

数字电源控制器 UCD3028 CLF (Current Limit Flag) 功能的关断点详解

Neil Li

China Telecom Application Team

摘要

数字电源控制器 UCD3028 集成有 CLF 功能，常用作限流保护。当使能并触发 CLF 功能后，DPWM 模块会在关断点处立即关闭 DPWMxA 和 DPWMxB 的输出。本文详细讨论运行于开环模式和闭环模式的 DPWM 的 CLF 关断点位置，以方便于 CLF 的实际应用。

目录

1	UCD3028 的 CLF 模块	2
2	CLF 关断点	2
	2.1 DPWM4 的关断.....	2
	2.2 DPWM1 的关断.....	5
	2.3 实验结果汇总.....	6
3	结论	7
4	参考文献	7

图

图 1:	CLF 触发并关断 DPWM	2
图 2:	DPWM4 被触发后的 CLF 关断 1	3
图 3:	DPWM4 被触发后的 CLF 关断 2	4
图 4:	DPWM4 被触发后的 CLF 关断 3	5
图 5:	DPWM4 被触发后的 CLF 关断 1	6
图 6:	DPWM1 被触发后的 CLF 关断 2	6

1 UCD3028 的 CLF 模块

CLF (Current Limit Flag) 硬件模块是用来实现限流保护的。CLF 模块的输入信号是模拟比较器的输出，而 CLF 的输出则是在对应 DPWM 的某个时刻被识别(下文将详述何时完成识别)，如果此时 CLF 已触发，会立即关闭驱动。在实际使用中，当外界信号触发模拟比较器阈值并使其翻转后，便可触发 CLF 模块。因此，外界信号不仅限于电流信号，这也拓宽了 CLF 的应用场景。

下面代码是完成 CLF 的初始化：将模拟比较器的 A 与 DPWM4 的 CLF 关联起来，并使能 CLF 及 CLF 的中断功能。

```
MacRegs.CLFCTRL.bit.ANALOG_COMP_D=0; //DPWM4 to Analog Comparator A.
Dpwm4Regs.DPWMCLFCTRL.bit.COUNT_MAX=1;
Dpwm4Regs.DPWMCLFCTRL.bit.COUNT_CONT=0;
Dpwm4Regs.DPWMCLFCTRL.bit.CLF_ENA=1;
Dpwm4Regs.DPWMINT.bit.CLF_INT_ENA = 1;
```

如图 1，为触发 CLF 后关断驱动的示意图。（CH2: DPWM4A, CH3: 模拟比较器 A 的输入）

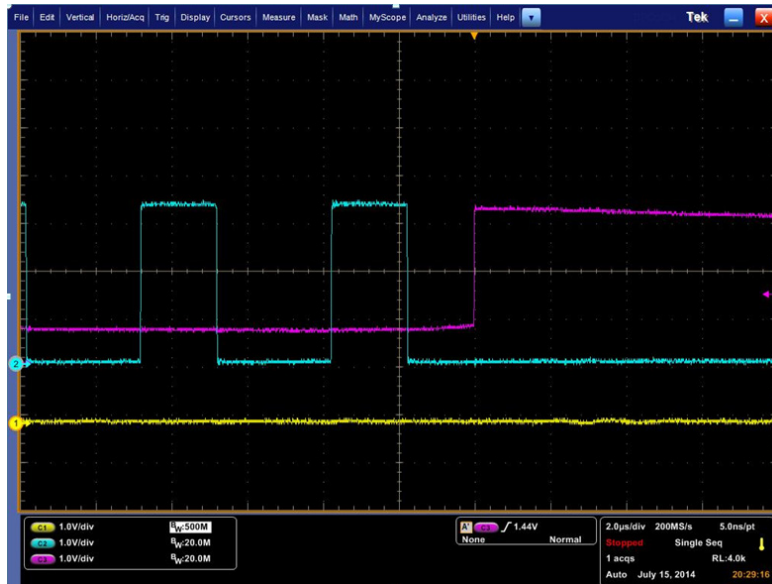


图 1: CLF 触发并关断 DPWM

2 CLF 关断点

CLF 触发后，会在 DPWM 的某个时刻被识别并立即关闭驱动。这个关断点不是 DPWM 的 Event2 时刻，而是由环路输出值决定的。下文将通过一系列实验，证明这个结论。

