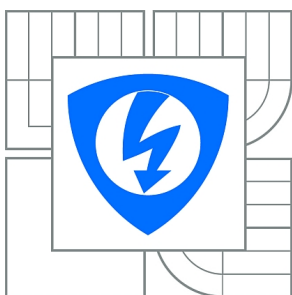


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ**

ÚSTAV MIKROELEKTRONIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF MICROELECTRONICS

APLIKACE PRO PLOŠNÝ DISPLEJ LED

PLANAR LED DISPLAY APPLICATION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

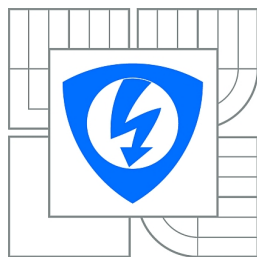
JIŘÍ HOUSEREK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JOSEF ŠANDERA, Ph.D.

BRNO 2011



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav mikroelektroniky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor
Mikroelektronika a technologie

Student: Jiří Houserek

ID: 120779

Ročník: 3

Akademický rok: 2010/2011

NÁZEV TÉMATU:

Aplikace pro plošný displej LED

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Seznamte se s metodou propojení elektronických modulů přes hranu. Navrhněte vhodnou aplikaci pro aktivní maticový LED displej s organizací 8x32 diod. Navrhněte schéma zapojení a sestavte obslužný program pro procesor PIC. Realizujte funkční vzorek zapojení.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Podle pokynů vedoucího práce

Termín zadání: 7.2.2011

Termín odevzdání: 2.6.2011

Vedoucí práce: Ing. Josef Šandera, Ph.D.

doc. Ing. Jiří Háze, Ph.D.

Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Licenční smlouva poskytovaná k výkonu práva užít školní dílo

uzavřená mezi smluvními stranami:

1. Pan/paní

Jméno a příjmení: Jiří Houserek
Bytem: Šafaříkova 1276, 67602 Mor. Budějovice
Narozen/a (datum a místo): 8.5.1988 Třebíč
(dále jen „autor“)

a

2. Vysoké učení technické v Brně

Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
se sídlem Údolní 244/53, 602 00 Brno
jejímž jménem jedná na základě písemného pověření děkanem fakulty:
doc. Ing. Jiří Háze, Ph.D.
(dále jen „nabyvatel“)

Čl. 1 Specifikace školního díla

1. Předmětem této smlouvy je vysokoškolská kvalifikační práce (VŠKP):

- ☐ disertační práce
- ☐ diplomová práce
- ☒ bakalářská práce
- ☐ jiná práce, jejíž druh je specifikován jako ...
(dále jen VŠKP nebo dílo)

Název VŠKP: Aplikace pro plošný LED displej
Vedoucí/ školitel VŠKP: Ing. Josef Šandera, Ph.D.
Ústav: Ústav mikroelektroniky
Datum obhajoby VŠKP: 13. – 14.6.2011

VŠKP odevzdal autor nabyvateli v:

- ☒ tištěné formě – počet exemplářů 2
- ☒ elektronické formě – počet exemplářů 2

2. Autor prohlašuje, že vytvořil samostatnou vlastní tvůrčí činností dílo shora popsané a specifikované. Autor dále prohlašuje, že při zpracovávání díla se sám nedostal do rozporu s autorským zákonem a předpisy souvisejícími a že je dílo dílem původním.
3. Dílo je chráněno jako dílo dle autorského zákona v platném znění.
4. Autor potvrzuje, že listinná a elektronická verze díla je identická.

Článek 2

Udělení licenčního oprávnění

1. Autor touto smlouvou poskytuje nabyvateli oprávnění (licenci) k výkonu práva uvedené dílo nevýdělečně užít, archivovat a zpřístupnit ke studijním, výukovým a výzkumným účelům včetně pořizování výpisů, opisů a rozmnoženin.
2. Licence je poskytována celosvětově, pro celou dobu trvání autorských a majetkových práv k dílu.
3. Autor souhlasí se zveřejněním díla v databázi přístupné v mezinárodní síti
 - ☒ ihned po uzavření této smlouvy
 - ☐ 1 rok po uzavření této smlouvy
 - ☐ 3 roky po uzavření této smlouvy
 - ☐ 5 let po uzavření této smlouvy
 - ☐ 10 let po uzavření této smlouvy(z důvodu utajení v něm obsažených informací)
4. Nevýdělečné zveřejňování díla nabyvatelem v souladu s ustanovením § 47b zákona č. 111/ 1998 Sb., v platném znění, nevyžaduje licenci a nabyvatel je k němu povinen a oprávněn ze zákona.

Článek 3

Závěrečná ustanovení

1. Smlouva je sepsána ve třech vyhotoveních s platností originálu, přičemž po jednom vyhotovení obdrží autor a nabyvatel, další vyhotovení je vloženo do VŠKP.
2. Vztahy mezi smluvními stranami vzniklé a neupravené touto smlouvou se řídí autorským zákonem, občanským zákoníkem, vysokoškolským zákonem, zákonem o archivnictví, v platném znění a popř. dalšími právními předpisy.
3. Licenční smlouva byla uzavřena na základě svobodné a pravé vůle smluvních stran, s plným porozuměním jejímu textu i důsledkům, nikoliv v tísní a za nápadně nevýhodných podmínek.
4. Licenční smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami.

V Brně dne: 2.6.2011

.....
Nabyvatel

.....
Autor

Abstrakt:

Tato práce se zabývá teoretickým návrhem a zpracováním zařízení, jehož hlavním účelem je použití jako hodiny řízené DCF77 signálem, který je vysílán z Německa. Dále toto zařízení umožňuje použití budíku a zobrazení data. K zobrazení je použit maticový LED displej 8x32 ve formě modulu, který je k hlavní části propojen přes hranu. Celý přístroj je ovládán pomocí mikrokontroléru PIC16F877A. Je zde popsána problematika displejů, mikrokontrolérů a časového signálu DCF.

Abstract:

This coursework deals theoretical with design and construction of the electronic clocks controlled by DCF77 signal, which is broadcasted from Germany. This device will be used as alarm and is able to show date. There is used display, which consists of 8x32 LED matrix in a modular, which is connected to main board over the edge. This device is controlled by microcontoller PIC16F887A. There are described displays, microcontrollers and DCF time signal.

Klíčová slova:

Signál DCF77, hodiny, budík, LED displej, hranové propojení, mikrokontrolér.

Keywords:

DCF77 signal, clocks, alarm, LED display, over the edge connection, microcontroller.

Bibliografická citace díla:

HOUSEREK, J. *Aplikace pro plošný LED displej*. Brno, 2011. 41 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Josef Šandera, Ph.D. FEKT VUT v Brně.

Prohlášení autora o původnosti díla:

Prohlašuji, že jsem tuto vysokoškolskou kvalifikační práci vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce, s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně dne **2.6. 2011**

.....

Poděkování:

Děkuji vedoucímu diplomové práce Ing. Josefu Šanderovi, Ph.D. za zapůjčení programovacího modulu, účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování projektu. Dále bych rád poděkoval Ing. Jiřímu Starému, Ph.D. za poskytnutí laboratoří pro pájení SMD součástek.

Vysoké učení technické v Brně

Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií

Ústav mikroelektroniky

POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Autor:	Jiří Houserek
Název závěrečné práce:	Aplikace pro plošný LED displej
Název závěrečné práce ENG:	Planar LED display application
Anotace závěrečné práce:	Tato práce se zabývá teoretickým návrhem a zpracováním zařízení, jehož hlavním účelem je použití jako hodiny řízené DCF77 signálem, který je vysílán z Německa. Dále toto zařízení umožňuje použití budíku a zobrazení data. K zobrazení je použit maticový LED displej 8x32 ve formě modulu, který je k hlavní části propojen přes hranu. Celý přístroj je ovládán pomocí mikrokontroléru PIC16F877A. Je zde popsána problematika displejů, mikrokontrolérů a časového signálu DCF.
Anotace závěrečné práce ENG:	This coursework deals theoretical with design and construction of the electronic clocks controlled by DCF77 signal, which is broadcasted from Germany. This device will be used as alarm and is able to show date. There is used display, which consists of 8x32 LED matrix in a modular, which is connected to main board over the edge. This device is controlled by microcontoller PIC16F887A. There are described displays, microcontrollers and DCF time signal.
Klíčová slova:	Signál DCF77, hodiny, budík, LED displej, hranové propojení, mikrokontrolér.
Klíčová slova ENG:	DCF77 signal, clocks, alarm, LED display, over the edge connection, microcontroller.
Typ závěrečné práce:	bakalářská
Datový formát elektronické verze:	formát pdf
Jazyk závěrečné práce:	český
Přidělovaný titul:	Bc.
Vedoucí závěrečné práce:	Ing. Josef Šandera, Ph.D.
Škola:	Vysoké učení technické v Brně
Fakulta:	Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
Ústav:	Ústav mikroelektroniky
Studijní program:	Elektrotechnika, elektronika, komunikační a řídicí technika
Studijní obor:	Mikroelektronika a technologie

OBSAH

ÚVOD	- 10 -
1 TEORETICKÝ ROZBOR.....	- 11 -
1.1 MATICOVÝ LED DISPLEJ	- 11 -
1.1.1 Popis displeje.....	- 11 -
1.1.2 Zobrazení.....	- 12 -
1.2 DCF SIGNÁL	- 14 -
1.2.1 Základní parametry.....	- 14 -
1.2.2 Časový kód.....	- 15 -
1.2.3 Modul DCF77.....	- 17 -
1.3 MIKROKONTROLÉRY	- 18 -
1.3.1 Charakteristika mikrokontroléru	- 19 -
1.3.2 Mikrokontrolér PIC.....	- 19 -
1.3.3 Programování mikrokontroléru.....	- 21 -
1.4 PÁJENÍ SMD SOUČÁSTEK	- 22 -
1.4.1 Ruční pájení.....	- 22 -
1.4.2 Strojní pájení vlnou	- 22 -
1.4.3 Pájení přetavením.....	- 23 -
2 PRAKTICKÁ ČÁST.....	- 24 -
2.1 NÁVRH SCHÉMATU	- 24 -
2.1.1 Napájení	- 25 -
2.1.2 Tlačítka	- 26 -
2.2 VÝROBA A OSAZENÍ DESKY PLOŠNÝCH SPOJŮ	- 26 -
3 PROGRAMOVÉ VYBAVENÍ.....	- 28 -
3.1 PODPROGRAM TLAČÍTEK A PIEZO SIRÉNY	- 29 -
3.2 FUNKCE PRO ZOBRAZENÍ NA MATICOVÉM DISPLEJI.....	- 30 -
3.3 SYNCHRONIZACE ČASU POMOCÍ DCF	- 31 -
3.4 NASTAVENÍ REGISTRŮ A VÝPOČET DÉLKY CYKLU	- 32 -

3.4.1	<i>Výpočet konstant použitých pro TMR0</i>	- 32 -
3.5	FUNKCE BUDÍKU	- 32 -
4	ZÁVĚR	- 33 -
5	POUŽITÁ LITERATURA.....	- 34 -
6	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	- 35 -
7	SEZNAM PŘÍLOH.....	- 36 -
7.1	SEZNAM OBRÁZKŮ	- 36 -
7.2	SEZNAM TABULEK	- 37 -
7.3	SEZNAM PŘÍLOH	- 37 -
8	PŘÍLOHY	- 38 -
8.1	SCHÉMA A NÁVRH DESKY PLOŠNÝCH SPOJŮ	- 38 -
8.2	OSAZOVÁNÍ SOUČÁSTEK	- 40 -

Úvod

Cílem této práce bylo vytvoření hodin řízených signálem DCF77, zobrazovaných na maticovém LED displeji, který je ovládán mikrokontrolérem PIC.

