

# 数字电源控制器 UCD3138 的逐周期保护功能说明

Neil Li, Sundy Xu

China Telecom Application Team

## 摘 要

UCD3138 是德州仪器(Texas Instruments)公司推出的最新一代数字电源控制器，于 2012 年第一季度正式发布。相比于上一代数字电源控制器 UCD30xx，其在诸多方面有着重要改进，功能更加丰富，性能更加强大。本文基于一款采用硬开关全桥（副边采用全波整流）拓扑的开关电源，详细介绍了 UCD3138 的逐周期保护功能（cycle by cycle limitation）的硬件设计、软件配置和实测数据。在完成对上述功能理解的同时也可以清楚的了解到 UCD3138 的优势所在。本文的最后部分给出了参考文献。

## 目 录

1	逐周期保护功能的设计与实现.....	2
1.1	逐周期功能实现描述 .....	2
1.2	逐周期功能的硬件设计 .....	2
1.3	逐周期保护功能的软件设计 .....	3
1.4	逐周期保护功能的实测波形 .....	4
2	参考文献.....	4

## 图

图 1:	UCD3138 内部的 CBC 模块 .....	2
图 2:	原边电流检测电路 .....	2
图 3:	触发 CBC 后，占空比被限制 .....	4

# 1 逐周期保护功能的设计与实现

逐周期 (cycle by cycle) 保护功能是 UCD3138 相比于 UCD30xx 的一个重要改进，旨在实现原边侧的逐周期保护，在有输入电压浪涌，输出短路等场合可以实现快速响应与保护。

## 1.1 逐周期功能实现描述

在 UCD3138 芯片内部的每个 DPWM 模块都有且只有一个 cycle by cycle (CBC) 硬件模块，如下图 3 所示。当 CBC 模块接收到触发信号 (FAULT) 后，CBC 模块会立即响应以限制当前 DPWM A 和 DPWM B 的占空比，这就实现了 cycle by cycle 保护功能。

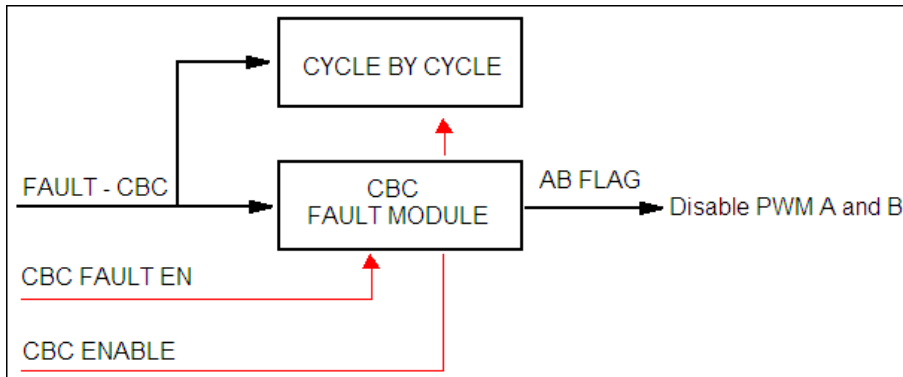


图 1: UCD3138 内部的 CBC 模块

## 1.2 逐周期功能的硬件设计

如下图 2 所示，该电路为原边电流检测电路。借助电流互感器（匝比为 100:1），在 AD04 网络处得到的电压反映了原边电流的大小，其关系式为： $V_{AD04} = I_{pri} \times \frac{1}{100} \times 5 = \frac{I_{pri}}{20}$ 。该网络处的电压将通过模拟比较器传输到 UCD3138 芯片内部。

