

VYŠŠÍ ODBORNÁ ŠKOLA, STŘEDNÍ ŠKOLA,
CENTRUM ODBORNÉ PŘÍPRAVY



ABSOLVENTSKÁ PRÁCE

Zprovoznění rotačního LED displeje

Sezimovo Ústí, 2017

Autor: David Veselý



ZADÁNÍ ABSOLVENTSKÉ PRÁCE

Student: **David Veselý**
Obor studia: 26-41-N/01 Elektrotechnika – mechatronické systémy
Název práce: **Zprovoznění rotačního LED displeje**
Anglický název práce: **Putting the rotary display into operation**

Zásady pro vypracování:

1. Odkoušejte jednotlivé komponenty rotačního LED displeje a popřípadě oživte nebo vyměňte nefunkční části desky plošného spoje.
2. Navrhněte testovací program pro rotační displej, program by měl otestovat všechny části LED displeje.
3. Vytvořte popis postupu při vytváření obrazců pro zobrazení na displeji a způsobu získání dat ukládaných do paměti displeje.
4. Absolventskou práci vypracujte problémově ve struktuře odpovídající vědecké práci.


Doporučená literatura:

- [1] HÄBERLE, Heinz O. *Průmyslová elektronika a informační technologie*. Vyd. 1. Praha: Europa-Sobotáles, 2003, 719 s. ISBN 80-86706-04-4.
- [2] BUMBA, Jiří. *Programování mikroprocesorů: praktický návod nejen pro mikroprocesory PIC*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2011, 135 s. Učebnice (Computer Press). ISBN 978-80-251-2838-1.

Vedoucí práce: Ing. Jiří Bumba, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí
Odborný konzultant práce: Ing. Miloň Jedlička, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí
Oponent práce: Ing. Antonín Juránek, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí

Datum zadání absolventské práce: **1. 9. 2016**

Datum odevzdání absolventské práce: **5. 5. 2017**


.....
Ing. Jiří Bumba
(vedoucí práce)




.....
Ing. František Kamlach
(ředitel školy)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou absolventskou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v příloženém seznamu.

V Sezimově Ústí dne 23. 8. 2017



_____ podpis

Poděkování

Děkuji vedoucímu své práce, panu Ing. Jiřímu Bumbovi za odborné vedení, cenné rady, trpělivost, podněty a připomínky při zpracování absolventské práce. Dále panu Ing. Jiřímu Roubalovi, Ph.D za šablonu pro vytváření práce v $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X} 2_{\epsilon}$ a rady při tvorbě práce. A v neposlední řadě svým blízkým a své rodině za podporu při studiu.

Anotace

Tato práce se zabývá dokončením druhé verze rotačního LED displeje, která navazuje na první verzi a na práci předchozího autora. Zařízení je umístěno v Sezimově Ústí na Vyšší odborné škole, Střední škole a Centru odborné přípravy v laboratoři mikroprocesorové techniky C110. Na začátku práce je vysvětleno co rotační displej je a na jakém principu pracuje. V práci jsou stručně popsány verze tohoto zařízení a rozdíly mezi nimi, ožívování nefunkčních částí displeje a navrhování testovacího programu ve vývojovém prostředí MPLAB X IDE v3.15. Poslední kapitola se zabývá tvorbou vytvoření nápisu na rotačním displeji.

Klíčová slova: Rotační displej, LED displej, LED dioda, deska plošných spojů, MPLAB, mikroprocesor.

Annotation

The thesis describes completing the second version of rotary display, which follows the first version and previous author. The device is placed at Tertiary professional school, Secondary school, The centre of professional training in Sezimovo Ústí in Microprocessor technology lab C110. Beginning of the thesis explains what the rotary display is and on what principle works. Versions of this device and differences between them are shortly described in the thesis, alike reviving inoperative parts of the display and designing testing program in development software MPLAB X IDE v3.15. Last chapter deals with the creation of an picture on the rotary display.

Key words: Rotary display, LED display, LED diode, printed circuit board, MPLAB, microprocessor.

Obsah

Seznam použitých zkratk	vi
Seznam obrázků	vii
1 Úvod	1
2 Princip rotačního LED displeje	3
2.1 Rotační LED displej v. 1 - hardware	4
2.2 Rotační LED displej v. 1 - software	5
3 Rotační LED displej v. 2	6
3.1 Rozdíly mezi verzí 1. a 2.	6
3.2 Statická část rotačního displeje verze 2	7
3.3 Oživení nefunkčních částí	8
4 Software pro rotační displej	11
5 Získání dat pro rotační LED displej	15
5.1 Vytvoření souborů pro obrazce	15
5.2 Návod pro vytváření obrazců a získání dat	18
6 Závěr	20
Literatura	21
A Obsah příloženého CD/DVD	I
B Použitý software	II

Seznam použitých zkratek

zkratka	Význam
<i>DPS</i>	Deska plošného spoje
<i>FPS</i>	Frames Per Second - snímky za sekundu
<i>GND</i>	Uzemnění
<i>LED</i>	Dioda emitující světlo
<i>RD</i>	Rotační LED displej
<i>RC</i>	Radio control - rádiem řízený
<i>uP</i>	Mikroprocesor
<i>VCC</i>	Napájení

Seznam obrázků

2.1	Princip vykreslování obrázců	3
2.2	Způsob uchycení rotující a statické části.	4
2.3	Vývojový diagram programu první verze	5
3.1	Porovnání DPS - Horní obrázek 1. verze, spodní 2. verze	7
3.2	Druhá verze displeje se statickou částí z první verze	8
3.3	Změna vývodů	9
5.1	Část tabulky pro vytváření obrázců	16
5.2	Pomocná znaková sada	17

