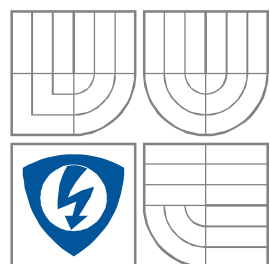


**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A  
KOMUNIKAČNÍCH  
TECHNOLOGIÍ  
ÚSTAV RADIOELEKTRONIKY**

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION  
DEPARTMENT OF RADIO ELECTRONICS

# **UNIVERZÁLNÍ ČASOVACÍ ZAŘÍZENÍ**

THE UNIVERSAL TIMER

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**DAVID KOBZA**

**VEDOUCÍ PRÁCE**  
SUPERVISOR

**doc. Ing. JIŘÍ SEDLÁČEK, CSc.**

BRNO, 2009

# ABSTRAKT

Seznámení se základními vlastnostmi a požadavky na časovací zařízení. Funkce zařízení. Návrh základní řídicí jednotky s popisem základních obvodů, součástek a schémat. Linkové a bezdrátové propojení řídicí a indikační části, popis základních součástek, popis činnosti a návrhy schémat pro realizaci. Detailní návod k obsluze zařízení. Programové vybavení zařízení v JSA. Zhodnocení dosažených výsledků. Informační prameny a použitá literatura.

Overview of basics functions characteristics and requirements of timing device. Design of basic controlling unit and designating part. Description about basic parts and characteristic of their activities. Schematics presentations for realisation. Detailed instructions for handling device. Firmware of device in LSA. Evaluation goals, overview of informations sources and list of using literature sources.

## Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma Univerzální časovací zařízení jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské 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 5. června 2009

.....  
podpis autora

## Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Jiřímu Sedláčkovi, CSc. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

V Brně dne 5. června 2009

.....  
podpis autora

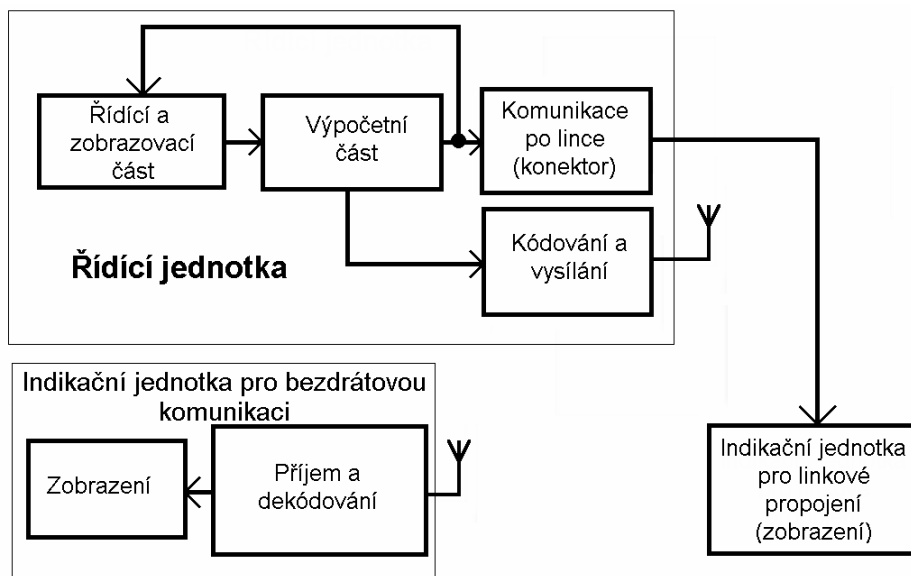
# Obsah

1. Úvod	4
2. Funkce zařízení	5
3. Návrh řídicí jednotky	6
3.1 Mikroprocesor	6
Mikroprocesor s jádrem 8051	7
3.2 Součástky využívané mikroprocesorem	8
Dekodér BCD/7-segment	9
Dekodér adresy	10
Posuvný osmistupňový registr	11
3.3 Řídicí jednotka	11
4. Linková a bezdrátová komunikace	15
4.1 Linková komunikace	15
4.2 Bezdrátová komunikace	16
4.2.1 Součástky	16
Kodér/dekodér MC145026/8	16
Modul RT11	18
Modul RR3	19
4.2.2 Vysílač	19
4.2.3 Přijímač	20
5. Obsluha časovacího zařízení	24
6. Program mikropočítače	25
6.1 Deklarace proměnných	25
6.2 Hlavní program	26
6.3 Rutiny obsluhy	28
7. Závěr	33
8. Použitá literatura a informační zdroje	34

# 1. Úvod

Konference či obhajoby různých projektů bývají časově omezeny. Univerzální časovací zařízení slouží pro stanovení času mluvčího, aby se k problému mohli vyjádřit všichni účastníci a nedocházelo tak k časovému posunu v harmonogramu dané konference či obhajoby. Toto zařízení se skládá z řídicí a zobrazovací jednotky. Řídicí jednotku ovládá vedoucí konference, který udává slovo mluvčím. Mluvčí má k dispozici pro kontrolu zbývajících času zobrazovací jednotku. Pro jednoduchost budu uvažovat pouze dvě zobrazovací jednotky, které se budou lišit pouze technologií propojení (komunikace). Pokud dojde k nějakému problému, nebo již mluvčí svůj čas nechce dále využít, lze pomocí řídicí jednotky čas upravovat.

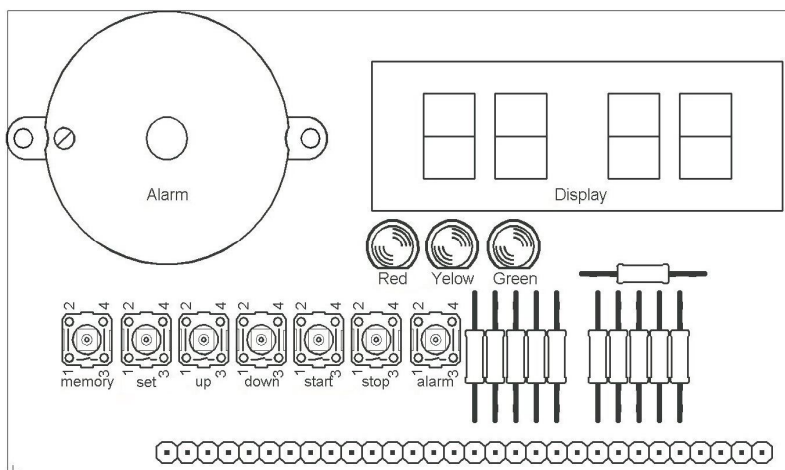
V mojí bakalářské práci navážím na semestrální projekt, ve kterém se řešil návrh řídicí části s linkovým propojením zobrazovací jednotky. Ze zadání bakalářské práce vyplývají dvě možná realizovatelná řešení propojení mezi řídicí jednotkou a indikačními jednotkami. Následující blokové schéma možných realizací popisuje jednotlivé nejdůležitější části zařízení (**obr. 1.1**). Řídicí část, kterou obsluhuje vedoucí konference, zadává požadovaná data do srdce zařízení ( výpočetní část ), kde dochází ke zpracování. Zpracovaná data jsou upravena podle toho, o jakou komunikaci se jedná a posílána do indikačních částí, kterou mají k dispozici mluvčí.



**Obrázek 1.1** : Blokové schéma časovacího zařízení

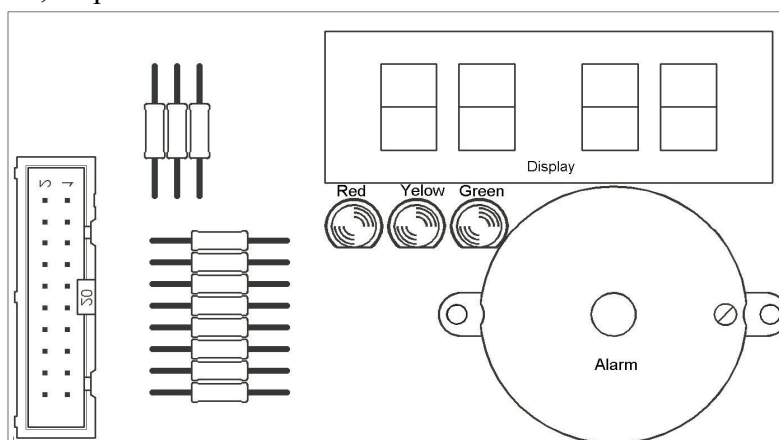
## 2. Funkce zařízení

Jak již bylo zmíněno výše v úvodu této semestrální práce, tak se Časovací zařízení skládá ze dvou hlavních funkčních jednotek, které jsou mezi sebou propojeny. Komunikace mezi jednotkami je zde zprostředkována pomocí paralelního propojení dvacetizilového plochého kabelu a radiovými moduly RR3+ RT11. Maximální nastavitelný čas je podle zadání jedna hodina. Návrh řídicí jednotky je na **obr. 2.1**, zobrazovací jednotka pro linkové propojení na **obr. 2.2**, a pro radiové spojení na **obr.2.3**

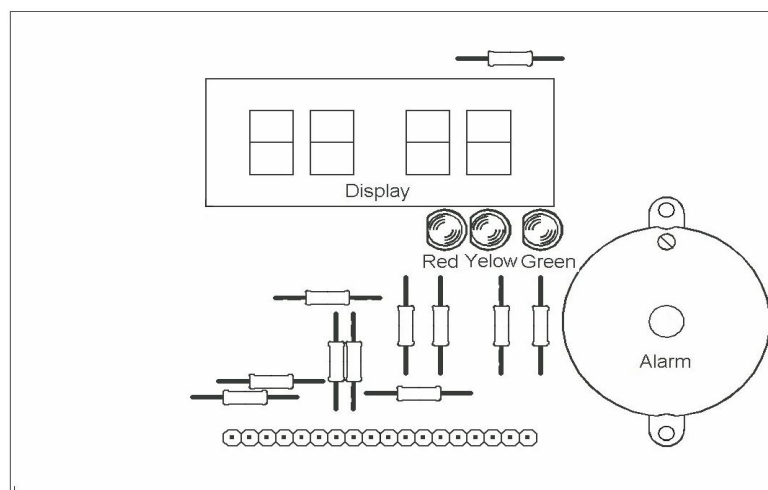


Obrázek 2.1 : Řídicí jednotka

Displej je čtyřmístný a jednořádkový LED, tvořený sedmi segmentovými zobrazovači, zelené nebo červené barvy. Při nastavení času na určitou hodnotu je čas sledován třemi LED diodami. Zelená ( Green ) svítí tehdy, pokud je čas větší než 1 minuta. Pod jednu minutu začíná svítit dioda žlutá ( Yellow ) a pokud dojde k dokončení odpočítávání, rozsvítí se dioda červená ( Red ). Spolu s červenou diodou se při nulové hodnotě odčítaného času aktivuje alarm, který upozorní mluvčího, pokud si toho ještě nevšiml, že jeho čas již vypršel. Čas se nastavuje pouze na řídicí jednotce a to pomocí tlačítek „set, down a up“. Dále tu jsou tlačítka pro nastavení paměti „memory“, pro nastavení alarmu „alarm“ a pro spouštění a pauzování odpočítávání „start, stop“.



Obrázek 2.2 : Zobrazovací jednotka pro linkovou komunikaci



Obrázek 2.3 : Zobrazovací jednotka pro radiovou komunikaci

Řídicí a zobrazovací jednotky jsou zobrazeny pomocí náhledu na pouzdra součástek z programu EAGLE. Jedná se pouze o orientační velikost

## 3. Návrh řídicí jednotky

Pro zjednodušení konstrukce a efektivnější využití základních součástek jsem navrhl a zkonstruoval jednu základní řídicí jednotku. Tato jednotka obsahuje jednak linkové tak i bezdrátové propojení pro zobrazovací jednotky, které budou řešeny v samostatných kapitolách. Schémata řídicí jednotky a linkového propojení již byly navrženy v semestrálním projektu, z kterého vycházím. Nejprve popíši princip nejdůležitějších součástek, později návrh celé řídicí jednotky.

