



Středoškolská technika 2015

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

INTELIGENTNÍ MĚŘENÍ

Jakub Moravec

Střední průmyslová škola elektrotechnická
V Úžlabině 320, Praha 10

Anotace

Cílem této práce je ukázat, že délka se dá měřit nejen manuálně, ale i za pomoci mikroprocesoru. Práce se dále zabývá další problematikou, kterou je ovládání profesionálně vyráběných měřicích akčních členů. V práci je použit mikroprocesor PIC, je využito komunikační rozhraní SPI, dále ovládání vstupů a výstupů, A/D převodník, D/A převodník za pomoci funkce PWM modulace, přerušení a časovače. Jednotlivé moduly jsem vytvořil sám s využitím návrhových programů Layout (návrh plošného spoje) a TinyCAD (elektrotechnická schemata).

Klíčová slova: PIC, SPI, A/D převodník, mic+340/IU/TC, ENC-1-1-N-24-C, PWM, Layout a TinyCAD

Annotation

The aim of this work is to demonstrate that the length can be measured not only manually, but also by the microprocessor. The work also deals with further issue, which is controlling of professionally produced measuring actuators. The microprocessor PIC, communication interface SPI, input and output control, A/D converter, D/A converter using PWM modulation function, interruption and timer are used. I created particular modules myself using design programs Layout (design of the printed circuit) and TinyCAD (electrical diagrams).

Key words: PIC, SPI, A/D converter, mic+340/IU/TC, ENC-1-1-N-24-C, PWM, Layout and TinyCAD

Obsah

Úvod	4
1 Základní informace o projektu	5
1.1 PIC18F25K20-ISP	5
1.1.1 Programování	5
1.1.2 SPI	5
1.1.3 Registry	6
1.1.4 Oscilátor	6
1.1.5 Reset	7
2 Blokové schéma	8
3 Moduly	8
3.1 Zdroj	8
3.1.1 Funkce	8
3.1.2 Popis činnosti	8
3.1.3 Schéma zapojení	10
3.1.4 Návrh plošného spoje	11
3.1.5 Osazovací plánec	11
3.2 Master PIC	12
3.2.1 Funkce	12
3.2.2 Popis činnosti	12
3.2.3 Schéma zapojení	13
3.2.4 Návrh plošného spoje	14
3.2.5 Osazovací plánec	14
3.3 Řídící modul s alfanumerickým displejem	15
3.3.1 Funkce	15
3.3.2 Alfanumerický displej 4×20 s řadičem HD44780 – RC2004A-BIW-CSX	15
3.3.3 Popis činnosti	15
3.3.4 Schéma menu	16
3.3.5 Schéma zapojení	17
3.3.6 Návrh plošného spoje	18
3.3.7 Osazovací plánec	18
3.4 Inkrementální snímač (voztíko) ENC-1-1-N-24-C	19
3.4.1 Funkce	19
3.4.2 Popis činnosti	19
3.4.3 Schéma zapojení	20
3.4.4 Návrh plošného spoje	21
3.4.5 Osazovací plánec	21
3.5 Ultrazvuk na stativu	22
3.5.1 Funkce	22
3.5.2 Popis činnosti	23
3.5.3 Schéma zapojení	24
3.5.4 Návrh plošného spoje	25
3.5.5 Osazovací plánec	26
Závěr	28
Seznam použité literatury a zdrojů	29
Seznam obrázků	30
Seznam příloh	31
Příloha 1 Rozpiska součástek – zdroj	32
Příloha 2 Rozpiska součástek – inkrementál	33
Příloha 3 Rozpiska součástek – displej	35
Příloha 4 Rozpiska součástek – Master	36
Příloha 5 Rozpiska součástek – ultrazvuk	37

<i>Příloha 6</i>	<i>Master Pic – ukázka funkce programu</i>	<i>39</i>
<i>Příloha 7</i>	<i>Inkrementální snímač – ukázka funkce programu</i>	<i>41</i>
<i>Příloha 8</i>	<i>Ultrazvuk – ukázka funkce programu.....</i>	<i>42</i>
<i>Příloha 9</i>	<i>Řídící Modul – ukázka funkce programu</i>	<i>44</i>
<i>Příloha 10</i>	<i>Schéma menu</i>	<i>46</i>

Úvod

Zadání mne napadlo poté, co jsem dostal programátora PICkit 3 na programování mikrokontrolerů PIC. Také mě hodně zajímá obor řídicí technika. Ve třetím ročníku jsme v předmětu shodného názvu probírali akční členy, které mě hodně zaujaly. V mém rozhodnutí a zaměření mých zájmů mne také utvrdila praxe ve firmě OME Automatic v divizi pro bezpečnost, pod vedením Tomáše Wágnera. Řešil jsem tam reálné situace s využitím akčních členů a vyhodnocovacích systémů.

Jako název práce jsem zvolil Inteligentní měření, protože jsem chtěl měřit různé veličiny. Na konzultaci s vedoucím práce jsme se dohodli, že budu měřit pouze délku různými způsoby, a to ultrazvukovým snímačem mic+340/IU/TC, který měří za pomoci ultrazvukových vln vzdálenost odrazu a převádí vzdálenost lineárně v rozsahu 350–5 000 mm na proud o rozsahu 4–20 mA, a inkrementálním snímačem ENC-1-1-N-24-C, který obsahuje dva kanály (A a B), sledující skokové změny.

V práci jsem tedy využil ultrazvukový snímač mic+340/IU/TC, inkrementální snímač (dále jen inkrementál) ENC-1-1-N-24-C, PIC18F25k20, funkční měniče, krokový motor, servomotor a akcelometr GY-32. Je složité všechny členy ovládat jedním prvkem PIC, proto byly použity čtyři. Pro spojení se využívá komunikace SPI s hvězdicovou topologií. Master PIC může sloužit k elektronickému resetování ostatních modulů. K analogovému řízení přes PIC slouží PWM (pulzně šířková modulace), dále využívám A/D převodník a přerušování.

Práce obsahuje moduly:

- **Zdroj** – Mění napětí z 230 V na napětí 5 V; 24 V; 5 V; 3,3 V za pomoci měničů.
- **Master PIC** – Zajišťuje komunikaci všech modulů za pomoci technologie SPI a hvězdicové topologie.
- **Řídicí modul** – Obsahuje displej 4×20 znaků s HD řadičem a X:Y maticovou klávesnici. Je to nejdůležitější součástka v obvodě, bez níž bychom neznali žádnou hodnotu.
- **Inkrementál** – Měří délku pomocí inkrementálního snímače ENC-1-1-N-24-C. Kolečka čidla odměřují délku s přesností na 1 mm.
- **Ultrazvuk na stativu** – Dokáže zaměřit místnost pomocí ultrazvukového snímače mic+340/IU/TC a pošle naměřené hodnoty do řídicího modulu.

Návrhy PLB (plošného spoje), jsou vytvářeny v programu Layout v laboratořích školy, návrhy schémat jsem vytvářel v open source programu Tyni CAD.

1 Základní informace o projektu

1.1 PIC18F25K20-ISP

Výrobce mikrokontrolerů PIC je firma **MICROCHIP TECHNOLOGY**. Mikrokontroler PIC obsahuje kapacitu paměti EEPROM 256 B a SRAM 1.536 B. Umí pracovat na interní frekvenci 16 MHz a 32 kHz a na externím kmitočtu o maximální frekvenci 64 MHz. **Pouzdro je pro klasickou montáž, s typem pouzdra DIP28.**

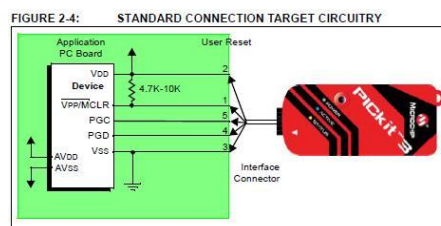
Mikročip je nízkonapěťový, to znamená, že pracuje se vstupním napětím 1,8–3,6 V.

Mikročip obsahuje 25 I/O (vstupů/ výstupů), s jedním 8bitovým čítačem a třemi 16bitovými čítači. Pracuje na Harvardské 8bitové architektuře. Paměť programu je 32 KB. Pracuje na rozhraní A/E/USART a MSSP (SPI/I2C).

1.1.1 Programování

Mikročipy se programují za pomoci Pickit 3, což je originální programovací prostředek pro mikrokontrolery PIC. Tento programátor používá vývojové prostředí MPLAB X IDE v 2.00 a umožňuje pohodlné ladění programu.

Program je vytvořen v jazyce C, je použit kompilátor C18 ve verzi mplabc18–v3,47. Program obsahuje několik funkcí, například posílání a příjem SPI, a funkce pro ovládání displeje, jako jsou zapnutí, zápis textu či příkazů a výpis hodnot proměnných v programu.



Informace – PIC – I – Zapojení programátora

Připojení programátoru je vidět na obrázku "Informace – PIC – I – Zapojení programátor".

1.1.2 SPI

Rozhraní SPI je určeno především pro připojení vnějších pamětí, A/D převodníků a dalších obvodů k mikrokontroleru, případně pro vzájemnou komunikaci mezi mikrokontrolery. U některých mikrokontrolerů je SPI využíváno i pro programování jejich vnitřní paměti Flash.

V systému mohou být zapojeny dva či více obvodů. Jeden z obvodů, obvykle procesor, je typu **Master**, ostatní jsou typu **Slave**. Přenosy na sběrnici **SPI** probíhají vždy mezi obvodem **Master** a některým z obvodů **Slave**. Oba obvody obsahují posuvné registry. Obvod **Master** generuje hodinový signál, který řídí oba posuvné registry.

1.1.3 Registry

1.1.3.1 Definování (I/O; Input/Output; Vstup/Výstup)

Nastavení vstupů a výstupů provádíme za pomoci **TRISA/B/C**; a to podle toho, jaký registr je potřeba. Jediný případ, kdy bude fungovat **TRIS-**; bez dalších úprav, je registr **RC** (RC0–RC7). Pokud chceme, aby fungovaly všechny registry, je potřeba vypnout analogový vstup a výstup. Registry AN0–12 jsou přednostně nastaveny na analogový vstup a výstup, vypnutí se provede pomocí příkazu **ANSEL = 0x0**; (prvních 6 registrů s nižší vahou [AN0–5]) a **ANSELH = 0x0**; (druhých 6 registrů [AN6–AN11]).

Registry RA6 a RA7 není třeba nastavovat, protože je používán vnější oscilátor. Je definováno 0 (Output) a 1 (Input). Příkaz pak vypadá např. takto: **TRISC = 0b00001111**;

1.1.3.2 Čtení / Zápis (I/O; Input/Output; Vstup/Výstup)

Čtení registrů se provádí pomocí **PORTA/B/C**; nebo se dá vyvolat pro konkrétní bit, nebo na výstup nastavit hodnotu 0/1 za pomoci **PORTA/B/C.RA/B/CO–7**;. Např. **PORTA.RA0** znamená, že ovládám registr RA0, že musím číst nebo zapisovat.

Čtení vstupu musí být nastavené na konkrétní registry na 1 a stačí napsat **PORT-** a zapíše do proměnné celých 8 bitů, nebo konkrétní **PORT-.R--**; načtena hodnota určitého registru.

Zápis na výstupu musí být nadefinovaný na správném registru 0 a pak se dá psát do proměnné **PORT-**; celých 8 bitů, nebo pro konkrétní **PORT-.R--**; hodnota určitého registru.

1.1.3.3 A – Analog

PIC má 10bitový převodník (0–1 023) hodnot. Stačí zapnout analogové hodnoty příkazem **ANSEL -----**; nebo **ANSELH -----**; se doplní buď 0 (vypnuto), nebo 1 (zapnuto). Například **ANSEL 010101** (Je zapnutí AN0, AN2, AN4) a **ANSELH 101010** (Zapnuto AN12, AN10, AN8). Když se vyvolá příkaz, podívá se na port, který potřebuji, za pomoci funkce **adc_get** (číslo registru). Nesmí se zapomenout nastavit vnitřní nebo vnější referenční napětí.

1.1.3.4 PWM – Pulzně šířková modulace

Je to modulace, která podle nastavené hodnoty posílá délky impulzů na výstupu. To může řídit otáčky, nastavení polohy servomotor. Čím je impuls delší, tím je hodnota větší a dochází k většímu natočení ramena u servomotoru.

1.1.4 Oscilátor

Oscilátor je společný zdroj frekvence pro jádro procesoru i periferie (I/O, PWM...). Taktovací frekvence jádra **PIC** je pak čtyřikrát menší, než frekvence oscilátoru.

PIC má vnitřní oscilátor 16 MHz a 32 kHz. Tyto oscilátory jsou však nepřesné, lépe je proto použít oscilátor vnější.

Vnější oscilátor je tvořen keramickým resonátorem o frekvenci 8 MHz. Keramický resonátor je mnohem přesnější, než krystal nebo vnitřní oscilátor. Musí se zapojit na OSC1 a OSC2 a mezi tyto dva piny zapojit paralelně odpor 1 M Ω a 22 pF keramický kondenzátor na zem.

1.1.5 Reset

Resetovací impuls uvede všechny vnitřní registry a jádro PIC do výchozího nastavení. Důsledkem je rozběhnutí programu od začátku bez použití programátoru nebo vypnutí napětí. Aby nedošlo k poškození, je zde odpor mezi resetovacím pinem MCLR a kladným pólem. Tento odpor zde musí být i kvůli programování, proto je doporučeno použít 4–10 K Ω .