Klíčovými požadavky bylo vytvoření obslužného programu pro mikrokontrolér PIC16F877A, který bude dekódovat, zobrazovat a aktualizovat čas řízený pomocí modulu pro příjem satelitního signálu DCF77, který je vysílán z Německa. Vytvořené zapojení lze díky univerzálnosti maticového LED displeje a díky programovatelnosti mikrokontroléru libovolně upravovat.

Z realizace funkčního vzorku zapojení zde byla rozebrána problematika propojení modulu displeje a hlavní části zařízení přes hranu.

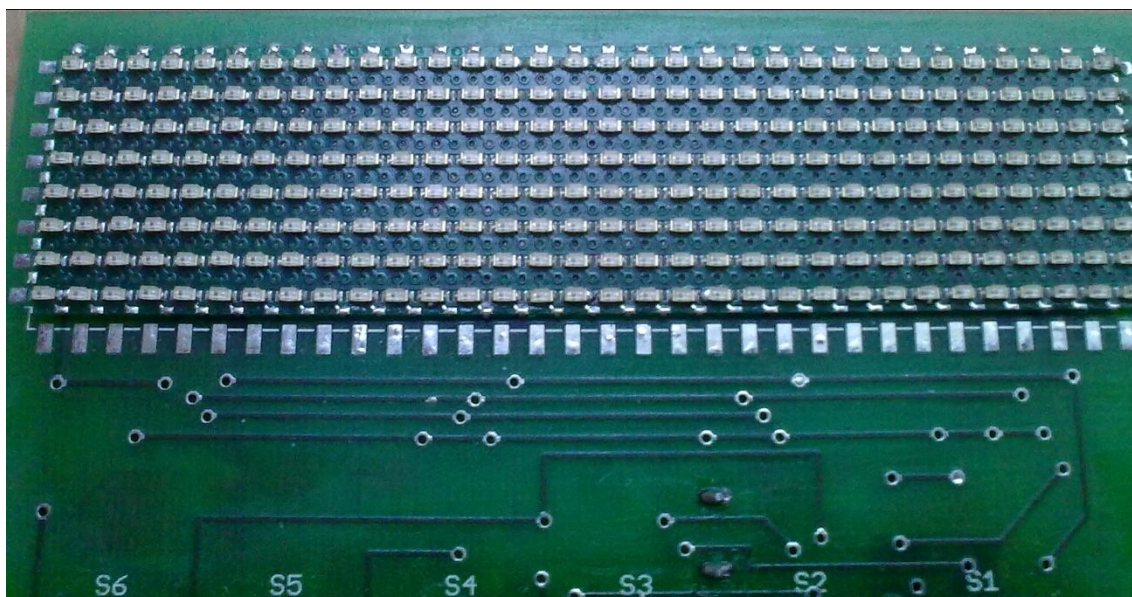
1 Teoretický rozbor

1.1 Maticový LED displej

Při výběru displeje byly kladeny nároky na jednoduchost, dobrou viditelnost z větší vzdálenosti, nízkou spotřebu a hlavně nízké náklady. Z několika typů displejů bylo nejlepší variantou zvolit maticový led displej.

1.1.1 Popis displeje

Tento displej se skládá z 8x32 (256) červených extra svítivých SMD LED diod které jsou poskládány do matice. Elektroluminiscenční dioda využívá PN přechodu, což znamená, že pokud prochází přechodem elektrický proud v propustném směru, dioda vyzařuje nekoherentní světlo s úzkým spektrem. Pásmo spektra záření diody je závislé na chemickém složení použitého polovodiče. Hlavní výhodou těchto diod oproti běžným žárovkám je nízká spotřeba napětí a proudu. Základní vlastností LED diod je svítivost, jejíž jednotkou je Candela [cd], která se udává v katalogu k určité hodnotě proudu procházejícího diodou (řádově v desítkách cd).



Obr. 1: Maticový LED displej

1.1.2 Zobrazení

Displej je pak ovládán pomocí portů mikrokontroléru a čtyř dekodérů 1 z 8, díky kterým lze vybírat jednotlivé sloupce, řádky jsou pak napojeny přímo na port. Výstupy dekodérů jsou negované, tedy aktivní na logickou 0.

Byla zde zvážena i možnost řízení displeje pomocí posuvných registrů, nicméně v tomto případě by to bylo zbytečně pomalé a složité. Displej je obnovován po sloupcích, což znamená, že vždy svítí pouze jeden sloupec. Proto by bylo pomalé postupně přepsat celý registr nulami s jedním bitem v log. 1, pak rozsvítit vybraný sloupec a znovu zapisovat do celého registru. Zde je tedy vidět, že efektivnější a rychlejší řešení je pomocí dekodérů, u kterých přímo vybereme pomocí portu který sloupec displeje má svítit. Jejich výstupem je log. "0", z toho důvodu je nutné použít jako spínací prvek tranzistor.

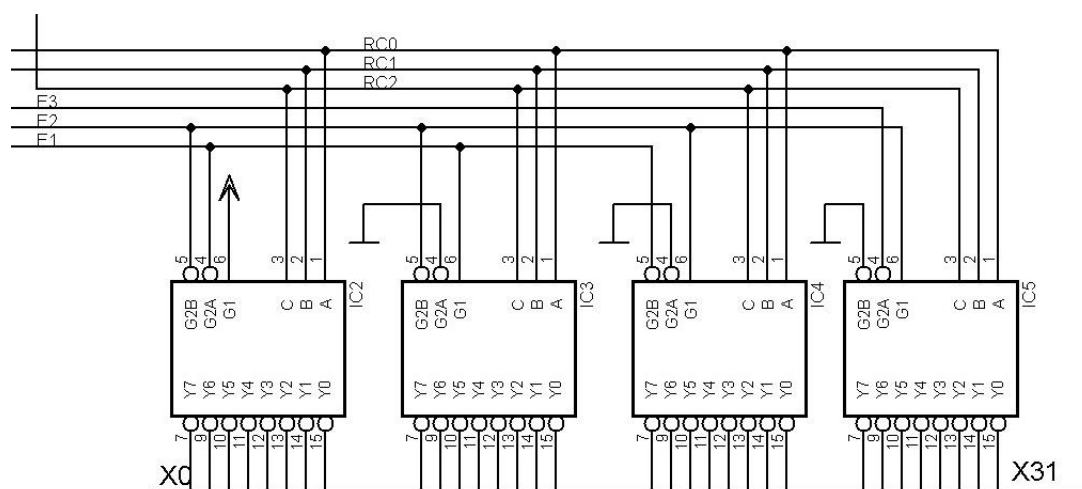
Tab. 1: Tabulka dekodéru - převzato z [9]

VSTUPY						VÝSTUPY							
ENABLE			ADRESOVACÍ										
$\overline{G2B}$	$\overline{G2A}$	G1	A	B	C	$\overline{Y}_0$	$\overline{Y}_1$	$\overline{Y}_2$	$\overline{Y}_3$	$\overline{Y}_4$	$\overline{Y}_5$	$\overline{Y}_6$	$\overline{Y}_7$
1	X	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	1
X	1	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	1
X	X	0	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1
0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1
0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

Tab. 2: Výběr dekodéru - převzato z [1]

E3	E2	E1	Aktivní dekodér
1	0	0	IC2
1	0	1	IC3
1	1	0	IC4
0	1	1	IC5

Pro výběr jednoho z dekodérů by stačila kombinace dvou vodičů, 2^2 tedy 4 stavy a pevné připojení vždy jednoho ze tří adresovaných vstupů na log. 1 nebo log. 0. Protože je pro aktivitu vybraného dekodéru třeba logická posloupnost 001, nelze poslední logickou posloupnost použít, je tedy potřeba přidat další adresovací vodič k poslednímu dekodéru.



Obr. 2: Zapojení dekodérů

1.2 DCF signál

DCF77 je rádiová stanice vysílající dlouhovlnný časový signál, podle kterého se synchronizují některé rádiové hodiny. DCF77 zajistí, že si hodiny samy nastaví čas a datum.

