

FUNKČNÍ AUDIO GENERÁTOR

Jedná se o prototyp generátoru určeného pro generování signálů sinus, pila a obdélník. Rozlišení použitého DA převodníku AD5062 fy Analog Devices činí 16 bitů, komunikace probíhá skrz sběrnici SPI pomocí tří vodičů.

Generátor umožňuje regulaci amplitudy a stejnosměrného offsetu. Regulace těchto dvou parametrů je zprostředkována dvojicí digitálních potenciometrů AD5260 fy Analog Devices. Potenciometry mají rozlišení 8 bitů, umožňují u obou parametrů regulační krok 2 mV.



Generátor je realizován s pomocí vývojového kitu STM32F407 Discovery. Kit vyrábí dobře známá firma ST Microelectronics. Jedná se o vývojový kit osazený procesorem STM32F407, jež je založen na jádru ARM Cortex M4. Jádro je schopno běžet na kmitočtu 168 MHz.

Firmware generátoru byl psán v Open Source prostředí EmBitz, kostra programu s nastavením periférií byla vytvořena pomocí programu STM32 CubeMX. V tomto programu bylo provedeno nastavení periférie SPI a čítače TIM3 sloužícího pro generování vzorkovacího kmitočtu. Dále byly nastaveny potřebné GPIO piny pro alfanumerickou LCD, čtveřici tlačítek a Chip Select signály digitálních potenciometrů a DA převodníku.

Popis jednotlivých proměnných a maker:

<code>#define SAMps 100000</code>	definice vzorkovacího kmitočtu
<code>#define N 10000</code>	počet vzorků na periodu sinusového signálu
<code>static volatile uint8_t necessary = 1;</code>	flag potřeby aktualizace hodnot digitálních potenciometrů
<code>char buffer[10];</code>	buffer funkce sprintf()
<code>uint16_t sine_buff[N];</code>	buffer sinusové funkce
<code>uint16_t frequency = 1000;</code>	proměnná kmitočtu
<code>uint8_t pot_buff[2] = {125, 250};</code>	proměnné DC offsetu a amplitudy
<code>uint8_t func = 1;</code>	proměnná definující zvolenou funkci
<code>uint8_t cursor = 0;</code>	proměnná definující pozici kurzoru

Po spuštění hlavní funkce MAIN dojde k inicializaci veškerých potřebných periférií pomocí funkcí HAL_Init(), SystemClock_Config(), MX_GPIO_Init(), MX_SPI2_Init() a MX_TIM3_Init(). Dále se provede inicializace alfanumerického LCD pomocí uzemnění pinu R/W. Po vypsání uvítací obrazovky „STM32F4“ spolu s „Initialize“ se aktivuje blikající kurzor LCD. Následuje zavolání funkce sine_calc(), která do pole sine_buff() uloží N vzorků jedné periody sinusové funkce:

```
void sine_calc(void)
{
    uint16_t i = 0;
    float FI = 0;

    for(i = 0; i < N; i++)
    {
        FI = (( M_PI* 2) / N)* i;

        sine_buff[i] = ( 16383 *sin( FI)) + 16383;
    }
}
```

Procesor STM32F407 má dostatek paměti RAM pro pojmnutí tohoto pole.

Po vypočtení pole hodnot sinusové funkce se po návratu spustí čítač TIM3 pomocí funkcí HAL_TIM_Base_Start_IT(&htim3) a HAL_TIM_PWM_Start(&htim3, TIM_CHANNEL_4). Vzorkovací kmitočet činí 100 kHz, je generován jako invertovaný signál PWM se střídou přibližně 3%, po které je tento signál v log. 1. Tímto krátkým pulzem dojde k zapsání dat do vnitřního 24b registru, do kterého byla po SPI tato data předtím vyslána. Sestupnou hranou pulzu je generováno přerušení – volání Callback funkce pro jeho obsluhu.

Po spuštění čítače je zinicializována obrazovka LCD a vypsány primární hodnoty. Program dále skočí do hlavní smyčky programu, ve které testuje čtyři tlačítka.

Tlačítka doprava a doleva (GPIO_PIN_0 a GPIO_PIN_1) slouží pro posuv kurzoru po LCD, v jejich podmínkách se pouze inkrementuje a dekrementuje hodnota proměnné cursor. Podmínky též obsahují jednoduché odrušení řešené pomocí zpoždění.

Další dvě tlačítka (GPIO_PIN_2 a GPIO_PIN_3) slouží pro nastavení aktuálně zvolené pozice kurzoru. Nastavování na dané pozici je řešeno pomocí funkce switch, jež má jako parametr proměnnou cursor. V první části funkce switch je nastavován kmitočet s ohledem na možné meze, v druhé části je měněna hodnota proměnné func, jež určuje svojí hodnotou typ funkce průběhu (SINE, SAW, SQUARE, ZERO).

Ve třetí a čtvrté části funkce switch je podobným způsobem nastavována hodnota amplitudy a stejnosměrného offsetu. Při změně těchto hodnot dojde k nastavení flagu necessary, jež je zahrnut při odesílání dat v Callback funkci přerušení čítače TIM3.

Ve funkci Callback je na základě hodnoty proměnné func rozhodnuto, který daný vzorek bude po sběrnici vyslán ven. Odpovídá-li hodnota proměnné funkci SINE, odesílají se periodicky vzorky z tabulky sine_buff do DA převodníku.

Ten který vzorek má být odeslán je určen pomocí jednoduchého výpočtu z vzorkovacího kmitočtu, nastaveného kmitočtu a celkového počtu vzorků na periodu:

```
case 1: //SINE
    if( sam_num < ( ( N* 10) - frequency - 10))
    {
        sam_num = sam_num + frequency;
    }
    else
    {
        sam_num = frequency - (( N* 10) - sam_num - 10);
    }

    buff[2] = sine_buff[ sam_num/ 10] >> 0; //LOWER bits
    buff[1] = sine_buff[ sam_num/ 10] >> 8; //HIGHER bits
    //buff[0] = 0;
break;
```

Pro generování funkcí SAW a SQUARE je pro jednoduchost využit výpočet v reálném čase. Na závěr Callback funkce jsou odesílána data po SPI – buď vzorek do DA převodníku, nebo v případě nastavení flagu necessary pouze data do digitálních potenciometrů.

Funkce out_freq, out_amp a out_dc jsou využity pouze pro vypisování proměnných odpovídajících těmto třem parametrům, podobně funkce set_cursor a put_func.