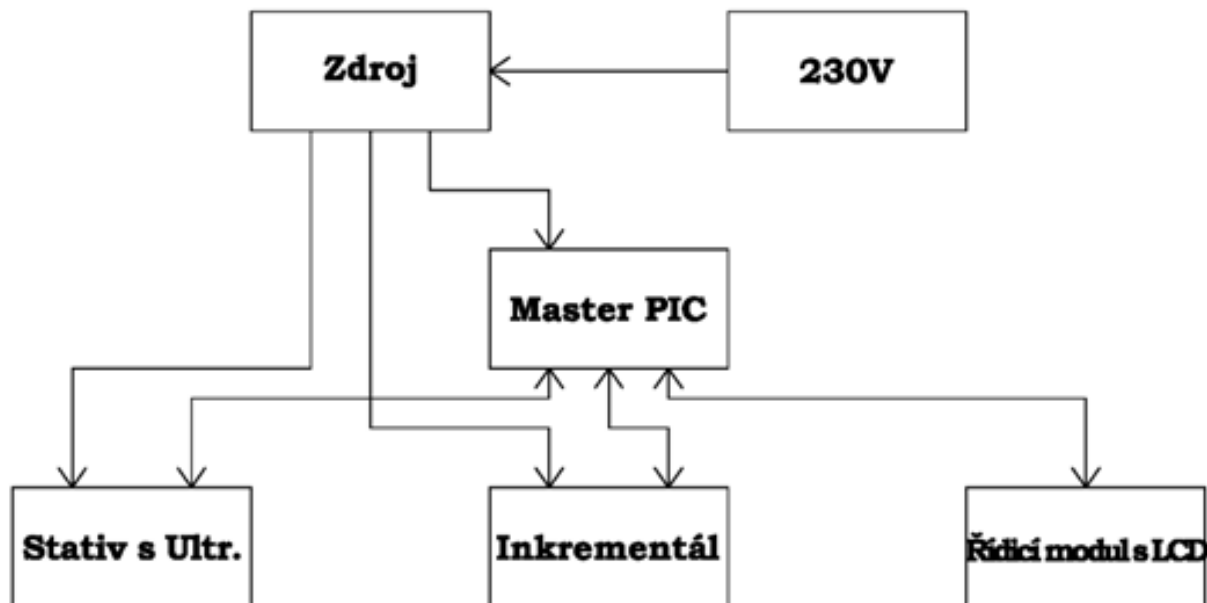
1.1.5.1 Mechanický reset za pomoci tlačítka

Mezi MCLR a záporný pól („GND“) je zapojeno tlačítko. Umožní odvést napětí od MCLR na zem a vyresetuje PIC.

1.1.5.2 Elektronický reset za pomoci kondenzátoru

Master PIC může resetovat libovolný jiný mikrokontrolér. Výhodou elektronického resetu je, že na jakémkoli zařízení můžeme definovat, co chceme resetovat. Je zde použit keramický kondenzátor 100nF, který je zapojen na pin MRLC. Přivedením záporného impulsu pak dojde k resetu.

2 Blokové schéma



Blokové schéma

3 Moduly

3.1 Zdroj

3.1.1 Funkce

Je to nejdůležitější součástka v celé práci. Celá práce je závislá na zdroji, který mění síťové napětí za pomoci komerčních měničů stabilizovaného napětí. Rozhodně bych nedoporučil použít měniče napětí s diodovým můstkem a lineárními stabilizátory, a to z důvodu přílišného přehřívání a následné nespolehlivosti.

3.1.2 Popis činnosti

Nejdříve bylo zapojení realizováno pomocí měničů napětí, vyhlazovacích kondenzátorů a lineárních stabilizátorů. Zapojení se ukázalo jako nevhodné, protože napětí nebylo zcela konstantní. Problémy dělalo rušení na 3,5 V ve větvi u komunikace RS 232. Tento problém byl vyřešen použitím komerčních funkčních měničů.

Poté bylo nutné celé zapojení předělat, protože se zdroje nevešly do krabičky KP 12 V. Byly použity externí zdroje i se stabilizací, které jsou zapojeny do zásuvkové prodlužovačky. Muselo být změněno celé vnitřní zapojení. Zůstal pouze panel, na kterém se nacházel výstup.

3.1.2.1 Sít'ové napětí 230 V

Do zdroje se přivádí sít'ové napětí 230 V za pomoci sít'ového kabelu s zástrčkou EURO, která je zapojena do konektoru DSD3. Za ním je L veden do pojistky F 1 A/250 V 20×5 mm pak je L a N vodič zapojen do vypínače s **doutnavkou** na vstup.

Sít'ové napětí je přivedeno na konektor DSD4. Po zapnutí vypínače do polohy sepnuto napětí pokračuje na konektor DSD3 a do pětizásuvkové prodlužovačky, kde se nachází čtyři měniče (3,5 V; 5 V; 24 V; 5 V).

3.1.2.2 Napájení pro PIC 3,5 V/2 A

Napětí 3,5 V zajišťuje chod celého výrobku, napájí nejdůležitější součást zapojení, to je mikročip PIC a indikace ve formě RGB diody.

Toto napětí se získává z měniče, který je připojen do obvodu pomocí DC konektoru 2,1/5,5 mm. Napětí se dělí na indikaci před pojistkou a pojistku F 2 A/250 V 20×5 mm, indikaci, zda je pojistka v pořádku, a vede to do výstupního konektoru RJ45 na piny 6 (+) a 7 (–).

3.1.2.3 Napájení TTL a displej 5 V/1 A

TTL 5 V se používá k napájení a podsvícení displeje a pro laser.

Toto napětí z měniče připojuji do obvodu za pomoci konektoru DC 2,1/5,5 mm. Jak je popsáno výše, je zde použita také pojistka F 1 A/ 250 V 20×5mm a indikace před a za pojistkou. Napětí přivádím na pin 2(+) a 7(–) na konektor RJ45.

3.1.2.4 Napájení pro senzory 24 V/0,5 A

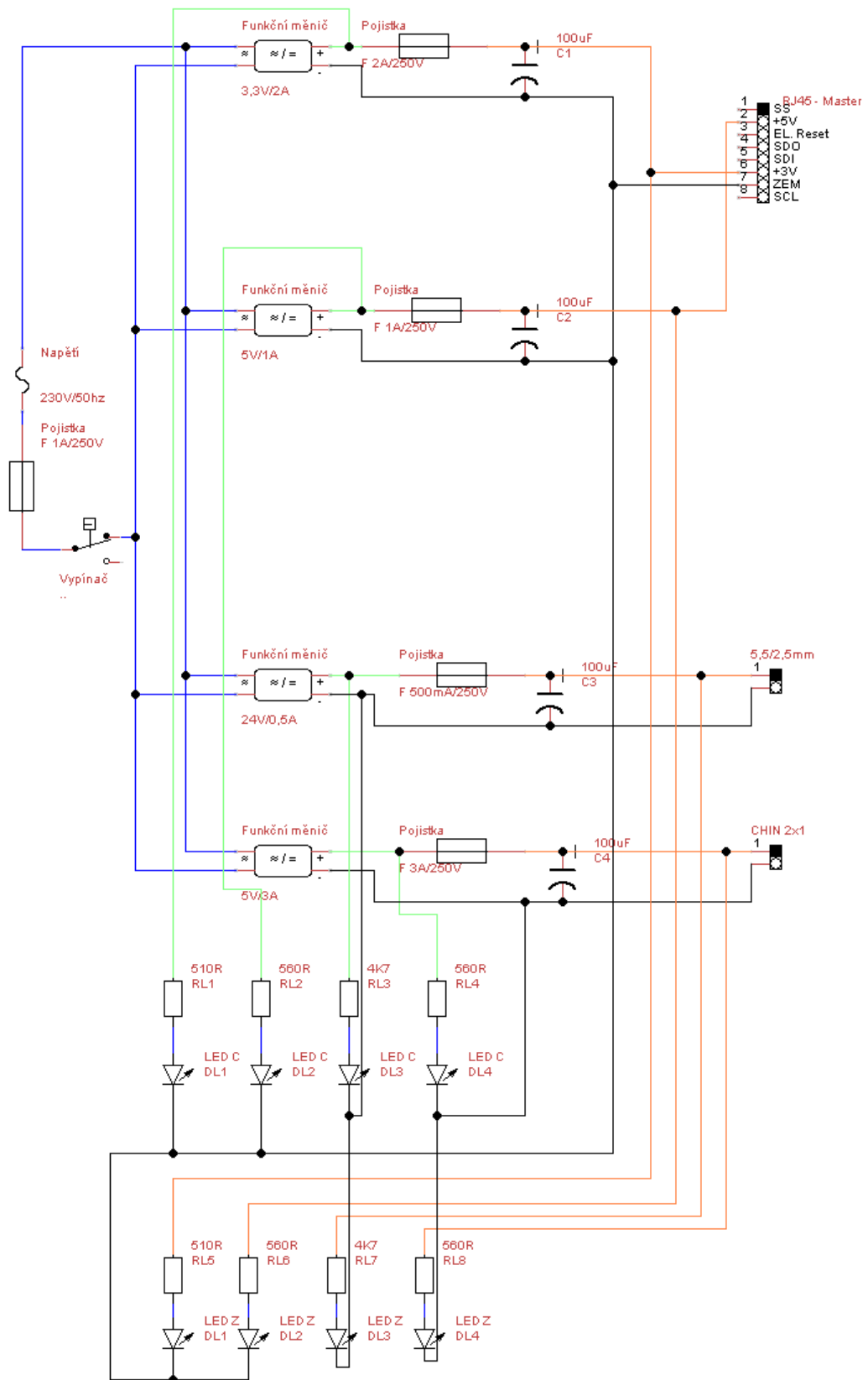
Napětí 24 V je napájením pro akční členy a to pro ultrazvukový a inkrementální snímač. Zapojení je stejné jako u ostatních napětí, s tím rozdílem, že pojistka F 500 mA/250 V 20×5 mm je zapojena na konektor, který je zabudovaný v zařízení 2,1 mm/5,5 mm.

3.1.2.5 Napájení pro motory 5 V/3 A

Napětí 5V pro motory je použito proto, aby byla oddělena nadměrná indukčnost a nebyly negativně ovlivňovány ostatní části zapojení, například kolísáním napětí na displeji.

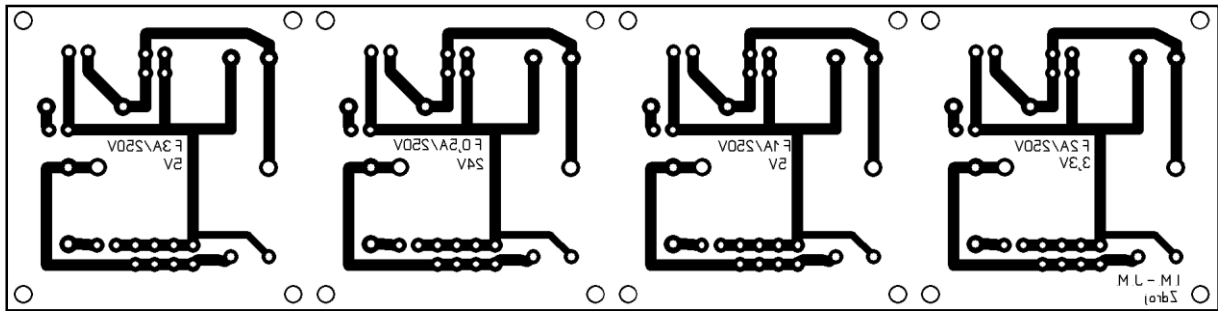
Zapojení je opět úplně stejné, s tím rozdílem, že pojistka F 3 A/250 V 20×5 mm vede na konektor CINCH.

3.1.3 Schéma zapojení

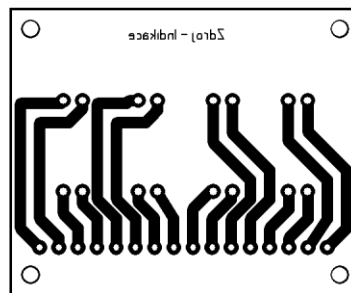


Zdroj – Obrázek I – Schéma zapojení

3.1.4 Návrh plošného spoje

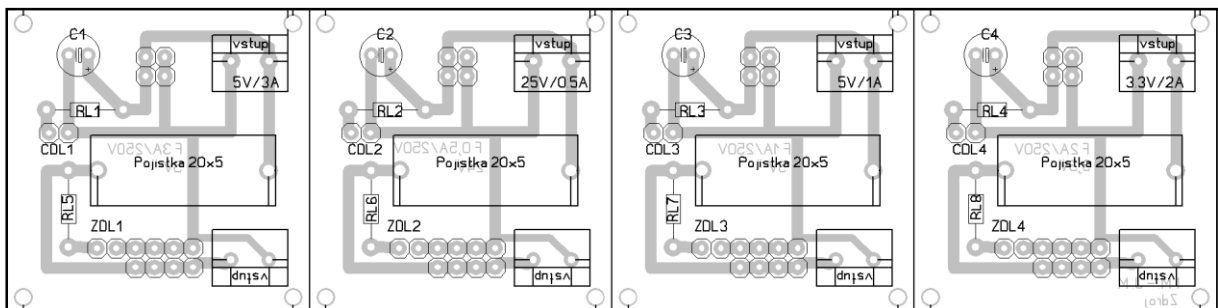


Zdroj – Obrázek II – PLB

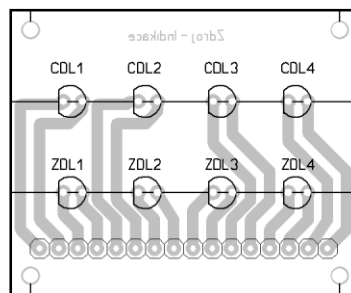


Zdroj – Obrázek III – PLB – Indikace

3.1.5 Osazovací plánek



Zdroj – Obrázek IV – PLB – Osazovací plánek



Zdroj – Obrázek V – PLB – Indikace – Osazovací plánek

3.2 Master PIC

3.2.1 Funkce

Master **PIC** je zařízení, které se stará o celou komunikaci mezi ultrazvukovým snímačem, inkrementálním snímačem a řídicím modulem. Funguje i jako reset ostatních modulů, pouze neumí sám sebe resetovat. Je sestaven ze součástek PIC a krabičky KP 06 a obsahuje RJ45 konektory na komunikaci, indikaci RGB a napájení.

