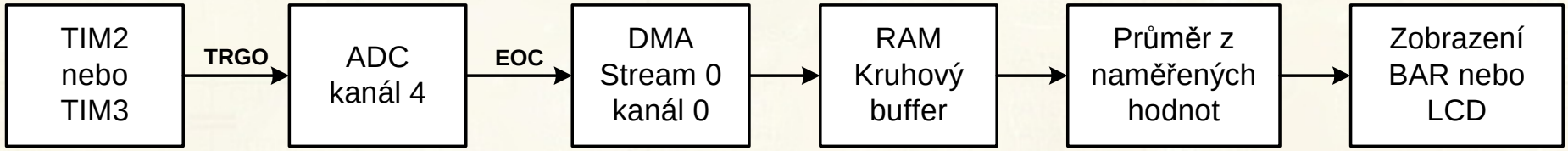
VYUŽITÍ DMA KANÁLU K UKLÁDÁNÍ A/D HODNOT DO PAMĚTI

Poslední domácí úloha ARM6 bude pojednávat o spolupráci časovače, generujícího spouštěcí impulzy pro A/D převodník. Naměřené hodnoty převodníku bude přenášet kanál DMA (Direct Memory Access) do paměti RAM. Nastřádané hodnoty budou zprůměrovány a zobrazeny na zobrazovači BAR tvořeného diodami na přípravku MAM_shield. Na obrázku je blokový diagram realizace uvedeného zadání úlohy.



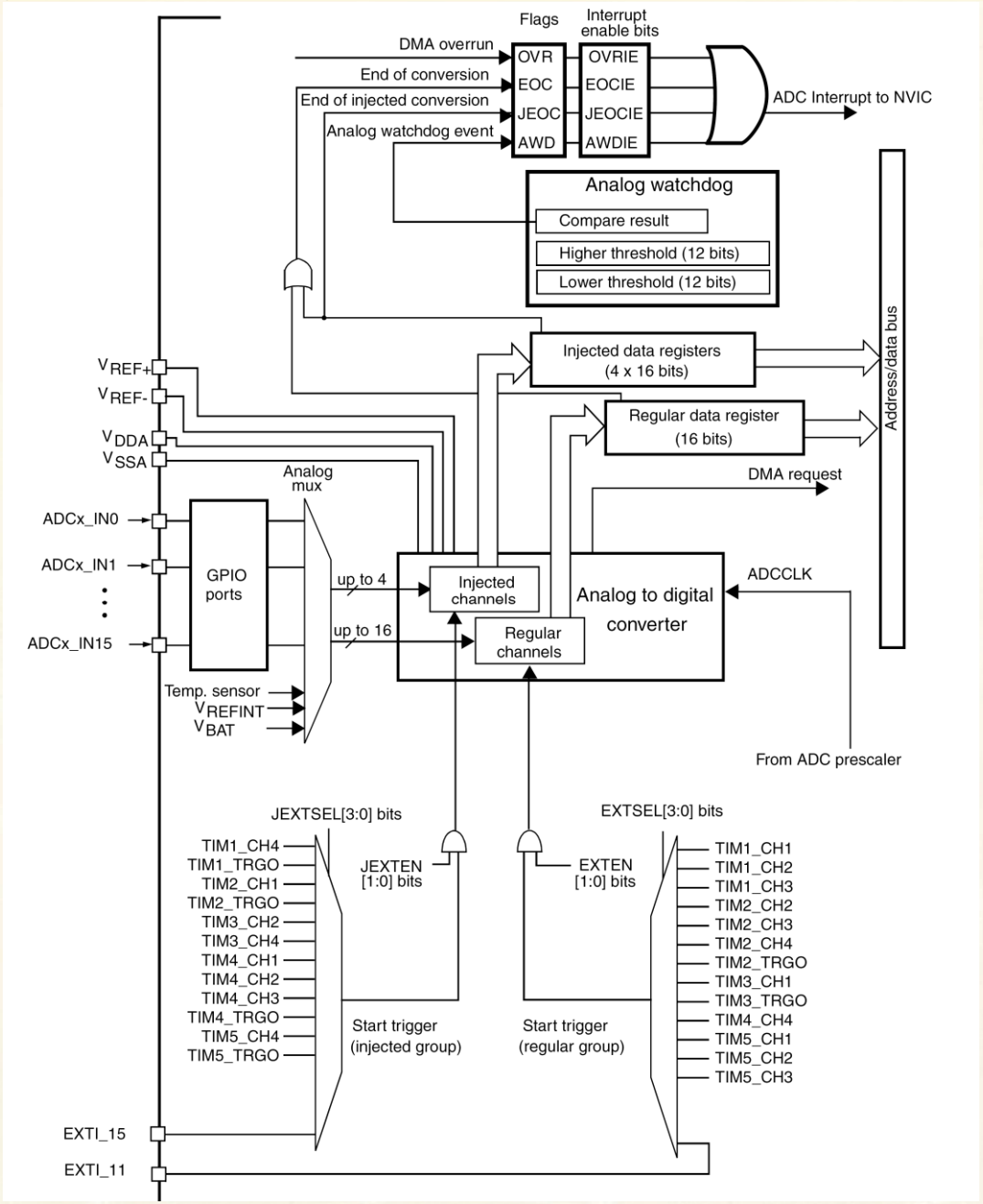
Zpracování naměřených hodnot může být realizováno

