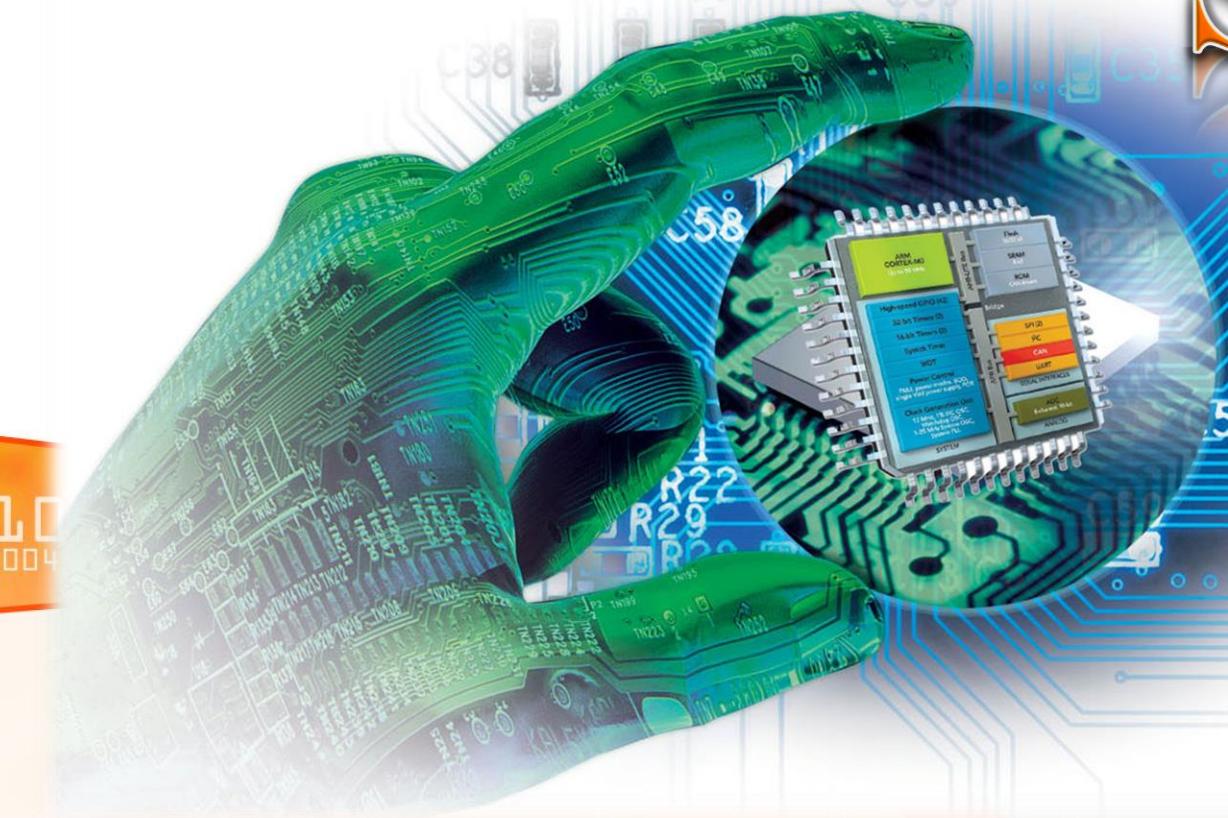


مُتَحَكِّمَات

STM32

10



Timer Modes in STM32

أنماط عمل المؤقتات في متحكمات STM32 :

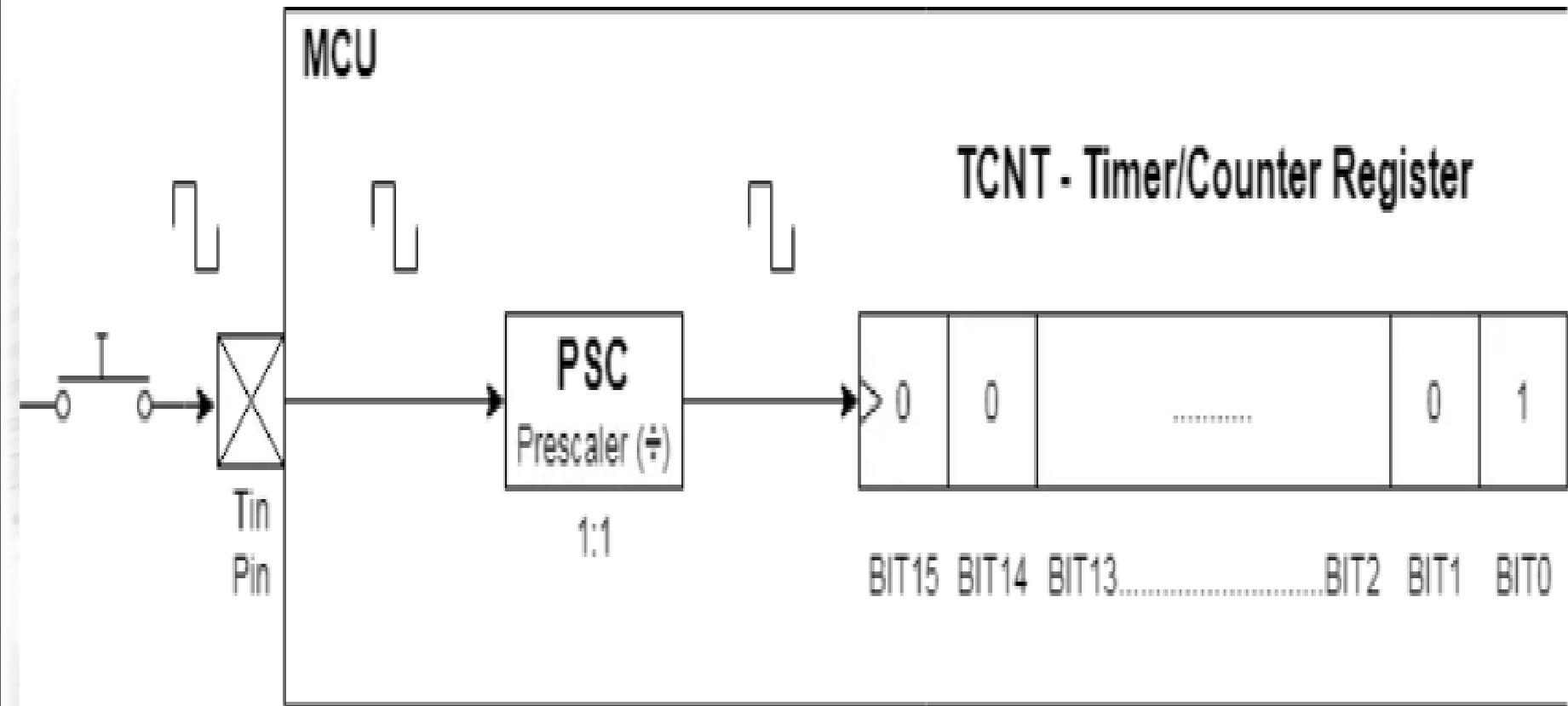
- Timer Mode**
- PWM mode**
- Counter Mode**
- Input Capture Mode**
- Encoder interface Mode**
- Output Compare**
- One Pulse Mode**