Je to nejdůležitější součástka v obvodu, protože bez ní bychom žádné hodnoty v řídicím modulem neviděli. Funguje jenom jako zrcadlení mezi **Slave** do jiného **Slave**. Využívá komunikaci **SPI** s hvězdicovou topologií připojení jednotlivých modulů.

3.2.2 Popis činnosti

3.2.2.1 Komunikace

Komunikační protokol a zapojení obvodu jsou přizpůsobeny ke komunikaci s využitím protokolu **SPI**. Komunikace je oboustranná a je využívána jenom u řídicího modulu. Komunikace se dotazuje každých 0,4 sekund. Každý obvod ji má nastavenou jako primární funkci, takže i když provádí jinou činnost (např. měření), komunikace funguje.

- **Inkrementál → Master**

Od inkrementálu dostane master jednu proměnou typu short a ukládá si ji do globální proměnné `ser_displ_in.incremental`; která jde do řídicího modulu. Komunikace je zapojena na **RC1** a reset modulu na **RB1**.

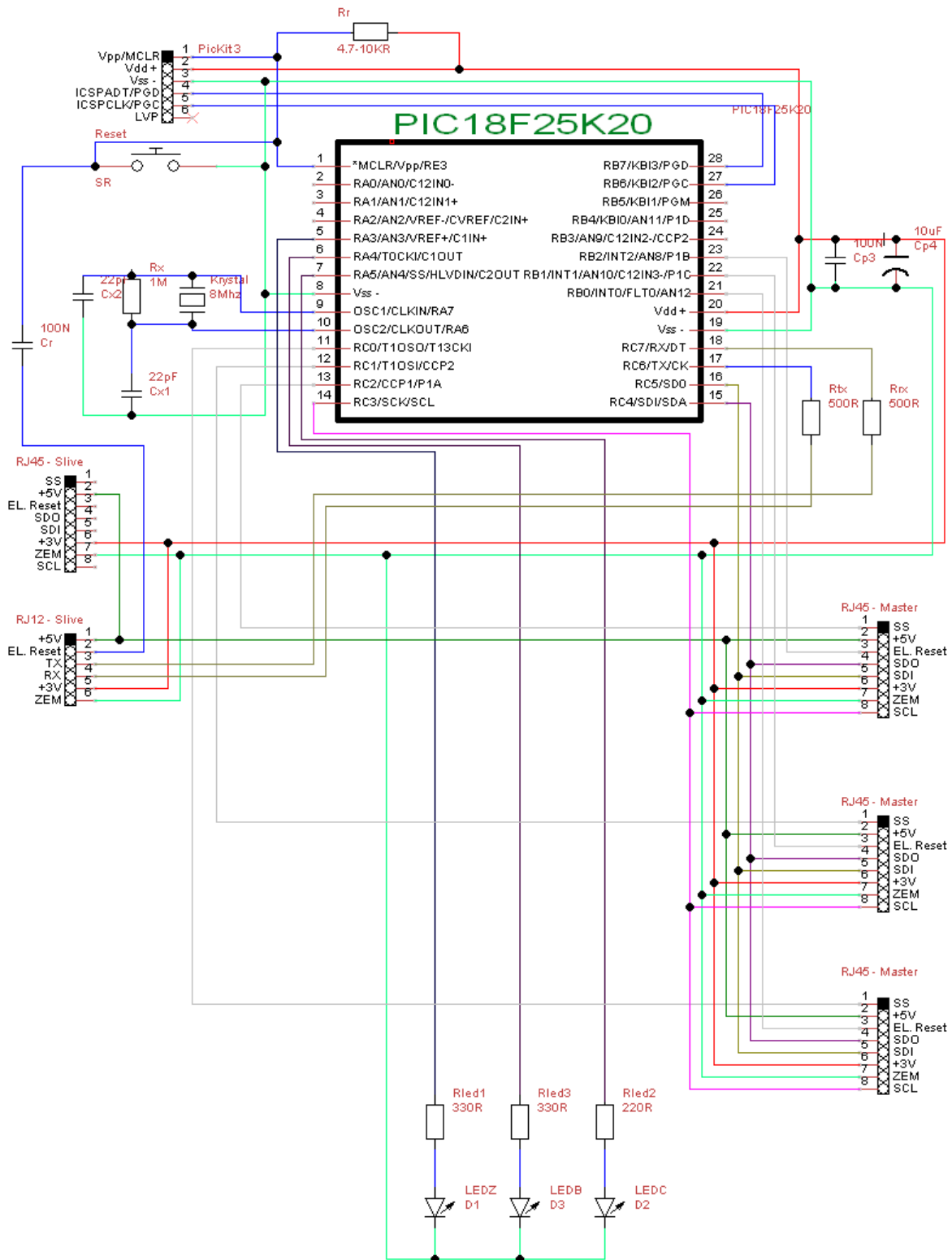
- **Ultrazvuk → Master**

Od ultrazvuku si master uloží do globální proměnné hodnoty **X, Y, Z**. Ty se pak převedou do proměnné na odesílání do řídicího modulu. Komunikace je zapojena na **RC0** a reset modulu na **RB0**.

- **Řídicí modul ↔ Master**

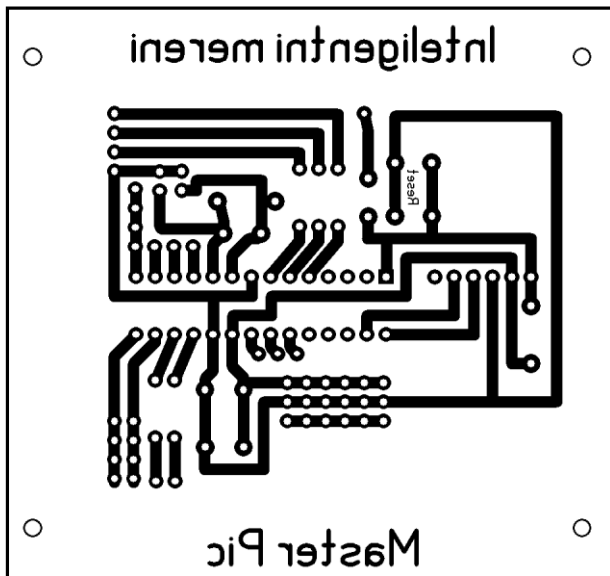
Master posílá proměnou ve tvaru struktury, kde se nachází **X, Y, Z**. Inkrementál z řídicího modulu dostane hodnotu `cmd`, což je hodnota odesílací. Komunikace je zapojena na **RC2** a reset modulu na **RB2**.

3.2.3 Schéma zapojení:

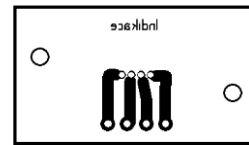


Master PIC – Obrázek I – Schéma Zapojení

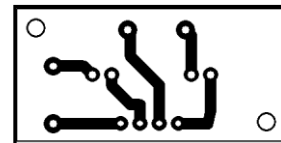
3.2.4 Návrh plošného spoje



Master PIC – Obrázek II – PLB

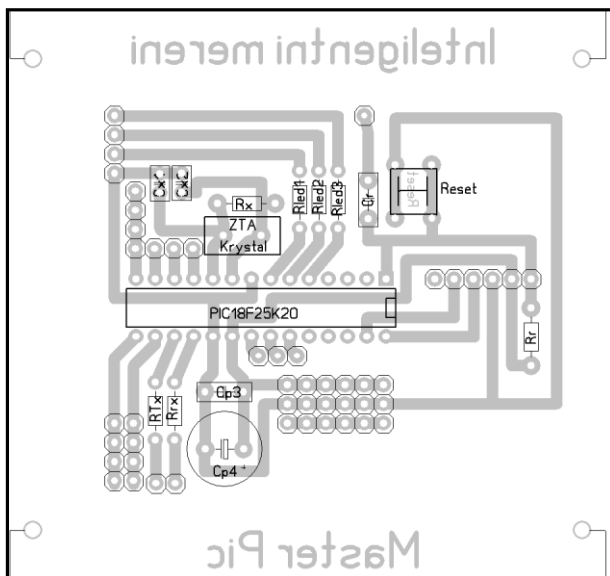


Master PIC – Obrázek III – PLB – LED – RGB

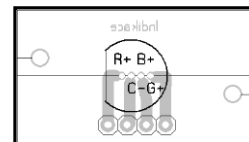


Master PIC – Obrázek IV – PLB – LED – Indikace

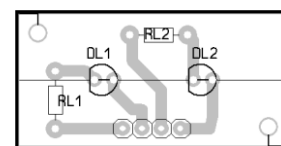
3.2.5 Osazovací plánec



Master PIC – Obrázek V – Osazení



Master PIC – Obrázek VI – Osazení – LED – RGB



Master PIC – Obrázek VII
– Osazení – LED – Indikace

3.3 Řídící modul s alfanumerickým displejem

3.3.1 Funkce

Je to druhá nejdůležitější součást obvodu. Tento modul zobrazuje hodnoty z ostatních modulů a posílá příkazy do Master PIC. Je to nutné z důvodu fungování resetů.

Modul dostává hodnoty z mastera a třídí je do jednotlivých funkcí. Obsahuje dvě nejdůležitější části, a to X:Y klávesnici, která funguje maticově, a alfanumerický displej 4×20 znaků s HD řadičem.

3.3.2 Alfanumerický displej 4×20 s řadičem HD44780 – RC2004A-BIW-CSX

Tento displej je typu negativ, to znamená, že nesvítí okolí znaku, ale vlastní znak a okolí je tmavé. Dále musí obvod obsahovat dva potenciometry, jeden na kontrast v hodnotě 10 K a druhý na podsvícení v hodnotě 1 K.

Řadič displeje je nastavený na čtyřbitovou komunikaci. To znamená, že nejdříve se pošlou horní čtyři bity a potvrzení E „Chip enable signal“ $H \rightarrow L \rightarrow H$. Poté je tam poslán zbytek (dolní čtyři bity) a zase potvrzení E.

Dále se rozlišuje za pomoci signálu RS, zda se posílají instrukce (0), nebo data (1). Pokud je $RS = 1$, tak se zapisují znaky na displej. Znaky tam jsou zobrazovány za pomoci ASCII tabulky. Je-li $RS = 0$, odesílají se instrukce, které umožňují nastavit souřadnici displeje, nastavení kurzoru, mazání, nastavení komunikace, atd.

3.3.3 Popis činnosti

Obvod sestává z alfanumerického displeje spojeného s řadičem HD44780, je propojen pomocí SPI komunikace, obsahuje vnější oscilátor a vývod pro programovatelné zapojení PicKitu 3. Je k němu ještě připojena X:Y klávesnice.

3.3.3.1 X:Y klávesnice

Klávesnice X:Y funguje maticově. Ve smyčce probíhají jednotlivé impulzy na ose **X** a sledují stav **Y**. Funkce `get_keyb()` zjišťuje, jaký znak byl sepnut.

3.3.3.2 Alfanumerický display 4×20 s řadičem HD44780 – RC2004A-BIW-CSX

Displej je napájený napětím 5 V, které zajišťuje zdroj. Protože se používá čtyřbitová komunikace, jsou spodní čtyři bity uzemněny a také je uzemněn i signál **R/W**, protože aplikace potřebuje do displeje pouze zapisovat. Kontrast se nastavuje pomocí potenciometru

10 K a je přivedený na pin 3 **VO**. Obsahuje i LED podsvícení, které má vyvedené A (+) „Anody“ a K (-) „Katody“, které jsou připojeny zvlášť, a to na pinech **15A** a **16K**.

PIC má připojeny pouze pin **6** „E“, pin **4** „RS“ a piny **11–14** „DB4–DB7“, kterými je displej ovládán a na které jsou odesílány instrukce a zobrazovaná data.

3.3.3.3 Funkce displeje

- **void Dispaly_zap()**

Zapíná displej tak, že několikrát po sobě pošle instrukce na čtyřbitovou komunikaci (jak je popsáno v návodu z displeje) a poté se zapne displej a rozblíká kurzor. Je propojen z funkcí Display_text za pomoci proměnné brs = 0.

- **void Display_text(int brs, char znak)**

Tato funkce rozdělí znak na dvě části, horní a dolní část osmibitového čísla, a podle toho jak je nastavena proměnná brs, se PIC nastaví na pinu RS, do polohy 1/0 „H/L“ a podle posílané hodnoty nastaví PIC na vhodné piny propojené na registry DB4–DB7.

- **void DisplayCislo(double Cislo, int DesMista, int centr, int pocet)**

Tato funkce převádí číslo na posloupnost znaků, které jsou posílány do funkce Display_text za pomoci brs = 1 (data).