2.1 DPWM4 的关断

DPWM4 及 DPWM1 的初始化配置如下：

- 1) DPWM4 配置为被 CLF 关断；
- 2) DPWM1 配置为 Master，DPWM4 配置为 Slave；

- 3) DPWM1 是闭环控制，关联到 Filter1.
- 4) DPWM4 是开环控制，关联到 Filter1.
 - DPWM4 的参数如下：周期是 2500; EVT1 = 0, EVT2 =10000;
 - Dpwm4Regs.DPWMCTRL1.bit.CLA_CH_SEL = 0;

图 2 是 CLF 触发并关断 DPWM4 的波形(CH2 为 DPWM4, CH3 为 DPWM1, CH4 为模拟比较器的输入)。通过波形可以得到如下信息：

- 1) 在关断前的波形上可以观察到，DPWM1 的占空比小于 DPWM4，即 Filter1 的输出值小于 DPWM4 的 Event2.
- 2) DPWM4 被关断的时刻对应 DPWM1 的 Event2，而不是 DPWM4 的 Event2，这说明 DPWM4 的 CLF 关断点其实是由 Filter1 的输出决定的。

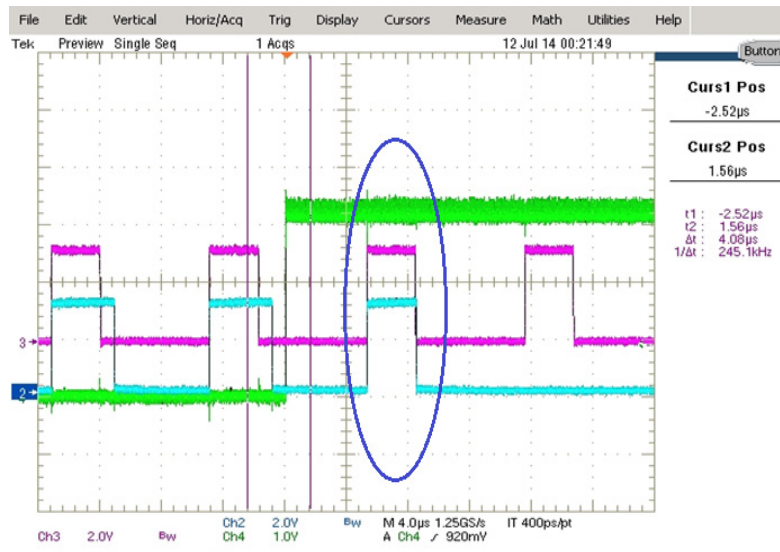


图 2：DPWM4 被触发后的 CLF 关断 1

重新修改 DPWM4 的配置，如下：（下滑线为改动部分）

- 1) DPWM4 配置为被 CLF 关断；
- 2) DPWM1 配置为 Master，DPWM4 配置为 Slave；
- 3) DPWM1 是闭环控制，关联到 Filter1.
- 4) DPWM4 是闭环控制，关联到 Filter4.
 - Dpwm4Regs.DPWMCTRL1.bit.CLA_CH_SEL = 3;

