

STM32G474 中 ADC 触发分频的实现方式

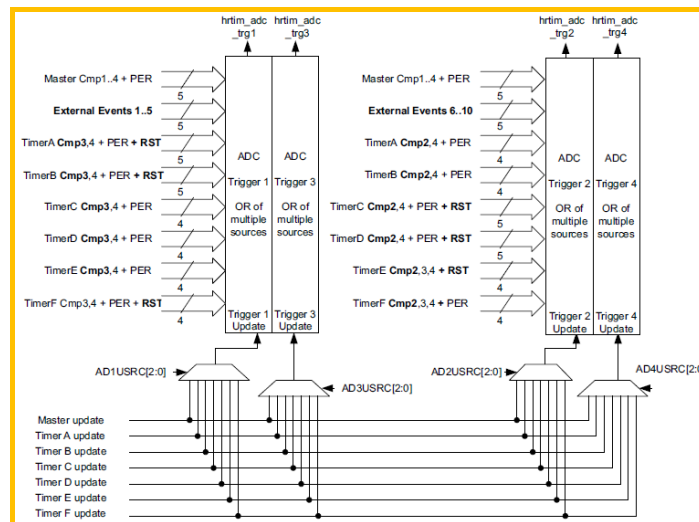
关键字：高精度定时器，高级控制定时器，ADC，触发分频

1. 前言

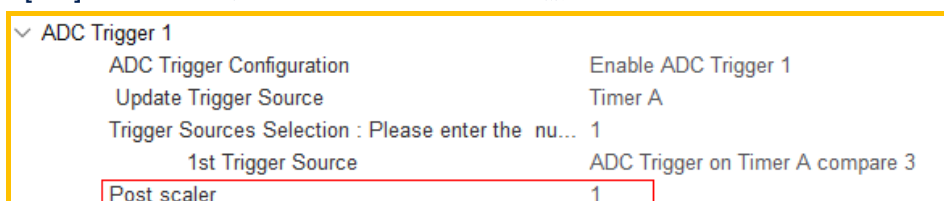
当前的数字电源设计中，ADC 与定时器是最重要的两个外设，算法基于 ADC 的采样结果来计算更新 PWM 输出，以实现环路控制。一般情况下使用定时器的复位/周期事件或是某个比较事件来触发 ADC 转换，然后在 ADC 转换完成中断中执行环路算法，让 ADC 的转换频率、算法执行频率与 PWM 频率保持一致。但是某些情况下 ADC 的转换频率或是环路计算频率跟不上 PWM 的频率，需要对 ADC 的触发进行分频，实现每 N 个 PWM 周期触发一次 ADC 转换。本文基于 STM32G474 介绍在高精度定时器与高级控制定时器中如何实现 ADC 的触发分频。

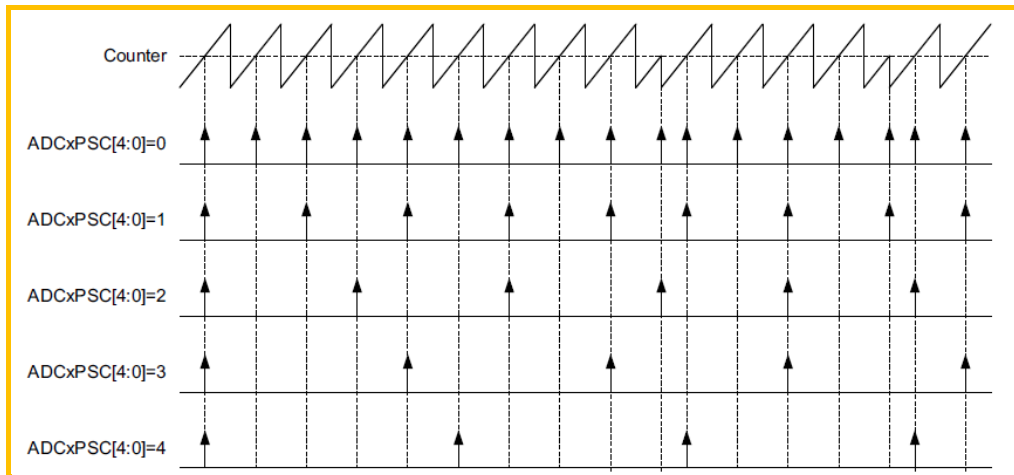
2. 高精度定时器中 ADC 分频的实现

在 G474 的高精度定时器中有多达 10 路的 ADC 触发信道，每个触发通道有多达 32 种触发源可以选择，PWM 发波可以与 ADC 触发非常灵活的关联。如下图为 hrtim_adc_trg1~hrtim_adc_trg4 与其对应可选触发源的框图。



