
SAMD/E5x——TCC 模块的高级特性

简介

SAMD/E5x 的针对控制应用的定时器计数器（Timer Counter for Control, TCC）模块极其灵活，可用于多种应用。此外，TCC 还因为可以用于各种形式的电机控制应用而闻名。在电机控制应用中，对于由交流电源供电的系统，在进行电机控制之前需要先调理功率。TCC 模块具有内置功能，可以实现交错式功率因数校正，从而降低系统设计中的低效和成本问题，适用于控制电机的功率调理。交错式功率因数校正通过在 RAMP2x 中配置 TCC 模块的 2 个输出来操作 2 个并联的 PFC 转换器，使二者的相位差为 180°。重要的是精确地保持两个转换器的相位以保持两个通道之间的相等负载分配。这可以通过将 TCC 模块配置为三种 RAMP2x 操作中的一种来实现。

本文档重点介绍 RAMP2x 操作的一般设置和输出以及 TCC 模块的内建故障。如果单片机中的任何位置发生故障，都将快速传递至 TCC 模块，以便立即执行保护或控制方法。本文档介绍了用于管理这些应用的 TCC 配置，并涵盖了相关的示例项目。

目录

简介.....	1
1. TCC RAMP 操作.....	3
2. TCC 故障操作.....	6
3. 示例项目.....	7
3.1. 外设配置.....	7
3.2. 设置和执行示例应用.....	7
4. RAMP2 输出.....	11
5. RAMP2A 输出.....	12
6. RAMP2C 输出.....	13
7. 不可恢复故障输出.....	16
8. 结论.....	17
Microchip 网站.....	18
变更通知客户服务.....	18
客户支持.....	18
Microchip 器件代码保护功能.....	18
法律声明.....	19
商标.....	19
DNV 认证的质量管理体系.....	20
全球销售及服务网点.....	21

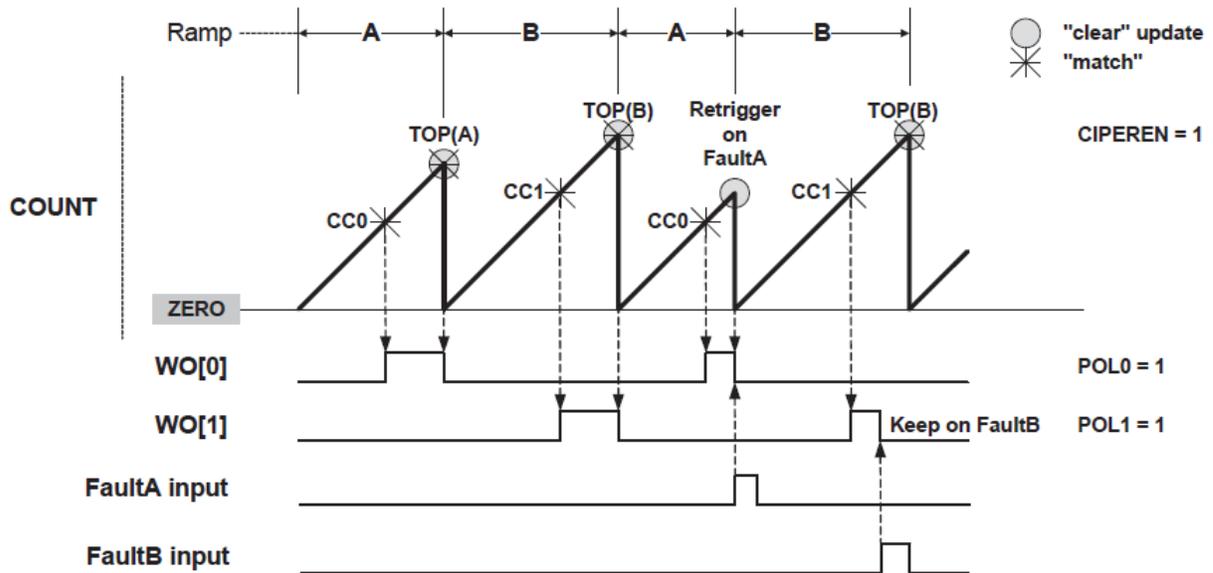
1. TCC RAMP 操作

三种不同的 RAMP2x 操作分别是标准 RAMP2 (RAMP2)、备用 RAMP2 (RAMP2A) 和临界 RAMP2 (RAMP2C)。在本文档中, 为避免混淆, 分别将这三种模式称为 RAMP2、RAMP2A 和 RAMP2C。但对于所有操作的一般参考, 会使用 RAMP2x。

RAMP2x 功能将在单个 TCC 模块中交错两个输出信号的占空比。RAMP2x 功能需要在单斜率模式下使用 TCC 模块 (向上或向下计数但不能同时计数)。每种不同的 RAMP2x 操作使用 TCC 模块中可用的不同资源来实现交错输出。三种 RAMP2x 操作的差异如下图所示。

标准 RAMP2 (RAMP2)

图 1-1. RAMP2 资源使用和输出



RAMP2 操作使用 TCC 模块的 PER 寄存器来确定两个输出波形的周期。TCC 模块的 CC0 和 CC1 寄存器分别用于定义 W[0] 和 W[1] 的占空比。要确定操作的周期 (A 或 B), 请参考 STATUS 寄存器的索引位 (STATUS.IDX)。

在上图中, 假设 WO[0] 和 WO[1] 的输出在相应的 CCx 值与 COUNT 匹配时开始占空比, 在 TOP 或 PER 值与 COUNT 匹配时结束, 这是因为极性位 (POLx) 已置 1。如果极性位清零, 占空比将在 COUNT 复位时开始, 在 CCx 匹配时结束。

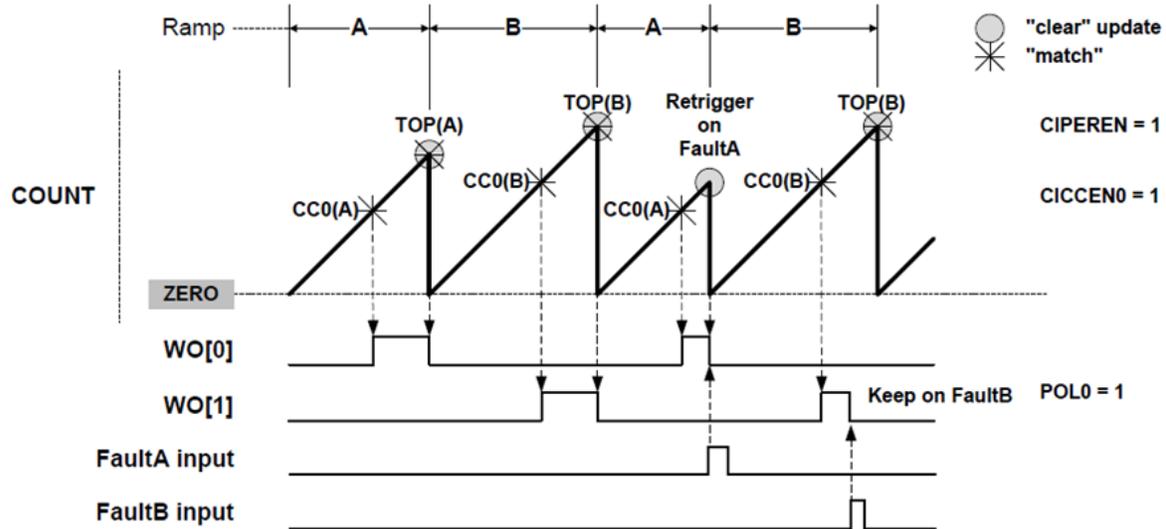
RAMP2 操作还可以为周期 A 和周期 B 提供不同的周期。要为周期 A 和周期 B 使能两个不同的周期值, 则必须使能周期循环缓冲区 (CIPEREN) 并写入 PERB 寄存器。

