



Úlohy pre programovanie mikrokontrolérov

Úvod

Vašou úlohou bude naprogramovať obslužný softvér do riadiacej jednotky multimetra, ktorý ste stávali v praktickej časti. Spolu s týmto zadaním ste obdržali zdrojový kód pre prostredie Arduino IDE, ktorý obsahuje základnú konfiguráciu a inicializáciu riadiacej dosky, a niekoľko pripravených funkcií pre obsluhu periférií. V kóde si prečítajte popis pripravených funkcií a použite ich pri riešení úloh:

- *byte readPressedKey()*
- *void updateLeds()*
- *void updateSwitches()*
- *long readAdc()*

Pre obsluhu displeja je použitá štandardná Arduino knižnica LiquidCrystal, ktorej inštancia je inicializovaná v globálnej premennej 'lcd'. Displej je inicializovaný s konfiguráciou 2 riadky po 8 stĺpcov pretože použitý displej 1x16 takto vnútorne funguje. Prvý riadok tvorí prvú polovicu displeja a druhý druhú polovicu (od 9. pozície). Myslite na to pri zápise údajov na displej.

Úlohy

1) Intro

Po zapnutí prístroja zobrazte krátke intro:

- a) zobrazte na displeji vycentrovaný nápis "ZENIT 2018";
- b) rozsviette LEDky na všetkých tlačidlách na červeno (250 ms) a následne na zeleno (250 ms);
- c) ledky zhasnite, počkajte 1 sekundu a zmažte obsah displeja.

2) Základné meranie napätia

Po intre prístroj nabehne do predvoleného režimu merania napätia na prvom rozsahu 4V.

- a) Po stlačení tlačidla TL1 aktivujte režim merania napätia a indikujte ho svitom zelenej LED na tlačidle.
- b) Nastavte konfiguráciu meracej časti na meranie napätia, rozsah 4V, bez násobiča (konfiguračné slovo B10110000, premenná 'switchConfiguration', funkcia 'updateSwitches').
- c) Na posledných dvoch pozíciách displeja zobrazte "M1" indikujúce prvý merací rozsah a manuálny mód prepínania rozsahov.
- d) Periodicky, 4x za sekundu, vykonávajte meranie A/D prevodníkom (funkcia 'readAdc') a zobrazujte surovú hodnotu z prevodníka na displeji od pozície 2. V prípade zápornej hodnoty

zobrazte znamienko mínus na prvej pozícii displeja. Pri nulovom vstupnom napätí (skratované vstupné svorky) by ste mali vidieť hodnotu približne v rozsahu 0 až +/- 5'000 a pri vstupnom napätí +/- 5V približne +/- 8'000'000.

- e) Pokiaľ A/D prevodník vráti stav 'over-range' alebo 'under-range' zobrazte túto informáciu pomocou nápisu "U OVER" od prvej pozície displeja a vyvolajte krátky zvukový signál s frekvenciou 2.7 kHz a trvaním 100 ms po každom takomto výsledku.

3) Manuálne prepínanie napätových rozsahov

Pomocou nastavenia signálov U/20 a U/200 pre prepínače na meracej doske viete zmeniť deliaci pomer vstupného napätového deliča pre meranie napätia. Signály sú pripojené na posuvnom registri, ktorého výstup sa nastavujete pomocou funkcie 'updateSwitches'. V režime merania napätia implementujte:

- Manuálne zvolený rozsah indikujte písmenom "M" na predposlednej pozícii displeja.
- Po stlačení tlačidla TL1 vykonajte zmenu vstupného rozsahu. Prepínajte cyklicky medzi tromi rozsahmi 4V, 40V a 400V, ktoré budeme označovať ako "1", "2" a "3".
- Zobrazte aktuálny rozsah na poslednej pozícii displeja.

Surová hodnota z prevodníka by pri vstupnom napätí 5V mala byť približne 8'000'000 na rozsahu 4V, 800'000 na rozsahu 40V a 80'000 na rozsahu 400V (v tolerancii 10%).

4) Prevod nameraného napätia

Doteraz ste pri režime merania napätia zobrazovali na displeji len surovú hodnotu z prevodníka. Prevedte túto hodnotu na veličinu napätia. Vzťah hodnoty z prevodníka je nasledovný:

$$ADC_{raw} = U_{in} * RDIV_{rozsah} * G * 8388608 / U_{ref}$$

kde $RDIV_{rozsah}$ je deliaci pomer zvoleného rozsahu, G je zosilnenie na IC2A, U_{ref} je polovica referenčného napätia z IC4, U_{in} je napätie na vstupe meracieho prístroja a ADC_{raw} je hodnota výsledku z prevodníka.

