강좌<12>: Timer Capture 사용

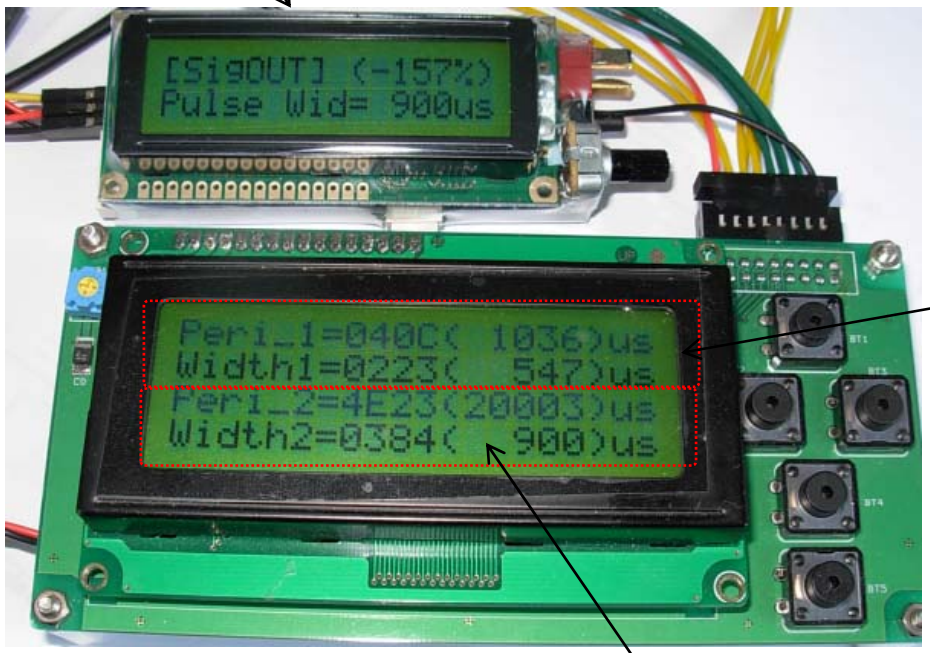
타이머를 사용하여 입력 신호를 계측해 봅시다.

RealSYS

작성일자: 2010.6.5

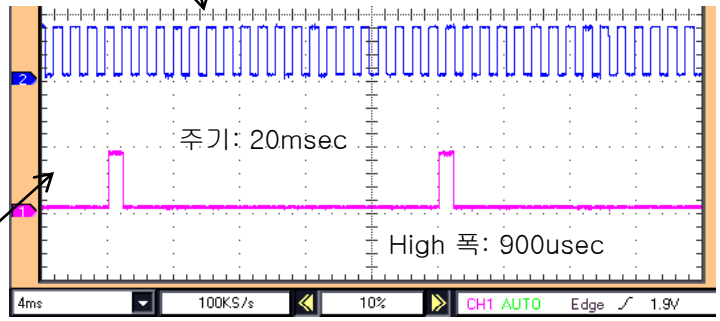
STM32 에는 4~8개 정도의 내부 타이머가 있고, 타이머 1개당 4개의 캡처 입력 또는 펄스 출력으로 사용이 가능합니다.
그래서 다수의 캡처 입력이 필요한 RC(무선 조종) 신호를 원하는 분들께는 최적의 MCU가 아닐까 생각합니다. 4개의 타이머를 이용하면 16채널의 신호 처리가 가능하므로 FPGA등을 사용하지 않고도 PWM to PPM 신호 변환기를 쉽게 제작할 수 있을 거 같습니다.(아직 구현은 안 해봤지만)
본 강좌에서는 2개의 입력 신호의 주기와 펄스 폭을 Capture 기능으로 계측하여 LCD에 표시해보는 예제입니다.
본 예제 기능에 펄스 출력 기능을 학습하여 접목하면 바로 PWM to PPM 기능 구현이 가능할 것 같습니다.
이번 강좌에서는 ST사에서 기본 제공하는 함수를 사용하지 않고, 직접 레지스터를 액세스하는 방법으로 접근해 보도록 하겠습니다.
업체에서 기본 제공된 함수는 범용 성을 띄기 때문에 파라미터 체크나 인수 전달 등으로 처리 시간이 많이 걸리므로, 직접 레지스터를 제어하는 것이 속도 면에서 유리하고 작성자로 하여금 더욱 자심 감을 갖게도 합니다.
레지스터를 직접 제어하려면 ARM 소자 레퍼런스 매뉴얼을 좀 더 살펴보고, 제공된 함수 내부로 들어가서 최종적으로 어느 레지스터를 사용하는지 파악하면 쉽게 구현이 가능합니다.