- PER—周期 A 和周期 B 的周期
- PERB—初始化时, 如果使能周期循环缓冲区 (WAVE.CIPEREN), 则 PERB 将定义周期 B 的周期, PER 定义周期 A 的周期
- CC0——定义周期 A 的占空比
- CC1——定义周期 B 的占空比

在所有情况下, 都应通过周期缓冲寄存器 PERB 或比较通道缓冲区 CCBx 来应用周期或占空比的更新。必须使用 STATUS 寄存器的索引位 (STATUS.IDX) 来识别操作的周期 (A 或 B), 以确保正确更新周期。

备用 RAMP2 (RAMP2A)

图 1-2. RAMP2A 资源使用和输出



在 RAMP2A 操作中，CC0 需要使用循环缓冲区（CICCEN）为周期 A 和周期 B 提供两种不同的占空比。可通过在 OVF 标志或 MC 标志期间写入 CCB0 寄存器来更新占空比。在 OVF 标志期间写入 CCB0 将更改周期 B 的占空比。在 MC 标志期间写入 CCB0 将更改周期 A 的占空比。要进一步识别操作的周期（A 或 B），请参考 STATUS 寄存器的索引位（STATUS.IDX）。为在更新占空比时无需监视 OVF 和 MC 标志，可使用 DMA 填充适当的缓冲寄存器。

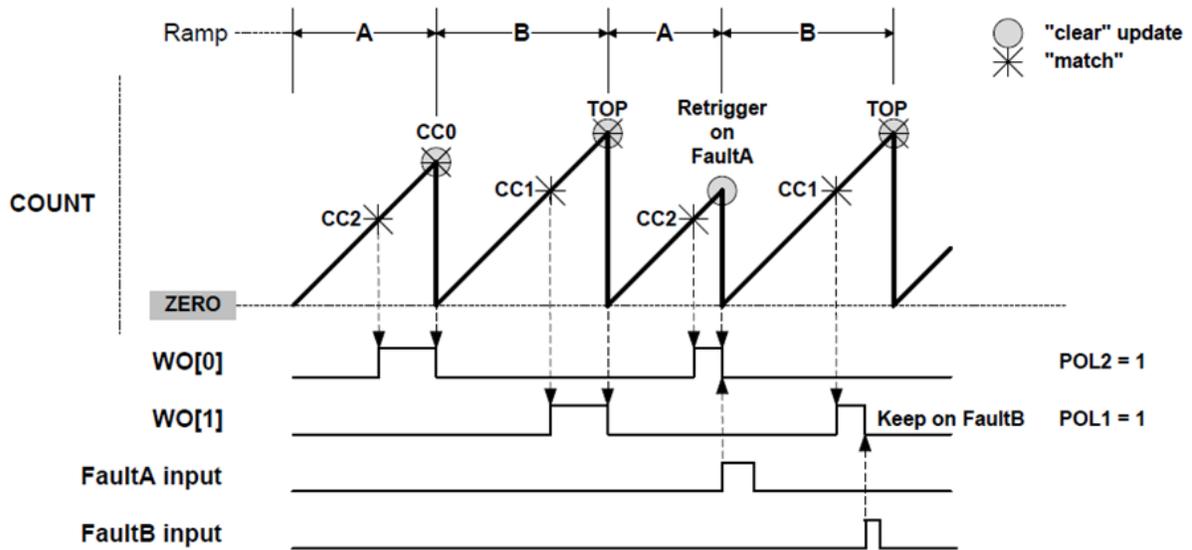
RAMP2A 操作使用 TCC 模块的 PER 寄存器来确定两个输出波形的周期。如果周期 A 和周期 B 输出需要不同的周期，则必须使能周期循环缓冲区（CIPEREN）。PER 和 PERB 寄存器与上述 CC0 和 CCB0 类似，可在适当的时间提供周期更新。如果要使用 DMA，则必须为周期管理初始化单独的 DMA 通道。

- PER——如果未使能周期循环缓冲区，则定义周期 A 和周期 B 的周期。
- PERB——启动时，PERB 定义周期 A 的周期，PER 定义周期 B 的周期。TCC 模块启动后，PERB 保持下个周期的周期值。
- CC0——定义周期 B 的占空比。
- CCB0——定义周期 A 的占空比。需要使能 CC 循环缓冲区（WAVE.CICCEN0）。

在 RAMP2A 操作中，无论是否使用 DMA，都应通过缓冲寄存器（PERB 或 CCBx）应用周期或占空比的更新。如果周期和占空比在周期 A 和周期 B 中具有不同的值，并使用 DMA，则需要两个 DMA 通道，一个用于 PERB，一个用于 CCBx。

临界 RAMP2 (RAMP2C)

图 1-3. RAMP2C 资源使用和输出



RAMP2C 操作是最简单和最容易理解的设置，因为实现中不使用循环缓冲区。设置如下所示。上图说明了使用 POL2 设置 WO[0] 的输出的极性，因为周期 A 的占空比由 CC2 定义。

- PER——定义周期 B 的周期
- CC0——定义周期 A 的周期
- CC1——定义周期 B 的占空比
- CC2——定义周期 A 的占空比

2. TCC 故障操作

两种故障类型与 TCC 模块相关联：可恢复故障和不可恢复故障。这两种故障类型都使用器件的事件系统（EVSYS）将故障消息从定义的原点传递到 TCC 模块。该架构可提供较高的灵活性和较低的延迟响应。

TCC 模块可响应来自事件系统的不同消息。在 TCC 模块的事件控制（EVCTRL）寄存器中，可配置与事件系统相关的不同输出和输入消息。本文档仅讨论故障输入，但有许多设置可用于控制 TCC 功能并将事件发送到其他外设。

可恢复故障需要使用事件系统 TCC 匹配/比较（MCEI0/1）事件输入，并在事件控制（EVCTRL）寄存器中使能。使能正确的事件输入后，必须配置故障控制（FCTRLA 或 FCTRLB）寄存器，使事件输入消息与发生故障时执行的操作相关联。在 RAMP2x 操作中，FCTRLA 管理周期 A，FCTRLB 管理周期 B。有多种可供 TCC 模块中的故障响应选择的配置。请参考具体的数据手册，获取完整的功能说明。

不可恢复故障将使用事件系统 TCC 匹配/比较（MCEI0/1）或事件操作（EVACT0/1）输入。使能后，不可恢复故障将禁止 TCC 模块的所有输出，使其处于驱动程序控制（DRVCTRL）寄存器中预定义的设置状态。

3. 示例项目

以下章节中讨论的示例项目将使用 SAME54 Xplained Pro 板提供 RAMP2x 操作的工作示例和 TCC 模块的故障功能。示例项目是作为“裸机”项目编写的，可以修改为在其他硬件平台上运行。

在应用中，系统会提示用户选择 RAMP2x 操作作为 TCC0 的配置，并选择应用中使用的故障类型。根据所选的选项，将外设配置为支持 RAMP2x 操作和故障设置。

本文档不会逐步介绍示例项目的代码，示例项目中包含许多注释，旨在用作理解本文档所讨论的主题的评估工具。本文档将重点介绍项目的预期功能、外设的配置和预期的输出。

3.1 外设配置

TCC0——配置为在其中一种 RAMP2x 操作中运行，如果用户选择，则使能从事件系统接收故障消息。如果从事件系统接收消息，则配置 TCC0 如何处理可恢复或不可恢复故障。所有故障都是从 TCC0 外设的外部生成，并由事件系统提供。TCC0 已为事件操作 0（Event Action 0, EVACT0）或 MC0（MCEI0）使能事件输入。EVACT0 将触发不可恢复故障，MCEI0 将触发 FAULTA，在本例中，配置为可恢复故障。