高精度定时器中通过“ADC post-scaler”来实现 ADC 触发源的分频，配置 ADCxPSC[4:0]即可。如下图所示为在定时器工作在 up-counting 计数模式下，设置某个比较事件触发 ADC 转换，在 ADCxPSC[4:0]配置不同的值时实现 ADC 触发分频输出的示意图。

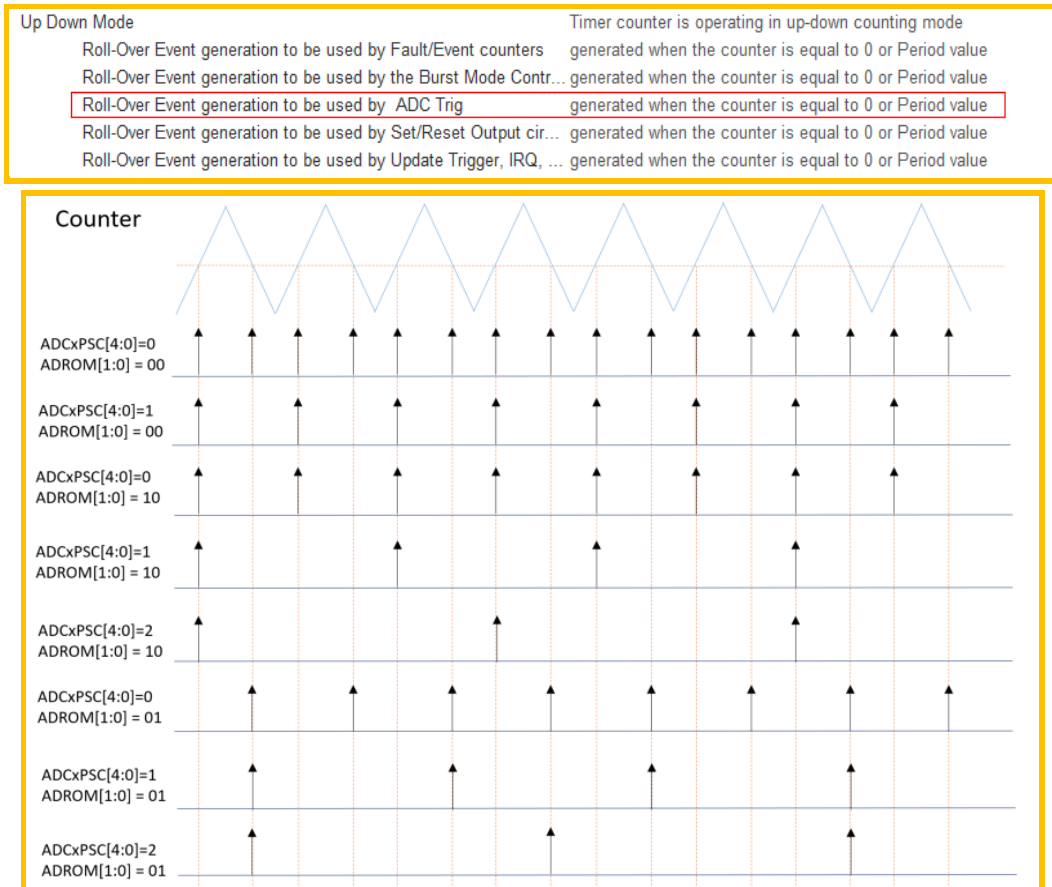




当定时器工作在 up-down counting 计数模式下时，对于设定的比较值或是 Roll-Over 都存在两个点，所以首先还需通过设置 ADROM 来确定触发点，如下：

- ADROM[1:0] = 00: event generated both during up and down-counting phases
- ADROM[1:0] = 01: event generated during down-counting phases
- ADROM[1:0] = 10: event generated during up-counting phases

如下图所示为在定时器工作在 up-down counting 计数模式下，设置某个比较事件触发 ADC 转换，在 ADCxPSC[4:0]与 ADROM[1:0]配置不同的值时实现 ADC 触发分频输出的示意图。

