

# 1ED 紧凑型 – 高性能、高性价比的新高压栅极驱动器芯片系列

Heiko Rettinger, Infineon Technologies AG, Am Campeon 1-12, 85579 Neubiberg, Germany, heiko.rettinger@infineon.com

## 摘要

本文说明新的英飞凌 EiceDRIVER™系列 1EDI 紧凑型及其优点，此产品用于在不断提出高要求的市场中实现更高的功率密度，以提供高性价比解决方案。此新通用高压栅极驱动器芯片系列包含四种针对 IGBT 优化的输出电流变体、一种针对 MOSFET 优化的变体以及三种具有用于 IGBT 的有源米勒箝位功能的额外变体。经过优化的新无铁芯变压器技术确保在偏移电压高达 +/- 1200V 的情况下工作不会受到干扰并且输出到输入的共模瞬态抑制(CMTI)为 100kV/μs。稍后它将展示不同变体的性能方面以及它们对 PCB 的好处。

## 1 简介

众所周知，不断缩小的尺寸、外形和更高的功率密度始终推动功率电子市场向前发展。这一观点也适用于隔离式高压栅极驱动器产品，并且太阳能逆变器市场公司开始需求优化的驱动器产品以降低复杂性。

随着新的 1200V EiceDRIVER™紧凑型系列的开发，英飞凌能够填补此空缺并提供高性能、高性价比的紧凑型驱动器芯片。

## 2 特性

### 2.1 无铁芯变压器

经过优化的无铁芯变压器需要更少的芯片空间。与先前的设计相比，它可以实现更高的输出电流，并因此可以在相同的紧凑型 SO8 封装中实现更高的功率密度。这一新无铁芯变压器的稳健设计可以确保在  $dV/dt$  操作时 CMTI 最高达 100kV/μs，如同在具有 CoolMOS™晶体管的应用电路中得出的测试结果那样。可以从图 1 中看出使用碳化硅二极管对 CoolMOS™进行补充的测量方案的原理。它还显示了在高压电源电压  $V_{DC}=400V$  并且负载电流  $I_L=13A$  的情况下关断转换达到 99.55kV/μs 时的详细示波器图形。这些快速转换通常对隔离式栅极驱动器电源产生巨大影响，甚至会传播到主电源，这些影响显示为逻辑输入信号振荡但不会中断驱动器正常工作。根据图 1 所示，可以很容易看出响铃振荡较轻微。总之，输入脉冲抑制的噪声滤波器将消除  $T_{MININ+/-}=40ns$ （对于 MOSFET）和  $T_{MININ+/-}=240ns$ （对于 IGBT 变体）时长内任何接近于脉冲的串扰或 EMI。在此评估中，不需要额外的输入 RC 滤波器，但是外部滤波器可以进一步改善信号质量。

