

# EiceDRIVER™

高压栅极驱动 IC

## 评估板

应用说明

注意:

# EVAL-2EDL23N06PJ

注意:

## 应用说明

1.0 版 2014-04-11

发布日期: **2014-04-11**

英飞凌科技股份有限公司发布

**81726**, 德国慕尼黑。

© **2015** 英飞凌科技股份有限公司

保留所有权利。

#### 法律免责声明

本应用说明中给出的信息仅作为关于使用英飞凌科技器件的建议, 不得被视为就英飞凌科技器件的任何特定功能、条件或质量作出的任何说明或保证。本应用说明的使用者必须在实际应用中验证本文档描述的任何功能。英飞凌科技在此声明, 未就本应用说明中给出的任何及所有信息作出任何性质的保证, 也不承担任何性质的责任, 包括但不限于没有侵犯任何第三方的知识产权的保证。

#### 信息查询

若需获得关于技术、交付条款和价格的更多信息, 敬请就近联系英飞凌办事处([www.infineon.com](http://www.infineon.com))。

#### 警告

由于技术要求, 器件可能包含有害物质。如对器件的成分有疑问, 请就近联系英飞凌办事处。

如果可以合理地预计英飞凌的某个器件失效可能会导致生命支持设备或系统失效, 或者影响该等设备或系统的安全性或有效性, 那么在将这些器件用于生命支持设备或系统之前, 必须获得英飞凌的明确书面同意。生命支持设备或系统意指用于植入人体内部, 或者支持和/或维持、维系和/或保护人类生命的设备或系统。如果这些设备或系统失效, 可以断定其用户或其他人的健康将受到威胁。

修订记录: **2014-04 1.0 版**

页码或项目	主题 (上次修订以来的重大变更)
	•
	•

#### 英飞凌科技股份有限公司商标

AURIX™、C166™、CanPAK™、CIPOST™、CIPURSE™、EconoPACK™、CoolMOS™、CoolSET™、CORECONTROL™、CROSSAVE™、DAVE™、DI-POL™、EasyPIM™、EconoBRIDGE™、EconoDUAL™、EconoPIM™、EconoPACK™、EiceDRIVER™、eupec™、FCOST™、HITFET™、HybridPACK™、I<sup>2</sup>RF™、ISOFACE™、IsoPACK™、MIPAQ™、ModSTACK™、my-d™、NovalithIC™、OptiMOS™、ORIGA™、POWERCODE™、PRIMARION™、PrimePACK™、PrimeSTACK™、PRO-SIL™、PROFET™、RASIC™、ReverSave™、SatRIC™、SIEGET™、SINDRION™、SIPMOS™、SmartLEWIS™、SOLID FLASH™、TEMPFET™、thinQ!™、TRENCHSTOP™、TriCore™。

#### 其他商标

Advance Design System™ (ADS)是 Agilent Technologies 的商标。AMBA™、ARM™、MULTI-ICET™、KEIL™、PRIMECELL™、REALVIEW™、THUMB™、μVision™是 ARM Limited, UK 的商标。AUTOSAR™由 AUTOSAR 开发合作伙伴授权。Bluetooth™是 Bluetooth SIG Inc.的商标。CAT-iq™是 DECT Forum 的商标。COLOSSUS™、FirstGPS™是 Trimble Navigation Ltd.的商标。EMV™是 EMVCo, LLC (Visa Holdings Inc.)的商标。EPCOST™是 Epcos AG 的商标。FLEXGO™是 Microsoft Corporation 的商标。FlexRay™由 FlexRay Consortium 授权。HYPERTERMINAL™是 Hilgraeve Incorporated 的商标。IEC™是 Commission Electrotechnique Internationale 的商标。IrDA™是 Infrared Data Association Corporation 的商标。ISO™是 INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION 的商标。MATLAB™是 MathWorks, Inc.的商标。MAXIM™是 Maxim Integrated Products, Inc. 的商标。MICROTEC™、NUCLEUS™是 Mentor Graphics Corporation 的商标。MIPI™是 MIPI Alliance, Inc.的商标。MIPS™是 MIPS Technologies, Inc., USA 的商标。muRata™是 MURATA MANUFACTURING CO.的商标。MICROWAVE OFFICE™ (MWO)是 Applied Wave Research Inc.的商标。OmniVision™是 OmniVision Technologies, Inc.的商标。Openwave™是 Openwave Systems Inc.的商标。RED HAT™是 Red Hat, Inc.的商标。RFMD™是 RF Micro Devices, Inc.的商标。SIRIUS™是 Sirius Satellite Radio Inc.的商标。SOLARIS™是 Sun Microsystems, Inc.的商标。SPANSION™是 Spansion LLC Ltd. 的商标。Symbian™是 Symbian Software Limited 的商标。TAIYO YUDEN™是 Taiyo Yuden Co.的商标。TEAKLITE™是 CEVA, Inc.的商标。TEKTRONIX™是 Tektronix Inc. 的商标。TOKO™是 TOKO KABUSHIKI KAISHA TA 的商标。UNIX™是 X/Open Company Limited.的商标。VERILOG™、PALLADIUM™是 Cadence Design Systems, Inc. 的商标。VLYNQ™是 Texas Instruments Incorporated 的商标。VXWORKS™、WIND RIVER™是 WIND RIVER SYSTEMS, INC.的商标。ZETEX™是 Diodes Zetex Limited 的商标。

商标最后更新日期 2011-11-11

## 目录

目录	4
1	引言 ..... 5
2	设计特性 ..... 6
2.1	主要特性 ..... 6
2.2	板规格 ..... 7
2.3	管脚分配 ..... 8
3	电气特性 ..... 9
3.1	电源电压+5V和+15V ..... 9
3.2	欠压闭锁 ..... 9
3.3	短路检测 ..... 9
3.4	电流放大器 ..... 10
3.5	死区时间和互锁功能 ..... 11
3.6	COOLMOS™开启/关闭 ..... 11
3.7	输入PWM信号 ..... 12
3.8	直流链电容器 ..... 12
3.9	非重复性单脉冲测量的感性负载连接 ..... 13
3.10	谐振操作示例 ..... 13
4	板设计详情 ..... 15
4.1	原理图 ..... 15
4.2	布局 ..... 17
4.2.1	正面布局 ..... 17
4.2.2	背面布局 ..... 17
4.2.3	正面贴放 ..... 18
4.3	物料清单 ..... 19

#### Warnings



The described board is an evaluation board dedicated for laboratory environment only. It operates at high voltages. This board must be operated by qualified, skilled personnel familiar with all applicable safety standards.

## 1 引言

栅极驱动器评估板 EVAL-2EDL23N06PJ 设计用于展示英飞凌 COOLMOS™ 栅极驱动器 2EDL23N06PJ 在谐振零电压开启半桥应用中的功能和主要特性。默认情况下，不建议将 EVAL-2EDL23N06PJ 板用于硬开关操作，这样可能引起体二极管硬式整流，从而造成过高的二极管以及 COOLMOS™ 损耗。此类操作可能导致损坏电源开关以及其他电路元器件！