Counter Mode

- في هذا النمط من العمل فإن نبضات الـ Timer تأتي من مصدر خارجي (قطب دخل المؤقت (timer input pin))
- يقوم بالعد التصاعدي أو التنازلي مع كل جبهة صاعدة/هابطة لإشارة الدخول
- هذا النمط من العمل مفيد عندما تحتاج إلى وجود عداد رقمي دون الحاجة للقراءة الدورية لحالة أقطاب الدخول GPIO للمتحكم أو حتى حدوث مقاطعة في كل مرة في حال استخدام أحد أقطاب المقاطعة الخارجية EXTI

Timer Modes in STM32

Counter Mode



Counter Mode

نميز ثلاثة أنماط مختلفة للمؤقت عندما يعمل ك Counter وهي:

□ نمط العد التصاعدي: في هذا النمط فإن العداد يبدأ بالعد من الصفر مع

كل نبضة قادمة على قطب الدخول ويستمر حتى يصل إلى القيمة المخزنة مسبقاً الموجودة في المسجل (TIMx_ARR)، ثم يعود

للقيمة صفر ويولد مقاطعة الطفحان Overflow

□ نمط العد التنازلي : في هذا النمط فإن العداد يبدأ بالعد من القيمة

المخزنة في المسجل TIMx-ARR مع كل auto-reload value

نبضة قادمة على قطب الدخول ويستمر ليصل إلى الصفر ثم يعود ليبدأ

من القيمة المخزنة سابقاً ويولد حدث Underflow event

Counter Mode

نميز ثلاث أنماط مختلفة للمؤقت عندما يعمل ك Counter وهي:

- نمط العد التصاعدي تنازلي : في هذا النمط فإن العداد يبدأ بالعد التصاعدي من الصفر ويستمر بالعد مع كل نبضة قادمة على قطب الدخл حتى يصل إلى القيمة المخزنة سابقاً auto-reload value ثم يتم توليد حدث الطفحان TIMx-ARR ناقص واحد ، ثم يتم توليد حدث Overflow event ثم يبدأ بالعد التنازلي من القيمة المخزنة سابقاً
- تصاعدية قادمة على قطب الدخл وحتى يصل إلى الصفر عنها يتم توليد حدث Underflow ثم يعود للعد

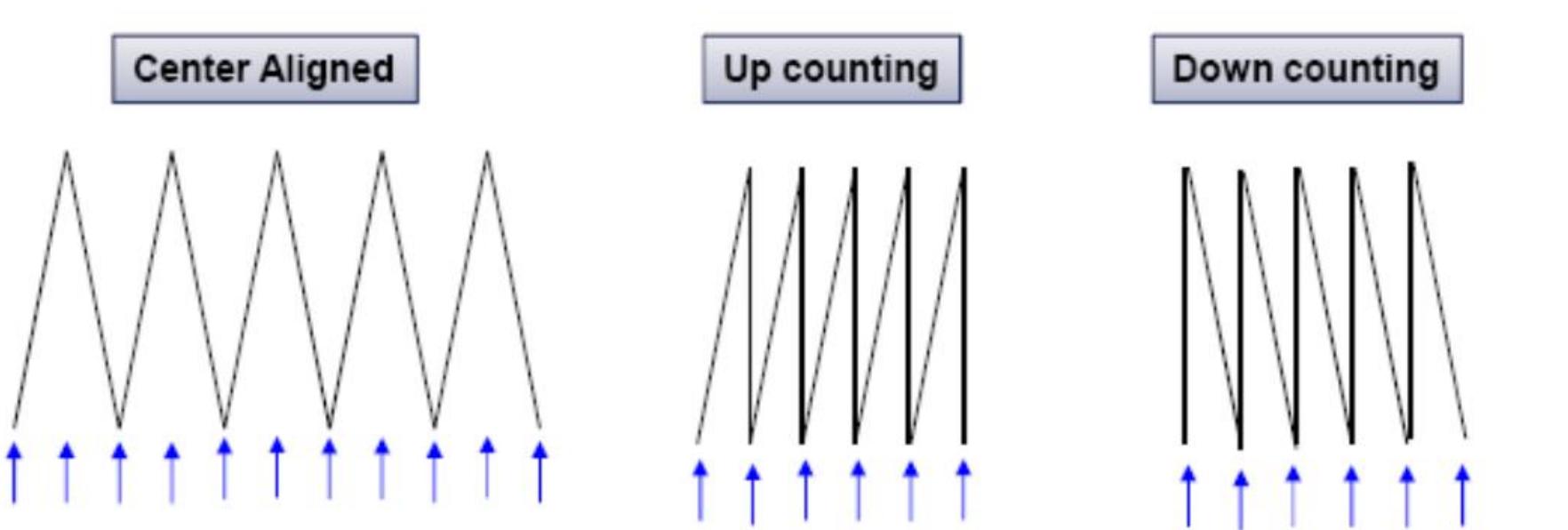
التصاعدي من الصفر وهذا...

