SAMOSTATNÉ ÚLOHY – ZADÁNÍ ÚLOHY 3

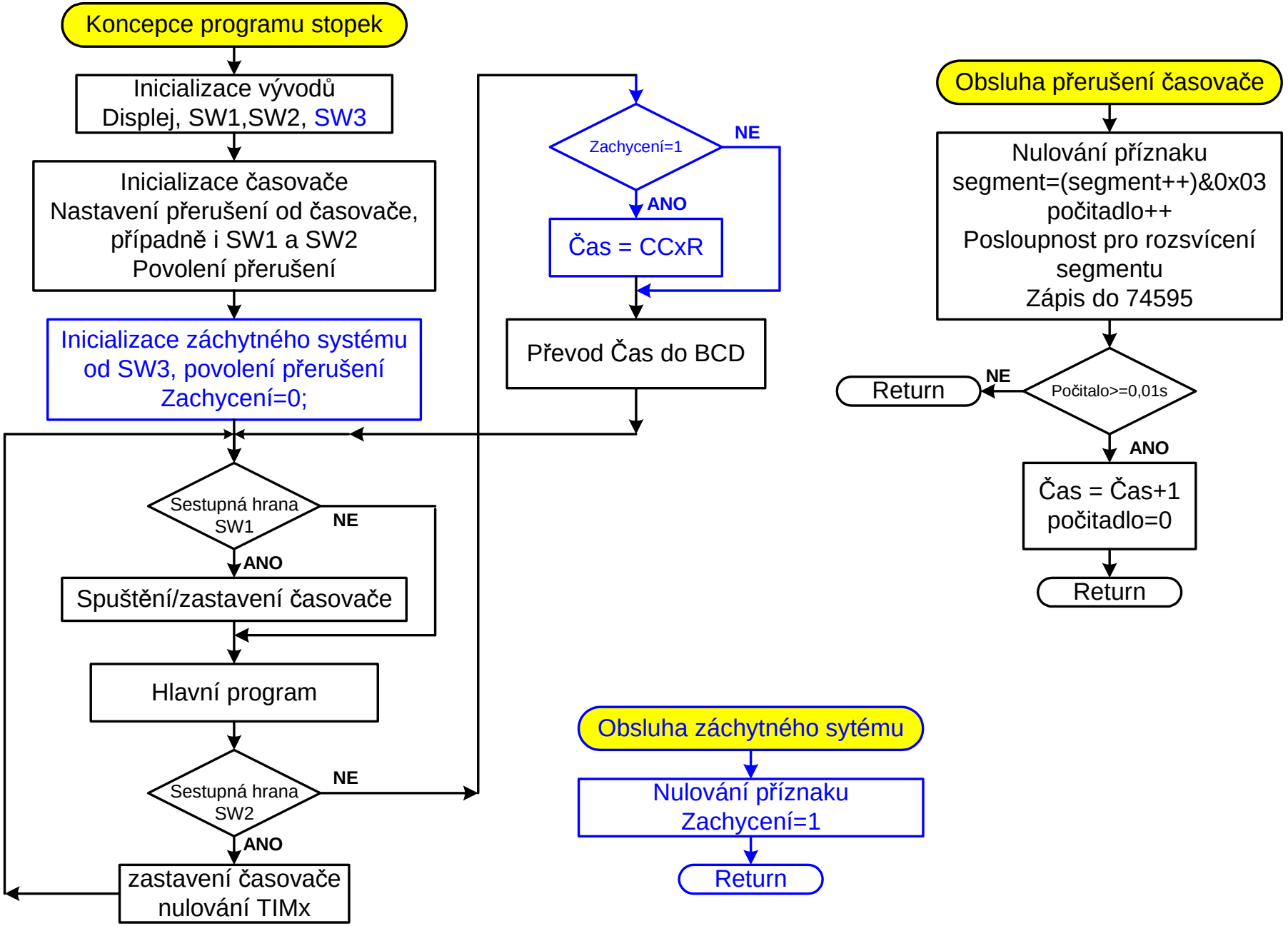
Dynamický displej LED

Navrhněte v jazyce C program realizující stopky na 4 místném displeji s využitím časovače. Časový údaj bude ve tvaru #X,XX [s]. Pokud údaj bude menší jak 10s, nechť nula na nejvyšším řádu nesvítí. Při inicializaci V/V použijte knihovnu ***Nastaveni_GPIO.c****. K řízení stopek využijte dvou tlačítek, kde jedno bude spouštět a zastavovat stopky a druhé je bude nulovat. Měření času realizujte pomocí časovače.*