- **void Display_string(const char * text)**

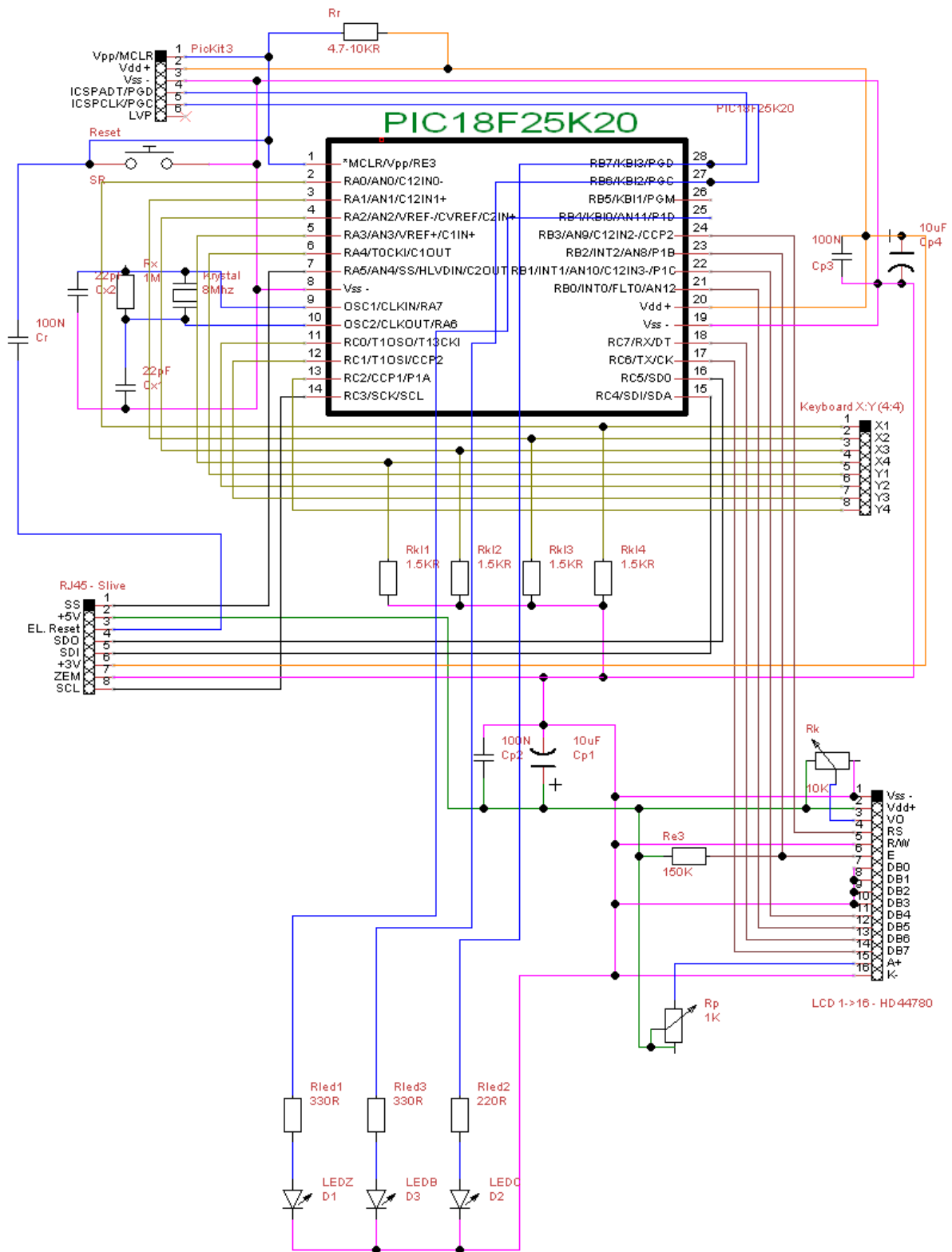
Je funkce, která převádí delší spojení textu na jednotlivé znaky a posílá je do funkce Display_text.

3.3.4 Schéma menu

Menu je popsáno v příloze 10 „Schéma menu“. Pomocí klávesy **A** (akce) se potvrzuje příkaz na druhém řádku displeje, u kterého bliká kurzor, z čehož vyplývá, že se s ní přechází na další stránku, nebo potvrzuje instrukce. Po vykonání činnosti programu automaticky dochází k návratu na titulní stránku.

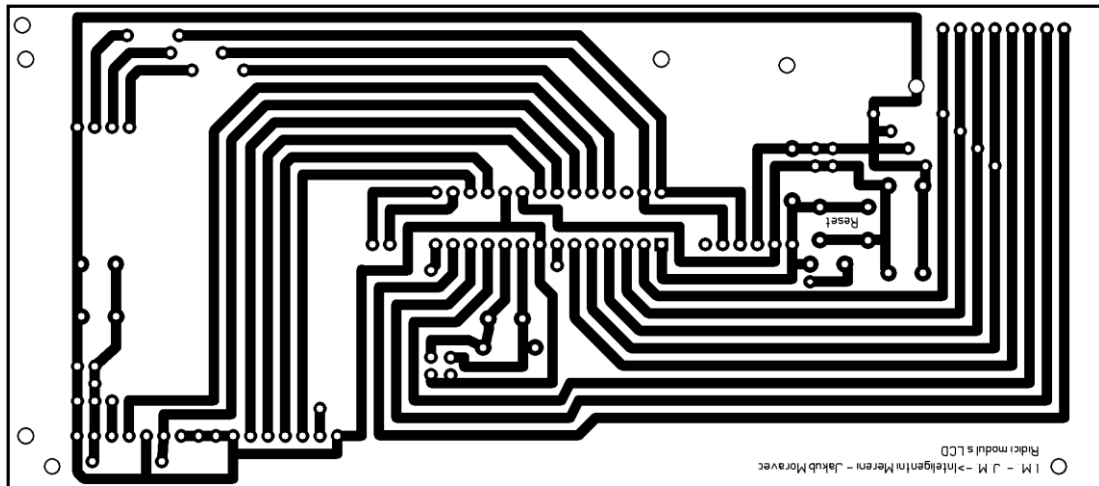
Listování umožňuje klávesa **B**, díky které se můžeme dostat o jeden řádek výše, případně na poslední řádek stránky. Opačnou funkci než klávesa **B** umožňuje klávesa **C**.

3.3.5 Schéma zapojení

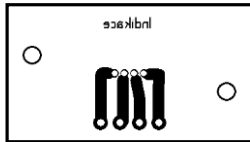


Řídicí modul – Obrázek I – Schéma zapojení

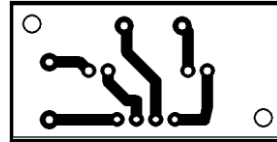
3.3.6 Návrh plošného spoje



Řídicí modul – Obrázek II – PLB

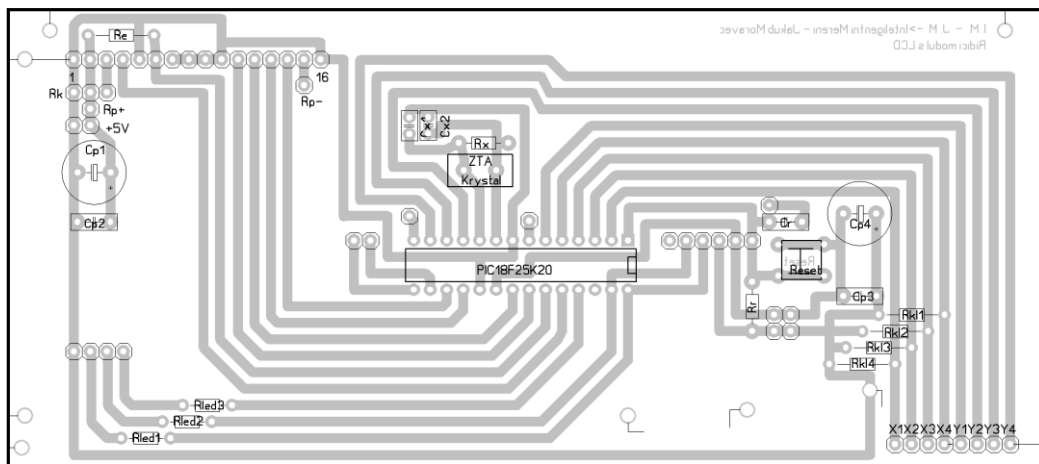


Řídicí modul – Obrázek III – PLB – LED – RGB

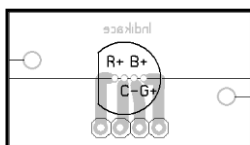


Řídicí modul – Obrázek IV – PLB – LED – Indikace

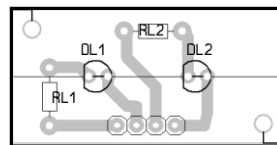
3.3.7 Osazovací plánek



Řídicí modul – Obrázek V – Osazení



Řídicí modul – Obrázek VI – Osazení – LED – RGB



Řídicí modul – Obrázek VII – Osazení – LED – Indikace

3.4 Inkrementální snímač (vozítko) ENC-1-1-N-24-C

3.4.1 Funkce

Inkrementální snímač generuje impulzy na kanál **A** a **B**. Měl by je generovat v Grayově kódu. Tento snímač je generuje tak, že když se pohybují, je na jednom kanále 2x více skokových změn, než na druhém. Funguje s přesností na 1 mm. Dá se použít při měření z bodu A do bodu B, například v truhlářství nebo ve stavebnictví, pro kontrolu správné délky výrobku.

Význam označení ENC-1-1-N-24-C:

- **ENC** – Provedení ve formě koleček (trakař).
- **1** – Kanál A a B ve formě impulzů.
- **1** – 1 skoková změna 1 mm.
- **N** – NPN tranzistor (spíná proti mínusu).
- **24** – Napájení 24 V.
- **C** – Kabelové připojení ve formě konektoru.

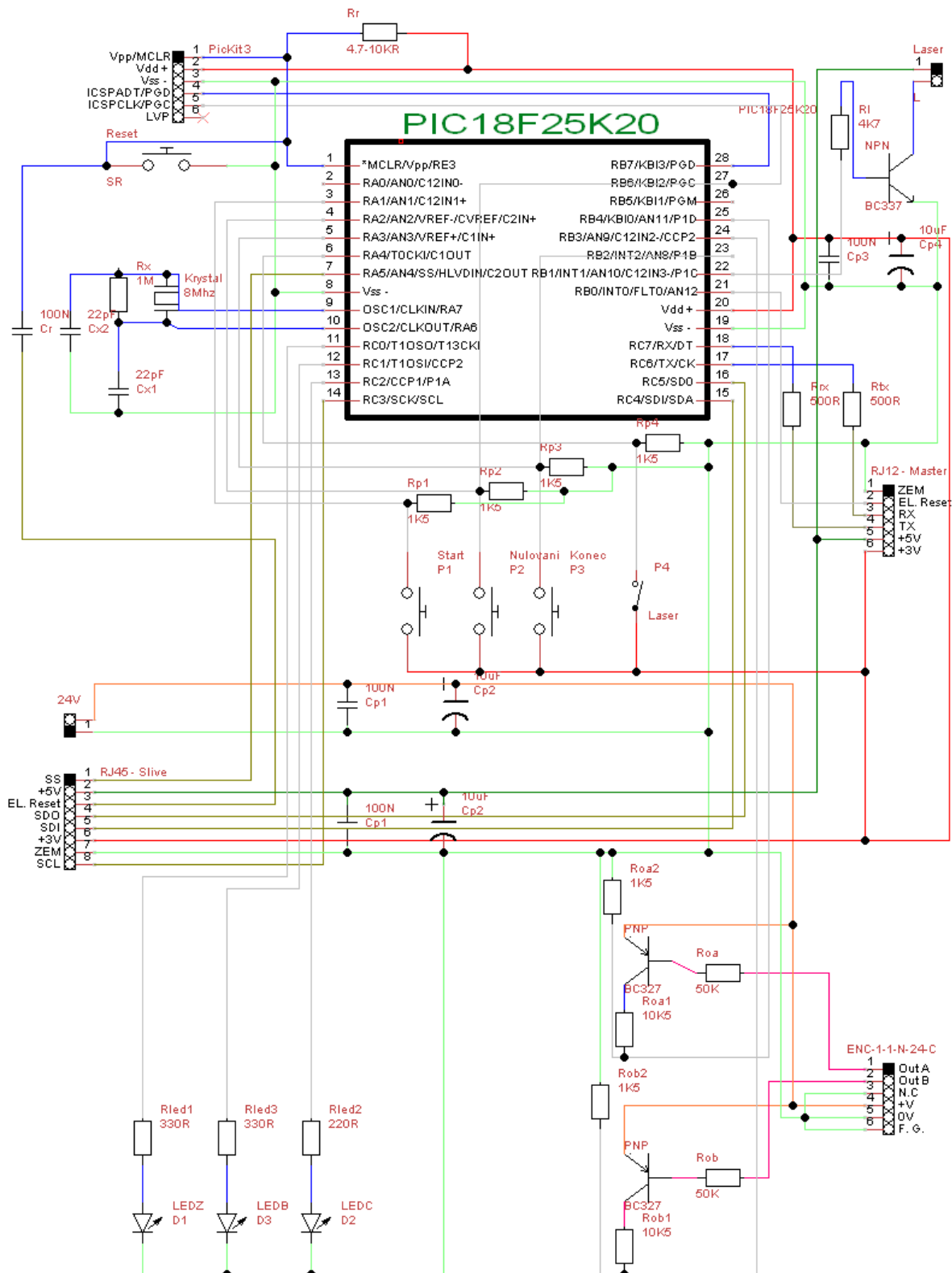
3.4.2 Popis činnosti

Snímač obsahuje **SPI** komunikaci, programátorský vývod a vnější oscilátor. Zde se nachází tři tlačítka a jeden vypínač, které řídí celý program. K měření je využíván inkrementální snímač, s daty ve formě impulsů, jak je popsáno v informacích.