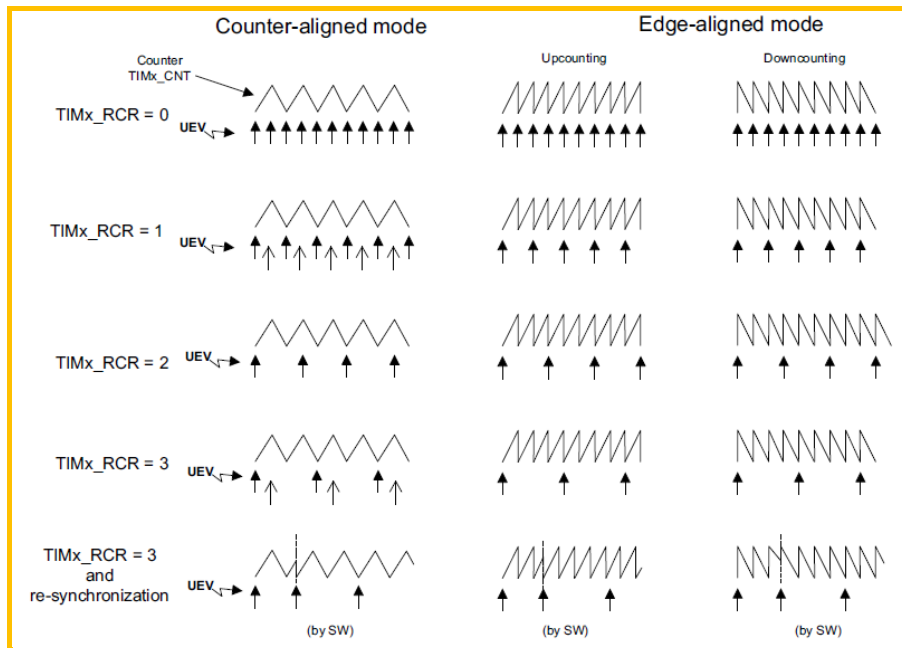


3. 高级控制定时器中 ADC 分频触发的实现

在高级控制定时器中，同样有很多事件可以用来触发 ADC 转换，如更新事件、比较事件、定时器触发输出等。根据选择的触发事件，有不同的方案来实现 ADC 触发分频。

3.1. 定时器的 UEV(更新事件) + RCR 触发 ADC 转换

选择 UEV 方式触发 ADC 转换时，结合 Repetition 寄存器(RCR)即可实现 ADC 分频触发。若定时器工作在 up counting 或是 down counting 模式下，每个计数周期只有一个 UEV 事件，在定时器计数周期点产生；而当定时器工作在 up-down counting 模式下，每个计数周期有两个 UEV 事件，分别产生于周期点(crest)与 0 点(Valley)。下图为 RCR 为不同的值时，不同的计数模式下，UEV 事件的产生方式。确定了 UEV 的产生方式后，ADC 触发工作的方式也就确定了。需要注意的是在 up-down counting 模式下，要实现 ADC 分频且触发点固定，RCR 要设置为大于等于 3 的奇数。



3.2. 定时器比较事件 + 触发沿设定触发 ADC 转换

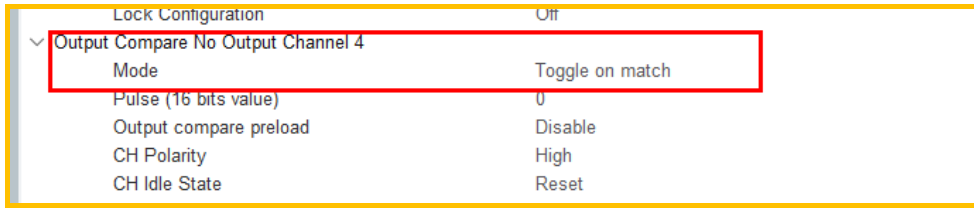
若是 ADC 的触发源为比较事件，那么采用方案 1 就不太适合实现 ADC 触发分频，因为比较事件每个计数周期都会发生，且与 RCR 无关。这种情况下可以采用比较事件结合 ADC 触发源的沿选择来实现。

该方案只适合定时器工作在 up 或是 down 计数模式下实现 ADC 转换频率为 PWM 频率的 1/2，下面以 Timer 1 CC4 事件触发 ADC 转换为例来说明该方案如何实现。设置如下：