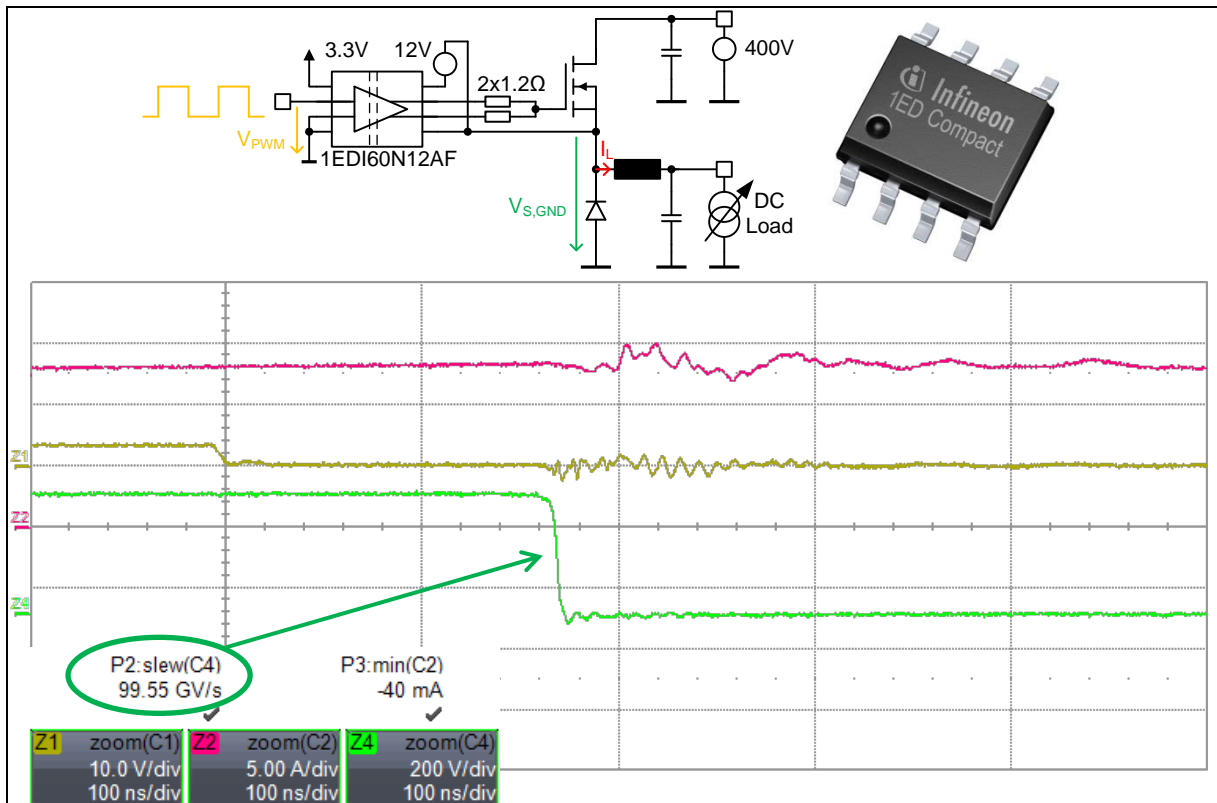


图1 在400V时降压转换器的dV/dt测量详情  
ch1: PWM输入信号 $V_{PWM}$ ; ch2: 电感器电流 $I_L$ ; ch4: 源电压 $V_{S,GND}$

## 2.2 输出配置

1EDI 紧凑型系列面向各种应用。在这些应用中需要不同的变体来满足各自的需求。根据应用中的需求，对于开通和关断路漏具有独立输出的变体通过双极栅极电压支持最高为  $V_{CC2}=35V$  的电压电源。客户可以在外部将电源电压作为栅极的基准电压，以实现用户预定的栅极电源。根据图 2 所示，在节省旁路二极管空间的同时，独立输出还使客户能够选择用于调整开通和关断行为的各个栅极电阻。此方法简化了栅极电路布局并且使栅极环路中的寄生参数最小化。

图 2 中右侧部分显示的第二个输出配置具备用于栅极电源电压最高  $V_{CC2}=20V$  的有源米勒箝位功能。典型应用使用箝位功能来避免电源开关因输出  $dV/dt$  的位移电流而出现寄生导通效应。和上述驱动器配置一样，双极电源概念还可以对此情况进行补偿，但是它需要更高级的电源。为了进一步降低电路复杂性并减小半桥配置中的 PCB 空间，1EDI 钳位变体的单极电源通常将与自举电路一起实施。输出芯片的较低静态电流消耗使得此驱动器可以使用较高的调制系数工作，而无需配备庞大的自举电容器。钳位变体的另一个好处是将引脚 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，与常见配置中的一般栅极输出的体二极管和栅极电阻路径相比，不存在额外的线路电阻。这样省去了 PCB 上的另一外部二极管，节省了空间。CLAMP 功能自身具有与输出相同的电流能力。1EDI30I12MF 在此处具有最低峰值电流  $I_{OUT}=3A$ 。在 CLAMP 引脚的电压下降到低于  $V_{GATE}=2V$  的情况下，CLAMP 电路将在关断时激活。下次开通时，它将再次关断。