이전에 제작한 셀몬플러스
(RC 신호 출력)



신호 발생기 (좀 오래된 거임)

신호 발생기의 값 표시(위 부분)



신호 발생기의 값 표시(아래 부분)

본 자료는 원본 변경 없이 배포 활용 가능합니다.

리얼시스 www.realsys.co.kr Tel:031-342-3000, Fax:031-343-0003 경기도 안양시 동안구 호계동 1027 안양 IT밸리 504호

소스 프로그램 살펴보기

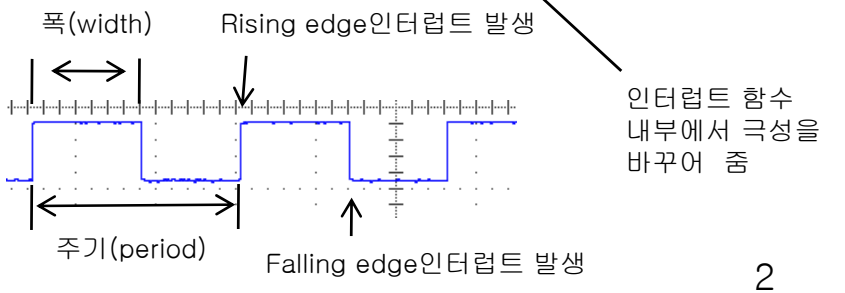
RealSYS

타이머 초기화 함수: 여기에서는 ST 함수 사용(처음에 1회 정도 사용하므로)

```
void init_tim_cap(void){
    /* TIM3 clock enable */
    RCC_APB1PeriphClockCmd(RCC_APB1Periph_TIM3, ENABLE);
    /* GPIOA  clock enable */
    RCC_APB2PeriphClockCmd(RCC_APB2Periph_GPIOA, ENABLE);

    /* Enable the TIM3 global Interrupt */
    NVIC_InitStructure.NVIC_IRQChannel = TIM3_IRQn;
    NVIC_InitStructure.NVIC_IRQChannelPreemptionPriority = 0;
    NVIC_InitStructure.NVIC_IRQChannelSubPriority = 1;
    NVIC_InitStructure.NVIC_IRQChannelCmd = ENABLE;
    NVIC_Init(&NVIC_InitStructure);

    /* TIM3_ch1(PA6),TIM3_ch2(PA7) configuration */
    GPIO_InitStructure.GPIO_Pin =  GPIO_Pin_6 | GPIO_Pin_7;
    GPIO_InitStructure.GPIO_Mode = GPIO_Mode_IPU;
    GPIO_InitStructure.GPIO_Speed = GPIO_Speed_50MHz;
    GPIO_Init(GPIOA, &GPIO_InitStructure);

    /* Time base configuration */
    TIM_TimeBaseStructure.TIM_Period = 65535;
    TIM_TimeBaseStructure.TIM_Prescaler = 72-1; // 1 usec for 72MHz clock
    TIM_TimeBaseStructure.TIM_ClockDivision = TIM_CKD_DIV1;
    TIM_TimeBaseStructure.TIM_CounterMode = TIM_CounterMode_Up;
    TIM_TimeBaseInit(TIM3, &TIM_TimeBaseStructure);

    TIM_ICInitStructure.TIM_ICPolarity = TIM_ICPolarity_Rising;
    TIM_ICInitStructure.TIM_ICSelection = TIM_ICSelection_DirectTI;
    TIM_ICInitStructure.TIM_ICPrescaler = TIM_ICPSC_DIV1;
    TIM_ICInitStructure.TIM_ICFilter = 0x0;
    TIM_ICInitStructure.TIM_Channel = TIM_Channel_1;
    TIM_ICInit(TIM3, &TIM_ICInitStructure);

    TIM_ICInitStructure.TIM_Channel = TIM_Channel_2;
    TIM_ICInit(TIM3, &TIM_ICInitStructure);

    /* TIM enable counter */
    TIM_Cmd(TIM3, ENABLE);

    /* Enable the CC2 Interrupt Request */
    TIM_ITConfig(TIM3, TIM_IT_CC1 | TIM_IT_CC2, ENABLE);
}
```