- 设置 ADC 的触发源为 Timer 1 CC4，上升沿有效。



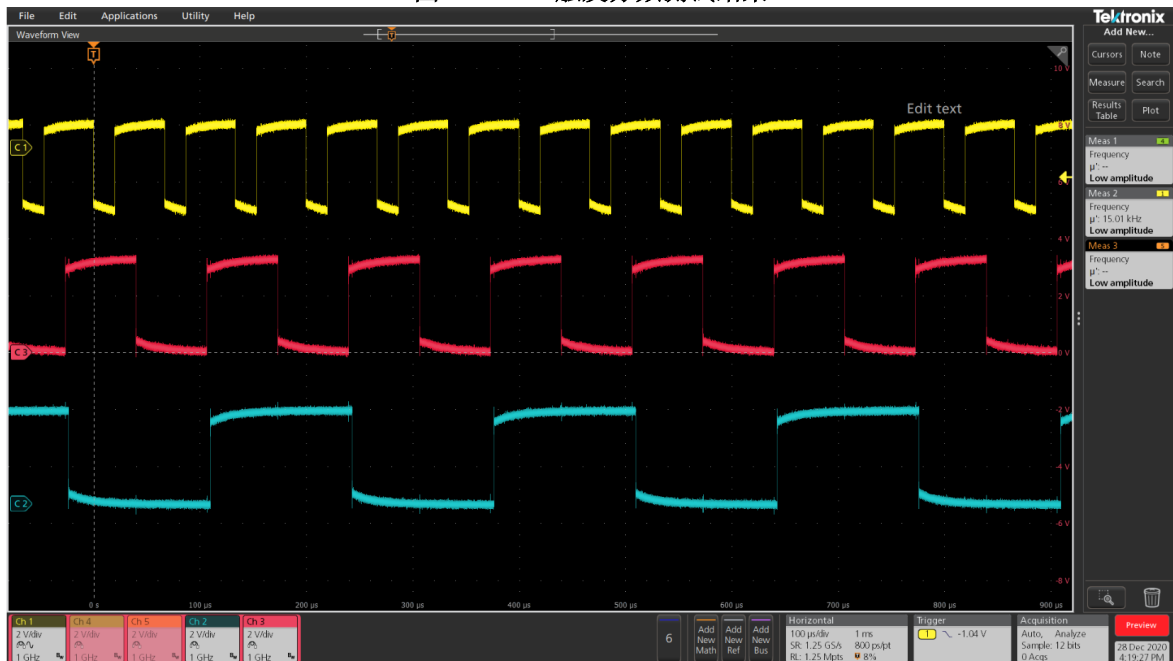
- 设置 Timer 1 CC4 的工作方式比较事件发生时输出翻转。



实测结果如下，每两个定时器计数周期(PWM 周期)触发一次 ADC 转换，ADC 转换频率为 PWM 频率的 1/2。

- C1(黄色): 高级控制定时器 PWM 输出
- C2(蓝色): CC4 波形, 上升沿触发 ADC 转换
- C3(红色): 信号翻转表示 ADC 被触发并转换完成

图1. ADC 触发分频测试结果



4. 小结

这里介绍了在 STM32G474 中基于高精度定时器和高级控制定时器如何实现 ADC 触发分频的方法。

- 高精度定时器中使用 ADC post-scaler 功能，依靠设置 ADCxPSC[4:0]与 ADROM[1:0]实现。
- 高级控制定时器中，ADC 的触发源结合 RCR 或者触发沿选择实现。

参考文献

文件编号	文件标题	版本号	发布尔日期
1	RM0440 Reference manual	6	2021.2

版本历史

日期	版本	变更
2022年04月11日	1.0	首版发布

重要通知 - 请仔细阅读

意法半导体公司及其子公司（“ST”）保留随时对 ST 产品和 / 或本文档进行变更的权利，恕不另行通知。买方在订货之前应获取关于 ST 产品的最新信息。ST 产品的销售依照订单确认时的相关 ST 销售条款。

买方自行负责对 ST 产品的选择和使用，ST 概不承担与应用协助或买方产品设计相关的任何责任。

ST 不对任何知识产权进行任何明示或默示的授权或许可。

转售的 ST 产品如有不同于此处提供的信息的规定，将导致 ST 针对该产品授予的任何保证失效。

ST 和 ST 徽标是 ST 的商标。若需 ST 商标的更多信息，请参考 www.st.com/trademarks。所有其他产品或服务名称均为其各自所有者的财产。

本文档是 ST 中国本地团队的技术性文章，旨在交流与分享，并期望借此给予客户产品应用上足够的帮助或提醒。若文中内容存有局限或与 ST 官网资料不一致，请以实际应用验证结果和 ST 官网最新发布的内容为准。您拥有完全自主权是否采纳本文档（包括代码，电路图 etc）信息，我们也不承担因使用或采纳本文档内容而导致的任何风险。

本文档中的信息取代本文档所有早期版本中提供的信息。

© 2020 STMicroelectronics - 保留所有权利