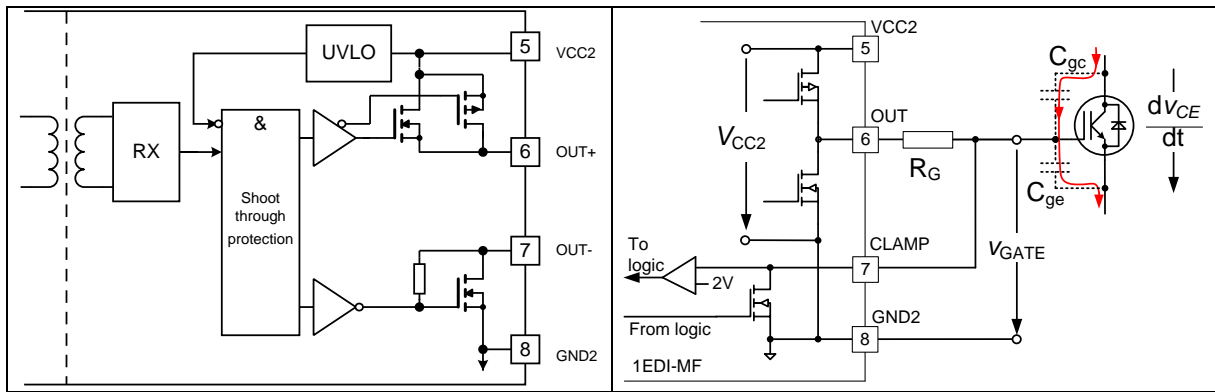


图2 输出框图（左：独立输出变体；右：错位变体）

### 2.3 宽输入电压范围

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，输入高阈值电压将始终为  $V_{IN,H}=0.7 \cdot V_{VCC1}$ 。输入低阈值电压相应地设置为  $V_{IN,L}=0.3 \cdot V_{VCC1}$ 。此线性缩放允许直接从 3.3V 数字信号处理器进行操作，但也能够接受来自 12V PFC 控制器的输出信号以增强信号。请参阅图 3 以了解此线性行为如何在更高的输入电平下通过引入滞环来提高抗扰性。最大额定输入电压为  $V_{VCC1,max}=17V$ 。

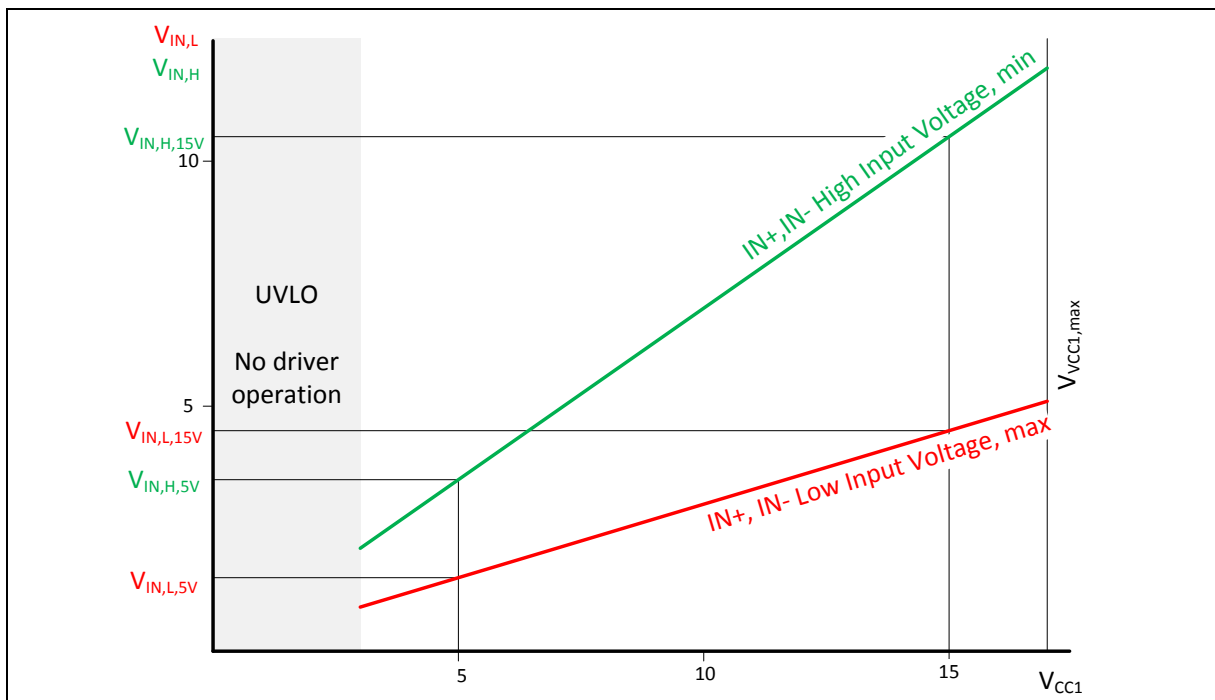


图3 从3V开始在整个工作范围内输入阈值电压的线性增加

### 2.4 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。除了使用单个 PWM 输入并将另一个限制为驱动器永久激活的 GND 或 VCC 之外，图 4 显示了更多应用用途，包括具有用于增强噪声抑制的低压差分信号的输入、(B & C)启用或关断功能以及(D)针对半桥操作的简单互锁功能。

