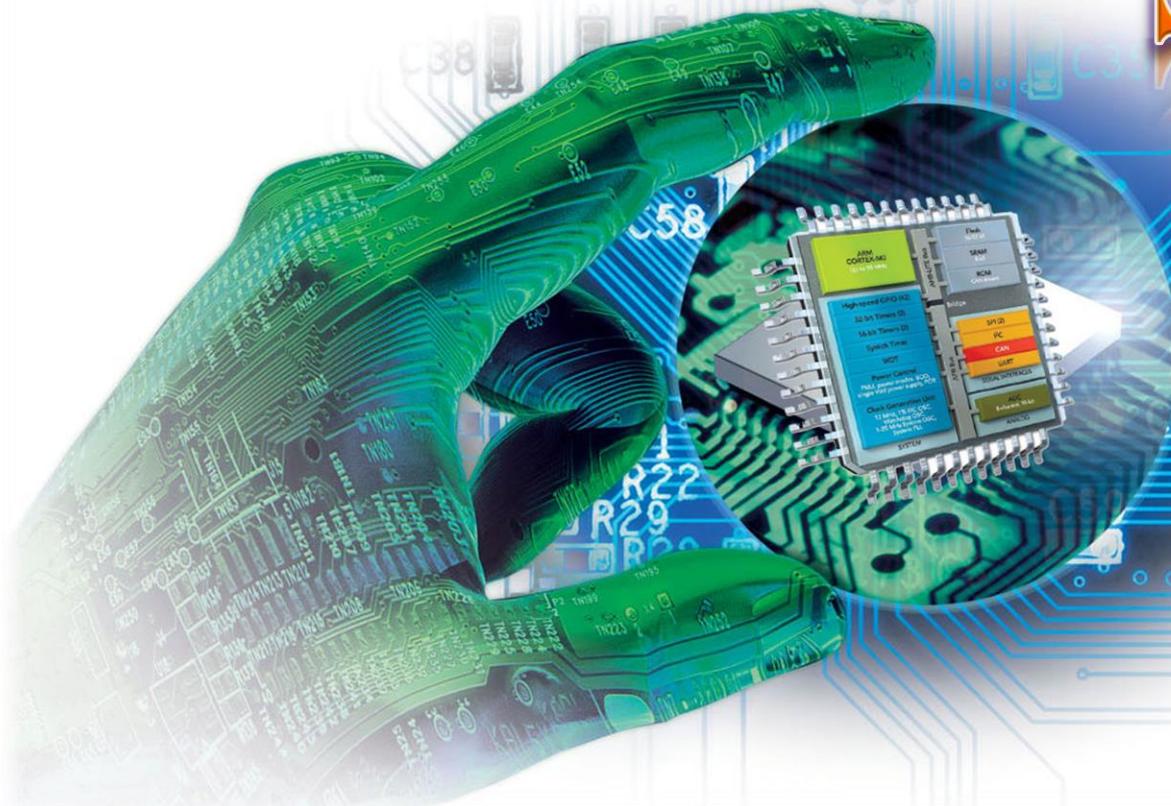
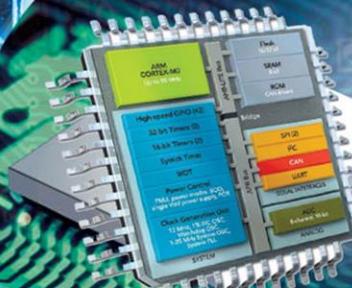


مُتَحَكِّمَات

STM32

12



Timer Modes in STM32

أنماط عمل المؤقتات في متحكمات STM32 :

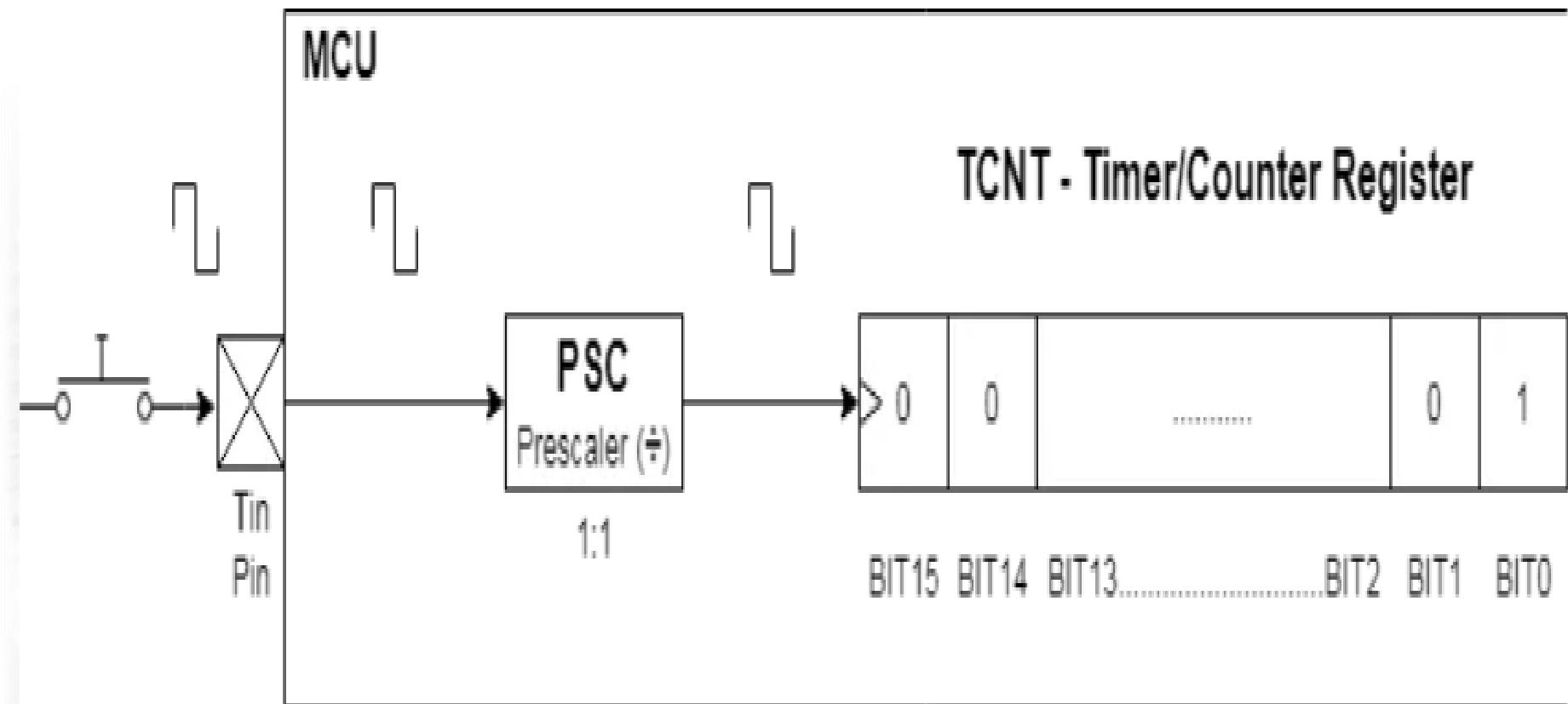
- Timer Mode**
- PWM mode**
- Counter Mode**
- Input Capture Mode**
- Encoder interface Mode**
- Output Compare**
- One Pulse Mode**