- Zo schémy vyčítajte a vypočítajte hodnoty U_{ref} , G, a $RDIV$ pre jednotlivé rozsahy, a definujte ich v kóde ako konštanty typu 'float' s názvami UREF, G_0, G_1, $RDIV_{4V}$, $RDIV_{40V}$ a $RDIV_{400V}$ (ich deklarácie sú už v kóde predpísané). Zapište ich aspoň na 5 platných miest.
- Vypočítajte nameranú hodnotu napätia U_{in} z ADC_{raw} podľa aktuálneho rozsahu a zobrazte ju na 5 číslic na displeji od pozície 2 (prvá pozícia je vyhradená pre znamienko mínus pri záporných hodnotách). Zobrazujte teda napr. " 123.45 V", " 12.345 V", "-1.2345 V".

Pokiaľ vypočítate všetky konštanty správne bude výsledná hodnota voči meranému napätiu v tolerancii 0,1% z rozsahu.

5) Automatické prepínanie napätových rozsahov

Implementujte mód pre automatické prepínanie rozsahov v režime merania napätia:

- Aktivujte mód automatického prepínania rozsahov pomocou stlačenia tlačidla TL1 po režime M3 z predchádzajúcej úlohy. Indikujte ho písmenom „A“ na predposlednej pozícii displeja. Po opätovnom stlačení tlačidla TL1 prepínajte ďalej medzi režimami a rozsahmi M1, M2, M3 a A_.
- Prepínajte automaticky medzi rozsahmi 4V, 40V a 400V a zobrazujte aktuálny rozsah číslom na poslednej pozícii displeja. Automatické prepínanie rozsahov sa riadi nasledovnými pravidlami:

- i. Ak je nameraná hodnota väčšia ako 90% absolútnej maximálnej hodnoty rozsahu prevodníka, prepnite na vyšší rozsah (najvyšší rozsah je 400V).
- ii. Ak je nameraná hodnota menšia ako 5% absolútnej maximálnej hodnoty rozsahu prevodníka, prepnite na nižší rozsah (najnižší rozsah je 4V).

6) Meranie odporu

Prístroj meria odpor porovnávacou metódou pomocou rezistorov R11-13 (ďalej označované ako R_{ref1}) a R1-3 (ďalej označované ako R_{ref2}), resp. napätia na nich (U_{Rref1} , U_{Rref2}). Vzťah pre výpočet meraného odporu je:

$$R = -R_{ref1} * R_{ref2} / (R_{ref1} - R_{ref2} * U_{Rref1} / U_{Rref2})$$

Pomocou použitia tohto vzťahu implementujte režim merania odporu nasledovne:

- a) Po stlačení tlačidla TL3 aktivujte režim merania odporu a indikujte ho svitom zelenej LED na tlačidle.
- b) Periodicky, 4x za sekundu, merajte hodnoty napätia na rezistoroch R_{ref1} a R_{ref2} , počítajte výslednú hodnotu odporu a túto hodnotu zobrazujte na displeji od prvej pozície.
 - i. Hodnotu zobrazujte na 5 číslic v jednotkách Ohm (pre hodnoty $<1k\Omega$), kOhm ($<1M\Omega$) a MOhm. Príklad zobrazenia na displeji "249.07 kOhm".
 - ii. V prípade hodnoty nad $20 M\Omega$ zobrazte na displeji "R OPEN $>20 MOhm$ "

Tip: po zmene nastavení multiplexora zahodte prvý výsledok z A/D prevodníka.

7) Komunikácia po sériovej linke

Implementujte základné SCPI príkazy na komunikáciu s multimetrom po sériovej linke. Prístroj má na príkazy odpovedať okamžite a s rovnakou prioritou ako na príkazy z ovládacieho panela (stlačenie tlačidla).

- a) Inicializujte UART rozhranie s konfiguráciou: rýchlosť 9600 baud, 1 stop bit, bez parity.
- b) Po prijatí príkazu "*IDN?" (identifikácia zariadenia) cez sériovú linku odpovedzte identifikačným reťazcom prístroja "Multimeter ZENIT 2018".
- c) Po prijatí príkazu ":MEAS:VOLT?" (meranie napätia) aktivujte režim merania napätia v móde automatického prepínania rozsahov, zmerajte napätie a odpovedzte na sériovú linku nameranou hodnotou vo voltoch (napr. "-1.2345"). V prípade hodnoty mimo rozsah odpovedzte "NaN".
- d) Po prijatí príkazu ":MEAS:RES?" (meranie odporu) aktivujte režim merania odporu, zmerajte odpor a odpovedzte na sériovú linku nameranou hodnotou v ohmoch (napr. "123.45"). V prípade hodnoty mimo rozsah (nad $20M\Omega$) odpovedzte "NaN".
- e) Implementujte mód „manual override“, v ktorom budú všetky príkazy prijaté po sériovej linke ignorované. Tento mód aktivujte a deaktivujte stlačením tlačidla TL7 a indikujte svitom červenej LED na tlačidle.