Timer Modes in STM32

Counter Mode

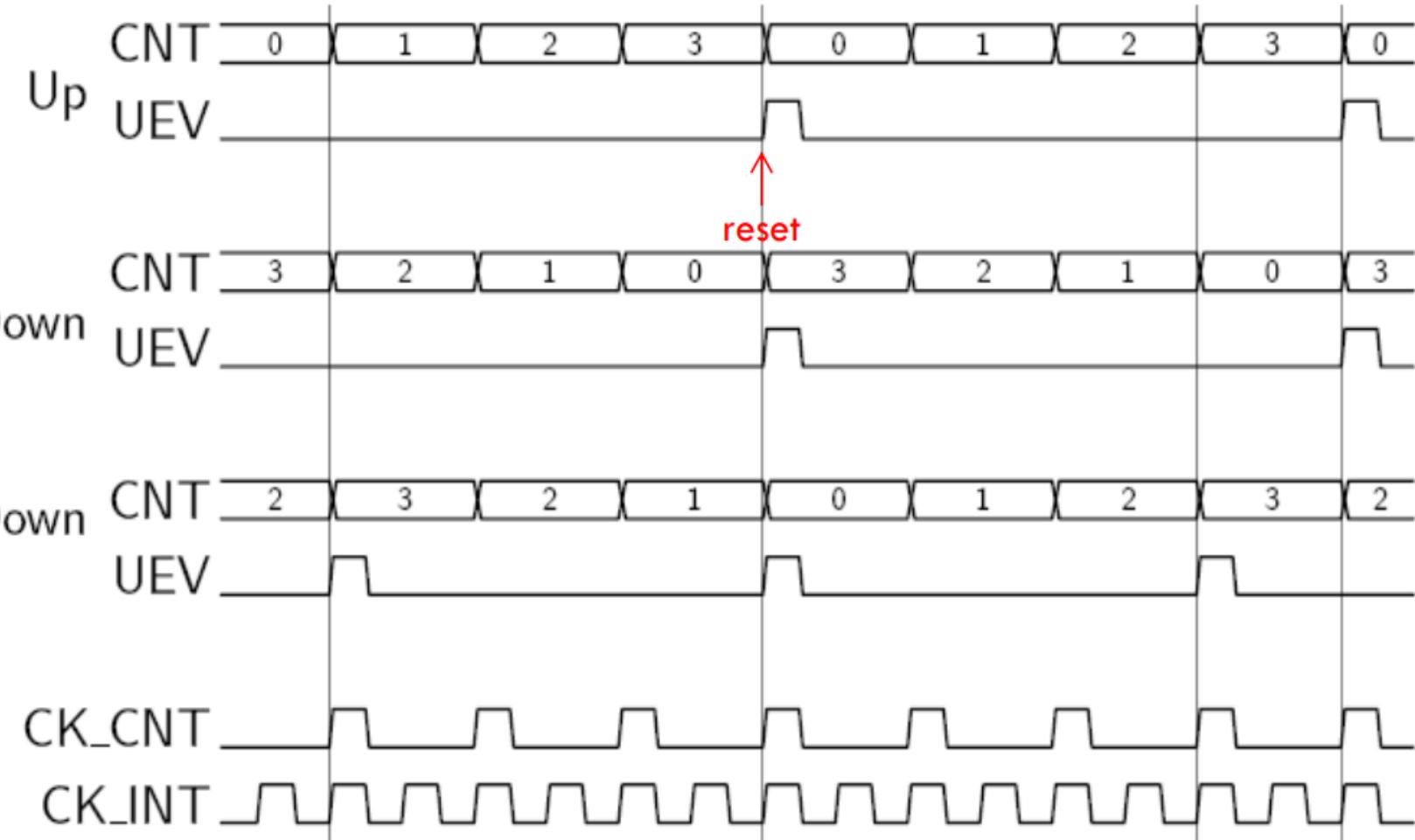
نميز ثلاث أنماط مختلفة للمؤقت عندما يعمل ك Counter وهي:

- نمط العد التصاعدي تنازلي : في هذا النمط فإن بت الاتجاه DIR في المسجل TIMx_CR1 غير قابل للكتابة أو تغيير قيمته فقط يتم تحديث قيمته من خلال الـ Hardware ويعبر عن الاتجاه الحالي للعد.



Timer Modes in STM32

Counter Mode



Counter Modes (ARR=3, PSC=1)

Counter Mode

لضبط المؤقت في نمط الـ Counter Mode من خلال CubeMX نختار ما

: يلي :

ضبط مصدر الساعة للمؤقت كي يعمل كعداد رقمي (من خلال قطب الدخول



للمؤقت) على المصدر الخارجي external pin ETR2 وهو PA0 والذي

يوافق القطب PA0

ضبط القيمة المخزنة مسبقاً للعداد counter period على القيمة 20 ،



عندما يصل العداد إلى القيمة 20 ستحدث مقاطعة الطفhan

Counter Mode

لضبط المؤقت في نمط الـ Counter Mode من خلال CubeMX نختار ما

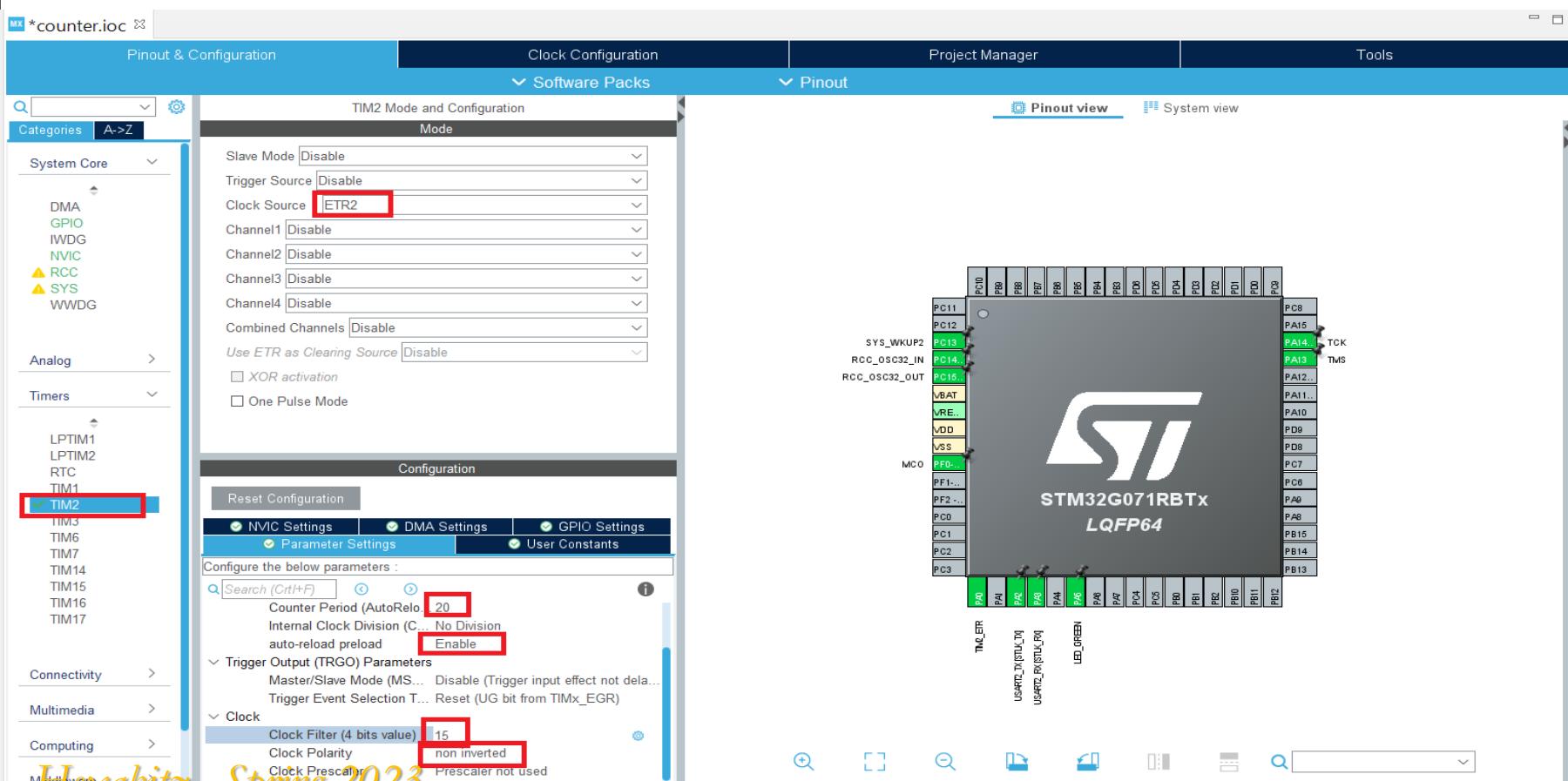
يلي :

- ضبط فلتر رقمي لقطب المؤقت لتجنب الضجيج الناتج عن اهتزاز المفتاح
- ، حيث يتراوح مجال القيم للفلتر بين 0 والـ 15، **Switch bouncing**
- أخيراً يمكن ضبط الجبهة التي سيعد عندها العداد صاعدة أو هابطة، سنختار الجبهة الصاعدة .