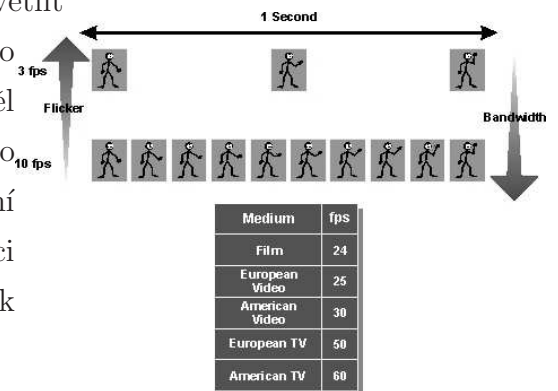
Kapitola 1

Úvod

Před začátkem práce je nutné pro seznámení vysvětlit co je rotační displej, na jakém principu pracuje a co vše tento přístroj dokáže. Určitě každý někdy viděl trhavý obraz na počítači nebo v televizi, ať už to bylo při hraní počítačových her nebo u sledování filmu. Někdo by si možná řekl, co mají tyto dvě věci společného? Je to právě snímková frekvence, jinak také FPS (Frames Per Second).

¹Ted' trochu teorie, co vlastně snímková frekvence je. „Snímková frekvence je frekvence, s jakou zobrazovací zařízení zobrazuje jednotlivé unikátní snímky, případně záznamové zařízení zachycuje snímky.“ (<http://www.dailymail.co.uk/> [online], 2009) Rotační displej je zařízení, které pracuje na nedokonalosti lidského oka, kterému se říká setrvačnost oka. Znamená to, že lidské oko dokáže zaznamenat pouze určitý počet snímků za sekundu (FPS) a proto vidíme film v kině plynule. Pokud by počet snímků za sekundu klesl pod určitou mez, obraz by pro nás nebyl plynulý, ale trhal by se. Této nedokonalosti se využívá v podstatě u všech zobrazovacích zařízení. V Sezimově Ústí na Vyšší odborné škole, Střední škole a Centru odborné přípravy (<http://www.copsu.cz/>[online], 2011), je to již druhý model rotačního displeje. První verze byla vyrobena dvojicí žáků jako maturitní práce, tato verze je v krátkosti popsána v jedné z kapitol.

Hlavním obsahem této práce je druhá verze rotačního displeje, která plynule navazuje na první verzi. V neposlední řadě je zde popsán způsob vytváření vlastního nápisu na displeji. Druhá verze displeje byla původně vytvořena studenty z Ostravy. Poté provedl



¹Obrázek převzat z <https://caworld3.wordpress.com/>.

úpravy na DPS jeden z absolventů této školy.

Práce byla ve stavu, kdy byla osazena a částečně oživena DPS druhé verze zařízení. První verze byla zhotovena kompletně. Obě tyto verze budou umístěny na učebně C110, která slouží hlavně k výuce mikroprocesorové techniky. Zařízení bude určeno k prezentaci školy a dále může být také využito pro výuku programování mikroprocesorů. Je důležité zmínit, že jak při vytváření první verze rotačního displeje (VESELÝ, D., 2012), tak u druhé verze (RYTÍŘ, J., 2014) došlo k inspiraci od studentů ostravské univerzity (*MCU Hobby* [online], 2010).

Struktura této práce, která je napsána v $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X} 2_{\epsilon}^2$ (SCHENK, C., 2009), je následující: Kapitola 2 popisuje obecný princip rotujícího displeje a popis první verze - její hardware a software. Obsahem kapitoly 3 je popis druhé verze rotačního displeje. Jsou zde zmíněny rozdíly mezi verzí jedna a dva. Kapitola 4 je zaměřena na software pro rotační displej. Obsahem kapitoly 5 je návod pro vytváření vlastních obrazců a získání dat pro rotační displej. V kapitole 6 je zahrnut závěr práce a zhodnocení splnění cílů.

Cílem práce je zprovoznění rotačního LED displeje, odzkoušení a případně oživení jeho nefunkčních částí. Dále navržení způsobu vytváření vlastních obrazců a získání dat pro mikroprocesor.

Přílohou absolventské práce je DVD/CD, které obsahuje: schéma pro rotační displej, návod a soubory potřebné pro vytváření obrazce a program pro rotační displej napsaný v jazyce C.

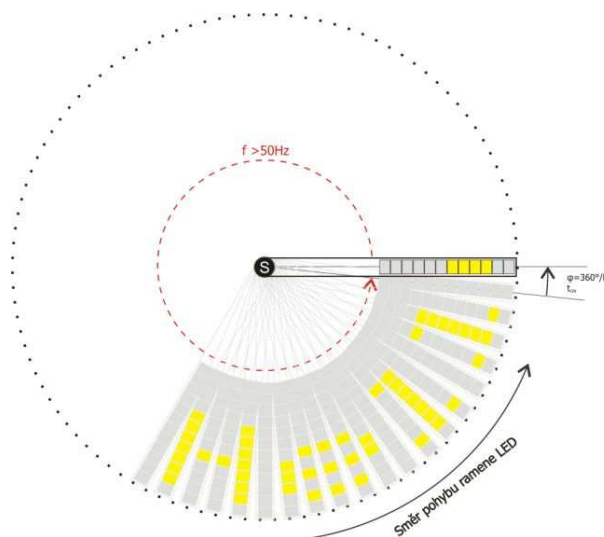
² $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X} 2_{\epsilon}$ je rozšíření systému $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$, což je kolekce maker pro $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$. $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ je ochranná známka American Mathematical Society.