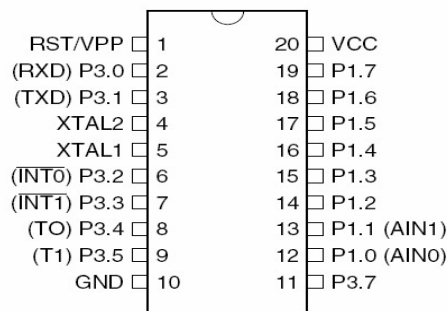
### 3.1 Mikroprocesor

Mikroprocesor (mikrokontroler) je stěžejní součástí mé práce. V dnešní době je mnoho zařízení řízeno a navrhováno pro mikrokontrolery. Je to dáno jednak hlavně z důvodu miniaturizace zařízení a zmenšení odběru z důvodu úspornosti i ekologičnosti. Dále je také samotná realizace mnohem levnější, než kdyby se některé přístroje měli řešit sestavováním z klasických součástek. Samotný mikrokontroler, zapojený s několika málo periferiemi, stačí pak pouze naprogramovat pro danou vykonávanou rutinu ( viz [2],[7] ). Tento proces ( rutinu) je schopen mikrokontroler vykonávat bez přestávky, omezení, nebo chyb ideálně nekonečně dlouhou dobu. Program je schopen udržet mikrokontroler po několik let (garantuje výrobce) i bez napájecího napětí. Pro moji práci jsem se rozhodl použít mikrokontroler s jádrem 8051.

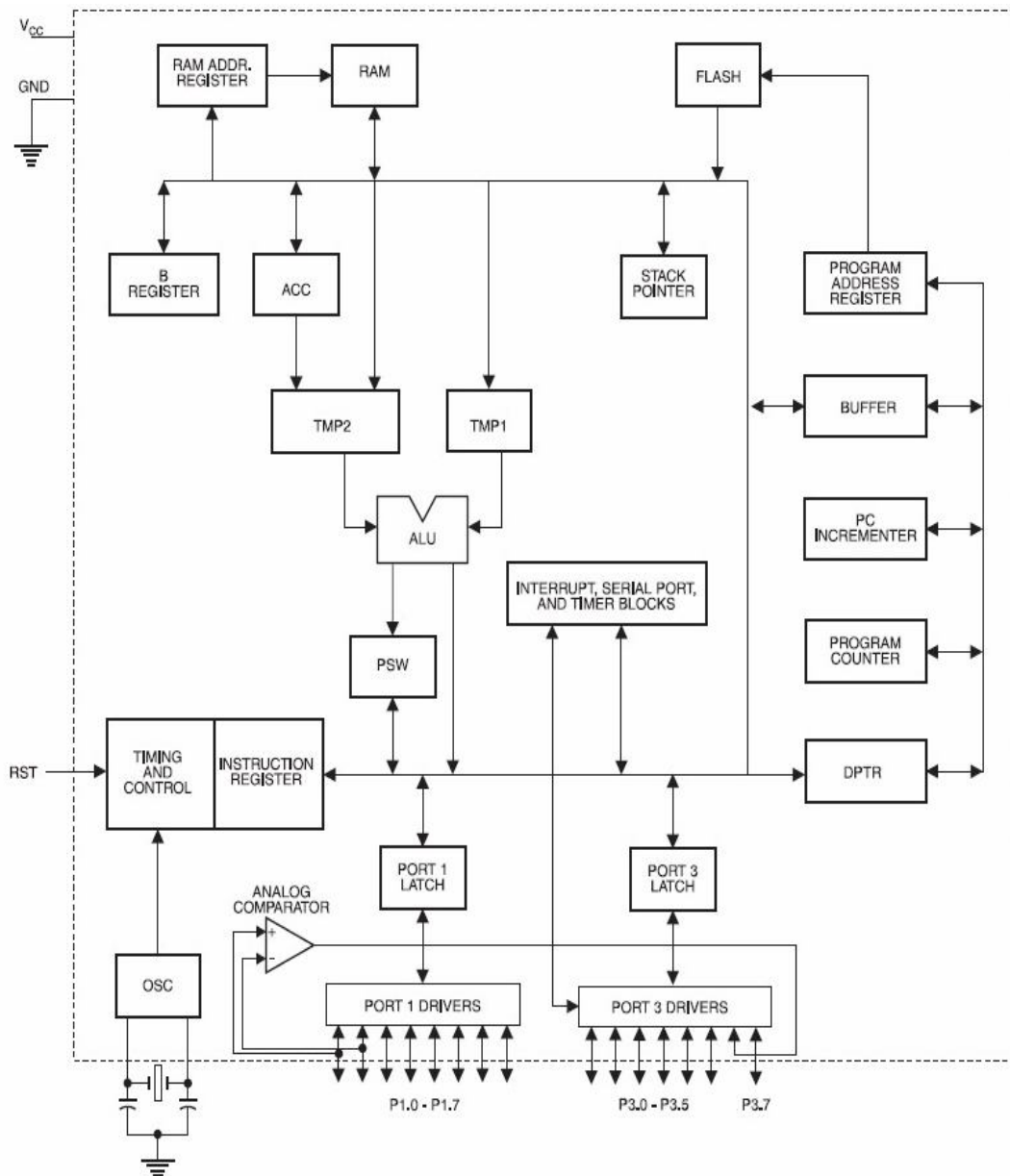
## Mikroprocesor s jádrem 8051:

Mikroprocesor 8051 byl vyvinut firmou Intel v roce 1980. Stal se velmi oblíbeným u konstruktérů a dnes jej vyrábí řada firem pod svým vlastním označením. Nejvýraznějším výrobcem je snad firma Philips, která vyrábí přes 20 různých modifikací mikroprocesoru s touto architekturou ( viz [2] ). Architektura jádra je harwardská( viz [2],[1],[7] ). To znamená, že paměť je rozdělena na programovou a datovou. Nemůže tak dojít k přepsání programu různými ukládanými daty. K jádru je připojeno mnoho dalších periférií jako například A/D převodník, sériová sběrnice, I/O obvody a jiné mnohé další rozšiřující základní vlastnosti mikroprocesoru 8051 ( viz [2],[1],[7] ). Ty udává každý výrobce v tzv. informačních listech (anglicky data sheet). Pro činnost mikroprocesoru je nezbytné připojit napájecí napětí ( nejčastěji +5V) a připojení piezoelektrického rezonátoru ( krystalu, standardní s kmitočtem 12MHz ). Centrální jednotka CPU je tvořena víceméně aritmeticko-logickou jednotkou a je spojena se sběrnicí, na kterou jsou přivedeny ostatní vnitřní periférie ( viz [2], [7] ). Komunikace na sběrnici probíhá způsobem, že jak data, tak instrukce mají stejný formát. Proto je zde jen jedna sběrnice jak pro data, tak instrukce a dalo by se říci, že se tímto blíží také k Von Neumanově architektuře ( viz [2], [7] ). Pro rozšíření lze na vstupně výstupní ( I/O ) porty připojit další přídavné prvky ovládání, zvětšení ukládací datové paměti a jiné...

Pro realizaci časovacího zařízení jsem se rozhodl použít mikroprocesor vyráběný firmou Atmel. Je postaven na již zmíněné struktuře 8051, katalogové označení je AT89C2051 a jeho blokové schéma si můžete prohlédnout na **obr. 3.1.2**( viz [5] ). Schematická značka s popisem jednotlivých pinů na **obr. 3.1.1**( viz [5] ).



**Obrázek 3.1.1** : Schematická značka AT89C2051 s popisem jednotlivých pinů



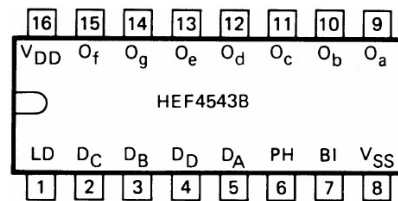
**Obrázek 3.1.2 :** Blokové schéma vnitřní struktury AT89C2051

## 3.2 Součástky využívané mikroprocesorem

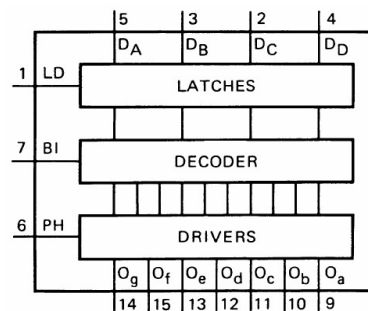
Jsou to převážně součástky, s kterými komunikuje různým způsobem mikroprocesor. Slouží jako pomocné ovládací prvky pomocí nichž mikroprocesor komunikuje s displejem a tlačítky. Jsou to logické integrované obvody s několika vstupy a výstupy pracující podle svých pravdivostních tabulek.

## Dekodér BCD/7-segment

Pro svoji práci jsem vybral dekodér s označením HEF4543B, vyráběný firmou Philips. Vnitřní struktura obvodu je na **obr. 3.2.2** ( viz [4] ). Obvod slouží pro zobrazování znaků na displeji. Má čtyři adresové a tři ovládací vstupy ovládající sedm výstupních pinů. Jeden ze sedmi výstupních pinů rozsvítí jeden segment displeje, pokud je nastaven do logické 1 ( HIGH ). Logická 0 ( LOW ) pak znamená zhaslý segment. Pomocí kombinace těchto čtyř adresových vstupů lze vysvítit na display hodnoty číslic od nuly do devítky ( viz [6] ). Pravdivostní tabulka, **tab. 3.2.1** ( viz [4] ), zobrazuje všechny kombinace ovládacích, adresových a výstupních pinů. Pouzdro součástky s popsány jednotlivými piny pak na **obr 3.2.1** ( viz [4] ).



**Obrázek 3.2.1** : Pouzdro součástky s popisem pinů



**Obrázek 3.2.2**: Vnitřní struktura dekodéru

**Tabulka 3.2.1** : Pravdivostní tabulka BCD/7 dekodéru

INPUTS							OUTPUTS							
LD	BI	PH <sup>(4)</sup>	Dd	Dc	Db	Da	Oa	Ob	Oc	Od	Oe	Of	Og	DISPLAY
X	H	L	X	X	X	X	L	L	L	L	L	L	L	blank
H	L	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	L	0
H	L	L	L	L	L	H	L	H	H	L	L	L	L	1
H	L	L	L	L	H	L	H	H	L	H	H	L	H	2
H	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	L	L	H	3
H	L	L	L	H	L	L	L	H	H	L	L	H	H	4
H	L	L	L	H	L	H	H	L	H	H	L	H	H	5
H	L	L	L	H	H	L	H	L	H	H	H	H	H	6
H	L	L	L	H	H	H	H	H	H	L	L	L	L	7
H	L	L	H	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	8
H	L	L	H	L	L	H	H	H	H	H	L	H	H	9
H	L	L	H	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	blank
H	L	L	H	L	H	H	L	L	L	L	L	L	L	blank
H	L	L	H	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	blank
H	L	L	H	H	H	L	L	L	L	L	L	L	L	blank
H	L	L	H	H	H	H	L	L	L	L	L	L	L	blank
L	L	L	X	X	X	X	(5)							(5)
as above		H	as above				inverse of above							as above

**Popis pravdivostní tabulky:**

H = HIGH ( úroveň logické 1 )

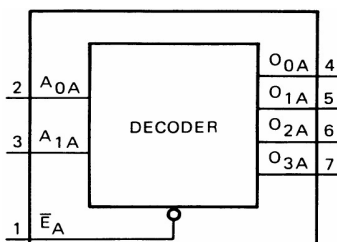
L = LOW ( úroveň logické 0 )

X = bezvýznamný stav

(4) = pro společnou katodu LED displeje vyber PH = LOW  
pro společnou anodu LED displeje vyber PH = HIGH

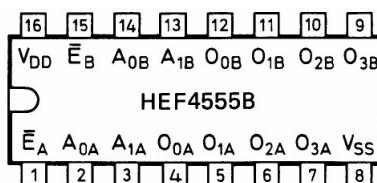
## Dekodér adresy

Obvod s katalogovým označením HEF4555B, opět vyráběný firmou Philips, má za úkol řídit pomocí příkazů z mikroprocesoru spínání tranzistorů. Tyto tranzistorové spínače dále napájí anody jednotlivých segmentů u sedmi-segmentového displeje. Princip ( viz [2] ) zobrazování pak spočívá v tom, že nesvítí nikdy více než jeden znak. Rychlost střídání rozsvícení znaku je ovšem tak velká, že lidskému oku přijde, že display svítí bez přerušení stále. Tento princip časového multiplexu se používá hlavně kvůli snížení spotřeby displeje a šetření diodových segmentů, které nejsou neustále proudově zatěžovány. Vnitřní struktura ( obr. 3.2.3 ), pouzdro s popisem ( obr. 3.2.4 ) a pravdivostní tabulka ( tab. 3.2.2 ) jsou uvedeny níže ( viz [4] ).