Bonus

K měření času využijte výhody záchytného systému časovače - Input capture mód. To znamená, že třetí tlačítko bude představovat vstupní signál do záchytného systému. Po každém zmáčknutí bude průběžný zachycený čas zobrazován na displeji (stopky stále běží).

ŘEŠENÍ ÚLOHY 3 - VÝVOJOVÝ DIAGRAM , BONUS = MODRÁ



ŘEŠENÍ ÚLOHY 3

Úloha se skládá z dílčích modulů s využitím přerušení od časovače TIMx a modifikace přerušení tlačítka SW1 a SW2.

Budeme muset vytvořit:

- Inicializaci časovače TIMx, který vytvoří časovou základnu nejen pro 0,01s, ale též pro přepínání jednotlivých segmentovek.
- Přerušovací rutinu časovače TIMx, v které po každém přerušení provedeme rozsvícení další segmentovky. Po N přerušeních (záleží na periodě časovače TIMx), kdy uplyne čas 0,01s, zvětšíme počitadlo setin vteřiny.
- Vytvoříme podprogram pro odeslání stavu segmentovky (ekvivalent řadiče v FPGA) a doplníme jej o nastavení bitu určujícího, pro kterou segmentovku je určen.
- Upravíme inicializaci externího přerušení modrého tlačítka z úlohy 1 na tlačítko SW1.
- Přerušovací rutinu tlačítka upravíme tak, aby na první zmáčknutí se stopky rozběhly a na druhé zastavily.

ŘEŠENÍ ÚLOHY 3

- Vytvoříme proměnnou nebo proměnné pro časový údaj
- V závislosti na volbě proměnné nebo pole vytvoříme převod časového údaje do dekadické soustavy.
- Vytvoříme generátor znaků, který pro každé číslo vytvoří hodnotu odpovídající zobrazovanému znaku (ekvivalent převodníku BCD na 7 segmentů).

Podprogram pro přesun a rozsvícení zvoleného segmentu

Podprogram převezme hodnotu z generátoru znaků doplněnou o pozici segmentu a bit po bitu nasune do posuvných registrů 595. Po každém přivedeném bitu na vstup 595 generuje hodinový impulz.

- **Nastavování datových bitů na vstup 595**
  - **Vysunovat bity do příznaku** přenosu a jeho testováním rozhodnout, zda na sériový vstup přivedeme 1 nebo 0.
    - hodnota=hodnota+hodnota;
    - if (carry) setbit(GPIOA->ODR,9); else clrbit(GPIOA->ODR,9);

    Nebezpečná realizace – pracujeme-li s proměnnou pole (hodnota příznaku C se změní, při výpočtu adresy výsledku).
  - **Testováním a maskováním bitů čísla**
    - for (i=0; i<16; i++)
      { if (hodnota&0x8000)!=0) setbit(GPIOA->ODR,9);
      else clearbit(GPIOA->ODR,9); hodnota+=hodnota; }
    - v cyklu s proměnnou j if (hodnota &(1<< j))
      if (hodnota&(0x8000>>i))!=0)

ŘEŠENÍ ÚLOHY 3

- **Doplnění bitu, určujícího svítící segmentovku**. Budou-li spodní čtyři bity nulové můžeme:
  - **Bit přidat operací OR, EX-OR nebo aritmetickým součtem pomocí**
    - ♣ 1<<která
    - ♣ pole napětí [4]={ 0x1, 0x2, 0x4, 0x8};
    - ♣ if –else
    - ♣ switch

