



Same as STM32F-1

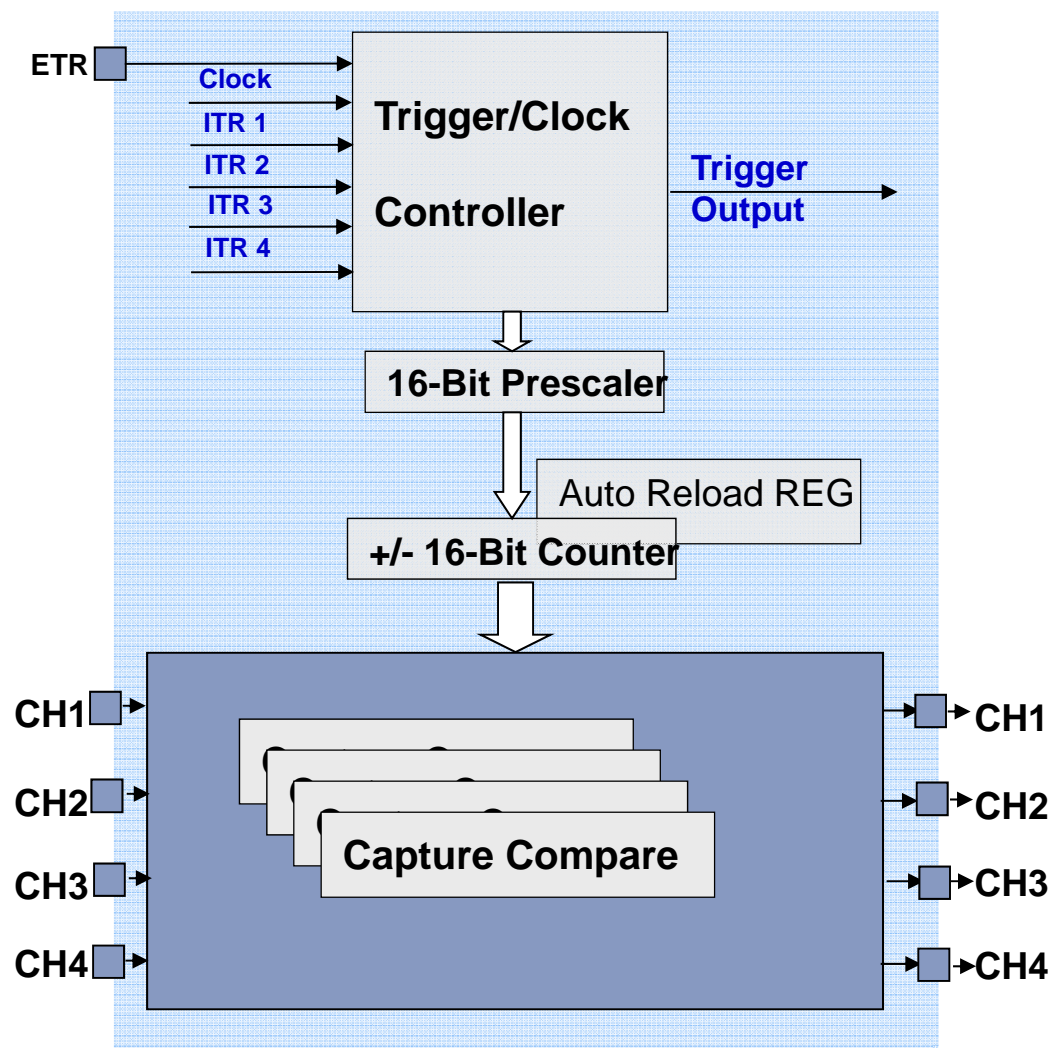
定时器

通用定时器 (TIM)

TIM —— 概述



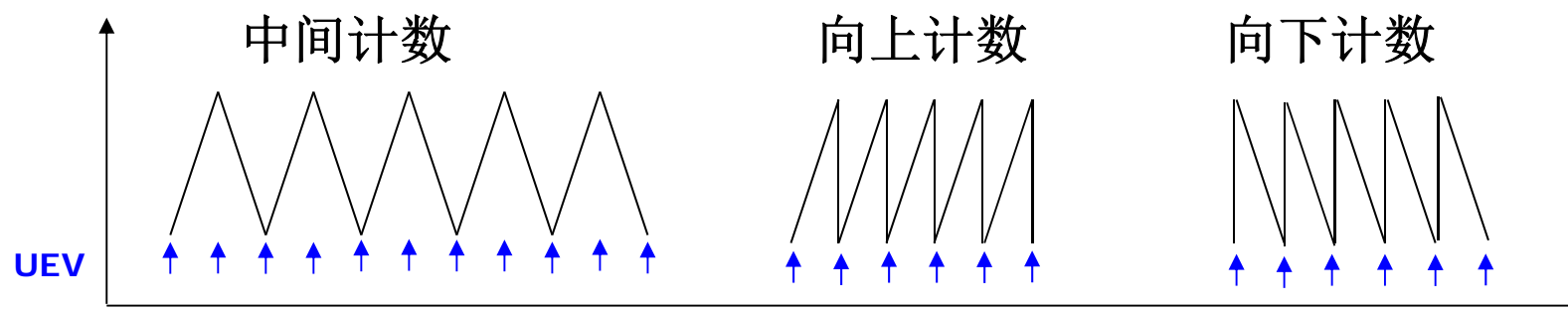
- 16位计数器
 - 自动装载
 - 向上，向下和中间计数
- 高达4个16位高分辨率捕获/比较通道
 - 可配置的通道方向：输入/输出
 - 输出比较
 - 输入捕获
 - PWM输入捕获
- 同步
- 最多6个IT/DMA请求
- OC 信号管理
- 编码模式



TIM —— 计数模式



- 支持三种计数模式：
 - 向上计数模式
 - 向下计数模式
 - 中间计数模式



TIM —— 更新事件



- 更新指预装载寄存器中的数值装载入影子寄存器，根据是否使能了自动装载功能(**ARPE**位)，更新发生在：
 - 立即
 - 每个更新事件(**UEV**)

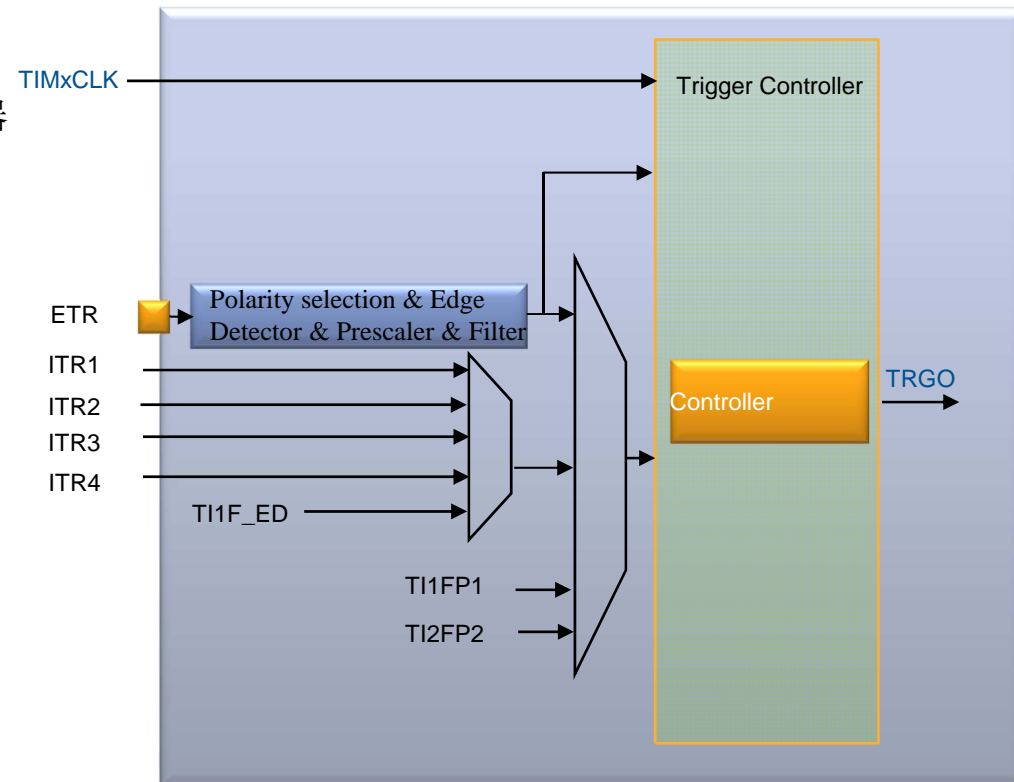
- 更新事件的产生：
 - 当计数器向上或向下溢出
 - 由软件置位**TIMx_EGR**寄存器的**UG**位