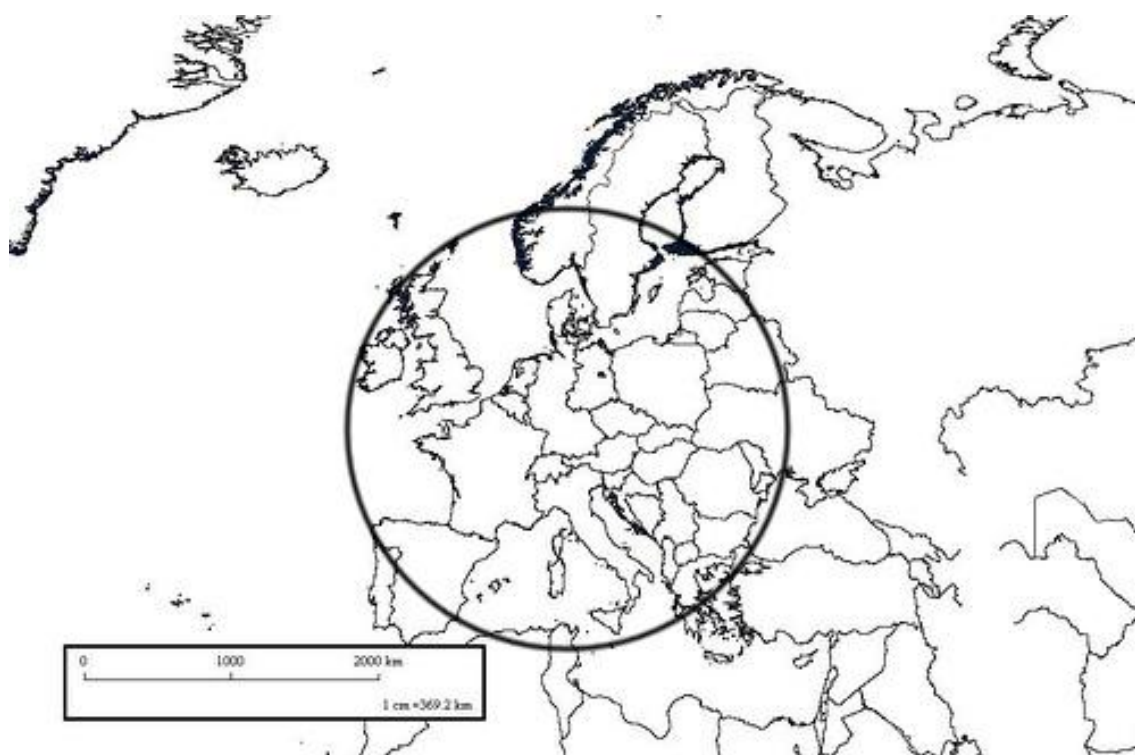
1.2.1 Základní parametry

Časová informace je vysílána na dlouhých vlnách s kmitočtem 77,5 kHz z vysílače v Mainflingu (asi 25 km od Frankfurtu nad Mohanem). Vysílač má výkon 50 kW, vyzářený výkon je přibližně 25 kW. K jeho vysílání je určena směrová anténa, která má dosah okolo 1500 - 2000 km.

Relativní odchylka frekvence nosné od nominální střední hodnoty za:

$$10 \text{ dní} < 0,5 \cdot 10^{-12}$$

$$100 \text{ dní} < 2 \cdot 10^{-13}$$

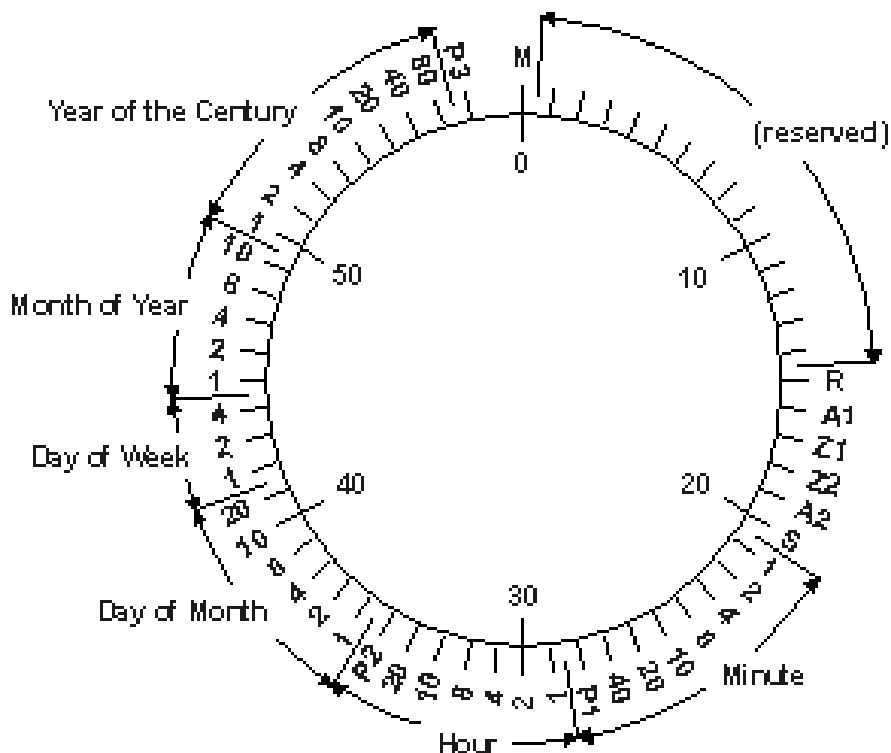


Obr. 3: Rozsah DCF77 signálu

1.2.2 Časový kód

Kódování časové informace je prováděno pulzně šířkovou modulací, na začátku každé sekundy klesne amplituda nosné na 25% z té počáteční. Pokud snížená amplituda trvá 100ms, jedná se o log."0", pokud trvá 200ms jedná se o log."1", po té amplituda znovu stoupne na svoji původní úroveň.

Volající značka vysílače je přenášena 3x za hodinu a to v 19., 39., a 59. minutě každé hodiny tónovou modulací nosné 250 Hz znaky morseovy abecedy bez přerušení vysílání časových značek. Kompletní informace o čase a datu se přenesou v jedné minutě. Během každé minuty jsou přenášena čísla minuty, hodiny, dne, dne v týdnu, měsíce a roku impulsovou modulací sekundových znaků v kódu BCD.



Obr. 4: Časový kód - převzato z [7]

M	minutová značka (vždy 0b)
R	anténa: 0b - normální anténa, 1b - náhradní anténa
A1	oznámení změny z SEČ na SELČ nebo naopak, 1 h před změnou (0b nic, 1b změna)
Z1,Z2	Časová zóna (rozdíl v hodinách oproti UTC, 00b = +0 h, 01b = +1 h = SEČ, 10b = +2 h = SELČ, 11b = +3 h)
A2	oznámení přestupné sekundy 1 h před změnou (0b nic, 1b změna)
S	startovací bit kódované časové informace (vždy 1b)
P1-P3	kontrolní bity (sudá parita)

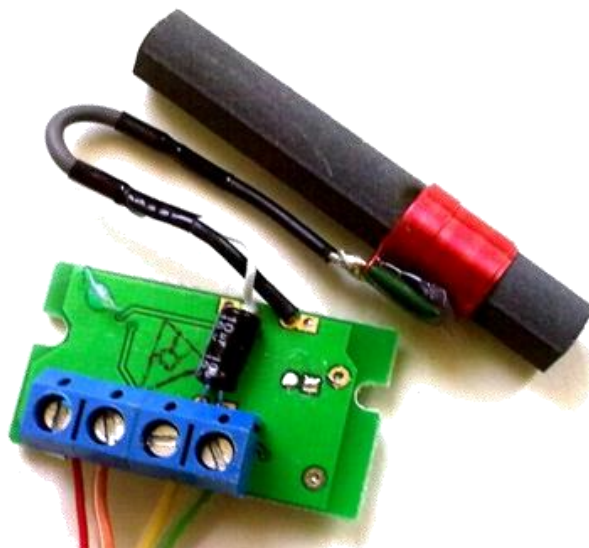
Z1 a Z2 ukazují, na jaký časový systém se vztahuje časová informace. Při vysílání středoevropského času jsou tyto znaky 01b, při vysílání středoevropského letního času jsou Z1 a Z2 = 10 binárně, zbylé 2 kombinace se zatím nepoužívají.

Přenáší se tyto informace:

- čas platný pro následující minutu
- datum platné pro následující minutu
- číslo dne v týdnu
- hlášení změny časové zóny 1 hodinu předem (informace o přechodu na letní čas)
- časová zóna (rozdíl v hodinách oproti UTC)
- hlášení přestupné sekundy 1 hodinu předem
- provoz na normální a rezervní anténu
- zabezpečení přenosu - několik kvalitních bitů

1.2.3 Modul DCF77

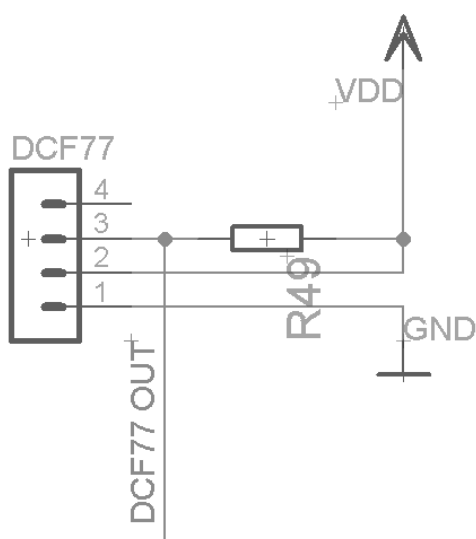
DCF77 modul je zařízení pro příjem DCF77 signálu. Přijatý signál je poslán 3. pinem svorkovnice do mikrokontroléru, kde je programem dekódován.



Obr. 5: Modul DCF77

Tento modul již obsahuje kompletní přijímač signálu DCF a zapojení svorkovnice je následující:

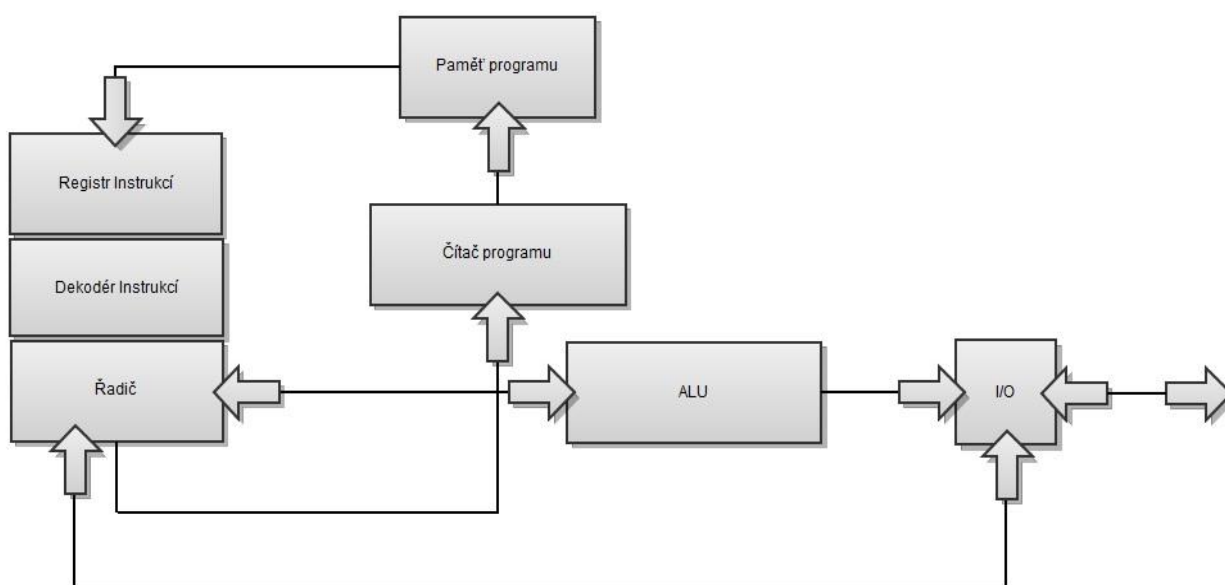
1. GND
2. Napájecí napětí od 1,2 V do 15V DC
3. Výstup DCF
4. Negovaný výstup DCF



Obr. 6: Schéma zapojení DCF77

1.3 Mikrokontroléry

Mikrokontrolér je programovatelná polovodičová součástka. Je založena na Harvardské nebo Von Neumannově architektuře. Tato programovatelná součástka je určena pro nejrůznější úlohy v průmyslových oborech.