Obrázek 3.2.3: Vnitřní struktura 4555B

Obvod je vyráběn s dvěma dekodéry v jednom pouzdře. Pro větší přehlednost zde uvádím pouze půlku vnitřní struktury, protože je v návrhu použit taktéž jen jeden dekodér.



Obrázek 3.2.4: Pouzdro dekodéru

Tabulka 3.2.2: Pravdivostní tabulka dekodéru adresy

INPUTS			OUTPUTS			
$\bar{E}$	$A_0$	$A_1$	$O_0$	$O_1$	$O_2$	$O_3$
L	L	L	H	L	L	L
L	H	L	L	H	L	L
L	L	H	L	L	H	L
L	H	H	L	L	L	H
H	X	X	L	L	L	L

### Popis pravdivostní tabulky:

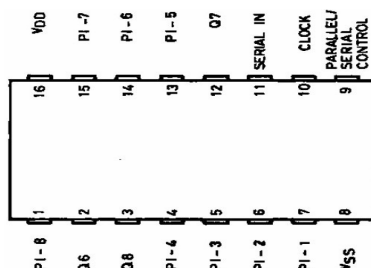
H = HIGH ( úroveň logické 1 )

L = LOW ( úroveň logické 0 )

X = bezvýznamný stav

## Posuvný osmistupňový registr

Tento obvod slouží pro komunikaci mikroprocesoru s řídicími tlačítky. Registr převádí data čtená paralelně z 8 vstupů na jeden výstup ( viz [6] ). Tedy paralelní komunikaci převede na sériovou. Katalogové označení je HCC4021 a je vyráběn firmou SGC-Thomson. Popis pouzdra ( **obr. 3.2.5** ) a pravdivostní tabulka ( **tab. 3.2.3** ) jsou uvedeny níže ( viz [3] ).



**Obrázek 3.2.5** : Pouzdro osmistupňového registru

**Tabulka 3.2.3** : Pravdivostní tabulka posuvného registru

CL	Serial Input	Parallel/Serial Control	PI-1	PI-n	Q <sub>1</sub> (internal)	Q <sub>n</sub>
X	X	1	0	0	0	0
X	X	1	0	1	0	1
X	X	1	1	0	1	0
X	X	1	1	1	1	1
	0	0	X	X	0	Q <sub>n-1</sub>
	1	0	X	X	1	Q <sub>n-1</sub>
	X	0	X	X	Q <sub>1</sub>	Q <sub>n</sub>

**Popis pravdivostní tabulky:**

1 = úroveň HIGH

0 = úroveň LOW

X = nezajímavý případ

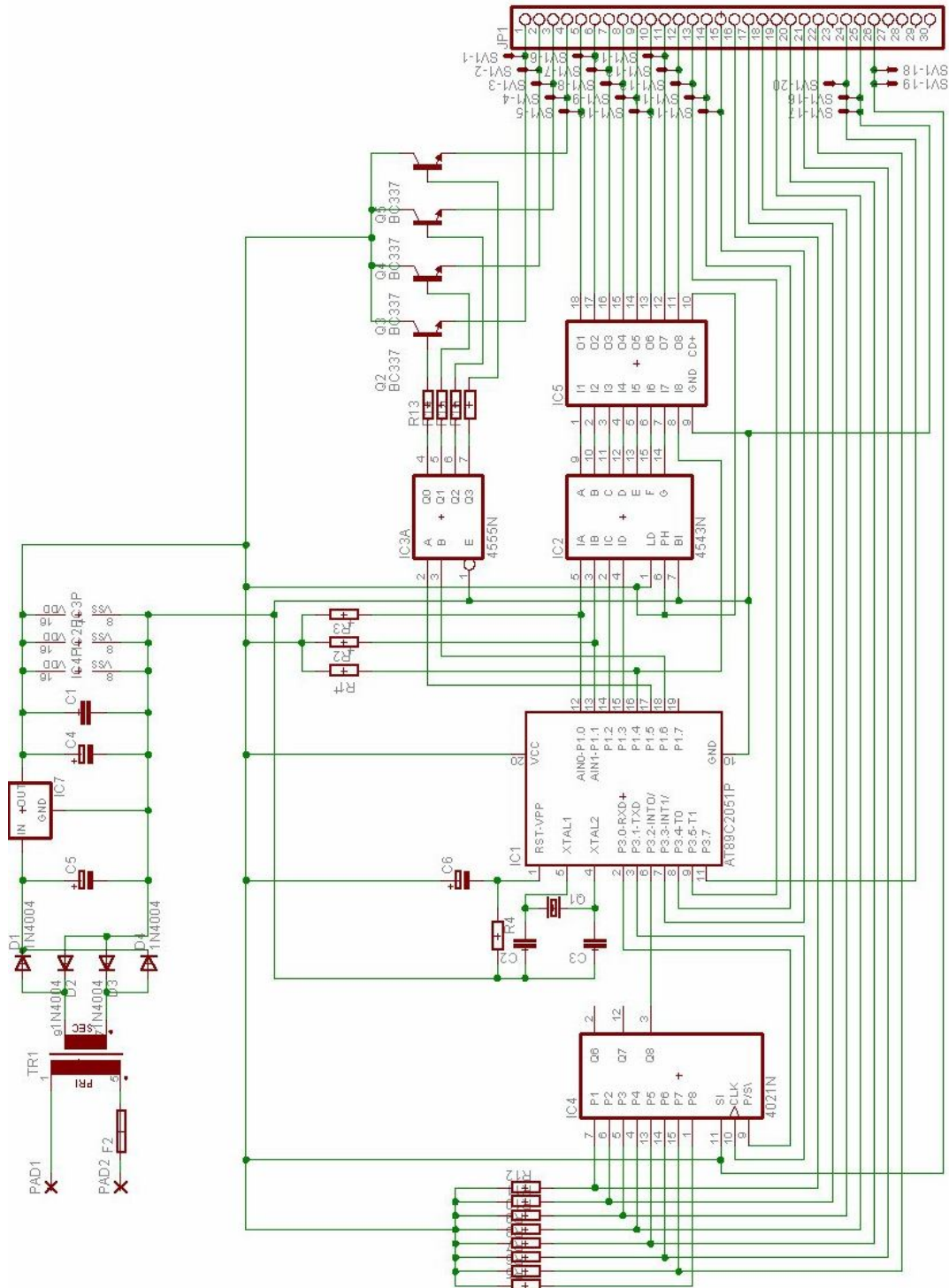
### 3.3 Konstrukce řídicí jednotky

Napájení celého zařízení je realizováno pomocí transformátoru 230/2x9. Usměrněno Greatzovým můstkem, filtrováno kondenzátorem a stabilizováno napěťovým stabilizátorem 7805-STM na výslednou hodnotu +5V DC. Schéma řídicí jednotky je rozděleno na dvě části. Základní desku ( **obr. 3.3.1** ) a display ( **obr. 3.3.4** ). Základní deska obsahuje víceméně obvodovou část zařízení a je spojena s displejem pomocí pinové lišty.

Na display jsou vyvedeny jen nejnütnější součástky potřebné pro ovládání zařízení. Popis základní desky uvádím ve stručnosti, některé principy byly již vysvětleny v popisu jednotlivých součástek. Tak tedy, mikroprocesor AT89C2051 napájen napětím +5V s taktovacím kmitočtem 12MHz spíná pomocí dekodéru HEF4555 a tranzistorů BC337 anody segmentového displeje (využití časového multiplexu viz [6] ). Řídící signály jsou na dekodér vysílány z mikroprocesorových pinů prvního portu P1.5 a P1.6. Z portu 1 je také řízen dekodér adresy HEF4543 a to z pinů P1.0 až P1.3. Znak, respektive kód znaku, vedený dále pak na displej se ještě zesílí zesilovačem firmy Allegro ULN2803. Nastavení diod je řízeno portem 3, respektive piny P3.3, P3.4 a P3.5.

Vzhledem k tomu, že mikroprocesor není schopen dodat takový proud ze vstupně-výstupních portů, jsou na něj diody propojeny katodou a mikroprocesor pak slouží jako spínač, který

diodu připojí k zemi, uzavře smyčku proudu a dioda se rozsvítí ( viz [2], [7] ). Alarm řízený pinem P3.7 využívá stejného principu jaké je u řízení diod. Komunikace s tlačítky je realizována taktéž na portu 3 pinem P3.2 a propojením s HCC4021. Dále následuje schéma zapojení a návrh plošného spoje (obr. 3.3.3, 3.3.6 ) pro všechny části řídicí jednotky časovacího zařízení, navrhnutá v programu EAGLE verze 4.16.