- 更新事件请求(**UEV**)可以选择以下两种：
 - 仅在计数器向上或向下溢出时产生更新事件请求
 - 在计数器发生向上或向下溢出，或软件置位了**UG**位，或由从模式控制器发出了更新请求时，产生更新事件请求

TIM —— 计数器时钟选择

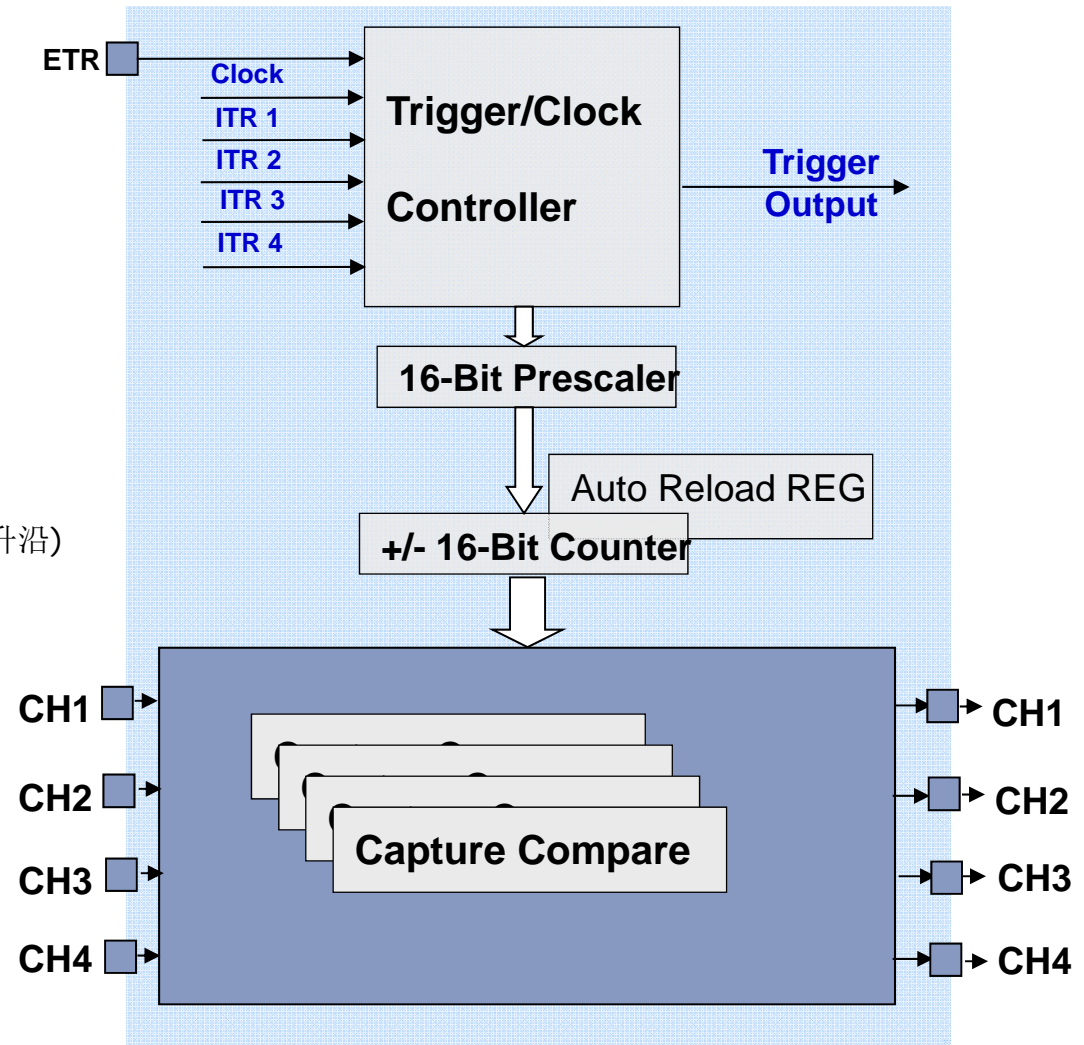


- 可选择以下时钟源
 - 由RCC提供的内部时钟TIMxCLK
 - 内部触发输入时钟：
 - ITR1 / ITR2 / ITR3 / ITR4
 - 使用一个定时器作为另一个定时器的预分频器
 - 外部时钟模式1——外部输入引脚Tl_x
 - Pin 1: TI1FP1 或 TI1F_ED
 - Pin 2: TI2FP2
 - 外部时钟模式2——外部触发输入ETR
 - 由软件控制使能/禁止
 - 可配置触发边沿
 - 4位的外部触发过虑
 - 外部触发信号的预分频：
 - 无分频
 - / 2
 - / 4
 - / 8



TIM —— 4通道的通用定时器 (TIM2/3/4)

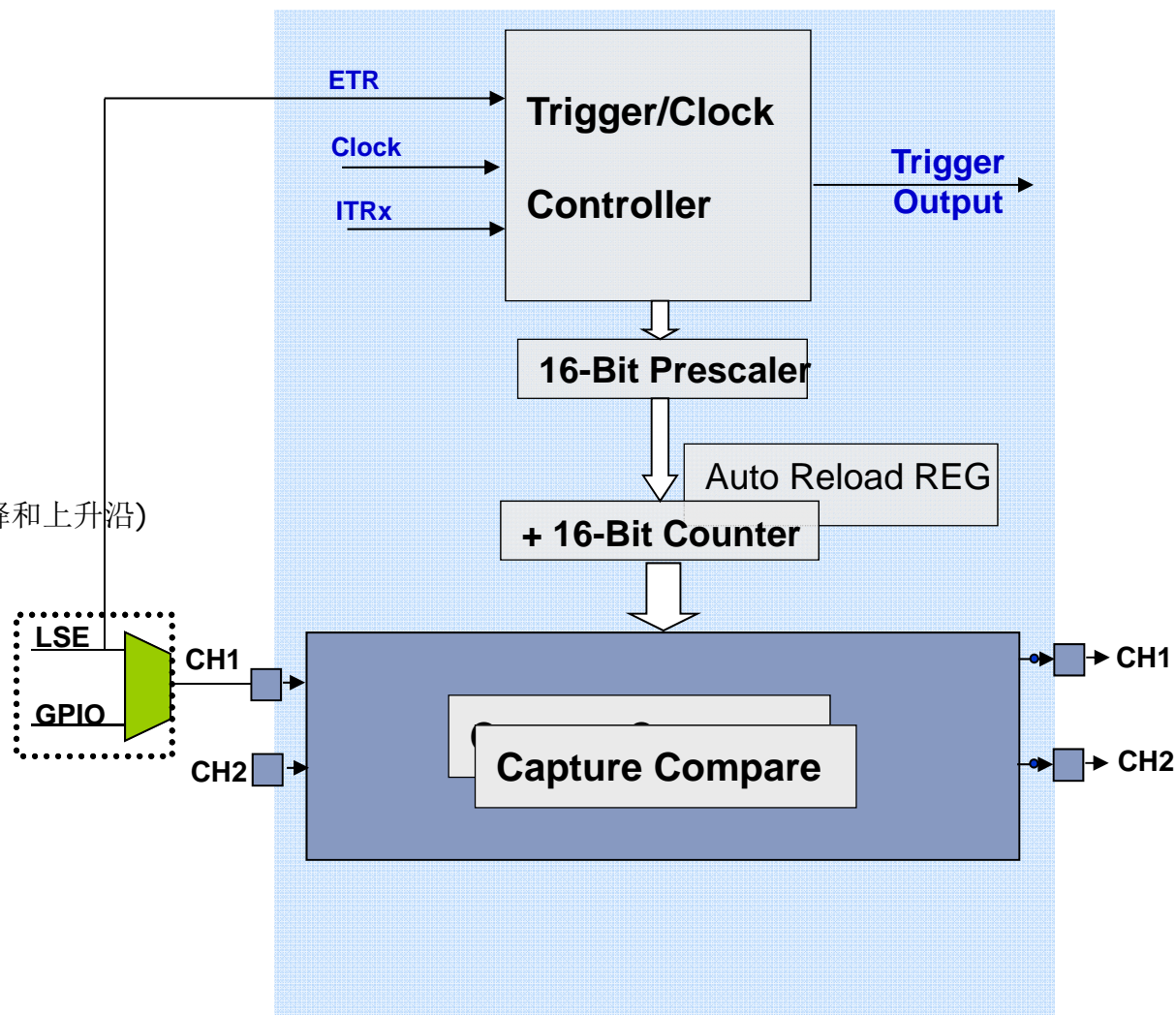
- TIM2/ 3/ 4使用低速APB总线 (APB1)
- 内部时钟最高为 32 MHz
- 16位计数器
 - 向上，向下和中间计数模式
 - 自动装载
- 4个16位分辨率的捕获/比较通道
 - 可配置通道方向：输入/输出
 - 输出比较
 - PWM
 - 输入捕获
 - PWM 输入捕获 (下降沿/上升沿 / 下降和上升沿)
 - 单脉冲模式
- 同步
 - 主/从模式
 - 和外部触发同步
 - 触发或门控模式
- 编码器模式
- 6 个独立的 IRQ/DMA 请求
 - 每个更新事件
 - 每个捕获和比较事件
 - 每个输入触发