타이머 캡처 인터럽트: 레지스터 직접 제어

```
void TIM3_IRQHandler(void){
    if((TIM3->SR & TIM_IT_CC1)&&(TIM3->DIER & TIM_IT_CC1)){
        cap1_cnt++;
        TIM3->SR = (u16)~TIM_IT_CC1;     // clear flag
        if(CAP31_PIN){  // Timer3 Ch1 pin(PA6) is High
            cap1_r_new = TIM3->CCR1; // read capture data
            pul1_period = (u32)(cap1_r_new - cap1_r_old);
            cap1_r_old = cap1_r_new;
            CAP31_POL_FALLING;  // to falling edge
        }
        else{    // Timer3 Ch1 pin(PA6) is Low
            cap1_f = TIM3->CCR1; // read capture data
            pul1_width = (u32)(cap1_f - cap1_r_new);
            CAP31_POL_RISING;    // to rising edge
        }
    }

    if((TIM3->SR & TIM_IT_CC2)&&(TIM3->DIER & TIM_IT_CC2)){
        cap2_cnt++;
        TIM3->SR = (u16)~TIM_IT_CC2;     // clear flag
        if(CAP32_PIN){  // Timer3 Ch2 pin(PA7) is High
            cap2_r_new = TIM3->CCR2; // read capture data
            pul2_period = (u32)(cap2_r_new - cap2_r_old);
            cap2_r_old = cap2_r_new;
            CAP32_POL_FALLING;  // to falling edge
        }
        else{    // Timer3 Ch2 pin(PA7) is Low
            cap2_f = TIM3->CCR2; // read capture data
            pul2_width = (u32)(cap2_f - cap2_r_new);
            CAP32_POL_RISING;    // to rising edge
        }
    }
}
```



리얼시스 www.realsys.co.kr Tel:031-342-3000, Fax:031-343-0003 경기도 안양시 동안구 호계동 1027 안양 IT밸리 504호

소스 프로그램 살펴보기

메인 함수에서 일정 간격으로 LCD에 측정 값 표시

```
        if(flag_100ms){
            flag_100ms = 0;

            if(cap1_cnt == cap1_cnt_b) pul1_period = pul1_width = 0;
            else cap1_cnt_b = cap1_cnt;

            if(cap2_cnt == cap2_cnt_b) pul2_period = pul2_width = 0;
            else cap2_cnt_b = cap2_cnt;
        }
        if(flag_300ms){
            flag_300ms = 0;
            mcnt++;
//              lcd_gotoxy(0,1);
//              lcd_printf("mcnt=%04X(%5d)",mcnt,mcnt);

            lcd_gotoxy(0,0);
            lcd_printf("Peri_1=%04X(%5d)us",pul1_period,pul1_period);
            lcd_gotoxy(0,1);
            lcd_printf("Width1=%04X(%5d)us",pul1_width,pul1_width);

            lcd_gotoxy(0,2);
            lcd_printf("Peri_2=%04X(%5d)us",pul2_period,pul2_period);
            lcd_gotoxy(0,3);
            lcd_printf("Width2=%04X(%5d)us",pul2_width,pul2_width);
        }
    }
```

