

新型 IGBT 驱动器 2ED300C17-S 的应用

李国

辽宁工学院 信息科学与工程学院, 辽宁 锦州 121001

Email: linitlg1688@163.com

摘要 本应用介绍了 Eupec 公司新推出的一款新型 IGBT 驱动器 2ED300C17-S 的功能特点, 标准输入输出配置, 以及模块对 IGBT 器件的保护原理及应用, 方便使用者使用。

关键词 半桥模式、软关断、敏感度

A new IGBT device module -2ED300C17-S

LI Guo

Information Science & Engineering College, Liaoning Institute of Technology, Jinzhou 121001, China

Abstract: Characters, standard input-output configuration of a new kind of IGBT driver 2ED300C17-S/ST produced by Eupec are described; protection theories and applications of the module for IGBT are introduced, convenient to users.

Keyword: half-bridge mode soft shutdown sensitivity

1. 前言

IGBT 既有功率 MOSFET 的电压驱动和高速开关特性, 又有双极型晶体管的大电流开关特性因此其得到了广泛应用。各种驱动电路和芯片应运而生, 目的是为了为了保证 IGBT 可靠安全的工作。针对目前驱动电路结构复杂, 可靠性不高的状况, Eupec 公司新推出的一款新型 IGBT 驱动器, 它具有以下特点:

能够驱动 1200V/1700V Eupec IGBT 器件;

V_{cesat} 监视各种故障并具有“软关断”功能;

内部变压器隔离, 输入输出没有公共地;

单电源供电内部采用 DC-DC SMPS;

尖峰电流输出抑制功能;

直接模式和半桥模式选择性“输出”的功能;

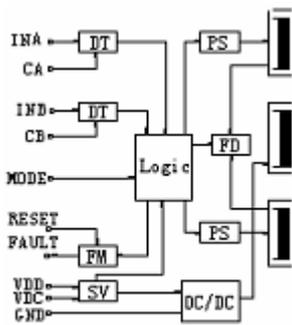


图1 驱动器内部结构(1)

- 高 RFI 抗干扰。

2. 结构图

2ED300C17-S 的内部结构图如图 1、2 所示, 图 1

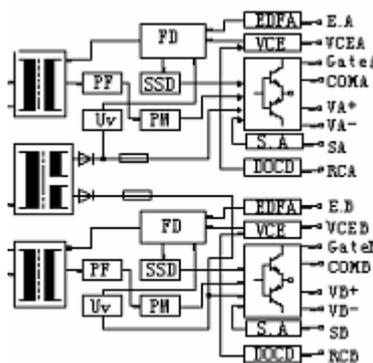


图2 驱动器内部结构(2)

为内部隔离变压器初级部分, 图 2 为内部隔离变压器初级部分。

2. 2ED300C17-S 的典型应用

2.1 电源

2ED300C17-S 有一个完整的 DC-DC 开关模式逆

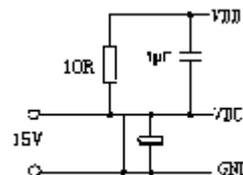


图3 驱动器供电电源

变频器, 产生次级所需电压。两个通道的初级电压为

+15V，次级为+16V。2ED300C17-S 只要求一个+15V 的外部电源。（见图 3）其电容值最小为 220μF。驱动器的开启电压为+15V，低电压故障与电压翻转速率相关。如果辅助电源电压掉到典型值+12V 以下，模块将其视为故障，将引起模块的复位。

2.2 模式选择

2ED300C17-S 驱动 Eupec IGBT 模块有两种模式：

直接模式：在这个模式下，2ED300C17-S 的两通道之间没有连接。通道 IN A 和 IN B 之间彼此独立工作，也可同一时刻开启。IN A 和 IN B 的输入由+15V PWM 信号来控制开关。直接模式的启动方式是把"模式选择"9 管脚接 GND(例如:12/13 管脚)。6 脚 CA 和 8 脚 CB 不连接。在直接模式中，输入 CA 和 CB 不能与 +15V 或地连接，由于 EMC 的原因，一般要求输入管脚 CA 和 CB 与地之间分别接一 470pF 的电容。