IN+端子在内部下拉以支持关断状态，而 IN-端子被相应的上拉。在输入信号可能连接到高阻抗输出（不牢固的焊接接头或断线）的所有其他配置中，此设置还将确保关断状态。

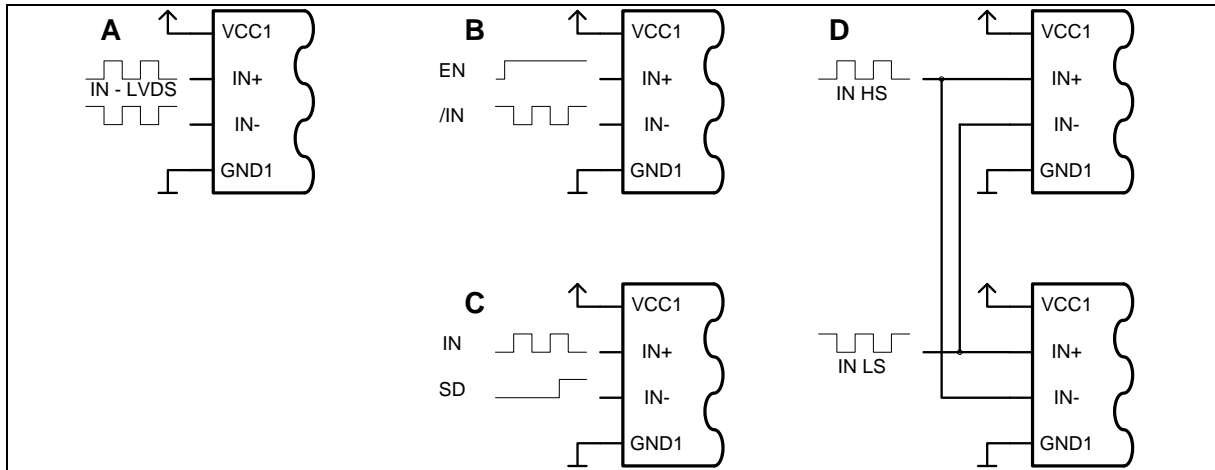


图4 逻辑输入的应用用途

### 3 性能

#### 3.1 热性能

此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 5 的说明组合输入和输出操作。

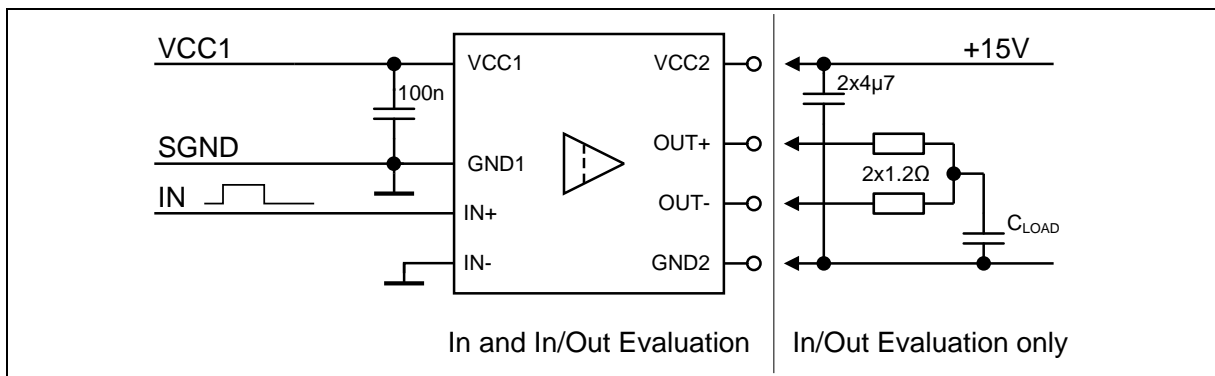


图5 逻辑输入的应用用途

由于输入开关频率高达  $f=5\text{MHz}$  并且电源电压高达  $VCC1=17\text{V}$ ，因此在这两个因素的作用下，可以看到图 6 中 1EDI60N12AF 的温度上升。此图清楚地显示出输入芯片区域温度上升。它位于黑色矩形的右下角，此矩形用于估算 SO8 封装的主体。