신호 입력 포트

포트	신호
PA6	T3CH1
PA7	T3CH2

입력 신호가 없어서 캡처 인터럽트가 발생하지 않을 때는 값을 0 으로 표시

LCD에 표시


```
#define CAP31_PIN          (GPIOA->IDR & GPIO_Pin_6)          /* Timer3 ch1 pin: PA6 */
#define CAP31_POL_RISING   (TIM3->CCER &= ~TIM_CCER_CC1P)     /* Timer3 ch1: rising edge */
#define CAP31_POL_FALLING  (TIM3->CCER |= TIM_CCER_CC1P)      /* Timer3 ch1: falling edge */

#define CAP32_PIN          (GPIOA->IDR & GPIO_Pin_7)          /* Timer3 ch2 pin: PA7 */
#define CAP32_POL_RISING   (TIM3->CCER &= ~TIM_CCER_CC2P);    /* Timer3 ch2: rising edge */
#define CAP32_POL_FALLING  (TIM3->CCER |= TIM_CCER_CC2P);     /* Timer3 ch2: falling edge */
```

클럭 구성 살펴보기

작성일자: 2010.6.5

타이머를 재미있게 다루려면, 각 부 장치의 동작 주파수를 자세히 살펴보면 좋을 것 같습니다.

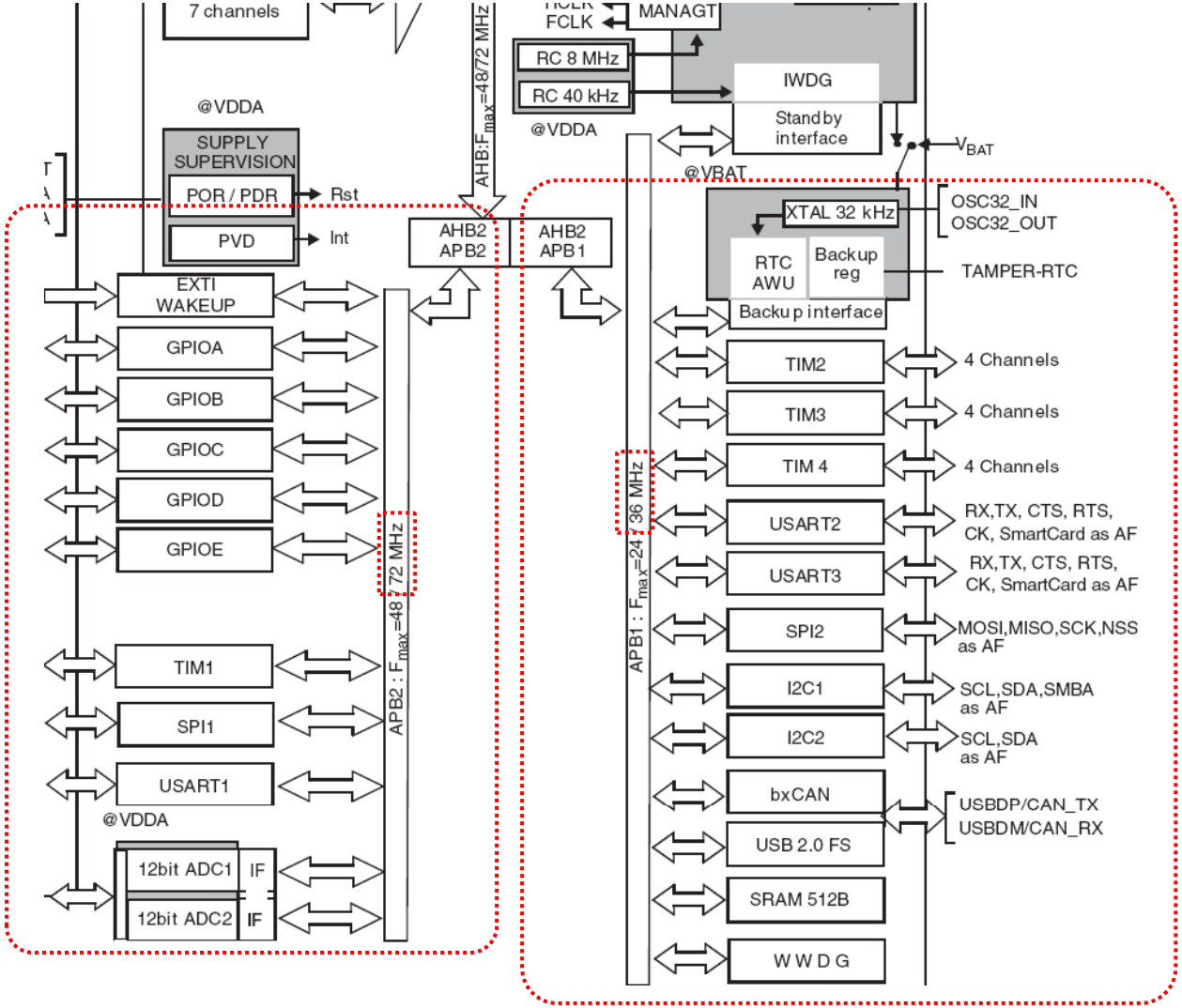
STM32103 시리즈의 내부 장치는
크게 2개의 그룹으로 나누어져 있습니다.