Rozdělní tlačítek a spínačů:

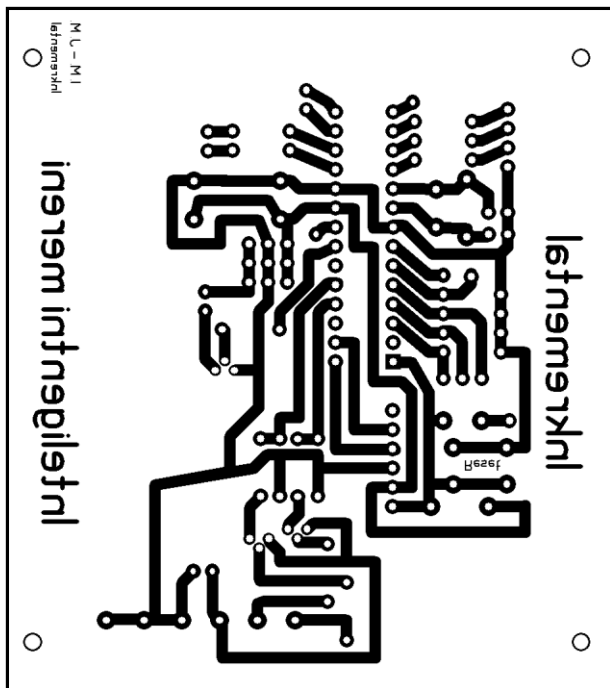
- **Zelené** – Zapíná funkci měření, inicializuje měření délky (rozsvítí se červená dioda), a zapne laser
- **Černé** – Je funkční pouze v zapnuté funkci měření (svítí červená dioda). Nastavuje počátek měření, nuluje registry a dotazuje se, zda je vypínač v poloze 0 nebo 1 (zapne / vypne laser). Je zapojený na 2 porty, z důvodu přesnějšího měření na PIC.
- **Červené** – Je funkční pouze v zapnuté funkci měření (svítí červená dioda). Vypíná funkci měření (rozsvítí se zelená dioda), vypočte naměřenou vzdálenost a uloží ji do master PIC. Je zapojený na 2 porty, z důvodu přesnějšího a rychlejšího měření.
- **Vypínač** – Zapíná a vypíná laser za pomoci programu. Když dioda svítí zeleně, tak ovládá laser přímo, pokud svítí červeně, tak funguje přes Černé tlačítko.

3.4.3 Schéma zapojení

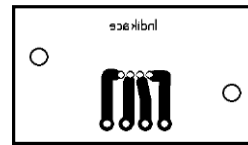


Inkrementál – Obrázek I – Schéma zapojení

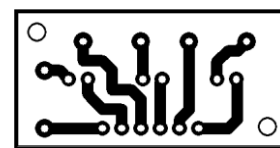
3.4.4 Návrh plošného spoje



Inkrementál – Obrázek II – PLB

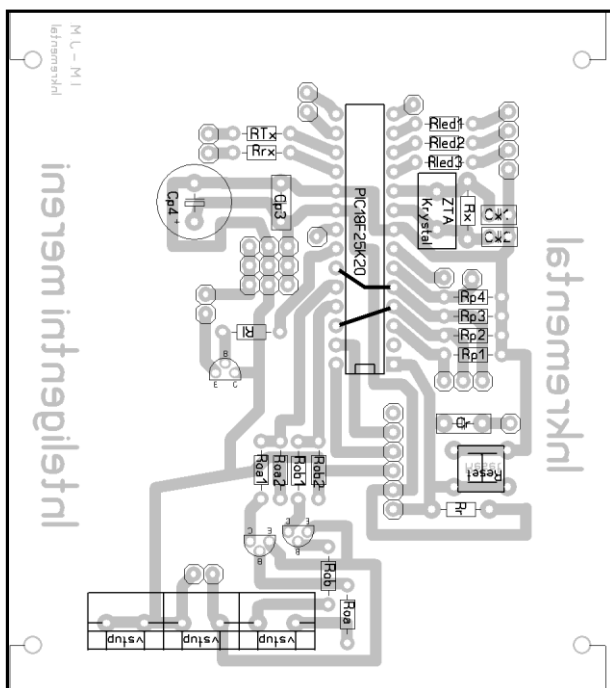


Inkrementál – Obrázek III – PLB – LED – RGB

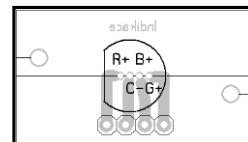


Inkrementál – Obrázek IV – PLB – LED – Indikace

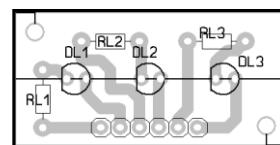
3.4.5 Osazovací plánek



Inkrementál – Obrázek V – Osazení



Inkrementál – Obrázek VI – Osazení – LED – RGB



Inkrementál – Obrázek VII – Osazení – LED – Indikace

3.5 Ultrazvuk na stativu

3.5.1 Funkce

Je modul, který za pomoci krokového motoru a servomotoru dokáže natočit ultrazvukový snímač na všechny stěny v místnosti. Modul je umístěn na komerčně vyráběném stativu, který unese fotoaparát do 1 kg. Nacházejí se tu všechna napětí, která jsou za měniči za zdrojem (5 V/3 A; 24 V/0,5 A; 5 V/1 A; 3,5 V/2 A), protože jednotlivé moduly potřebují různé napětí. Dvakrát 5 V je zde proto, aby motory nebyly propojeny napětím na logiku TTL (kvůli indukčním špičkám).

3.5.1.1 Ultrazvukový snímač mic+340/IU/TC

Je to profesionálně vyráběné čidlo, které měří vzdálenost pomocí ultrazvukových vln, které se odrážejí od pevných materiálů, jako jsou například stěny nebo okna.

Význam označení mic+340/IU/TC:

- **mic** – Microsonic.
- **+** – Obsahuje display.
- **340** – Má stabilní rozsah od 600–3 400 mm, ale je nastaveno na rozsah měřitelnosti 350–5 000 mm.
- **IU** – Obsahuje napěťový (0–10 V) nebo proudový převodník (4–20 mA).
- **TC** – Umožňuje obousměrnou komunikaci.

3.5.1.2 Akcelometr GY-32 – MMA7361L Arduino Modul XYZ

Měří za pomoci pružiny, seismické hmoty a tlumení. V čidle MMA7361L se nacházejí tři tenzometrické pásky, aby byl schopen změřit natočení v trojrozměrném prostoru. Výstup modulu má rozsah 600–1 800 mV. Za pomoci PIC převodníku se hodnota zobrazuje jako binární.

Modul může být napájen napětím 3,3 V nebo 5 V. Zde se používá 5 V a napětí 3,3 V je uzemněno přes kondenzátor. Může se využít i sériová komunikace, ale v případě PIC převodníku je lepší využít analogovou, abychom zbytečně nezatěžovali komunikaci a servomotor, který současně používají jedno přerušení. Z důvodu vyhlazení signálů jsou u výstupního modulu ještě proti zemi připojeny kondenzátory.

3.5.1.3 Krokový motor 5 V s řadičem ULN2003

Je to zařízení, které obsahuje i **ULN2003 řadič**. Ten odstraňuje nutnost programově řídit napětí na jednotlivých cívkách. Umožňuje otáčet motor za pomoci postupně jdoucích

impulzů na piny 1–4. Pokud impulzy rostou (1–4), otáčí se **doprava**, pokud klesají (4–1), otáčí se **doleva**. Modul je možné napájet **5–12 V**, ale protože je napětí společné pro všechny motory a servomotor podporuje 4,8–6 V, je modul napájen napětím 5 V. Dá se použít ve stavebnictví, jako orientační kontrola 3D rozměrů, např. u orientačního zjišťování rozměrů místnosti.

3.5.1.4 Servomotor – SSA120ZM

Servomotor má **3 dráty: kladný pól, GND (zem) a PWM**, jak je vysvětleno v technické dokumentaci, využívá pulzně šířkovou modulaci. Uvnitř má logickou jednotku, která podle délky impulsu zajistí natočení servomotoru. Umí se natáčet v rozmezí 0°–270° při délce impulsu 0,6–2,4 ms.

3.5.2 Popis činnosti

3.5.2.1 Zapojení

Obvod má vnější oscilátor, SPI komunikaci a vstup na programátor. Servomotor je ovládán pomocí PWM. U ultrazvuku je používán proudový výstup kvůli převodníku, umí měřit 0–3,3 V a převádět na napětí za pomoci odporu 150 Ω. Akcelometr je také připojený na analogové vstupy a pomocí něj se dá určit úhel natočení. U krokového motoru je využíváno **mikrokrokování**, je to složitější, ale silnější a přesnější k natočení snímače.

3.5.2.2 Měření

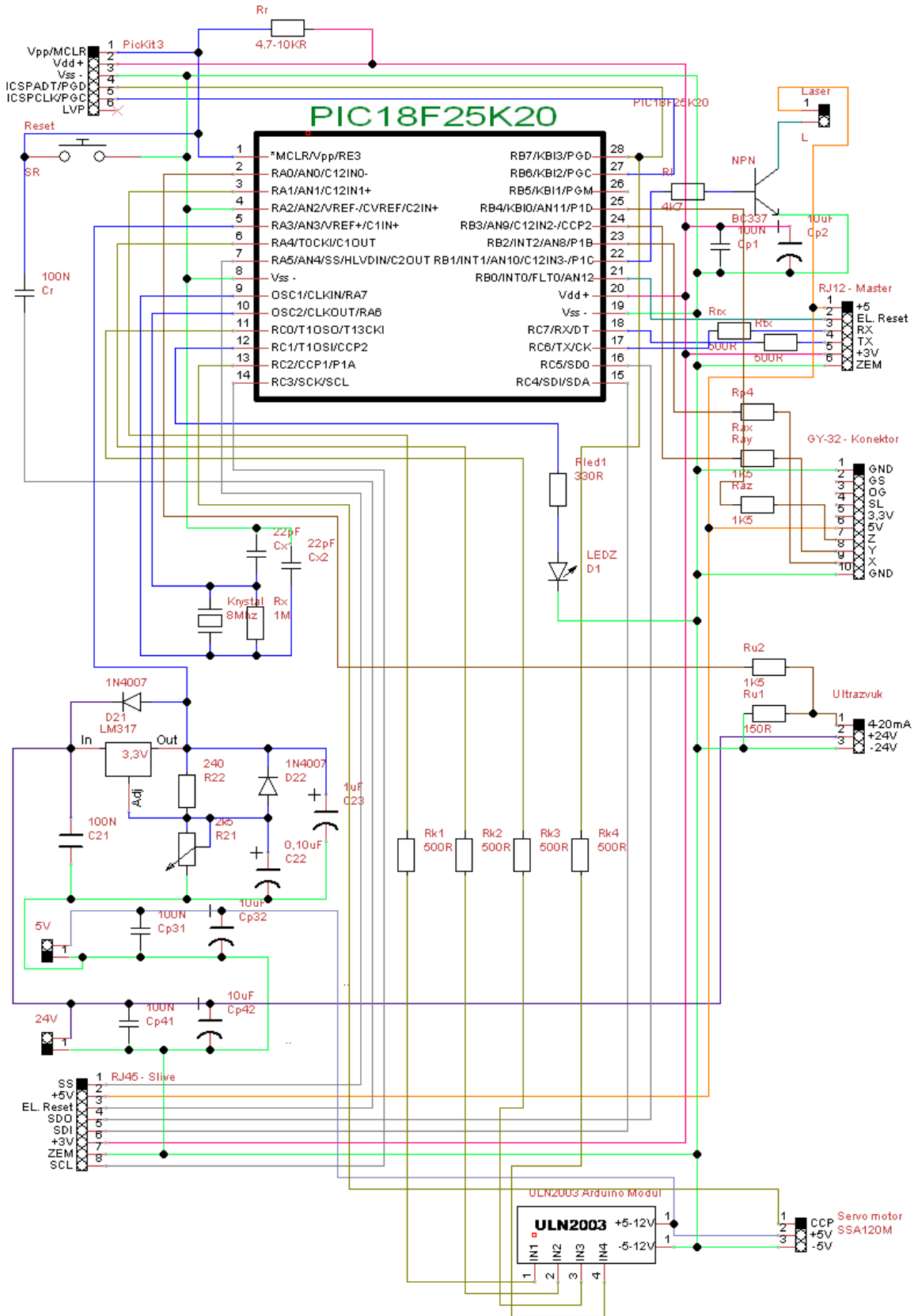
Měření ultrazvuku probíhá před hlavní smyčkou, protože PIC má vyšší prioritu přerušení, která je využita pro ovládání servomotoru, a komunikace pro předvádění naměřených hodnot má nižší.

Nastaví se do výchozí pozice a poté stačí zapojit napájení nebo najít v menu na displeji a potvrdit měření nových hodnot.

Zaměří stranu X-pravý, nakloní se dolů a zaměří Z-dolní, vrátí se do výchozí pozice, a udělá 125 kroků nalevo a zaměří Y-levý, otočí se přes výchozí pozici 250 kroků a zaměří Y-pravý, poté se otočí doprava 125 kroků a zaměří X-levý, naklopí se nahoru a zaměří Z-nahoru. Vráť se do polohy vodorovné, otočí se doleva 250 kroků a je zpět ve výchozí pozici.