如果使能可恢复故障，按下按钮将使能 TCC0 的溢出（OVF）中断。OVF 中断将提供同步点，以确保从 TCC1 产生的脉冲与 RAMP 操作的周期 A 对齐。STATUS（STATUS.IDX）寄存器中的索引位会识别 TCC0 模块的当前周期并确保正确对齐。最后，从 TCC0 读取 COUNT 寄存器，并写入 TCC1 中的 COUNT 寄存器。同步工作仅用于确保在示例程序中的 TCC0 RAMP 操作的周期 A 上实现可重复故障。这并非故障功能要求，可将其注释掉以产生准确的故障表示。TCC1 匹配/比较通道 2 是事件发生器，TCC0 匹配/比较通道 0 是示例程序中可恢复故障的事件用户。

TCC1——仅在使能可恢复故障时配置。TCC1 将在“单事件操作”中运行，以提供定义持续时间的单脉冲（占空比），从而触发 TCC0 上的 FAULTA。

EIC——在使能可恢复或不可恢复故障时配置。如果选择可恢复故障，会将 EIC 设置为在按下按钮时产生中断。使能可恢复故障后，EIC 回调将使能 TCC0 OVF 中断。

如果选择不可恢复故障，则在按下按钮时将通过事件系统向 TCC0 发送消息。在本例中，EIC15 是事件生成器，TCC0 EVACT0 是事件用户。不可恢复故障将禁止 TCC0 的所有输出。

SERCOM2——配置为在 UART 模式下运行，为用户输出和收集数据。UART 通过 Xplained Pro 板的嵌入式调试器（Embedded Debugger, EDBG）端口连接，除 USB 连接外，不需要连接任何额外的 PCB，就能实现电源和调试功能。使用 Tera Term 或 PUTTY 等终端程序与应用进行通信。

DMA——仅为 RAMP2A 操作进行初始化。本例中的 DMA 配置为将值从存储器传输到比较/捕获缓冲寄存器，用于 TCC0 的通道 0（CCB0）。此传输由 TCC0 的 TCC 比较/捕获 DMA 请求触发。在示例项目中，RAMP2A 使用循环缓冲区，因此 DMA 请求发生在周期 B 开始时。当 RAMP2A 与循环缓冲区结合使用时，这种条件都在硬件中处理。

EVSYS——仅初始化事件系统以用于故障。事件系统的一个通道被配置为向 TCC0 模块提供事件消息。选择何种通道配置方式取决于用户选择可恢复故障还是不可恢复故障。

3.2 设置和执行示例应用

硬件和软件要求：

- SAME54 Xplained Pro 评估板

- 逻辑分析仪或示波器，至少有三个输入可用
- Atmel Studio IDE

请按照以下步骤设置示例应用：

1. 通过调试 USB 连接器将 E54 Xplained Pro 板连接到运行 Atmel Studio 的计算机。
2. 连接逻辑分析仪或示波器以查看 TCC0/TCC1 输出。

图 3-1. 已连接的 SAME54 Xplained Pro

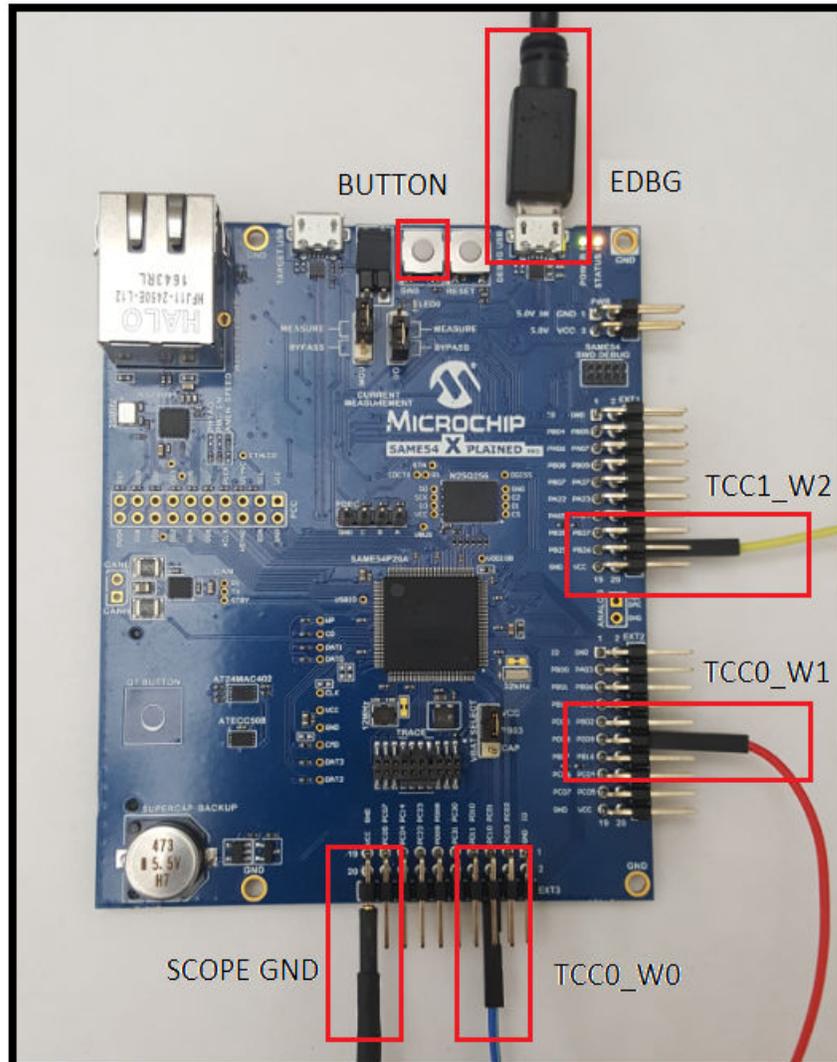


表 3-1. 示例程序的引脚配置

SERCOM2	UART_RX	PB24	用于应用设置——通过 EDBG 连接
	UART_TX	PB25	
TCC0	TCC0_W[0]	PC10	周期 A 输出
	TCC0_W[1]	PD08	周期 B 输出
TCC1	TCC1_W[2]	PB26	用于可恢复故障。在单事件模式下设置，每按一次按钮，仅发送一个定义长度的脉冲。

按钮	EIC15	PB31	用于可恢复和不可恢复故障生成。
----	-------	------	-----------------

3. 打开 Atmel Studio，然后打开本文中引用的示例应用程序。
4. 编译项目并对 SAME54 Xplained Pro 板编程。
5. 打开终端应用程序并选择 Xplained Pro 板，以 9600 波特率进行通信。USART 配置为通过 Xplained Pro 板上的 EDBG 进行通信。