Kapitola 2

Princip rotačního LED displeje

Princip rotačního LED displeje je založen na nedokonalosti lidského oka. Dá se říci, že každý rotační LED displej je v podstatě složen ze dvou částí. Skládá se z rotační části a statické části. Statická část je stojan, na které je připevněn pohon. Další velice důležitý díl statické části je systém přenášení napájení na rotační část.

Všechny součástky jsou v SMD provedení a to z důvodu velké odstředivé síly při roztočení zařízení. Při normální velikosti součástek, by se mohlo stát, že by se součástky uvolnily. Rotační displej je velmi náchylný na přesné časování při zobrazování. Při nepřesném časování a špatných otáčkách motoru bude obraz „cukat, pojíždět“ a nemusí se vůbec podobat představám, bude zdeformovaný.



Obrázek 2.1: Princip vykreslování obrazců

Rotační část, jak z názvu vyplývá, je ta část, která se bude pohybovat, přesněji

bude vykonávat rotující pohyb. Je to deska plošného spoje s elektronikou. Na desce jsou umístěny LED diody, které jsou v jedné řadě a tvoří v podstatě zobrazovací paprsek. Nedílnou součástí jsou budiče LED diod a další elektronika, kterou řídí většinou mikroprocesor. Pokud tedy pomocí pohonu roztočíme rotující část do požadovaných otáček, budeme zhasínat a rozsvícet LED diody ve správný časový okamžik, zobrazí se statický nekmitající obraz.

2.1 Rotační LED displej v. 1 - hardware

V současné době jsou ve škole dvě verze těchto zařízení. Původně vznikla první verze rotačního LED displeje, z které vychází druhá verze, v obou případech byla inspirace od studentů z ostravské univerzity.

Jako pohoná jednotka byl vybrán stejnosměrný motor SPEED 500 s převodovkou MPJET 8063. Pohon je umístěn na téměř svislé dřevěné stěně, která je upevněna k základové dřevotřískové desce. K motoru a zároveň rotující části je navržen a vyroben systém přenášení napájení pomocí dvou uhlíků. Po zprovoznění bylo zjištěno, že použitý motor, který je určen pro RC modely, je nadměrně hlučný. Hlučnost zařízení je pro zamýšlené použití nevyhovující.



Obrázek 2.2: Způsob uchycení rotující a statické části.

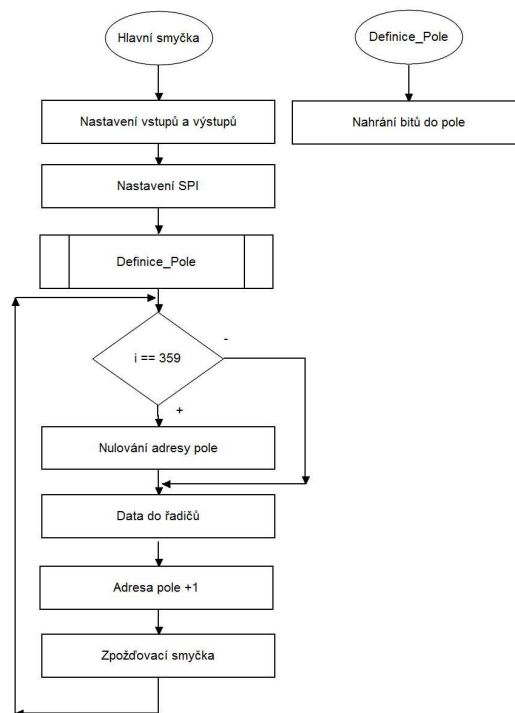
Systém přenášení napájení byl vytvořen tak, že byly k desce připevněny dva vodivé kroužky, po kterých jezdí uhlíky. Jeden kroužek představuje VCC a druhý GND.

Samotná DPS je navržena pro 33 LED diod, které jsou ovládány přes budiče pomocí

procesoru dsPIC30F6015. Tato verze dokáže zobrazit paprsek z 33 LED diod.

2.2 Rotační LED displej v. 1 - software

Software pro první verzi byl vytvořen úspěšně a po nahrání do procesoru se na roztočeném displeji zobrazil nápis „COP Sezimovo Ústí“. To bylo předpokladem pro úspěšné dokončení maturitní práce. Zprovoznění probíhalo postupně po dílčích krocích. Jako první proběhla zkouška červené LED a postupně se zkoušely všechny další LED diody na displeji. Následovalo odzkoušení jednotlivých komponentů a komunikace mezi procesorem a budiči (HAVEL, V., 2012). Na následujícím obrázku, který je převzat z (HAVEL, V., 2012) je vidět vývojový diagram konečného programu.



Obrázek 2.3: Vývojový diagram programu první verze

Kapitola 3

Rotační LED displej v. 2

Po první verzi displeje, který je v krátkosti popsán v předchozí kapitole, vznikla druhá verze. Hlavní vlastností, kterou je druhá verze obohacena, je dvojnásobný počet LED diod. Z toho plyne i použití dvou budičů navíc. Přímou studenty z ostravské univerzity napsali: „Po úspěšné verzi v1 přicházíme s druhou verzí rotačních hodin s označením Propeller clock v2. Doznala hned několika vylepšení, která by měla ve výsledku zaručit požadovaný dlouhodobý chod zařízení“ (*MCU Hobby* [online], 2010).

