SAMOSTATNÉ ÚLOHY – ZADÁNÍ ÚLOHY 3

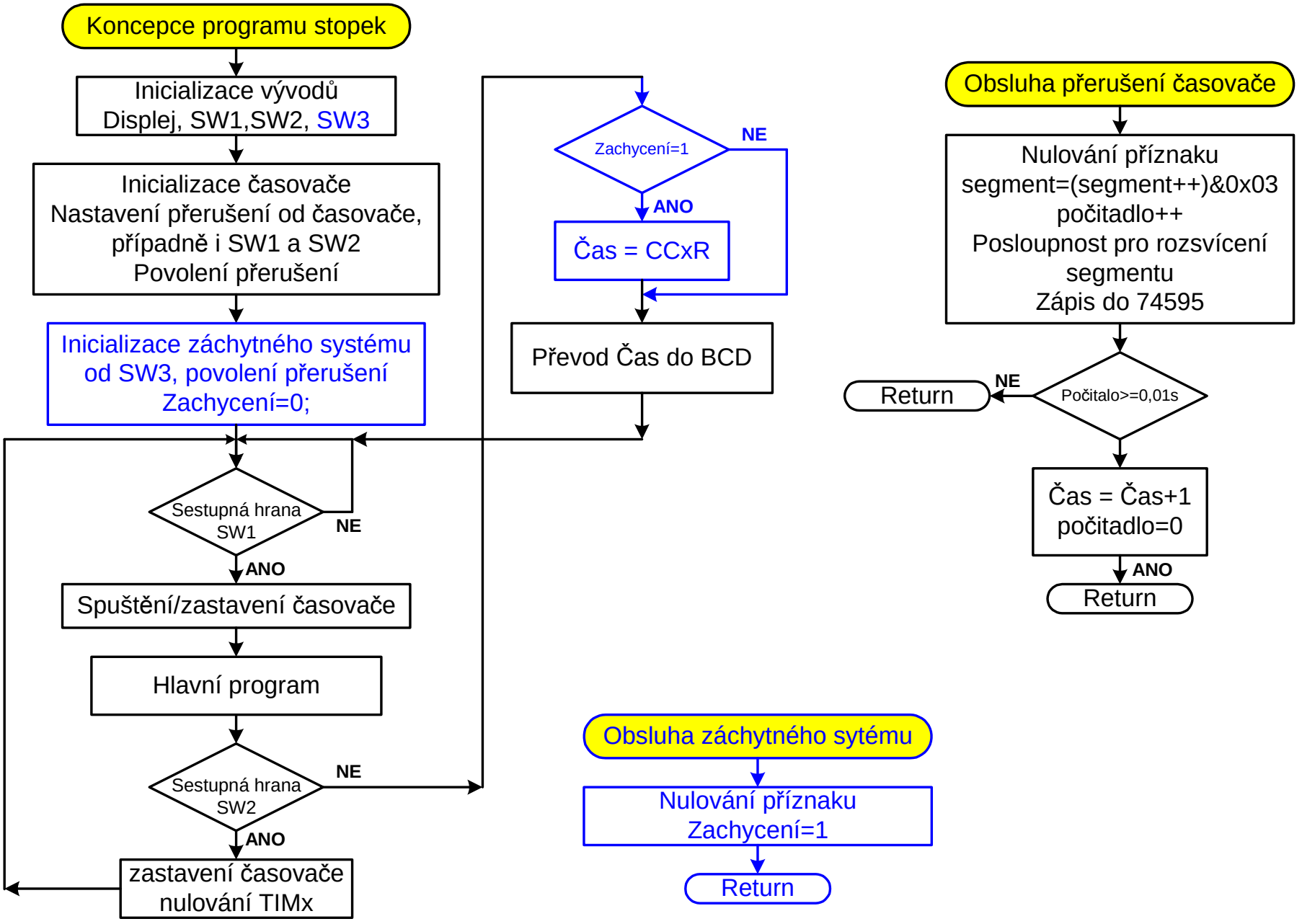
Dynamický displej LED

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 zachycený čas zobrazován na displeji.

ŘEŠENÍ ÚLOHY 3 - BONUS = MODRÁ



ŘEŠENÍ ÚLOHY 3

Třetí 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).

Postup řešení třetí úlohy

- Vytvoření podprogramu pro přesun a rozsvícení zvoleného segmentu
- Úkolem podprogramu je převést hodnotu z generátoru znaků doplněnou o pozici segmentu, který bude svítit, do posuvných registrů 595. Tzn. postupně vysouvat bity z 16-ti bitové proměnné, přivádět je na sériový vstup obvodu a generovat hodinový impulz.