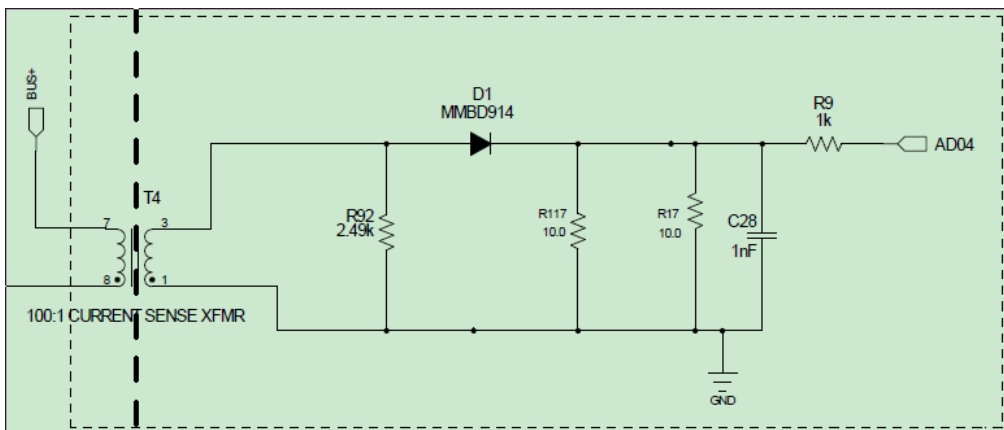


图 2: 原边电流检测电路

### 1.3 逐周期保护功能的软件设计

逐周期保护功能的软件设计包含了模拟比较器 AD04 的相关配置、AD04 与 DPWM 的关联、cycle by cycle 相关参数的配置等几个重要部分，下文将一一进行阐述。

#### 1) 模拟比较器 AD04 的配置

下面代码完成了对模拟比较器阈值的设置，即触发 CBC 的电压点。“ACOMP\_D\_THRESH”的分辨率为 19.5mv，阈值电压设置为 30（585mv）。在选定外部电阻（R17，R117）后，可微调该参数，以期得到合适阈值电压。

```
FaultMuxRegs.ACOMPCTRL1.bit.ACOMP_D_THRESH = 30;
```

#### 2) 模拟比较器 AD04 与 DPWM 的关联

下面代码完成了 AD04（即代码中的比较器 D）与 DPWM0 和 DPWM1 的关联。即，当电压超过 AD04 阈值电压后，DPWM0 和 DPWM1 的占空比会被限制。

```
FaultMuxRegs.DPWM0CLIM.bit.ACOMP_D_EN = 1;
```

```
FaultMuxRegs.DPWM1CLIM.bit.ACOMP_D_EN = 1;
```

#### 3) Blanking time 的设置

下面代码设置了 Blanking time。“BLANK\_A\_END”位的分辨率为 4ns，因此该代码设置了 Blanking time 的值为 100ns。

```
Dpwm0Regs.DPWMBLKABEG.bit.BLANK_A_BEGIN=0;
```

```
Dpwm0Regs.DPWMBLKAEND.bit.BLANK_A_END =25;
```

#### 4) 连续触发 CBC 个数的设置

下面代码的含义是需要连续触发 20 次 CBC 后系统才会做出响应，可以是关机或不动作（具体响应机制需要在另一代码中设置）。

```
Dpwm0Regs.DPWMFLTCTRL.bit.CBC_MAX_COUNT = 20;
```

#### 5) CBC 使能

下面代码为使能 CBC 的关键代码。当与之关联的 DPWM 配置为 Normal Mode 时，设置下面标志位为 1，便使能了 CBC 功能。

```
Dpwm0Regs.DPWMCTRL0.bit.CBC_ADV_CNT_EN = 1;
```

```
Dpwm0Regs.DPWMCTRL0.bit.CBC_PWM_AB_EN = 1;
```

#### 6) 连续触发 CBC 后的响应

下面代码完成当连续触发 20 次 CBC 后系统的响应。当设置为 1，则系统的响应是关闭驱动，同时软件状态机跳转到 Idle 模式。

```
Dpwm0Regs.DPWMFLTCTRL.bit.CBC_FAULT_EN = 1;
```

## 1.4 逐周期保护功能的实测波形

测试逐周期保护功能时，需要将副边过流保护暂时屏蔽。同时，为充分观察 CBC 的效果，设置触发 CBC 的响应动作作为不关闭驱动，系统正常发波运行。当给系统加载到 20A 并触发 CBC 后，由于系统不关闭驱动，全桥原边占空比会逐渐被限制，直到变为最小占空比。