TIM —— 2通道的通用定时器 (TIM9)



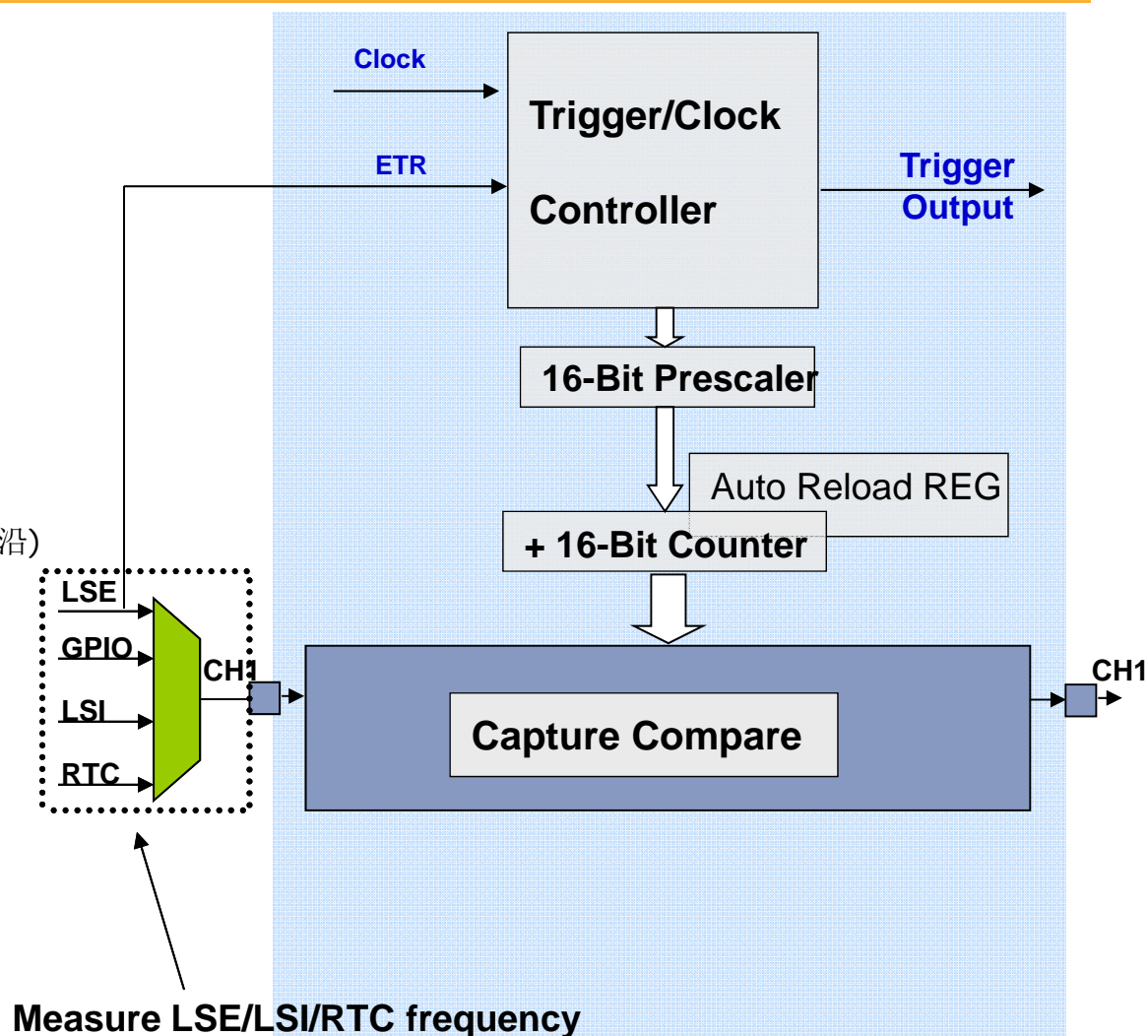
- TIM9使用高速APB总线 (APB2)
- 内部时钟最高 32 MHz
- 16位计数器
 - 向上计数模式
 - 自动装载
- 2个16位分辨率的捕获/比较通道
 - 可配置的通道方向：输入 / 输出
 - 输出比较
 - PWM
 - 输入捕获
 - PWM输入捕获 (下降沿/上升沿 / 下降和上升沿)
 - 单脉冲模式
- 同步 (主/从模式)
 - 和外部触发信号同步
 - 触发或门控模式
- 独立的 IRQ 请求
 - 每个更新事件
 - 每个捕获/比较事件
 - 每个输入触发



TIM —— 1通道的通用定时器 (TIM10)