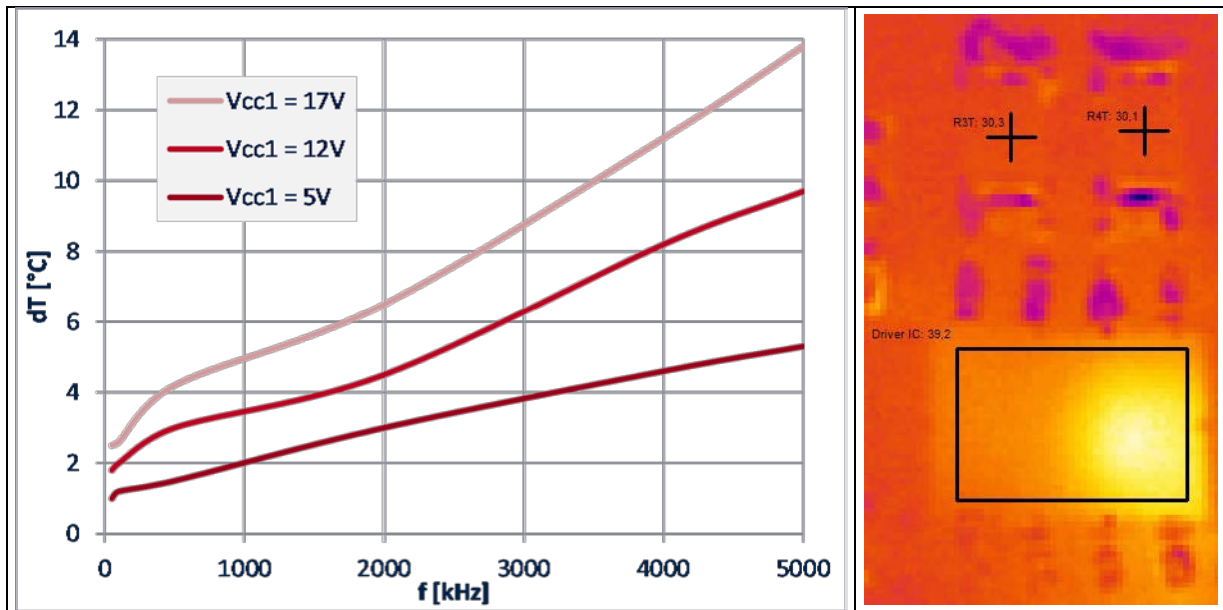


图6 在各种输入电压下相对于频率的仅对输入进行温度评估

在输出部分的评估中，为输入提供了恒定电压  $V_{CC1}=5V$ 。但是，与  $V_{CC2}=15V$  并且占空比为 50% 时输出芯片中的功率损耗相比，此影响较轻微。在不同的电容负载 ( $C_{LOAD}$ ) 和不同开关频率下，记录热效应图 7 中。驱动器输出级和两个外部栅极电阻（每个为  $1.2\Omega$ ）分担功率损耗。