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 ثلاث 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

المخزنة في المسجل TIMx-ARR مع كل 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:

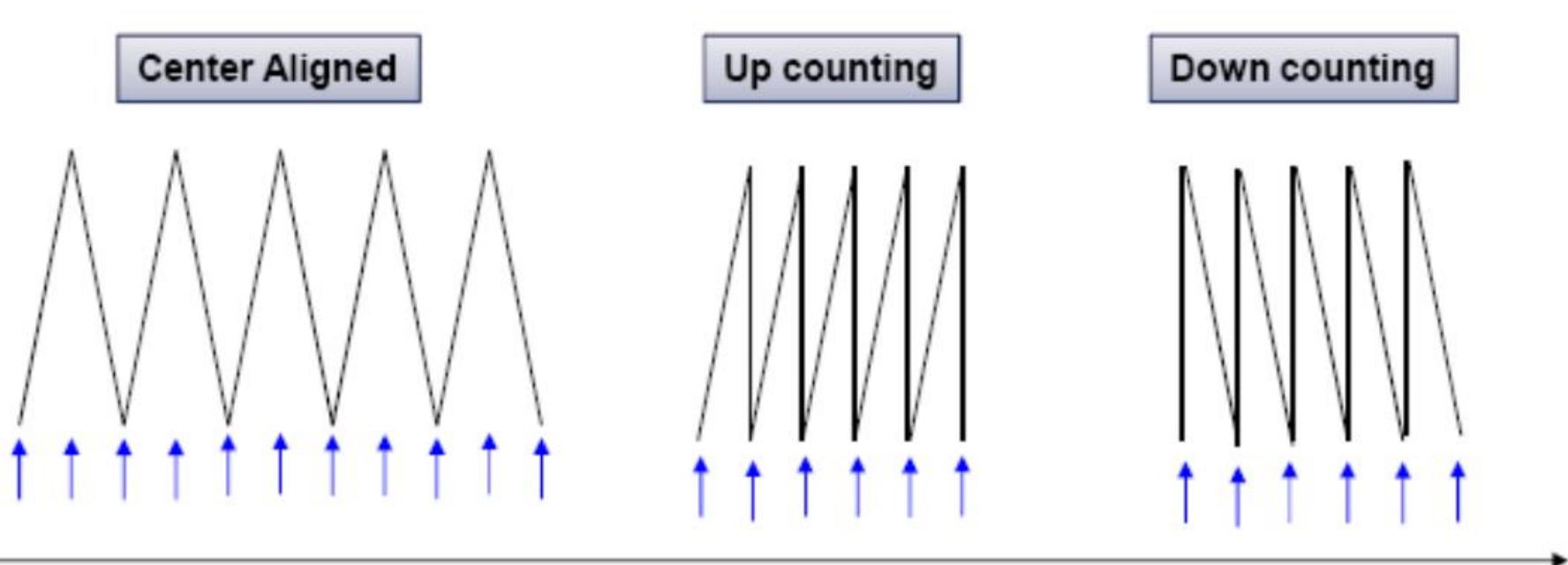
- نمط العد التصاعدي تنازلي : في هذا النمط فإن العداد يبدأ بالعد التصاعدي من الصفر ويستمر بالعد مع كل نبضة قادمة على قطب الدخл حتى يصل إلى القيمة المخزنة سابقاً auto-reload value ثم يتم توليد حدث الطفحان TIMx-ARR ناقص واحد ، ثم يتم توليد حدث Overflow event ثم يبدأ بالعد التنازلي من القيمة المخزنة سابقاً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

