

Úloha „Sběr dat“ A4B38NVS

Výklad pojmu „systém sběru dat“-

Systém sběru dat (*Data Acquisition System - DAQ*) je možno pro účely této úlohy velmi zjednodušeně popsat jako zařízení, které sbírá a vyhodnocuje signály z okolního světa a výsledky předává na nadřazený systém prostřednictvím některého rozhraní. Vstupem jsou obvykle elektrické veličiny, kde informací – měřenosnou veličinou (veličinou, která nese informaci o hledaném parametru objektu či prostředí) může být napětí, proud, odpor, kapacita, indukčnost, amplituda, fázový posun. Je možný též vstup signálů v logické formě, kdy informaci nese frekvence, perioda, střída, počet případně i délka impulsů. Účelem použití DAQ je sběr dat (resp. signálů poskytující informaci o daném okolí) z více měřicích vstupních míst.

Pro přiblížení – jako příklad jisté formy DAQ může sloužit i monitorovací systém v osobním počítači, který snímá jednotlivá napájecí napětí a napětí akumulátorové baterie, sleduje teplotu čipu procesoru a dalších obvodů, sleduje otáčky ventilátoru, případně vyhodnocuje další veličiny.

Jistou formou DAQ je i monitorovací systém v automobilu, kde se sledují teploty a stav jednotlivých kapalin, teploty vzduchu ve vnitřním a vnějším prostředí, stav zapnutí bezpečnostních pásů, dovření dveří a oken,... Podobně lze jako jistou formu DAQ chápat malou elektronickou meteorologickou stanici, která vyhodnocuje směr a rychlost větru, teplotu a relativní vlhkost vzduchu, sluneční svit, velikost srážek,...

Společným rysem DAQ tedy je schopnost snímat vstupní signály, digitalizovat je, předzpracovávat a předávat na nadřazený systém. Předzpracování může být např. i jen ve formě kontroly, zda snímaný parametr je v předem zadaných mezích, kde teprve při jejich překročení indikující chybový či havarijní stav dojde k signalizaci a přenosu dat na nadřazený systém. V normálním stavu se snímaná data (odpovídající pomalu proměnnému signálu) přenášejí s větší periodou. Pokud však dojde ke změně, vyhodnotí to DAQ a může pak přednostně sledovat a předávat informace o místě s chybovým chováním. Tato funkce má za cíl odlehčit nadřazený systém a snížit nároky na potřebný datový tok u rozsáhlých DAQ, kde se vyhodnocují signály např. ze stovek měřicích míst a kde má význam pouze vybočení z normálu. (Zde mohou být příkladem ústředny – jisté formy DAQ – orientované na zabezpečení a protipožární ochranu.)

Pro přiblížení rysů a funkce DAQ může sloužit jednoduchá varianta DAQ s názvem myDAQ firmy National Instruments. Funkce tohoto DAQ mohou být částečně jasné již při pohledu na blokové schéma na obr. 2 dokumentu (dokument NI myDAQ) a popisu na str. 4 až 6, kde je vidět, že obsahuje analogové vstupy, analogové výstupy, číslicové vstupy a výstupy s prostou vstupně výstupní funkcí ale i číslicové vstupy s funkcí umožňující vyhodnocení parametrů impulsního signálu využívající vnitřních čítačových jednotek.

Procesor STM32F10 jako jádro systému sběru dat

V rámci laboratorních cvičení A4B38NVS využívaný procesor STM32F100x obsahuje na čipu řadu periférií, které také umožňují realizaci jednoduché formy DAQ. V úvodních laboratorních úlohách se piny procesoru využívaly pouze pro zprostředkování přenosu logických signálů ke vstupně výstupním branám GPIOC a GPIOA. Některé piny STM32F100 však mají též alternativní funkci, kde slouží jako analogové vstupy interního převodníku *A/D* (analogo - číslicový převodník), analogové výstupy pro interní převodník *D/A* (číslicovo - analogový převodník), řídicí *vstupy inertních čítačů*, impulsní *výstupy interních čítačů*, generátory *signálu PWM* - pulsní šířkové modulace.