최대 72MHz까지 동작하는 APB2와
최대 36MHz까지 동작하는 APB1으로 구분됨을 우측 그림으로 확인할 수 있습니다.

그런데…
실제 실험 중에 알아낸 내용…
기본 설정에서
TIMER3의 동작 클럭이 72MHz로
동작하는 것 같음.

오버 클럭하는건지, 아니면 중간에 소자 스펙이 바뀌었나?

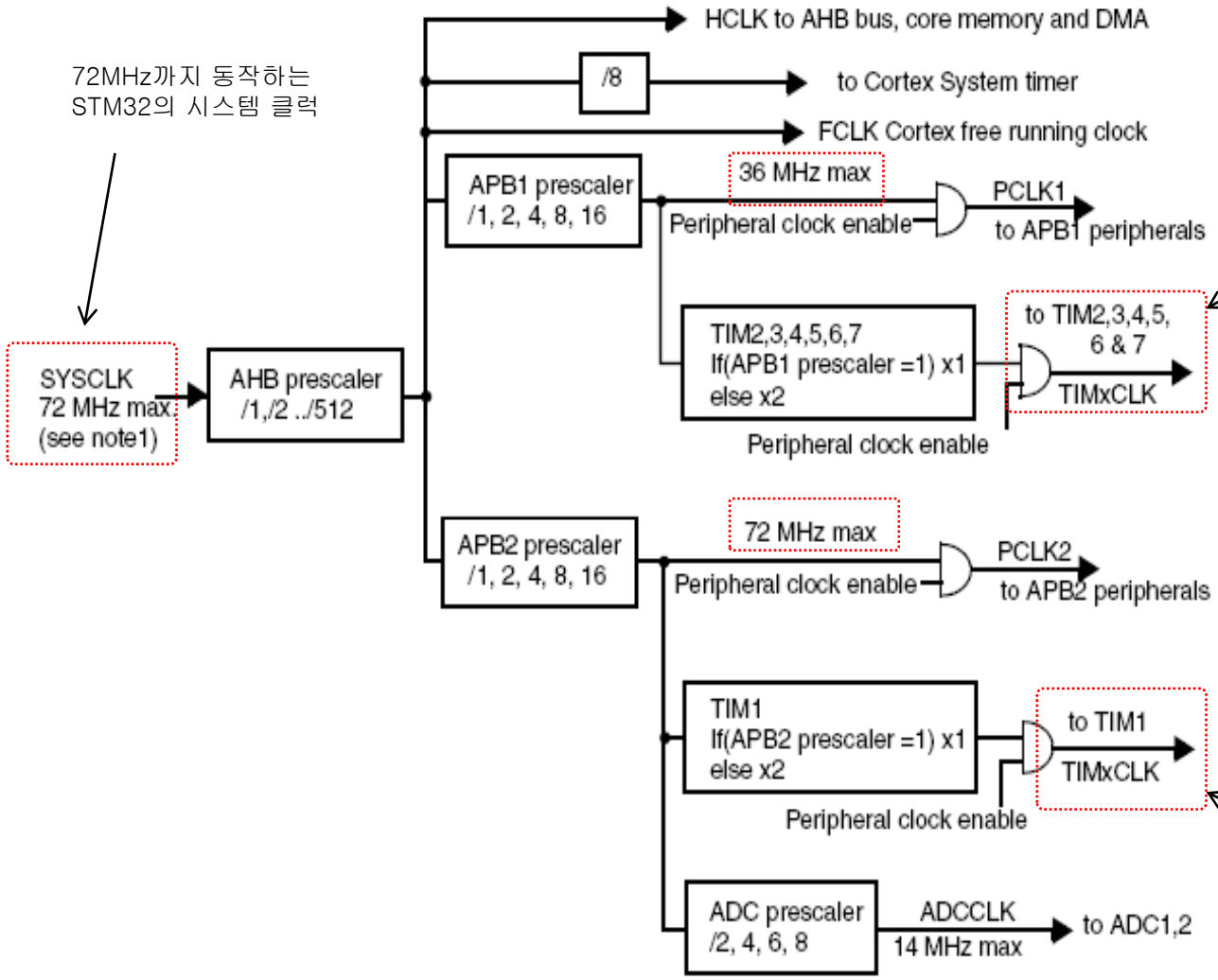
좀 더 전문가의 의견이 필요합니다.