图 3-2. Tera Term——连接 SAME54 Xplained Pro 的虚拟 COM 端口

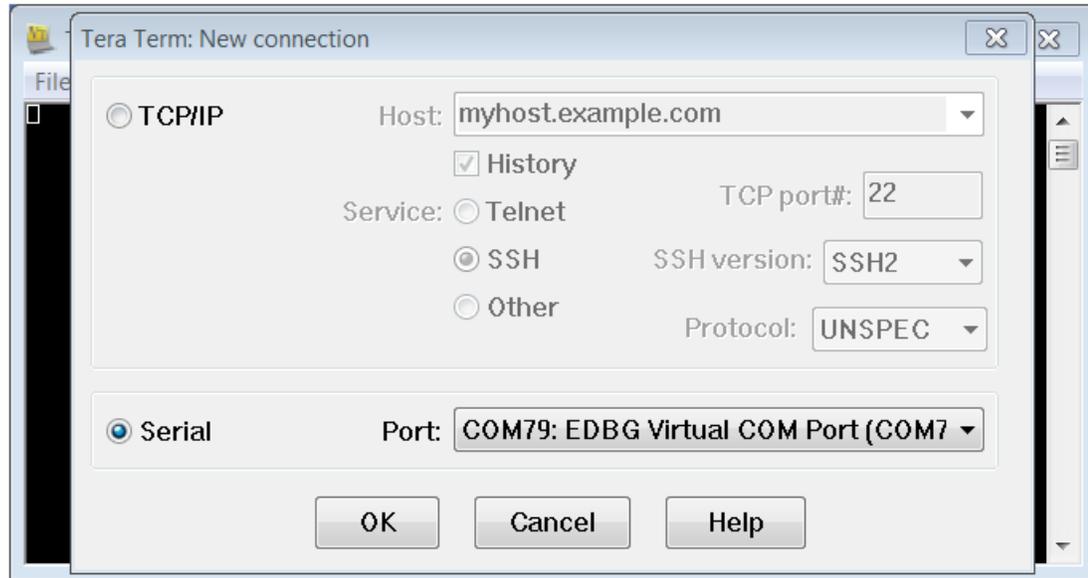
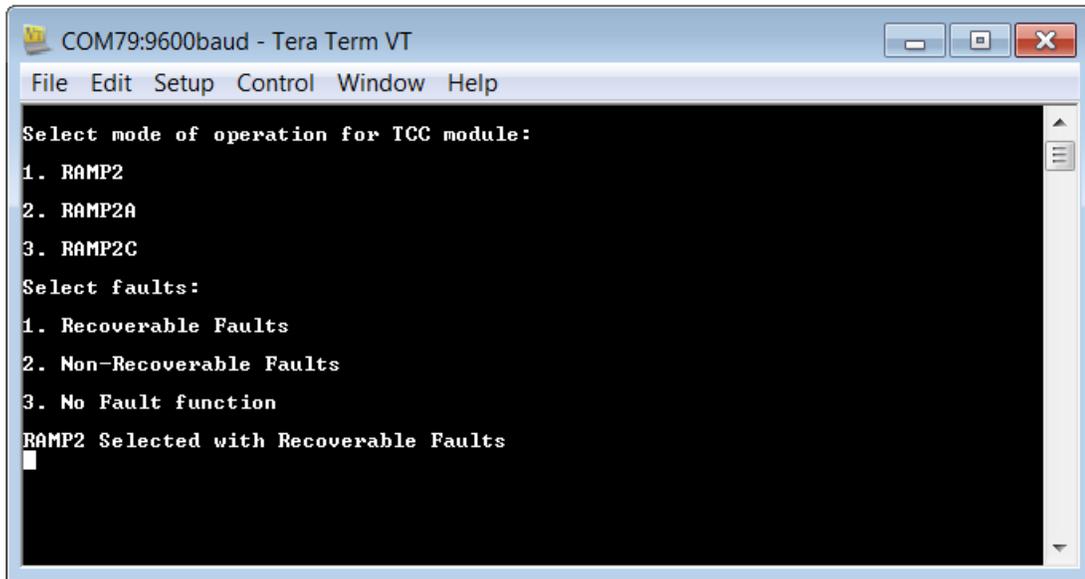


表 3-2. 与虚拟 COM 建立通信的终端设置

终端设置	
波特率	9600
数据	8 位
奇偶校验	无
停止	1 位
流控制	无

6. 运行该应用程序。一旦“应用程序运行”，终端将收集用户输入以配置 SAME54。用户可选择要执行的 RAMP2x 操作以及要使能的故障类型。选择 RAMP2x 并进行故障设置后，对所选内容作出声明。

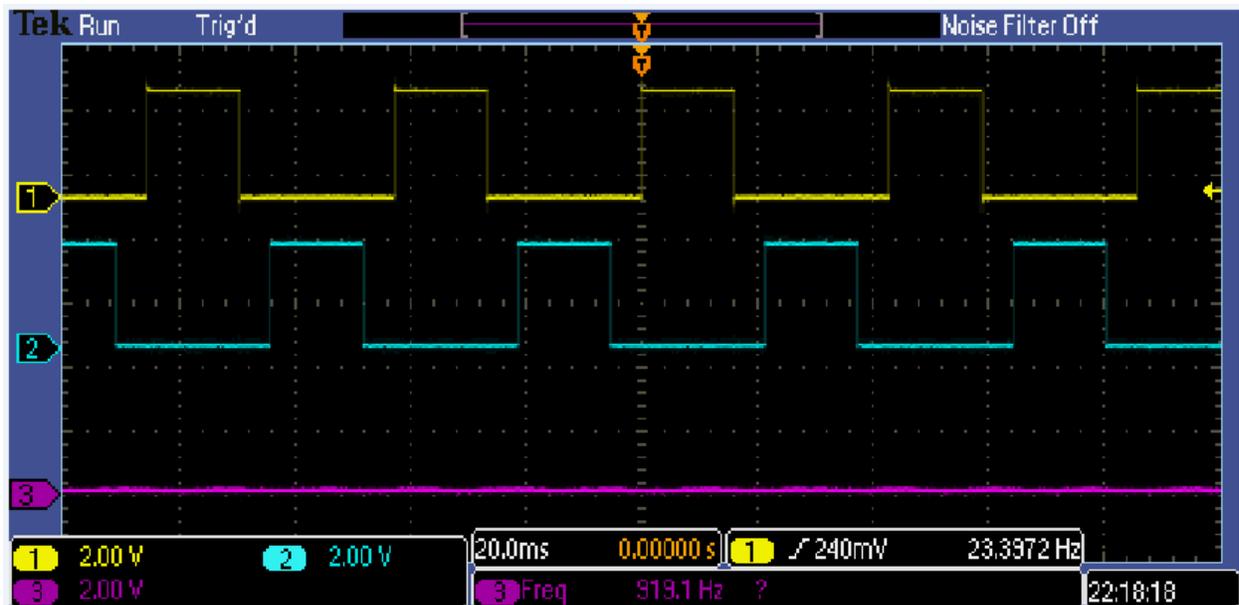
图 3-3. 终端用户设置



4. RAMP2 输出

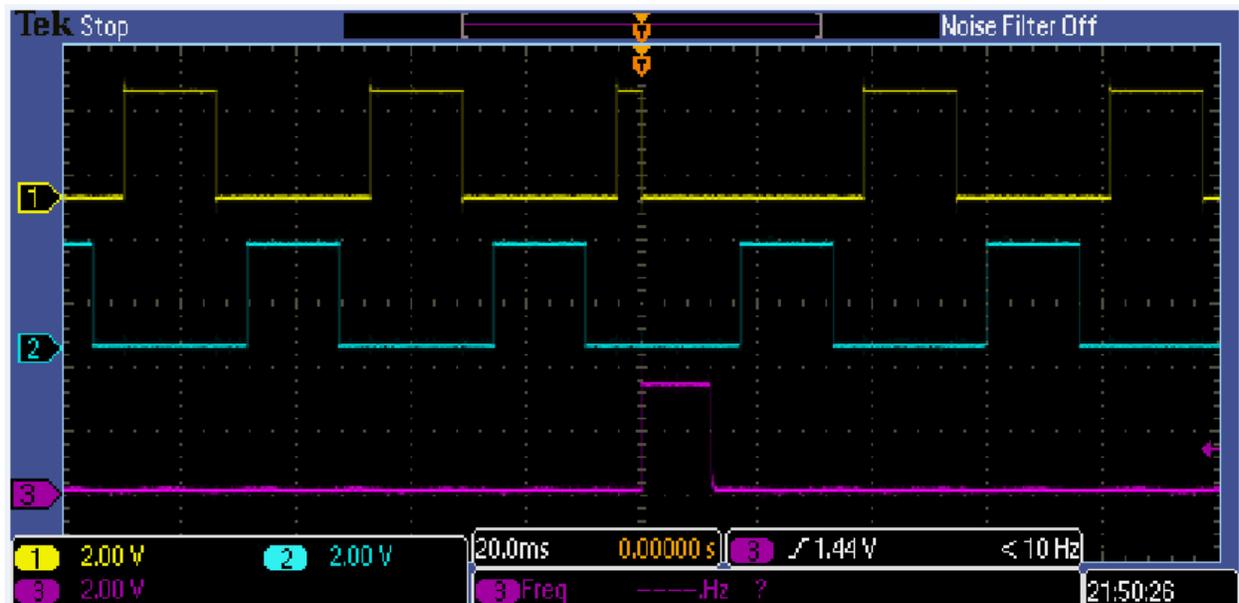
下图所示为示波器迹线 1 和 2 上 TCC0_WO[0]和 TCC0_WO[1]的输出。