该板可按样片订购数量从英飞凌购得。此器件的特性在本文档的数据表章节中说明，其余章节提供的信息旨在让客户能够根据自己的特殊要求复制、修改、验证设计以进行生产。

EVAL-2EDL23N06PJ 是相对于本文档所述环境条件而设计的。设计已按照本文档所述进行测试，但并未就其制造、寿命或在全部环境工作条件下进行验证。

英飞凌提供的评估板仅接受过功能测试。

鉴于其用途，评估板不像常规产品那样要受退货分析(RMA)、工艺变更通知(PCN)产品停产(PD)等程序的限制。此类评估板仅用于支持开发，不应用作量产的参考设计。

有关英飞凌保修和责任的其他限制，请参见“法律免责声明”和“警告”。



## 2 设计特性

### 2.1 主要特性

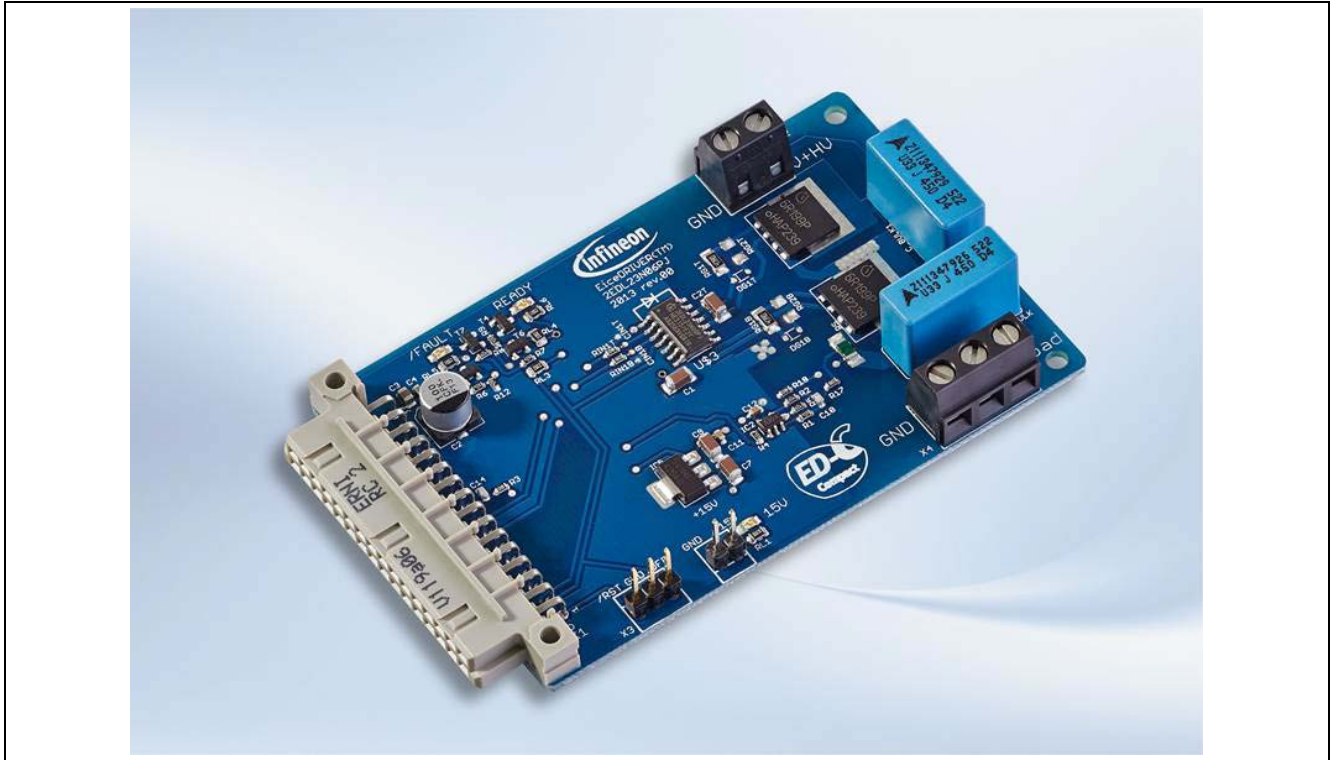


图1 EVAL-2EDL23N06PJ 俯视图

EVAL-2EDL23N06PJ 包含一个英飞凌 2EDL23N06PJ 半桥栅极驱动器和两个英飞凌 COOLMOS™ 开关。评估板提供如下主要特性：

- 通过电流取样电阻测量提供短路保护（包括状态 LED (/FAULT) 和锁存器）
- 使用运算放大器进行电流测量
- 欠压闭锁
- 用于高压侧开关的自举功能（通过使用内部超高速自举二极管）
- EiceDRIVER™ 中集成的死区时间和互锁功能。
- 用于 15V 电源、复位、高压电源、外部负载的连接器
- 板载的 5V 电源稳压器
- 显示 15V 电源、/FAULT 状态的状态 LED
- 分离式直流链电容器

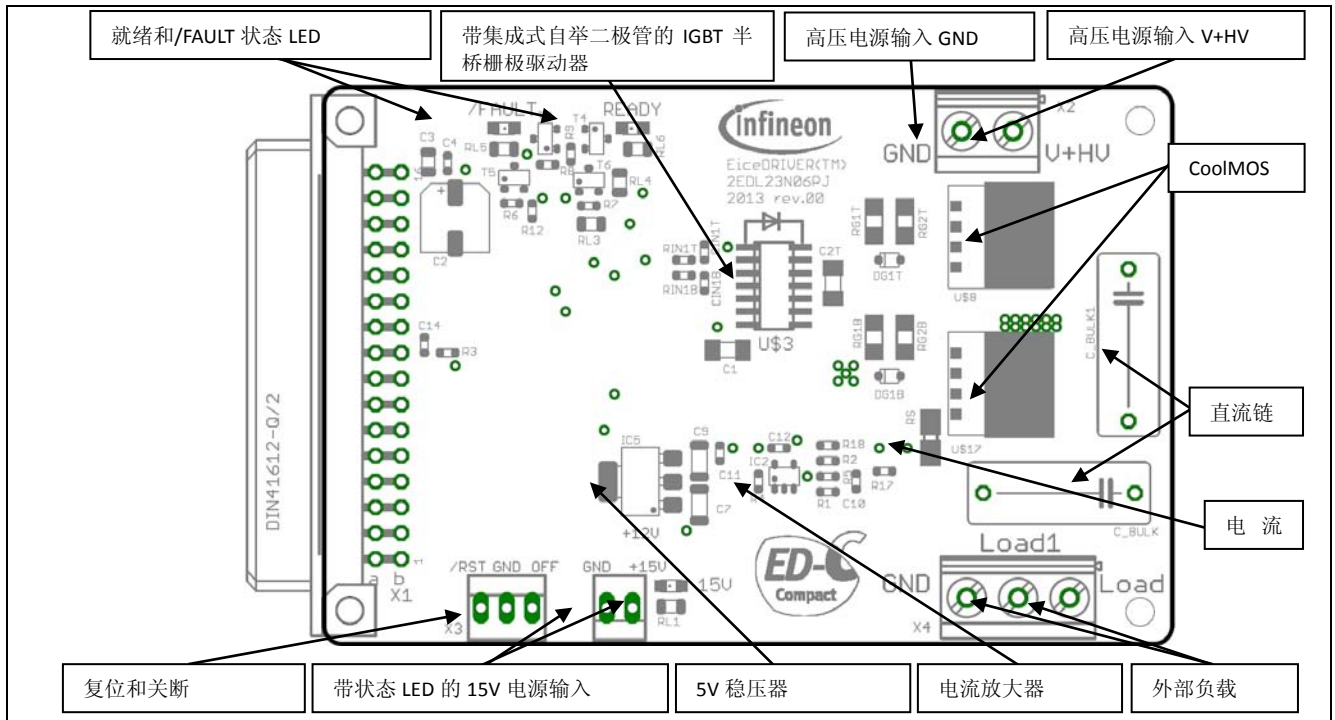


图2 正面功能概览

## 2.2 板规格

所有值均在  $T_A = 25^\circ\text{C}$  环境温度下测定。

表1 板规格

参数	说明	参考值	最小值	最大值	单位
$V_{DD}$	15V 电压源	15	10	17.5	V
$V_{DC}$	高压电源	300	-	450	V
$I_{Out,pk}$	单脉冲峰值输出电流	-	-	20	A
$I_{Out,rms}$	均方根输出电流	-	-	4	A
$f_p$	开关频率	40	-	200	kHz

## 2.3 管脚分配

**表2** 管脚分配

连接器名称	管脚编号	管脚名称	说明
<b>RESET</b>	左端子	/RST	同 X1-B1
	中间端子	GND	同 X1-A16
	右端子	OFF	同 X1-B2

<b>+15V (VDD)</b>	右端子	+15V	正 15V 电源
	左端子	GND	

<b>X1</b>	A16	GND	15V 电源和输入信号的参考地
	B1	/RST	输入 – 0V 复位电路
	B2	/FLT	输出过流；OC，0..15V
	B7	IN_T	非反相输入高压侧 COOLMOS™；0V 关闭；5V 开启
	B8	IN_B	非反相输入低压侧 COOLMOS™；0V 关闭；5V 开启
	B16	+5V	从 15V 电源生成的正 5V 电源