Timer Modes in STM32

Counter Mode

لضبط المؤقت في نمط الـ Counter Mode من خلال نختار ما يلي :



Input Capture Mode

المؤقت في نمط Input Capture يستقبل نبضات الساعة

الخاصة به من مصدر داخلي (ساعة المتحكم بعد استخدام المقسم

الترددية) ويستمر بالعد إلى أن يحدث حدث معين (جبهة صاعدة/

جبهة هابطة) على قطب المتحكم الخاص بقناة الـ Input

Capture Channel عندها يتم حفظ القيمة التي وصل إليها

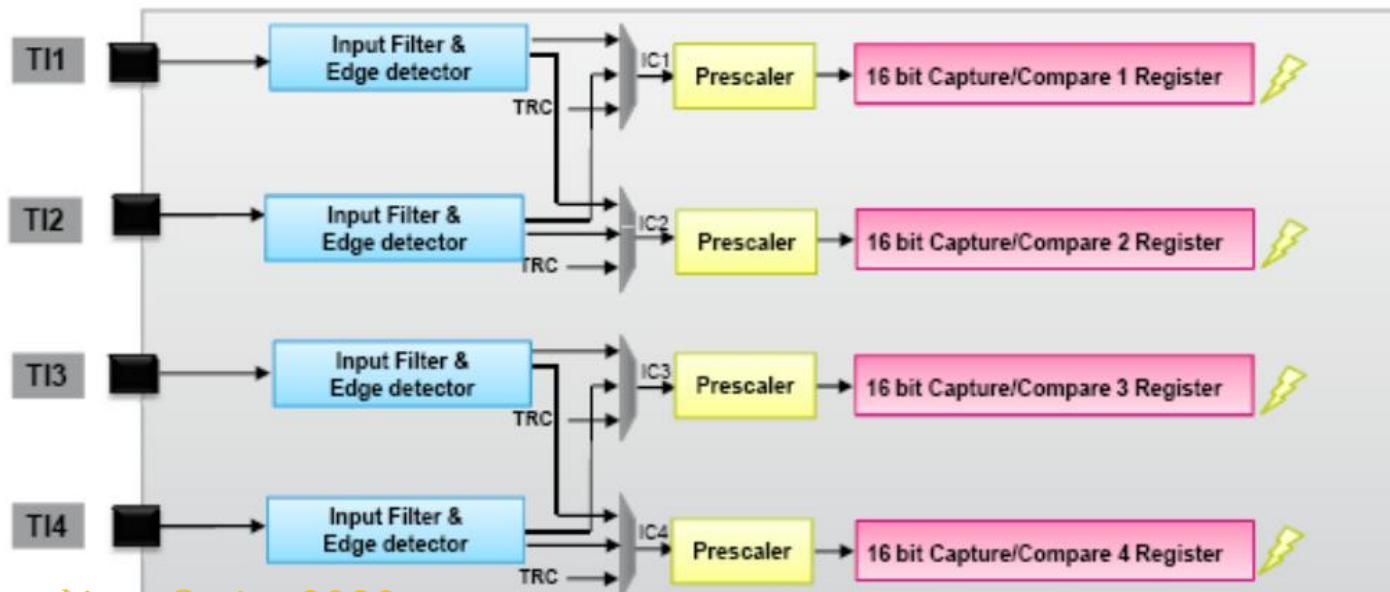
المؤقت إلى مسجل input capture register

لكل مؤقت في متحكمات STM32 عدة قنوات (input)

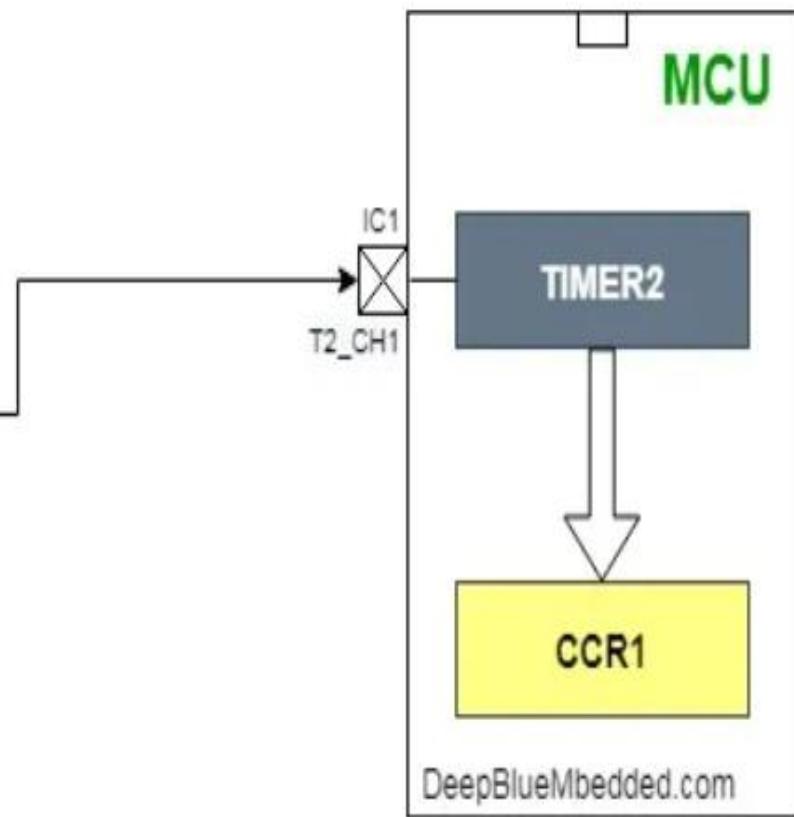
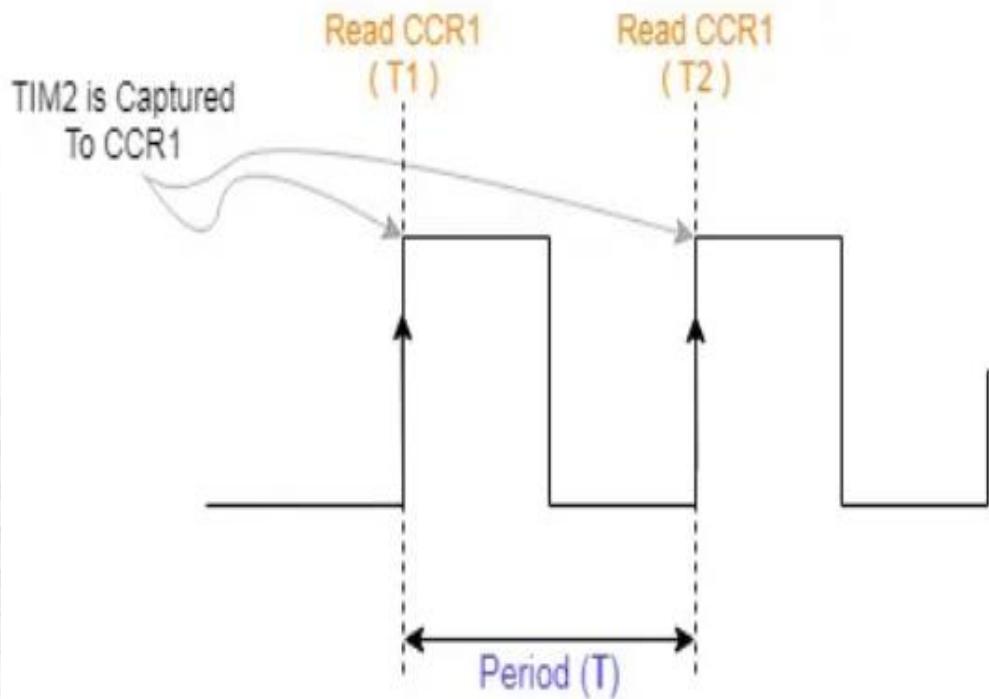
capture/compare output) channels مرتبطة بأقطاب