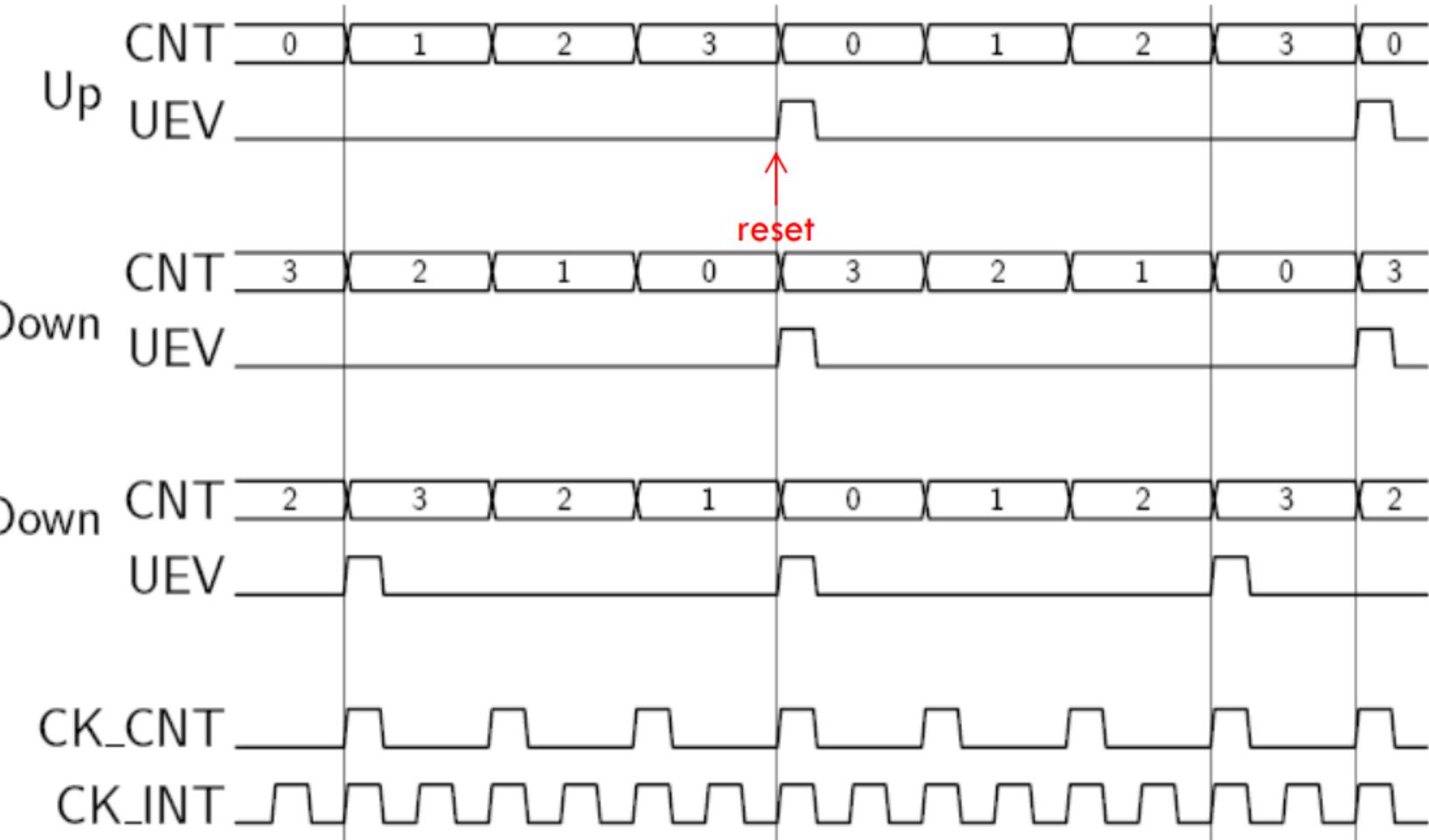
نميز ثلاث أنماط مختلفة للمؤقت عندما يعمل ك Counter وهي:

- 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 الدخ

للمؤقت) على المصدر الخارجي external pin ETR2 وهو الذي

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

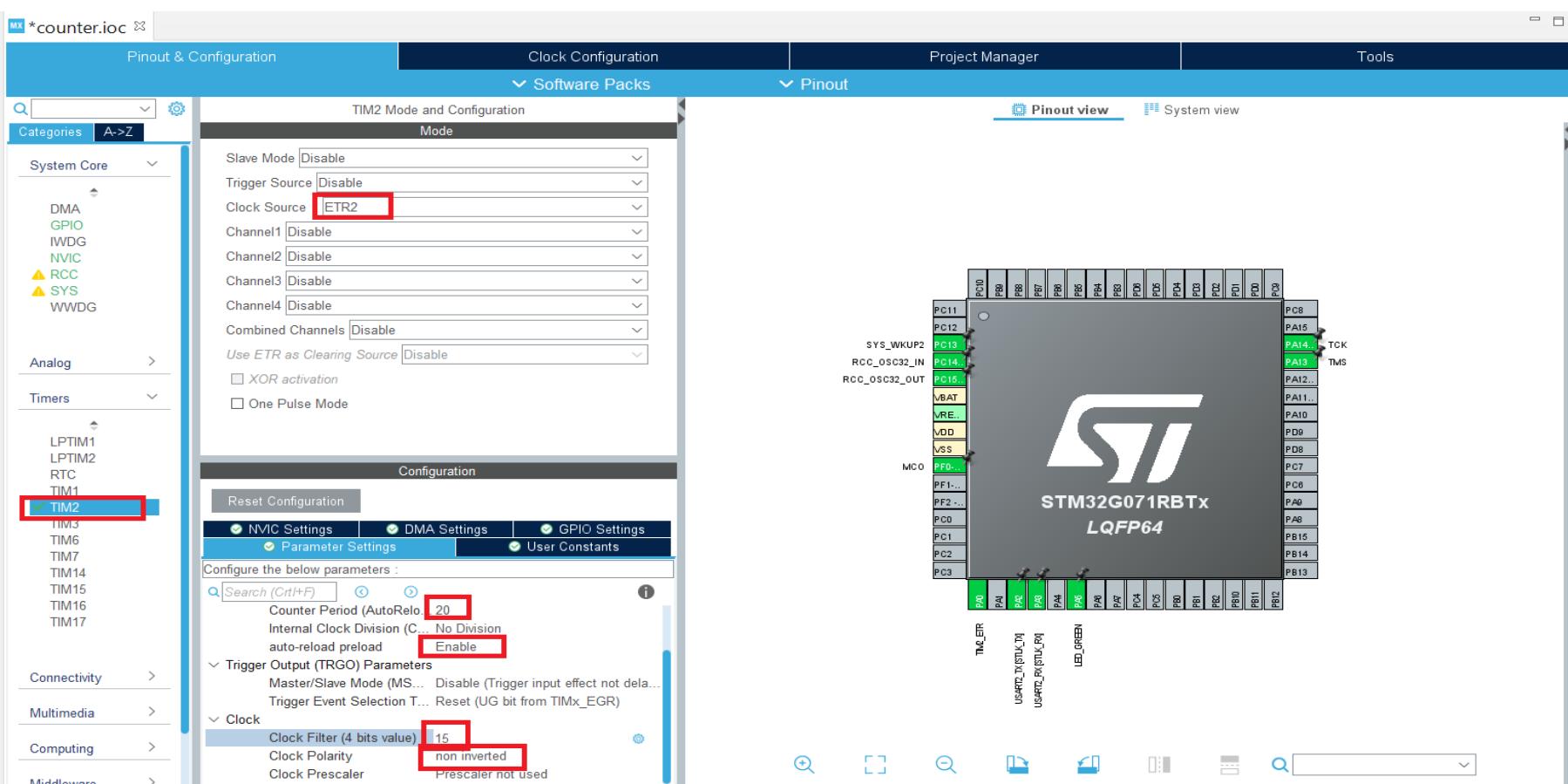
يلي :