图 4-1. RAMP2 波形



下图所示为 TCC1_WO[2]的单脉冲（示波器迹线 3），以及周期 A 上 FAULTA 的直接触发（示波器迹线 1）。这是“保持”配置中的可恢复故障，因此如果故障未保持活动状态，则下次执行周期 A 时将输出到 TCC0_WO[0]。

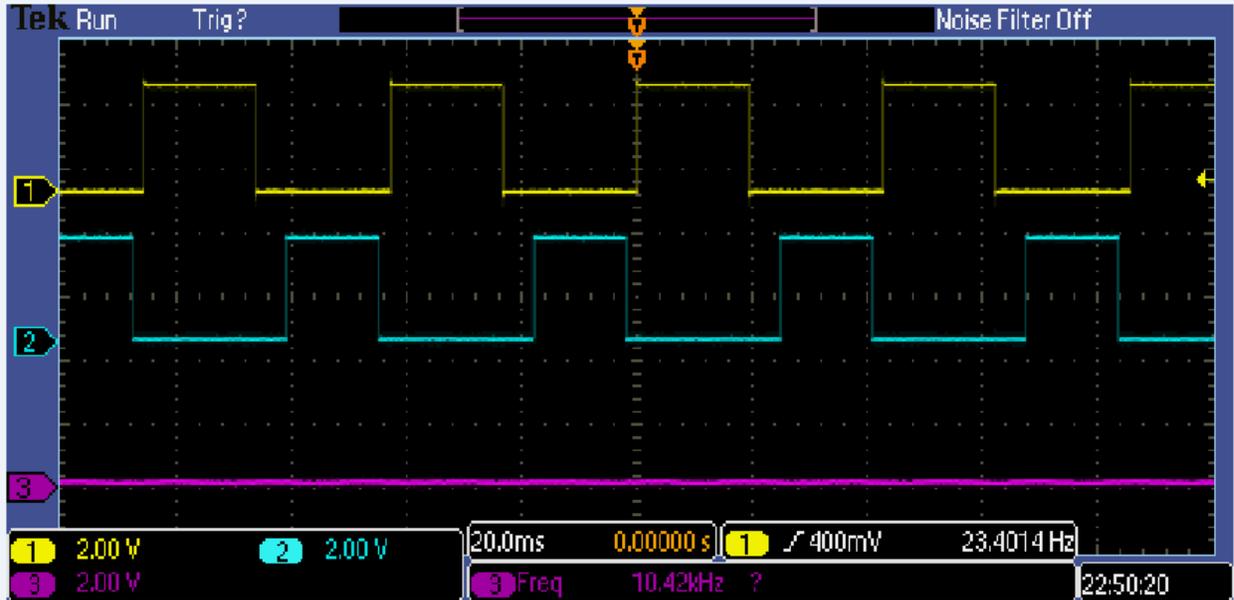
图 4-2. RAMP2 可恢复故障 A——保持



5. RAMP2A 输出

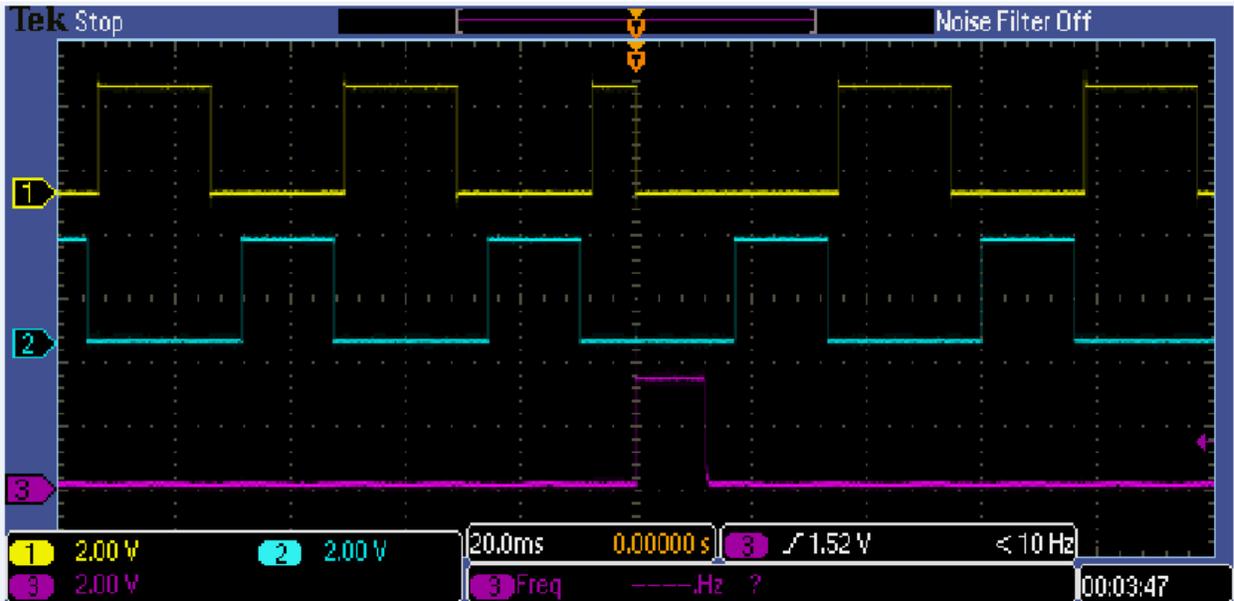
下图所示为示波器迹线 1 和 2 上 TCC0_WO[0]和 TCC0_WO[1]的输出。

图 5-1. RAMP2A 波形



下图所示为 TCC1_WO[2]的单脉冲（示波器迹线 3），以及周期 A 上 FAULTA 的直接触发（示波器迹线 1）。这是“保持”配置中的可恢复故障，因此如果故障不存在，则下次执行周期 A 时将输出到 TCC0_WO[0]。