半桥模式：这种模式在 2ED300C17-S 的两个通道之间产生了互锁时间。也就是说，总是只有一个通道工作。如果有一个高电平出现在其中一个通道，这个通道打开。在这段时间如果有高电平信号出现在第二通道，信号将被忽略,直到第一个打开的通道关掉。开关之间的转换时间是可以选择的。这个由输入 6 脚 CA 和 8 脚 CB 来决定。半桥模式的启动方式是把 9 管脚"

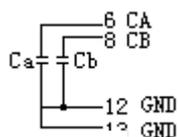


图 4

模式选择" 接至 VDD (1/2/3 管脚)（见图 4）。加电容接在 CA 和 CB 与 GND 之间。互锁时间要求的电容见表 1：

表 1

时间	1.6μs	2.0μs	2.4μs	3.4μs
CA/CB	n.c.	47pF	100pF	220pF
时间	4.3μs	5.4μs	9.6μs	
CA/CB	330pF	470pF	1nF	

2.3 逻辑和信号电平

两个输入（复位和模式）有最高为 20V 的电压的限制。开关的门限电压是 8V，所以+15V 为其提供了一个开关信号。复位输入是高电平，即一个高电平

$$R_{G\max} = R_{G\text{extern}} + R_{G\text{intern}} \quad (5)$$

信号复位。逻辑信号电平是 8V。

在直接和半桥模式下（见图 5），2ED300C17-S 的输入 IN A 控制通道 A，输入 IN B 控制通道 B。输入特性为施密特触发和高逻辑特性。高电平使 IGBT 打开，低电平使之关闭。两个输入信号在每通道的最大

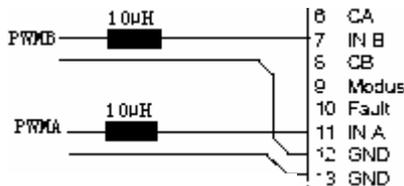


图 5 输入控制通道

工作电压可达 20V，短暂的负电压尖峰电压不会影响输入。开关门限电压为 8V。

2.4 IGBT 连接

2ED300C17-S 有两个独立通道来驱动 IGBT。它能驱动单个 IGBT，单个 IGBT 模块或者并联的 IGBT 模块。

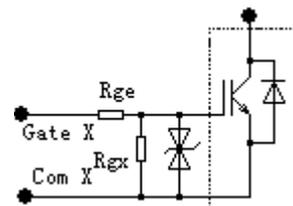


图 6 IGBT 连接

IGBT 模块的大小主要由 IGBT 的输入电容和开关频率决定（见图 6）。门极电流不是仅仅由外部的门极电阻来决定，许多 Eupec IGBT 模块带有内部门极电阻。此外，2ED300C17-S 具有低输出阻抗特性，所以在实际中不能通过外部门极电阻来限制门极电流。驱动功率和峰值电流的近似值可由下式实现。驱动功率：