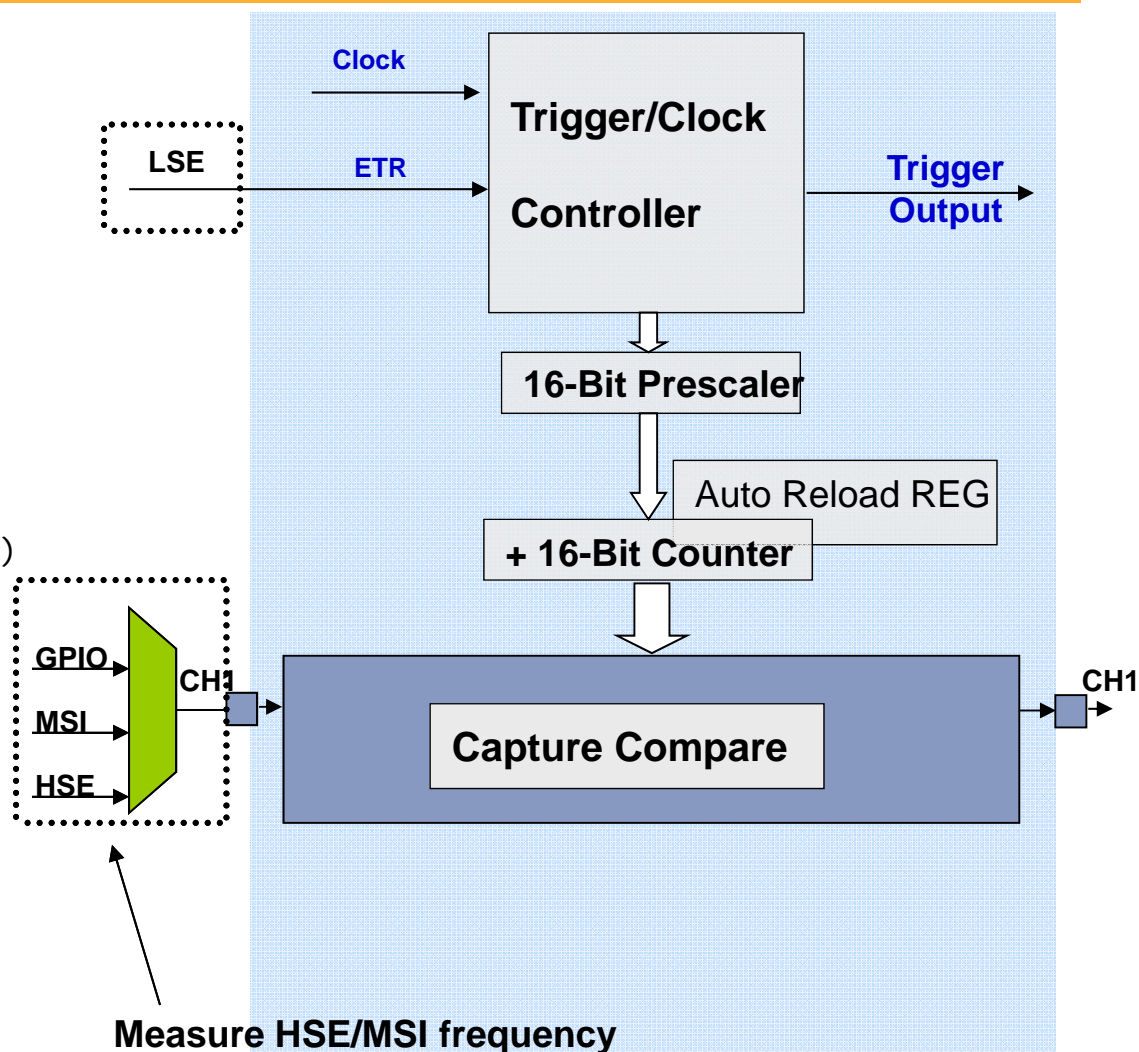
- TIM10使用高速APB总线 (APB2)
- 内部时钟最高 32 MHz
- 16位计数器
 - 向上计数模式
 - 自动装载
- 1个16位分辨率的捕获/比较通道
 - 可配置的通道方向：输入/输出
 - 输出比较
 - PWM
 - 输入捕获 (上升沿/下降沿/上升沿和下降沿)
- 独立的IRQ请求
 - 每个更新事件
 - 每个捕获/比较事件



TIM —— 1通道的通用定时器 (TIM11)



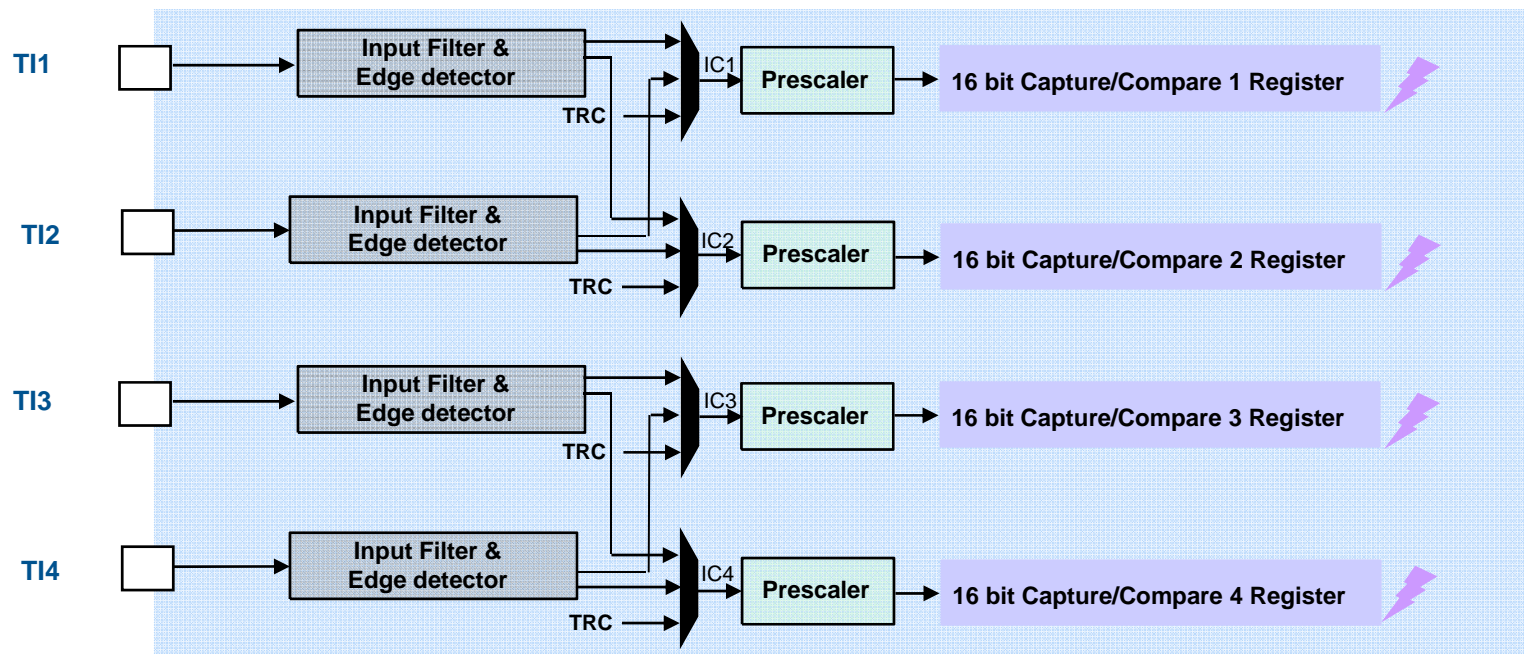
- TIM11使用高速APB总线 (APB2)
- 内部时钟最高 32 MHz
- 16位计数器
 - 向上计数模式
 - 自动装载
- 1个16位分辨率的捕获/比较通道
 - 可配置的通道方向：输入/输出
 - 输出比较
 - PWM
 - 输入捕获 (上升沿/下降沿/上升沿和下降沿)
- 独立的IRQ请求
 - 每个更新事件
 - 每个捕获/比较事件



TIM —— 捕获/比较阵列

- 捕获/比较阵列的构成：
 - 捕获/比较通道
 - TIM2/3/4的4个通道
 - TIM9的2个通道和TIM10/11的1个通道
 - 每个通道都可配置为输入或输出方向
- 通道的构成：
 - 捕获/比较寄存器
 - 捕获的输入部分：
 - 4位的数字滤波
 - 输入捕获的预分频：
 - 在每个检测到的边沿捕获
 - 在每2个检测到的边沿捕获
 - 在每4个检测到的边沿捕获
 - 在每8个检测到的边沿捕获
 - 比较的输出部分：
 - 比较器
 - 输出控制

TIM —— 输入捕获模式



- IC1, IC2, IC3 和 IC4 可由软件配置映射到 TI1, TI2, TI3 和 TI4.
- 4个16位的捕获比较寄存器用于在相应的输入捕获发生后锁存计数值
- 捕获发生后，相应的CCXIF标志被置起并产生中断，或发起DMA请求
- 当CCXIF位置置位时，再次发生捕获，溢出标志将被置起