图 5-2. RAMP2A 可恢复故障 A——保持



6. RAMP2C 输出

下图所示为示波器迹线 1 和 2 上 TCC0_WO[0]和 TCC0_WO[1]的输出。

图 6-1. RAMP2C 波形

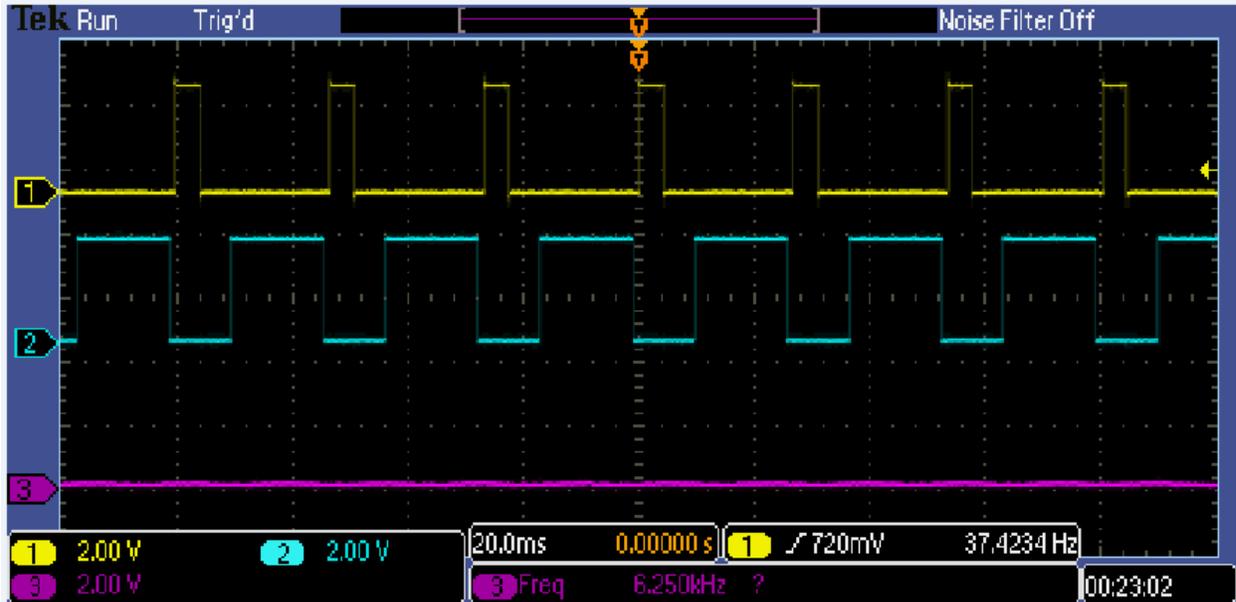
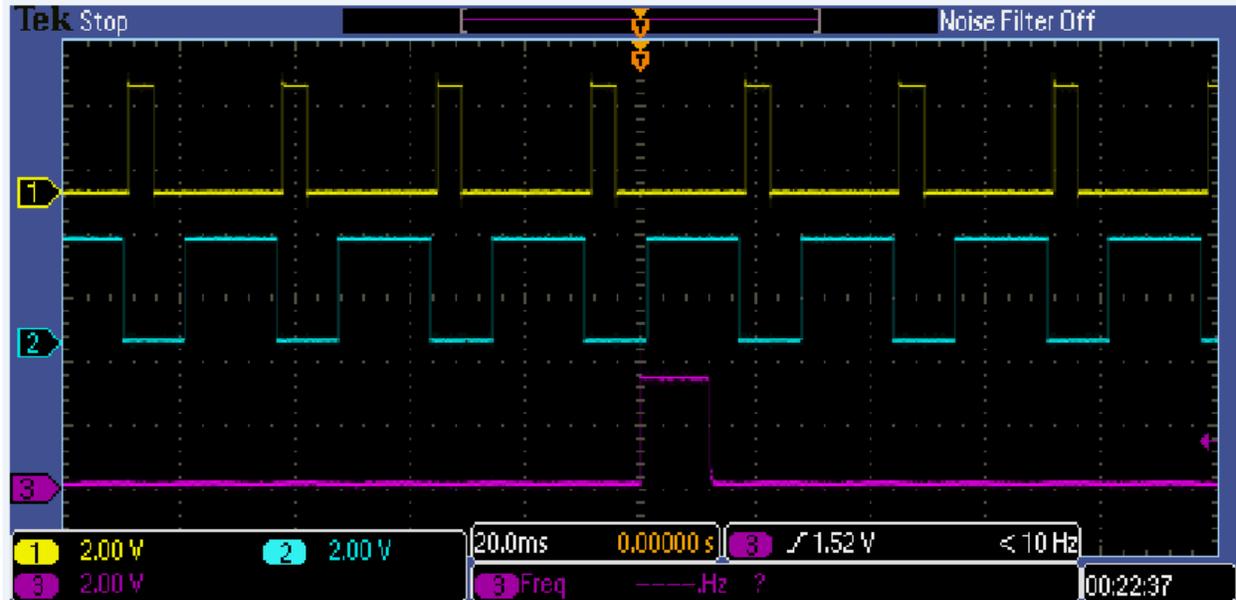


图 6-2. RAMP2C 可恢复故障 A——保持



如上图所示，FAULTA 不会影响 TCC0_WO[0]。故障和脉冲的生成不对齐。在示例程序中，故障脉冲和 TCC0 输出为有意对齐，用以演示故障处理。在 TCC 通道的输出上可以看出，并不是总能生成故障。出于此示例应用的目的，故障将更改为在 FAULTB 上而非 FAULTA 上生成。FAULTB 只会影响周期 B，因此必须修改示例项目的两个区域，才能在 TCC0_WO[1]的输出上看到故障。

图 6-3. 对 RAMP2C 使能 FaultB

```

ramp.c  X
302     if(faults)
303     {
304         if(faults == RECOVERABLE)
305         {
306             init_fault_tcc();
307
308             /*FAULTA*/
309             //TCC0->EVCTRL.reg
310             //|= TCC_EVCTRL_MCEI0;
311         //
312             //TCC0->FCTRLA.reg
313             //|= TCC_FCTRLA_SRC_ENABLE
314             //| TCC_FCTRLA_KEEP
315
316             /*FAULTB*/
317             TCC0->EVCTRL.reg
318             = TCC_EVCTRL_MCEI1;
319
320             TCC0->FCTRLB.reg
321             = TCC_FCTRLB_SRC_ENABLE
322             | TCC_FCTRLB_KEEP;
323     }

```

用户必须取消注释用于设置 FAULTB 和 CC1 的匹配/比较事件输入的代码段。然后注释掉 FAULTA 设置和 CC0 的匹配/比较事件输入。完成的更新如上图所示。

图 6-4. 对 RAMP2C 更改事件用户

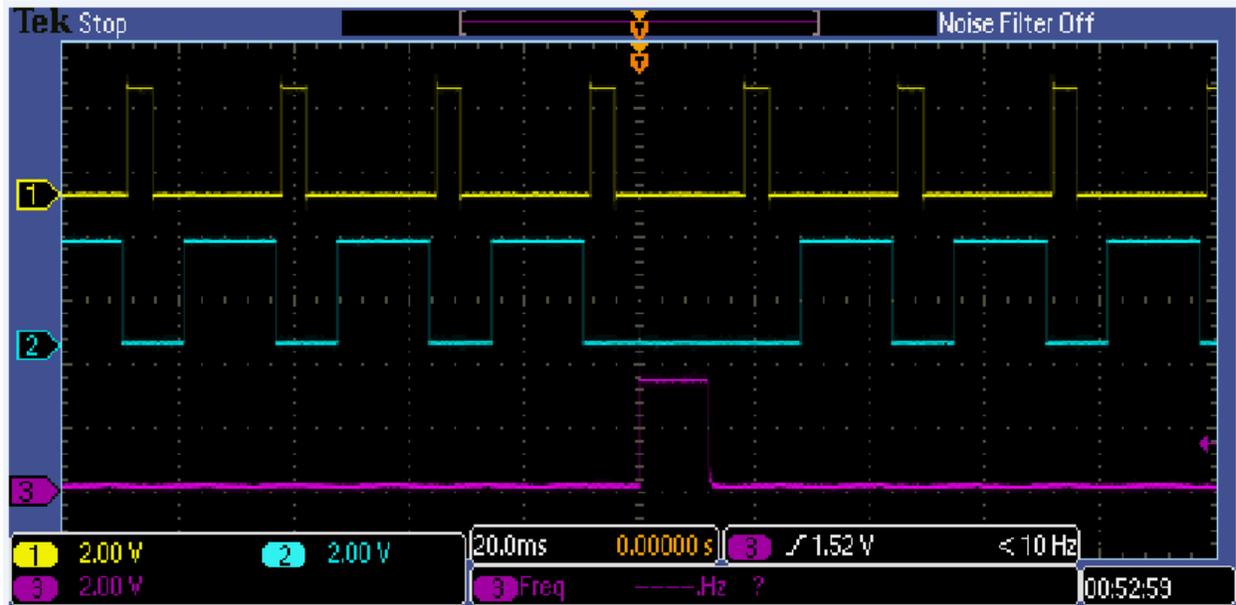
```

ramp.c  X
→ init_ramp_tcc.if.if  if(faults == RECOVERABLE)
121 void init_evsys(uint8_t faults)
122 {
123     MCLK->APBBMASK.reg |= MCLK_APBBMASK_EVSY;
124
125     if(faults == RECOVERABLE)
126         //init_evsys_channel(EVSY_CHANNEL_0, EVSY_USER_TCC0_MC0, EVSY_GEN_TCC1_MC2);
127         init_evsys_channel(EVSY_CHANNEL_0, EVSY_USER_TCC0_MC1, EVSY_GEN_TCC1_MC2);
128     else
129         init_evsys_channel(EVSY_CHANNEL_1, EVSY_USER_TCC0_EVACT0, EVSY_GEN_EIC_15);
130 }