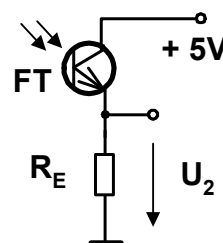
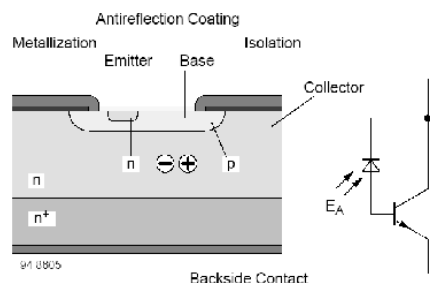
Současně STM32F100x obsahuje obvod **UART**, pomocí nějž je možno realizovat rozhraní RS232, jehož prostřednictvím lze data přenášet na nadřazený systém. Pokud by se navrhl jednoduchý DAQ s tímto procesorem, je možno tento návrh s velmi malými změnami v DAQ převést i na vyšší procesory rodiny STM32 (např. STM32F107), které mají již i rozhraní CAN a USB i rozhraní Ethernet.

Náplň úlohy sběru dat

Náplň úlohy projektu jednoduchého systému sběru dat nebude plná realizace DAQ, což by náročností bylo nad rámec tohoto předmětu, ale bude ověření možnosti realizace jednotlivých funkcí DAQ s využitím obvodových prostředků STM32F100x. Půjde zde především o využití interního převodníku A/D pro vyhodnocení **stejnoseměrného napětí** i **proměnného signálu** různých snímačů.

Jako primární snímače budou v systému využity – „**interní snímač teploty**“ na čipu STM32F100, potenciometrický odporový **snímač polohy** s rozsahem 0 až 270 stupňů realizovaný v laboratoři potenciometrickým trimrem, odporový snímač teploty - např. termistor, který bude pro jednoduchost a opakovatelnost nahrazen proměnným rezistorem (trimrem) a dále **fototranzistor PT204**, Fototranzistor PT204 (firma Everlight) bude použit v optických snímačích, kde se pomocí PT204 a LED se bude realizovat jednoduchá „**optická závora**“, která bude sloužit pro určení přítomnosti objektu.

Výklad - fototranzistor



Obr. 1 Fototranzistor a jeho náhradní schéma Obr. 2. Zapojení fototranzistoru do obvodu

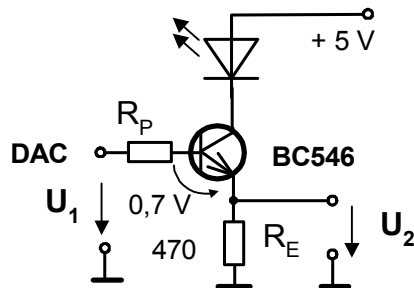
Na obr. 1 je znázorněno uspořádání fototranzistoru a jeho náhradní schéma. Z hlediska uživatele je možno pro zjednodušený výklad předpokládat, že fotodioda (tvořená přechodem kolektor - báze) s předpětím v závěrném směru generuje fotoproud, který se zesiluje vlastním tranzistorem.

Na obr. 2 je zapojení fototranzistoru pro snímání velikosti osvětlení. Napětí U_2 roste přibližně lineárně s osvětlením fototranzistoru. Velikost odpor R_E , v emitoru se zvolí tak, aby na něm byl napěťový úbytek (způsobený fotoproudem) např. do 2 V a neohrozil se vstup převodníku A/D. Pro zvýšení ochrany vstupu A/D v STM32 (vstup převodníku A/D **není 5 V tolerantní**) je možno do série se vstupem zařadit rezistor od odporu několika kiloOhmů.

Na obr. 6 je příklad zapojení obvodu pro řízení proudu LED pomocí *číslicově analogového převodníku* - DAC z STM32F100. Výstupním napětím DAC se ovládá proud báze tranzistoru. $I_E = I_B + I_C$. S rostoucím proudem báze roste i proud kolektoru u $I_C = h_{21E} * I_B$ a tedy i celkový proud emitoru I_E . Činitel h_{21E} použitého tranzistoru BC546 je v řádu 200 - 300, tedy proud báze je zanedbatelný proti proudu kolektoru.

Současně platí, že $U_{DAC} = 0,7 \text{ V} + U_2$ a tedy $U_{DAC} = 0,7 \text{ V} + I_E * R_E$. Pak bude proud LED přibližně roven proudu emitoru $I_E = (U_{DAC} - 0,7 \text{ V}) / R_E$

Předřadný rezistor R_P v bázi má charakter ochrany. Na místě R_P a R_E se použijí se dostupné rezistory 470 Ohmů.