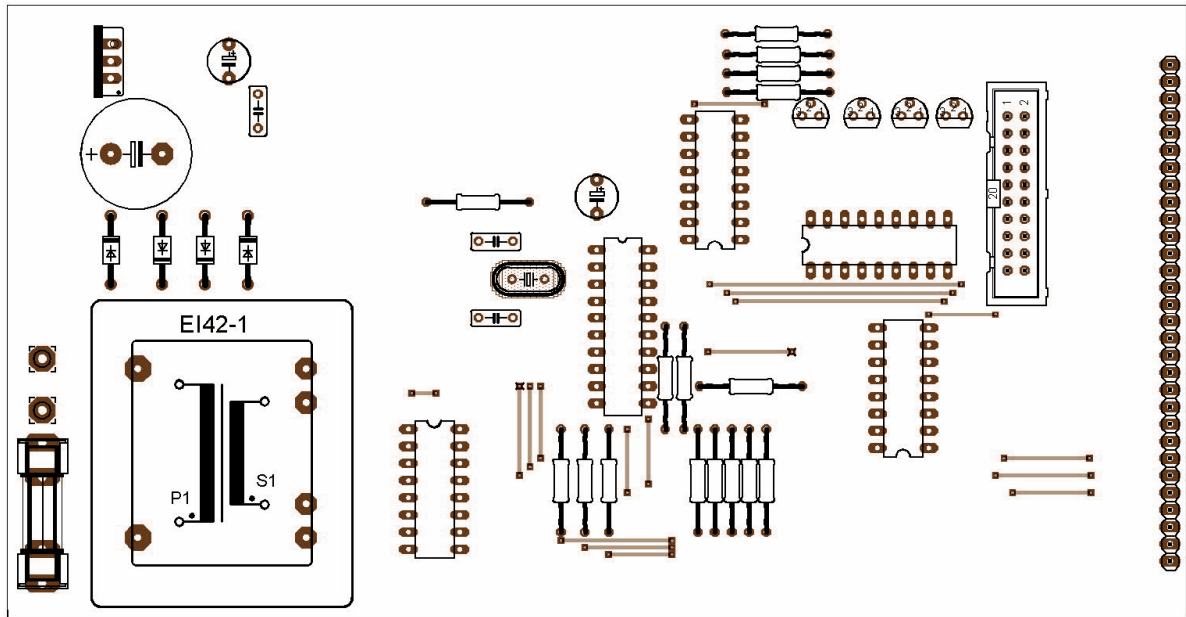


**Obrázek 3.3.1 :** Zapojení základní desky řídicí jednotky

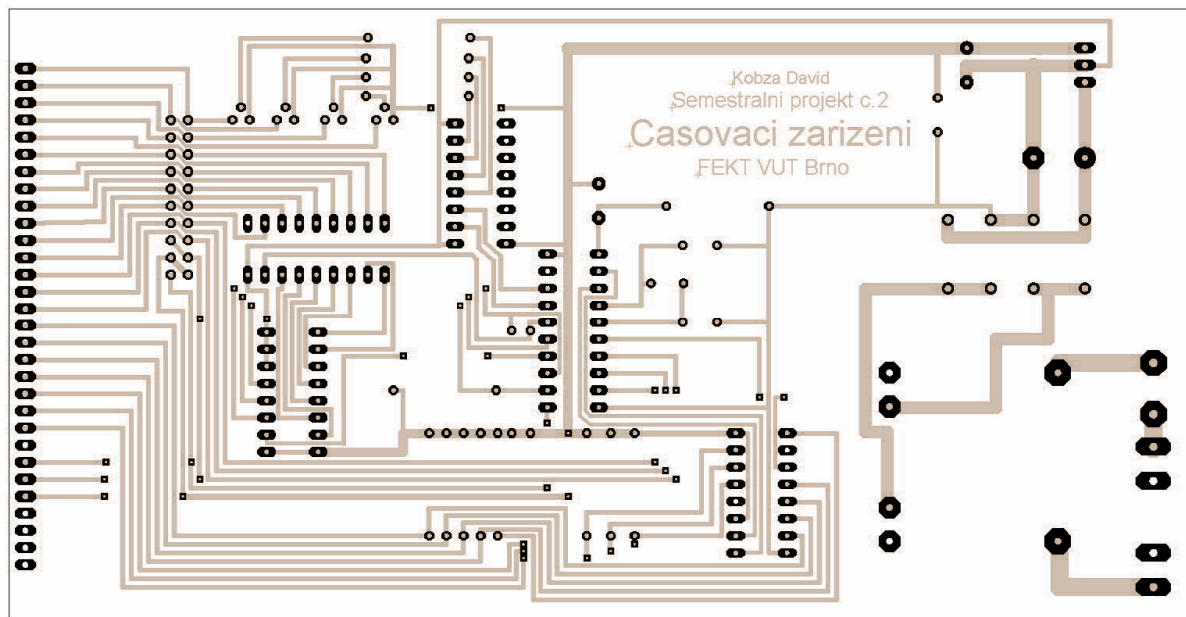
**Tabulka 3.3.1 :** Seznam součástek základní desky

Součástka(popis)	Hodnota	Součástka(popis)	Hodnota
R1-12	10kΩ	TR1 ( transformátor )	TRHE1100-2x9VB

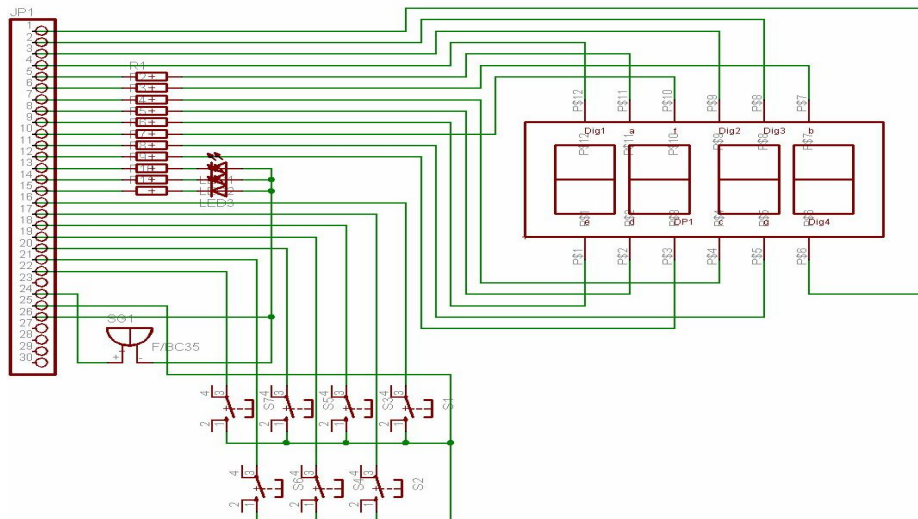
R13-16	2k7Ω	JP1 ( pinová lišta )	S1G26W
C1	100nF	IC1 ( mikroprocesor )	AT89C2051
C2,C3	22pF	IC2 ( dekodér BCD/7seg.)	HEF4543
C4	10μF	IC3A ( dekodér adresy )	HEF4555
C5	1mF	IC4 ( posuvný registr )	HCC4021
C6	1μF	IC5 ( zesilovač )	ULN2803
Q1 ( krystal )	12MHz	IC7 ( napěťový stabilizátor )	7805-STM
Q2-5 ( tranzistory )	BC 337	SV1 ( konektor )	MLW20G
D1-4 ( usměrňovací diody )	1N4007	F2 ( pojistka )	FSF00.1( 100mA )



Obrázek 3.3.2 : Rozmístění součástek na desce



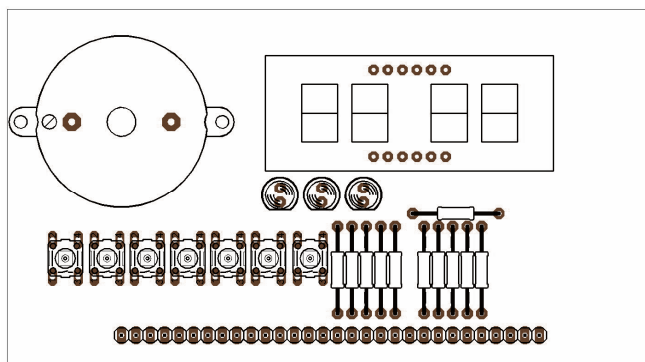
Obrázek 3.3.3 : Náhled na cesty plošného spoje základní desky



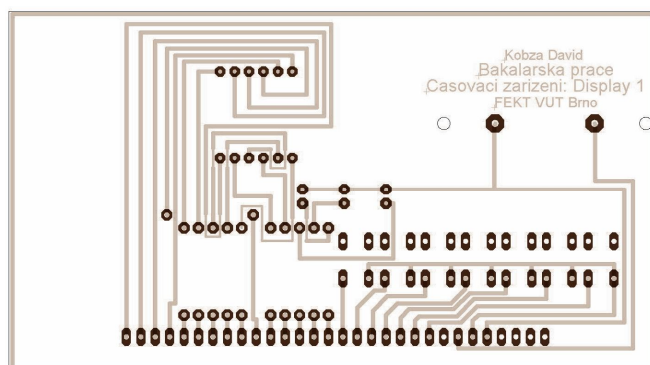
Obrázek 3.3.4 : Schéma displeje řídicí jednotky

Tabulka 3.3.2 : Seznam součástek pro řídicí displej

Součástka(popis)	Hodnota	Součástka(popis)	Hodnota
R1-11	100Ω	S1-7 (tlačítka)	PB1720A
LED1 ( červená )	L-53LDI	SG1 ( siréna )	KPL21N20W
LED2 ( žlutá )	L-483YTD	Displej ( červený )	HD-M512 RD
LED3 ( zelená )	L-483GTD		



Obrázek 3.3.5 : Rozmístění součástek na řídicím displeji



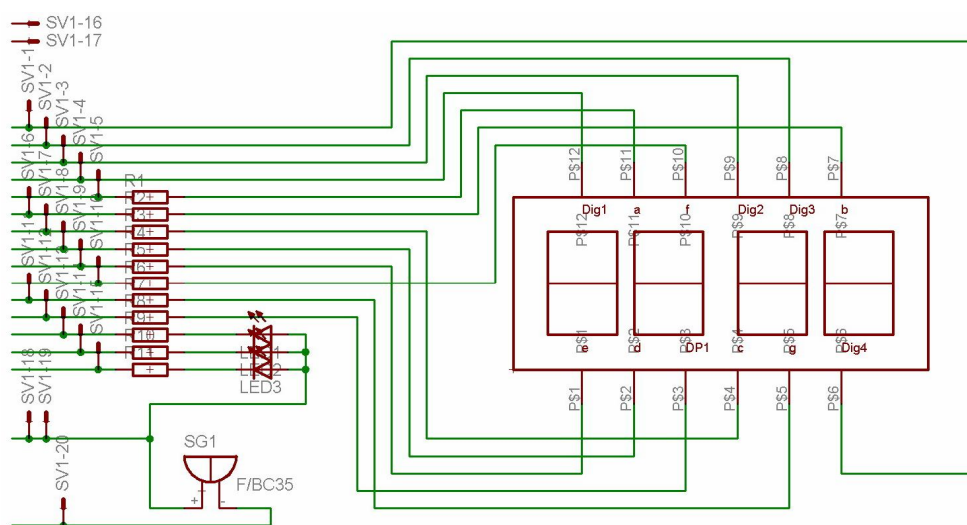
Obrázek 3.3.6 : Náhled na cesty plošného spoje řídicího displeje

## 4. Linková a bezdrátová komunikace

Jak již bylo řečeno v zadání bakalářské práce, bude spojení mezi řídicí jednotkou a zobrazovacími jednotkami řešeno dvojím způsobem. První způsob je komunikace po lince, tedy fyzickém médiu (vodiči) jako je kabel. Linkovým propojením jsem se již zabýval v semestrálním projektu, a proto bude spíše více zpracován způsob druhý a to bezdrátová komunikace (pomocí elektromagnetického vlnění).

### 4.1 Linková komunikace

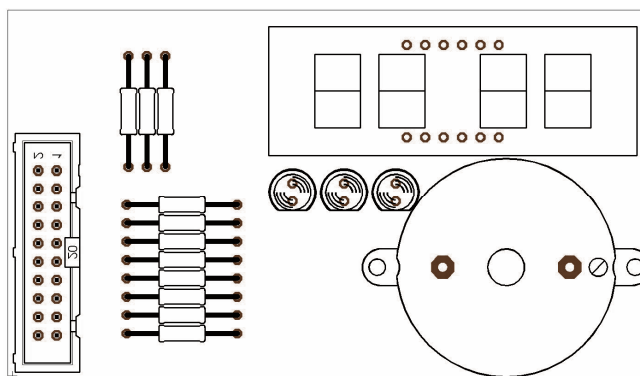
Pro linkové propojení je použit dvacetizilový plochý kabel, který je připojen rovnou na konektor umístěný v základní desce. Tato paralelní komunikace je konstrukčně jednoduchá a není zde potřeba dalších součástek (nebo podprogramu v mikrokontroleru), jako by tomu bylo při volbě komunikace sériové ( viz [7] ). Nevýhodou je plýtvání materiálem v podobě několika žilového kabelu (v našem případě 18 vodičů), pro sériovou by stačily teoreticky pouze 2 vodiče a napájení ( viz [7] ). Zobrazovací jednotka je jednodušší, nevýhodou je ovšem větší odběr ze zdroje řídicí jednotky. Návrh indikační jednotky pro linkové propojení je vyobrazen na následujících obrázcích 4.1.1, 4.1.2 a 4.1.3.



