路生成简化电源电压。驱动器支持较高的调制系数, 而无需配备庞大的自举电容器。

有源米勒箝位变体的另一个好处是用于将引脚 CLAMP 钳位到  $V_{CC2}$  的集成二极管。由于此引脚直接连接到电源开关的栅极, 因此,

与通常存在于相似配置中的一般栅极输出的体二极管和栅极电阻路径相比, 不存在额外的电阻。对于 PCB 上的另一外部二极管, 这样将节省空间。CLAMP 功能自身具有与输出相同的电流能力。1EDI30I12MF 具有最低的峰值电流  $I_{out}=3A$ 。在 CLAMP 引脚的电压下降到低于  $V_{GATE}=2V$  的情况下, CLAMP 电路将在关断时生效。在下次开启时, CLAMP 电路将切换到三态模式。

#### 热性能

EiceDRIVER 紧凑型系列的双芯片设计在封装中创建了两个独立的功率损耗部分。已单独对输入部分进行评估, 以便从输出芯片中排除效应。在评估的第二步中, 已按照图 2 的说明组合输入和输出运行。

由于输入开关频率高达 5 MHz 并且电源电压高达  $V_{CC1}=17V$ , 因此这两个因素的作用下, 检测到 1EDI60N12AF 的温度上升。驱动器芯片显示  $V_{CC1}=5V$  和  $V_{CC1}=17V$  时输入芯片区域的温度分别最多上升 5.5 K 和 14 K。

对于输出部分的评估, 为输入提供了

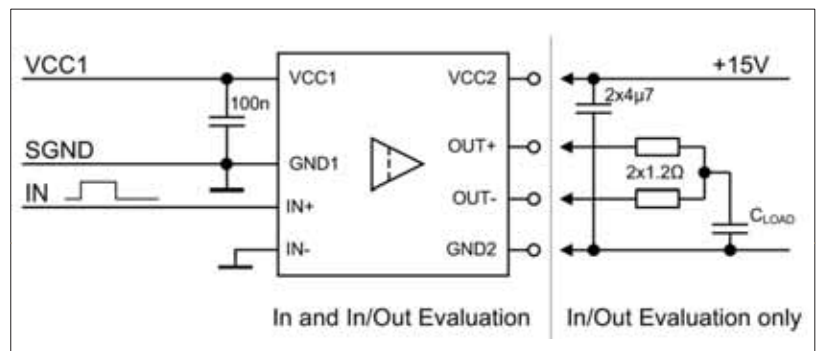


图 2: 逻辑输入的应用用途

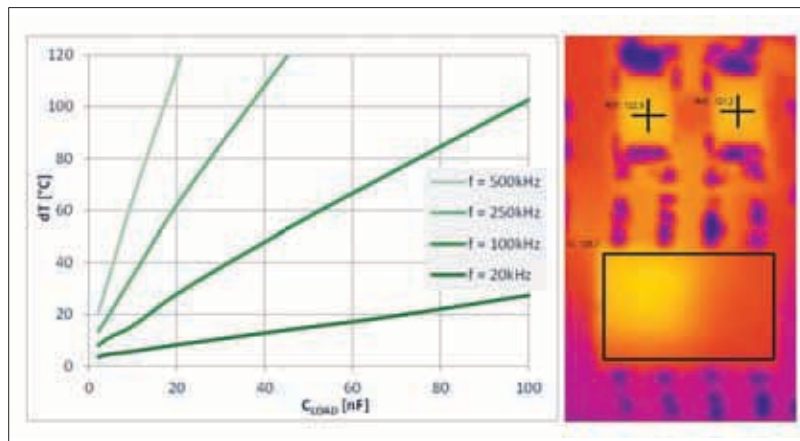


图 3: 各种开关频率下对电容式负载的整体温度评估

恒定电压  $V_{CC1}=5\text{ V}$ 。但是, 与  $V_{CC2}=15\text{ V}$  并且占空比为 50 % 时输出芯片中的功率损耗相比, 输入芯片的影响较轻微。电容式负载 ( $C_{LOAD}$ ) 变体和不同开关频率的热效应记录在表 3 中。驱动器输出级和两个外部栅极电阻 (每个为  $1.20\ \Omega$ ) 分担功率损耗。

#### 输出电流能力

输出电流是驱动器芯片最重要的参数之一。在输出器件中, 当  $V_{DS}=15\text{ V}$  时, 整个系列中最强的驱动器芯片 1EDI60I12AF 和 1EDI60N12AF 额定为最低峰值电流  $I_{gate}=6\text{ A}$ 。此额定值在整个温度范围中有效, 因此在没有外部栅极电阻的动态短路测试中, 电流值几乎是原来的两倍。因此, 许多应用不再需要像较旧的设计中常见的额外放大电路。由于驱动器可以在导通状态下提供最大为电源电压的输出电压并在关断状态下提供最低为 GND 的输出电压, 因此可以避免额外放大电路的输出电压下降的缺点。

#### 开关结果

通过将 CoolMOS IPZ65R095C7 用作升压配置中在占空比为 50 % 且开关频率为  $f_{sw}=1\text{ MHz}$  下运行的驱动器的负载, 在测试电路中对驱动器 1EDI60N12AF 进行了评估。晶体管的典型总栅极电荷为  $45\text{ nC}$  [3]。在此测试电路中, 电源电压为  $50\text{ V}$ , 而栅极驱动器电源电压为  $V_{CC2}=12\text{ V}$ 。栅极充电电阻及栅极放电电阻为  $1.2\ \Omega$ 。输出负载电流为  $0.5\text{ A}$ , 而驱动器的电源电流为  $56\text{ mA}$ 。

在此工作条件下, CoolMOS 的最大温度为  $T_{CM}=81^\circ\text{C}$ , 而驱动器的最大温度为  $T_{Dn}=64^\circ\text{C}$ 。出于此原因, 1EDI 紧凑型远超过驱动 CoolMOS C7 所需的能力。即便在较高的开关频率下, 该驱动器的表现仍然正常。

#### 结论

EiceDRIVER 紧凑型系列开发用于各种分立式 IGBT、MOS、模块、碳化硅和氮化镓开关。我们展示并讨论了测试电路中的

个热性能示例以及一个典型应用电路, 这两个示例都证明了新驱动器系列具备出色的性能。归功于其创新型设计, 可以减少应用的工作量。较大的输入电压范围和灵活的输入信号配置最大程度地降低了外部电路需求、复杂性并减少了 PCB 空间。凭借强大的驱动器输出和高开关频率能力, 可以省去额外的放大电路, 再次节省了 PCB 空间和提高了整体功率密度。此驱动器系列的一些输出电流/栅极电流级和配置保证了在布局、性能和成本方面的优化系统设计。此驱动器的集成功能和智能解决方案使其易于使用。因此, 该器件系列满足成本导向、高性能和高功率密度市场中各种应用的需求。有关更多详情, 请参阅[4]。

#### 文献

- [1] H. Rettinger, "1ED Compact – A new high performance, cost efficient, high voltage gate driver IC family", PCIM 2014, Germany
- [2] J. Hancock, F. Stückler, E. Vecino, "C7 CoolMOS™: Mastering the Art of Quickness", Application Note AN 2012- 11 V1.0, Infineon Technologies
- [3] Datasheet IPZ65R095C7
- [4] <http://www.infineon.com/eicedriver-compact>