Input Capture Mode

تستخدم المسجلات (TIMx_CCRx) لمسك القيمة التي وصل إليها العداد بعد الانتهاء من قياس الإشارة القادمة، فعند حدوث حدث عملية الـ Capture يتم رفع العلم CCXIF والموجود ضمن المسجل TIMx_SR ويتم طلب مقاطعة أو DMA في حال كانت إحداهما مفعولة.



Input Capture Mode

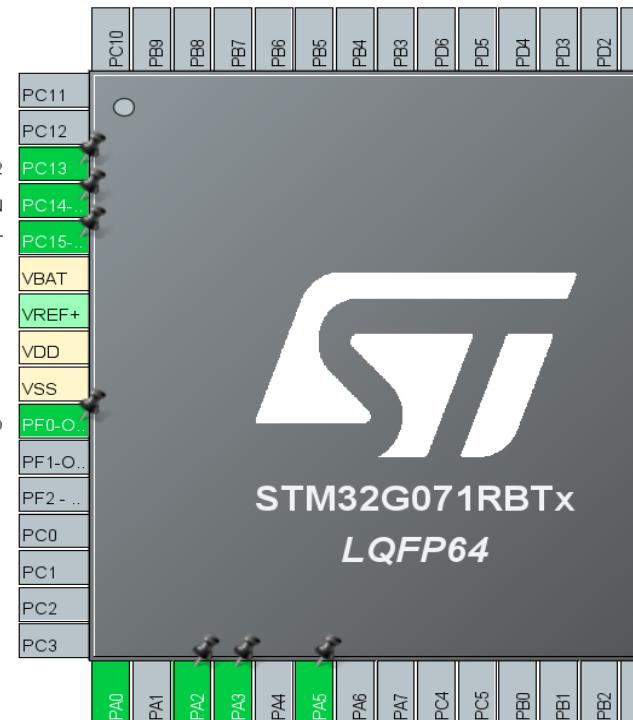


Timer Modes in STM32

Input Capture Mode

لضبط المؤقت في نمط الـ Input Capture من خلال

نختار ما يلي :



The screenshot shows the CubeMX Device Configuration Tool interface for a project named "input_capture.ioc". The main window displays the "Pinout & Configuration" tab, which is further divided into "Clock Configuration", "Project Manager", and "Tools". On the left, a sidebar lists various device components: System Core, Analog, Timers, Connectivity, Multimedia, Computing, Middleware, and Utilities. The "Timers" section is expanded, showing sub-components LPTIM1, LPTIM2, RTC, TIM1 through TIM17. "TIM2" is selected and highlighted in blue.

TIM2 Mode and Configuration

- Slave Mode: Disable
- Trigger Source: Disable
- Clock Source: Internal Clock
- Channel1: Input Capture direct mode
- Channel2: Disable
- Channel3: Disable
- Channel4: Disable
- Combined Channels: Disable
- Use ETR as Clearing Source: Disable
- XOR activation
- One Pulse Mode

Configuration

- Reset Configuration:
 - NVIC Settings
 - DMA Settings
 - GPIO Settings
 - Parameter Settings
 - User Constants
- Configure the below parameters:
 - Search (Ctrl+F)
 - Counter Period (AutoRelo. 65535)
 - Internal Clock Division (C... No Division)
 - auto-reload preload: Enable
- Trigger Output (TRGO) Parameters
 - Master/Slave Mode (MS...): Disable (Trigger input effect not ...)
 - Trigger Event Selection T...: Reset (UG bit from TIMx_EGR)
- Input Capture Channel 1
 - Polarity Selection: Rising Edge
 - IC Selection: Direct
 - Prescaler Division Ratio: No division