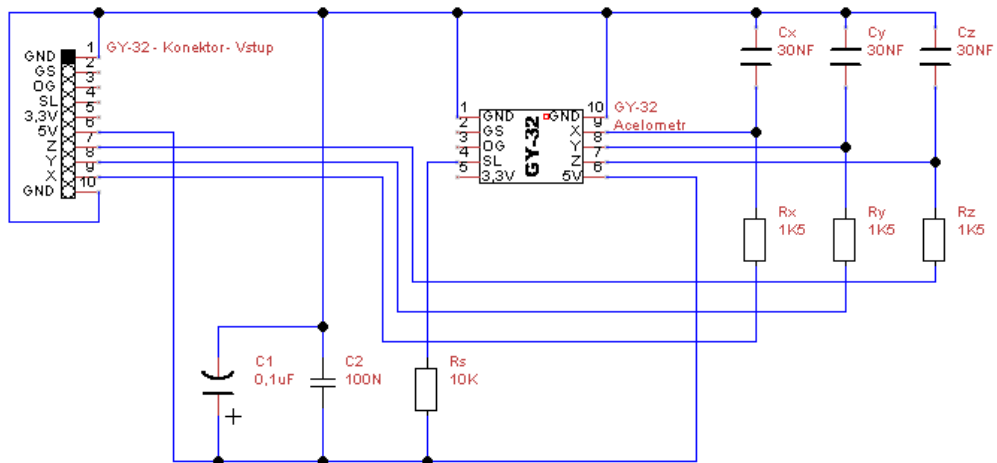
3.5.3 Schéma zapojení

3.5.3.1 PIC



Ultraszruk – Obrázek I – PIC – Schéma zapojení

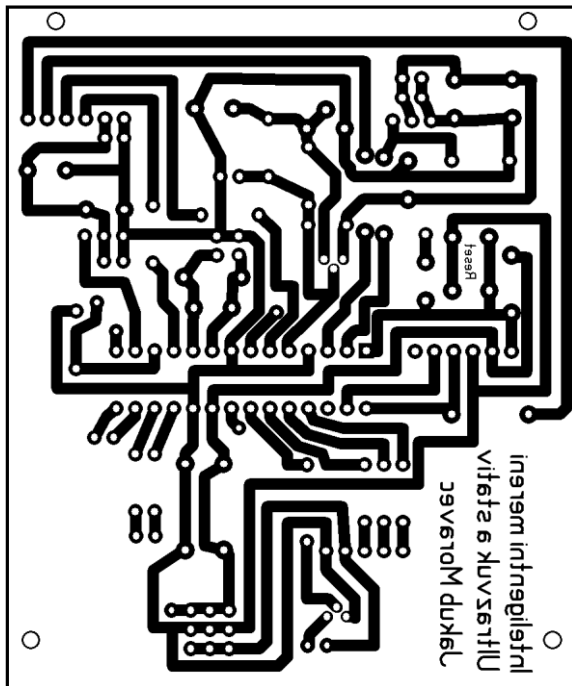
3.5.3.2 GY-32



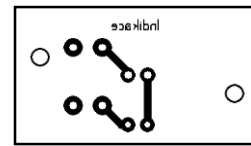
Ultrazvuk – Obrázek II – GY-32 – Schéma zapojení

3.5.4 Návrh plošného spoje

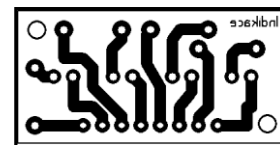
3.5.4.1 PIC



Ultrazvuk – Obrázek III – PIC – PLB

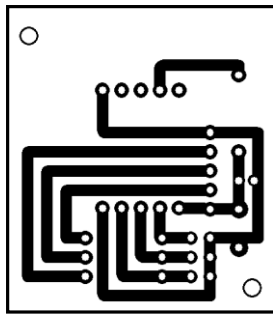


Ultrazvuk – Obrázek IV – PIC
– PLB – LED – RGB

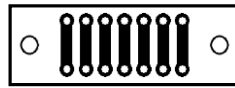


Ultrazvuk – Obrázek V – PIC
– PLB – LED – Indikace

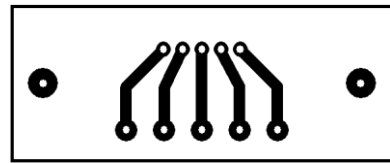
3.5.4.2 GY-32



Ultrazvuk – Obrázek VI
– GY-32 – PLB



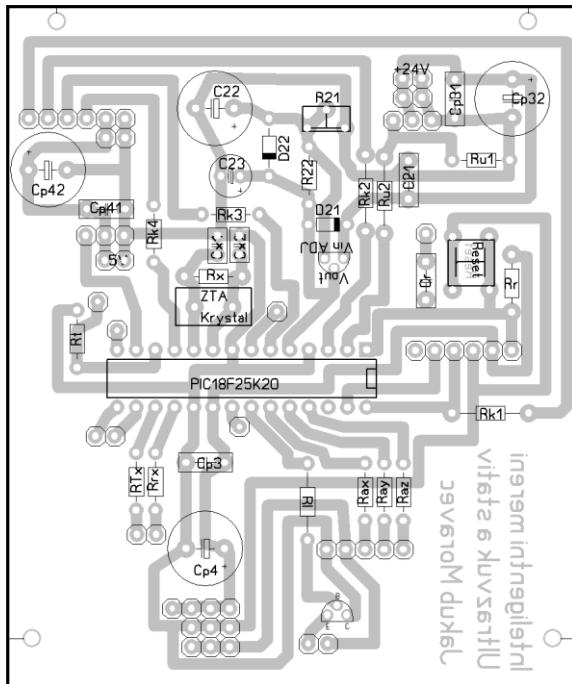
Ultrazvuk – Obrázek VII
– GY-32 – PLB
– Konektor PIN



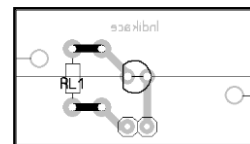
Ultrazvuk – Obrázek VIII
– GY-32 – PLB – Konektor Šroubky

3.5.5 Osazovací plánek

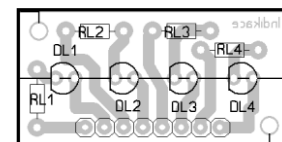
3.5.5.1 PIC



Ultrazvuk – Obrázek IX – PIC – Osazení

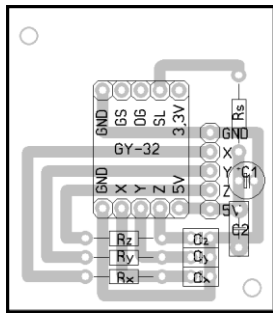


Ultrazvuk – Obrázek X
– PIC – Osazení – LED – RGB

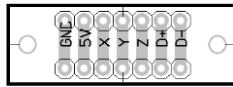


Ultrazvuk – Obrázek XI
– PIC – Osazení – LED – Indikace

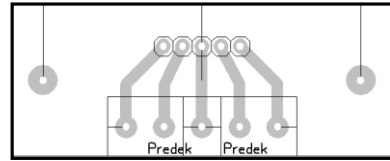
3.5.5.2 GY-32



Ultrazvuk – Obrázek XII
– GY-32 – Osazení



Ultrazvuk – Obrázek XIII –
GY-32 – Osazení
– Konektor PIN



Ultrazvuk – Obrázek XIV
– GY-32 – Osazení – Konektor Šroubky

Závěr

Při **oživování** jsem zjistil několik problémů. Některé se týkaly jenom drobností, jako navržená obrácená polarita tlačítka Reset. Dále jsem navrhnul spínání LED pomocí tranzistoru PNP, ale PNP tranzistory se uzavírají kladným napětím, což bylo nežádoucí. RGB LED jsem zapojil za pomoci odporů přímo na PIC. To bylo možné provést, protože protékající proud jedním pinem byl počítán na 5 mA, takže PIC je lehce zatěžován, ale je to snesitelné.

Největší problém byl se zdrojem. Zdroj byl při prvním pokusu navržen pomocí měničů napětí a stabilizátory z řady LM78xx a kondenzátorů. Napětí nebylo **vyhlazeno** tak, jak bylo potřeba, a navíc se zdroj silně zahříval. Problémy se projevíly v SPI komunikaci při vyšším kmitočtu, kdy se ztrácely hodnoty. Připojil jsem zdroj k osciloskopu, kde bylo vidět nabíjecí a vybíjecí křivku kondenzátoru s amplitudou poklesu až o 1 V, což bylo neakceptovatelné. Zapojení jsem předělal na komerční měniče o daných napětích. Vyřešil jsem tím všechny nedostatky týkající se napájení a obvod začal fungovat správně.

Přes veškeré problémy, s jakými jsem se potýkal, práce funguje zcela podle mých představ. Práci bych do budoucna vylepšil o modul připojení do PC a ovládající program, aby nemusel být používán řídicí modul.

Náklady na materiál a součástky byly kolem šesti tisíc korun. Domnívám se, že náklady jsou přiměřené vzhledem k rozsahu práce, množství materiálu a součástek.

Moduly:

- **Zdroj** – I přes počáteční problémy, v současné době funguje bez problémů, dokonce lépe, než jsem si představoval.
- **Master PIC** – Sestavení tohoto modulu se ukázalo, i přes prvotní problémy v SPI komunikaci, nejlehčí část práce. Funguje výborně, i když perioda komunikace by mohla být nižší než dosažených 0,4 s.
- **Řídicí modul** – Kromě základních funkcí zobrazování hodnot naměření a resetů obsahuje také menu s rozšířenými funkcemi k ultrazvukovému modulu na výpočet obvodu, obsahu, objemu, a v titulní stránce dokonce zobrazuje i stisknutý znak.
- **Inkrementál** – Při navrhování jsem si neuvědomil, že kvůli rychlejší komunikaci a výpočtům se musí zapojit na jeden registr jak tlačítka, tak kanály snímače. Vyřešil jsem to tak, že černé i červené tlačítko jsem připojil na druhý registr za pomoci **vodiče**, a tím jsem dosáhl přesnost měření na 1 mm.
- **Ultrazvuk na stativu** – Zde jsem se potýkal s problémem se servomotorem, který nedokázal uzvednout celou váhu **čidla**. Posunul jsem těžiště více za střed a síla servomotoru byla dostatečná.

Seznam použité literatury a zdrojů

- [1] **PŘIPOJENÍ INTELIGENTNÍHO DISPLEJE k 8051.** dhservis.cz [online]. [cit. 11. 2. 2015]. Dostupný na WWW: <http://www.dhservis.cz/lcd.htm>
- [2] **MICROCHIP TECHNOLOGY.** www.tme.eu/cz/ [online]. [cit. 23.2.2015]. Dostupný na WWW: <http://www.tme.eu/cz/details/pic18f25k20-isp/mikroprocesory-microchip-8-bit/pic18f25k20-isp/pic18f25k20-isp>
- [3] **PROGRAMÁTOR PICKIT 3.** www.gme.cz [online]. [cit. 23.2.2015]. Dostupný na WWW: <https://www.gme.cz/programator-pickit-3-p772-084>
- [4] **K. DUDÁČEK.** Sériová rozhraní SPI, Microwire, I2C a CAN [online]. [cit. 24.2.2015]. Dostupný na WWW: http://home.zcu.cz/~dudacek/NMS/Seriova_rozhrani.pdf
- [5] **ASIX.** PIC krok za krokem [online]. [cit. 24.2.2015]. Dostupný na WWW: http://asix.cz/download/museum/other/pic_krok_za_krokem.pdf
- [6] **ŠKOLA PROGRAMOVÁNÍ PIC 3.** <http://pandatron.cz> [online]. [cit. 24.2.2015]. Dostupný na WWW: http://pandatron.cz/?133&skola_programovani_pic-3_dil
- [7] **ING. TOMÁŠ VÍTEK.** cvut.cz [online]. [cit. 1.3.2015]. Dostupný na WWW: <http://www.micro.feld.cvut.cz/home/x34ses/prednasky/08%20Akcelerometry.pdf>
- [8] **MATOUŠEK, David.** C pro mikrokontroléry PIC: práce s PIC18F452 a PIC18F1220 v jazyce C. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2011, 367 s. μ C & praxe. ISBN 978-80-7300-413-2. Pro.
- [9] **Ing. PAVLŮ, J.;** C. Popis Jazyka, 1989th ed.; TESLA ELTOS: Praha, 1989.
- [10] **KALIVODOVÁ, M.;** C JAZYK, 1987th ed.; JZD Agrokombinát: Slušovice, 1987.
- [11] **ROGERCOM.** 320volt.com [online]. [cit. 14.3.2015]. Dostupný na WWW: <http://320volt.com/wp-content/uploads/2008/11/control-engine-step-using-ulin2003.gif>
- [12] **AUTOR NEUVEDEN.** ahmetozkurt.net [online]. [cit. 14.3.2015]. Dostupný na WWW: <http://www.ahmetozkurt.net/mts307/20072008/serkanokan/images/pwm.jpg>