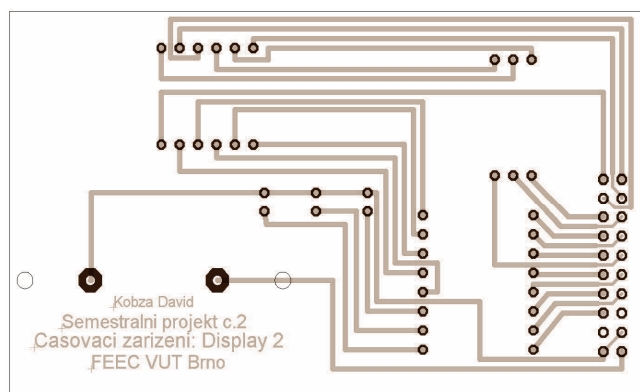
Obrázek 4.1.1 : Schéma zapojení zobrazovací jednotky linkového propojení

Tabulka 4.1.1 : Seznam součástek zobrazovací jednotky linkového propojení

Součástka(popis)	Hodnota	Součástka(popis)	Hodnota
R1-11	100Ω	SG1 ( siréna )	KPL21N20W
LED1 ( červená )	L-53LDI	Displej( zelený )	HD-M512 RD
LED2 ( žlutá )	L-483YTD	SV1 ( konektor )	MLW20G
LED3 ( zelená )	L-483GTD		



Obrázek 4.1.2 : Rozmístění součástek na zobrazovací jednotce linkového propojení



Obrázek 4.1.3 : Náhled na cesty plošného spoje zobrazovací jednotky linkového propojení

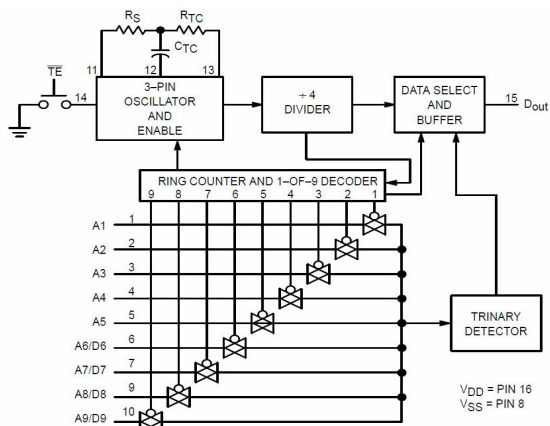
## 4.2 Bezdrátová komunikace

Bezdrátové spojení mezi řídicí jednotkou a druhou zobrazovací jednotkou zprostředkovávají radiové moduly firmy Telecontrolli RT11/RR3 (vysílač/přijímač). Nejprve popíší principy součástek přijímače a vysílače, později kompletní funkci bezdrátové komunikace.

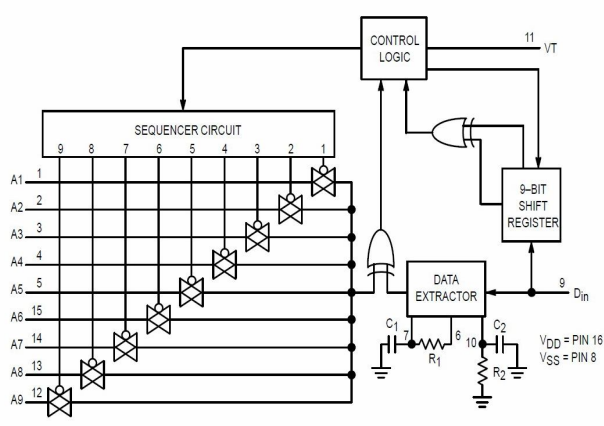
### 4.2.1 Součástky

#### Kodér/dekodér MC145026/8

Kodér MC145026 firmy Motorola, kóduje 9 vstupních linek informace a dále pak toto slovo sériově posílá na vysílač. Pin  $\overline{TE}$  musí být na úrovni logické LOW ( viz [9] ), jinak je výstupní pin  $D_{out}$  zablokován kodér nepracuje (**obr. 4.2.1**). Těchto 9 vstupů může být kódováno binárním ( HIGH/LOW ) nebo trinárním kódem ( HIGH, LOW, nebo OPEN ). Zda se jedná o binární nebo trinární kódování, rozhoduje trinární detektor ( **obr. 4.2.3** ). Zakódované slovo je poté vysíláno na výstup dvakrát za kódovací sekvenci z důvodu většího zabezpečení ( viz [9] ).

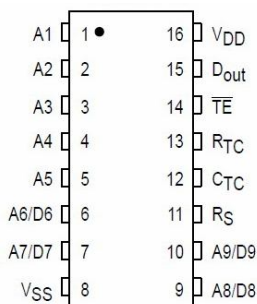


Obrázek 4.2.3 : Bloková struktura kodéru

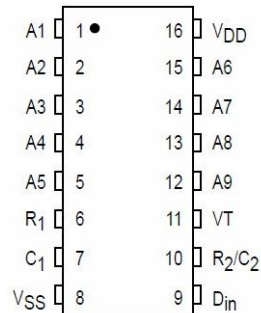


Obrázek 4.2.4 : Bloková struktura dekodéru

Dekodér MC145028 stejného výrobce dekóduje zakódovaná slova přijímaná na vstup  $D_{in}$ . Na jeho devíti výstupech (obr. 4.2.2) se pak objeví stejné znaky, jaké byly na vstupech kodéru (obr. 4.2.4). Pin VT kontroluje, zda-li bylo přijímáno zakódované slovo dvakrát za kódovací sekvenci, tak jak bylo vysíláno. Pokud ano, tak jde pin VT do logické úrovně HIGH a dekódování probíhá v pořádku ( viz [9] ).



Obrázek 4.2.1 : Kodér MC145026



Obrázek 4.2.2 : Dekodér MC145028

Pro svoji správnou činnost musejí mít jak kodér tak dekodér přesně vypočítané hodnoty součástek pro svoje RC oscilátory. Tyto součástky se připojují jako externí a lze je vypočítat podle vzorců. Ty udává výrobce ve svém informačním listu ( viz [9] ). Já jsem zvolil součástky pro oscilační frekvenci 362 kHz. Součástky jsou vypočítány podle následujících vztahů :

$$100 \text{ pF} \leq C_{TC} \leq 15 \mu\text{F}$$

$$C_{TC'} = C_{TC} + 20 \text{ pF}$$

$$R_{TC} \geq 10 \text{ k}\Omega$$

$$R_S \approx 2 \cdot R_{TC}$$

$$R_1 \geq 10 \text{ k}\Omega$$

$$C_1 \geq 400 \text{ pF}$$

$$R_2 \geq 100 \text{ k}\Omega$$

$$C_2 \geq 700 \text{ pF}$$

$$f_{osc} = \frac{1}{2,3 \cdot R_{TC} \cdot C_{TC'}}$$

$$R_1 C_1 = 3,95 \cdot R_{TC} \cdot C_{TC}$$

$$R_2 C_2 = 77 \cdot R_{TC} \cdot C_{TC}$$

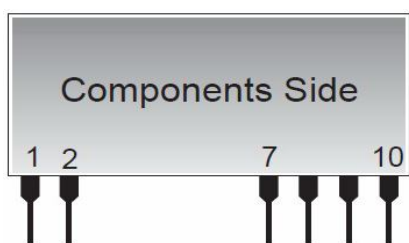
Pro mé zapojení jsem použil výsledné hodnoty z tabulky pro typickou aplikaci (**tab. 4.2.1**) kodéru a dekodéru, které se hodí z hlediska nákupu součástek ( hlavně kapacitorů ).

**Tabulka 4.2.1** : Vybrané součástky pro oscilační frekvenci 362 kHz

$f_{osc}$ (kHz)	$R_{TC}$	$C_{TC'}$	$R_S$	$R_1$	$C_1$	$R_2$	$C_2$
362	10 k	120 pF	20 k	10 k	470 pF	100 k	910 pF
181	10 k	240 pF	20 k	10 k	910 pF	100 k	1800 pF
88.7	10 k	490 pF	20 k	10 k	2000 pF	100 k	3900 pF
42.6	10 k	1020 pF	20 k	10 k	3900 pF	100 k	7500 pF
21.5	10 k	2020 pF	20 k	10 k	8200 pF	100 k	0.015 $\mu$ F
8.53	10 k	5100 pF	20 k	10 k	0.02 $\mu$ F	200 k	0.02 $\mu$ F
1.71	50 k	5100 pF	100 k	50 k	0.02 $\mu$ F	200 k	0.1 $\mu$ F

## Modul RT11

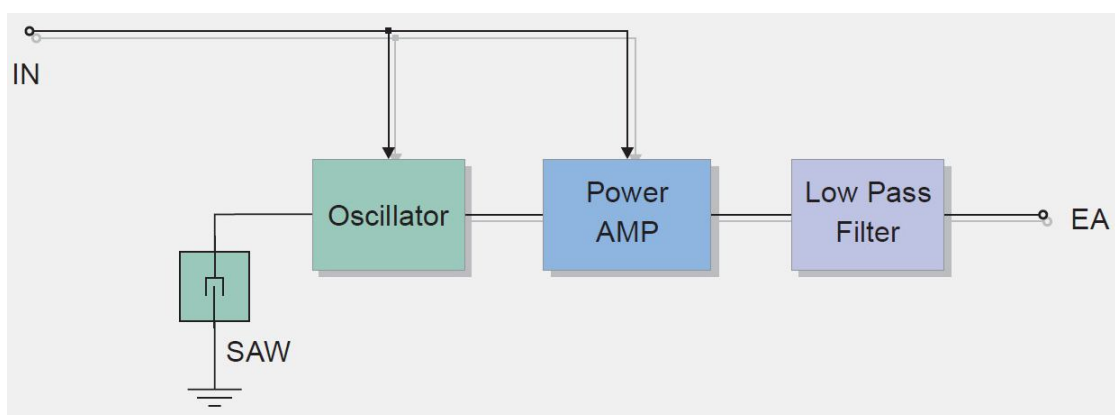
Rádiový vysílací modul RT11 je vyráběn firmou Telecontrolli a jeho pracovní frekvence jsou 315, 418 a 433,92 MHz. Je určený především pro aplikace zabezpečovacích bezdrátových systémů, automobilových alarmů, sensorových hlášení a jiných bezdrátových systémů ( viz [8] ). Vstupní signál amplitudově moduluje nosný vysokofrekvenční signál, který generuje speciální SAW (surface acoustic wave) oscilátor ( viz [8] ). SAW technologie je zde použita především pro vysoké požadavky na co nejmenší odchylku oscilátoru a také z důvodu dobré smd integrace. Blokový diagram zobrazuje na **obr. 4.2.6** strukturu vysílače, **obr. 4.2.5** pak popis pouzdra ( viz [8] ).



**Obrázek 4.2.5** : Pouzdro RT11

### Popis pinů pouzdra RT11 :

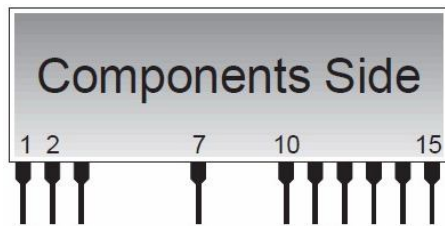
- |        |                        |
|--------|------------------------|
| 1. IN  | 8. EA - externí anténa |
| 2. GND | 9. GND                 |
| 7. GND | 10. Vcc                |



**Obrázek 4.2.6** : Blokové schéma struktury modulu RT11

## Modul RR3

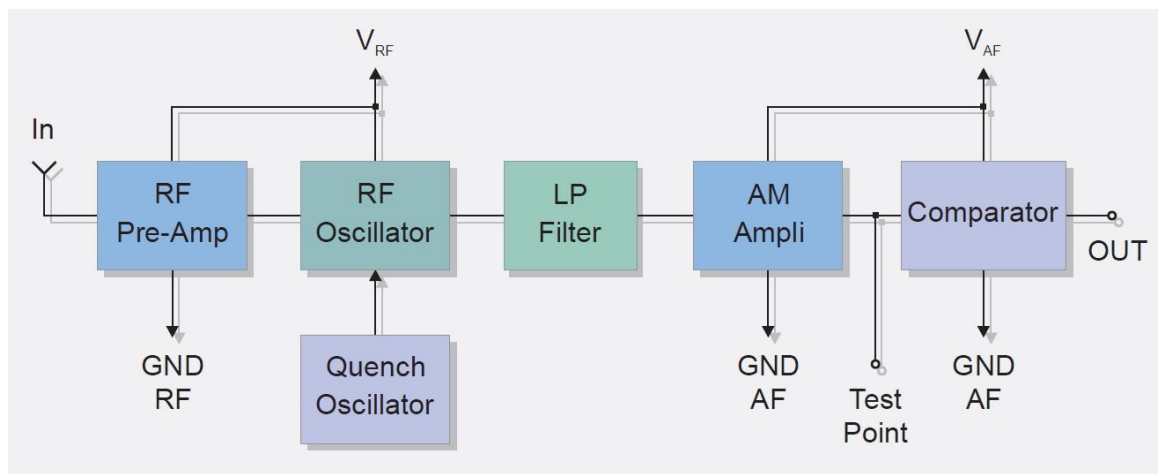
Rádiový přijímací modul RT11 je vyráběn firmou Telecontrolli a jeho pracovní frekvence může být mezi 200-450 MHz. Citlivost je větší než -100dBm s přizpůsobením  $50\Omega$  ( viz [8] ). Kmitočtová stabilita je velmi odolná jak proti vnějším mechanickým vibracím, tak v širokém rozmezí teploty. Je to tzv. superreakční přijímač ( viz [10] ), který má nastavenou kladnou zpětnou vazbu těsně pod bod rozkmitání. Jeho výhodou je velmi dobrá citlivost a automatické vyrovnávání citlivosti. Použití je stejné jako u vysílače. Blokové schéma a pouzdro součástky si můžete prohlédnout na obrázcích 4.2.8 a 4.2.7 ( viz [8] ).