Obr. 7: Blokové schéma mikrokontroléru

Čítač programu - zde jsou uloženy data vykonávané instrukce

Registr instrukcí - zde je uložen kód dané instrukce

Řadič - obvod, který řídí celý mikrokontrolér

ALU - aritmeticko-logická jednotka (zde se provádějí aritmetické a logické operace)

I/O - Vstupně výstupní jednotka

Dekodér instrukcí - obvod, jenž dekóduje instrukci a vygeneruje vnitřní el. signál, který zajistí provedení instrukce

1.3.1 Charakteristika mikrokontroléru

Mikrokontrolér je speciální druh mikroprocesoru, který je určen pro technické aplikace. Jednotlivé typy se mohou lišit různým provedením, prvky, rychlostí nebo velikostí paměti.

Základní prvky většiny mikrokontrolérů:

- Procesové jádro
- Paměť RAM
- Paměť programu ROM nebo FLASH
- Časovače
- Vstupně - výstupní zařízení:
 - sériová, USB komunikace
 - A/D a D/A převodníky
 - Vstupně - výstupní porty

K jejich základní funkci potřebují pouze napájení a zdroj hodinového signálu, většinou je to vnitřní oscilátor, ke kterému je připojen z vnějšku krystal. U některých moderních mikrokontrolérů se dnes místo venkovního krystalu používají zabudované RC oscilátory, ty ale nejsou tak přesné.

Mezi nejznámější typy mikrokontrolérů patří například 8051 od firmy Intel, dále pak AVR od výrobce Atmel a pro tuto práci byl vybrán PIC od firmy Microchip Technology sídlící v USA.

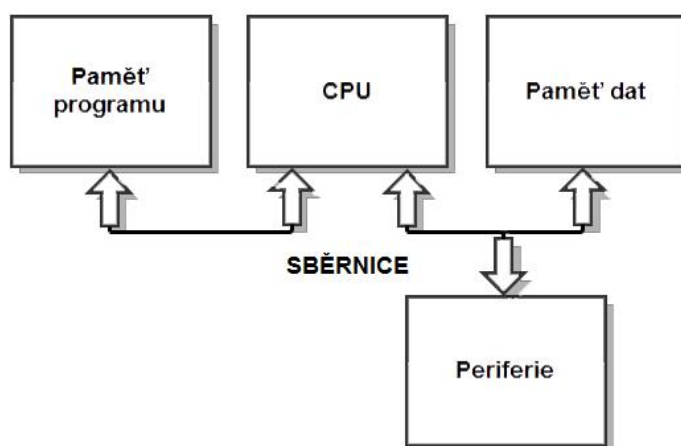
1.3.2 Mikrokontrolér PIC

Pro tuto práci byl vybrán mikrokontrolér PIC16F877A. Důvodů bylo mnoho, například snadné programování v jazyku C++, nízká spotřeba energie, dobrá dostupnost na trhu a nízká cena.

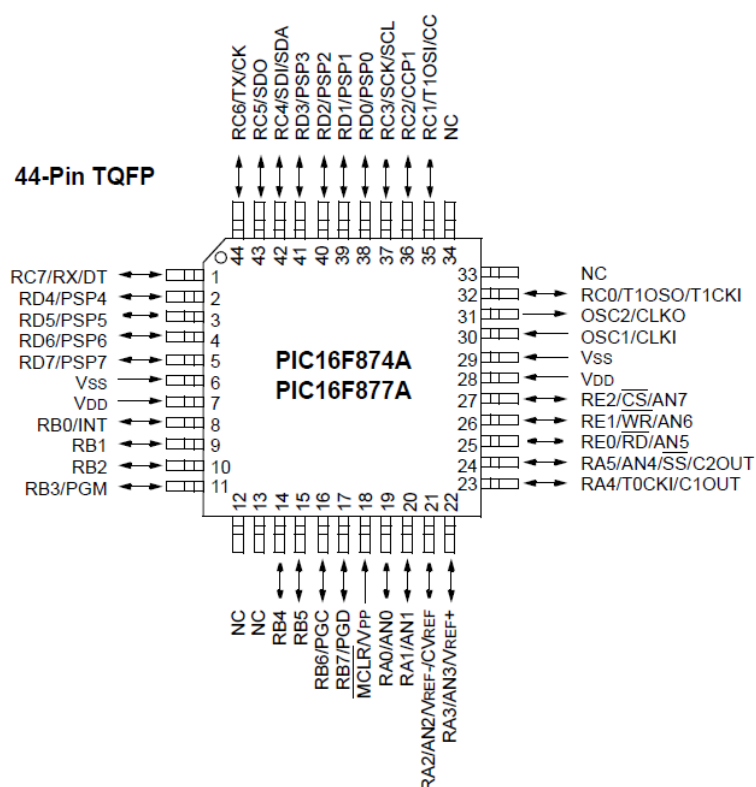
Tento typ mikrokontroléru pracuje s 8-bitovou šířkou datového slova a využívá programové paměti flash, tím pádem spadá do kategorie vícekrát programovatelných mikrokontrolérů, proto označení PIC16F.

Důležitým parametrem při výběru byl také počet portů, byly zde potřeba minimálně 2 vstupní, kvůli tlačítkům a DCF77 modulu a 2 výstupní porty pro ovládání displeje a piezo sirény. Dalším aspektem byla zabudovaná 256 bitová paměť EEPROM, kvůli ukládání času buzení.

Tato součástka je založena na Harvardské architektuře což znamená, že paměť pro data a paměť pro program jsou vzájemně oddělené.



Obr. 8: Harvardská architektura

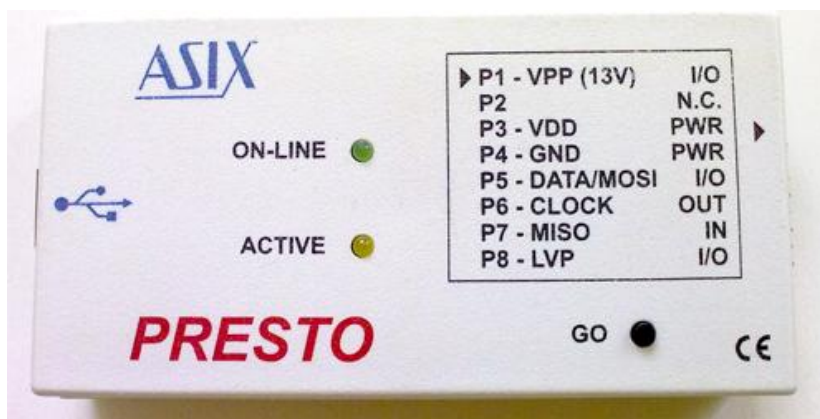


Obr. 9: Zapojení pinů mikrokontroléru v pouzdře QFP - převzato z [5]

1.3.3 Programování mikrokontroléru

Samotné programování bylo prováděno pomocí programátoru Presto od firmy ASIX. Je to velmi rychlý programátor, který je propojen s počítačem pomocí USB. Pro programování součástky slouží 8-pinový konektor ICSP. Napájení při programování lze zvolit interní (3-5V) nebo externí, což jsou tři úrovně: 3V, 5V a přepětí. Programátor má v sobě také zabudovanou nadproudovou ochranu pro programovací i pro napájecí napětí, kvůli ochraně programovaného mikrokontroléru.

Po připojení zařízení pomocí USB k počítači se rozsvítí zelená informační dioda ON-LINE. Žlutá dioda ACTIVE pak signalizuje aktivitu pokud je zahájeno programování nebo čtení z programované součástky. Z hlediska softwarové komunikace je dodáván program UP, který podporuje všechny programátory ASIX.



Obr. 10: Programátor ASIX PRESTO

Propojení pinů programátoru a mikrokontroléru:

- | | | |
|------------|----|---------------|
| P1 - VPP | -> | P18 - MCLR |
| P2 | -> | nezapojen |
| P3 - VDD | -> | VDD (+5V) |
| P4 - GND | -> | GND |
| P5 - DATA | -> | P17 - RB7/PGD |
| P6 - CLOCK | -> | P16 - RB6/PGC |
| P7 - MISO | -> | nezapojen |
| P8 - LVP | -> | nezapojen |

1.4 Pájení SMD součástek

Pájení je fyzikálně chemický proces, který má 3 fáze:

- smáčení
- difúze a rozpouštění některých prvků pájky a spojovaných materiálů
- chlazení a krystalizace

Při osazování desky součástkami byly na výběr tyto možnosti:

- Ruční pájení
- Strojní pájení vlnou
- Pájení přetavením

1.4.1 *Ruční pájení*

Způsob pájení, který se používá pro menší množství pájených spojů nebo pro úpravu již zapájených součástek.

Důležité pro ruční pájení je efektivní přenos tepla při optimálních pracovních teplotách, snaha o docílení nejkvalitnějšího spoje vhodnou kombinací teploty a času, volba vhodné pájecí slitiny, typu tavidla, hrotu pájedla a je zde potřeba dávat pozor na přesné umístění součástek.

U tohoto typu pájení je třeba vyvarovat se dlouhému tepelnému namáhání kvůli okolním součástkám, snažit se minimalizovat počet tepelných expozií a dávat si pozor na různé nečistoty.

1.4.2 *Strojní pájení vlnou*

Toto pájení se používá zejména ve velkovýrobě pro pájení vývodových součástek nebo součástek SMD, které jsou přilepeny na spodní straně DPS.

Hlavní části procesu:

Upevnění osazených DPS na dopravník - nastavení procesu pájení (rychlost, teplotu) - aplikace tavidla (nástřikem, pěnou, kartáčem nebo vlnovým nanesením) - odstranění přebytku tavidla (vzduchovou stírací tryskou nebo odsávací štěrbínou) - přehřev - pájení (turbulentní nebo klidnou vlnou).

1.4.3 Pájení přetavením

Při tomto typu pájení se součástky osazují do pájecí pasty, která se na DPS nanáší sítotiskem, šablonovým tiskem nebo pomocí dispenzeru, následně se osazená DPS pošle do in-line pece. Pasta se poté přetaví při teplotě vyšší než je bod tání obsažené pájky. Při tomto typu osazování jsou SMD součástky vycentrovány povrchovým napětím.