- Po naplnění bufferu - další hodnoty se neukládají, výpočet, zobrazení a opětovné spuštění DMA přenosu.
- Kontinuální přenos DMA - po naplnění bufferu - stihnout výpočet a zobrazení mezi posledním a novým prvním vzorkem.
- Kontinuální přenos DMA - po naplnění poloviny bufferu – dílčí výpočet, po naplnění celého bufferu dokončit výpočet a zobrazení.

INICIALIZACE ČASOVAČE PRO SPOUŠTĚNÍ A/D PŘEVODNÍKU

```
//   TIM2 je připojen ke sběrnici APB1, nastavenou na kmitočet 24MHz

void TIM2_Inicializace(void)
{    RCC->APB1ENR |= RCC_APB1ENR_TIM2EN;    // Povolení hodinového signálu pro TIM2
     TIM2->PSC = 24;                        // Nastavení předděliče čítače
     TIM2->ARR = 1000;                      // Nastavení maximální hodnoty čítače
     TIM2->CR2 = TIM_CR2_MMS_1;             // Bity MMS[2:0]=010, Update generuje signál TRGO
     TIM2->DIER |= TIM_DIER_UIE;            // Povolení přerušení od TIM2
     NVIC_EnableIRQ(TIM2_IRQn);             // Povolení přerušení od TIM2 v kontroléru NVIC
     TIM2->CR1 |= TIM_CR1_CEN;              // Spuštění časovače TIM2
     TIM2->SR |= TIM_SR_UIF;                // Nulovaní příznaku události časovače TIM2
}

void TIM2_IRQHandler()
{    TIM2->SR &= ~TIM_SR_UIF;               // Nulovaní příznaku události od časovače TIM2

//   Možná realizace zobrazení na dynamickém displeji

     togglebit(GPIOC->ODR, 10);             // Identifikace funkce přerušení časovače
                                            // Měření periody generované TIM2
}
```

A/D PŘEVODNÍK NASTAVENÍ



- Hodinový signál pro A/D převodník je vyvedený přímo z oscilátoru HSI o kmitočtu 16MHz. Povolený hodinový signál pro převodník, může být vydělen hodnotou 1, 2 nebo 4 v registru **ADC_CCR** bity **ADCPRE.**

- **Převodník** může být spuštěn programově nebo obvodově (viz. Obrázek) z vpravo dole uvedených periferií.