此图对应于TIM2/3/4，对于TIM9仅有 TI1和TI2，对于TIM10/11，仅有TI1

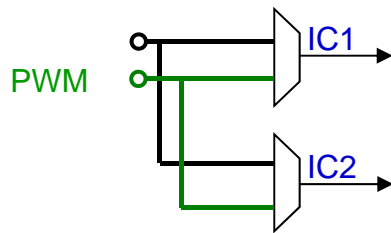
TIM —— PWM 输入模式



配置要点

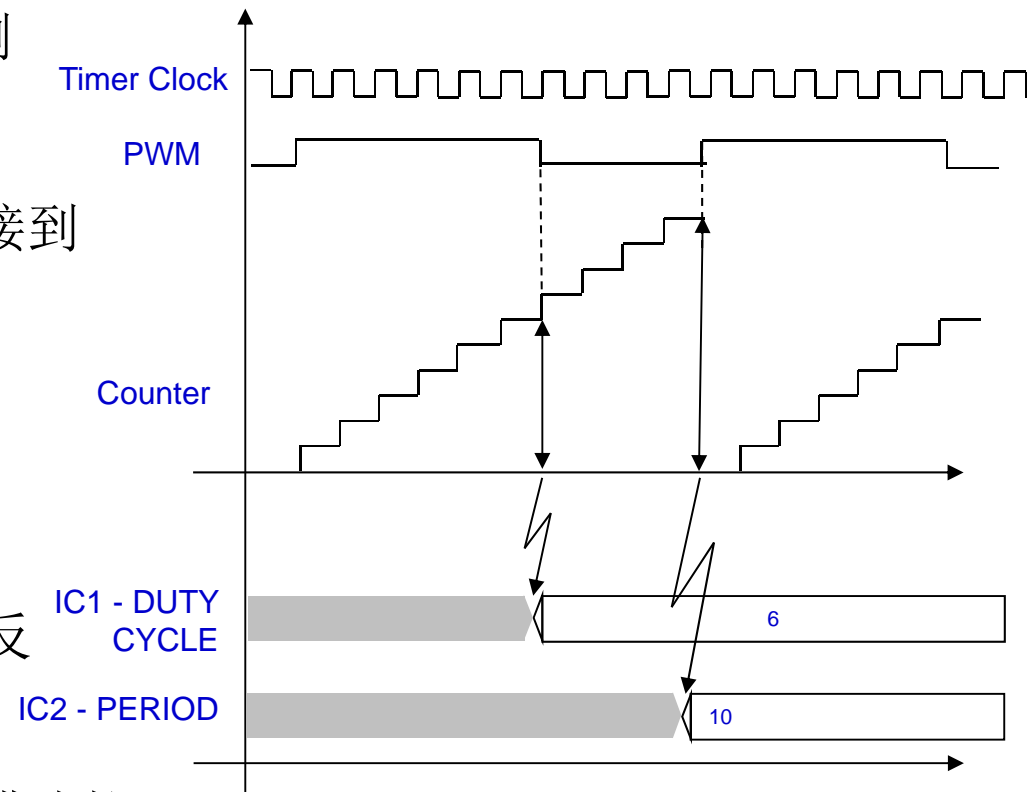
- IC1和 IC2必须配为联立模式测量 PWM 信号

⇒ IC1 和 IC2 在内部重定位，连接到同一个外部引脚TI1或TI2.



- IC1 和 IC2 的有效边沿极性相反

- IC1 和 IC2 选择触发输入，从模式控制器配置为复位模式



PWM输入模式用于测量外部PWM波形的周期和占空比

TIM —— 输出比较模式



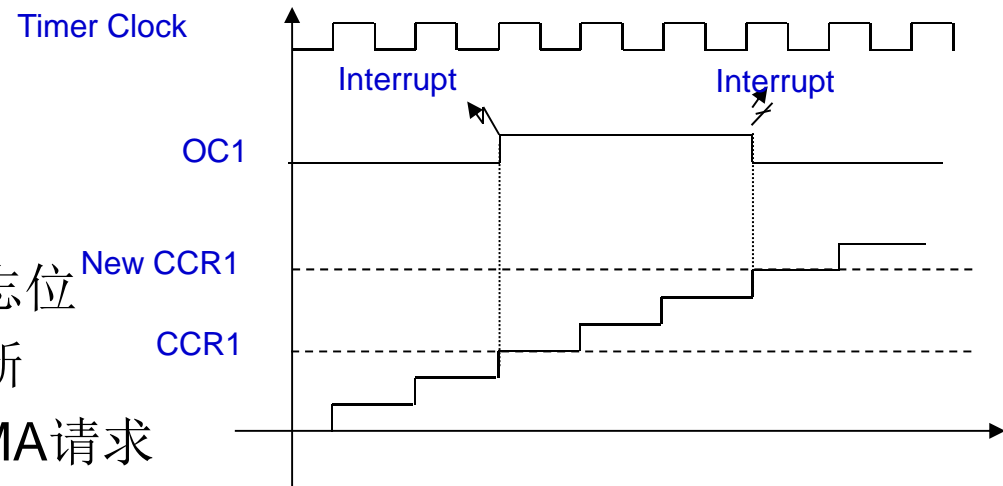
输出比较功能用于输出波形，或者用于指示是否已超过了某段时间

- 当计数器值和捕获/比较寄存器中的值相等时：

- 相应的输出引脚将输出配置好的信号：

- 高电平
- 低电平
- 电平翻转
- 电平保持不变

- 在中断标志寄存器中置位标志位
- 如果使能了中断，则产生中断
- 如果使能了**DMA**，则产生**DMA**请求



- **CCR_x**寄存器可以通过预装载寄存器，也可以不通过预装载寄存器来赋值

TIM — PWM 模式



■ PWM模式配置:

- TIM2, TIM3和TIM4可以产生4路独立的PWM信号
- 以下步骤可以确定信号的频率和占空比:
 - 一个自动装载寄存器用于控制PWM信号的周期
 - 每个PWM通道都有一个捕获/比较寄存器, 控制占空比

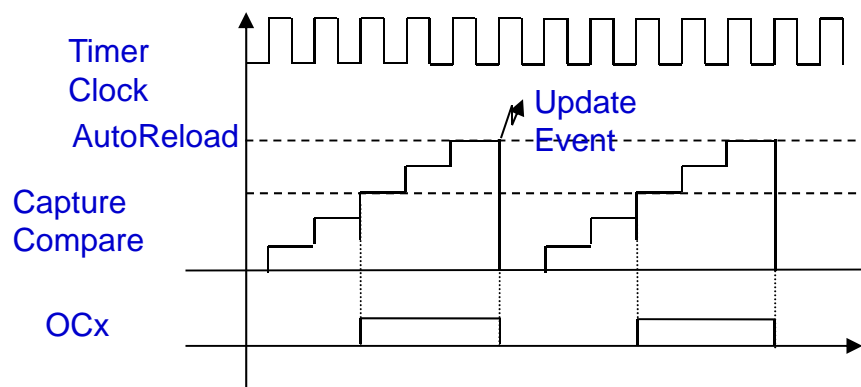
➔ 示例: 使用TIM2(时钟为32MHz)产生 40 KHz 50%占空比的PWM信号:

- 预装载寄存器赋值0, 自动装载寄存器赋值1799, CCRx寄存器赋值899

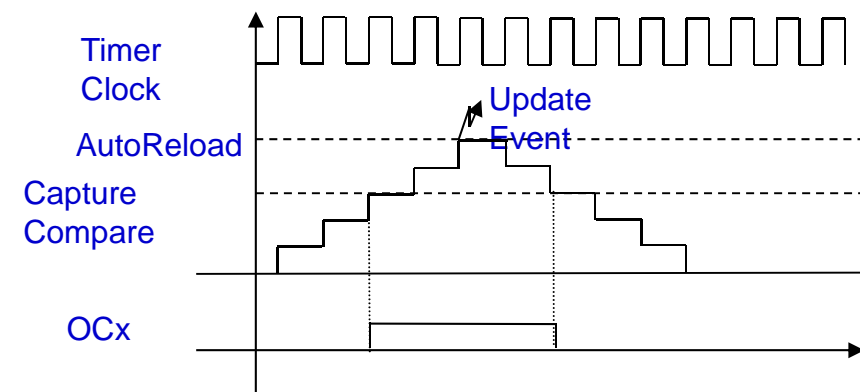
■ PWM模式有两种配置:

- 边沿对齐模式
- 中间对齐模式

边沿对齐模式

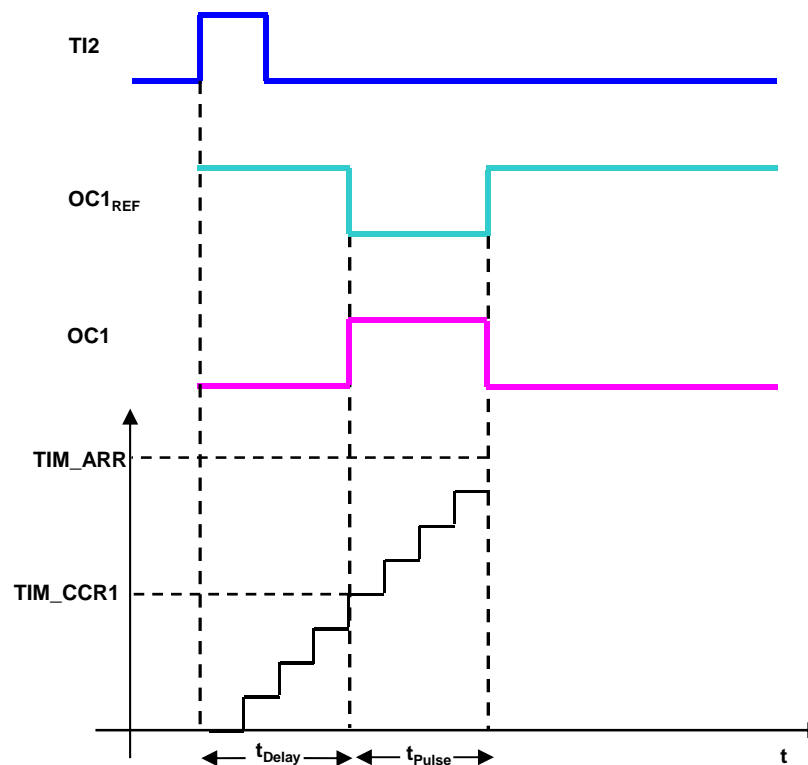


中间对齐模式



TIM —— 单脉冲模式

- 单脉冲模式 (OPM) 是前面所说的输出比较和输入捕获模式的一个特例
- 单脉冲模式下，计数器在外部触发条件下开始计数，并在一个指定的时间延迟后，产生一个指定宽度的脉冲
- 软件可以配置两种单脉冲模式下的输出波形
 - 一个脉冲
 - 重复的脉冲



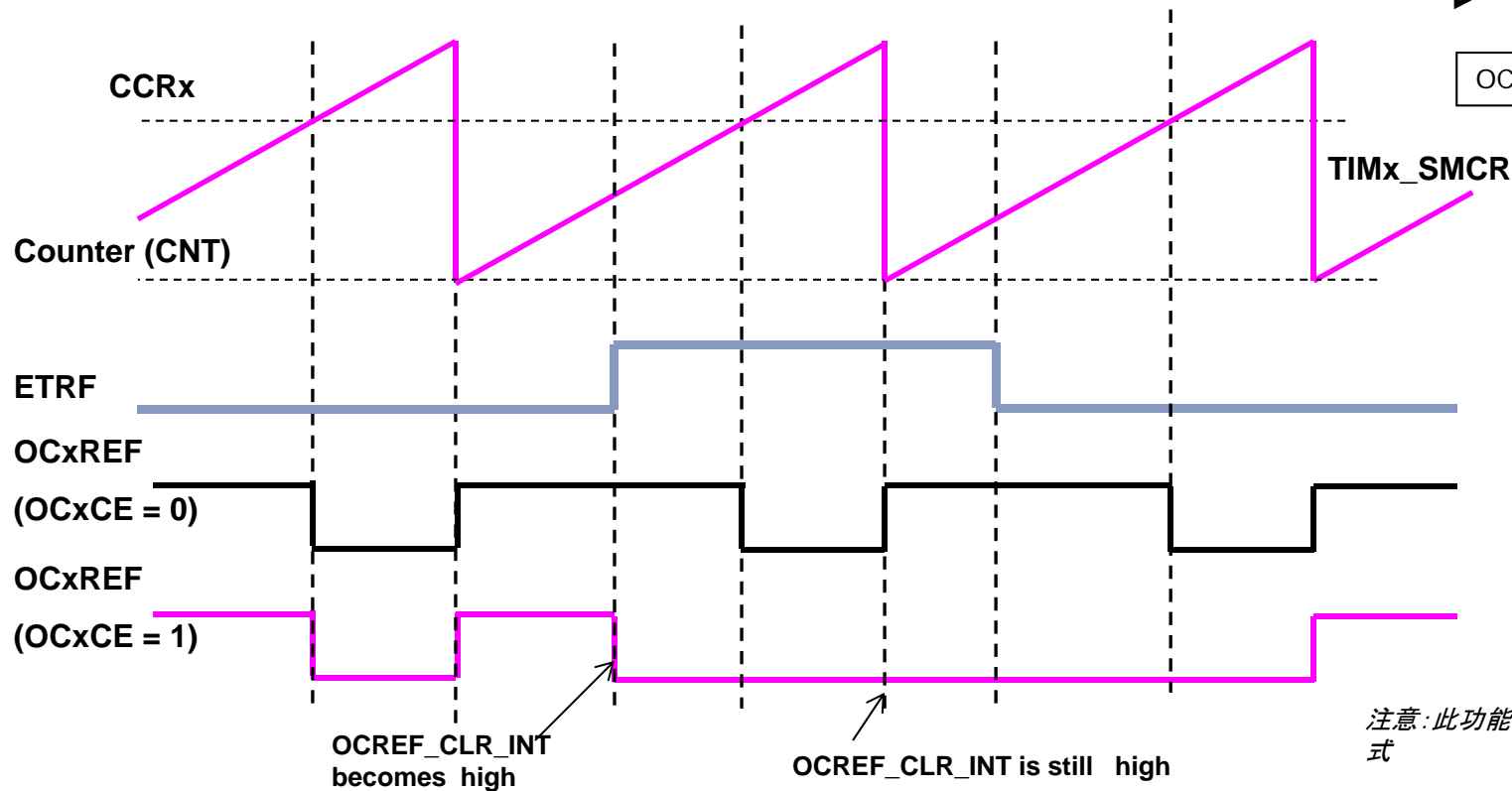
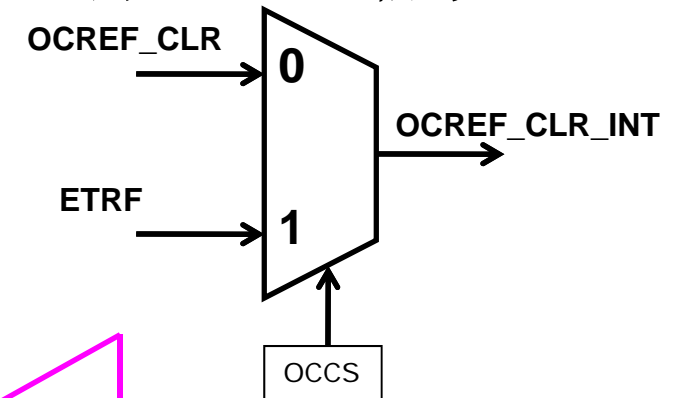
在检测到**TI2**信号的上升沿的 t_{Delay} 时间之后，在**OC1**上产生一个宽度为 t_{Pulse} 的正向脉冲信号

仅**TIM2**, **TIM3**, **TIM4**和**TIM9**支持单脉冲模式

TIM — OCxREF信号清除 (TIM2/TIM3/TIM4)

OCREF_CLR_INPUT信号为高时，可以清除指定通道的OCxREF 信号

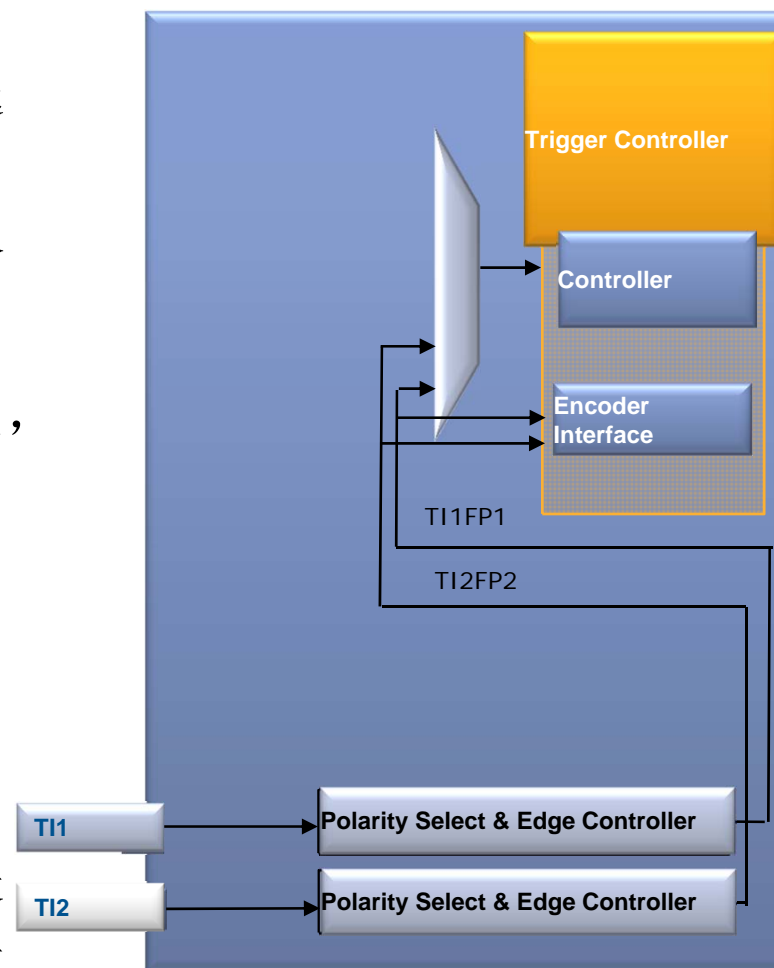
OCREF_CLR_INPUT信号可以在OCREF_CLR
信号(来自于COMP2)和ETRF信号(经过滤波
的ETR信号) 之间选择
(设置TIMx_SMCR寄存器的OCCS位)