Výhody:

- pájka i tavidlo se aplikují pouze v místech kde je třeba
- úspora materiálu
- dávkování pájky i tavidla v přesně definovaném poměru
- méně nečistot, které se mohou dostat na pájený spoj při pájení vlnou
- pájecí proces bez teplotních rázů
- oboustranná montáž SMD

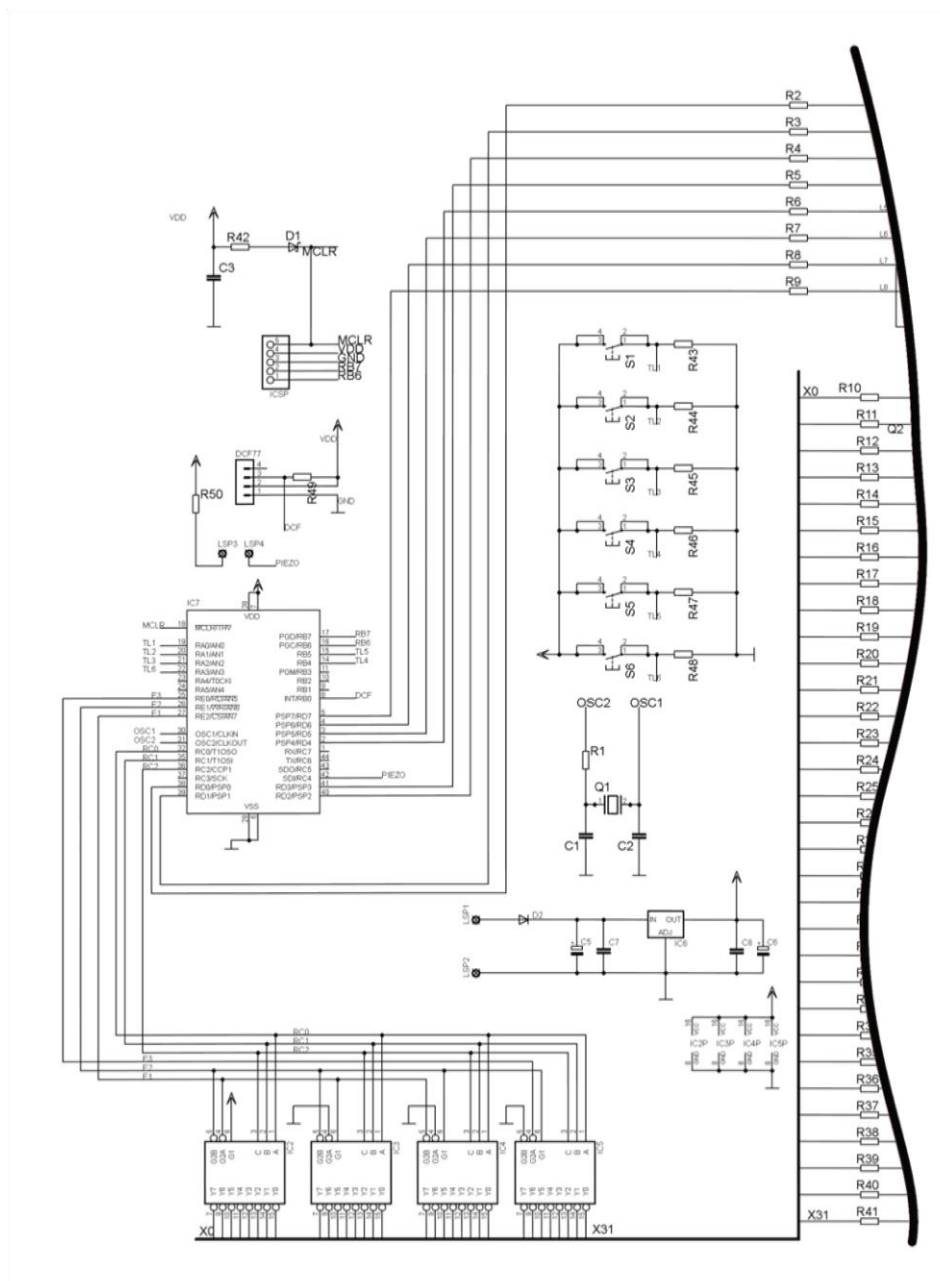
Faktory ovlivňující pájení přetavením jsou:

- druh pájecí pasty (druh tavidla, typ slitiny, viskozita)
- vliv prostředí (teplota a vlhkost)
- DPS (tepelná vodivost DPS, znečištění pájecích plošek)
- zařízení (přenos tepla, chlazení)
- technologický proces (nastavení teplot, rychlost pásu)

2 Praktická část

2.1 Návrh schématu

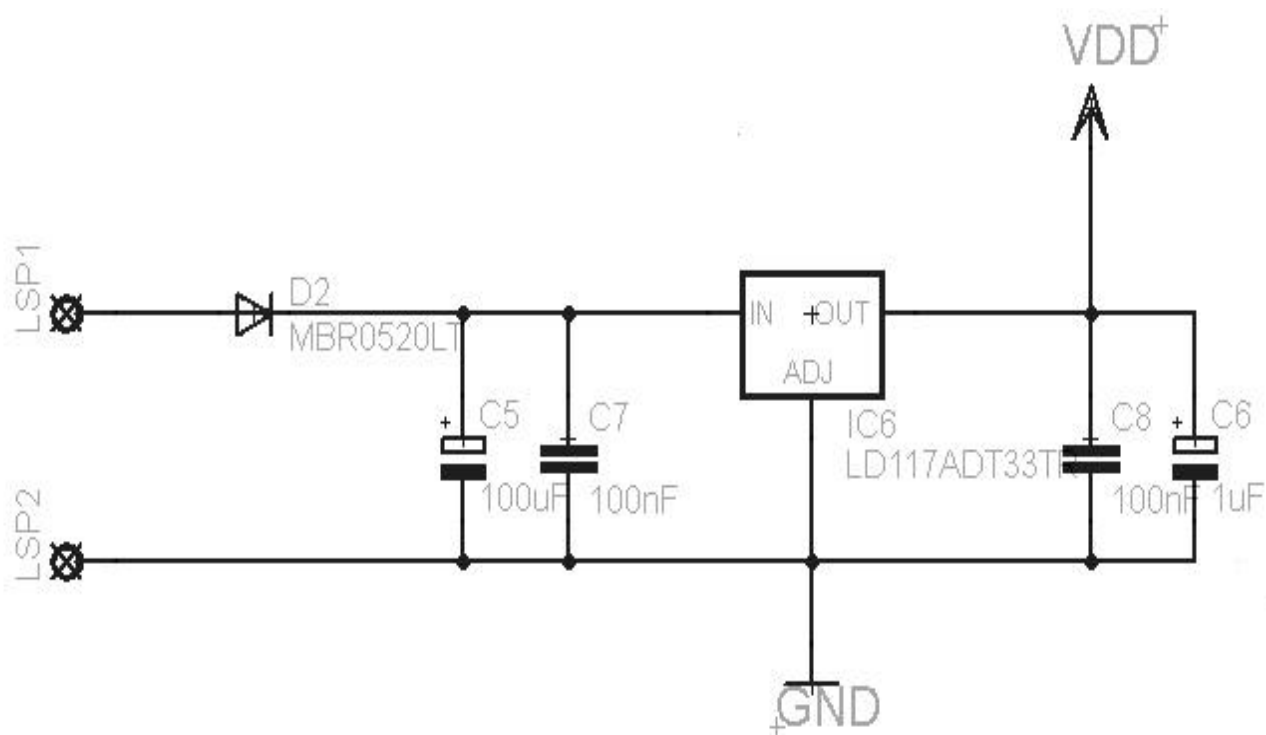
Při návrhu schématu byly kladeny nároky na co nejjednodušší provedení z hlediska konstrukce, funkčnosti a tvorby následného programového vybavení. Celé schéma a návrh desky je v příloze.



Obr. 11: Základní schéma - převzato a upraveno z [1]

2.1.1 Napájení

Napájení tohoto zařízení je řešeno pomocí transformátoru, který usměrňuje střídavé napětí z 230-240V ~ na 12V =, toto napětí je pak dále stabilizováno pomocí stabilizátoru LM1117DT-5,0 na 5V =. Pro napájení všech prvků tedy není potřeba žádný další stabilizátor, dokonce i DCF77 modul má rozsah pracovního napájení od 1,2V do 15V.

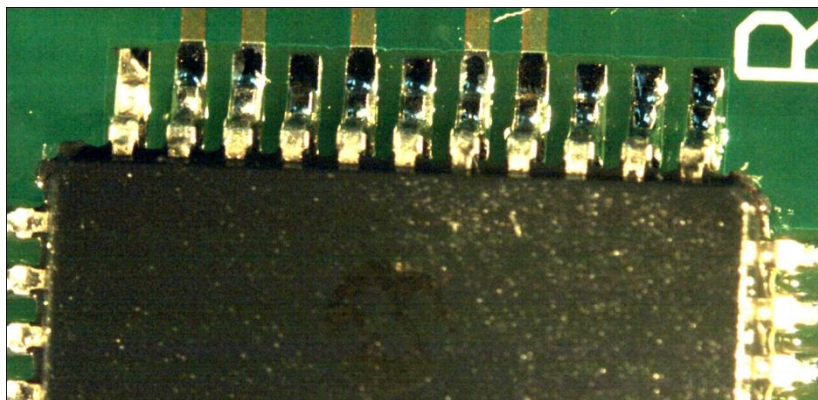


Obr. 12: Schéma napájení

Základní vlastnosti stabilizátoru **LM1117DT-5,0**:

- maximální výstupní proud 800mA
- teplotní rozsah 0°C - 125°C
- vstupní napětí 6,5V - 20V
- typ pouzdra TO-252

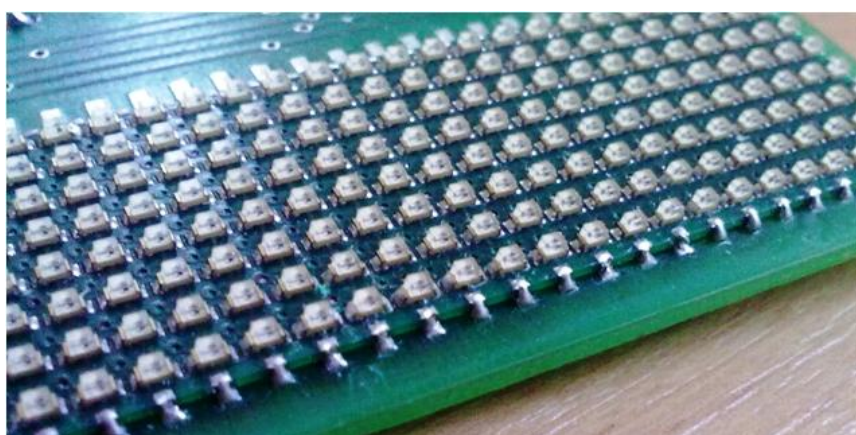
Osazení vývodových součástek a mikrokontroléru bylo provedeno ručním pájením. U pájení mikrokontroléru byla zvolena technika pájení minivlnou, zde bylo třeba dbát zvýšené opatrnosti kvůli krátké vzdálenosti mezi jeho vývody. Díky správnému technologickému postupu a aplikací vhodné pájky a tavidla se pájení podařilo bez problémů.