- 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

عندما 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

المتحكم يمكن معرفتها من خلال الـ datasheet الخاصة بالمتحكم

Input Capture Mode

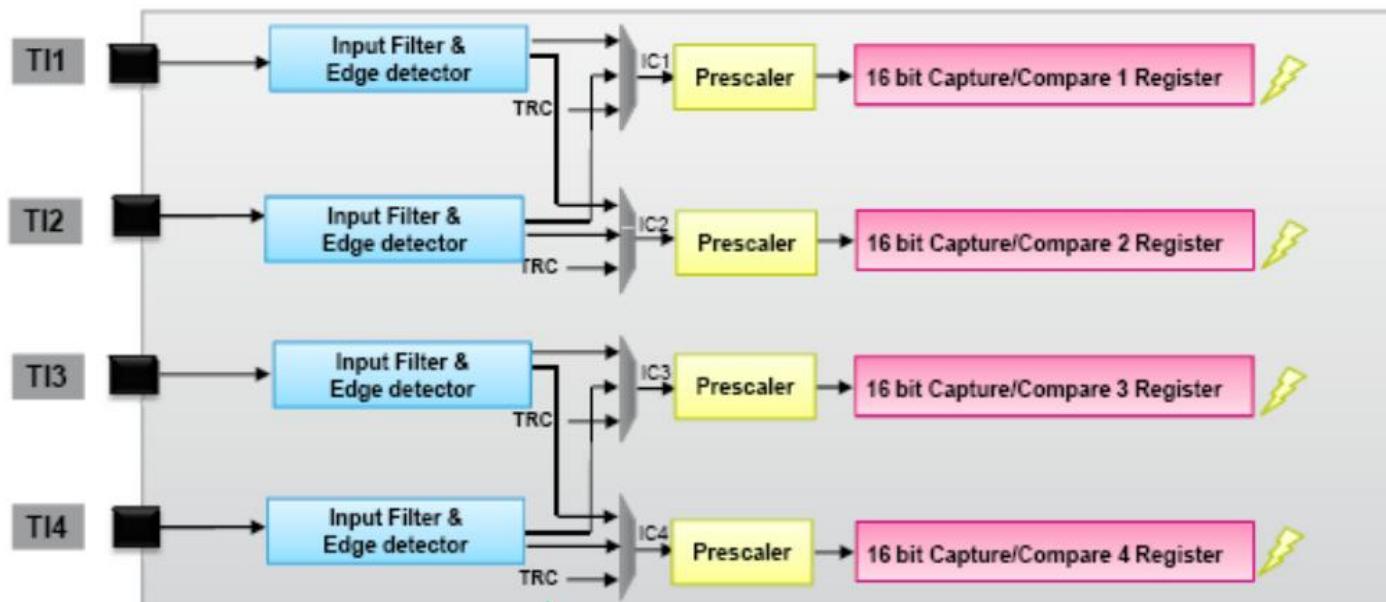
تستخدم المسجلات (TIMx_CCRx) لمسك القيمة التي وصل إليها