Obr.6 Zapojení pro řízení proudu LED pomocí DAC a tranzistoru

Tvorba programu pro systém sběru dat

Program pro systém sběru dat (v případě studentů, kteří samostatně dobře zvládají jazyk C - neřeší se zde v žádném případě výuka jazyka C), je možno řešit i s využitím jazyka C. Pokud se program bude realizovat s využitím překladače C, musí se jednat o samotný program bez využití knihoven, tak, aby program sám musel spolupracovat přímo s jednotlivými součástmi a periferiemi STM32F100x. Jinak se bude používat podobně, jako v předchozích úlohách, jazyk assembler. Při použití jazyka assembler budou jednotlivé požadavky zadání zjednodušeny, oproti situaci, kdy by byl použit jazyk C.

Navrhovaný systém sběru dat bude mít dvě skupiny funkcí: **funkce A** a **funkce B**. Optimální by bylo, aby systém podporoval současně obě činnosti funkce A i a funkce B. Pro zjednodušení lze u navrhovaného DAQ rozdělit úkol na dvě samostatné části, které nemusí být současně funkční, avšak budou realizovány dvěma samostatnými programy.

Funkce (skupiny) **A** bude pro vyhodnocení a generování stejnosměrných napětí

Funkce (skupiny) **B** bude pro záznam a vyhodnocení proměnných signálů

Dále bude realizovaný systém sloužit pro vyhodnocení parametrů elektrického signálu

Funkce A

A1) Měření *napětí na potenciometrickém odporovém snímači* - výstup inf. o úhlové poloze ve formě - 130 až + 130 stupňů, měření napětí na snímači *teploty na čipu* STM32F100

~~**A2)** Měření odporu odporového snímače teploty (termistor odpor 0 až 50 kOhmů), výpis teploty ve stupních Celsia podle zvoleného termistoru, případně jen výpis odporu v Ohmech.~~

A3) Určení *osvětlení pomocí fototranzistoru*. Fototranzistor PT204 bude sloužit pro vstup informace pro funkci systému sběru dat - „*snímač osvětlení - střední hodnota*“. (V případě proměnného zářivkového osvětlení se z více odměrů vyhodnotí střední hodnotu).

A4) Určení přítomnosti objektu *v optické závoře* tvořené fototranzistorem a LED, např. formou 1, 0, nebo ON, OFF, či jiné.

A5) Pomocí výstupu převodníku D/A s navazujícím externím tranzistorem NPN se bude **nastavovat proud** do indikační LED2. Bude tak možno optimálně nastavit jas LED. Ovládání z terminálu např. znaky „*m*“, - zvýšit „*n*“, snížit.

A6) Výpis nastavené hodnoty převodníku D/A („DAC= xxxx“), kde xxxx dekadicky vyjádřená hodnota nastavená na DAC.

A7) Indikace a počítání průchodů optickou závorou od zvoleného startu. „P= xxx“.

A8) Generování PWM1, s pevnou frekvencí, ale uživatelsky nastavitelnou střídou bude sloužit k nastavení jasu (proudu) indikační LED1 (dále označen jako *PWM1*). Nastavení bude v 10 až 20 krocích. Zvýšit střídu (střední hodnotu) - rozsvítit LED - klávesa „B“, ztmavit (snížit střední hodnotu) „D“.

Pro použití **assembler** se **nemusí** realizovat ve funkci A činnosti dle **A2), A3), A6), v A7)** se nemusí počítat průchody, ale pouze se indikuje stav (volná - zacloněná) optická závora textem „G= ON“ volná nebo „G= OFF“- zacloněná.

Funkce skupiny B proměnné signály

Generování, záznam a analýza proměnných signálů, funkce osciloskopu. Pro generování signálu se využije výstup **PWM2** (pulsní šířková modulace).

B11) Generování PWM2 výstupní signál bude mít pevnou střídu, ale uživatelsky nastavitelnou frekvenci. **PWM2** bude sloužit jako testovací signál pro jednoduchý analogový obvod realizovaný jako RC článek. Signál **PWM2** se přivede na vstup **člátku RC**. Na výstup RC čláнку bude napojen vstup převodníku A/D, který bude mít funkci vstupu virtuálního osciloskopu (dále vstup **OSC**). Nastavení frekvence znaky (z terminálu) „F“ - zvýšit frekvenci, a „S“ snížit frekvenci.