图 3 是 CLF 触发并关断 DPWM4 的波形(CH2 为 DPWM4, CH3 为 DPWM1, CH4 为模拟比较器的输入)。通过波形可以得到如下信息：

- 1) 在关断前的波形上，观察 DPWM1 和 DPWM4 的占空比可知，Filter1 的输出值大于 Filter4 的输出值；

2) DPWM4 的关断时刻由 Filter4 的输出决定。

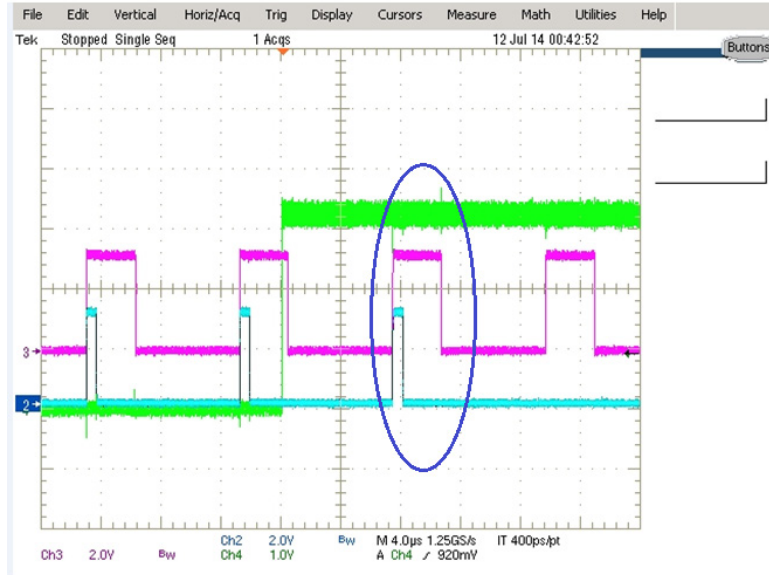


图 3: DPWM4 被触发后的 CLF 关断 2

重新修改 DPWM4 的配置，如下：（下滑线为改动部分）

- 1) DPWM4 配置为被 CLF 关断；
- 2) DPWM1 配置为 Master，DPWM4 配置为 Slave；
- 3) DPWM1 是闭环控制，关联到 Filter1.
- 4) DPWM4 是开环控制，关联到 Filter4.
 - DPWM 的参数如下：周期是 2500; EVT1 = 0, EVT2 = 10000;
 - Dpwm4Regs.DPWMCTRL1.bit.CLA_CH_SEL = 3;

图 4 是 CLF 触发并关断 DPWM4 的波形(CH2 为 DPWM4，CH3 为 DPWM1，CH4 为模拟比较器的输入)。通过波形可以得到如下信息：

- 1) 在关断前的波形上可以观察到，DPWM1 的占空比小于 DPWM4，即 Filter1 的输出值小于 DPWM4 的 Event2.
- 2) DPWM4 被关断的时刻早于 DPWM1 的 Event2，更早于 DPWM4 的 Event2。结合图 3 知，此时 DPWM4 的 CLF 关断点其实是由 Filter4 的输出（该输出值较小）决定的。

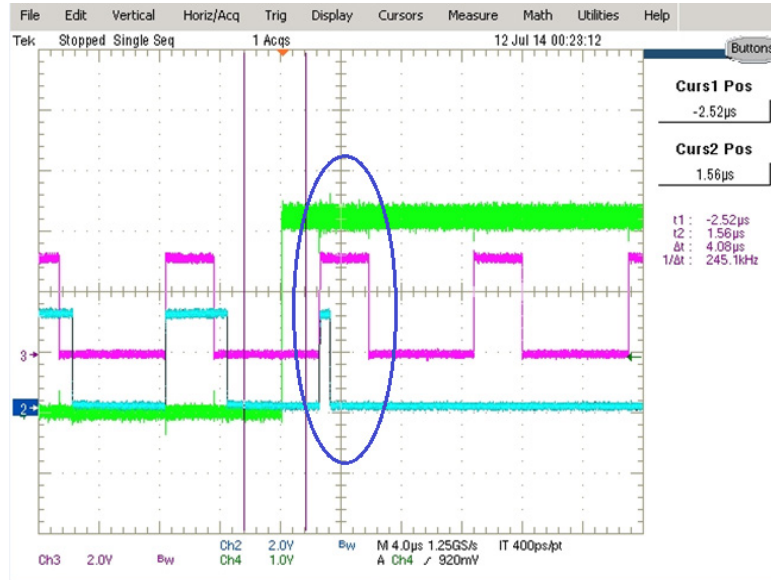


图 4: DPWM4 被触发后的 CLF 关断 3

2.2 DPWM1 的关断

DPWM1 及 DPWM4 的初始化配置如下:

- 1) DPWM1 配置为被 CLF 关断;
- 2) DPWM1 配置为 Master, DPWM4 配置为 Slave;
- 3) DPWM1 是开环控制, 关联到 Filter1.
 - DPWM1 的参数如下: 周期是 2500; EVT1 = 0, EVT2 =8000;
- 4) DPWM4 是闭环控制, 关联到 Filter1.
 - Dpwm4Regs.DPWMCTRL1.bit.CLA_CH_SEL = 0;

图 5 是 CLF 触发并关断 DPWM1 的波形(CH2 为 DPWM4, CH3 为 DPWM1, CH4 为模拟比较器的输入)。通过波形可以得到如下信息:

- 1) DPWM1 的占空比小于 DPWM4 的, 即 DPWM1 的 Event2 小于 Filter1 的输出。
- 2) 触发 CLF 后, DPWM1 还没有到达关断点 (Filter1 的输出决定), 即被 Event2 关闭。

重新修改 DPWM1 及 DPWM4 的初始化配置, 如下: (下滑线为改动部分)

- 1) DPWM1 配置为被 CLF 关断;
- 2) DPWM1 配置为 Master, DPWM4 配置为 Slave;
- 3) DPWM1 是开环控制, 关联到 Filter1.
 - DPWM1 的参数如下: 周期是 2500; EVT1 = 0, EVT2 =16000;
- 4) DPWM4 是闭环控制, 关联到 Filter1.
 - Dpwm4Regs.DPWMCTRL1.bit.CLA_CH_SEL = 0;

图 6 是 CLF 触发并关断 DPWM1 的波形(CH2 为 DPWM4，CH3 为 DPWM1，CH4 为模拟比较器的输入)。通过波形可知：

- 1) DPWM1 的占空比大于 DPWM4 的，即 DPWM1 的 Event2 大于 Filter1 的输出。
- 2) DPWM1 触发 CLF 后被关断的位置是由 Filter 的输出决定的，而不是 Event2 的位置。

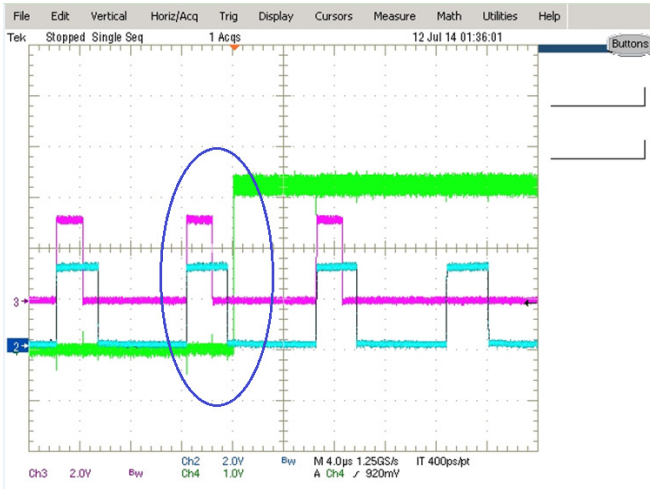


图 5: DPWM4 被触发后的 CLF 关断 1

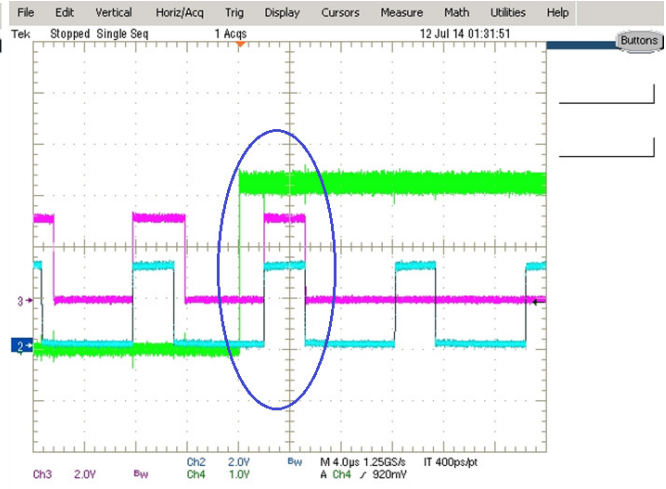


图 6: DPWM1 被触发后的 CLF 关断 2

2.3 实验结果汇总

通过上述一系列实验可知，无论是 DPWM1 还是 DPWM4，在使能 CLF 功能后，其关断点都遵循下表所示的规律：

DPWM 模式		CLF 关断点
开环模式	Event2 > Filter 输出	关联的 Filter 输出决定
	Event2 < Filter 输出	关联的 Filter 输出决定 (由于 Event2 小于 Filter 的输出，实际上 DPWM 的关断位置对应于 Event2 时刻。)
闭环模式	/	Filter 输出决定