INICIALIZACE PŘEVODNÍKU PRO JOYSTICK HORIZONTÁLNÍ SMĚR - PA4

```
//   A/D převodník bude spouštěn signálem TRGO

void Inicializace_ADC(void){
     RCC->APB2ENR |= RCC_APB2ENR_ADC1EN;      // Povoleni hodin pro ADC1
//     ADC->CCR |= ADC_CCR_TSVREFE;             // Povoleni teplotního senzoru a Uref
     ADC->CCR |= ADC_CCR_ADCPRE_1;            // Předdělič ADC = HSI/4
     ADC1->CR2 |= ADC_CR2_EXTEN_0;            // Spouštění převodu na náběžnou hranu
     ADC1->CR2 |= ADC_CR2_EXTSEL_2|ADC_CR2_EXTSEL_1;  // ADC spouštěn událostí TIM2 TRGO
     ADC1->SQR3 &= ~ADC_SQR1_L;               // Jeden ADC převod - nuluj L
//     ADC1->SQR1 |= ADC_SQR1_L_0;              // Dva převody
     ADC1->SQR3 &= ~ADC_SQR3_SQ1;             // Smazání všech kanálu pro první převod
     ADC1->SQR3 |= ADC_SQR3_SQ1_2;            // První převod z kanálu 4 (tj. PA_4)
     ADC1->SMPR2 |= ADC_SMPR2_SMP4;           // Vzorkování kanálu 4 - 480 cyklů
     ADC1->CR1 &= ~ADC_CR1_RES;               // 12 bitová konfigurace (Tcon=15 ADCCLK cyklů)
     ADC1->CR2 &= ~ADC_CR2_ALIGN;             // Zarovnání doprava
//     ADC1->CR1|= ADC_CR1_SCAN;                // Nastavení skenovacího režimu
     ADC1->CR2|= ADC_CR2_DMA;                 // Povolení DMA módu
//     ADC1->CR2|= ADC_CR2_DDS;                 // Přenos DMA po každém ADC převodu
                                              // Nastavením můžeme zajistit kontinuální
                                              // přenos naměřených hodnot od počátečního
                                              // spuštění
     ADC1->CR2|= ADC_CR2_EOCS;                // Nastaveni EOC po každém převodu
     ADC1->CR2 |= ADC_CR2_ADON;               // Spuštění ADC převodníku
}
```

INICIALIZACE PŘEVODNÍKU PRO JOYSTICK HORIZONTÁLNÍ SMĚR - PA4

```
//   DMA Stream 0 kanál 0 bude realizovat přenos periferie(A/D)-paměť RAM (ADC_Buffer)

void Inicializace_DMA(void){
     RCC->AHB1ENR |= RCC_AHB1ENR_DMA2EN;          // Povoleni hodin pro DMA2
//     ADC1->CR2|= ADC_CR2_DMA;                     // DMA mód povolen v inicializaci ADC1
     DMA2_Stream0->CR &= ~DMA_SxCR_EN;            // Zakázání Streamu
     while((DMA2_Stream0->CR &0x0001)!=0) ;       // Čekej na ukončeni DMA2_Stream0

     DMA2_Stream0->PAR = (uint32_t)&ADC1->DR;     // Nastaveni adresy DR registru ADC1
     DMA2_Stream0->M0AR = (uint32_t)&ADC_Buffer; // Nastaveni adresy ADC_Buffer

     DMA2_Stream0->CR |= DMA_SxCR_CIRC;           // Povolení kruhového módu (kruhový bufer)
     DMA2_Stream0->CR |= DMA_SxCR_MINC;           // Adresa do buffru je inkrementována
     DMA2_Stream0->CR |= DMA_SxCR_PSIZE_0;        // ADC1 přenáší se 16 bitu (half word)
     DMA2_Stream0->CR |= DMA_SxCR_MSIZE_0;        // Do paměti se přenáší 16 bitu (half word)
     DMA2_Stream0->CR &= ~DMA_SxCR_CHSEL;         // Přenos kanálem 0
     DMA2_Stream0->NDTR |= 16;                    // Přenáší se 16 hodnot
     DMA2_Stream0->CR |= DMA_SxCR_EN;             // Zapnutí DMA2 Stream0 kanál 0
}

void DMA2_Stream0_IRQHandler() {
     if ((DMA2->LISR & DMA_LISR_TCIF0 )!=0)
     {   DMA2->LIFCR |= DMA_LIFCR_CTCIF0;         // Nuluj návěští naplnění bufferu
         DMA2->LIFCR |= DMA_LIFCR_CHTIF0;         // Nuluj flag naplněni poloviny bufferu

//   Nutno znovu obnovit přenos přes DMA, pokud nebylo použito ADC1->CR2|= ADC_CR2_DDS;
         ADC1->CR2&= ~ADC_CR2_DMA;                // DMA mód zakázán
         ADC1->CR2|= ADC_CR2_DMA;                 // DMA mód povolen - Nové měření
                                                  // Nemusí být umístěno v přerušení
     }
}
```