리얼시스 www.realsys.co.kr Tel:031-342-3000, Fax:031-343-0003 경기도 안양시 동안구 호계동 1027 안양 IT밸리 504호

클럭 상세히 살펴보기

다시 한번 클럭 살펴보기



타이머2~7까지는 최대 36MHz까지 동작이 가능하고, prescaler의 값을 변경하게 더 낮은 클럭으로 설정이 가능합니다.

그런데 프로그램 처음 부문에서 호출 사용하는 SystemInit();에서 APB2의 PCLK2 prescale과 PCLK1의 APB1 prescale를 모두1로 하여 72MHz로 동작하는 거 같은데, 이 부분은 고수 분께서 좀더 검토해 봐야 할 거 같아요.

타이머1은 최대 72MHz까지 동작이 가능하고, prescaler의 값을 변경하게 더 낮은 클럭으로 설정이 가능합니다.

타이머 동작 모드

타이머는 본 예제에서 다룬 Input Capture 외에도, PWM 출력 또는 One 펄스 출력과 같은 기능이 있으며, 이 기능에 대해서는 다음 강좌에 살펴보도록 하겠습니다.

타이머 특징 비교 표

Timer	Counter resolution	Counter type	Prescaler factor	DMA request generation	Capture/compare channels	Complementary outputs
TIM1	16-bit	Up, down, up/down	Any integer between 1 and 65536	Yes	4	Yes
TIM2, TIM3, TIM4	16-bit	Up, down, up/down	Any integer between 1 and 65536	Yes	4	No

1개의 타이머에 4개까지 Capture나 Compare가능
따라서 3개의 타이머를 사용하면
3 X 4 = 12개의 신호 사용 가능

타이머의 특징:

General-purpose TIMx timer features include:

16비트 크기

- 16-bit up, down, up/down auto-reload counter.
- 16-bit programmable prescaler used to divide (also “on the fly”) the counter clock frequency by any factor between 1 and 65535.
- Up to 4 independent channels for:
  - Input capture
  - Output compare
  - PWM generation (Edge- and Center-aligned modes)
  - One-pulse mode output