注意:此功能仅可用于输出比较和PWM模式

TIM —— 编码器接口

- 编码器用来测量一个运行系统的位置和速度
- 编码器接口模式的工作类似于一个有方向选择的外部时钟
- 计数器能提供当前位置的具体信息(例如一个电动马达转子的角位置)
- 要获得一个动态的信息，例如速度，加速度，必须在两个周期事件间(由另一个定时器产生)进行测量
- 编码器和微控制器连接的例子：
 - 外部增量编码器可以直接连接到MCU，无需额外的接口逻辑单元
 - 第三方的编码器输出，用于指示机械零位的，可以直接连接到外部中断，并触发计数器的复位

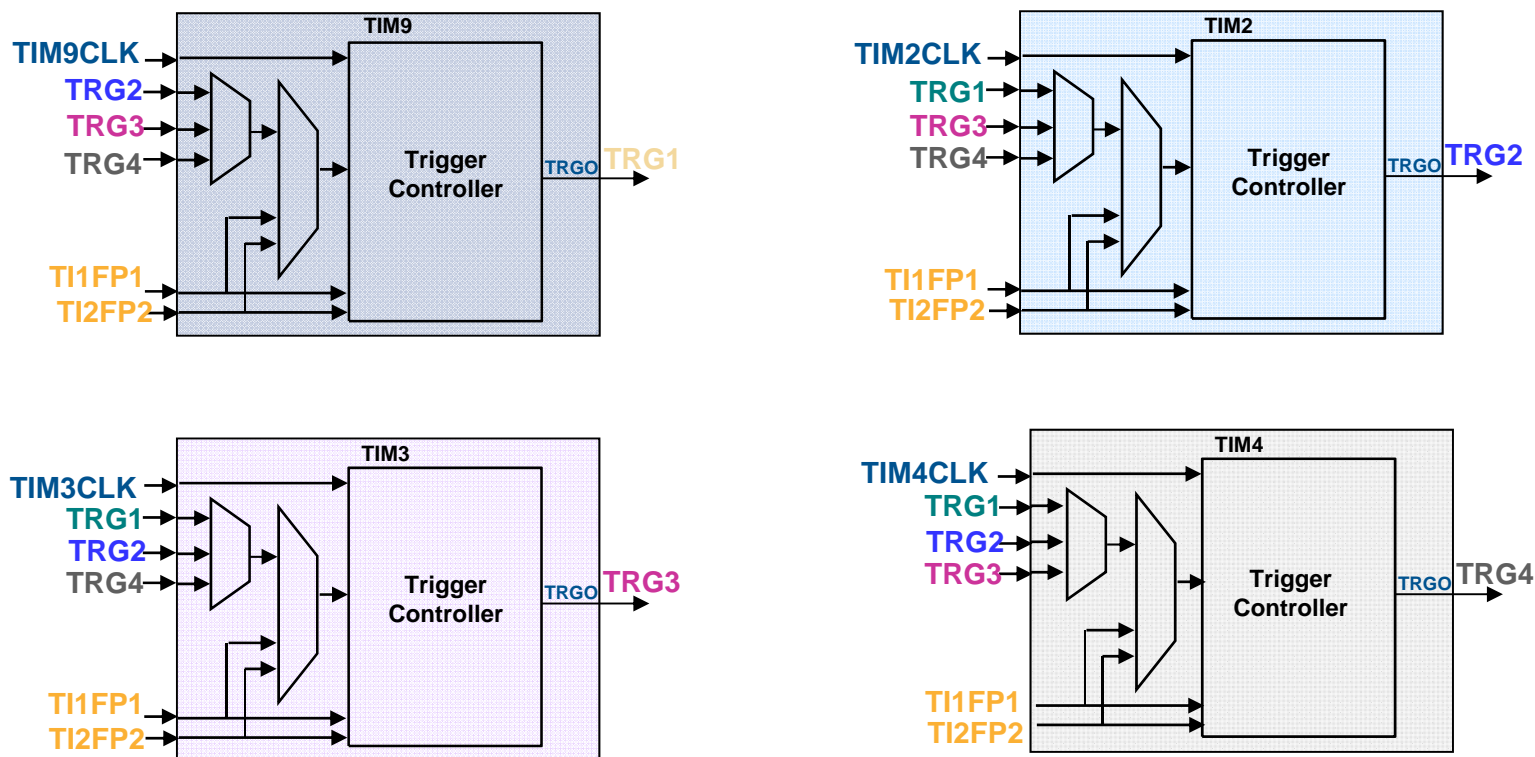


TIM —— 多个定时器的同步



- 有四个定时器是连接在一起的，可做同步和级联

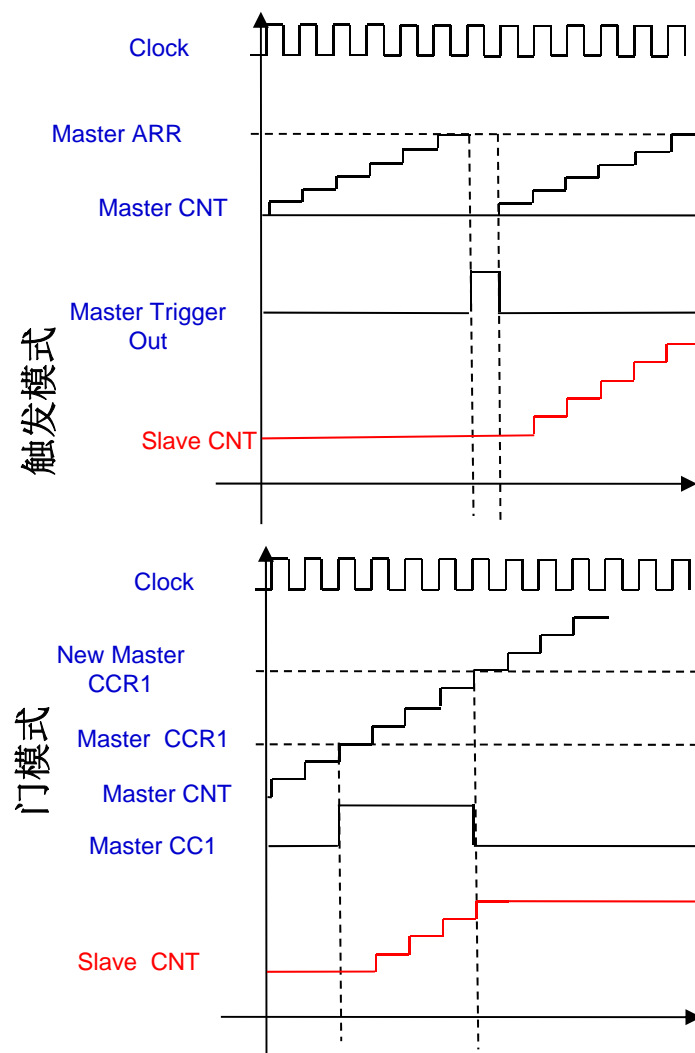
定时器的链接系统



TIM —— 定时器同步模式的配置



- 主模式计数器的输出可用于控制：
 - 计数器复位
 - 计数器使能
 - 更新事件
 - OC1 / OC1Ref / OC2Ref / OC3Ref / OC4Ref 信号
- 从模式下的定时器可以配置为以下模式：
 - 触发模式：计数器的启动受到控制
 - 门模式：计数器的启动和停止都受到控制