Obr. 14: Ukázka pájení minivlnou

Po osazení všech součástek bylo potřeba připravit modul displeje k osazení na desku plošných spojů. Nejdříve jej bylo třeba podlepit kaptonovou izolační páskou, aby se zamezilo možnému zkratování prokůvů s vodivými cestami.

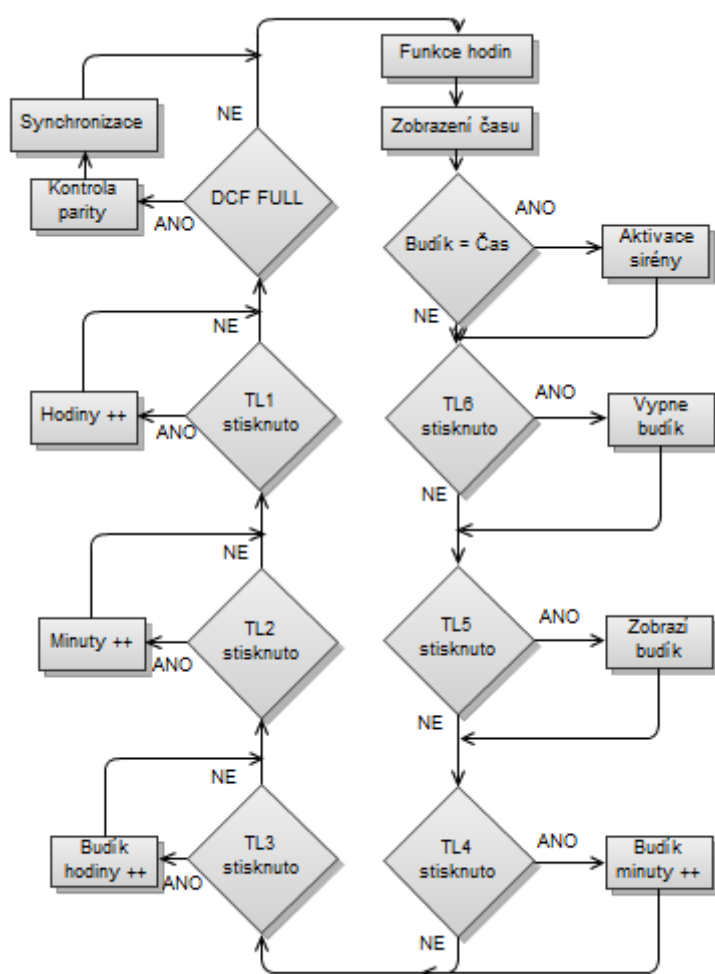
Takto připravený displej byl pak připájen přes hranu pomocí ručního pájení minivlnou. Toto propojení bylo vyrobeno pomocí propojovacích otvorů, které se pokoví, pak je dobré je zalít pájkou a následně se hrana modulu odfrézuje v polovině otvorů.



Obr. 15: Propojení displeje přes hranu

3 Programové vybavení

Hlavní programová smyčka probíhá neustále dokola při čemž volá funkci pro zobrazení času a v každém jejím cyklu se inkrementuje sekunda. Neustále se testují tlačítka, pokud je nějaké stisknuté, provede se podprogram. Na přerušení se testuje signál přijímaný z modulu DCF, pokud je kompletní a kontrola parity proběhla úspěšně, synchronizuje se dekódovaný signál z DCF s hodinami a přenastaví je. Dále se v hlavní smyčce neustále testuje jestli se nastavený čas budíku rovná aktuálnímu zobrazovanému času, pokud ano, aktivuje se na portu C piezo siréna, která signalizuje buzení.



Obr. 16: Blokové schéma programu

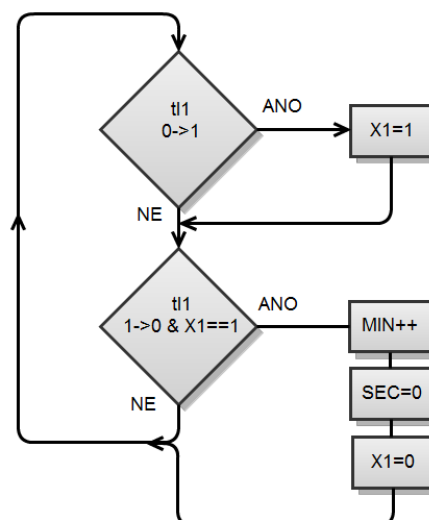
3.1 Podprogram tlačítek a piezo sirény

Piezo siréna signalizuje budík, v programu se neustále kontroluje zda jsou hodiny a minuty různé od hodin a minut budíku, pokud jsou stejné, aktivuje se na čtvrtém pinu portu B logická "0" a siréna začne po dobu jedné minuty, nebo do přerušení tlačítkem, houkat.

```
if ((hod==budhod) && (minut==budmin)) PORTC.B4=0;
else PORTC.B4=1;
```

Pro zjednodušení schématu a samotného návrhu bylo zvoleno ošetření tlačítek pomocí programu. V programové smyčce se neustále testuje zda bylo stisknuto tlačítko, pokud ano, nastaví se proměnná, která je dále testována při uvolnění tlačítka. Pokud je nastavená proměnná stále v log "1", provede se samotný podprogram tlačítka a proměnná se vynuluje.

```
//INC MINUT
if (Button(&PORTB, 5, 1, 1)) {
    tlac2 = 1;
}
if (tlac2 && Button(&PORTB, 5, 1, 0)) {
    minut++;
    sec=0;
    tlac2 = 0;
}
```



Obr. 17: Blok. schéma programu tlačítka

3.2 Funkce pro zobrazení na maticovém displeji

Tato funkce prochází celý displej, do pole jsou rozděleny vstupní proměnné na desítky a jednotky hodin a minut. Dále jsou zhasnuty všechny řádky a aktivován příslušný dekodér. Po zvolení aktuálního sloupce je na řádky zapsána příslušná hodnota zobrazovaného čísla.

```
// ZOBRAZENÍ ČASU

void cas(int h, int m) {

    cisla[0]=(h/10);

    cisla[1]=(h-(cisla[0]*10));

    cisla[2]=(m/10);

    cisla[3]=(m-(cisla[2]*10));

    for ( sl = 0; sl < 32; sl++ )

    {

        PORTD = 0xFF;                                     // Zhasnout vsechny radky

        PORTE = dekoderek[sl/8];                           // Aktivace dekodéru

        if(sl<8) PORTC = 255-sl;

        if((sl>=8) && (sl<16)) {PORTC = 255-(sl-8);i=sl-8;}

        if((sl>=16) && (sl<24)) {PORTC = 255-(sl-16);i=sl-16;}

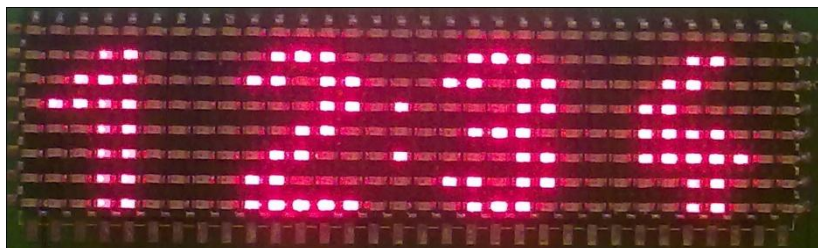
        if((sl>=24) && (sl<32)) {PORTC = 255-(sl-24);i=sl-24;}

        PORTD = znaky[cisla[sl/8]][i];

        if((dvojtec==1)&&(sl==15)) PORTD = 0b11101011;      // dvojtecka

    }

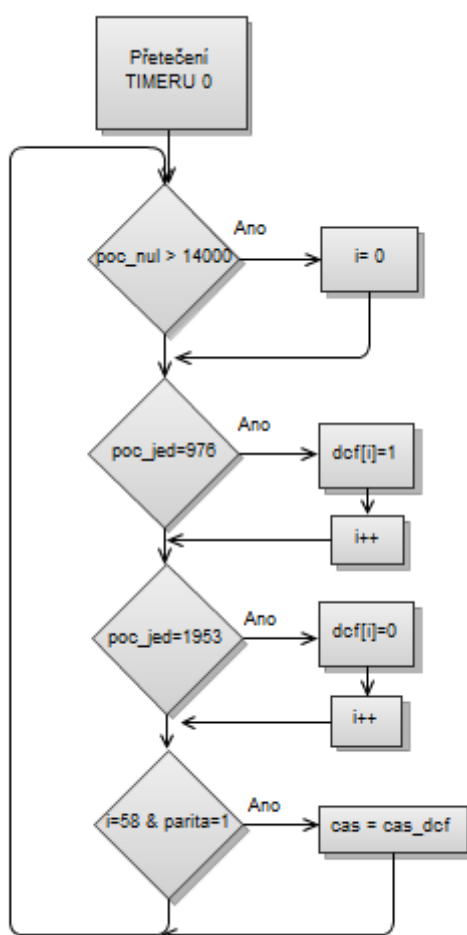
}
```



Obr. 18: Ukázka písma rozsvíceného displeje

3.3 Synchronizace času pomocí DCF

Při přetečení timer0 je testován pin na který je připojen modul DCF a jsou odebírány vzorky tohoto signálu. Pokud je počet vzorků kdy je signál v log "0" větší než 14000, což odpovídá přetečení timeru za 2 vteřiny, je nastaven index aktuální pozice pro ukládání dat z DCF na 0. Pokud počet vzorků logické "1" odpovídá času 0,1 vteřiny (976 impulsů), je tento bit uložen do pole na aktuální index jako 1. Pokud odpovídá čas 0,2 vteřiny (1953 impulsů), bit je uložen jako 0, index je inkrementován. Pokud je načteno 59 bitů, což znamená, že signál je kompletní, je časová informace dále zkontrolována pomocí paritních bitů. Výsledné data jsou přepsána do zobrazovaných proměnných.