Obrázek 4.2.7 : Pouzdro RR3

### Popis pinů pouzdra RR3 :

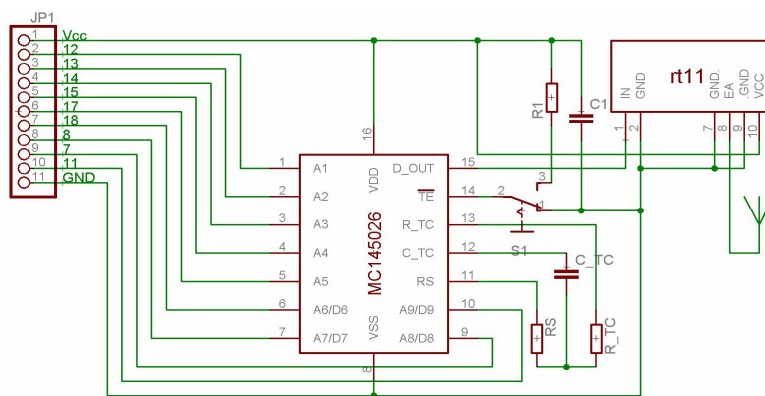
1. Vcc	11. GND
2. GND	12. Vcc
3. IN	13. testovací bod
7. GND	14. OUT
10. Vcc	15. Vcc



Obrázek 4.2.8 : Blokové schéma struktury modulu RR3

## 4.2.2 Vysílač

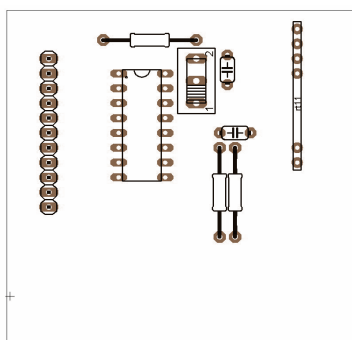
Samotný vysílač je tvořen kódem MC145026 a radovým modulem RT11. Vyšel jsem z typického použití modulu RT11, který doporučuje zapojení s kódem MC145026 ( viz [8] ). Má to výhodu jednak bezpečnostní a také převádím paralelní data na sériová, s kterými vysílač již dokáže pracovat ( viz [8] ). Ze základní desky řídicího členu jsou vyvedeny jen nejnútnejší piny mikrokontroleru ( limitováno vstupy kodéru ). Anténa je realizovaná, jak doporučuje výrobce modulu, pouze na plošném spoji. Celý vysílací člen je pak připevněn k řídicímu členu, aby se stal jeho součástí. Návrh vysílače a plošné spoje si můžete prohlédnout na následujících obrázcích.



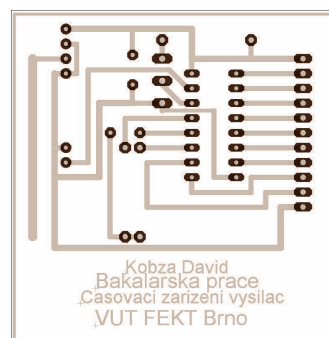
Obrázek 4.2.9 : Schéma zapojení vysílače a označení řídicích pinů mikrokontroleru

Tabulka 4.2.2 : Seznam součástek vysílače

Součástka(popis)	Hodnota	Součástka(popis)	Hodnota
R1	10k $\Omega$	C <sub>TC</sub>	100pF
R <sub>S</sub>	20k $\Omega$	C1	100pF
R <sub>TC</sub>	10k $\Omega$	S1 (přepínač)	P-B1407
Rádiový modul	RT11	Kodér	MC 145026



Obrázek 4.2.10 : Rozmístění součástek vysílače

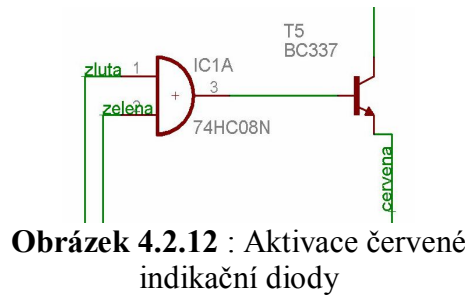


Obrázek 4.2.11 : Cesty plošného spoje vysílače

## 4.2.3 Přijímač

Přijímač je brán jako samostatná jednotka se svým vlastním napájecím zdrojem +5V/GND, přijímacím modulem RR3 a dekodérem MC145028. Anténa je realizovaná jako součást plošného spoje a přijímaný signál je dekodován a vyveden na výstupy dekodéru ( viz [8] ). Tyto řídicí signály jsou dál vedeny na další součástky obsluhující displej. Dekodér je v tomto případě něco jako mikrokontroler v řídicím členu hlavní řídicí součástka. Ostatní součástky jsou stejné jako v řídicím členu. HEF4555 spíná pomocí tranzistorů anody sedmi segmentového displeje, dekodér adresy HEF4543 udává symbol, jaký bude rozsvícen na displeji a ULN2803 tento signál ještě zesiluje ( obr. 4.2.13 ). Dekodér dále řídí také alarm, zelenou indikační diodu a žlutou indikační diodu. Jelikož bylo k dispozici pouze jen 9 možných řídicích pinů, tak jsem řízení červené diody nahradil jednoduchým logickým hradlem AND ( viz [6] ). Jeho vstupy kontrolují zelenou a žlutou diodu ( obr. 4.2.12 ). Hradlo spíná tranzistor, který zde slouží jako spínač pro červenou diodu. Pokud svítí zelená nebo

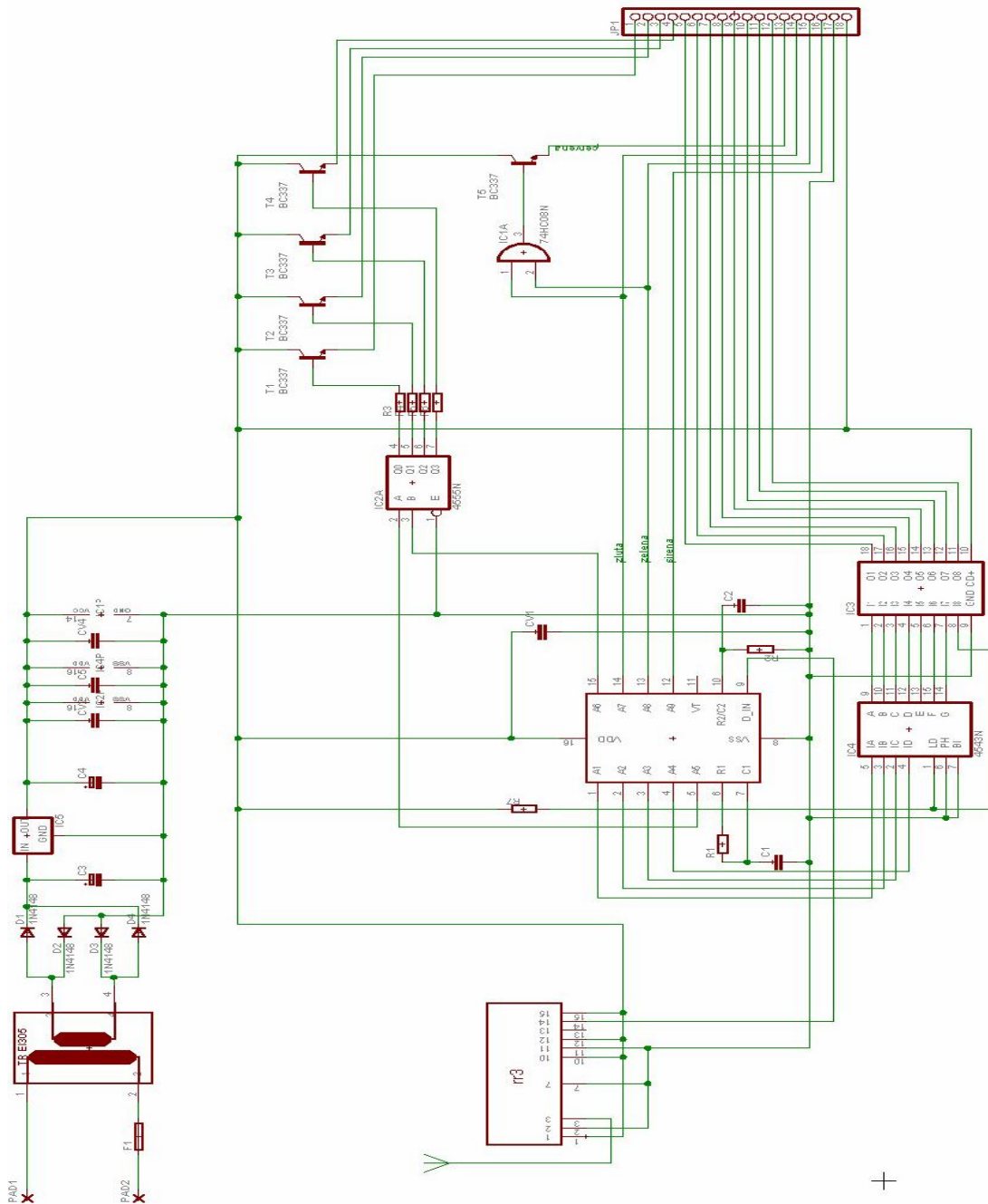
žlutá dioda, je červená zhaslá. Pokud ani jedna nesvítí, pak je sepnutá červená. Jelikož jsou diody připojeny anodou na napájení a katodou na řídicí piny, pak je aktivuje vždy logická úroveň LOW (tab. 4.2.3).