\* 连接器管脚编号参见图 22

<b>GND</b>			高压电源的参考地（内部连接到 GND）
<b>V+HV</b>			正高压电源
<b>Load</b>			用于连接测试负载的输出高压半桥（相对于 GND_HV）
<b>Load1</b>			用于连接谐振零电压开启操作的测试负载的输出直流链中心点



### 3 电气特性

#### 3.1 电源电压+5V 和+15V

驱动器输出的电源电压(+15V VDD)必须通过专用连接器从外部提供。5V 数字电源电压由英飞凌稳压器在内部生成。该评估板未提供过压电源监控功能，因此，用户必须确保电压在正确范围内。若有+15V 电源电压，绿色状态 LED 会发光。

高压侧栅极驱动器通过 2EDL23N06PJ 的集成式超高速自举二极管供电。为了确保自举电容器在高压侧 COOLMOS™开启之前充电，低压侧 COOLMOS™必须专门开启几毫秒的时间。

#### 3.2 欠压闭锁

+15V 电源 VDD 由 2EDL23N06PJ 监控。发生欠压时，驱动器输出关闭。低压侧和高压侧的典型阈值分别为  $V_{CCUV+} = 9.1\text{ V}$  (趋正) 和  $V_{CCUV-} = 8.3\text{ V}$  (趋负)。输入部分的欠压闭锁状态由/FAULT LED 指示。

#### 3.3 短路检测

2EDL23N06PJ 通过测量  $20\text{ m}\Omega$  电流取样电阻上的电压降来提供集成的短路检测。电流取样电阻的连接方式如图 3 (左侧) 所示。如果电流达到参考值  $22.5\text{ A}$ ，则检测到短路，栅极驱动器输出关闭。此状态由/FAULT LED 报告。/FAULT 事件由正反器锁存 (参见图 3 (右侧))，必须通过激活复位接触器才能复位。

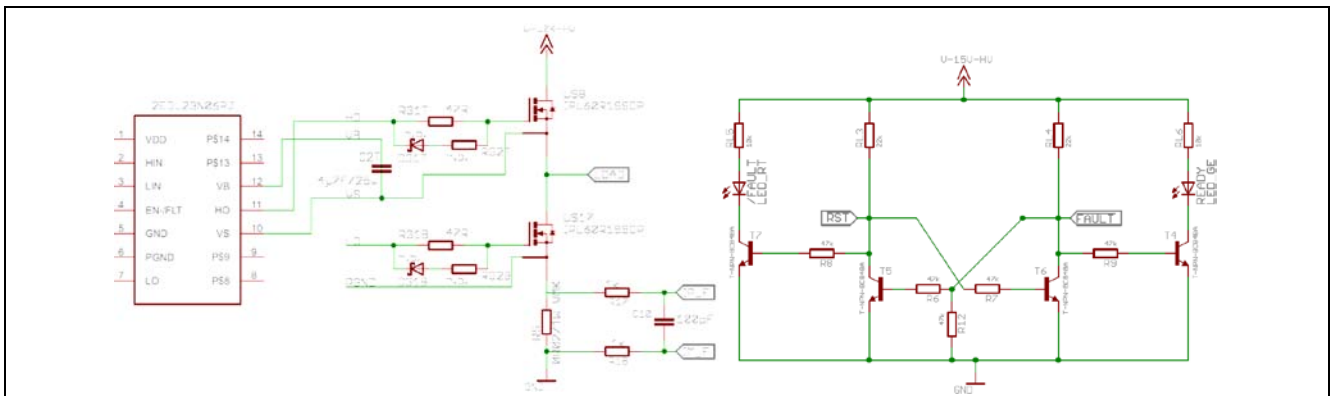


图3 电流取样电阻与运算放大器和正反器锁存电路的连接。

图 4 显示了下方驱动器与 COOLMOS™开关在过流条件下的信号。过流事件与输出关断之间的延迟约为  $2.2\text{ }\mu\text{s}$ 。FAULT 状态由内部逻辑锁存，必须将 RESET 信号切换到接地才能复位

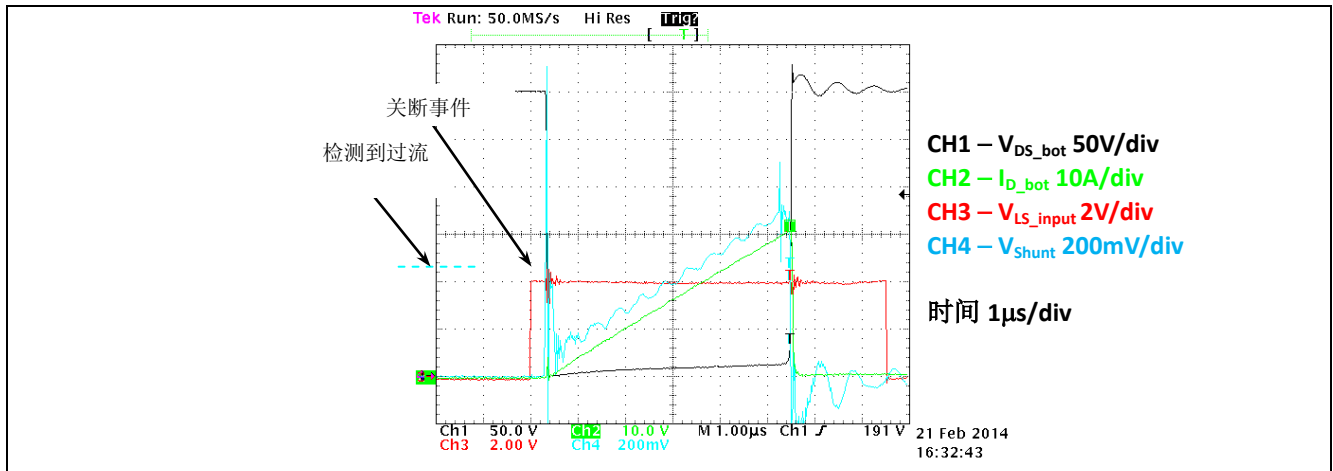


图4 过流检测信号（电流由罗氏线圈测量）

### 3.4 电流放大器

EVAL-2EDL23N06PJ 提供运算放大器，以 10 倍增益放大电流取样电阻上的电压降。放大电压可供用户在连接器 X1 的管脚 A9 和 B9 上使用。放大电压的计算方法为： $V = I_{shunt} \times R_{shunt} \times 10$ 。由于固有的元器件容差，在用于关键电流控制时，应对放大器输出进行校准。还需要注意的是，电流放大器输出仅显示低压侧 COOLMOST™开关的电流。在更高电平的控制系统中使用电流放大器输出时，必须考虑这一事实。图 6 中显示了负载电流波形和电流放大器输出的示例。