Obr. 19: Zjednodušené blokové schéma programu DCF77

3.4 Nastavení registrů a výpočet délky cyklu

Na začátku hlavní smyčky programu bylo pro správnou funkci programu nutno nastavit 3 různé registry:

OPTION_REG = 0b01001000;

nastavením posledních 3 bitů do log "0" nastavujeme děličku WDT na 1:1, což je důležité pro výpočet počtu cyklů v jedné sekundě. Bit 4 pak slouží k nastavení děličky WDT.

INTCON = 0b10100000;

registr přerušení, 7. bit nastavuje zapnutí globálního přerušení. Bit 5 je zapnutí přerušení TMR0 při přetečení.

ADCON1 = 0b00000110;

registr, který přepne port A do digitálního módu, kombinací posledních 4 bitů 0110 se přepne celý port.

3.4.1 Výpočet konstant použitých pro TMR0

Při výpočtu délky cyklů časovače se vycházelo z použití krystalu 10MHz a nastavení děličky 1:1. Jelikož je timer inkrementován za 4 strojní cykly, je třeba dělit tuto frekvenci 4. Potom výpočet jedné sekundy vypadá následovně:

$$10\,000\,000\text{ Hz} / 4 = 2\,500\,000\text{ Hz}$$

$$2\,500\,000\text{ Hz} / 256 = 9766\text{ cyklů}$$

Z této hodnoty jsou dále vypočteny hodnoty pro 0,1 a 0,2 vteřiny.

Při každém přetečení timeru je inkrementována pomocná proměnná **poc**, která se dále testuje v hlavním programu s příslušnými hodnotami.

3.5 Funkce budíku

Ve smyčce hlavního programu je neustále testován nastavený čas budíku s aktuálním časem. Pokud se rovnají, je aktivována piezo siréna, která se vypne po jedné minutě nebo stiskem tlačítka.

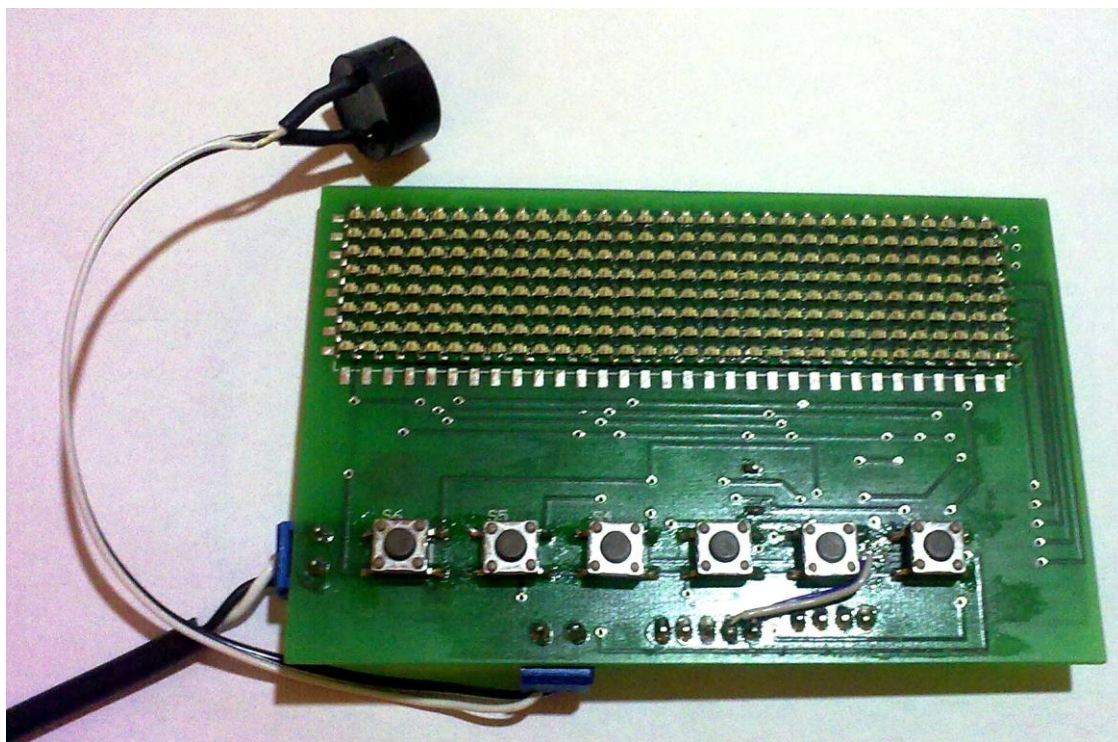
```
if ((hod==budhod) && (minut==budmin)) PORTC.B4=0;
else PORTC.B4=1;
```


4 Závěr

Cílem této práce bylo teoreticky rozebrat a přiblížit problematiku zobrazení času na maticovém LED displeji. Pro přesné zobrazení času zde byl použit snímač DCF signálu, který je dekodován v mikrokontroléru a poté automaticky aktualizuje čas. Toto zařízení dále funguje jako budík. Dále zde byla stručně rozebrána problematika návrhu, osazení a výroby desek plošných spojů, programování mikrokontrolérů a techniky různých pájecích procesů.

V praktické části pak byl kladen nárok na návrh, sestavení a naprogramování funkčních hodin s budíkem, řízených DCF signálem, který je vysílán každou minutu z Německa.

Samotná konstrukce zařízení proběhla téměř bez komplikací, vyskytla se zde pouze jediná chyba, která byla způsobena chybným návrhem, což bylo ovšem hned opraveno. V programové části pak byl větší problém, hlavně se špatným příjmem měřeného DCF signálu.



Obr. 20: Fotografie hotového zařízení

5 Použitá literatura

- [1] KARMAZÍN, M. *Elektronický informační štítek*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2010. 55 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Josef Šandera, Ph.D.
- [2] ŠANDERA, J. *Návrh plošných spojů pro povrchovou montáž*. Praha : BEN technická literatura, 2006. ISBN 80-7300-181-0.
- [3] DĚDINA, Ing. Boris; VALÁŠEK, CSC., Ing. Pavel. *Mikroprocesory a mikropočítače*. Praha 2 : Nakladatelství technické literatury, 1981. 304 s.
- [4] PINKER, Jiří. *Mikroprocesory a mikropočítače*. Praha : BEN - technická literatura, 2008. 160 s. ISBN 978-80-7300-110-0.
- [5] *Microchip.com* [online]. 2009 [cit. 2011-06-01]. PIC16F877 Datasheet. Dostupné z WWW: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/41291F.pdf>
- [6] DCF77. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, [cit. 2011-06-01]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/DCF77>
- [7] Signál DCF77 [online]. 2010 [cit. 2011-06-01]. HW.cz. Dostupné z WWW: <http://hw.cz/Dokumentace/Teorie-a-praxe/ART1026-Vysilani-casoveho-signalu-a-DCF77.html>
- [8] DCF77.de [online]. 2011 [cit. 2011-06-01]. DCF 77. Dostupné z WWW: <http://www.dcf77.de/>.
- [9] Gme.cz [online]. 2011 [cit. 2011-06-01]. 74HC138 datasheet. Dostupné z WWW: http://www.gme.cz/_dokumentace/dokumenty/951/951-025/dsh.951-025.1.pdf.

6 Seznam použitých zkratk

DCF77	Deutschland Long wave signal Frankfurt, radiová stanice
LED	Light Emitting Diode
PIC	Peripheral Interface Controller, mikrokontroler
BCD	Binary Coded Decimal
TMR0	Timer 0
DPS	Deska plošných spojů
FR-4	Materiál na výrobu DPS
USB	Universal Serial Bus
ROM	Read Only Memory
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-only memory
ICSP	In-Circuit Serial Programming
SMD	Surface Mount Device

7 Seznam příloh

7.1 Seznam obrázků

Obr. 1: Maticový LED displej	- 11 -
Obr. 2: Zapojení dekodérů.....	- 13 -
Obr. 3: Rozsah DCF77 signálu.....	- 14 -
Obr. 4: Časový kód - převzato z [7]	- 15 -
Obr. 5: Modul DCF77	- 17 -
Obr. 6: Schéma zapojení DCF77	- 17 -
Obr. 7: Blokové schéma mikrokontroléru	- 18 -
Obr. 8: Harvardská architektura	- 20 -
Obr. 9: Zapojení pinů mikrokontroléru v pouzdře QFP - převzato z [5].....	- 20 -
Obr. 10: Programátor ASIX PRESTO.....	- 21 -
Obr. 11: Základní schéma - převzato a upraveno z [1]	- 24 -
Obr. 12: Schéma napájení.....	- 25 -
Obr. 13: Schéma tlačítek	- 26 -
Obr. 14: Ukázka pájení minivlnou	- 27 -
Obr. 15: Propojení displeje přes hranu	- 27 -
Obr. 16: Blokové schéma programu.....	- 28 -
Obr. 17: Blok. schéma programu tlačítka.....	- 29 -
Obr. 18: Ukázka písma rozsvíceného displeje.....	- 30 -
Obr. 19: Zjednodušené blokové schéma programu DCF77	- 31 -
Obr. 20: Fotografie hotového zařízení.....	- 33 -