Obrázek 4.2.12 : Aktivace červené indikační diody

Tabulka 4.2.3 : pravdivostní tabulka AND

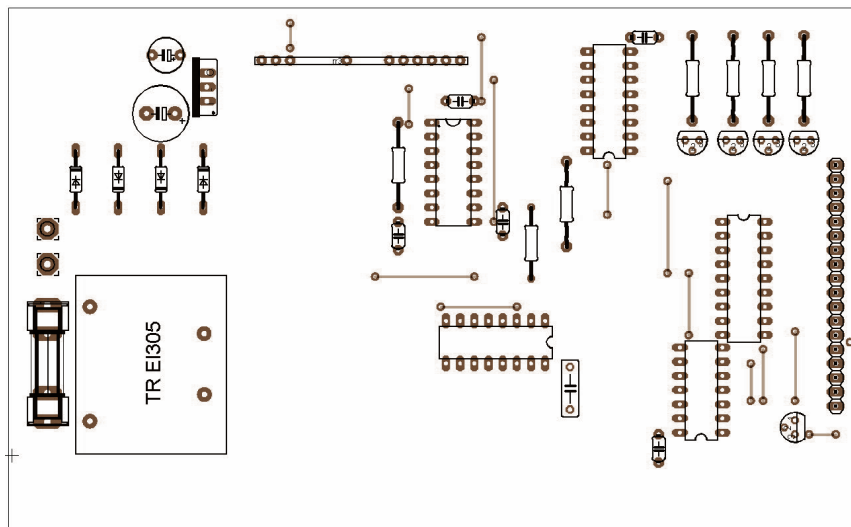
žlutá	zelená	červená
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



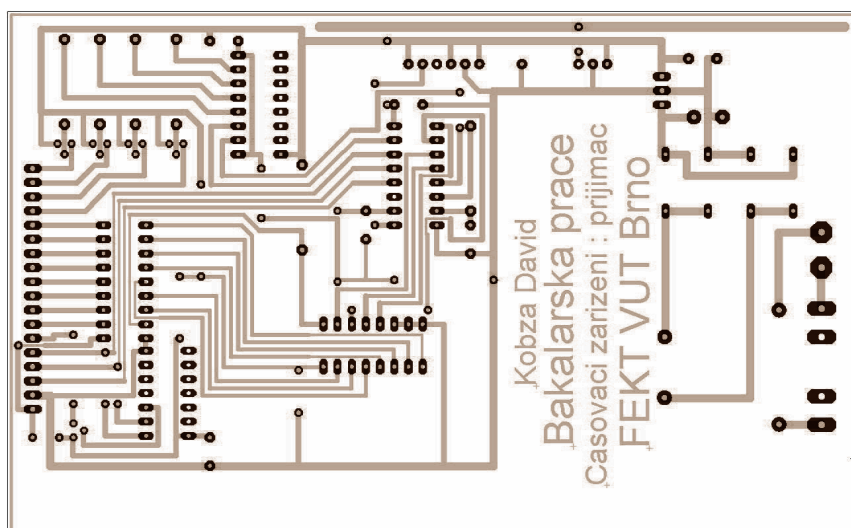
Obrázek 4.2.13 : Schéma zapojení přijímače

**Tabulka 4.2.4 :** Seznam součástek přijímače

Součástka(popis)	Hodnota	Součástka(popis)	Hodnota
R1,R7	10k $\Omega$	Transformátor	TR EI305
R2	100k $\Omega$	IC1A ( hradlo AND )	74HC08
R3-R6	2k7 $\Omega$	IC2A ( dekodér adresy )	HEF 4555
C1	470pF	IC3 ( zesilovač )	ULN2803
C2	910pF	IC4 ( dekodér BCD/7seg.)	HEF 4543
CV1-CV4	100pF	IC5 ( napěťový stabilizátor )	7805-STM
C3	1mF	Dekodér	MC 145028
C4	10 $\mu$ F	Radiový modul	RR3
T1-T5 (tranzistor)	BC 337	F1 ( pojistka )	FSF00.1( 100mA )
D1-D4 ( usměrňovací diody )	1N4007		

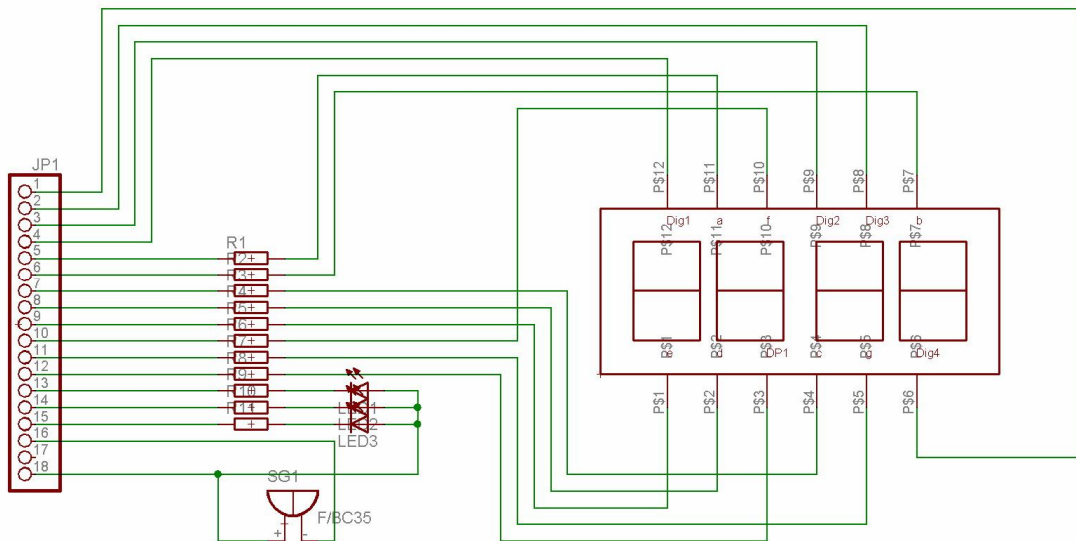


**Obrázek 4.2.14 :** Rozmístění součástek na desce přijímače



**Obrázek 4.2.15 :** Náhled na cesty plošného spoje přijímače

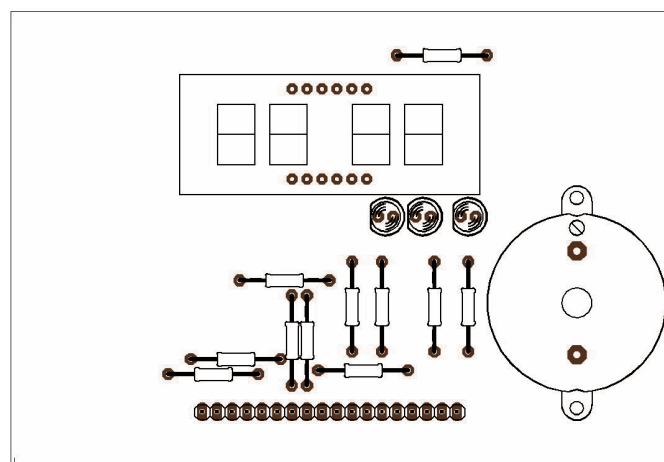
Displej je samostatná část propojená s řídicími součástkami kabelem z důvodu snazší manipulace. Schéma a návrh je vyobrazen na **obr. 4.2.16**, **4.2.17** a **4.2.18**.



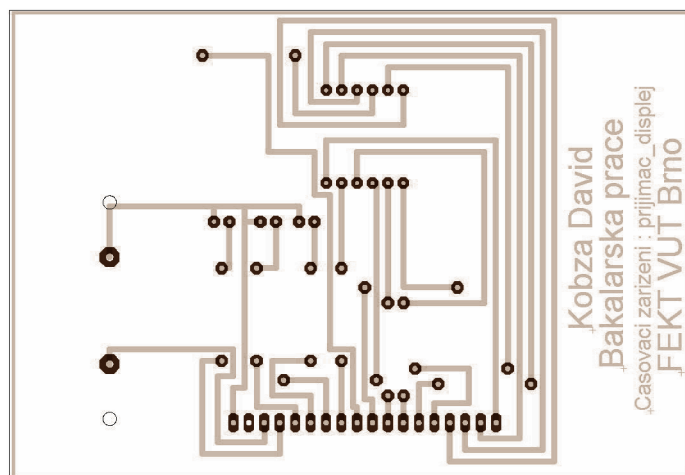
**Obrázek 4.2.16** : Schéma displeje přijímače

**Tabulka 4.2.5** : Seznam součástek displeje přijímače

Součástka(popis)	Hodnota	Součástka(popis)	Hodnota
R1-11	100Ω	LED3 ( zelená )	L-483GTD
LED1 ( červená )	L-53LDI	SG1 ( siréna )	KPL21N20W
LED2 ( žlutá )	L-483YTD	Displej ( zelený )	HD-M512 RD



**Obrázek 4.2.17** : Rozmístění součástek displeje přijímače



Obrázek 4.2.18 : Náhled na cesty plošného spoje displeje přijmače

## 5. Obsluha časovacího zařízení

Zařízení je ovládáno pomocí stisku sedmi tlačítek na displeji řídicí jednotky. Buď to jednotlivě nebo jejich možnou kombinací. Po připojení síťového napájení se objeví na displeji údaj 00.00 a svítí červená indikační dioda. Čas se nastavuje pomocí tlačítek SET, UP a DOWN. Tlačítko SET se drží nepřerušovaně a tlačítka UP a DOWN nastavujeme jedním kliknutím +10 sekund ( UP ) nebo -10 sekund ( DOWN ). Pro nastavení maximálního odčítaného času stačí z hodnoty 00.00 snížit tlačítkem o -10 sekund a objeví se čas 59:50. Odčítání nastavené hodnoty je spuštěno tlačítkem START. Po jeho aktivaci se rozsvítí zelená indikační dioda a čas se začne odčítat po jedné sekundě až do nuly.

V případě, že chceme přerušit nebo pozastavit odpočítávání, pak použijeme tlačítko STOP. Opětovné zpuštění přerušení je realizováno opět stiskem tlačítka STOP. Dalším tlačítkem je ALARM. Tento spínač ovládá vypínání a zapínání sirény, která je aktivována při dokončení odpočtu. Alarm je aktivní, pokud svítí desetinná tečka za poslední číslicí. Zapnout jde ovšem jen po aktivaci odpočítávání. Siréna může být vypnuta při dokončení odpočtu buď to tlačítkem ALARM nebo STOP. ALARM vypíná sirénu úplně ( musí se opět aktivovat ), STOP ji jen pouze ukončí tak, že se nemusí při dalším odpočtu aktivovat.

Pro zjednodušení nastavování stejných časových intervalů slouží tlačítko MEMORY. Pomocí nepřetržitěho sepnutí tlačítka SET + jedním kliknutím tlačítka MEMORY se čas nastavený momentálně na displeji uloží do paměti. Samotným tlačítkem MEMORY se pak tento čas opět vyvolá na displej. Pro zjednodušení jsou všechny možné kombinace tlačítek vyobrazeny v následující tabulce funkcí ( **tab. 5.1** ) časovacího zařízení.

**Tabulka 5.1** : Funkce zařízení a popis

<b>Tlačítko</b>	<b>Funkce</b>	<b>Popis</b>
SET	Nastavení	Tlačítko je funkční spolu s tlačítky DOWN, UP a MEMORY
UP	+10s	Funkční pouze se sepnutým SET
DOWN	-10s	Funkční pouze se sepnutým SET
START	Spuštění odpočtu	
ALARM	Nastavení sirény	Lze nastavit pouze po aktivaci odpočtu
STOP	Pauza	Zastaví odpočet, nebo vypne alarm
MEMORY	Paměť	Uložení paměti v kombinaci s tlačítkem SET

## 6. Program mikropočítače

Program pro mikroprocesor je napsán v jazyce symbolických adres ( assembleru ). Pro jeho odladění a překlad jsem použil program ASM51( viz. [2] ). Konstanty jsou vypočítány pro taktovací frekvenci 12MHz ( viz. [2] ).