Obdobným způsobem přidáme k třetí segmentovce desetinnou tečku

- Po nastavení datového bitu na vstup 74HC595 realizujeme hodinový impulz. **Pozor na počáteční stav na vývodu PA.8** (nebezpečí **vynechání jednoho impulzu CLK**).
  - ♣ clrbit(GPIOA->ODR,8); setbit(GPIOA->ODR,8);
- **Po nasunutí celé posloupnosti** je potřeba realizovat přepis do paralelního registru.
  - ♣clrbit(GPIOB->ODR,5); setbit(GPIOB->ODR,5);

Poznámka: Na vývodech typu otevřený kolektor se slabou log.1, není vhodné **dlouhodobě setrvávat ve stavu log.1**.

ŘEŠENÍ ÚLOHY 3

Proměnná(é) pro časový údaj a jejich modifikace každých 0,01s.

- **Pole pro jednotlivé cifry** unsigned char cifra[4] = {0, 0, 0, 0};

```
if  (++cifry[0]>9)
{  cifry[0]=0;  if (++cifry[1]>9)
                { cifry[1]=0;  if (++cifry[2]>9)
                               { cifry[2]=0;  if (++cifry[3]>9) cifry[3]=0; }}}
```

- **Proměnná čas**, v které čtveřice bitů realizuje jednu cifru

```
++cas; if  ((cas&0x000F)>9)
          {   cas=cas&0xFFF0+0x0010;
              if ((cas&0x00F0)>0x0090)
              {   cas=cas&0xFF0F+0x0100;
                  if ((cas&0x0F00)>0x0900)
                  {   cas=cas&0xF0FF+0x1000;
                      if ((cas&0xF000)>0x9000) cas=cas&0x0FFF; }}}
```

ŘEŠENÍ ÚLOHY 3

- **Proměnná čas představuje binární číslo** (= počet setin vteřiny), která bude převedena
  - převod pomocí dekadické předkorekce

```
kolik=++cas;
for (i=0; i<16; i++)
{    korekce=0;
     if ((kolik&0x000F0000)>=0x00050000)  korekce|=0x00030000;
     if ((kolik&0x00F00000)>=0x00500000) korekce|=0x00300000;
     if ((kolik&0x0F000000)>=0x05000000) korekce|=0x03000000;
     if ((kolik&0xF0000000)>=0x50000000) korekce|=0x30000000;
     kolik=kolik+korekce;
     kolik=kolik+kolik;
 }
 cifra[3]=(kolik&0xF0000000)>>28;
 cifra[2]=(kolik&0x0F000000)>>24;
 cifra[1]=(kolik&0x00F00000)>>20;
 cifra[0]=(kolik&0x000F0000)>>16;
```

- pomocí dělení a operace modulo

```
cas++; cifra[3]=cas/1000; pomoc=cas % 1000; cifra[2]=pomoc/100;
pomoc= pomoc % 100; cifra[1]=pomoc/10; cifra[0]= pomoc % 10;
```

nebo

```
cas++; cifra[3]=cas /1000;  pomoc=cas-cifra[3]*1000;
cifra[2]=pomoc/100;  pomoc=pomoc-cifra[2]*100;
cifra[1]=pomoc/10; cifra[0]=pomoc % 10;
```

Generátor znaků

- Pole o deseti prvcích určujících na jednotlivých bitech zda segment svítí (log.0) nebo ne (log.1).

```
Znaky[10]={0xC0, 0xF9, 0xA4, atd. }   //  Hodnota pro znak 0, 1, 2, atd.
```

16-bitová hodnota pro přesun do kaskády 74HC595 např.

```
hodnota = (znaky[cifra[která]]<<8)|napětí[která];   //  místo OR může
                                                    //  být  +, EX-OR
```