العداد بعد الانتهاء من قياس الإشارة القادمة، فعند حدوث عملية

الـ Capture يتم رفع العلم CCXIF والموجود ضمن المسجل

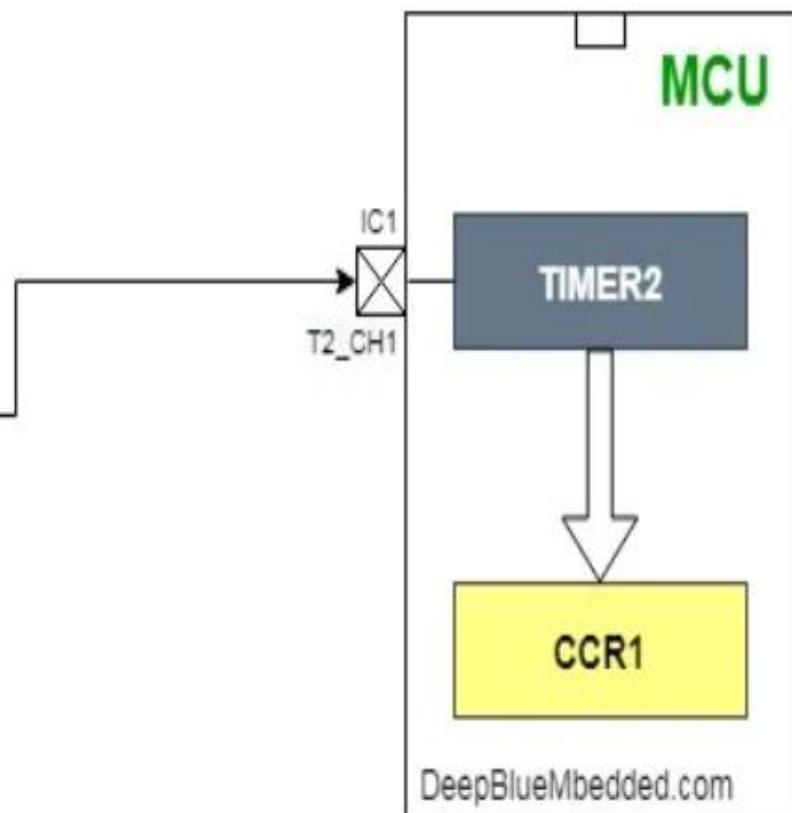
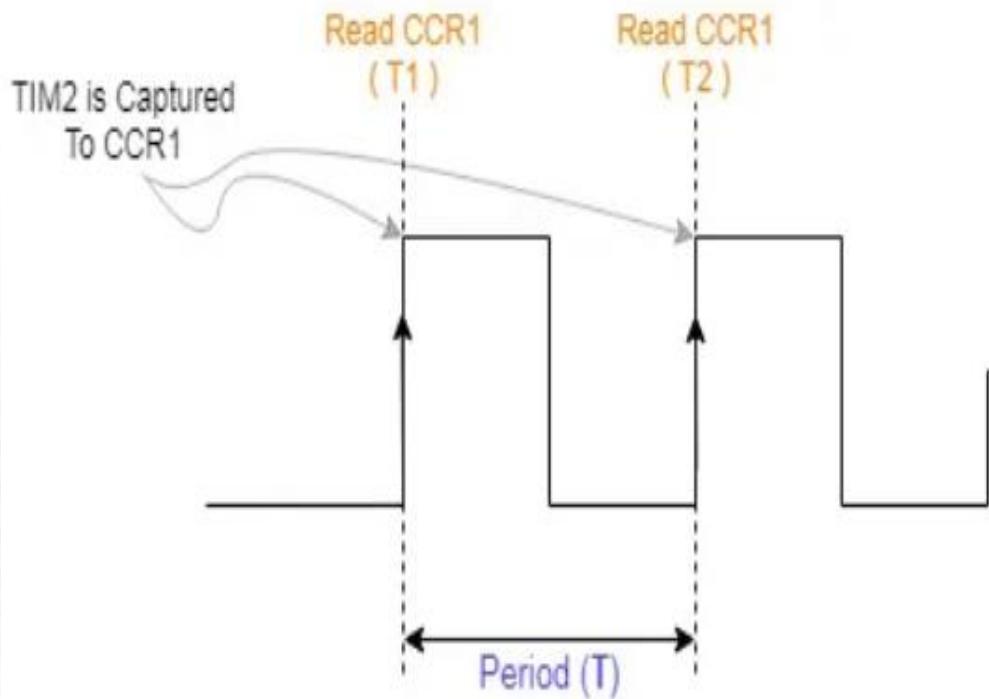
ويتم طلب مقاطعة أو DMA في حال كانت إحداها

مفعة.



Timer Modes in STM32

Input Capture Mode



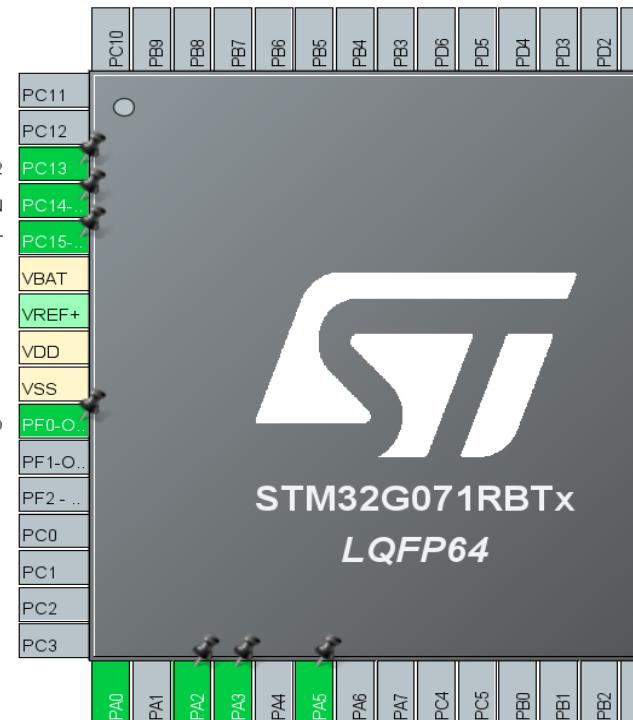
DeepBlueMbedded.com

Timer Modes in STM32

Input Capture Mode

لضبط المؤقت في نمط الـ Input Capture من خلال

نختار ما يلي :