B12) Funkce osciloskopu pro signál na výstupu čláнку RC napájeného signálem **PWM2**

Funkce osciloskopu se bude realizovat tak, že procesor po dosažení spouštěcí podmínky (synchronizace) bude synchronně odebírat zvolený počet vzorů (např. 1000 a více) dat z **převodníku A/D** (bude se využívat pouze horních 8 bitů dat) a ukládat je do vnitřní paměti RAM. Následně tato data vyšle prostřednictvím RS-232 do PC, kde se s využitím programu **NRM Display** zobrazí.

Funkce osciloskopu bude z hlediska uživatele periodická, tedy pokud se nastaví opakovaný odměr, bude měřit stále až do dalšího příkazu. K tomu se výhodně využije funkce programu **NRM Display**, který podle režimu vysílá znak 0x03 po RS-232 do aplikace buď jednorázově nebo opakovaně v závislosti na nastavení NRM Display. Realizace funkce osciloskopu s STM32F100 však může být i pouze jednorázová, tedy po příchodu znaku 0x03 provede jeden záznam, pošle jej na PC a přejde opět do stavu očekávání příkazu.

B13) Funkce snímání a záznam proměnného osvětlení. Jako zdroj signálu bude sloužit **fototranzistor PT204**. Bude se snímat (blikající) světlo ze zářivky, takže PT204 bude současně sloužit jako zdroj signálu měnícího se rytmu blikání zářivky. Ostatní funkce je shodná s funkcí osciloskop. Volba vstupu - RC článek, fototranzistor se provede programově zvolenými klávesami,

B14) Určení frekvence signálu, jako zdroj se využije signál **PWM2**, který se bude vyhodnocovat ze vstupního signálu. Je možno využít měření frekvence s využitím „osciloskopu“ - zpracování zaznamenaného signálu (A/D), nebo využít vnitřní čítačové jednotky v STM32.

Pro použití assembler se **nemusí** realizovat ve funkci B11) realizovat **nastavení frekvence**, postačuje jediná pevná frekvence, dále nemusí se realizovat funkce **B14**).

Způsob zobrazení výsledků a ovládání systému sběru dat

Ovládání DAQ bude *pomocí klávesnice na PC* a *tlačítek* připojených k STM32. Zobrazení informací alfanumericky v terminálovém, případně v grafickém okně programu **NRM Display**. Pro funkce **skupiny A** lze pro textové ovládání využít i prostý terminálový program, jako Hypeterminal, či další.

Pro ovládání systému sběru dat a zobrazení výsledků ve **funkci B** se využije PC s programem **NRM Display**, který je k dispozici na stránkách předmětu. Přenos dat bude prostřednictvím pomocí rozhraní RS232.

Zobrazovač - Program NRM Display umožňuje jednonábové zobrazení záznamu dat reprezentující záznam 8-bitových dat reprezentující data z převodníku A/D – forma zobrazení osciloskop, nebo 8-mi bitů na sobě nezávislých dat – forma zobrazení „logický analyzátor“, dat signálu a dat.

NRM Display navíc obsahuje terminálovou funkci. Vysílá ASCII znaky odpovídající stisknuté klávese. Terminál zobrazuje přijaté tisknutelné ASCII znaky, znak mezera a znaky „CR“ (carriage return) - návrat kurzoru na začátek řádku, LF (line feed) posun na nový řádek- odřádkování (programová kopponenta použitá v NRM Display automaticky při přijetí znaku CR provede funkci LF (odřádkování).

Pro rozlišení, zda přijatá data přísluší grafickému zobrazovači nebo terminálu, se využívá velmi jednoduchého příznaku. Data uvedená prefixem 0x03 (3 hex) jsou určena pro zobrazovač. **Skupina N_z hodnot ve zprávě následující za prefixem 0x03** jsou směrována do zobrazovače. Počet N_z je nastaven přímo na panelu zobrazovače v editačním okně „**Samples**“. Maximální počet hodnot je 10 000 (10 240). Pokud by ve zprávě bylo více hodnot, než je nastavený počet N_z , jsou další hodnoty směrovány do terminálu. Netisknutelné znaky jsou označeny červeně jako chybné, tisknutelné znaky jsou zobrazeny.

Pokud by ve zprávě pro grafický zobrazovač bylo méně znaků, než je počet N_z , program čeká nastavenou dobu prodlení (Time out) a pak zobrazí přijatou část zprávy. Jedná se však o chybovou situaci, kdy se může zobrazit část minule přijatých a nepřešpaných dat. Z důvodu rychlosti programu není řešeno korektní zobrazení dat při nekorektním přenosu dat. Uživatel musí zajistit vyslání správného počtu dat N_z pro grafický zobrazovač.