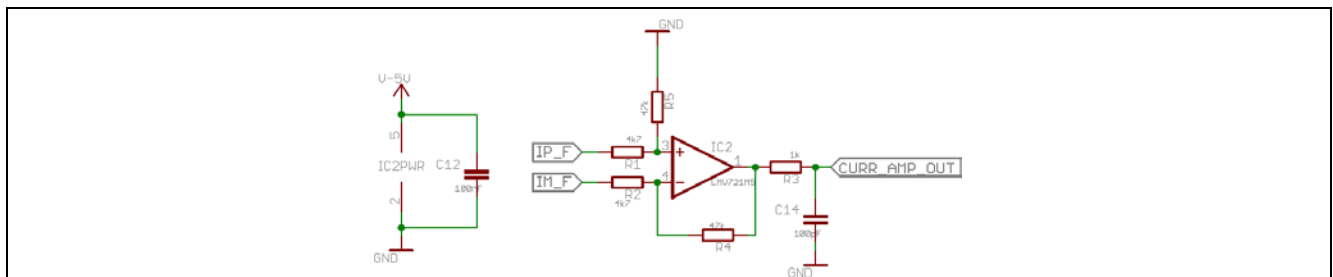


图5 电流放大器

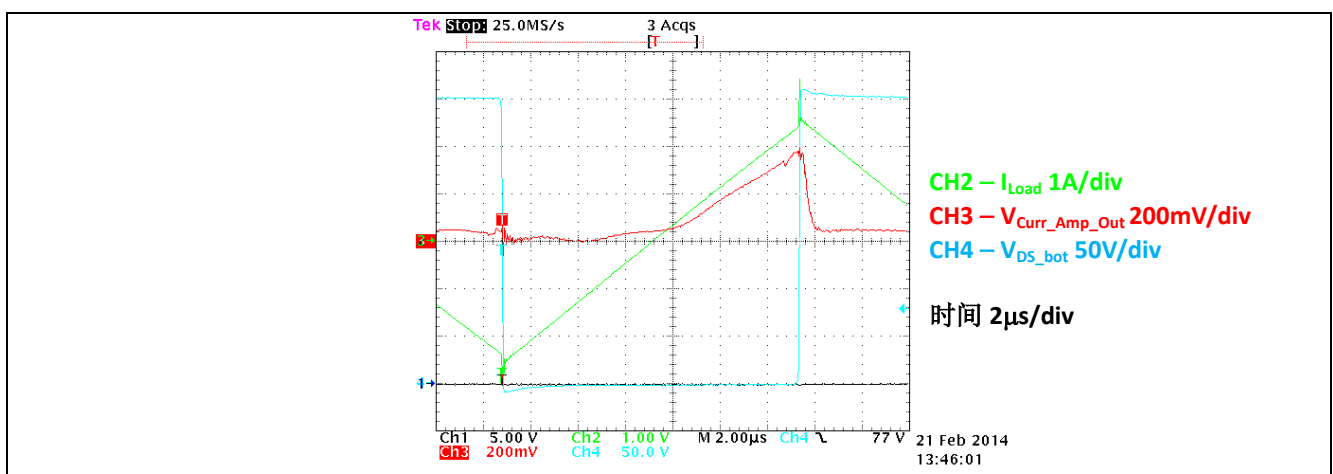


图6 使用集电极电流的电流放大器输出（电流由罗氏线圈测量）

### 3.5 死区时间和互锁功能

该 IC 提供了典型值为 75ns 的硬件固定死区时间。。额外的互锁功能可防止同时激活两个输出。如果有必要，在硬件死区时间无法阻止直通时，可通过输入信号 LIN 和 HIN 生成更长的死区时间。硬件死区时间是避免深度直通的基本机制。建议的死区时间通常为约 1 $\mu$ s。

### 3.6 COOLMOS™开启/关闭

COOLMOS™的开关特性由门极电阻 RG1B、RG1T、RG2B 和 RG2T 定义（参见图 7）。选择电阻器值时应避免造成寄生性 dv/dt 触发的开启。可通过更改 RG1B 和 RG1T 的值，针对特定应用或不同的 COOLMOS™器件调整开关特性。将 RG2B、RG2T 和 DG1B、DG1T 一起使用，可以独立改变 COOLMOS™的开启和关闭斜率。在使用二极管 DG1B 和 DG1T 的情况下，请确保选择具有足够的脉冲电流能力的合适肖特基晶体管。