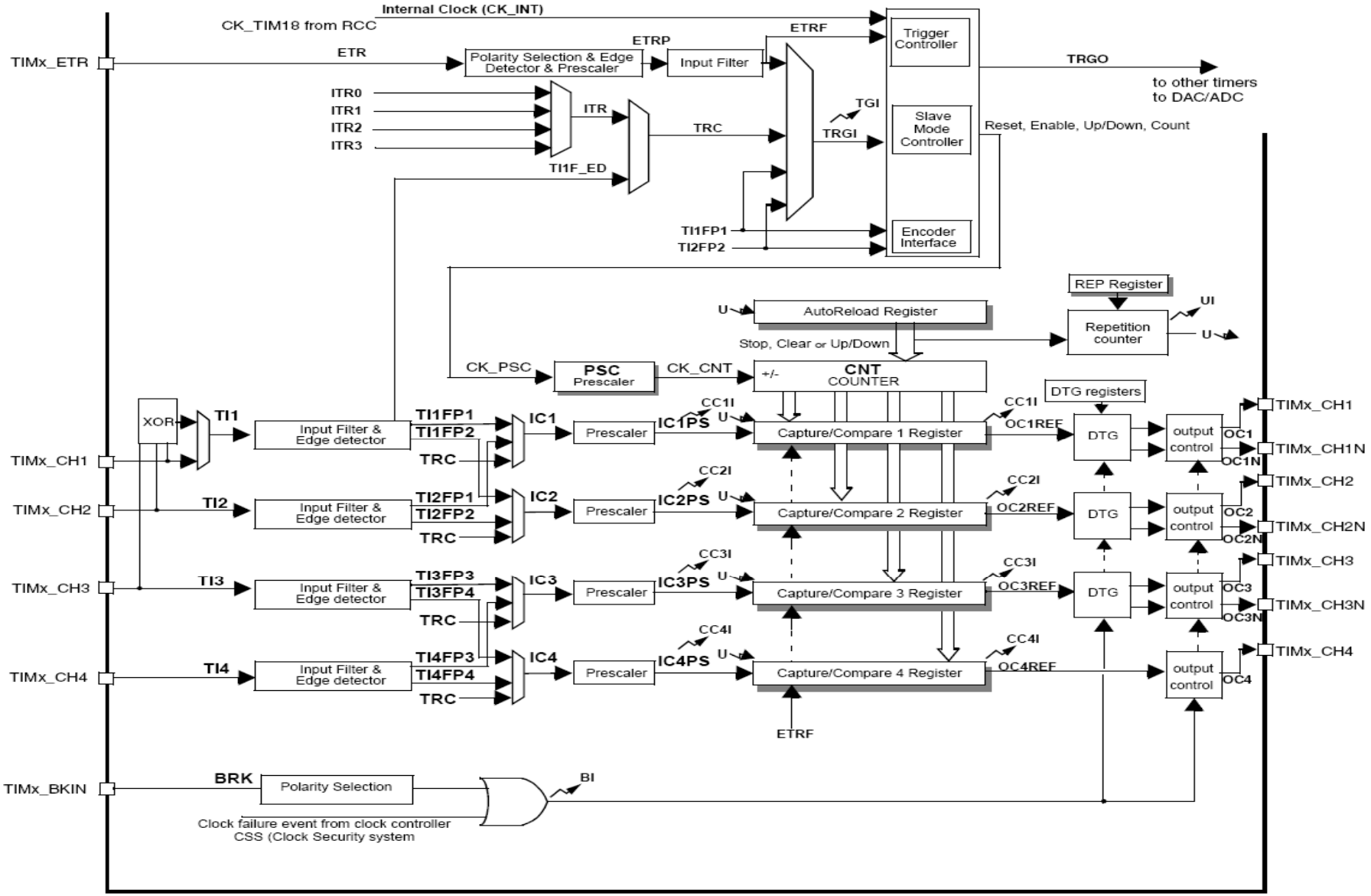
타이머는 크게 4가지 모드로 동작

- Synchronization circuit to control the timer with external signals and to interconnect several timers.
- Interrupt/DMA generation on the following events:
  - Update: counter overflow/underflow, counter initialization (by software or internal/external trigger)
  - Trigger event (counter start, stop, initialization or count by internal/external trigger)
  - Input capture
  - Output compare
- Supports incremental (quadrature) encoder and hall-sensor circuitry for positioning purposes
- Trigger input for external clock or cycle-by-cycle current management

리얼시스 www.realsys.co.kr Tel:031-342-3000, Fax:031-343-0003 경기도 안양시 동안구 호계동 1027 안양 IT밸리 504호