Druhá verze zařízení byla před touto prací ve stavu, kdy byla upravena deska plošného spoje, vyleptána a osazena příslušnými součástkami. Jako poslední krok bylo oživení pomocí testovacího programu. Jak se později ukázalo, krok s oživením nebyl předchozím uživatelem zcela splněn.

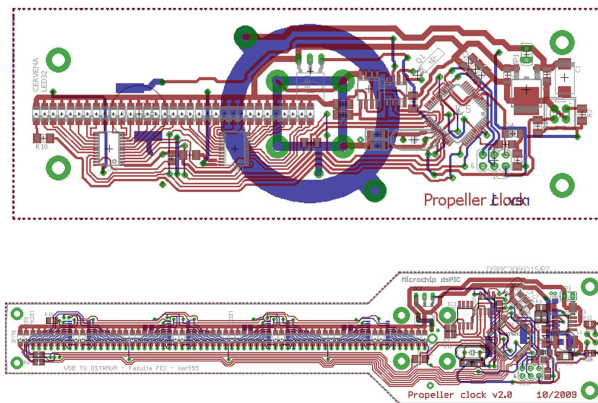
3.1 Rozdíly mezi verzí 1. a 2.

Schéma zapojení je podobné jako u zařízení Propeller clock v. 1. Největší změnou je zde záměna lineárního stabilizátoru 5V/1A za spínavý regulátor 5V/2A. Tento regulátor má lepší chlazení a má větší rezervu pro špičkové proudové odběry (RYTÍŘ, J., 2014).

Prvním rozdílem, který je vidět při pohledu na obě zařízení, je velikost, která měla v první verzi 32 bílých LED diod a jednu červenou diodu. V druhé verzi je 64 bílých LED diod, jedna červená a jedna modrá dioda. Z tohoto důvodu je zařízení také podstatně větší a má o dva budiče navíc.

Druhá verze by měla být také spolehlivější a to hlavně z důvodu lepšího udržení napájení po roztočení, jsou zde jinak rozvržené součástky na desce a je použit jak jiný

pohon, tak jiné uchycení uhlíků pro napájení. U první verze byl použit motor pro RC modely. U druhé verze je doporučení do budoucna použít jednofázový asynchronní motor, jehož otáčky se řídí pomocí frekvenčního měniče. Pro porovnání je na následujícím obrázku vidět DPS první verze a DPS druhé verze.

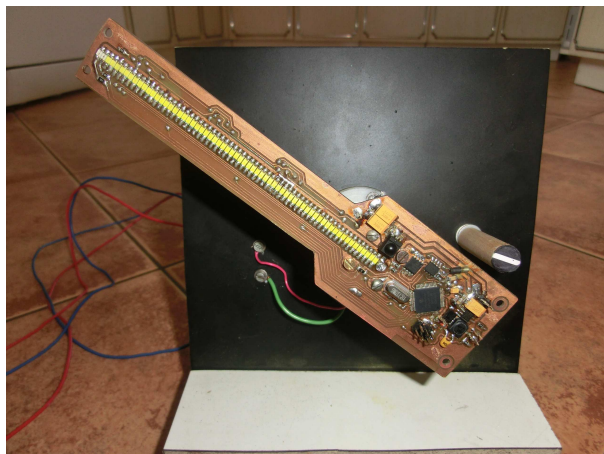


Obrázek 3.1: Porovnání DPS - Horní obrázek 1. verze, spodní 2. verze

3.2 Statická část rotačního displeje verze 2

Statická část, uchopení k DPS a systém přenášení napájení na desku mělo být vytvořeno jiným studentem. Ovšem z důvodu problému při vytváření a navrhování toto vytvořeno nebylo. Proto bylo rozhodnuto, že jako alternativní řešení bude použito celé statické části z první verze rotačního displeje. Statická část pro první verzi měla být vyhovující i pro druhou verzi, protože rozteče šroubů pro úchop k převodovce jsou stejné.

Hlavním problémem byla DPS a systém pro přenášení napájení. Jelikož první verze displeje je podstatně kratší, bylo nutné odříznout část dřevotřískové desky, která slouží jako podstavec a přidání nožiček. Když mělo dojít k přichycení DPS k převodovce, bylo zjištěno, že z druhé strany desky je součástka pro vložení baterie, která bránila správnému uchycení. Došlo tedy k ubroušení jedné strany mezikusu, který slouží pro upevnění DPS k pohonu. První verze měla také jinak umístěné napájení z uhlíků, proto se musel do druhé verze vyvrtat otvor, do kterého se zapájel vodič, který přenáší napájení z uhlíků na desku.



Obrázek 3.2: Druhá verze displeje se statickou částí z první verze

Jelikož byla zmíněná statická část navržena a vytvořena opravdu jen pro první verzi a i když se prvotně zdálo, že stačí pouze vyměnit jednotlivé verze DPS, provázelo to mnoho problémů. Rovněž byla statická část, stojan a systém uchycení uhlíků vyroben v domácích podmínkách. Tato statická část není pro tuto verzi vhodná a tudíž ani pro dlouhodobé užívání.