Seznam obrázků

- [1] Informace – PIC – I – Zapojení programátora
- [2] Blokové schéma
- [3] Zdroj – Obrázek I – Schéma zapojení
- [4] Zdroj – Obrázek II – PLB
- [5] Zdroj – Obrázek III – PLB – Indikace
- [6] Zdroj – Obrázek IV – PLB – Osazovací plánek
- [7] Zdroj – Obrázek V – PLB – Indikace – Osazovací plánek
- [8] Master PIC – Obrázek I – Schéma Zapojení
- [9] Master PIC – Obrázek II – PLB
- [10] Master PIC – Obrázek III – PLB – LED – RGB
- [11] Master PIC – Obrázek IV – PLB – LED – Indikace
- [12] Master PIC – Obrázek V – Osazení
- [13] Master PIC – Obrázek VI – Osazení – LED – RGB
- [14] Master PIC – Obrázek VII – Osazení – LED – Indikace
- [15] Řídící modul – Obrázek I – Schéma zapojení
- [16] Řídící modul – Obrázek II – PLB
- [17] Řídící modul – Obrázek III – PLB – LED – RGB
- [18] Řídící modul – Obrázek IV – PLB – LED – Indikace
- [19] Řídící modul – Obrázek V – Osazení
- [20] Řídící modul – Obrázek VI – Osazení – LED – RGB
- [21] Řídící modul – Obrázek VII – Osazení – LED – Indikace
- [22] Inkrementál – Obrázek I – Schéma zapojení
- [23] Inkrementál – Obrázek II – PLB
- [24] Inkrementál – Obrázek III – PLB – LED – RGB
- [25] Inkrementál – Obrázek IV – PLB – LED – Indikace
- [26] Inkrementál – Obrázek V – Osazení
- [27] Inkrementál – Obrázek VI – Osazení – LED – RGB
- [28] Inkrementál – Obrázek VII – Osazení – LED – Indikace
- [29] Ultrazvuk – Obrázek I – PIC – Schéma zapojení
- [30] Ultrazvuk – Obrázek II – GY-32 – Schéma zapojení
- [31] Ultrazvuk – Obrázek III – PIC – PLB
- [32] Ultrazvuk – Obrázek IV – PIC – PLB – LED – RGB
- [33] Ultrazvuk – Obrázek V – PIC – PLB – LED – Indikace
- [34] Ultrazvuk – Obrázek VI – GY-32 – PLB
- [35] Ultrazvuk – Obrázek VII – GY-32 – PLB – Konektor PIN
- [36] Ultrazvuk – Obrázek VIII – GY-32 – PLB – Konektor Šroubky
- [37] Ultrazvuk – Obrázek IX – PIC – Osazení
- [38] Ultrazvuk – Obrázek X – PIC – Osazení – LED – RGB
- [39] Ultrazvuk – Obrázek XI – PIC – Osazení – LED – Indikace
- [40] Ultrazvuk – Obrázek XII – GY-32 – Osazení
- [41] Ultrazvuk – Obrázek XIII – GY-32 – Osazení – Konektor PIN
- [42] Ultrazvuk – Obrázek XIV – GY-32 – Osazení – Konektor Šroubky

Seznam příloh

Příloha 1	Rozpiska součástí – zdroj	32
Příloha 2	Rozpiska součástí – inkrementál	33
Příloha 3	Rozpiska součástí – displej	35
Příloha 4	Rozpiska součástí – Master	36
Příloha 5	Rozpiska součástí – ultrazvuk	37
Příloha 6	Master Pic – ukázka funkce programu	39
Příloha 7	Inkrementální snímač – ukázka funkce programu	41
Příloha 8	Ultrazvuk – ukázka funkce programu	42
Příloha 9	Řídicí Modul – ukázka funkce programu	44
Příloha 10	Schéma menu	46

Příloha 1 Rozpiska součástek – zdroj

<u>Obvod</u>		
Označení v obvodu	Parametr součástky	Počet
FM 1 – 3,3V/2A	MW–YJXX–0703–W2E	1
FM 2 – 5V/1A	5V/1000mA	1
FM 3 – 24V/0,5A	MW–SYS1381–1224 2,1	1
FM 4 – 5/3A	5 V/3000 mA, 6XC, MW	1
PJ1	F 1 A/250 V 5×20 35A	1
PJ2	F 2 A/250 V 5×20 35A	1
PJ3	F 1 A/250 V 5×20 35A	1
PJ4	F 500 mA/250 V 5×20 35A	1
PJ5	F 3,15 A/250 V 5×20 35A	1
VP	WSM 9102L2	1
C1–C4	CK 100nF	4
CDL1–CDL4	LED 5MM RED	4
ZDL1–ZDL5	LED 5MM GREEN	4
RL1 a RL5	RR W1 510R	2
RL2, RL4, RL6, RL8	RR W1 560R	4
RL3,RL7	RR W1 4K7	2
RJ45	MEB 8–8	2
CHIN P1–3	CBM METALL/0	3
KN7	HS 21–9	3
CHIN K	CSP/0	2
KN8–11	K311M2,1 20 cm	4
KN 1	EURO SCHURTER 6100.3100	1
KN 2	EURO GST4	1
KN3–KN6	HEB 21	4
PJP1–PJP4	KS-PTF78	4
PJPO	PTF 35	1
Kabel 1	CYSY 3×1,0W	1
Kabel 2	CYH 2×0,15 mm ² /2-0	5
Krabička	KP 12 V	1
Zásuvka	Zásuv. 5násobná GN–570 černá	1
Kabel 3	CYH 2×0,15 mm ² /9	25
	Fotocuprexit FR4 160×100×1,5	1

<u>Materiál konstrukční</u>		
Název	Parametr	Počet
Šroub s valc. hl	M2×15mm	8
Matka norm.	M2	66
Podložka	pro M2	60
Šroub s valc. hl	M2×8mm	14
Šroub s valc. hl	M3×12mm	4
Podložka	M3	8
Matka norm.	pro M3	4

Příloha 2 Rozpiska součástek – inkrementál

<u>Obvod</u>		
Označení v obvodu	Parametr součástky	Počet
P1	P–PB303B GREEN	1
P2	P–PB303B BLACK	1
P3	P–PB303B RED	1
P4	P–KNX2	1
Indikace	RR W1 510R	1
Indikace	RR W1 560R	1
Indikace	LED 5MM GREEN	3
LED	L–59RGBC*G	1
Kabel 2	CYH 2×0,15mm ² /2–0	4
Kabel 3	CYH 2×0,15mm ² /9	4
RJ12	MEB 6–6	1
RJ45	MEB 8–8	1
KN24	HEB 21	1
	1/2 Fotocuprexit FR4 160×100×1,5	1
Rled1, Rled3	RR W1 330R	2
Rled2	RR W1 220R	1
Cp1, CP3	CK 100nF	2
CP2, CP4	E 100uF	2
Konektor	CMM 5/2BU	3
Roa/Rob	RR W1 50K	2
Roa1; Rob1;Rp1–Rp4	RR W1 1K5	6
Roa2/Rob2	RR W1 10K5	2
PNP	PNP BC327	2
Rtx; Rrx	RR W1 500R	2
NPN	NPN BC337	1
PLS – ZT	PLS 20S	1
PLS – ZS	PS 20S	1
PIC	PIC18F25K20	1
KR	ZTA8,00MT	1
Rx	RR W1 1M	1
Cx1; Cx2	CK 22pF	2
SR	B 6815	1
Rr	RR W1 5K1	1
Krabička ovládní	KP 34M	1
Krabička Pic	KP 06	1
Cr	CK 100nF	1
Laser	Laser	1
	sada 40-ti kablíků, délka 20cm Female – Female 1/40	5
RI; indikace	RR W1 4K7	2

Materiál konstrukční		
Název	Parametr	Počet
Plech rovný	100mm	3
Plech rovný	60mm	2
Ploch rohový U	30mm	6
Kolečko nábytkářský	KOLECKO PARKET. 25×13	1
Srov. Se 6HR.	M4×40mm	2
Srov. Se zap. Hl	M4×15mm	8
Srov. Se zap. Hl	M4×25mm	2
Srov. Se zap. Hl	M4×50mm	3
Matka norm.	M4	25
Matka proti skl.	M4	3
Matka křídlová	M4	3
Podložka	pro M4	48
Srov. Se valc. Hl	M2×15mm	10
Matka norm.	M2	30
Podložka	pro M2	38

Příloha 3 Rozpiska součástek – displej

Obvod		
Označení v obvodu	Parametr součástky	Počet
Indikace	RR W1 510R	1
Indikace	RR W1 560R	1
Indikace	LED 5MM GREEN	2
LED	L-59RGBC*G	1
Kabel 2	CYH 2×0,15mm ² /2-0	2
Kabel 3	CYH 2×0,15mm ² /9	2
RJ45	MEB 8-8	1
	Fotocuprexit FR4 160×100×1,5	1
Rled1, Rled3	RR W1 330R	2
Rled2	RR W1 220R	1
Cp1, CP3	CK 100nF	2
CP2, CP4	E 100uF	2
Rk1-4	RR W1 1K5	4
PLS – ZT	PLS 20S	1
PLS – ZS	PS 20S	1
PIC	PIC18F25K20	1
KR	ZTA8,00MT	1
Rx	RR W1 1M	1
Cx1; Cx2	CK 22pF	2
SR	B 6815	1
Rr	RR W1 5K1	1
Krabička Pic	KP 06	1
Cr	CK 100nF	1
	sada 40-ti kablíků, délka 20cm Female – Female 1/40	13
Rk	PC1621NBK010	1
Rp	PC1621NBK001	1
Re3	RR W1 150K	1
Klávesnice	4×X:4×Y – STD HT44	1
Display	RC2004A-BIW-CSX	1

Materiál konstrukční		
Název	Parametr	Počet
Srov. Se valc. Hl	M2×15mm	1
Matka norm.	M2	28
Podložka	pro M2	48
Srov. Se valc. Hl	M2×25mm	3
Srov. Se valc. Hl	M2×8mm	4
Srov. Se zap. Hl	M3×12mm	4
Podložka	M3	4
Matka norm.	pro M3	4

Příloha 4 Rozpiska součástek – Master

<u>Obvod</u>		
Označení v obvodu	Parametr součástky	Počet
Indikace	RR W1 510R	1
Indikace	RR W1 560R	1
Indikace	LED 5MM GREEN	2
LED	L-59RGBC*G	1
Kabel 2	CYH 2×0,15mm ² /2-0	1
Kabel 3	CYH 2×0,15mm ² /9	1
RJ45	MEB 6-6	4
RJ12	MEB 8-8	1
	1/2 Fotocuprexit FR4 160×100×1,5	1
Rled1, Rled3	RR W1 330R	2
Rled2	RR W1 220R	1
Cp1	CK 100nF	1
CP2	E 100uF	1
Rtx; Rx	RR W1 500R	2
PIC	PIC18F25K20	1
KR	ZTA8,00MT	1
Rx	RR W1 1M	1
Cx1; Cx2	CK 22pF	2
SR	B 6815	1
Rr	RR W1 5K1	1
Krabička Pic	KP 06	1
Cr	CK 100nF	1
	sada 40-ti kablíků, délka 20cm Female – Female 1/40	5
	PATCH KABEL RJ45 UTP CAT 3M	3
	PATCH KABEL RJ45 UTP CAT 10M	1

<u>Materiál konstrukční</u>		
Název	Parametr	Počet
Srov. Se valc. Hl	M2×15mm	8
Matka norm.	M2	48
Podložka	pro M2	48
Srov. Se valc. Hl	M2×8mm	8
Srov. Se zap. Hl	M3×12mm	4
Podložka	M3	12
Matka norm.	pro M3	4

Příloha 5 Rozpiska součástek – ultrazvuk

<u>Obvod</u>		
Označení v obvodu	Parametr součástky	Počet
Indikace	RR W1 510R	1
Indikace	RR W1 560R	2
Indikace	LED 5MM GREEN	4
Rl; indikace	RR W1 4K7	2
Cp(1,3,5,7); Cr; C21;C2	CK 100nF	7
Cp(2,4,6,8)	E 100uF	4
Rtx; Rrx; Rk(1-4)	RR W1 500R	6
PIC	PIC18F25K20	1
KR	ZTA8,00MT	1
Rx	RR W1 1M	1
Cx1; Cx2	CK 22pF	2
SR	B 6815	1
Rr	RR W1 5K1	1
Rax; Ray, Raz, Ru2	RR W1 1K5	7
NPN	NPN BC337	1
Laser	Laser	1
Kabel 2	CYH 2×0,15mm ² /2-0	5
Kabel 3	CYH 2×0,15mm ² /9	5
Rled1	RR W1 330R	1
Indikace	LED 5MM ORANGE	4
Ru1	RR W1 150R	1
RJ12	MEB 6-6	1
RJ45	MEB 8-8	1
Konektor	CMM 5/2BU	1
CHIN P	CBM METALL/0	1
	1/2 Fotocuprexit FR4 160×100×1,5	1
PLS – ZT	PLS 20S	1
PLS – ZS	PS 20S	1
Krabička Pic	KP 06	1
	sada 40-ti kablíků, délka 20cm Female – Female 1/40	5
Krabička GY-32	KP 12	1
D21;D22	1N4007	2
C22;C1	E 0.10uF	2
C23	E 1uF	1
R21	PT15VK005	1
R22	RR W1 220R	1
Rs	RR W1 10K	1
Cx; Cy; Cz	CK 30nF	3
Konektor 5PZ	TBG–5.0–KW–5P	1
Konektor 5PS	TBW–5.0–K–5P	1
UTP	UTP CAT.5e/L CCA	5

Materiál konstrukční		
Název	Parametr	Počet
deska	65×180×2.5	1
deska	55×140×2.0	1
Uhelník 60	U60	2
Srov. Se zap. HI	M4×70mm	4
Matka norm.	M4	44
Matka proti skl.	M4	4
Podložka	pro M4	54
Srov. Se zap. HI	M4×15mm	11
Srov. Se zap. HI	M3×12mm	6
Podložka	M3	6
Matka norm.	pro M3	6
Srov. Se zap. HI	M6×20mm	1
Podložka	M6	2
Matka norm.	pro M6	1
Ploch rohový U	30mm	5
Ploch rohový U	20mm	11
Srov. Se zap. HI	M4×50mm	6
Srov. Se valc. HI	M2×15mm	8
Matka norm.	M2	20
Podložka	pro M2	32
Srov. Se valc. HI	M2×8mm	6
Srov. Se 6HR.	M4×40mm	4
Plech rovný	100mm	1
Plech rovný	60mm	1
Matka křídlová	M4	2
Srov. Se 6HR.	M4×40mm	2
Srov. Se valc. HI	M2×15mm	23
Matka norm.	M2	68
Podložka	pro M2	82

Ostatní		
Název	Parametr	Počet
Stativ	Stativ 506 – Stat. pod f. Do 1kg	1
GY-32	MMA7361L	1
motor	5V Krokový Motor	1
servomotor	SSA120ZM	1