3 结论

1. CLF 在每个开关周期检测一次，检测的时刻是当 DPWM 的 **period counter** 与 **filter** 输出相等时。如果此时 CLF 已触发，驱动会立即被关闭。因此，CLF 关断点是由 **Filter** 输出决定的，且是关联到该 DPWM 的 **Filter**。
2. CLF 关断 DPWM 的机制与 DPWM 运行于开环模式还是闭环模式无关。

4 参考文献

1. UCD3028 datasheet, Texas Instruments Inc., 2010
2. UCD30xx Fusion Digital Power Peripherals Programmer's Manual, Texas Instruments Inc., 2010

重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权根据 JESD46 最新标准, 对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权根据 JESD48 最新标准中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的组件的性能符合产品销售时 TI 半导体产品销售条件与条款的适用规范。仅在 TI 保证的范围内, 且 TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非适用法律做出了硬性规定, 否则没有必要对每种组件的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用 TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何 TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了 TI 组件或服务的组合设备、机器或流程相关的 TI 知识产权中授予的直接或间接版权限作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从 TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是 TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于 TI 的产品手册或数据表中 TI 信息的重要部分, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任或义务。复制第三方的信息可能需要服从额外的限制条件。

在转售 TI 组件或服务时, 如果对该组件或服务参数的陈述与 TI 标明的参数相比存在差异或虚假成分, 则会失去相关 TI 组件或服务的所有明示或暗示授权, 且这是不正当的、欺诈性商业行为。TI 对任何此类虚假陈述均不承担任何责任或义务。

客户认可并同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由 TI 提供, 但他们将独自负责满足与其产品及其应用中使用 TI 产品相关的所有法律、法规和安全相关要求。客户声明并同意, 他们具备制定与实施安全措施所需的全部专业技术和知识, 可预见故障的危险后果、监测故障及其后果、降低有可能造成人身伤害的故障的发生机率并采取适当的补救措施。客户将全额赔偿因在此类安全关键应用中使用任何 TI 组件而对 TI 及其代理造成的任何损失。

在某些场合中, 为了推进安全相关应用有可能对 TI 组件进行特别的促销。TI 的目标是利用此类组件帮助客户设计和创立其特有的可满足适用的功能安全性标准和要求的终端产品解决方案。尽管如此, 此类组件仍然服从这些条款。

TI 组件未获得用于 FDA Class III (或类似的生命攸关医疗设备) 的授权许可, 除非各方授权官员已经达成了专门管控此类使用的特别协议。

只有那些 TI 特别注明属于军用等级或“增强型塑料”的 TI 组件才是设计或专门用于军事/航空应用或环境的。购买者认可并同意, 对并非指定面向军事或航空航天用途的 TI 组件进行军事或航空航天方面的应用, 其风险由客户单独承担, 并且由客户独自负责满足与此类使用相关的所有法律和法规要求。

TI 已明确指定符合 ISO/TS16949 要求的产品, 这些产品主要用于汽车。在任何情况下, 因使用非指定产品而无法达到 ISO/TS16949 要求, TI 不承担任何责任。

	产品		应用
数字音频	www.ti.com.cn/audio	通信与电信	www.ti.com.cn/telecom
放大器和线性器件	www.ti.com.cn/amplifiers	计算机及周边	www.ti.com.cn/computer
数据转换器	www.ti.com.cn/dataconverters	消费电子	www.ti.com.cn/consumer-apps
DLP® 产品	www.dlp.com	能源	www.ti.com.cn/energy
DSP - 数字信号处理器	www.ti.com.cn/dsp	工业应用	www.ti.com.cn/industrial
时钟和计时器	www.ti.com.cn/clockandtimers	医疗电子	www.ti.com.cn/medical
接口	www.ti.com.cn/interface	安防应用	www.ti.com.cn/security
逻辑	www.ti.com.cn/logic	汽车电子	www.ti.com.cn/automotive
电源管理	www.ti.com.cn/power	视频和影像	www.ti.com.cn/video
微控制器 (MCU)	www.ti.com.cn/microcontrollers		
RFID 系统	www.ti.com.cn/rfidsys		
OMAP应用处理器	www.ti.com.cn/omap		
无线连通性	www.ti.com.cn/wirelessconnectivity	德州仪器在线技术支持社区	www.deyisupport.com

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2015, Texas Instruments Incorporated