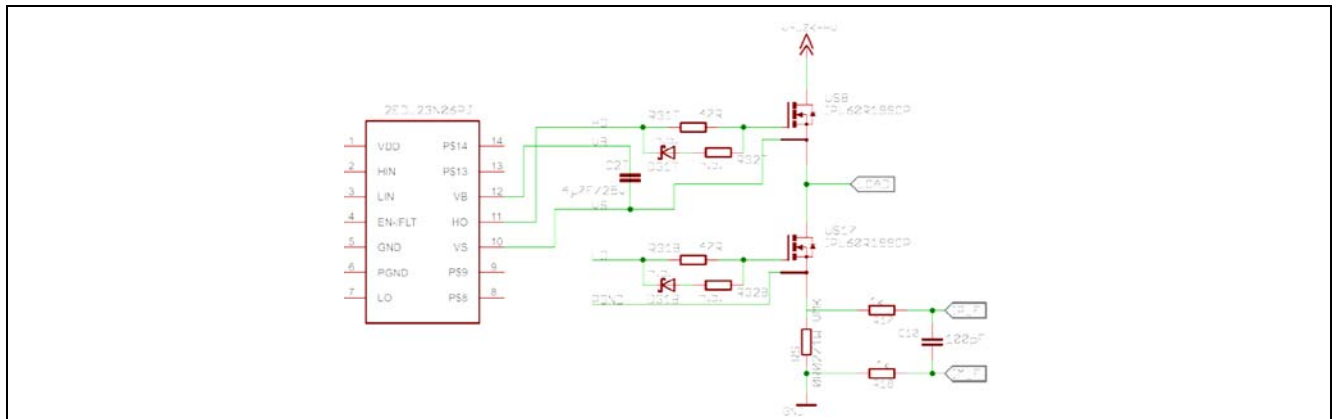


图7 EiceDRIVER™ 2EDL23N06PJ 门电路

图 8 和图 9 显示了高压侧和低压侧 COOLMOS™器件的典型开关瞬态。

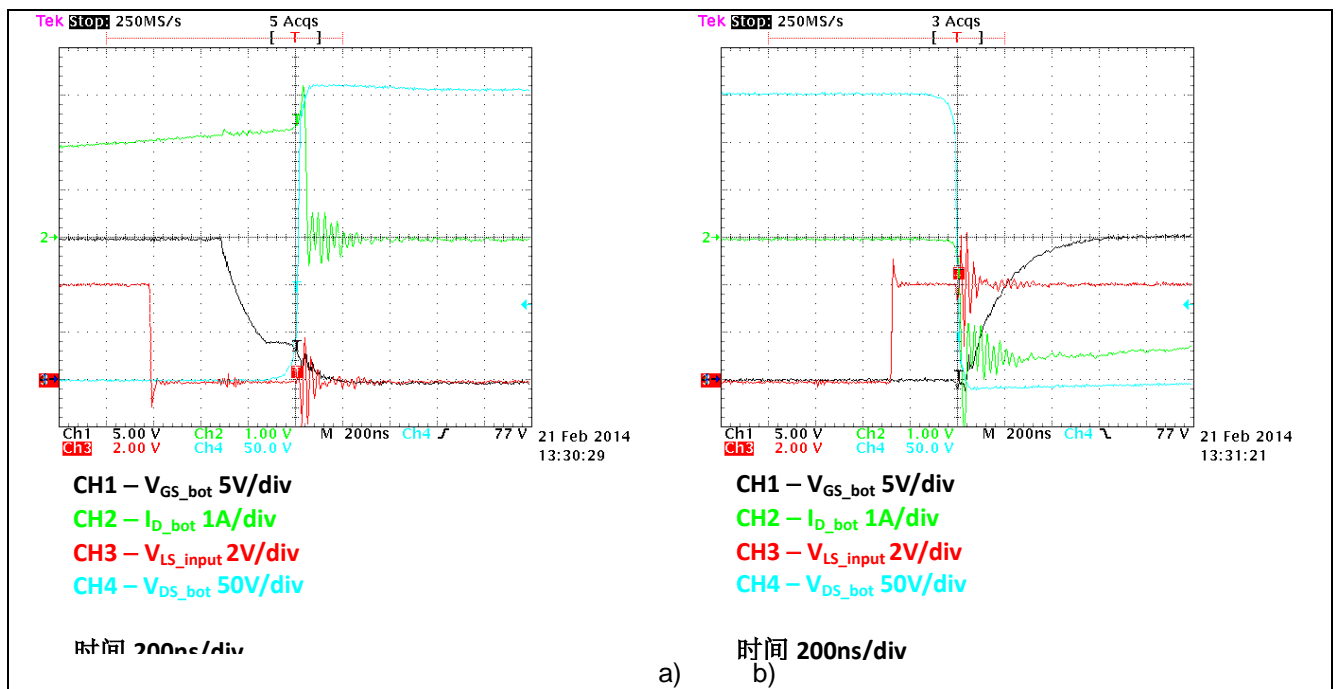


图8 低压侧 COOLMOS™的开关瞬态；a)关闭，b)开启；（电流由罗氏线圈测量）

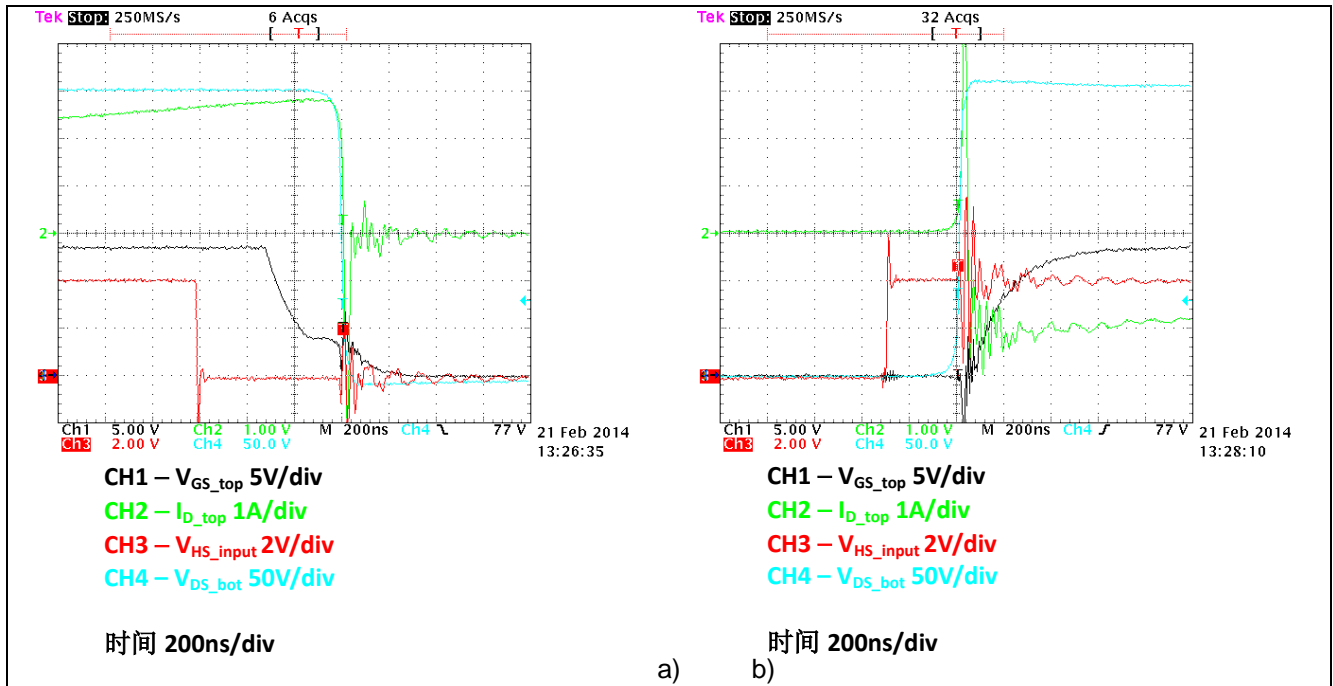


图9 高压侧 COOLMOS™的开关瞬态；a)关闭，b) 开启；（电流由罗氏线圈测量）

## 3.7 输入 PWM 信号

可以在 PWM 输入信号内部使用低通滤波器，以避免 COOLMOS™因为干扰而意外开通。本评估板未使用此特性，但可通过改变电阻器 RIN1T、RIN1B 和电容器 CIN1T、CIN1B 来测试它。仅装配了电阻 RIN1T 和 RIN1B（参见图 10）。

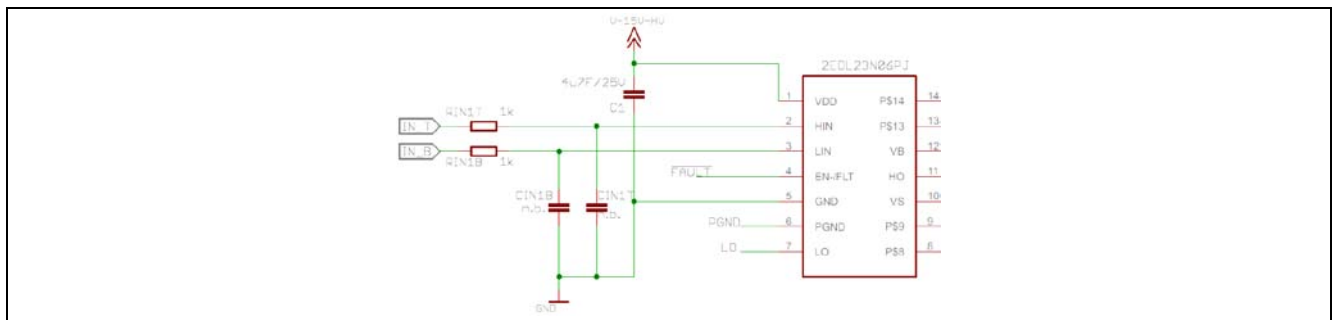


图10 2EDL23N06PJ 栅极驱动器输入

## 3.8 直流链电容器

由于可用空间限制，仅可串联使用 2 个 330nF 的小型直流链电容器（参见图 13）。更大的直流链电容必须在外连接到连接器 V+HV 和 GND\_HV，以抵消电压源与测试板之间的接线电感。

### 3.9 非重复性单脉冲测量的感性负载连接

该测试板设计用于半桥的谐振操作。感性谐振回路的连接方式如图 11 所示。

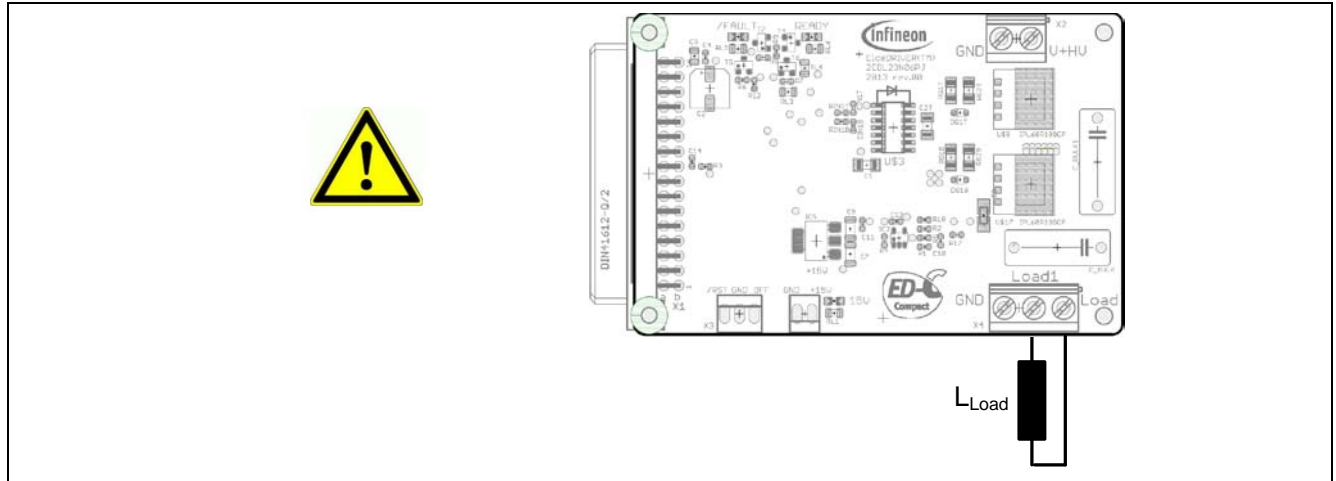


图11 感性负载连接

也可以将该负载连接到螺丝端子 GND X2/X4 和端子 LOAD X4。此连接可用于单脉冲测量。但请注意，在 GND 和 LOAD 之间使用负载连接时存在体二极管硬式整流的危险（对于 V+HV 和 Load 之间的负载连接同样适用）！这可能会损坏 MOSFET 晶体管。该板在采用此配置时不支持多脉冲操作！

### 3.10 谐振操作示例

该板用于支持零电压开关开启条件(ZVS)下的谐振操作。依据图 11 连接的负载将产生如图 12 所示的对称三角负载电流形状。负载电路仅吸收无功功率，而不吸收任何有功功率。但是，半桥开关必须处理吸入的无功功率，因此用户可以研究 2EDL23N60PJ EiceDRIVER™ IC 的特性，包括功率晶体管的效应。表 3 列出了针对谐振电路操作建议的各种电路参数。使用这些参数生成的波形如图 12 所示。