Příloha 6 Master Pic – ukázka funkce programu

```
#include <p18f25k20.h>
#include <delays.h>
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#include <spi.h>

#pragma config FOSC = HS
#pragma config WDTCN = OFF
#define HSAL_FREQ 8000000

#define max(a,b) (((a)>(b))?(a):(b)) // Maximum ze 2 hodnot

#define cervena LATAbits.LATA3
#define zelena LATAbits.LATA5
#define modra LATAbits.LATA4

#define CS_DISPL LATCbits.LATC2
#define CS_INCR LATCbits.LATC1
#define CS_ULTR LATCbits.LATC0

#define R_ULTR LATBbits.LATB2
#define R_INCR LATBbits.LATB1
#define R_DISPL LATBbits.LATB0
```



```

typedef struct ser_displ_in_t //sDefinování proměnných do displeje
typedef struct ser_displ_out_t // Definování proměnných z displeje
ser_displ_in_t ser_displ_in; // Nastavení globálních proměnných do displeje
ser_displ_out_t ser_displ_out; // Nastavení globálních proměnných z displeje
typedef struct ser_inkr_in_t // Definování proměnných do Inkrementálu
typedef struct ser_inkr_out_t // Definování proměnných z Inkrementálu
ser_inkr_in_t ser_inkr_in; // Nastavení globálních proměnných do Inkrementálu
ser_inkr_out_t ser_inkr_out; // Nastavení globálních proměnných z Inkrementálu
typedef struct ser_ultra_in_t // Definování proměnných do ultrazvuku
typedef struct ser_ultra_out_t // Definování proměnných z ultrazvuku
ser_ultra_in_t ser_ultra_in; // Nastavení globálních proměnných do ultrazvuku
ser_ultra_out_t ser_ultra_out; // Nastavení globálních proměnných z ultrazvuku

void Zap() // indikace zapnutí

void delay_ms(unsigned short delay) // Zpoždění v ms

void MR_SER_INIT() // Nastavení registrů SPI Komunikace
void MR_SER_EXCHANGE(unsigned char *in, int size_in,
unsigned char *out, int size_out) // SPI komunikace
void MR_SER_EXCHANGE_DISP() // SPI komunikace s displejem
void MR_SER_EXCHANGE_INCR() // SPI komunikace s Inkrementálem
void MR_SER_EXCHANGE_ULTRA() // SPI komunikace s Ultrazvukem

void main(void) // Hlavní program

```

Příloha 7 Inkrementální snímač – ukázka funkce programu

```
#include <p18f25k20.h>
#include <delays.h>
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#include <spi.h>

#pragma config FOSC = HS
#pragma config WDTEN = OFF

#define max(a,b) (((a)>(b))?(a):(b)) // Určení maxima

#define cervena LATCbits.LATC2
#define zelena LATCbits.LATC1
#define modra LATCbits.LATC0
#define laser LATBbits.LATB1

#define TLC PORTAbits.RA1
#define TLZ PORTAbits.RA2
#define TLB PORTAbits.RA4
#define VYP PORTAbits.RA3

#define INCR_A PORTBbits.RB4
#define INCR_B PORTBbits.RB3

typedef struct ser_inkr_in_t // Definování vstupních proměnných z komunikace
typedef struct ser_inkr_out_t // Definování výstupních proměnných do komunikace
ser_inkr_in_t ser_inkr_in; // Nastavení globálních proměnných - vstupní
proměnné z komunikace
ser_inkr_out_t ser_inkr_out; // Nastavení globálních proměnných - výstupní
proměnné do komunikace
signed short incremental;
void SL_SER_INIT() // Nastavení registrů SPI Komunikace
#pragma interrupt SER_ISR
void SER_ISR() // SPI komunikace
#pragma code HIGH_INTERRUPT_VECTOR = 0x8
void high_ISR()
#pragma code
void Zap() // Indikace zapnutí
void inkremental() // Funkce na měření pomocí inkrementálního
snímače
void main(void) // Hlavní funkce
```

Příloha 8 Ultrazvuk – ukázka funkce programu

```
#include <p18f25k20.h>
#include <delays.h>
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#include <spi.h>
#pragma config FOSC = HS
#pragma config WDTEN = OFF
#define HSAL_FREQ 8000000

#define max(a,b) (((a)>(b))?(a):(b))

#define dioda LATCbits.LATC1

#define KR1 LATCbits.LATC0
#define KR2 LATAbits.LATA4
#define KR3 LATAbits.LATA1
#define KR4 LATBbits.LATB7

#define laser LATBbits.LATB1

#define Ault adc_get(0)
#define Ax adc_get(8)
#define Ay adc_get(11)
#define Az adc_get(9)

#define ultrazvuk adc_get(0)

double c; // Nastavení globální proměnné pro servo
int nnn; // Nastavení globální proměnné pro servo na
          nastavení potočení

#define SERVO_WAIT_TIME 10 // Definování času pro servo
unsigned char servo_wait_count; // Nastavení globální proměnné pro servo
unsigned char servo_pos; // Nastavení globální proměnné pro servo
typedef struct ser_ultra_in_t // Definování proměnné vstupní
typedef struct ser_ultra_out_t // Definování proměnné výstupní
ser_ultra_in_t ser_ultra_in; // Nastavení globální proměnné vstupní
ser_ultra_out_t ser_ultra_out; // Nastavení globální proměnné výstupní

void delay_ms(unsigned short delay) // Zpoždění v ms

void SL_SER_INIT() // Nastavení registrů pro SPI
```

```

void ISR_H(void); // Přerušení Vysoká priorita (HIGH priority)- Pro servo
void ISR_L(void); // Přerušení Nízká priorita (LOW priority) - Pro SPI

#pragma code high_vector=0x08
void interrupt_at_high_vector(void) // Přerušení Vysoká priorita (HIGH priority)- Pro servo
#pragma code
#pragma code low_vector=0x18
void interrupt_at_low_vector(void) // Přerušení Nízká priorita (LOW priority) - Pro SPI
#pragma code
#pragma interrupt ISR_H
void ISR_H() // Ovládání serva
#pragma interrupt ISR_L
void ISR_L() // Komunikace SPI

void servo_init() // Inicializace servo
void servo_set (unsigned char value) // Nastavení serva na pozici

void adc_init_int_vref() //Příprava ADC s vnitřní napěťovou referencí
unsigned short adc_get(unsigned char ch) //Provede jeden převod zadaného kanálu

void QIP_Stepper(char p, int ot) // R => L<= // Pro servo motor
void servo(int n) // Zpomalení serva
double Numer_Ult(unsigned short x) // Převod hodnoty bitové z ultrazvuku na délku

void main(void) { // Hlavní funkce

```

Příloha 9 Řídicí Modul – ukázka funkce programu

```
#include <p18f25k20.h>
#include <delays.h>
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#include <spi.h>

#pragma config FOSC = HS
#pragma config WDTEEN = OFF

#define max(a,b) (((a)>(b))?(a):(b)) // Maximální hodnota ze 2 čísel

#define cervena LATBbits.LATB7
#define zelena LATBbits.LATB4
#define modra LATBbits.LATB6

#define HSAL_FREQ 8000000
#define zpd_D Delay1KTCYx(4)
#define zpd_K Delay1KTCYx(4)
#define Display_PORT (PORTB = 0b00000000)
#define TRISAA (TRISA = 0b11100011)
#define LATAA (LATA = 0b00011100)

#define DB4 LATBbits.LATB1
#define DB5 LATBbits.LATB0
#define DB6 LATCbits.LATC7
#define DB7 LATCbits.LATC6
#define E LATBbits.LATB2
#define RS LATBbits.LATB3
#define SL_Inkremental LATCbits.LATC0
#define MR_SERP

typedef struct ser_displ_in_t // Definování vstupní proměnné
typedef struct ser_displ_out_t // Definování výstupní proměnné

ser_displ_in_t ser_displ_in; // Nastavení globální proměnné vstupní z Mastera
ser_displ_out_t ser_displ_out; // Nastavení globální proměnné vstupní do Mastera

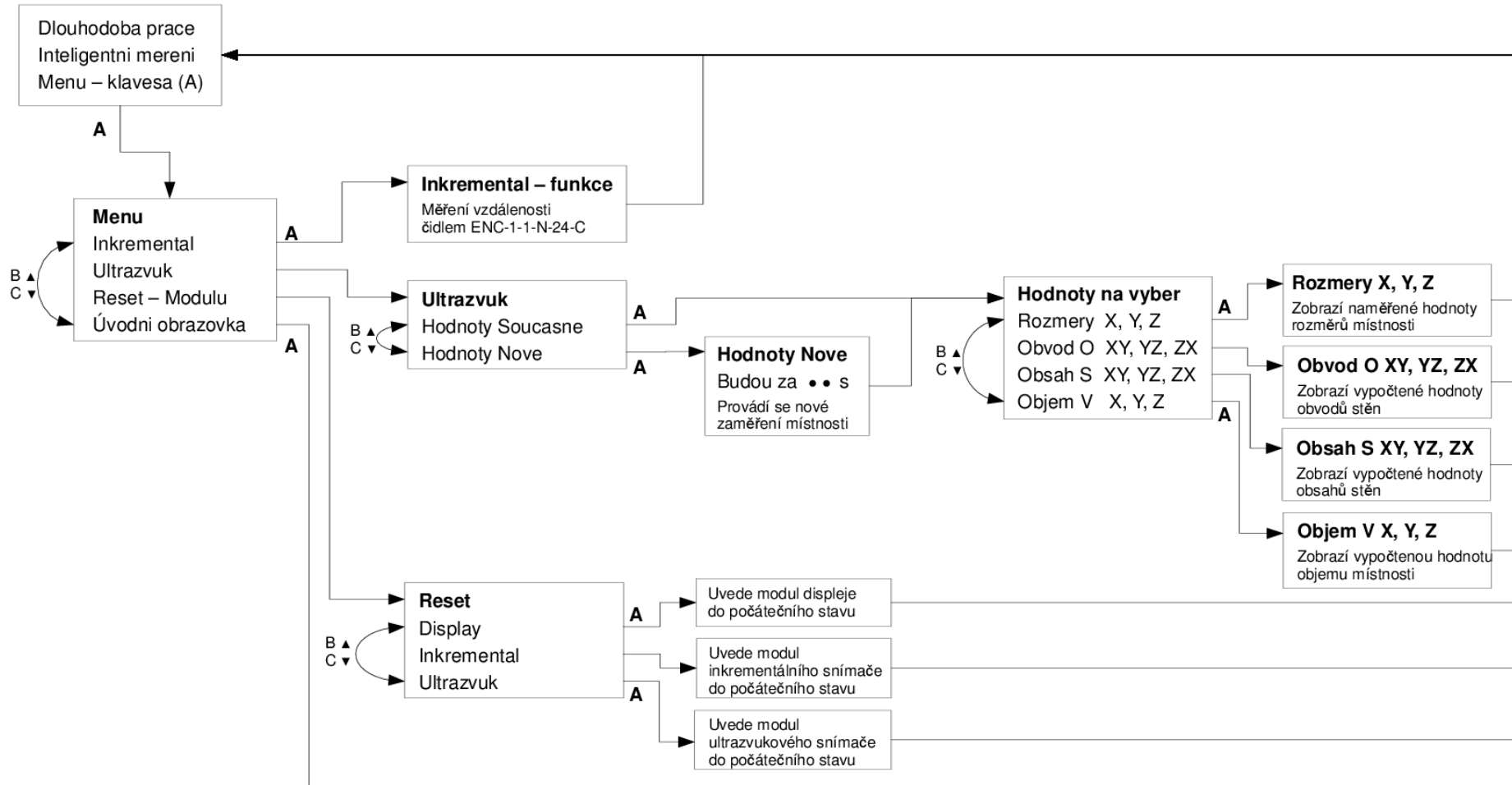
int znak_dis, B, C; // Nastavení globálních proměnných k menu
void delay_ms(unsigned short delay) // Přerušení v ms
void Zap() // Indikace zapnutí
```

```

int get_keyb() // Zjištění znaku z klávesnice X:Y
void Display_text(int brs, char znak) // Zápis jednoho znaku na displej
void Dispaly_zap() // Zapnutí displeje
void DisplayCislo(double Cislo, int DesMista, int centr, int pocet) // Zápis čísla na displej
void Display_string(const char * text) // Zápis jakýkoliv dlouhého textu na displej
void Display_uvod() // Funkce zápisu na Titulní stránce
void Display_Inkr () // Funkce zápisu na Inkrementálu
void clean(int c) // Uklizení posledního řádku
void PIS_ZNAK(char z) // Píše znak z klávesnice na titulní stránce
void SL_SER_INIT() // Nastavení registrů k SPI komunikaci
#pragma interrupt SER_ISR
void SER_ISR() // SPI komunikace
#pragma code HIGH_INTERRUPT_VECTOR = 0x8
void high_ISR() // HIGH priority SPI (hlavní priorita SPI)
#pragma code
void Inkremental() //Funkce zápisu na Inkrementál
void ultrazvuk() // Funkce zápisu Ultrazvuk
void reset() // Funkce zápisu menu RESET
void menu() // Funkce zápisu menu MENU
void UltrazvukH() // Funkce zápisu menu Ultrazvuk současné hodnoty
nebo nové
void UltrazvukHM() // Funkce zápisu menu Ultrazvuk
void UltrazvukHN() // Funkce zápisu měření nových hodnot Ultrazvuk
void URozmery() // Funkce zápisu rozměry Ultrazvuk
void Uobvod() // Funkce zápisu obvod Ultrazvuk
void Uobsah() // Funkce zápisu obsah Ultrazvuk
void Uobjem() // Funkce zápisu objem Ultrazvuk
void main(void) // Hlavní Funkce

```

Příloha 10 Schéma menu



Intelligentní měření