### 6.1 Deklarace proměnných

```

DH      equ    r3           ;registry pro dělení
DL      equ    r2
DIH     equ    r5
DIL     equ    r4
PSI     bit    P3.0        ;vývody pro čtení z PISO registru-stav tlačítek
CLK     bit    P3.1        ;hodinový signál PISO registru
SIN     bit    P3.2        ;sériový vstup pro čtení PISO registru
ALM     bit    P3.7        ;připojení alarmu
AL      bit    0           ;příznak zpuštění alarmu
ALS     bit    1           ;příznak stavu alarmu ( 0/5V )
AL1     bit    2           ;příznak alarmu že je odměřen čas
D1      bit    P3.5        ;červená dioda
D2      bit    P3.4        ;žlutá dioda
D3      bit    P3.3        ;zelená dioda
dis     equ    90h         ;port displeje
mod     equ    11h         ;mód čítačů
ct0a    equ    16          ;počet přetečení časovače
ct0b    equ    48574       ;zbytkový čas do 1s, předvolba
ct1     equ    64911       ;předvolba pro multiplexní displej +alarm ( 625us )

```

## 6.2 Hlavní program

```
    org    000h
    mov    sp,#0Fh           ;přesuň zásobník na začátek registrové banky 2
    ajmp   start

    org    00Bh
    ajmp   sek

    ogr    01Bh
    ajmp   disp

start:  acall  init
ctid:   acall  cti
        mov    r7, #2           ;začátek čekací smyčky mezi čtením tlačítek
        djzn  r5,$             ;cca 0.3s
        djzn  r6,$-2
        djzn  r7,$-4

        jb    acc.5,cti6       ;hodnota tlačítka SET+MEMORY
        jb    acc.6,cti6
        mov   36h,34h
        mov   37h,35h
        ajmp  ctid

cti6:   jb    acc.6,cti4       ;hodnota tlačítka MEMORY
        mov   34h,36h
        mov   35h,37h
        ajmp  ctid

cti4:   jb    acc.5,cti3       ;hodnota tlačítka SET+UP
        jb    acc.4,cti3
        clr   c                 ;počátek inkrementace
        mov   a,#10            ;zvyšuje se o 10 nejdříve v prvním bajtu
        add  a,34h             ;vlastní inkrementace
        mov  34h,a             ;uložení
        mov  a,35h            ;počátek inkrementace v druhém bajtu
        addc a,#0              ;inkrementace
        mov  35h,a             ;uložení
        cjne a,#0Eh,ctid      ;ošetření proti přetečení
        mov  a,34h
        cjne a,#11h,cti4d

cti4d:  jc    ctid
        mov  34h,#0h           ;z hodnoty 60min(0E10 hex.) přeteče na 0min(0 hex.)
        mov  35h,#0h
        ajmp  ctid
```

```

cti3:    jb    acc.5,cti2    ;hodnota tlačítek SET+DOWN
         jb    acc.3,cti2
         clr   c            ;počátek dekrementace
         mov  a,34h        ;snižuje se o 10 nejprve v prvním bajtu
         subb a,#10        ;vlastní dekrementace
         mov  34h,a        ;uložení
         mov  a,35h        ; snižuje se o 10 v druhém bajtu
         subb a,#0         ;dekrementace
         mov  35h,a        ;uložení
         cjne a,#0FFh,ctid ;ošetření proti podtečení
         mov  a,34h
         cjne a,#0FFh,cti3d

cti3d:   jnc   cti2
         mov  34h,#10h     ;z hodnoty 0 min(o hex) podteče na 60min(0E10 hex)
         mov  35h,#0Eh
         ajmp ctid

cti2:    jb    acc.2,cti1    ;hodnota tlačítka START
         mov  th0,#high(ct0b) ;nastavení předvolby čítače 0
         mov  tl0,#low(ct0b)
         mov  0Eh,#ct0a     ;nastavení počtu přetečení čítače 0
         setb tr0
         ajmp Ctid

cti1:    jb    acc.1,cti0    ;hodnota tlačítka STOP
         clr   tr0
         clr   AL1
         ajmp ctid

cti0:    jb    acc.0,sem     ;hodnota tlačítka ALARM
         cpl   AL           ;zapne, vypne alarm
         mov  c,tr0
         jc   cti0e         ;neběží-li odpočítávání, pak se alarm vypne
         clr   AL

cti0e:   ajmp  ctid

sem:     ajmp  ctid

```

## 6.3 Rutiny a obsluhy

;rutina pro počáteční nastavení

```
init:      clr     PSI
           clr     AL
           clr     AL1
           mov     30h,#00000000b ;nulování videopaměti
           mov     31h,#00100000b
           mov     32h,#01000000b
           mov     33h,#01100000b
           mov     34h,#0
           mov     35h,#0
           mov     36h,#0
           mov     37h,#0
           mov     thmod,#mod
           mov     th0,#high(ct0b) ;nastavení předvolby čítače 0
           mov     tl0,#low(ct0b)
           mov     0Eh,#ct0a ;nastavení počtu přetečení čítače 0
           mov     th0,#high(ct1) ;nastavení předvolby čítače 1- mx displ.
           mov     tl0,#low(ct1)
           mov     9h,#30h ;nastavení r1 v bance 1 na videopaměť
           setb    et0
           setb    et1
           setb    ea
           setb    tr1
           ret
```

;odměří 1s a dekrementuje počítadlo

```
sek:      push    psw
           push    acc
           setb    rs0
           djnz   r6,seke
           mov     a,35h ;je-li čas 0s, pak nelze začít
           jnz    dek
           mov     a,34h
           jnz    dek
           clr     tr0
           clr     AL1
           sjmp   sekee
dek:      clr     c ;počátek dekrementace
           mov     a,34h ;snižuje se o 1 nejprve v prvním bajtu
           subb   a,#1 ;vlastní dekrementace
           mov     34h,a ;uložení
           mov     a,35h ;dekrementace v druhém bajtu
           subb   a,#0 ;dekrementace
           mov     35h,a
           jnz    sekee
```

```

        clr    tr0
        setb  AL1          ;je-li AL rovno 1, spustí se alarm
sekee:  mov    th0,#high(ct0b) ;nastavení předvolby čítače 0
        mov    tl0,#low(ct0b)
        mov    r6,#ct0a    ;nastavení počtu přetečení čítače 0
seke:   pop    acc
        pop    psw
        reti

```

;rutina cyklicky maskuje a posílá jednotlivé číslice na displej

```

disp:   push  psw          ;schování příznaku
        push  acc
        setb  rs0        ;pracuje v registrové bance 1
        acall led        ;rozsvícení diod
        mov   a,34h      ;bude-li odměřen čas zapne se alarm
        jnz  dispa
        mov   a,35h
        jnz  dispa
        cpl  ALS        ;změna úrovně v periodě
        mov  c,ALS
        anl  c,AL        ;alarm se spustí jen pokud AL=1 a AL1=1
        anl  c,AL1
        mov  ALM,c       ;výstup alarmu
dispa:  mov  DL,34h
        mov  DH,35h
        mov  DIL,#60
        mov  DIH,#0
        acall div16x16
        mov  a,DL        ;převod druhé číslice do BCD
        mov  b,#10
        div  ab
        orl  a,#00100000b
        mov  31h,a
        mov  a,b        ;převod první číslice do BCD (nejméně významná)
        orl  a,#00000000b
        jnb  AL,dispd   ;je-li alarm zapnut pak svítí tečka
dispd:  setb  acc.4
        mov  30h,a
        mov  a,DIL      ;převod čtvrté číslice do BCD (nejvíce významná)
        mov  b,#10
        div  ab
        orl  a,#01100000b
        mov  33h,a
        mov  a,b        ;převod třetí číslice do BCD
        orl  a,#01010000b
        mov  32h,a
        mov  dis,@r1    ;výstup videopaměti na displej
        inc  r1         ;přesun na další pozici videopaměti
        cjne r1,#34h,dispe ;kontrola počátku v paměti

```

```

dispe:    mov    r1,#30h        ;nastavení konce v paměti
          pop    acc
          pop    psw          ;obnovení
          mov    th1,#high(ct1) ;nastavení předvolby čítače 1
          mov    tl1,#low(ct1)
          reti

```

;přečtení PISO – stav je v ACC

```

cti:      setb   PSI
          nop
          clr    PSI
          mov    r7,#8
ctib:     clr    CLK
          mov    c,SIN
          rlc   a
          nop
          setb   CLK
          djnz  r7,ctib
          ret

```

;kontrola času a rozsvícení příslušných diod

```

led:      mov    c,tr0
          jc     dal1          ;neodpočítává se – červená dioda
          clr    D1
          setb   D2
          setb   D3
          ret
dal1:     mov    a,35h
          jnz    dal3
          mov    a,34h
          cjne   a,#3Ch,dal2
dal2:     jnc    dal3          ;poslední minuta odpočtu – žlutá dioda
          setb   D1
          clr    D2
          setb   D3
          ret
dal3:     setb   D1
          setb   D2
          clr    D3
          ret

```

;vstup :DH je horní bajt a DL dolní bajt dělence

;vstup :DIH je horní bajt a DIL dolní bajt dělitele

;výstup : C=1 pro dělení 0, jinak C=0

; DH je horní bajt a DL dolní bajt zbytku

; DIH je horní bajt a DIL dolní bajt podílu

; mění: acc,DH,DL,DIH,DIL,B,psw

```
div16x16:  cjne  DIH,#0,divAA
           cjne  DIL,#0,divBA
           setb  C
           ret

divAA:     mov   a,DH
           mov   b,DIH
           div   ab
           jnz   divAB           ;výsledek má horní bajt
           mov   DIH,a
           mov   DIL,a
           ret                   ;konec dělení, podíl je nula

divAB:     push  b               ;odlož zbytek
           mov   DH,a           ;ulož d.vysl do rp
           mov   b,DIL
           mul   ab
           xch   a,DL
           subb  a,DL
           xch   a,DL
           pop   acc
           subb  a,b
           jnc   divABcont
           dec   DH
           xch   a,DL
           add   a,DIL
           xch   a,DL
           addc  a,DIH
           clr   C

divABcont: xch   a,DH
           mov   DIL,a
           mov   DIH,#0
           ret                   ;konec dělení

divBA      mov   b,DIL
           mov   a,DH
           div   ab
           mov   DIH,a           ;ulož h.podíl
           mov   DH,b
           cjne  DH,#0,divBB
           mov   b,DIL
           mov   a,DL
           div   ab
           mov   DIL,a
           mov   DL,b
           ret

divBB:     mov   DH,#8
divBB1:    mov   a,DL
           rlc   a
           mov   DL,a
           mov   a,DL
```

```

xch a,b
rlc a
jc divBB2
div ab
rrc a
djnz DH,divBB1
mov a,b
xch a,DL ;zbytek do DL, do acc d.mezivýsledek
rlc a
mov DIL,a
ret
divBB2:
clr C
subb a,b
mov b,a
djnz DH,divBB1
mov a,b
xch a,DL ;zbytek do DL, do acc d.mezivýsledek
rlc a
mov DIL,a
ret
end ;konec programu

```

## 7. Závěr

V bakalářské práci jsem navázal na již dříve získané teoretické poznatky z práce semestrální. Podle zadání bakalářské práce byly realizovány jednak dřívější návrhy časovacího zařízení a dále také navržena a realizována komunikace bezdrátová. Nejprve tedy byla zkonstruována a uvedena do chodu komunikace po lince. Jako druhá pak byla navržena, zkonstruována a taktéž uvedena do chodu komunikace bezdrátová. Zařízení využívá tedy komunikaci po lince i bezdrátovou komunikaci. Bezdrátovou komunikaci ovšem s několika nepřesnostmi, které může způsobovat několik různých faktorů, a je tedy ještě potřeba drobného softwarového odladění.

## 8. Použitá literatura a informační zdroje

- [1] Skalický, P. Mikroprocesory řady 8051. Vydavatelství BEN Praha 1999
- [2] Internetové stránky Davida Hankovce : [www.dhservis.cz](http://www.dhservis.cz)
- [3] Katalogové a aplikační listy firmy SGS - THOMSON
- [4] Katalogové a aplikační listy firmy PHILIPS
- [5] Katalogové a aplikační listy firmy ATMEL
- [6] J. Kolouch. Impulsová a číslicová technika. Skriptum VUT Brno 2002
- [7] T. Frýza. Mikroprocesorová technika. Skriptum VUT Brno 2008.
- [8] Katalogové a aplikační listy firmy TELECONTROLLI
- [9] Katalogové a aplikační listy firmy MOTOROLA
- [10] Internetové stránky : <http://elnika.sweb.cz>