3.3 Oživení nefunkčních částí

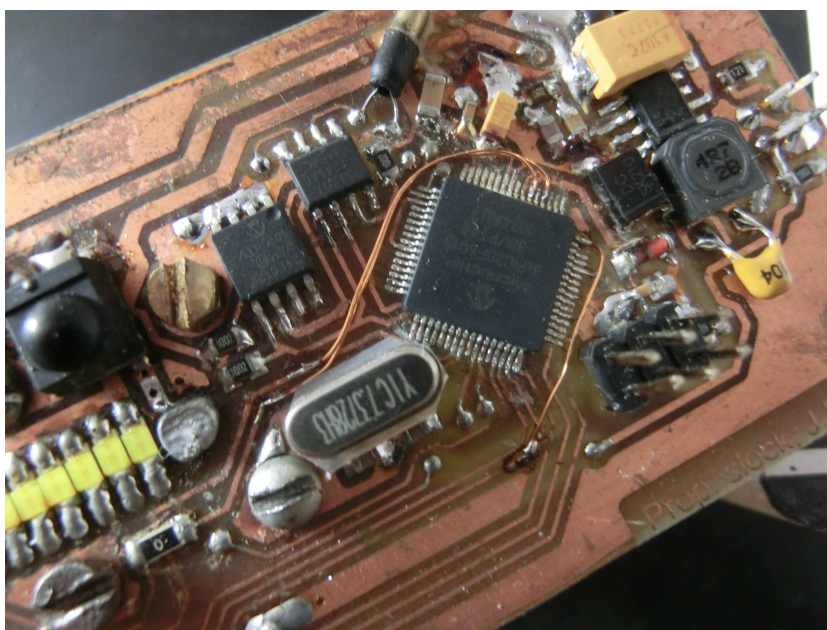
Při prvních seznamování se s deskou bylo dopředu zjištěno, že některé součásti desky nemusí fungovat zcela správně. Proto došlo k následujícímu postupu:

- proměření desky
- připojení ke zdroji
- nahrání programu
- odzkoušení komponentů

V procesoru byl nahrán program, který měl za úkol rozsvítit všechny LED diody. Po připojení k napájecímu zdroji bylo zjištěno, že se diody nerozsvítily.

Začalo tedy postupné zjišťování problému. Nejprve byl napsán testovací program, který rozsvítil modrou LED diodu. Poté docházelo k postupnému rozšiřování programu, rozblikání modré a červené LED diody. Tento krok měl zjistit, jestli uP funguje správně,

krok proběhl v pořádku. Další program byl napsán tak, aby po 1 sekundě rozsvítil jednotlivé LED diody. Rozsvítila se první LED dioda a pomocí cyklu se takto mělo postupně rozsvítit všech 64 LED diod. Zde nastal problém, žádná LED dioda se nerozsvítila. Začalo tedy hledání problému, nejprve se proměřily vývody budičů a uP, jestli nejsou vyzkratované, dále zda-li je na vývodech uP správné napětí. Tento krok odhalil problém, na vývodech RF3 (MOSI1 - data), RF6 (SCK1 - hodinový signál) a RC13 (LATCH_HI - zápis do druhého budiče) nebylo naměřeno žádné napětí. Došlo tedy k přerušení spojení k těmto vývodům a byly zvoleny jiné vhodné a předem odzkoušené vývody. Pomocí tenkého vodiče se nové vývody připájely zpět, toto je vidět na následujícím obrázku.



Obrázek 3.3: Změna vývodů

Pro přehlednost je zde sepsána změna všech vývodů. Tyto změny nejsou upraveny ve schématu ani na DPS.

- vývod RF6,SCK1 na vývod RG6,SCK2
- vývod RF3,MOSI1 na vývod RG8,MOSI2
- vývod RC13 na vývod RE4

Je nutné zmínit jednu důležitou změnu, která se zdá být na první pohled zanedbatelná, ovšem, bez jejího zahrnutí nebude dalším uživatelům fungovat velice důležitá komponenta na procesoru a tou je SPI komunikace. Před změnou vývodů byla na vývodu procesoru

RF3 komunikace přes SPI1, ovšem na vývodu RG8 je komunikace přes SPI2. Je nezbytně nutné, aby se změna vývodů a s ní i změna z SPI1 na SPI2 brala na vědomí a předešlo se tak zbytečným hodinám odlaďování a odhalování chyb. Při psaní hlavního programu byl zjištěn další problém a to konkrétně při zahrnutí optozávory pro stabilní zobrazování obrazu. Při použití tohoto komponentu bylo zjištěno, že je optozávora nefunkční, protože nereagovala na žádné příkazy programu. Opět tedy nejprve došlo k proměření cest od optozávory k vývodu procesoru, k napájení a k GND. Při proměření bylo zjištěno, že není připájen vývodu procesoru k příslušné cestě. Vývod se tedy opatrně připájel na své místo. V tomto kroku hrozilo velké nebezpečí, že dojde k slití vedlejších nožiček procesoru a oprava tohoto problému by byla z důvodu součástek SMD velice problémová. Při opětovném proměření už bylo vše v pořádku. Po těchto úpravách vše fungovalo jak mělo a mohlo dojít k vytvoření hlavního programu. Testovací program, který je zmíněn v této kapitole se nachází v přílohách na CD.

Kapitola 4

Software pro rotační displej

V první řadě bylo vytvořeno několik testovacích programů. Tyto programy měly za úkol odzkoušení jednotlivých částí displeje a hlavně komunikaci mezi procesorem a budiči LED diod. K dispozici na CD jsou následující programy: testování SPI komunikace, testování přerušování, testování budičů a program pro testování časovače. toto je výčet jen některých, důležitých programů, nachází se zde i další programy, které mohou být užitečné například pro ne moc zkušeného programátora a hlavně i pro seznámení uživatele se zařízením.