ŘEŠENÍ ÚLOHY 3

Možná řešení:

- **Nastavování datových bitů na vstup 595**
  - **Vysunovat bity do příznaku** přenosu a jeho testováním rozhodnout, zda na sériový vstup přivedeme 1 nebo 0. **Nebezpečná realizace** – nefunkční jestliže pracujeme s proměnnou pole (hodnotu příznaku C ztratíme při výpočtu adresy prvku, do kterého chceme uložit výsledek).
  - **Testováním bitů čísla**
  - **Maskováním bitů čísla**
- **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

ŘEŠENÍ ÚLOHY 3

- Po každém nastavení datového bitu na vstup 74HC595 realizujeme hodinový impulz. **Pozor na počáteční stav na vývodu PA.8** (nebezpečí **vynechání jednoho impulzu CLK**).
- **Po nasunutí celé posloupnosti** je potřeba realizovat přepis do paralelního registru.

Poznámka: V zařízeních, kde hodinové signály jsou typu otevřený kolektor se slabou log.1, není vhodné **dlouhodobě setrvávat ve stavu log.1**. **Signál může být ovlivněn rušením.**

ŘEŠENÍ ÚLOHY 3

- **Vytvoření proměnné(ných) pro časový údaj** a jejich modifikaci každých 0,01s. Např.
  - **Pole pro jednotlivé cifry** unsigned char cifra[4] = {0, 0, 0, 0};
  - **Proměnná čas**, v které čtveřice bitů realizuje jednu cifru
  - **Proměnná čas představující binární číslo** (= počet setin vteřiny), která bude převedena
    - převod pomocí dekadické předkorekce
    - pomocí dělení a operace modulo
- **Generátor znaků** bude pole o deseti prvcích (hodnotách) určující na jednotlivých bitech log.0, když segment má svítit nebo log.1 pro nesvítí segment.
  - *Znaky[10]={0xC0, 0xF9, 0xA4, atd. } // Hodnota pro znak 0, 1, 2, atd.*
- **Vytvořit 16-bitovou hodnotu pro přesun** do kaskády 74HC595
  - *hodnota = (znaky[cifra[která]]<<8)|napětí[která]; // místo OR může být // +, EX-OR*

ŘEŠENÍ ÚLOHY 3

- **Časová základna v přerušovací rutině** s časovým intervalem pro přepínání segmentovek a vytvoření intervalu 0,01s. Vytvoříme si ***počitadlo*** určující počet zavolání přerušovací rutiny.
  - *počitadlo++;*
    která=počitadlo&0x03; // každá cifra bude 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

Pro vyvedení vstupu záchytného systému k I/O vývodům µP je potřeba v manuále 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
```

ZÁCHYTNÝ SYSTÉM - INICIALIZACE

```
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

Možná řešení:

- **Vysunovat bity do příznaku** přenosu a testováním příznaku C rozhodnout, zda na sériový vstup přivedeme 1 nebo 0. Např.

```
hodnota=hodnota+hodnota;
if (carry) setbit(GPIOA->ODR,9); else clrbit(GPIOA->ODR,9);
```

  Nebezpečná realizace. Nefunkční, je-li počítána adresa pro uložení součtu (např. práce s polem).

- **Testováním bitů čísla**
  - `for (i=0; i<16; i++)`
    `{ if (hodnota&0x8000)!=0) setbit(GPIOA->ODR,9);`
    `else clearbit(GPIOA->ODR,9); hodnota+=hodnota; }`

  nebo

  - `for (i=0; i<16; i++)`
    `{ if (hodnota&(0x8000>>i))!=0) setbit(GPIOA->ODR,9);`
    `else clearbit(GPIOA->ODR,9); }`

- **Doplnění bitu, určujícího svítící segmentovku.**

Proměnná ***která*** <0;3> bude určovat, která segmentovka bude svítit:

Možná řešení: Budou-li spodní čtyři bity nulové můžeme psát.

- *hodnota = hodnota|(1<<která); // lze použít EX-OR i aritmetický součet*
- *pole napětí [4]={ 0x1, 0x2, 0x4, 0x8}; hodnota=hodnota|napětí[která];*
- *if (která==0) hodnota=hodnota|0x01;*
  else { if(která==1) hodnota=hodnota|0x02;
  else { if (která==2) hodnota=hodnota|0x04;
  else { if (která==3) hodnota=hodnota|0x08; }}}

nebo použít **switch.**

- Obdobným způsobem přidám k třetí segmentovce desetinnou tečku
  - *if (která==2) hodnota=hodnota&7FFF;*

ŘEŠENÍ ÚLOHY 3

- Po každém nastavení bitu na vstup 74HC595 realizujeme hodinový impulz
  - *clrbit(GPIOA->ODR,8); setbit(GPIOA->ODR,8);*
  - při opačném pořadí musí být před prvním použitím vývod PA.8 v log.0, jinak **dojde při prvním zápisu k vynechání jednoho hodinového impulzu.**
- **Po nasunutí celé posloupnosti** je potřeba realizovat přepis do paralelního registru
  - *clrbit(GPIOB->ODR,5); setbit(GPIOB->ODR,5);*

ŘEŠENÍ ÚLOHY 3

- **Vytvoření proměnné(ných) pro časový údaj** a jejich modifikaci každých 0,01s. Např.

  - **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 představující binární číslo** = počet setin vteřiny, 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;
```

ŘEŠENÍ ÚLOHY 3

- **Proměnná čas představující binární číslo** = počet setin vteřiny, převod 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;*