$$PG = f \times (\Delta V_{GE})^2 \times C_{jes} \times 3 \quad (1)$$

$$P = P_{dd} + PG \quad (2)$$

f ：开关频率 C_{jes} ：输入电容 P_{dd} ：驱动器开关损耗；

$$\text{最大驱动电流: } IG_{\max} = \Delta V_{GE} / PG_{\min} \quad (3)$$

$$\Delta V = 30V_{at} \pm 15V \quad (4)$$

应用中应考虑门极电阻、还要门极—发射极电阻以及门极箝位。电阻可以选择 $R_{ge} < 10K\Omega$ 。门极箝位

可由击穿电压小于 18V 的齐纳二极管和抑制二极管来实现。二极管可以防止由寄生效应（例如米勒电容）对门极电压的抑制。

2.5 集电极连接

2ED300C17-S 能够测量 IGBT 集电极和发射极之间的电压，判断是否为短路，然后进行保护。应用中必须采用集电极的有源箝位来抑制动态电压的上升。集电极连接到 $V_{cesat A}$ 或 $V_{cesat B}$ ，实现短路关断作用。在关断期间集电极和 V_{cesat} 输入端接入一个或多个反向阻塞二极管来封锁 DC 母线电压。二极管的反向阻塞电压必须高于 IGBT 模块的电压（1200V/1700V）以及较高的开关频率。其中：（1） R_{ge} 、门极发射极箝位二极管、门极电阻以及集电极二极管应该尽可能的排列在一个很小的模块内。（2）如果驱动器和 IGBT 之间需要连线，门极线应该把发射极和集电极的连线拧到一起。连线应该尽可能的短，最长不超过 20cm。

2.6 IGBT 短路和过流关断 SSD“软关断”

2ED300C17-S V_{vce} 端检测短路或过电流。当 IGBT 导通时，2ED300C17-S 检测 V_{ce} 端的电压（见图 7）。

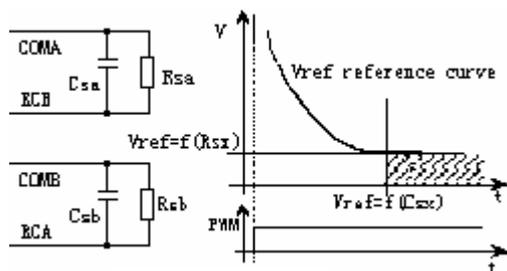


图 7 电流检测

如果 V_{ce} 端电压上升并超出先前设定的参考电压，将引起故障触发，同时 IGBT 通过软关断关闭，其仅由外部的 R_{sx} 和 C_{sx} 来调节。 R_{sx} 设定参考电压， C_{sx} 设定参考时间。电阻和电容连接在 RC A 和 COM A 之间或 RC B 和 COM B 之间。相互之间的关系如表 2 所示。

2ED300C17-S 中的比较器用来比较 V_{cesat} 输入端电压和参考电压 V_{ref} 。比较器中 V_{ce} 端的最大电压为 10V。当 IGBT 的导通时， V_{ce} 端的电压下降到由负载

表 2

Vref	$R_{sx} \backslash C_{sx}$	0pF	100pF
2V	$R_{sx}=2K\Omega$	0.5 μ s	1.5 μ s

2ED300C17-S 的输出通过硬关断，驱动器通过 Reset 来复位。其中：（1）软关断能够提升 V_{ge} ，但须按照前面所述的 IGBT 门极箝位方式连接。（2）Eupec IGBT 模块通常短路上升时间 $t_p \leq 10\mu$ s。通过计算外部 R_{sx} 和

4V	$R_{sx}=5.4K\Omega$	1 μ s	3 μ s
6V	$R_{sx}=12K\Omega$	1 μ s	4 μ s
8V	$R_{sx}=32K\Omega$	1 μ s	5 μ s
9V	$R_{sx}=70K\Omega$	1 μ s	5 μ s
Vref	$R_{sx} \backslash C_{sx}$	220pF	470pF
2V	$R_{sx}=2K\Omega$	3 μ s	5 μ s
4V	$R_{sx}=5.4K\Omega$	4 μ s	9 μ s
6V	$R_{sx}=12K\Omega$	6 μ s	
8V	$R_{sx}=32K\Omega$	7 μ s	
9V	$R_{sx}=70K\Omega$	7 μ s	

电流 I_c 决定的门限值。在 IGBT 导通期间，由设定的 V_{ref} 参考曲线防止重叠。从 16V 下降到设定的电压，由外部 C_{sx} 和 R_{sx} 网络决定。如果在任意时间 V_{ce} 端电压超过了参考电压，将触发故障、锁定驱动器并且 SSD（软关断）关闭。