```

必须将事件系统生成的事件用户从 MC0 修改为 MC1，才能与 RAMP2C 功能的周期 B 对齐。完成的修改如上图所示。

图 6-5. RAMP2C 可恢复故障 B——保持

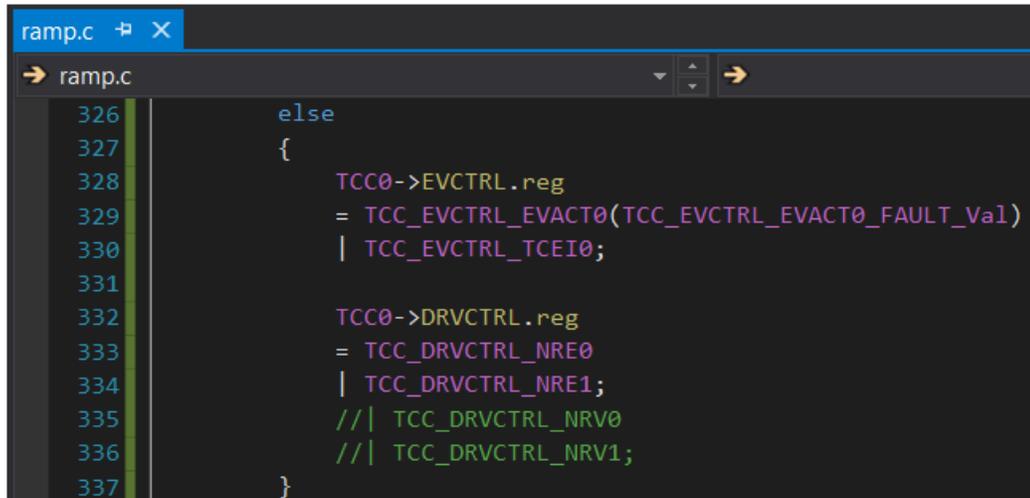


当项目在 RAMP2C 操作中执行且使能可恢复故障时，生成的故障将在 TCC0_WO[1]上执行。

7. 不可恢复故障输出

不可恢复故障将禁止与 TCC 模块相关的所有信号生成的输出。可以配置 TCC 模块中的驱动器控制寄存器 (DRVCTRL)，以确保在触发不可恢复故障时输出将故障转移为安全状态。

图 7-1. 不可恢复故障 TCC 输出状态



```
ramp.c # X
→ ramp.c
326     else
327     {
328         TCC0->EVCTRL.reg
329         = TCC_EVCTRL_EVACT0(TCC_EVCTRL_EVACT0_FAULT_Val)
330         | TCC_EVCTRL_TCEI0;
331
332         TCC0->DRVCTRL.reg
333         = TCC_DRVCTRL_NRE0
334         | TCC_DRVCTRL_NRE1;
335         //| TCC_DRVCTRL_NRV0
336         //| TCC_DRVCTRL_NRV1;
337     }
```

由于不可恢复故障会禁止所有输出，可将 TCC 模块的每个输出通道设置为以不同的方式响应。上图所示为使能不可恢复故障的情况下，任何 RAMP2C 操作的示例项目的默认配置。默认情况下，示例项目将在触发不可恢复故障时将所有输出设为低电平。如果取消注释上图中的一条“NRV”行，在触发不可恢复故障时相应的输出将设为高电平。

8. 结论

TCC 模块非常灵活，具有多种集成功能。本应用笔记中介绍的示例项目提供了一项测试，以可重复的方式使用其中一些功能，以便更好地理解与 RAMP2x 和故障相关的功能。有关故障功能的其他信息，请参阅具体数据手册，因为示例项目提供的信息有限。

Microchip 网站

Microchip 网站 <http://www.microchip.com/> 为客户提供在线支持。客户可通过该网站方便地获取文件和信息。只要使用常用的互联网浏览器即可访问，网站提供以下信息：

- **产品支持**——数据手册和勘误表、应用笔记和示例程序、设计资源、用户指南以及硬件支持文档、最新的软件版本以及归档软件
- **一般技术支持**——常见问题（FAQ）、技术支持请求、在线讨论组以及 Microchip 顾问计划成员名单
- **Microchip 业务**——产品选型和订购指南、最新 Microchip 新闻稿、研讨会和活动安排表、Microchip 销售办事处、代理商以及工厂代表列表

变更通知客户服务

Microchip 的变更通知客户服务有助于客户了解 Microchip 产品的最新信息。注册客户可在他们感兴趣的某个产品系列或开发工具发生变更、更新、发布新版本或勘误表时，收到电子邮件通知。

欲注册，请登录 Microchip 网站 <http://www.microchip.com/>。在“支持”（Support）下，点击“变更通知客户”（Customer Change Notification）服务后按照注册说明完成注册。

客户支持

Microchip 产品的用户可通过以下渠道获得帮助：

- 代理商或代表
- 当地销售办事处
- 应用工程师（FAE）
- 技术支持

客户应联系其代理商、代表或应用工程师（FAE）寻求支持。当地销售办事处也可为客户提供帮助。本文档后附有销售办事处的联系方式。

也可通过以下网站获得技术支持：<http://www.microchip.com/support>

Microchip 器件代码保护功能

请注意以下有关 Microchip 器件代码保护功能的要点：

- Microchip 的产品均达到 Microchip 数据手册中所述的技术指标。
- Microchip 确信：在正常使用的情况下，Microchip 系列产品是当今市场上同类产品中最安全的产品之一。
- 目前，仍存在着恶意、甚至是非法破坏代码保护功能的行为。就我们所知，所有这些行为都不是以 Microchip 数据手册中规定的操作规范来使用 Microchip 产品的。这样做的人极可能侵犯了知识产权。
- Microchip 愿意与关心代码完整性的客户合作。
- Microchip 或任何其他半导体厂商均无法保证其代码的安全性。代码保护并不意味着我们保证产品是“牢不可破”的。

代码保护功能处于持续发展中。Microchip 承诺将不断改进产品的代码保护功能。任何试图破坏 Microchip 代码保护功能的行为均可视为违反了《数字器件千年版权法案（Digital Millennium Copyright Act）》。如

果这种行为导致他人在未经授权的情况下，能访问您的软件或其他受版权保护的成果，您有权依据该法案提起诉讼，从而制止这种行为。

法律声明

本出版物中所述的器件应用信息及其他类似内容仅为您提供便利，它们可能由更新之信息所替代。确保应用符合技术规范，是您自身应负的责任。Microchip 对这些信息不作任何明示或暗示、书面或口头、法定或其他形式的声明或担保，包括但不限于针对其使用情况、质量、性能、适销性或特定用途的适用性的声明或担保。Microchip 对因这些信息及使用这些信息而引起的后果不承担任何责任。如果将 Microchip 器件用于生命维持和/或生命安全应用，一切风险由买方自负。买方同意在由此引发任何一切伤害、索赔、诉讼或费用时，会维护和保障 Microchip 免于承担法律责任，并加以赔偿。除非另外声明，否则在 Microchip 知识产权保护下，不得暗或以其他方式转让任何许可证。