Poté došlo k vytvoření programu pro vytvoření vlastních obrazců, návod jak vytvořit vlastní obraz je popsán v kapitole 5. Až po odzkoušení byl napsán finální program ve vývojovém prostředí MPLAB X IDE v3.15 v programovacím jazyce C. Z důvodu větší jednoduchosti pro uživatele, byly napsány dva programy. Jeden je pouze na vypisování zadaných textů a druhý na vypisování navržených obrazců, textu a případně hodin. Pro první program byla vytvořena znaková sada, skládající se z jednotlivých písmen abecedy s tím že, písmena jsou vytvořena z jedniček a nul a poté zadeklarována. Poté si do příslušného řádku v hlavním programu napíšeme větu, kterou chceme zobrazit na displeji, program nahrajeme do mikroprocesoru a po roztočení displeje se nám věta zobrazí na displeji. Ukázka hlavní části prvního zmíněného programu je vidět na následujícím kódu.

```
int main(void) {  
  
    ADPCFG = 0xFFFF; // Všechny porty digitální  
    PORTEbits.RE0 = 0; // nastavení portu a trisu  
    TRISEbits.TRISE0 = 0;  
  
    //PORTCbits.RC14 = 1; //budic_zapis1  
    TRISCbits.TRISC14 = 0;
```

```
//PORTEbits.RE4 = 1; //budic_zapis2
TRISEbits.TRISE4 = 0;

//PORTDbits.RD0 = 1;
TRISDbits.TRISD0 = 0;

//PORTDbits.RD11 = 1;
TRISDbits.TRISD11 = 0;

TRISGbits.TRISG8 = 0;
TRISGbits.TRISG6 = 0;
PORTGbits.RG8 = 1;
PORTGbits.RG6 = 1;

IFS1bits.SPI2IF = 0; //vymaže p?íznak p?eru?ení
IEC1bits.SPI2IE = 0; //zakáže p?eru?ení

LED_RED = 1;
LED_RED_TRIS = 1;
DefinicePole();

//SPI1CON1 Register Settings
SPI2CONbits.DISSDO = 0; //SD01 pin je controlován modulem
SPI2CONbits.MODE16 = 1; //Comunikace po 2 bajtech (16 bits).
SPI2CONbits.SMP = 0; //p?íchozí data kontrolována v prost?edku.
SPI2CONbits.CKE = 1; //nastavení aktivní hrany signálu
SPI2CONbits.CKP = 1; //nastavení idle modu
SPI2CONbits.PPRE = 3;
SPI2CONbits.SPRE = 5;
SPI2CONbits.MSTEN = 1; //Master Mode povolen
SPI2STATbits.SPIEN = 1; //Povoluje SPI Modul

LED_RED = 0;

int i = 0;
unsigned long long a;
```

```

//Potřebné nastavení je provedeno, můžeme jít na hlavní smyčku programu
while (1) {

    if (i == 359) //359
        i = 0;

    PORTCbits.RC14 = 0;
    PORTEbits.RE4 = 0;
    PORTDbits.RD0 = 0;

    PORTDbits.RD11 = 1;
    PORTEbits.RE0 = 1;
    LedWait();    //pridano LEDWAIT
    SPI2BUF = pole[i]; //data pro posílání
    while (SPI2STATbits.SPITBF);

    PORTDbits.RD0 = 1;
    SPI2BUF = (pole[i] >> 16); //data pro posílání
    while (SPI2STATbits.SPITBF);

    PORTEbits.RE4 = 1;
    SPI2BUF = (pole[i] >> 32);
    while (SPI2STATbits.SPITBF);

    PORTCbits.RC14 = 1;
    SPI2BUF = (pole[i] >> 48); //data pro posílání
    while (SPI2STATbits.SPITBF);

    i++;
    LedWait();    //pridano LEDWAIT
    PORTEbits.RE0 = 0;
    for (a = 0; a < 0x0500; a++);    //zpozdovaci smyčka
}

```

Kód ukazuje pouze část prvního programu pro rotační LED displej verze 2. Celý program a předchozí zmíněné programy, které jsou určeny pro testování jsou přiložené na CD k této absolventské práci.

Druhý program, který je určen pro zobrazování obrazců, je jednoduše pole, které má 360 řádků, kde v každém řádku je 64 znaků (1 a 0). Jak již bylo jednou zmíněno, tak

číslo 360 odpovídá stupňům při otáčení a číslo 64 představuje počet LED diod na displeji. Pomocí programu pro vytváření obrazců si vytvoříme požadovaný obrazec z 1 a 0 a poté pomocí návodu, který je popsán v kapitole 5 vytvořená data jednoduše nakopírujeme do příslušného řádku pole. V obou verzích programu je použita opozávora, která má za úkol udržet obraz stabilně na jednom místě.

Kapitola 5

Získání dat pro rotační LED displej

Pro získání dat, vytvoření obrazce a následné nahrání do programu byla vytvořena pomůcka, která uživateli ulehčí všechny tři zmíněné kroky. Ulehčení je markantní a proto není téměř vůbec nutné znát hlavní program, jednotlivé kroky nebo funkci programu. Nutnou podmínkou pro vytváření obrazců je mít nainstalován Microsoft Excel 2007 nebo vyšší verzi tohoto programu. Rovněž nesmíme zapomenout povolit makra při otevření souboru, obvykle se objeví řádek s upozorněním, že soubor obsahuje makra a jestli je chceme povolit, či nikoliv.