2.7 Vcesat 测量的触发抑制

2ED300C17-S 利用一个 RC 时间网络来改变 V_{ce} 的灵敏度。在 IGBT 关断时一旦引起短路 RC 组合能够延长操作时间。一般推荐值 $R_{vce}=470\Omega$ 和 $C_{vce}=1nF$ 。如果 V_{cesat} 检测太敏感，可以增加 V_{ce} （增加 C_{vce} 或 R_{vce} ）的值来延长短路关闭的触发时间。

2.8 SSD“软关断”

当故障发生时，SSD“软关断”可以避免由于高电压引起 IGBT 损坏。正确设定 SSD 可以改变 IGBT 关断的电流变化率，器件从而可以承受较高的击穿电压。软关断由电阻 R_{ssd} 设置，该电阻外接在 S_{sense} 和 -16V 之间。IGBT 的类型和整个应用结构决定关断过程和击穿电压，电阻 R_{ssd} 的阻抗由 IGBT 单元的输入电容决定。带有大输入电容 C_{ies} 的 IGBT 模块，需要一个小 R_{ssd} 值，IGBT 单元带有一个低输入容量 C_{ies} ，该单元将需要一个小 R_{ssd} 值。 R_{ssd} 的损耗可由下面的公式计算：

$$P_{ssd} = 1024 / R_{ssd} \quad (6)$$

当有故障发生，软关断被激发，内部输出电容反向充电，因此 IGBT 的输入电容 C_{ies} 和米勒电容 C_{res} 缓慢放电。这个过程限制在 $t_{sd}=4\mu$ s。过了该时间

C_{sx} 确保不超过这个时间：

$$T_P - t_{sd} - t_{sys} = t_{ref} \quad (7)$$

T_p 为 IGBT 短路时间 $10\mu\text{s}$, t_{sd} 为 SSD 变换时间 $5\mu\text{s}$,

t_{sys} 为系统转换时间 $1\mu\text{s}$, t_{ref} 为参考时间 (V_{cesat} 的触发抑制时间)。

软关闭在故障的关断期间不是百分之百具有过压保护功能。如果发生短路的同时 PWM 脉冲也进入低电平时, SSD 则不能启动。此时有源箝位将会起到过电压保护的作用。

2.9 外部故障输入

2ED300C17-S 具有外部故障输入管脚 E.A 和 E.B。这些信号将一直保持高电平, 直到故障被响应。该输入可用作检测过温或过流。要注意的是输入 E.A 和 E.B 可能上升到 DC 总线的电压。当 E.A 和 E.B 不用时, 必须与 COM A/COM B 连接。

2.10 传感器检测输入

2ED300C17-S 的一个特性就是能够直接的控制驱动器的输出状态。在 IGBT 关断期间通过限制 di/dt 来抑制击穿电压。通过外加电路和 sense 输入可以在 IGBT 关断期间控制 di/dt 的每个工作点, 从而抑制关断过电压。"sense" 输入可以通过电压箝位直接回馈给模块。

此时齐纳二极管仅仅是极小的负载, 就像导通的二极管一样。软关断适应于每一种模块类型。在 Sense 和 -16V 之间应连接一个外部电阻 R_{ssd} 。

2.11 外加输出电压/缓冲电容

依靠利用内部的 DC-DC SMPS 为次级供电电源。在次级输出参照各自的 COM+16V, -16V 的电压并且连接各自的缓冲电容 C_{sup} , 缓冲电容应该放置在离 2ED300C17-S 最近的地方。这些电容满足抑制高的尖峰电流的要求应选择低阻抗的电容器。COM 为各个 IGBT 发射极的参考地。

3、小结

2ED300C17-S 模块很好的实现了 IGBT 的驱动功能, 起到了 IGBT 的保护作用, 大大减少了控制芯片的负担, 提高了系统得可靠性。

参考文献

- [1] M.Hornkamp. 2ED300C17-S /ST Datasheet and Application Note www.Eupec.com
- [2]. 电力电子器件及其应用. 李序葆等编著. 北京机械工业出版社, 1996