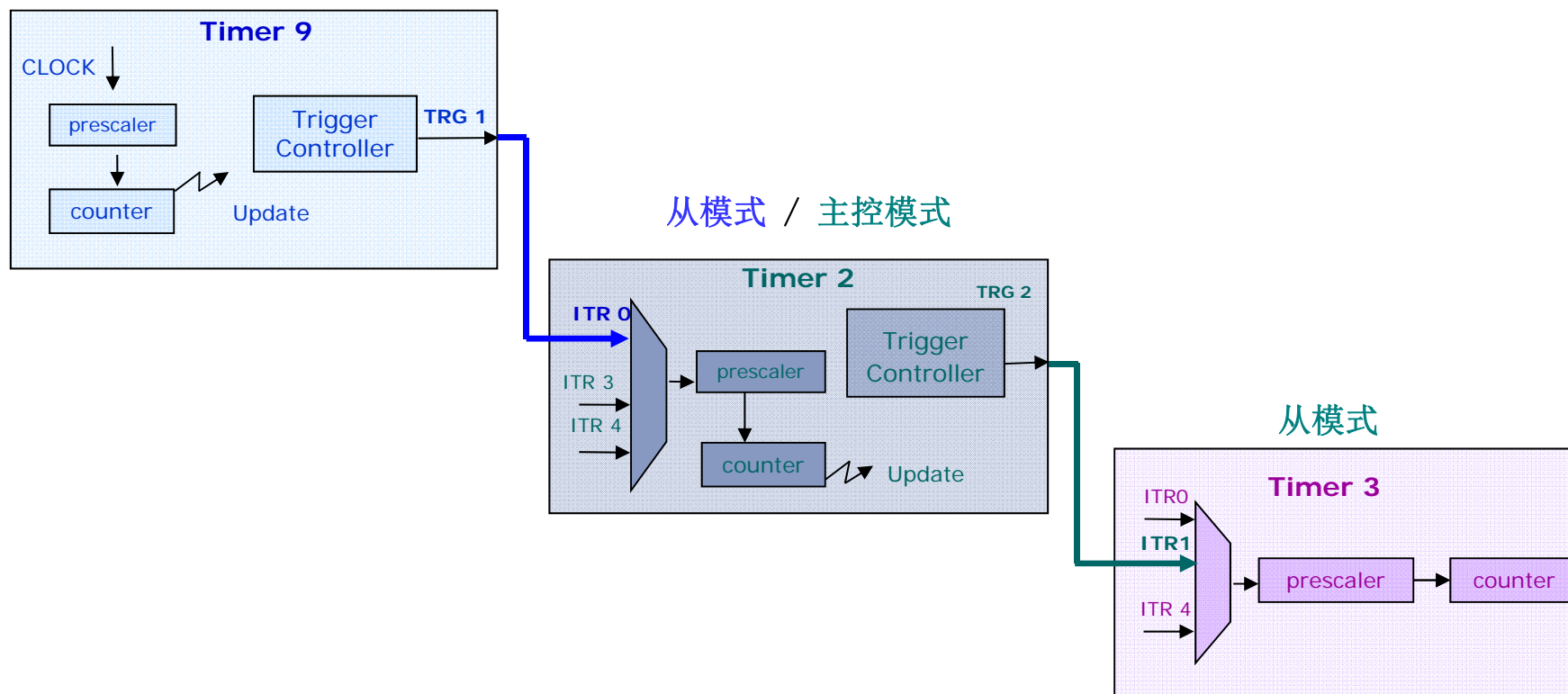
TIM —— 定时器同步模式的配置示例(一)



- 级联模式:

- TIM9作为TIM2的主控定时器，TIM2作为TIM9的从定时器，同时作为TIM3的主控定时器

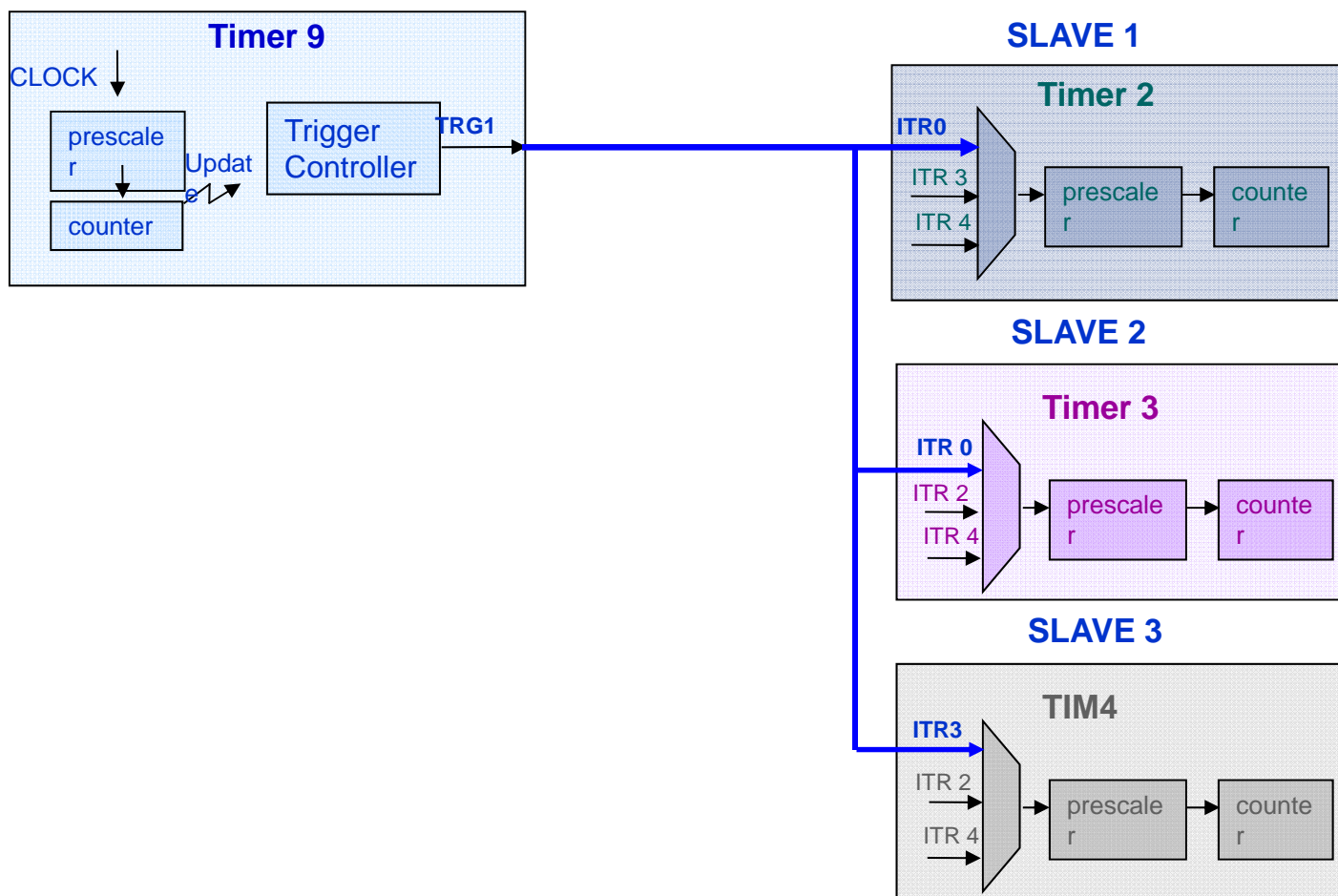
主控定时器



TIM —— 定时器同步模式的配置示例(二)



- 一个主控多个从定时器：TIM9作为TIM2, TIM3 和TIM4 的主控定时器



TIM —— 定时器同步模式的配置示例(三)



- 定时器和外部触发信号同步
- TIM2, TIM3和TIM4同时作为从定时器，受到连接到定时器输入端的同一个外部信号的控制