Využití terminálového zobrazovače programu NRM display

Použitý terminálový program neumožňuje samostatnou funkci „carriage return“, ASCII 0x0D, ale automaticky pak generuje i znak „Line Feed“, ASCII 0x0A. tedy není možno nastavit kurzor na začátek řádku, ale vždy se odřádkuje. Aktualizace změřených údajů v terminálovém okně tak je možná pouze odřádkováním (znak „carriage return“, ASCII 0x0D proNRM Displ) vypsáním nového řádku s aktuálními daty. Aby bylo možno výsledky sledovat, je třeba zvolit vhodný interval výpisu.

Pro funkci A bude výstup v terminálovém okně obsahovat stále texty – informace typu např.

uhel: xxxx teplota: xxxx , G= ON, P= xxx: , strida (PWM) , frekvence .

Pokud se bude část A realizovat jako samostatný program, je možno využít program Hyperterminal, nebo podobný a program NRM Display využít pouze pro část B.

Nastavení parametru frekvence a střídy nemusí být formou zadávání čísla, ale postačuje pouze určení metodou stisku daných kláves s předem definovanou funkcí (zvyš hodnotu nebo sniž hodnotu). Na uživateli je způsob řešení problému, zda bude možno nastavovat nezávisle střídu PWM1 a frekvenci PWM2, nebo se použije závislé nastavení různými klávesami, kdy se nejdříve bude vybranou klávesou definovat, který parametr se nastavuje.

Bloky systému realizovaného systému sběru dat

Realizovaný DAQ bude obsahovat modu STM32VL Discovery, rozhraní RS-232 a příslušné snímače (1x snímač teploty čipu STM32F100, 1x potenciometrický snímač, 1x odporový snímač, 1x optický snímač úrovně osvětlení s PT204, 1x optická závora realizovaná pomocí PT204).

Doporučení pro vývoj je ověřit si jednotlivé činnosti a spolupráce s periferiemi procesoru a programem NRM Display v jednotlivých samostatných blocích.

Jako pomocná studijní literatura může sloužit bakalářská práce p. Michala Tomáše řešená na katedře měření, která je dostupná na příslušných WWW stránkách.

Studie

V rámci přípravy si každý zpracuje projekt DAQ s definicí funkcí, ovládacích příkazů a příslušným obvodovým řešením. Studie by měla být **hotová do 10 týdnů**, tak aby bylo možno ještě zakomponovat další úpravy, které vyplynou z konzultací. Pokud některé činnosti DAQ nejsou tímto popisem specifikovány, je na autorovi, jak bude implementaci řešit. Způsob řešení však musí být jasně uveden ve studii.

Co má studie obsahovat? Studie je návrh funkcí zařízení a jeho chování. Nejjednodušší je přistoupit k tomu, jako byste byli v situaci, popisujete již Vámi vyvinuté zařízení. Budete sdělovat, jak se zařízení ovládá, jaké má příkazy a jak je vnitřně řešeno. Očekává se také, že bude naznačena forma zobrazení textů a hlášení a znaky zvolené pro ovládání. (Doporučuje se proto dopředu si ověřit spolupráci s terminálovým programem i zobrazovačem NRM display.)

Pokud některá část tohoto zadání detailně nspecifikuje konkrétní realizaci dané funkce přístroje, nebo je někde rozpor, je možno si ji definovat vlastním způsobem. Toto je však nutno přesně uvést do studie. To simuluje situaci v případě, kdy se vyskytuje nepřesné zadání úkolu pro vývoj zadavatelem ve firmě, někdy i s navzájem si odporujícími požadavky.

V reálném firemním životě by to představovalo tvorby podkladů pro nabídku zákazníkovi. V tomto případě je zákazníkem cvičící. Po odsouhlasení studie (nabídky) pak již ve výsledném projektu musíte splnit slibované funkce, ovládání zařízení i jeho chování. Kde není jasně definováno v zadání, jak se řešení požaduje, nspecifikuje řešitel - student - svůj návrh řešení.

Simulujte to reálnou situaci, kdy zákazník nemá také do detailu promyšleny všechny souvislosti požadovaného řešení, ale ujasní je až v projektu nabídka dodavatele. Po odsouhlasení zákazníkem je však již nabídka (funkční vlastnosti řešení) závazná.