타이머1 & 8 구성도

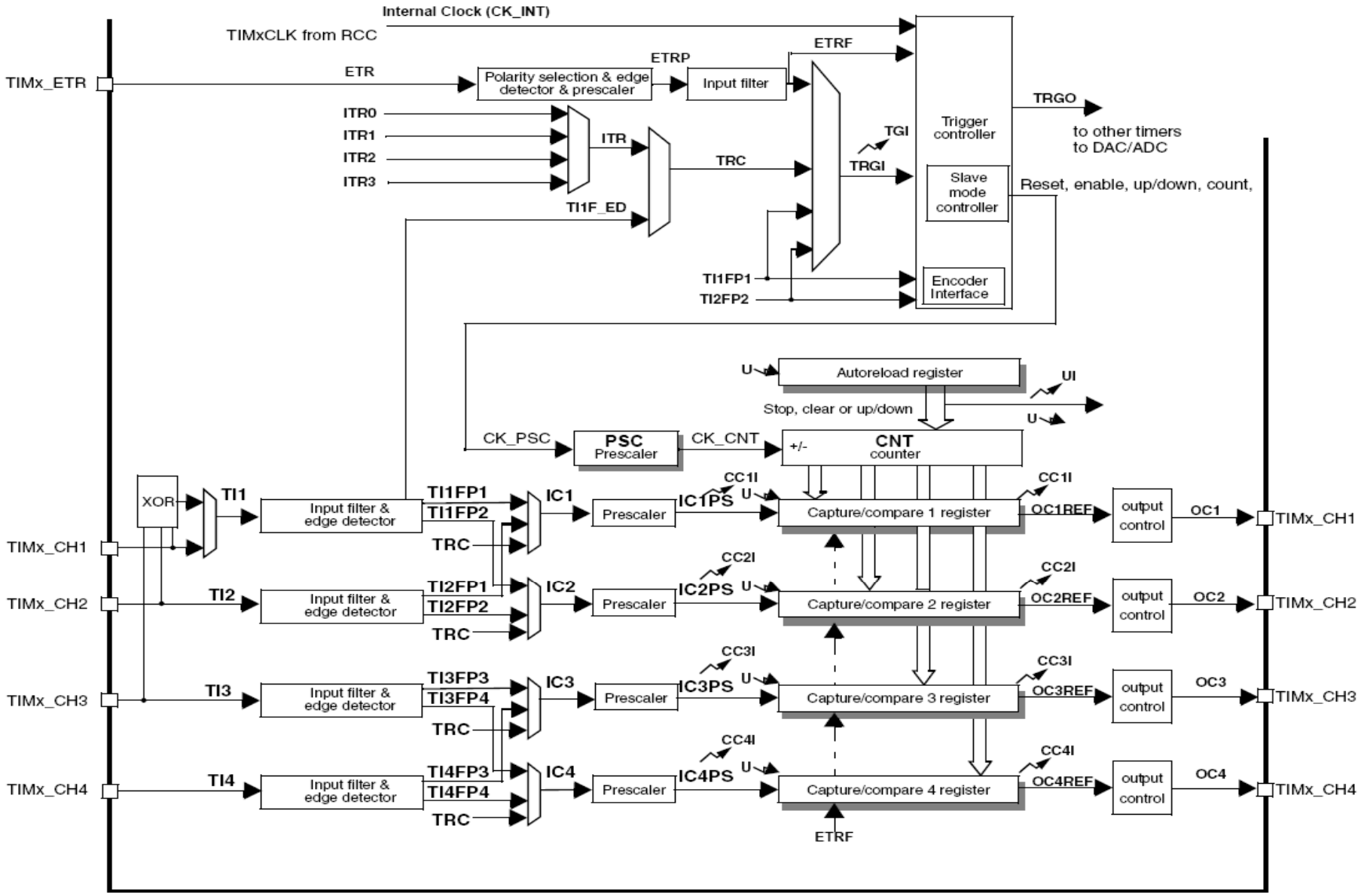
타이머의 내부 구성도 인데, 구성도는 한 누에 기능을 설명해 주죠.



리얼시스 www.realsys.co.kr Tel:031-342-3000, Fax:031-343-0003 경기도 안양시 동안구 호계동 1027 안양 IT밸리 504호

타이머2~5 구성도

타이머1,8 과 2~5가 약간의 기능 차이가 있네요.



리얼시스 www.realsys.co.kr Tel:031-342-3000, Fax:031-343-0003 경기도 안양시 동안구 호계동 1027 안양 IT밸리 504호