实测波形见下图 3。由于触发 CBC 后占空比会被限制缩小而不关机，因此输出电压会被逐渐拉低。当输出电压稳定后，占空比即被限制到了最小。最小占空比的宽度主要由 Blanking time(100ns)和硬件比较器的响应时间(50ns)决定。

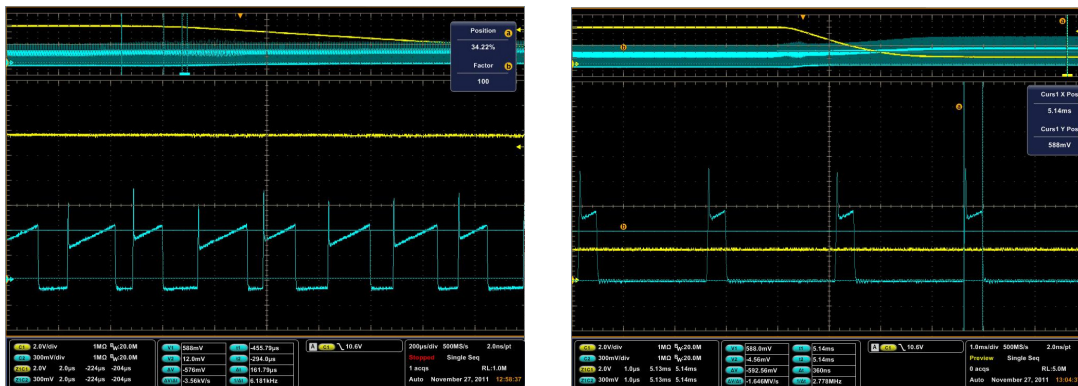


图 3：触发 CBC 后，占空比被限制

## 2 参考文献

1. UCD3138 datasheet, Texas Instruments Inc., 2011
2. UCD31xx Central Interrupt Module (CIM) Programmer's Manual, Texas Instruments Inc., 2011
3. UCD31xx Fusion Digital Power Peripherals Programmer's Manual, Texas Instruments Inc., 2011
4. UCD31xx Miscellaneous Analog Control \_MAC\_, Texas Instruments Inc., 2011

## 重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权在不事先通知的情况下, 随时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, 并有权随时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 保证其所销售的硬件产品的性能符合TI 标准保修的适用规范。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。除非政府做出了硬性规定, 否则没有必要对每种产品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 产品或服务的组合设备、机器、流程相关的TI 知识产权中授予的直接或隐含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, 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。在复制信息的过程中对内容的篡改属于非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任。

在转售TI 产品或服务时, 如果存在对产品或服务参数的虚假陈述, 则会失去相关TI 产品或服务的明示或暗示授权, 且这是非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类虚假陈述不承担任何责任。

TI 产品未获得用于关键的安全应用中的授权, 例如生命支持应用(在该类应用中一旦TI 产品故障将预计造成重大的人员伤亡), 除非各方官员已经达成了专门管控此类使用的协议。购买者的购买行为即表示, 他们具备有关其应用安全以及规章衍生所需的所有专业技术和知识, 并且认可和同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由TI 提供, 但他们将独力负责满足在关键安全应用中使用其产品及TI 产品所需的所有法律、法规和安全相关要求。此外, 购买者必须全额赔偿因在此类关键安全应用中使用TI 产品而对TI 及其代表造成的损失。

TI 产品并非设计或专门用于军事/航空应用, 以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品属于“军用”或“增强型塑料”产品。只有TI 指定的军用产品才满足军用规格。购买者认可并同意, 对TI 未指定军用的产品进行军事方面的应用, 风险由购买者单独承担, 并且独力负责在此类相关使用中满足所有法律和法规要求。

TI 产品并非设计或专门用于汽车应用以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品符合ISO/TS 16949 要求。购买者认可并同意, 如果他们在汽车应用中使用任何未被指定的产品, TI 对未能满足应用所需要求不承担任何责任。

可访问以下URL 地址以获取有关其它TI 产品和应用解决方案的信息:

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

邮寄地址: 上海市浦东新区世纪大道 1568 号, 中建大厦 32 楼 邮政编码: 200122  
Copyright © 2012 德州仪器 半导体技术 (上海) 有限公司