5.1 Vytvoření souborů pro obrazce

Pro vytváření obrazců byl vytvořen soubor „Transformace.xlsm“ v programu Excel a tomto souboru dvě tabulky. První tabulka představuje rozvinutou horní polovinu displeje a druhá tabulka představuje rozvinutou spodní polovinu displeje. Každá tato tabulka má 64 řádků a 180 sloupců, proč právě tyto čísla je napsáno v kapitole 4. Postupně docházelo k estetickým úpravám těchto tabulek jako např.: očíslování jednotlivých stupňů otáčení, očíslování LED diod, velikosti buněk, barvy, . . . Barvy pro jednotlivé bity jsou zvolené tak, aby byla tabulka a vytvořený obrazec co nejpřehlednější, to znamená, že 0 jsou světle šedou barvou a jsou vidět hůře a naopak 1 jsou černou barvou. Tato úprava má za důsledek dobré orientování při vytváření. Po dokončení estetických úprav došlo k vytvoření několika maker. První vytvořené makro bylo vytvořeno tak, že dojde ke zkopírování jedné poloviny ze záložky „NAVRH“ na záložku „TransfHP“ nebo „TransfDP“ (podle toho kterou polovinu volíme) a zároveň makro otočí data. Celková

dispozice tabulky, grafická úprava tabulky a některá tlačítka jsou vidět na následujícím obrázku.

Obrázek 5.1: Část tabulky pro vytváření obrazců

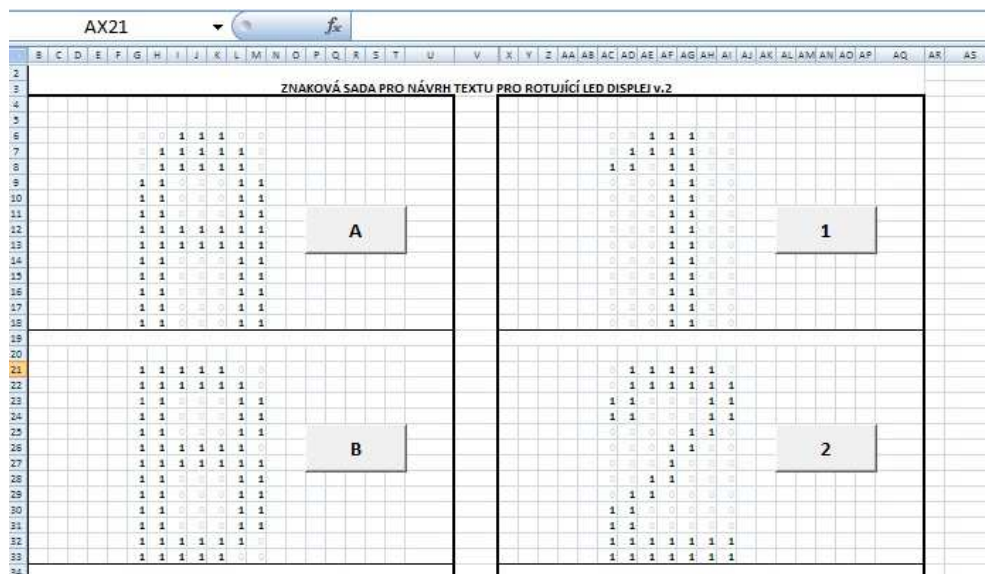
V předchozím kroku zároveň dojde k sloučení jednotlivých buněk do jedné buňky. Toto sloučení se provádí automaticky a je provedeno pomocí funkce „CONCATENATE“. Při správném použití nám funkce z jednotlivých buněk (v tomto případě jeden řádek - 65 buněk) udělá jeden textový řetězec. Automaticky vytvořený textový řetězec vpravo vedle otočených dat je přesně ve tvaru, v jakém ho můžeme použít pro mikroprocesor.

Důvod proč je použita tato funkce je prostý, pokud použijeme data bez použití funkce a vyexportujeme nebo je zkopírujeme do poznámkového bloku, všechna data budou s mezerami a to je v tomto případě nežádoucí. Ovšem po použití funkce a makra, jsou data přesně v potřebném tvaru. Pro jednoduchost byly vytvořeny tlačítka a k nim přiřazeny makra. Tlačítka s výše zmíněnou funkcí mají názvy „TRANSFORMUJ Dolní polovinu“ a „TRANSFORMUJ Horní Polovinu“.

Jako další funkce, která je nezbytná pro vytváření obrazců je mazání nebo nulování horní a dolní poloviny. Opět bylo vytvořeno makro, které ulehčí uživateli práci. Po aktivaci makra dojde k zkopírování pomocné a vynulované tabulky a vložení na pozici návrhové tabulky. Opět bylo makro vytvořeno pro každou polovinu zvlášť a ke každému makru byla vytvořena tlačítka: „VYNULUJ Horní polovinu“, „VYNULUJ Dolní polovinu“. Je důležité dodat, že makro nuluje tabulky pouze na záložce „NAVRH“, to znamená, že na záložkách „TransfDP“ a „TransfHP“ zůstanou data v předchozím stavu. Samozřejmě je i možnost přepisovat jednotlivé 0 a 1.

Jako další krok bylo vytvoření jednoduché znakové sady. Znaková sada se nachází na

čtvrté záložce. Ve znakové sadě je vytvořeno 24 písmen abecedy a 10 číslic. Ke každému znaku bylo znovu vytvořeno makro s tlačítkem. Po kliknutí na tlačítko se aktivuje makro, které označí požadované písmeno a vloží ho na kartu návrh. Po vložení zůstane písmeno označené a můžeme ho buď pomocí klávesové zkratky nebo najetím kurzoru na hranu rámečku a přidržetím LTM umístit na požadované místo. Vždy po zvolení jiného písmena bude předchozí písmeno nahrazeno aktuálně zvoleným. Pro představu je kousek znakové sady s tlačítky zobrazen na následujícím obrázku.