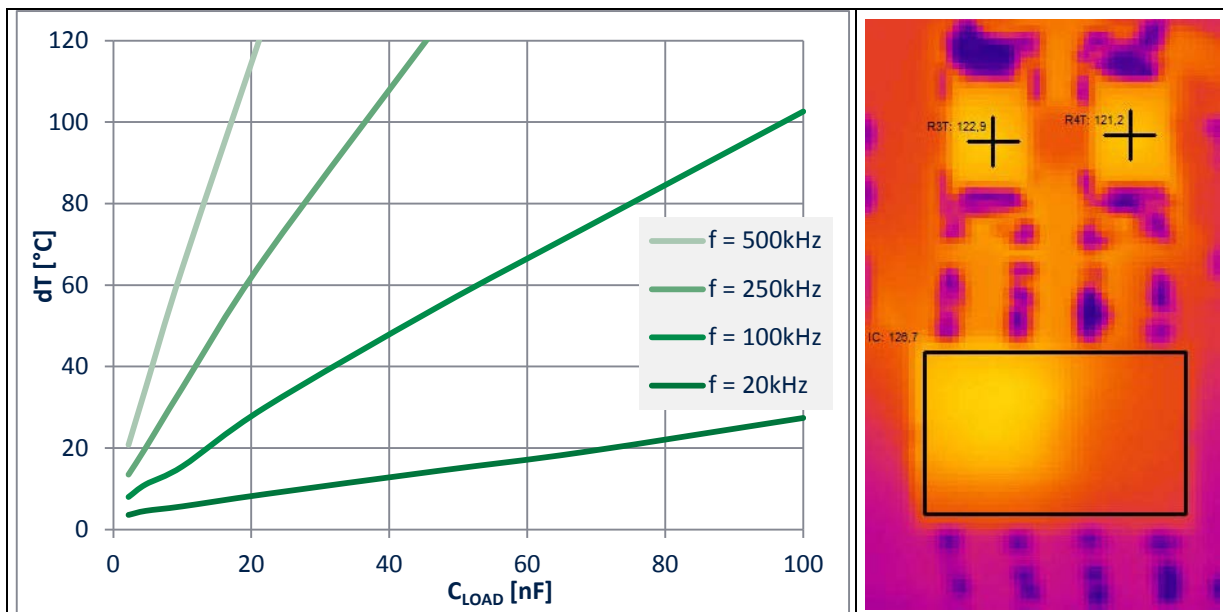


图7 各种开关频率下对电容负载的整体温度评估

### 3.2 输出电流能力

在输出器件中，当  $V_{DS}=15V$  时，1EDI60I12AF 和 1EDI60N12AF 系列中最强的驱动器额定为最低峰值电流  $I_{gate}=6A$ ，如图 8 中的图形所示。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短路测试期间，典型值几乎是原来的两倍。