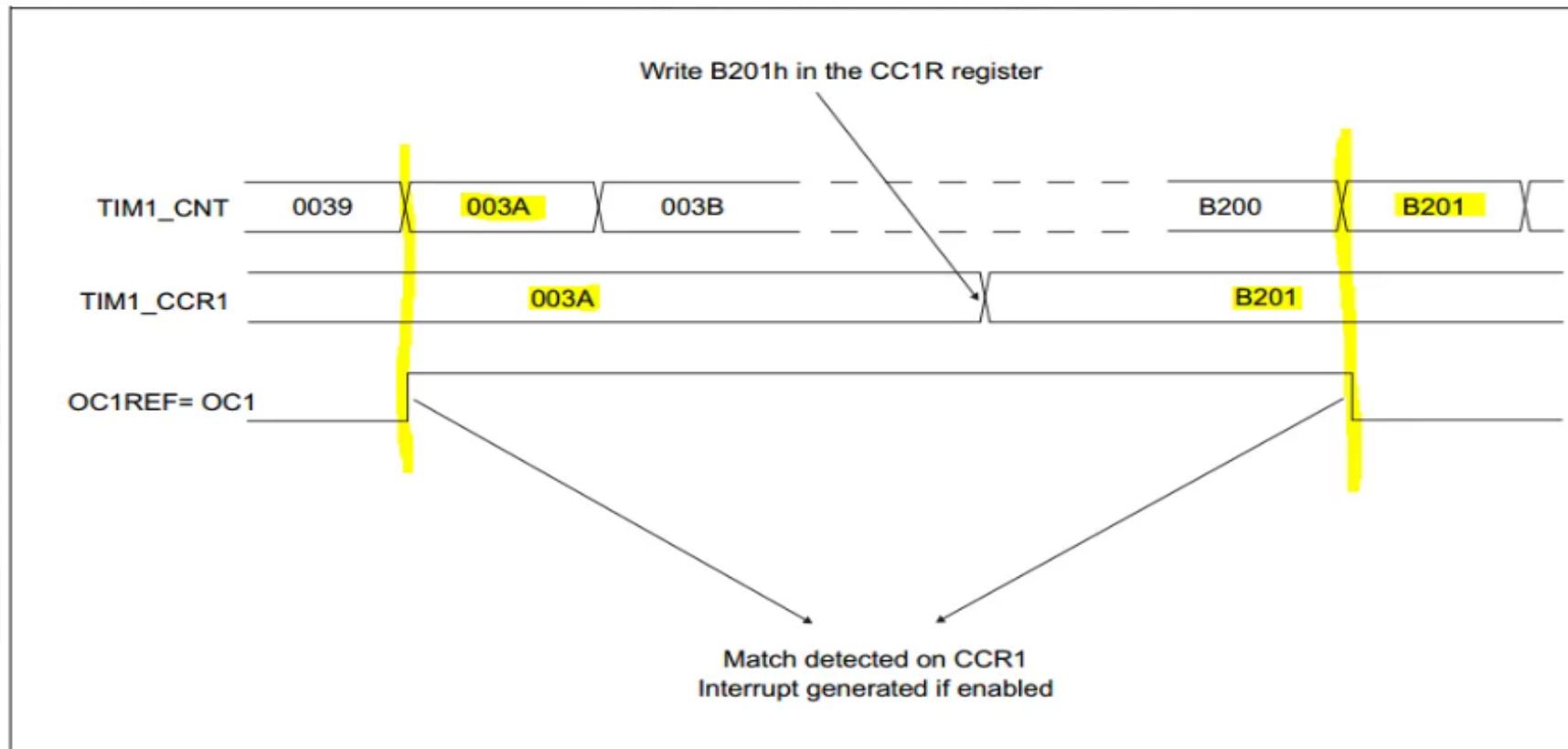
The screenshot shows the CubeMX Device Configuration Tool interface for a project named "input_capture.ioc". The main window displays the "Pinout & Configuration" tab, which is further divided into "Clock Configuration", "Project Manager", and "Tools". On the left, a sidebar lists various device categories, with "TIM2" selected. The central configuration area is titled "TIM2 Mode and Configuration" and contains several tabs: "Mode", "Configuration", "Reset Configuration", and "Parameter Settings". The "Mode" tab is active, showing settings like "Slave Mode: Disable", "Trigger Source: Disable", "Clock Source: Internal Clock", and "Channel1: Input Capture direct mode". The "Configuration" tab shows parameters such as "Counter Period (AutoRelo: 65535)", "Internal Clock Division (C... No Division)", and "auto-reload preload: Enable". The "Parameter Settings" tab is also visible. To the right, a "Pinout view" shows the physical pin layout of the STM32G071RBTx chip, highlighting pins PC11, PC12, PC13, PC14, PC15, VBAT, VREF+, VDD, VSS, PF0-O.., PF1-O.., PF2 - .., PC0, PC1, PC2, PC3, PA0, PA1, PA2, PA3, PA4, PA5, PA6, PA7, PC4, PC5, PB0, PB1, PB2, and PBn.

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:

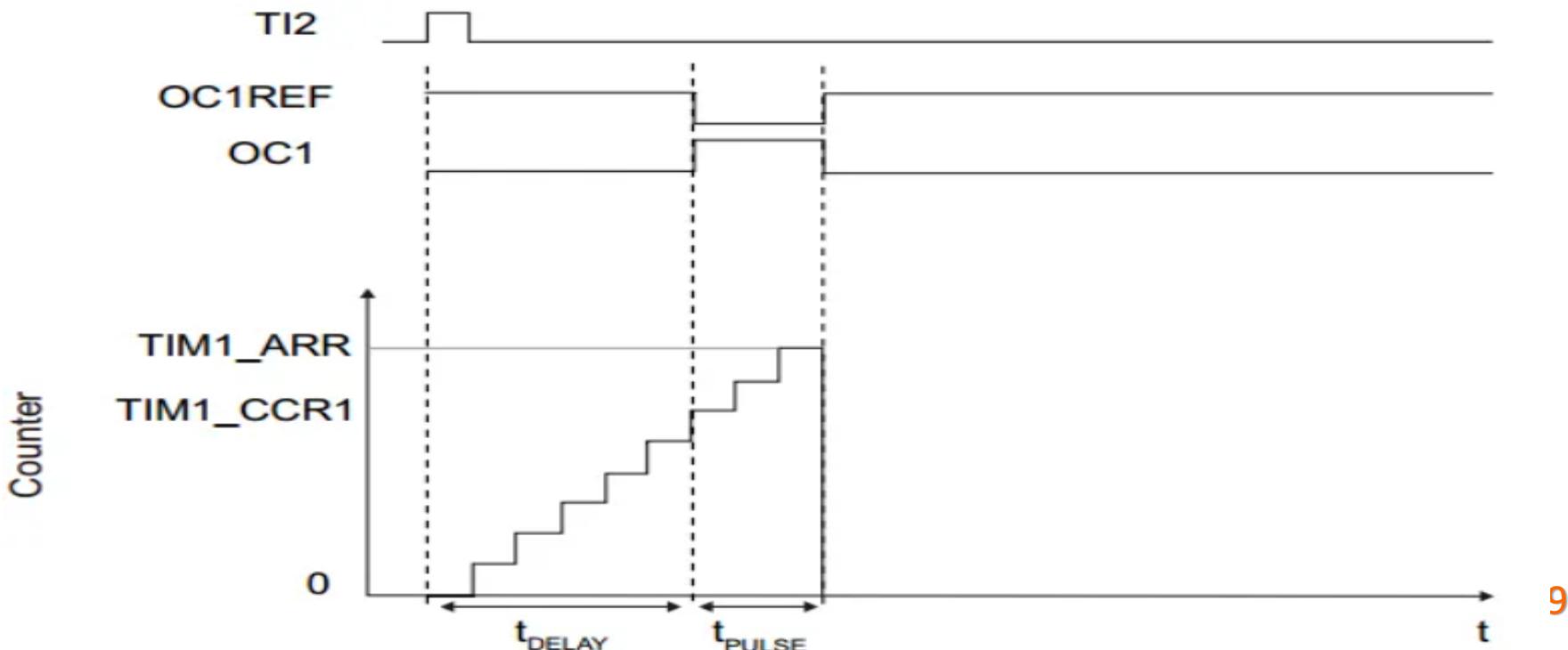


One Pulse Mode

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 $\text{ARR} \geq \text{CCR}_x > \text{CNT}$ وبالأخص يجب أن تكون $\text{CCR}_x > 0$