7.2 Seznam tabulek

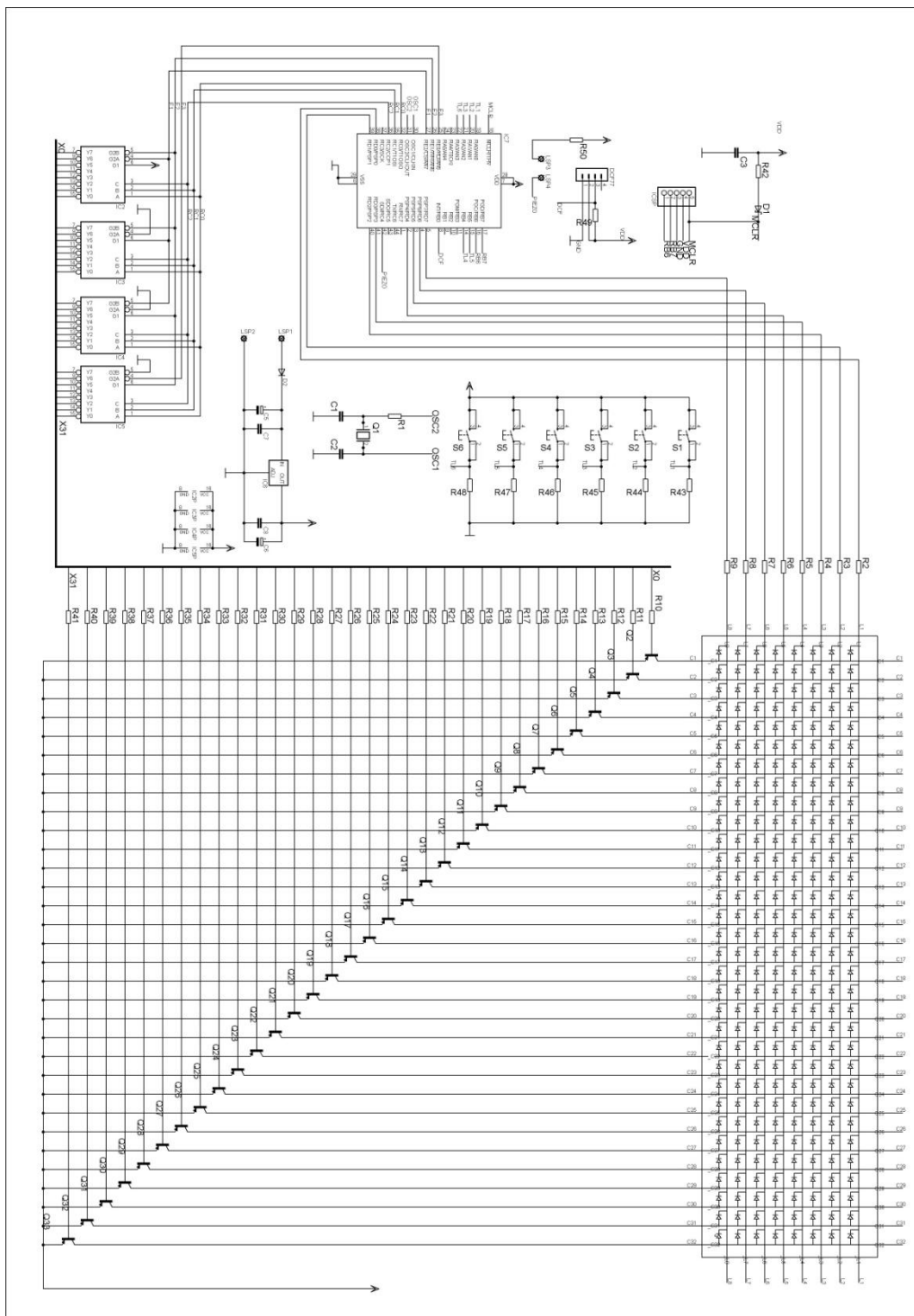
Tab. 1: Tabulka dekodéru - převzato z [9]	- 12 -
Tab. 2: Výběr dekodéru - převzato z [1]	- 13 -

7.3 Seznam příloh

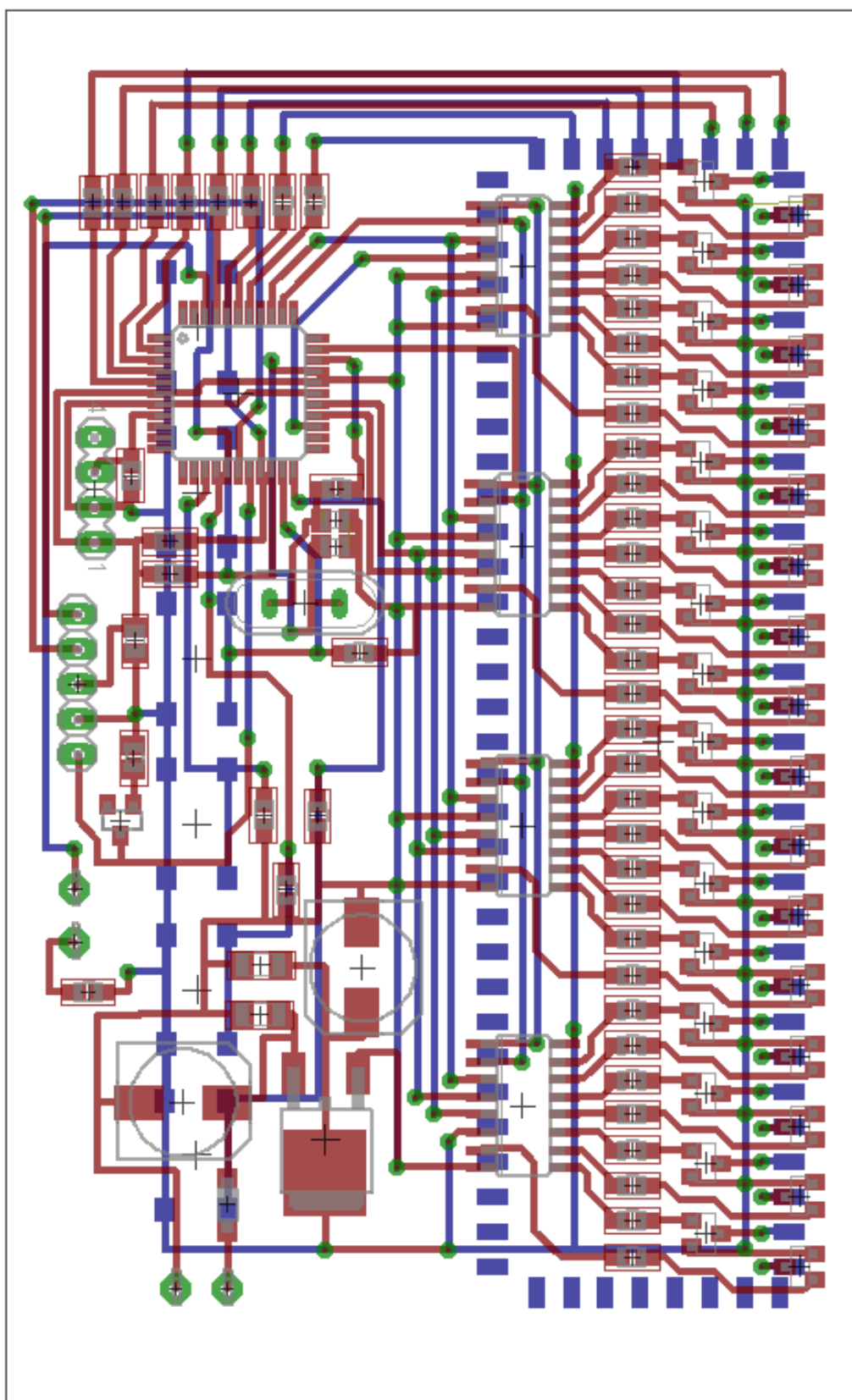
Příloha 1: Schéma zařízení	- 38 -
Příloha 2: Návrh desky plošných spojů	- 39 -
Příloha 3: Poloautomatický osazovač	- 40 -
Příloha 4: In-line pec	- 40 -
Příloha 5: Obrázek neosazené DPS	- 41 -
Příloha 6: Obrázek osazeného integrovaného obvodu	- 41 -

8 Přílohy

8.1 Schéma a návrh desky plošných spojů



Příloha 1: Schéma zařízení



Příloha 2: Návrh desky plošných spojů

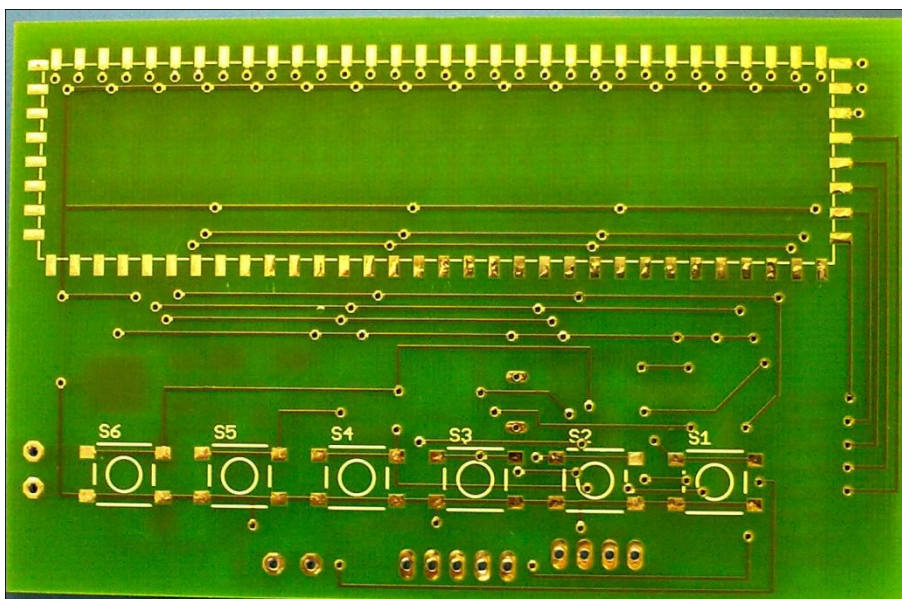
8.2 Osazování součástek



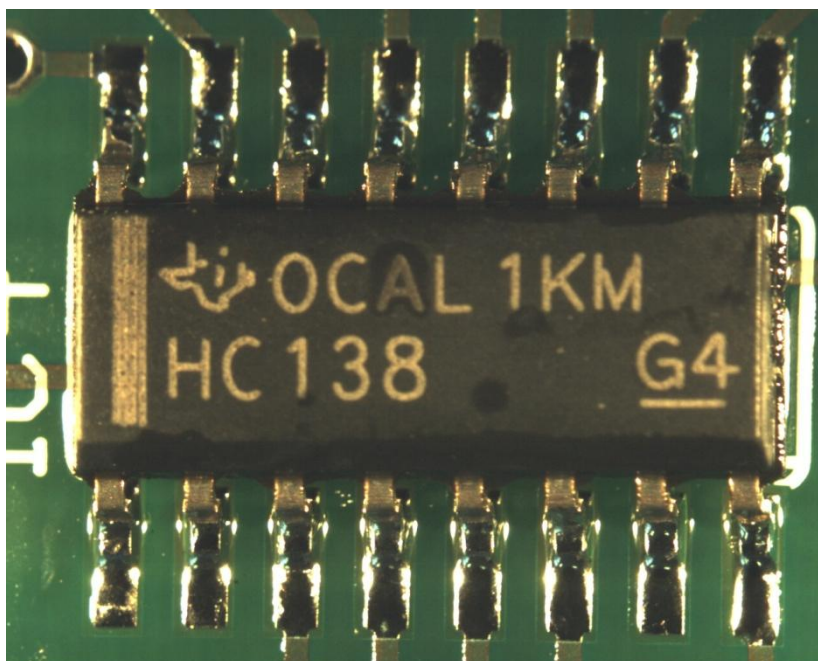
Přiloha 3: Poloautomatický osazovač



Přiloha 4: In-line pec



Příloha 5: Obrázek neosazené DPS



Příloha 6: Obrázek osazeného integrovaného obvodu