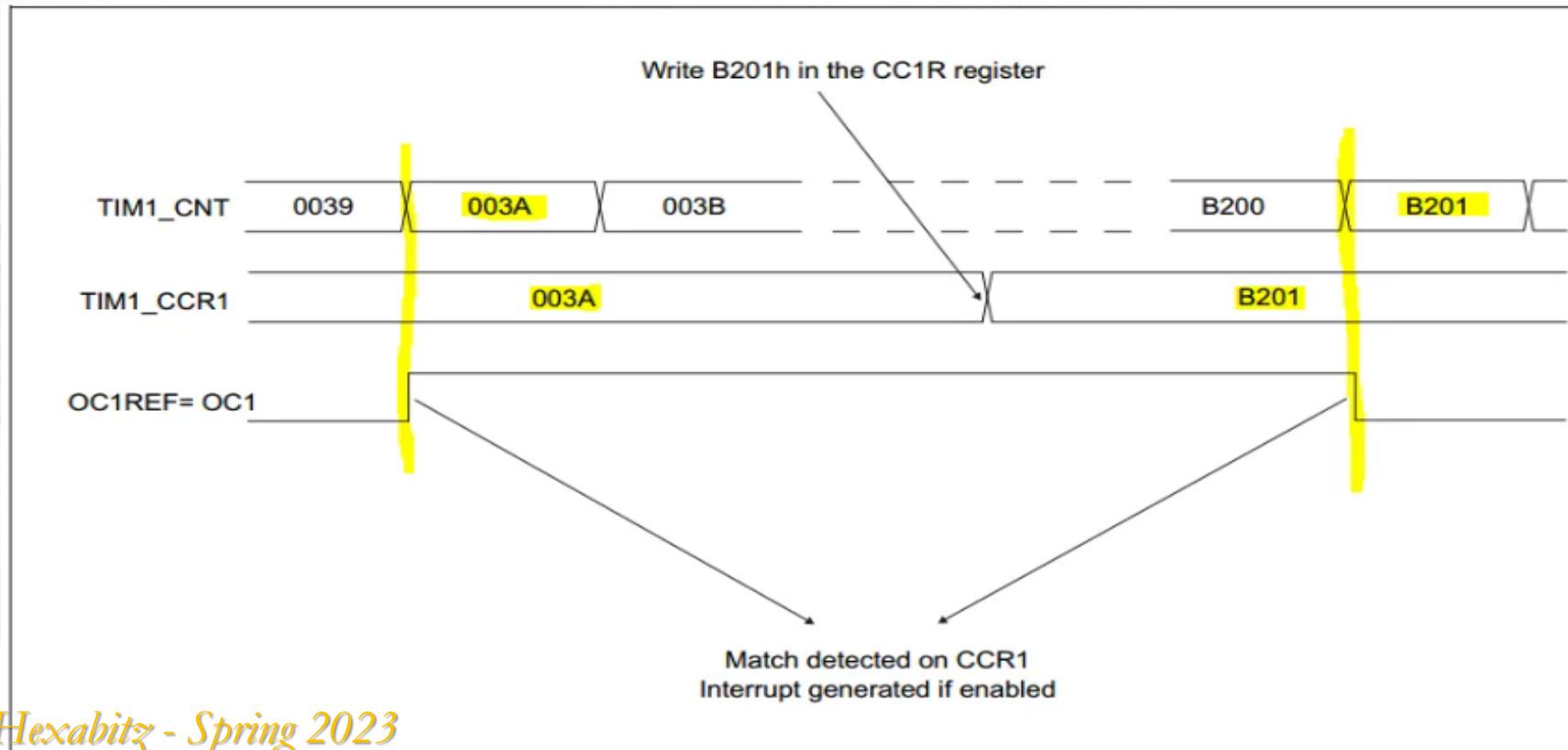
The configuration settings highlighted in orange are: "Input Capture direct mode" for Channel1, "65535" for Counter Period, "Enable" for auto-reload preload, and "Rising Edge" for Polarity Selection.

Output Compare Mode

□ هذا النمط من العمل يسمح بالتحكم بخرج معين خلال زمن معين ،
فعد تتساوى القيمة الحالية للعداد مع القيمة المخزنة في مسجل
المقارنة OCR يتم تغيير حالة الخرج الرقمي وفقاً لما تمت برمجته
خلال الكود فمثلاً قد يصبح وضع HIGH أو LOW أو toggles
حتى يبقى بنفس وضعه دون تغيير

Output Compare Mode

يوضح الشكل التالي مثال على نمط Output compare حيث المطلوب عمل القطب الخرج عند زمن معين:

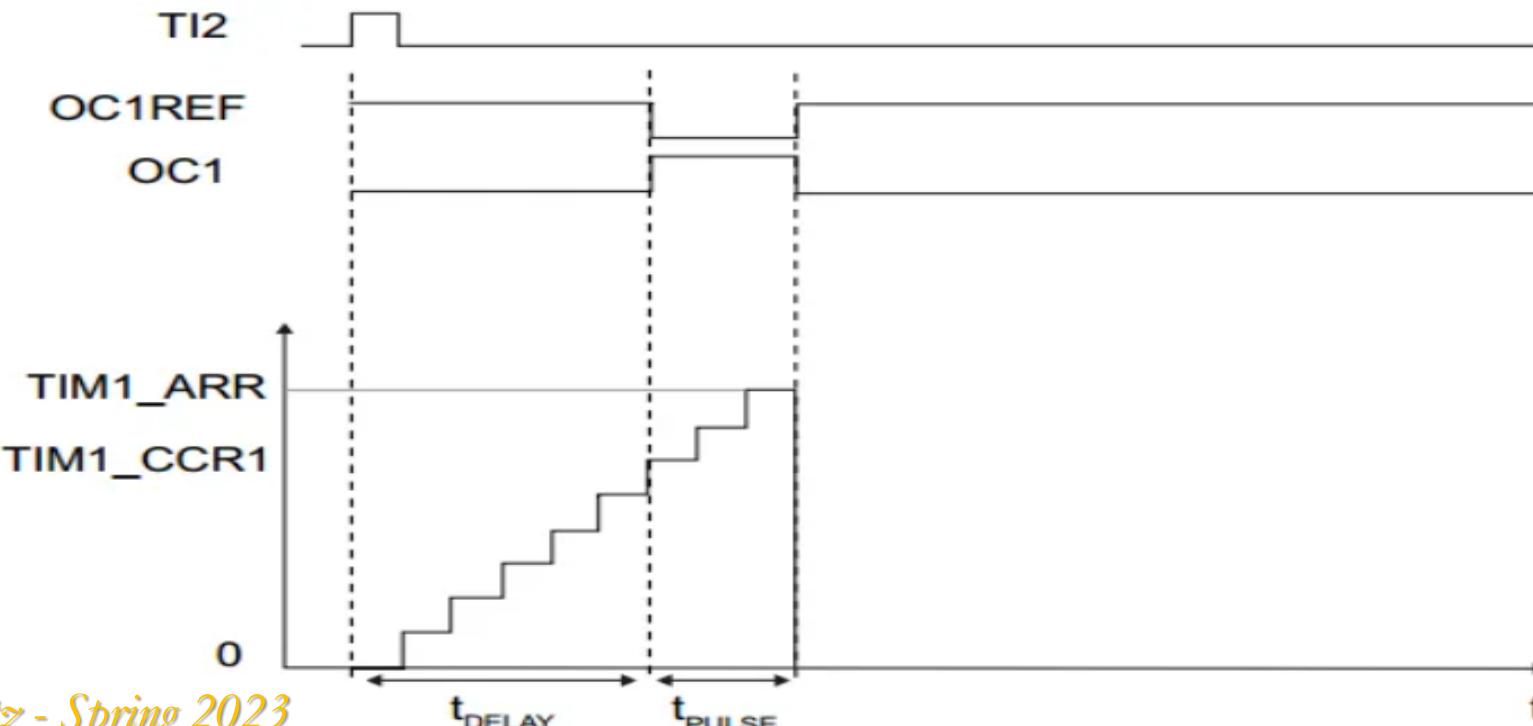


One Pulse Mode

يعتبر هذا النمط من العمل حالة خاصة من الأنماط السابقة، حيث يسمح للعداد بالاستجابة لحدث معين وتوليد نبضة بعرض وتأخير زمني معين يتم تحديدهم من خلال الكود، توليد النبضة يتم بنمط PWM أو Output compare، كما يتم توليدتها فقط عندما تكون قيمة المقارنة مختلفة عن القيمة الابتدائية للعداد، حيث يجب عند ضبط الإعدادات أن تكون $ARR > CNT \geq CCRx$ وبالأخص يجب أن تكون $CCRx > 0$