Obrázek 5.2: Pomocná znaková sada

Další akce je srovnání dat do jednoho sloupce. Opět bylo vytvořené makro a k makru přiřazené tlačítko. Tlačítko nese název „Příprava“ a po kliknutí na toto tlačítko se nakopírují připravená data z horní i dolní poloviny do jednoho sloupce. Po této akci se zobrazí „sloupec“ o 360 řádcích a 65 znacích. Tato data jsou připravena k exportu a na to slouží předposlední tlačítko Export. Po kliknutí na toto tlačítko se připravená data vyexportují do souboru s názvem export.txt a uloží se do stejného adresáře, v němž je soubor pro vytváření obrázců.

Poslední makro, které bylo vytvořené, je již pouze informativního charakteru, avšak je stejně důležité jako makra předchozí. Toto makro slouží jako soubor „READ ME“, „čti mě“, tudíž se jedná o návod jak postupovat při vytváření obrázců. Tento návod se vyvolá pomocí tlačítka „READ ME“.

Kapitola 6

Závěr

Došlo ke splnění většiny zadaných cílů, deska je téměř kompletně oživena, jediná součástka u které nedošlo k oživení je externí taktovací krystal pro mikroprocesor, po konzultaci s vedoucím práce bylo rozhodnuto, že tento krystal není nezbytně nutný pro správnou funkci displeje.

Dále měl být vytvořen způsob vytváření obrazců, získání a vložení dat pro mikroprocesor, tento cíl byl splněn a byl napsán návod, který je popsán v jedné z kapitol této práce.

Soubory a programy nezbytně nutné pro vytváření jsou uloženy na přiloženém CD.

Navíc mimo zadané cíle byla upravena a použita statická část z první verze zařízení. První verze byla vyjmuta a vyměněna za druhou verzi, k tomuto kroku došlo z důvodu problému při výrobě statické části pro druhou verzi, kterou vytvářel jiný student.

Jako další postup je doporučeno oživit externí krystal pro úplnou funkčnost DPS. Velice důležité je dodat, že zde použitá statická část, nebyla předchozím autorem navržena pro tuto verzi rotačního displeje. V této práci byla použita pouze pro ukázkou. Jak rotující část, tedy deska plošného spoje, tak hlavně statická část se musela značně upravit, aby se mohli obě části použít dohromady. Tato statická část není zcela vhodná pro tuto verzi rotačního displeje a je doporučeno desku vyjmout a navrhnout statickou část právě pro tento typ desky.

Literatura

HAVEL, V. (2012), Výroba rotačního displeje - Software, (Maturitní práce), VOŠ, SŠ, COP Sezimovo Ústí, Sezimovo Ústí.

<http://www.copsu.cz/>[online] (2011). [cit. 2016-03-12], [⟨http://www.copsu.cz/⟩](http://www.copsu.cz/).

<http://www.dailymail.co.uk/> [online] (2009). [cit. 2016-2-7], [⟨http://www.dailymail.co.uk/⟩](http://www.dailymail.co.uk/).

MCU Hobby [online] (2010). [cit. 2016-04-16], [⟨http://www.mcu hobby.cz/⟩](http://www.mcu hobby.cz/).

RYTÍŘ, J. (2014), Rotující displej, (Absolventská práce), VOŠ, SŠ, COP Sezimovo Ústí, Sezimovo Ústí.

SCHENK, C. (2009), MiKTeX [online]. [cit. 2016-02-4], [⟨http://www.miktex.org/⟩](http://www.miktex.org/).

VESELÝ, D. (2012), Výroba rotačního displeje - Hardware, (Maturitní práce), VOŠ, SŠ, COP Sezimovo Ústí, Sezimovo Ústí.

Příloha A

Obsah přiloženého CD/DVD

K této práci je přiloženo CD/DVD s následující adresářovou strukturou.

- Veselý AP 2017: *absolventská práce ve formátu TEX*
- Veselý AP 2017.pdf: *absolventská práce ve formátu PDF*
- Data Sheets: *data Sheets k použitým součástkám*
- Hlavní program: *hlavní program pro RD*
- Transformace: *soubor pro úpravu dat pro RD*
- ProgramPIC test: *testovací programy pro RD*
- Schéma zapojení a DPS: *schéma a DPS navržené v programu EAGLE*

Příloha B

Použitý software

EAGLE 7.4.0 [⟨http://www.eagle.cz/⟩](http://www.eagle.cz/)

L^AT_EX 2 ϵ [⟨http://www.miktex.org/⟩](http://www.miktex.org/)

MPLAB X IDE v3.15 [⟨http://www.microchip.com/⟩](http://www.microchip.com/)

PICkit 2 v2.61 [⟨http://www.microchip.com/⟩](http://www.microchip.com/)

WinEdt 5.3 [⟨http://www.winedt.com/⟩](http://www.winedt.com/)

Software z výše uvedeného seznamu je buď volně dostupný, nebo jeho licenci toho času vlastní Vyšší odborná škola, Střední škola, Centrum odborné přípravy, Sezimovo Ústí, Budějovická 421, kde autor téhož času studoval a vytvořil tuto absolventskou práci.