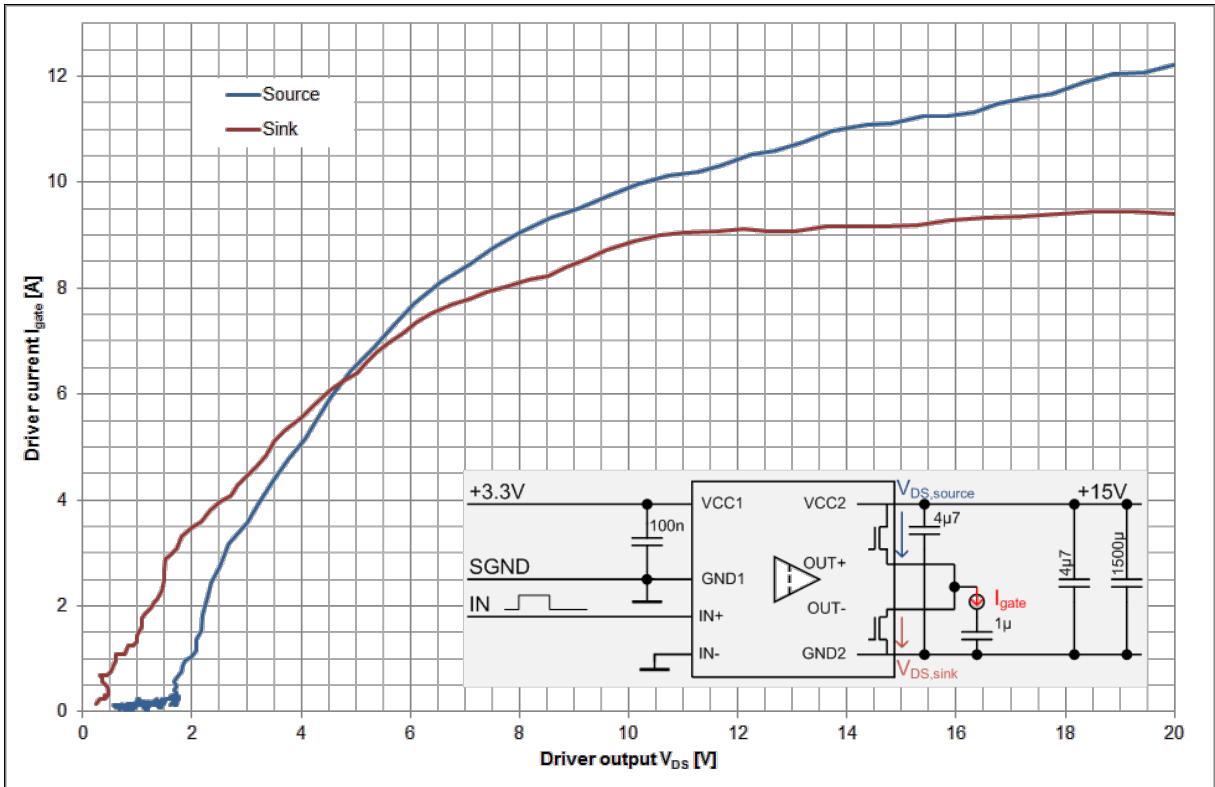


图8 针对已设置测量的源和路漏的1EDI60I12AF的输出电流能力

### 3.3 CoolMOS™ C7 开关:

在由 1EDI60N12AF 驱动的情况下，在升压电路中对占空比为 50%且  $f_{sw}=1\text{MHz}$  条件下运行的 CoolMOS™ IPZ65R095C7 进行了评估。在此工作条件下，CoolMOS™ 的最大温度记录为  $T_{CM}=81^\circ\text{C}$ ，而驱动器的最大温度为  $T_{Dv}=64^\circ\text{C}$ 。在此工作条件下，可以确定 1EDI 紧凑型的优势在促使 CoolMOS™ C7 发挥全部潜能上绰绰有余。

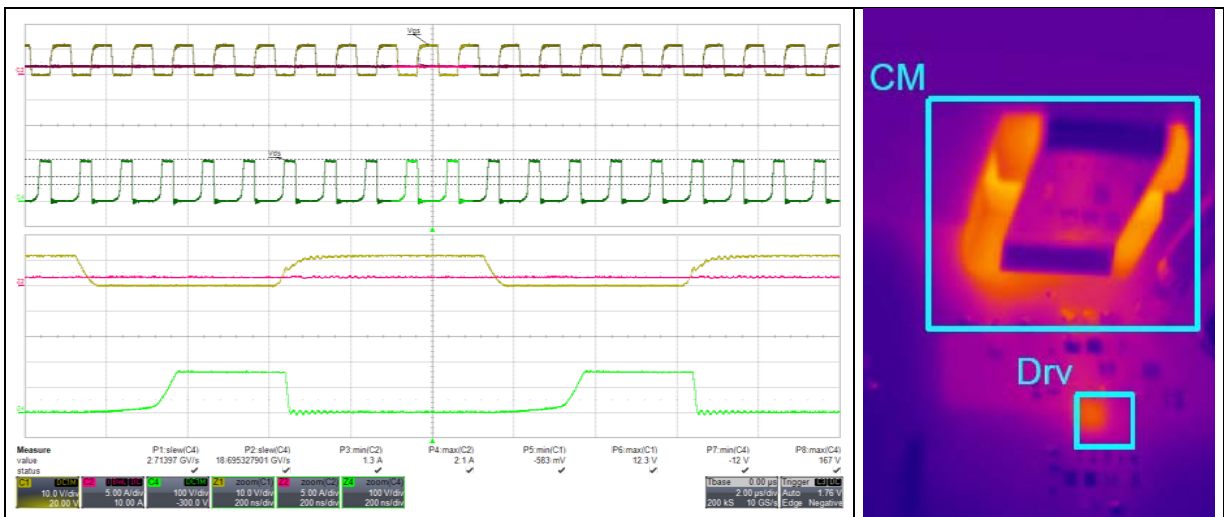


图9 在1MHz条件下的升压操作  
ch1 (黄色) :  $V_{gs}$  10V/div; ch2 (洋红色) : 负载电流5A/div; ch4 (绿色) :  $V_{ds}$  100V/div

## 4 结论

对英飞凌单通道 EiceDRIVER™紧凑型系列的性能评估表明，该系列能够满足成本导向、高性能和高功率密度市场中各种应用的需求。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，不再需要额外放大电路，从而节省了 PCB 空间和增加整体功率密度。

## 参考资料

- [1] J.Hancock, F. Stückler, E. Vecino, "C7 CoolMOS:Mastering the Art of Quickness", Application Note AN 2012-11 V1.0, Infineon Technologies