One Pulse Mode

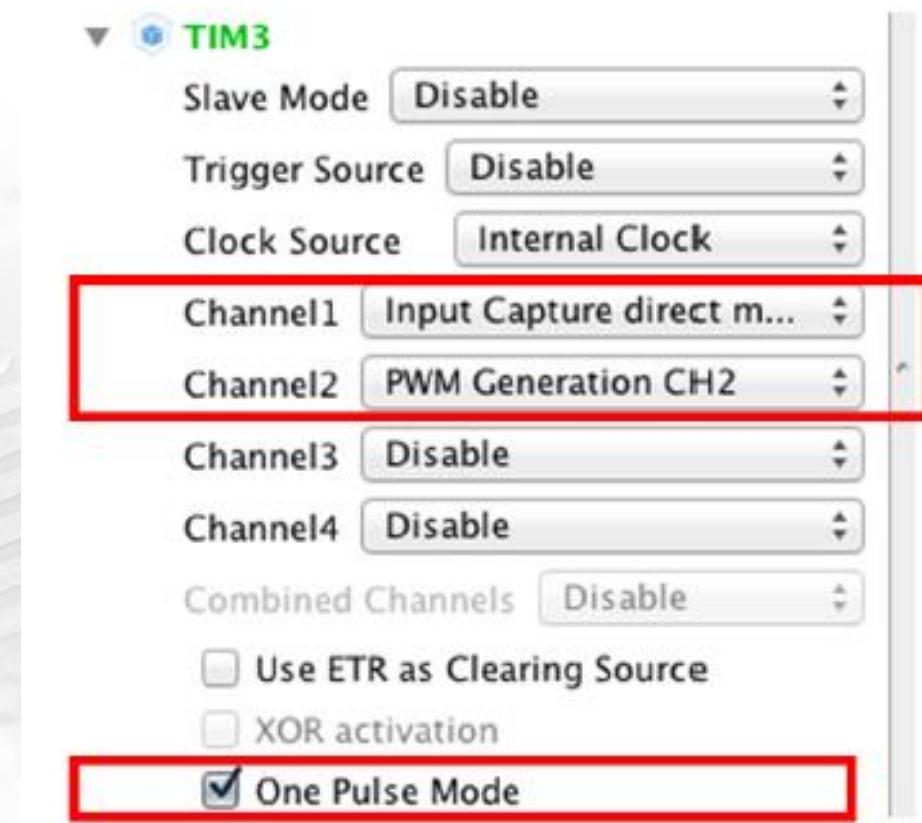
على سبيل المثال إذا أردنا توليد نبضة على الخرج OC1 وعرض t_{DELAY} وبتأخير زمني t_{PULSE} عند الجبهة الصاعدة لإشارة على القطب : □



One Pulse Mode

لضبط المؤقت في نمط الـ One Pulse Mode من خلال

نختار ما يلي :



Encoder Mode

يعمل المؤقت في نمط ال Encoder كعداد لنبضات ساعة خارجية

لمدخلين ، أي أن العداد يبدأ بالعد من الصفر حتى external clock

القيمة المخزنة في المسجل **TIMx_ARR**

حيث من خلال تتبع الإشارات على هذين المدخلين يتم تحديد اتجاه العد

تصاعدي/تنازلي بالإضافة إلى عد النبضات القادمة على هذين الدخلين

أي أن العداد يقوم بملحقة السرعة واتجاه الدوران للانكودر المتصل مع

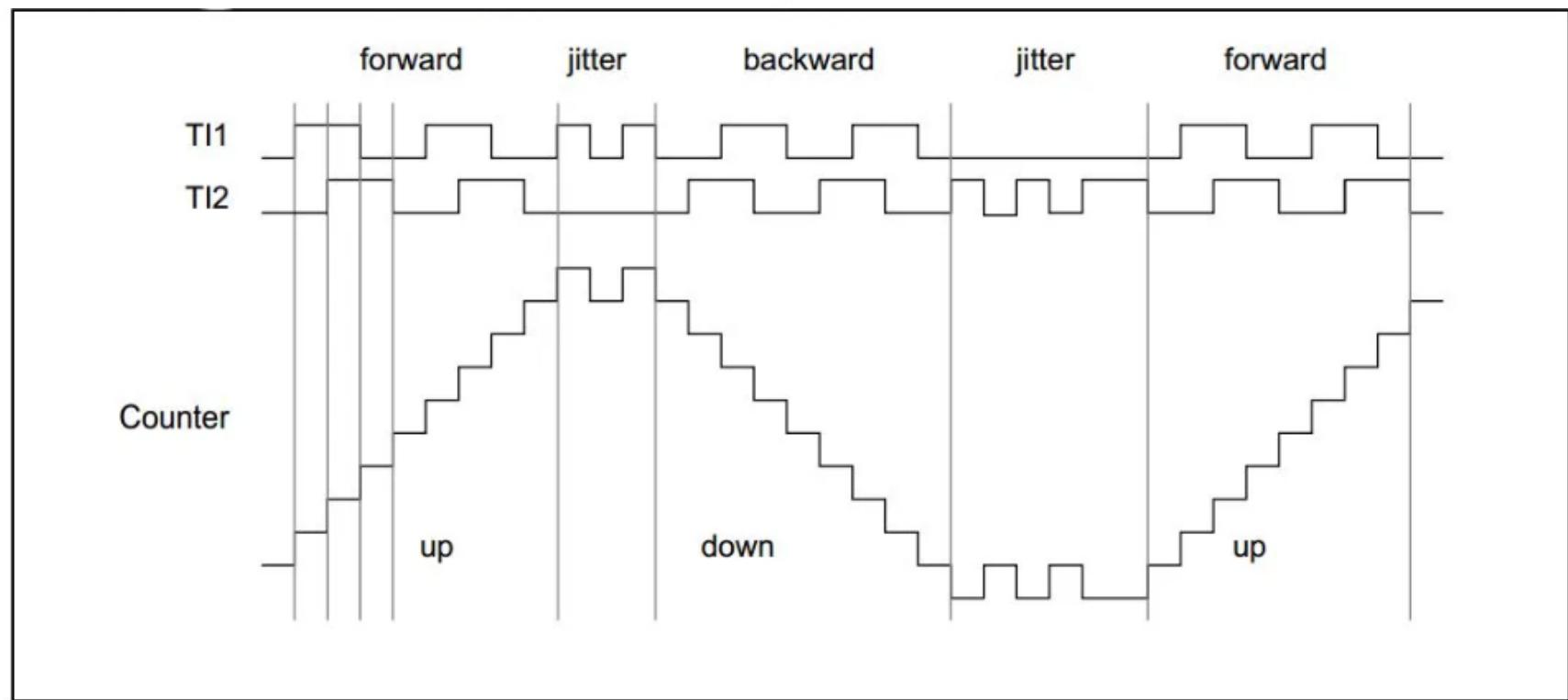
قناتي المؤقت، حيث لا يحتاج الانكودر لأي دارة ملائمة بينه وبين

المتحكم.