One Pulse Mode

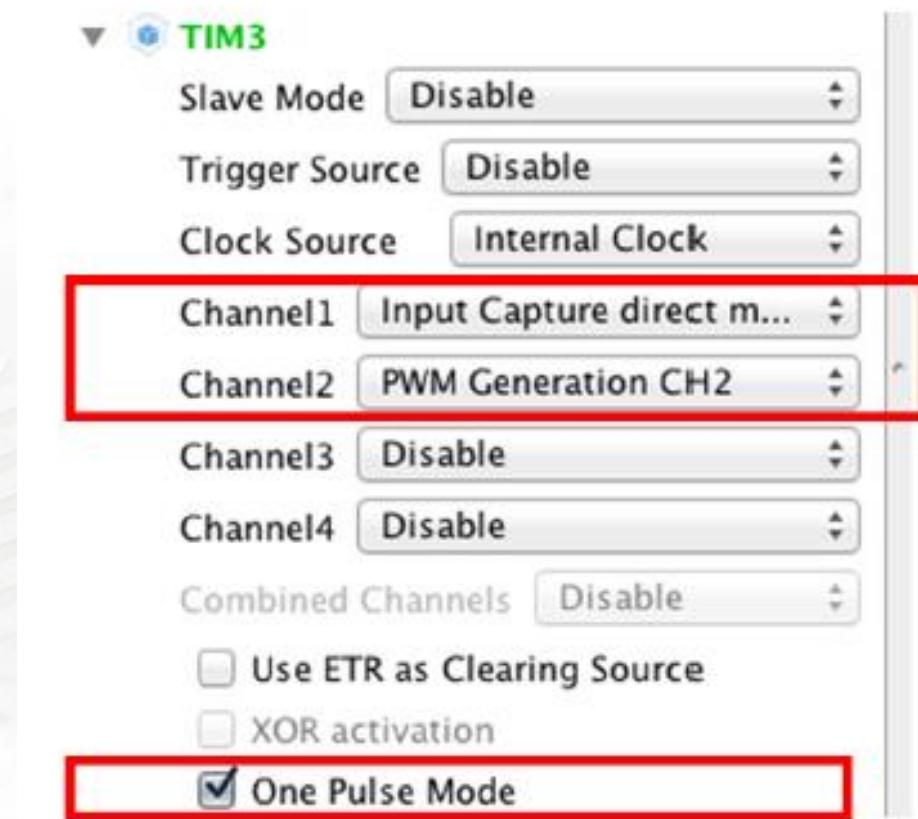
على سبيل المثال إذا أردنا توليد نبضة على الخرج OC1 وعرض t_{DELAY} وبتأخير زمني t_{PULSE} عند الجبهة الصاعدة لإشارة على القطب : □



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

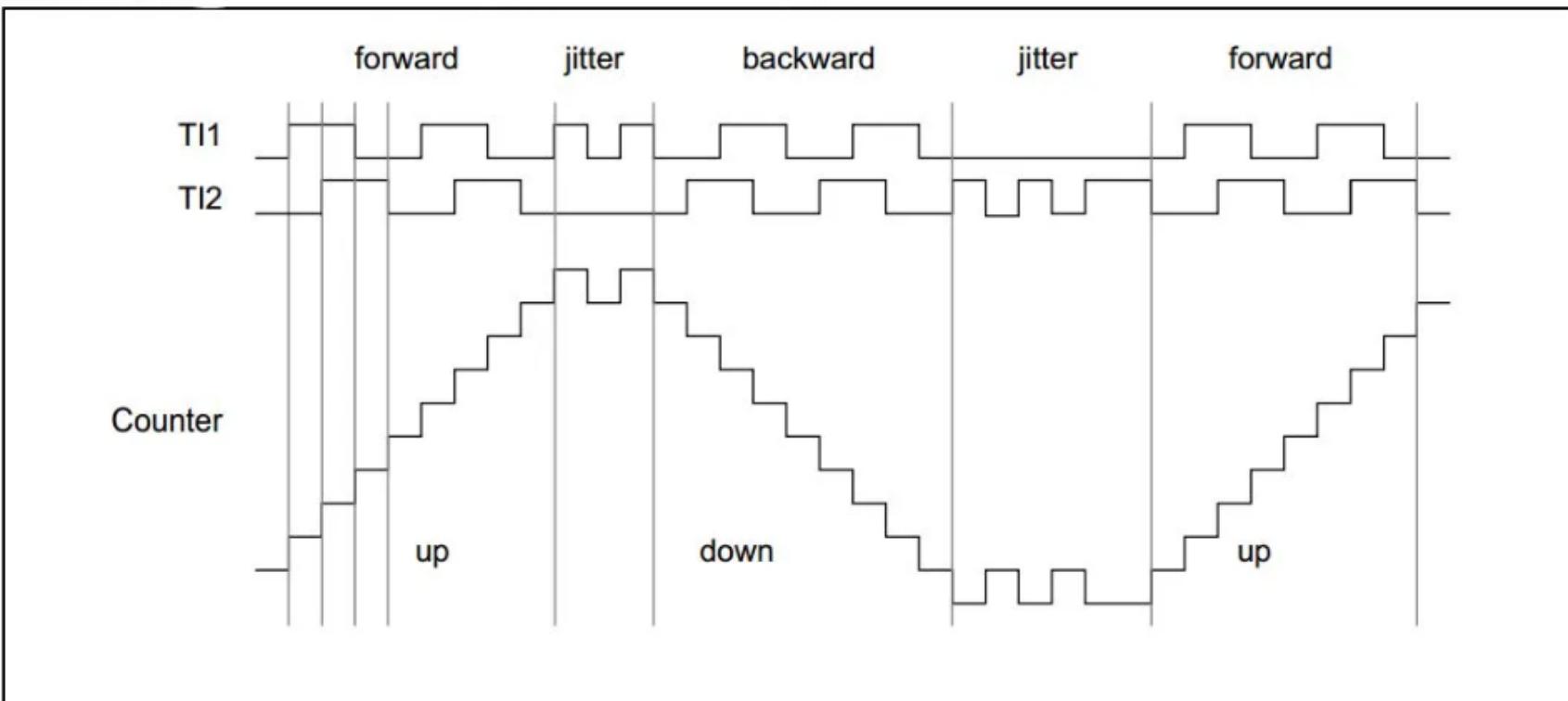
أي أن العداد يقوم بلاحقة السرعة واتجاه الدوران للانكودر المتصل مع