表3 建议的工作条件

参数	元器件	值
开关频率 $f_p$	—	100 kHz
占空比 d	—	49%
死区时间 DT	—	500 ns
谐振负载电感器	$L_{Load}$	800 $\mu$ H
谐振负载电容器	$C_{Bulk1}$ 、 $C_{Bulk1}$	330 nF
直流总线电压 $V_{DC}$	—	320 V
电感器峰值电流 $I_{pk}$	—	1 A

## 电气特性

各种设计参数之间的关系如公式(1)所示，其中  $I_{pk}$  为工作期间的目标峰值电流， $f_p$  为开关频率， $L_{Load}$  为负载电感， $V_{DC}$  为所应用的直流母线电压。

$$I_{pk} = \frac{V_{DC}}{L_{Load}} \cdot \frac{1}{8f_p} = \frac{320\text{ V}}{800\mu\text{H}} \cdot \frac{1}{8 \cdot 100\text{ kHz}} = 0.5\text{ A} \quad (1)$$

请注意，必须绝对避免发生电感饱和。电感饱和可能导致极高的电路电流，从而引起过载，进而损坏功率晶体管。因此建议使用不带任何磁芯的空心线圈。

等式(1)还可在开关频率  $f_p$  和目标峰值电流  $I_{pk}$  已知的情况下，用来计算需要的负载电感。这种情况下，等式(1)可变换为：

$$L_{Load} = \frac{V_{DC}}{I_{pk}} \cdot \frac{1}{8f_p} \quad (2)$$

不使用任何直流元器件时，负载电流在 0 轴两侧对称分布。

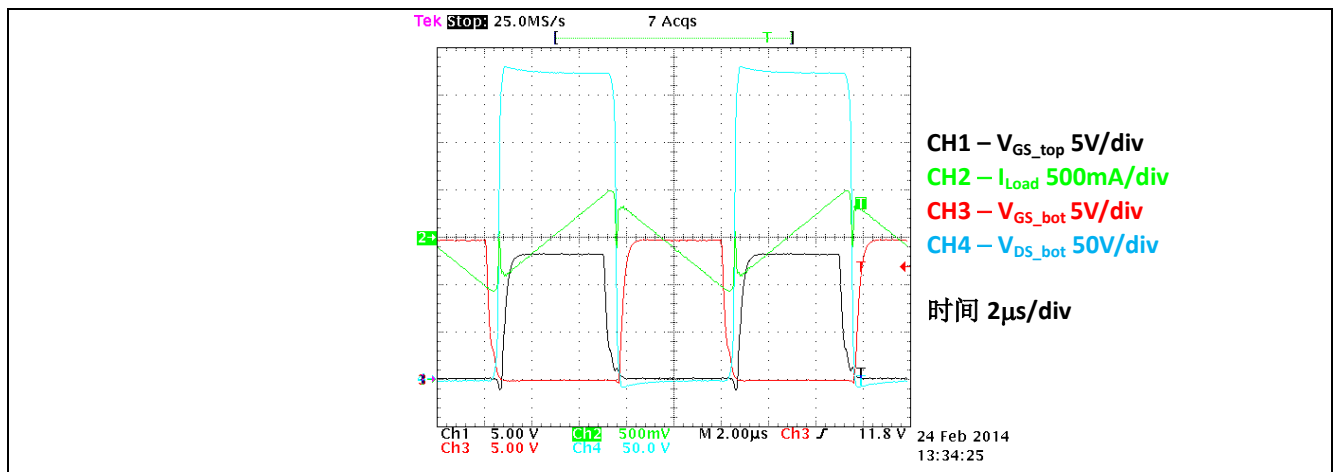


图12 按图 11 所示的方式连接负载后的工作负载电流形状



## 4 板设计详情

### 4.1 原理图

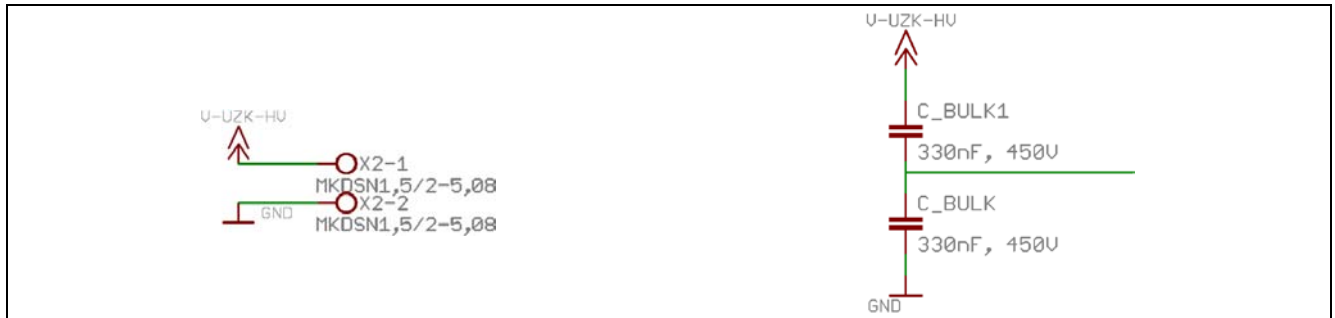