Encoder Mode

يمكن للمستخدم الحصول على معلومات ديناميكية كالسرعة والتسارع من

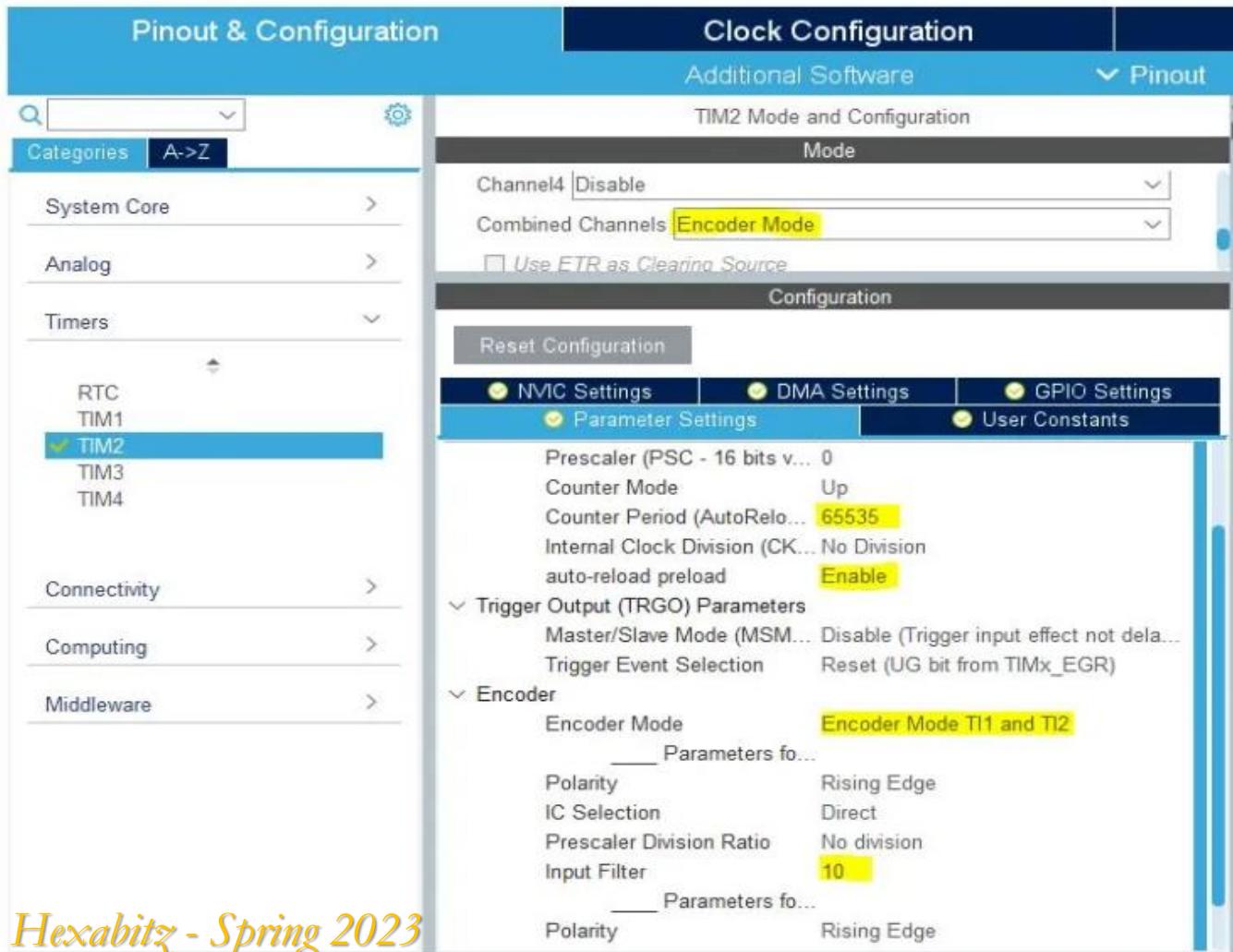
خلال استخدام مؤقت في نمط Encoder



Encoder Mode

لضبط المؤقت في نمط الـ Encoder Mode من خلال 

نختار ما يلي :



The screenshot shows the CubeMX software interface for configuring a timer. The left sidebar lists categories like System Core, Analog, Timers, Connectivity, Computing, and Middleware, with TIM2 selected. The main window has tabs for Pinout & Configuration, Clock Configuration, Additional Software, and Pinout. The current view is under the Clock Configuration tab, specifically for TIM2. It shows the mode set to "Encoder Mode". The configuration section includes fields for Prescaler (PSC - 16 bits v... 0), Counter Mode (Up), Counter Period (AutoRelo... 65535), Internal Clock Division (CK... No Division), and auto-reload preload (Enable). Under Trigger Output (TRGO) Parameters, Master/Slave Mode (MSM...) is set to Disable. Under Encoder parameters, Encoder Mode is set to "Encoder Mode T11 and T12", with Polarity set to Rising Edge, IC Selection set to Direct, Prescaler Division Ratio set to No division, and Input Filter set to 10. A note at the bottom says "Parameters fo...".

أهم مسجلات المؤقتات في متحكمات STM32

TIMx -> CNT : مسجل بطول 16 بت ويمثل القيمة الحالية للمؤقت

TIMx->ARR : مسجل بطول 16 بت وهو مسجل إعادة التحميل التلقائي، ويتم استخدامه للتحكم بتردد إشارة الـ PWM

TIMx->PSC : مسجل بطول 16 بت وهو مسجل المقسم التردددي

TIMx_CCRx ، Capture/Compare Registers، وأيضاً يستخدم للتحكم بدورة التشغيل dutycycle عند عمل المؤقت بنمط الـ PWM

تلخيص لدوال مكتبة HAL المستخدمة للتعامل مع المؤقتات

HAL_TIM_Base_Start(); :Polling

دالة بدء المؤقت بنمط الـ :Interrupt

HAL_TIM_Base_Start_IT();

دالة بدء المؤقت بنمط الـ :DMA

HAL_TIM_Base_Start_DMA();

دالة بدء المؤقت بنمط الـ :Input Capture

HAL_TIM_IC_Start_IT(&htim2, TIM_CHANNEL_1);

دالة بدء المؤقت بنمط الـ :PWM

HAL_TIM_PWM_Start(&htim2, TIM_CHANNEL_1);

دالة بدء المؤقت بنمط الـ :Encoder mode

HAL_TIM_Encoder_Start(&htim2, TIM_CHANNEL_ALL);

دالة خدمة مقاطعة الطفhan:

HAL_TIM_PeriodElapsedCallback(TIM_HandleTypeDef* htim)

{

}

دالة خدمة مقاطعة :Input Capture

HAL_TIM_IC_CaptureCallback()

{

}

Thank you for listening