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

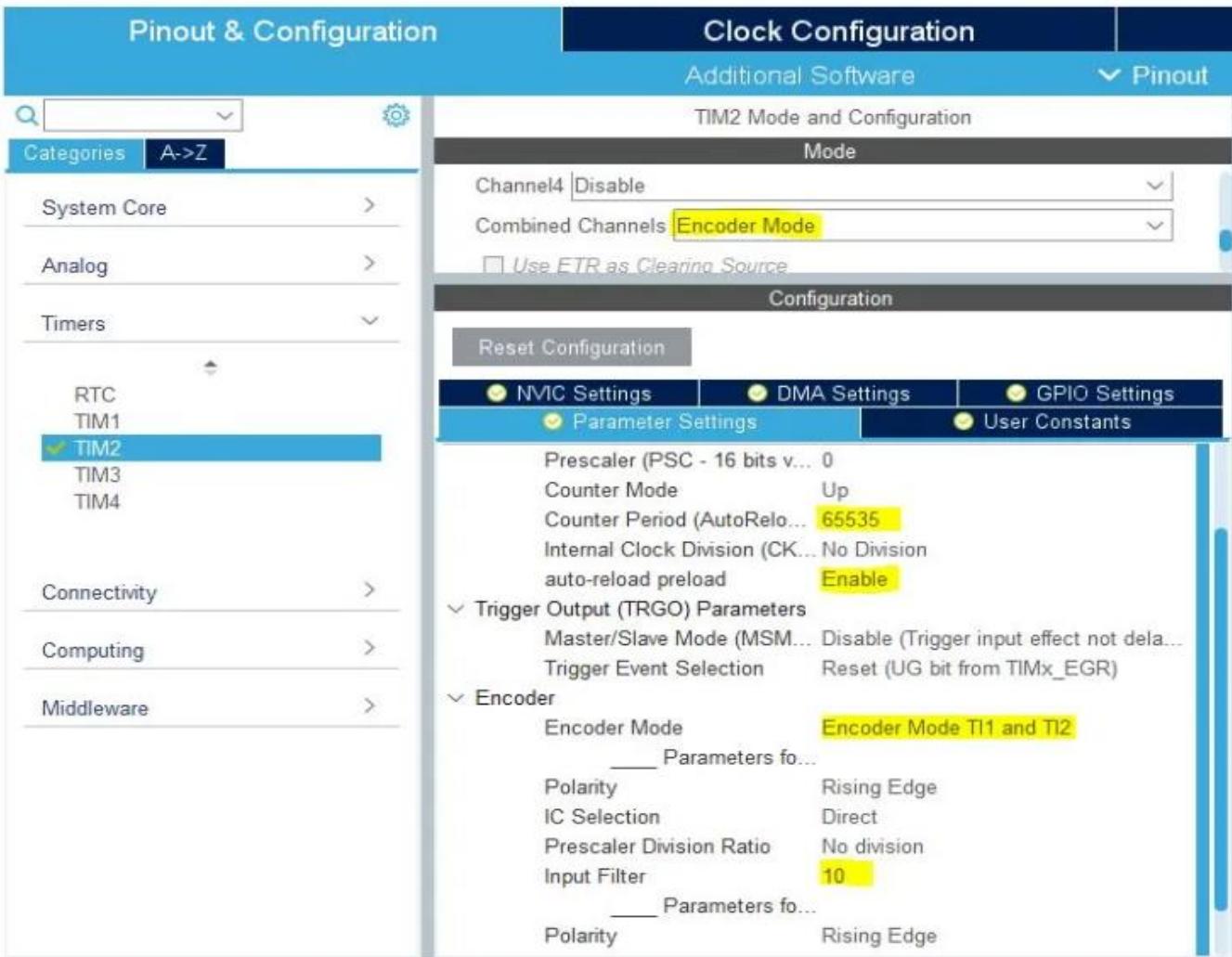


Timer Modes in STM32

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 Mode and Configuration. Under the Mode section, 'Combined Channels' is set to 'Encoder Mode'. In the Configuration section, the Prescaler (PSC) is set to 16 bits with a value of 0, Counter Mode is Up, Counter Period is set to 65535, Internal Clock Division is No Division, and auto-reload preload is Enabled. Under Trigger Output (TRGO) Parameters, Master/Slave Mode is Disable and Trigger Event Selection is Reset (UG bit from TIMx_EGR). The Encoder section shows Encoder Mode set to 'Encoder Mode T11 and T12', with parameters for Polarity (Rising Edge), IC Selection (Direct), Prescaler Division Ratio (No division), and Input Filter (10). A note at the bottom indicates that the Input Filter parameter is not yet supported.

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 : وهو 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);

أهم برامج خدمة المقاطعة للمؤقتات في متحكمات STM32

□ دالة خدمة مقاطعة الطفhan:

HAL_TIM_PeriodElapsedCallback(TIM_HandleTypeDef* htim)

{

}

□ دالة خدمة مقاطعة :Input Capture

HAL_TIM_IC_CaptureCallback()

{

}

Thank you for listening