图13 高压电源输入（左侧）和直流链连接（右侧）

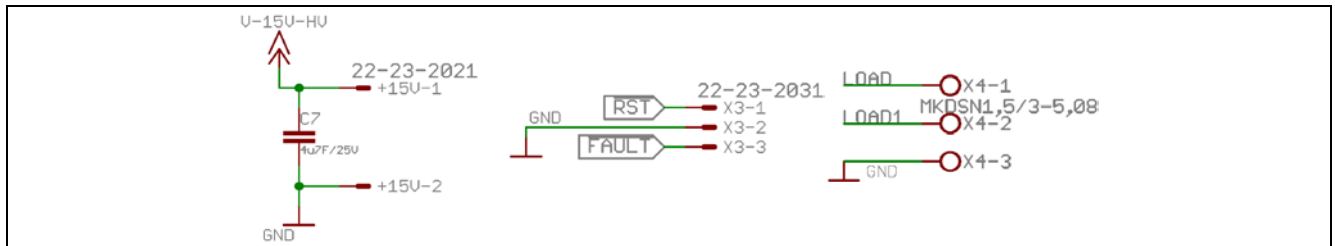


图14 低压电源、复位输入和连接器 X4

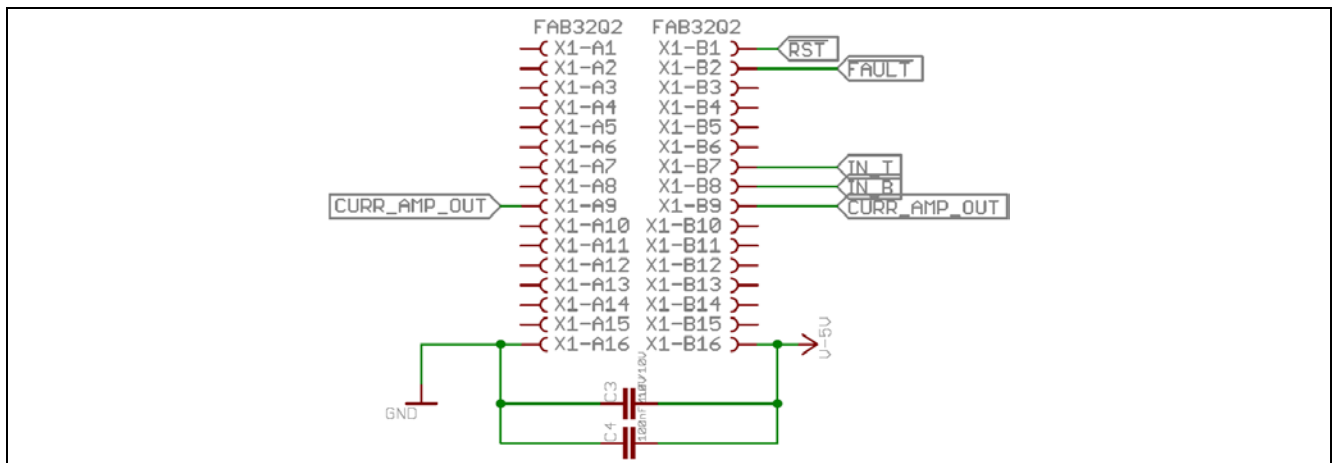


图15 连接器 X1

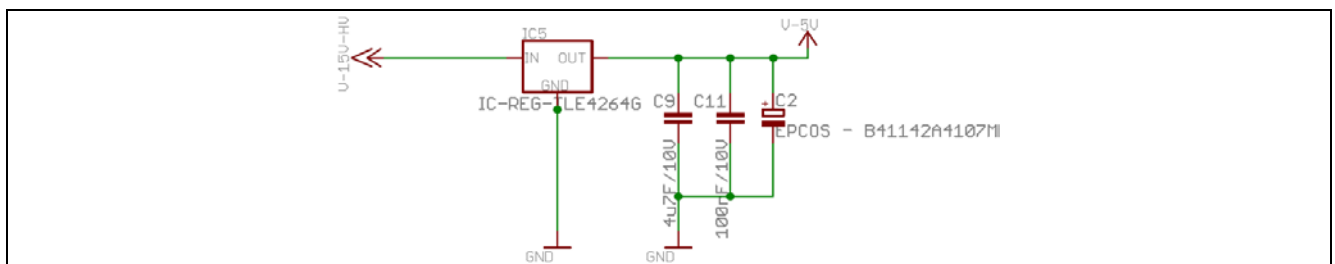


图16 +5V 线性稳压器

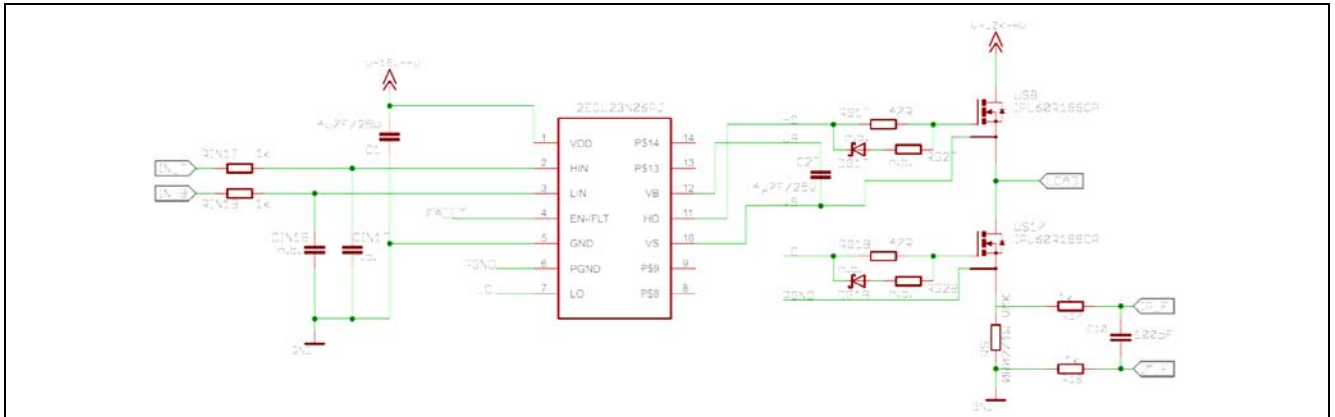


图17 使用电流取样电阻测量的英飞凌驱动器 2EDL23N06PJ

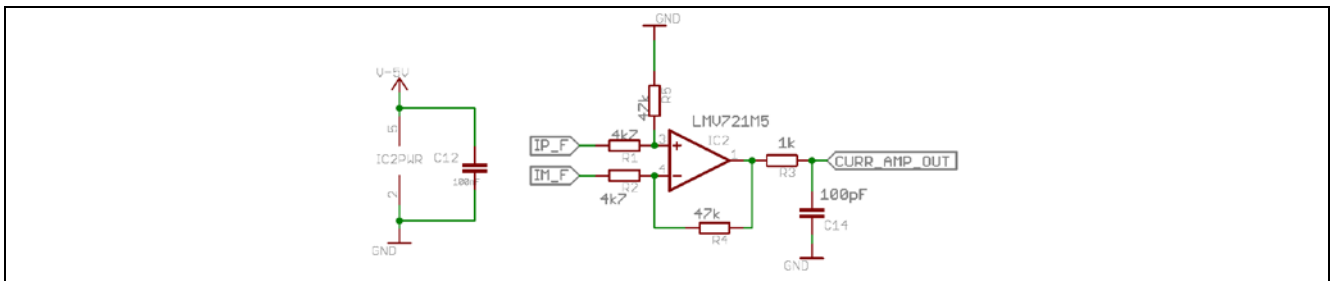


图18 电流放大器

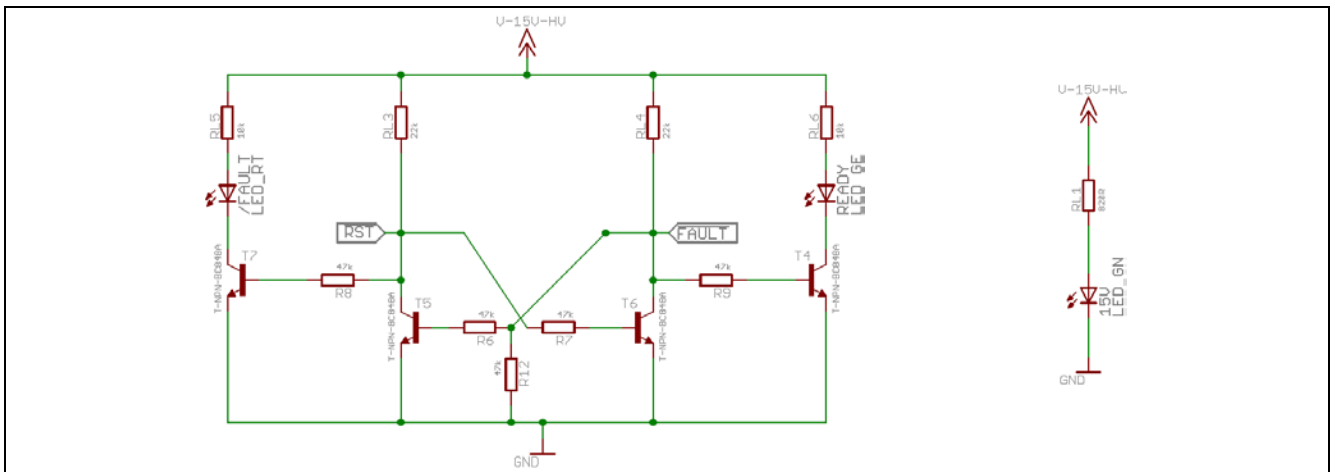


图19 LED、FAULT 和过流逻辑

## 4.2 布局

### 4.2.1 正面布局

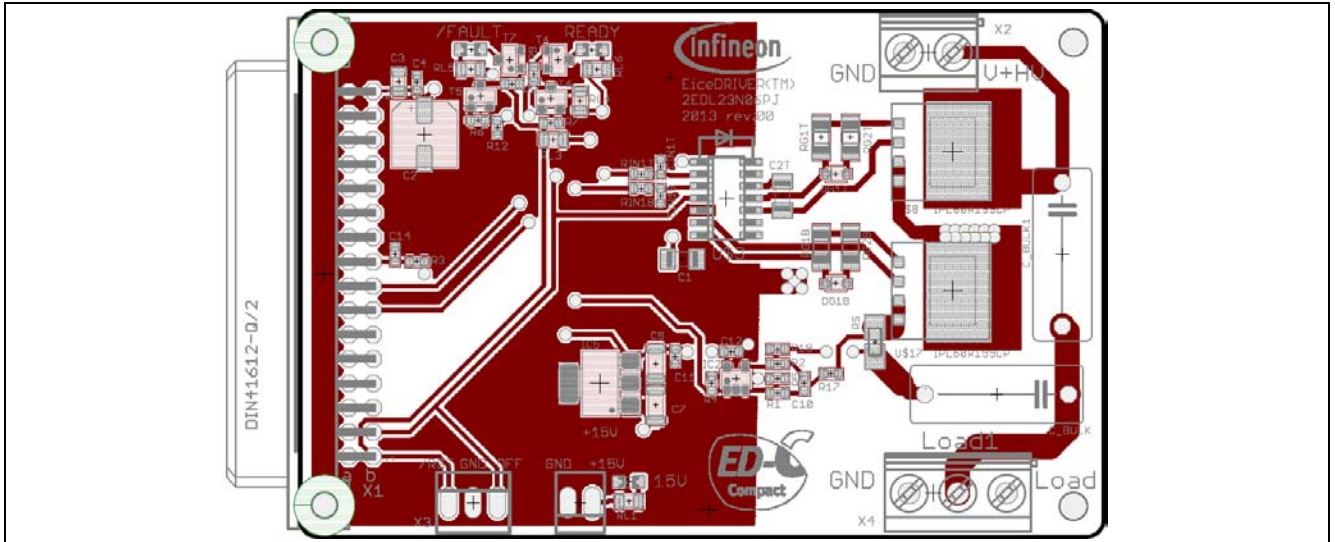


图20 EVAL-2EDL23N06PJ 正面布局

### 4.2.2 背面布局

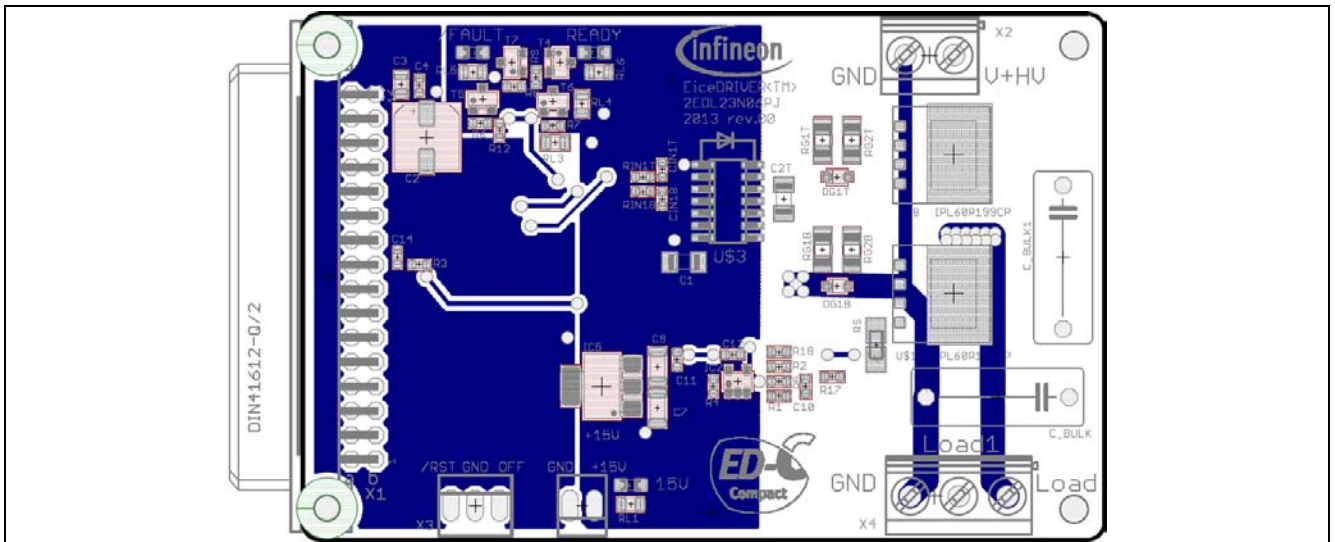


图21 EVAL-2EDL23N06PJ 背面布局

### 4.2.3 正面贴放

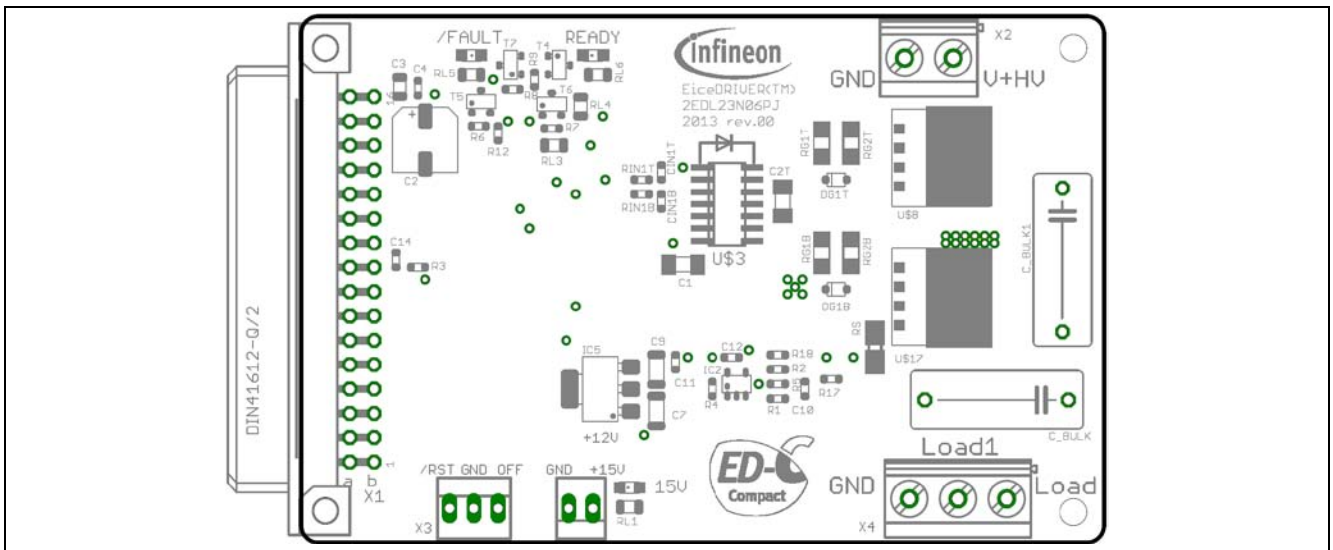


图22 EVAL-2EDL23N06PJ 正面贴放视图

### 4.3 物料清单

元件	值	封装
<b>C_BULK、C_BULK1</b>	330nF、450V	C-EU150-064X183
<b>C1</b>	4u7F/25V	C-EUC1206K
<b>C10、C14</b>	100pF	C-0603
<b>C12</b>	100nF	C-0603
<b>C2</b>	EEEFK1C101P 100µF/16V	SMD-C6.3x7.7