Časová základna

- V přerušovací rutině zajistíme přepínání segmentovek a časový interval 0,01s. Frekvence přepínání segmentovek musí být minimálně 72[Hz]. Pro snadné vytvoření intervalu 0,01s volíme přerušení každých 2,5µs.
- Vytvoříme si ***počitadlo*** určující počet zavolání přerušovací rutiny.

```
počitadlo++;
která=počitadlo&0x03;     // každá cifra zobrazena 100x za vteřinu
if  (která==0)  cas++;        //  přičtení setiny vteřiny
//  výpočet  hodnoty  --- v přerušení nebo hlavním programu
//  odeslání hodnoty do 74HC595 --- v přerušení nebo hlavním programu
```

Záchytný systém

- V manuále je potřeba zjistit vývody, které tuto funkci umožňují. Vybraný vývod musíme nakonfigurovat na **alternativní funkci.**

Zároveň musíme v registrech AFRL nebo AFRH definovat potřebnou alternativní funkci (např. AFI02) takto:

```
PIN_ALT_PP_Initialize (GPIOB,0);          // Inicializace tlačítka SW3 - vstup
                                          // záchytného systému TIM3-CH3
GPIOB->AFR[0] |= GPIO_AFRL_AFRL0 & 0x00000002;  // AFRL0 na AFIO2   PB.0
```

```
void ZACHYTNY_Inicializace()                    // Odvozena z časovače TIM3
{    RCC->APB1ENR |= RCC_APB1ENR_TIM3EN;        // Povoleni hodin časovače TIM3
     TIM3->CR1 |= TIM_CR1_ARPE|TIM_CR1_URS;     // Reset 0000, CKD=00, ARPE-buffred,
                                                // CMS=00, DIR=UP, OPM=0, USR=jen
                                                // přetečení, UDIS=enable
                                                // CEN=zatím nepovolen
     TIM3->CCMR2 |= TIM_CCMR2_CC3S_0;           // Aktivace kanálu 3 na vstup TI3
     TIM3->CCER &= ~(TIM_CCER_CC3NP | TIM_CCER_CC3P);  // Nulování bitu CC3NP a CC3P
     TIM3->CCER |= TIM_CCER_CC3P;               // Reakce na sestupnou hranu
     TIM3->SMCR |=TIM_SMCR_SMS&0x0;             // Interní hodiny přímo do předdělice
     TIM3->CCER |= TIM_CCER_CC3E;               // Povoleni zachyceni citace TIM3
     TIM3->SR &= ~TIM_SR_UIF;                   // Nulovaní příznaku události
                                                // od časovače TIM3
     TIM3->SR &= ~TIM_SR_CC3IF;                 // Nulování příznaku zachycení v kanálu 3
     TIM3->CCMR2 |= TIM_CCMR2_CC3S&0x01;        // IC3 mapovaný na TI3
     TIM3->DIER |= TIM_DIER_CC3IE;              // Povoleni přerušení při zachycení CC3
     TIM3->CR1 |= TIM_CR1_CEN;                  // Povoleni časovače TIM3
}
```

VÝVODY OBSAZENÉ DESTIČKOU DISPLEJE A JEJICH POUŽITELNOST

Indikační diody				
Vývod	**Funkce**	**Vstup**	**Výstup**	**Alternativní Funkce**
PA-5	Led D1	ANO	ANO	ANO
PA-6	Led D2	ANO	ANO	ANO
PA-7	Led D3	ANO	ANO	ANO
PB-6	Led D4	ANO	ANO	ANO
Tlačítka				
PA-1	SW-1	ANO	NE	ANO (vstupní)
PA-4	SW-2	ANO	NE	ANO (vstupní)
PB-0	SW-3	ANO	NE	ANO (vstupní)
Reset	SW-4	ANO	NE	NE
Displej				
PA-9	Sériová data	ANO	ANO	ANO
PA-6	Hodinový signál	ANO	ANO	ANO
PA-7	Zápis posloupnosti	ANO	ANO	ANO
Zvuk				
PB-3	Spínání repro	NE	ANO	ANO
Analogový vstup				
PA-0	Vstup děliče napětí	ANO	ANO (pozor)	ANO

Záchytný systém AF – PA-6, PB-0, PB-4, PC-6 (AFIO2)

IC1IOS (AFIO14) – PA-0, PA-4, PA-8, PC-0, PC-4, atd. dle tabulky IC1IOS