商标

Microchip 的名称和徽标组合、Microchip 徽标、AnyRate、AVR、AVR 徽标、AVR Freaks、BitCloud、chipKIT、chipKIT 徽标、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、Heldo、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LINK MD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、MOST、MOST 徽标、MPLAB、OptoLyzer、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32 徽标、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SpyNIC、SST、SST 徽标、SuperFlash、tinyAVR、UNI/O 和 XMEGA 是 Microchip Technology Incorporated 在美国和其他国家或地区的注册商标。

ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、Hyper Speed Control、HyperLight Load、IntelliMOS、mTouch、Precision Edge 和 Quiet-Wire 为 Microchip Technology Incorporated 在美国的注册商标。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、BodyCom、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoAutomotive、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、EtherGREEN、In-Circuit Serial Programming、ICSP、INICnet、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、KleerNet、KleerNet 徽标、memBrain、Mindi、MiWi、motorBench、MPASM、MPF、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、PowerSmart、PureSilicon、QMatrix、REAL ICE、Ripple Blocker、SAM-ICE、Serial Quad I/O、SMART-I.S.、SQL、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Total Endurance、TSHARC、USBCheck、VariSense、ViewSpan、WiperLock、Wireless DNA 和 ZENA 为 Microchip Technology Incorporated 在美国和其他国家或地区的商标。

SQTP 为 Microchip Technology Inc. 在美国的服务标记。

Silicon Storage Technology 为 Microchip Technology Inc. 在除美国外的国家或地区的注册商标。

GestIC 是 Microchip Technology Inc. 的子公司 Microchip Technology Germany II GmbH & Co. KG 在除美国外的国家或地区的注册商标。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2019, Microchip Technology Incorporated 版权所有。

ISBN: 978-1-5224-4016-1

DNV 认证的质量管理体系

ISO/TS 16949

Microchip 位于美国亚利桑那州 Chandler 和 Tempe 与位于俄勒冈州 Gresham 的全球总部、设计和晶圆生产厂及位于美国加利福尼亚州和印度的设计中心均通过了 ISO/TS-16949:2009 认证。Microchip 的 PIC[®] MCU 和 dsPIC[®] DSC、KEELOQ[®]跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器及模拟产品严格遵守公司的质量体系流程。此外，Microchip 在开发系统的设计和生产方面的质量体系也已通过了 ISO 9001:2000 认证。

全球销售及服务中心

美洲	亚太地区	亚太地区	欧洲
公司总部 2355 West Chandler Blvd. 钱德勒, 亚利桑那州 85224-6199 电话: 480-792-7200 传真: 480-792-7277 技术支持: http://www.microchip.com/support 网址: www.microchip.com	澳大利亚 - 悉尼 电话: 61-2-9868-6733 中国 - 北京 电话: 86-10-8569-7000 中国 - 成都 电话: 86-28-8665-5511 中国 - 重庆 电话: 86-23-8980-9588 中国 - 东莞 电话: 86-769-8702-9880 中国 - 广州 电话: 86-20-8755-8029 中国 - 杭州 电话: 86-571-8792-8115 中国 - 香港特别行政区 电话: 852-2943-5100 中国 - 南京 电话: 86-25-8473-2460 中国 - 青岛 电话: 86-532-8502-7355 中国 - 上海 电话: 86-21-3326-8000 中国 - 沈阳 电话: 86-24-2334-2829 中国 - 深圳 电话: 86-755-8864-2200 中国 - 苏州 电话: 86-186-6233-1526 中国 - 武汉 电话: 86-27-5980-5300 中国 - 西安 电话: 86-29-8833-7252 中国 - 厦门 电话: 86-592-2388138 中国 - 珠海 电话: 86-756-3210040	印度 - 班加罗尔 电话: 91-80-3090-4444 印度 - 新德里 电话: 91-11-4160-8631 印度 - 浦那 电话: 91-20-4121-0141 日本 - 大阪 电话: 81-6-6152-7160 日本 - 东京 电话: 81-3-6880-3770 韩国 - 大邱 电话: 82-53-744-4301 韩国 - 首尔 电话: 82-2-554-7200 马来西亚 - 吉隆坡 电话: 60-3-7651-7906 马来西亚 - 檳榔嶼 电话: 60-4-227-8870 菲律宾 - 马尼拉 电话: 63-2-634-9065 新加坡 电话: 65-6334-8870 台湾地区 - 新竹 电话: 886-3-577-8366 台湾地区 - 高雄 电话: 886-7-213-7830 台湾地区 - 台北 电话: 886-2-2508-8600 泰国 - 曼谷 电话: 66-2-694-1351 越南 - 胡志明市 电话: 84-28-5448-2100	奥地利 - 韦尔斯 电话: 43-7242-2244-39 传真: 43-7242-2244-393 丹麦 - 哥本哈根 电话: 45-4450-2828 传真: 45-4485-2829 芬兰 - 埃斯波 电话: 358-9-4520-820 法国 - 巴黎 电话: 33-1-69-53-63-20 传真: 33-1-69-30-90-79 德国 - 加兴 电话: 49-8931-9700 德国 - 哈恩 电话: 49-2129-3766400 德国 - 海尔布隆 电话: 49-7131-67-3636 德国 - 卡尔斯鲁厄 电话: 49-721-625370 德国 - 慕尼黑 电话: 49-89-627-144-0 传真: 49-89-627-144-44 德国 - 罗森海姆 电话: 49-8031-354-560 以色列 - 若那那市 电话: 972-9-744-7705 意大利 - 米兰 电话: 39-0331-742611 传真: 39-0331-466781 意大利 - 帕多瓦 电话: 39-049-7625286 荷兰 - 德卢内市 电话: 31-416-690399 传真: 31-416-690340 挪威 - 特隆赫姆 电话: 47-72884388 波兰 - 华沙 电话: 48-22-3325737 罗马尼亚 - 布加勒斯特 电话: 40-21-407-87-50 西班牙 - 马德里 电话: 34-91-708-08-90 传真: 34-91-708-08-91 瑞典 - 哥德堡 电话: 46-31-704-60-40 瑞典 - 斯德哥尔摩 电话: 46-8-5090-4654 英国 - 沃金厄姆 电话: 44-118-921-5800 传真: 44-118-921-5820
亚特兰大 德卢斯, 佐治亚州 电话: 678-957-9614 传真: 678-957-1455 奥斯汀, 德克萨斯州 电话: 512-257-3370 波士顿 韦斯特伯鲁, 马萨诸塞州 电话: 774-760-0087 传真: 774-760-0088 芝加哥 艾塔斯卡, 伊利诺伊州 电话: 630-285-0071 传真: 630-285-0075 达拉斯 阿迪森, 德克萨斯州 电话: 972-818-7423 传真: 972-818-2924 底特律 诺维, 密歇根州 电话: 248-848-4000 休斯顿, 德克萨斯州 电话: 281-894-5983 印第安纳波利斯 诺布尔斯维尔, 印第安纳州 电话: 317-773-8323 传真: 317-773-5453 电话: 317-536-2380 洛杉矶 米慎维荷, 加利福尼亚州 电话: 949-462-9523 传真: 949-462-9608 电话: 951-273-7800 罗利, 北卡罗来纳州 电话: 919-844-7510 纽约, 纽约州 电话: 631-435-6000 圣何塞, 加利福尼亚州 电话: 408-735-9110 电话: 408-436-4270 加拿大 - 多伦多 电话: 905-695-1980 传真: 905-695-2078			



全球销售及服务中心