<b>C2T</b>	4µ7F/25V	C-1206
<b>C3</b>	1uF/10V	C-0805
<b>C4、C11</b>	100nF/10V	C-0603
<b>C5、C6、C8、C13</b>	nicht bestückt	C-EUC1206K
<b>C7</b>	4u7F/25V	C-1206
<b>C9</b>	4u7F/10V	C-1206
<b>IC2</b>	LMV721M5	IC-OP-TSV991AILT
<b>IC5</b>	IC-REG-TLE4264G	SOT223
<b>R1、R2</b>	4k7	R-0603
<b>R3、R17、R18、RIN1B、RIN1T</b>	1k	R-0603
<b>R4、R5、R6、R7、R8、R9、R12</b>	47k	R-0603
<b>READY</b>	LED_GE	LEDCHIPLED_0805
<b>RG1B、RG1T</b>	47R	R-EU_R1206
<b>RL1</b>	820R	R-0805
<b>RL3、RL4</b>	22k	R-0805
<b>RL5、RL6</b>	10k	R-0805
<b>RS</b>	0R02/1W	SMT-REF
<b>T4、T5、T6、T7</b>	T-NPN-BC848A	T-NPN-BC848A
<b>U\$3</b>	2EDL23N06PJ	2EDL_SO14-2_3A
<b>U\$8、U\$17</b>	IPL60R199CP	COOLMOS_THINKPAK
<b>X1</b>	FAB32Q2	FAB32Q2
<b>X2</b>	MKDSN1,5/2-5,08	MKDSN1,5/2-5,08
<b>X3</b>	22-23-2031	22-23-2031
<b>X4</b>	MKDSN1,5/3-5,08	MKDSN1,5/3-5,08

[www.infineon.com](http://www.infineon.com)

英飞凌科技股份有限公司发布