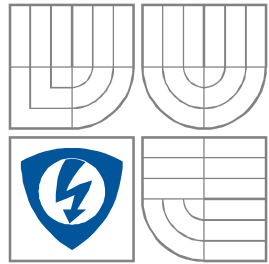


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY
A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV RADIOELEKTRONIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF RADIO ELECTRONICS

ŘÍDICÍ A SIGNALIZAČNÍ JEDNOTKA PRO SPORTOVNÍ UTKÁNÍ

CONTROL AND SIGNALLING UNIT FOR SPORT MATCH

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

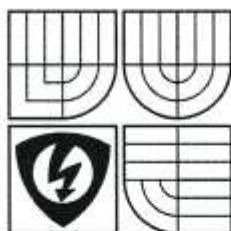
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. JAROSLAV BOHUTÍNSKÝ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. JAROMÍR KOLOUCH, CSc.

BRNO, 2010



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav radioelektroniky

Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor
Elektronika a sdělovací technika

Student: Bc. Jaroslav Bohutínský

Ročník: 2

ID: 83910

Akademický rok: 2009/10

NÁZEV TÉMATU:

Řídicí a signalizační jednotka pro sportovní utkání

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Navrhněte řídicí a signalizační jednotku pro sportovní utkání řízenou mikroprocesorem. Jednotka bude zobrazovat čas a stav utkání a případně další údaje důležité pro průběh zápasu, a bude vybavena akustickou signalizací konce zápasu. Pro vstup řídicích údajů bude sloužit panel tlačítek s displejem LCD. Jednotka musí umožňovat připojení k počítači PC.

Navrženou jednotku realizujte, oživte ji a vypracujte výrobní dokumentaci.

Zpracujte potřebné programové vybavení pro řídicí mikroprocesor i pro připojený počítač PC.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

[1] FRÝZA, T. Mikroprocesorová technika. Elektronické texty přednášek. Brno: FEKT VUT v Brně, 2007

[2] Atmel Corporation. AT89S8253 [online]. Atmel Corp., 2008 - [cit. 24. 11. 2008] Dostupné na [www: http://www.atmel.com/dyn/products/datasheets.asp?family_id=604#753](http://www.atmel.com/dyn/products/datasheets.asp?family_id=604#753)

Termín zadání: 8.2.2010

Termín odevzdání: 21.5.2010

Vedoucí práce: doc. Ing. Jaromír Kolouch, CSc.

Konzultanti diplomové práce:

prof. Dr. Ing. Zbyněk Raida
předseda oborové rady



UPOZORNĚNÍ:

Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové 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: Bc. Jaroslav Bohutínský
Bytem: Pocoucov 23, Třebíč, 674 01
Narozen/a (datum a místo): 24. června 1985 v Třebíči

(dále jen „autor“)

a

2. Vysoké učení technické v Brně

Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
se sídlem Údolní 53, Brno, 602 00
jejímž jménem jedná na základě písemného pověření děkanem fakulty:
prof. Dr. Ing. Zbyněk Raida, předseda rady oboru Elektronika a sdělovací
technika
(dále jen „nabyvatel“)

Článek 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: Řídicí a signalizační jednotka pro sportovní utkání

Vedoucí/ školitel VŠKP: doc. Ing. Jaromír Kolouch, CSc.

Ústav: Ústav radioelektroniky

Datum obhajoby VŠKP: _____

VŠKP odevzdal autor nabyvateli*:

- v tištěné formě – počet exemplářů: 2
- v 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.

* hodící se zaškrtněte

Článek 2

Udělení licenčního oprávnění

1. Autor touto smlouvou poskytuje nabyvateli oprávnění (licenci) k výkonu práva uvedené dílo nevýdělečně užit, 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: 21. května 2010

.....
Nabyvatel

.....
Autor

ABSTRAKT

Úkolem práce je navrhnout řídicí a signalizační jednotku pro sportovní utkání řízenou mikrokontrolérem. Jednotka má zobrazovat čas, stav utkání a případně další údaje důležité pro průběh utkání. Má být vybavena akustickou signalizací konce zápasu. Pro vstup řídicích údajů slouží panel tlačítek s displejem LCD. Jednotka funguje v odpočtovém režimu, čas lze kdykoli spustit a zastavit pomocí tlačítka. Zařízení je napájeno z rozvodné sítě a zálohováno externí baterií, při výpadku sítě se přepne na baterii. Zobrazení času, stavu utkání a ostatních údajů je pomocí displejů LED. Jednotka bude umožňuje připojení k počítači PC.

ABSTRACT

The aim of this study is a design of a control and signalling unit for sport meetings controlled by a microcontroller. The unit should display the time, the state of the match, eventually another data important for a course of the match. It should be fitted by an audible alarm of the end of the match. A touch control panel with a liquid crystal display serves as input of control data. The unit operates in a countdown mode, it is possible anytime to start or to stop the time by pressing the button. The equipment is mains-operated and backed up by an external battery. In the case of a power failure, it is switched over to the battery. A representation of the time, the state of the match and other data is done by LED displays. The unit allows a connection to PC.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Mikrokontrolér, LCD, LED, RS-232, USB, PC, UART, zálohování napájení

KEY WORDS:

Microcontroller, LCD, LED, RS-232, USB, PC, UART, backup power supply

Bibliografická citace práce:

BOHUTÍNSKÝ, J. *Řídící a signalizační jednotka pro sportovní utkání*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2010. 46s., 6 s. příloh. Diplomová práce. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Jaromír Kolouch, CSc.

Prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma Řídicí a signalizační jednotka pro sportovní utkání jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové 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 uvedeného 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/nebo majetkových a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně dne 21. května 2010

.....
podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Jaromíru Kolouchovi, CSc. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé diplomové práce.

V Brně dne 21. května 2010

.....
podpis autora

Obsah

ÚVOD	12
1. MOŽNOSTI ZOBRAZOVÁNÍ.....	12
1.1 STATICKÉ	12
1.2 DYNAMICKÉ	12
1.3 S POMOCNÝMI OBVODY	13
2. ŘÍZENÍ A PERIFERIE.....	14
2.1 MIKROKONTROLÉR AT89S8253	14
2.1.1 BLOKOVÉ SCHÉMA, POPIS VÝVODŮ MIKROKONTROLÉRU AT89S5253	15
2.1.2 SÉRIOVÉ ROZHRAŇÍ UART	16
2.1.3 SÉRIOVÉ ROZHRAŇÍ SPI	16
2.1.4 PŘERUŠENÍ MIKROKONTROLÉRU	16
2.1.5 REŽIMY SE SNÍŽENOU SPOTŘEBOU	17
2.1.6 PROGRAMOVÁNÍ MIKROKONTROLÉRU	17
2.2 ZOBRAZOVAČE	17
2.3 OBVODY 74HC595	18
2.4 PŘIPOJENÍ K PC	20
2.5 NAPÁJENÍ A ZÁLOHOVÁNÍ JEDNOTKY	20
2.6 KOMUNIKACE S UŽIVATELEM	21
2.7 MODUL DISPLEJE LCD	22
3. SCHÉMATA.....	26
3.1 BLOKOVÉ SCHÉMA	26
3.2 SCHÉMA ZAPOJENÍ ŘÍDICÍ JEDNOTKY	27
3.3 SCHÉMA ZAPOJENÍ ZOBRAZOVAČŮ	28
3.4 SCHÉMA ZAPOJENÍ AKUSTICKÉ SIGNALIZACE	30
4 PLOŠNÉ SPOJE	32
4.1 DESKA PLOŠNÉHO SPOJE ŘÍDICÍ JEDNOTKY	32
4.2 DESKA PLOŠNÉHO SPOJE ZOBRAZOVAČŮ	34
4.3 DESKA PLOŠNÉHO SPOJE AKUSTICKÉ SIGNALIZACE	34
5 FIRMWARE.....	35
5.1 RUČNÍ OVLÁDÁNÍ ŘÍDICÍ JEDNOTKY	35
5.2 OVLÁDÁNÍ ŘÍDICÍ JEDNOTKY POMOCÍ PC	36
5.3 KÓD PRO ZOBRAZOVÁNÍ NA 74HC595	38
5.4 GENEROVÁNÍ IMPULZŮ NA 74HC595	38
5.5 KÓD ZPRACOVÁVÁNÍ INSTRUKCÍ Z PC.....	38
5.6 KÓD ZPRACOVÁVÁNÍ DAT Z PC.....	39
5.7 KÓD ODESÍLÁNÍ INSTRUKCE A DAT Z PC	40
5.8 KÓD PŘÍJMU DAT Z JEDNOTKY	40
5.9 KÓD PRO NASTAVENÍ KOMUNIKAČNÍHO ROZHRAŇÍ COM	41
6 ZÁVĚR.....	42
7 LITERATURA	43

8	SEZNAM ZKRATEK.....	45
9	SEZNAM PŘÍLOH.....	46

Seznam obrázků

Obr. 1: Blokové schéma mikrokontroléru AT89S5253 [2].	15
Obr. 2: Rozmístění vývodů mikrokontroléru AT89S5253 [2].	15
Obr. 3: Generování přenosové rychlosti mikrokontroléru AT89S5253 [2].	16
Obr. 4: Rozmístění segmentů displeje LED [6].	18
Obr. 5: Zapojení segmentů displeje LED [6].	18
Obr. 6: Logické uspořádání obvodu 74HC595 [4].	19
Obr. 7: Rozmístění vývodů 74HC595 [4].	19
Obr. 8: Postup pro inicializaci LCD [3].	23
Obr. 9: Blokové schéma jednotky.	26
Obr. 10: Schéma zapojení řídicí jednotky.	27
Obr. 11: Schéma zapojení zobrazovačů.	29
Obr. 12: Schéma zapojení akustické signalizace.	31
Obr. 13: Deska plošného spoje řídicí jednotky.	33
Obr. 14: Deska plošného spoje zobrazovačů.	34
Obr. 15: Deska plošného spoje akustické signalizace.	34
Obr. 16: Menu řídicí jednotky.	36
Obr. 17: Vzhled programu pro PC.	37
Obr. 18: Nastavování času v programu pro PC.	37
Obr. 19: Sada znaků LCD [3].	Příloha 1
Obr. 20: Řídicí jednotka.	Příloha 2
Obr. 21: Signalizační jednotka.	Příloha 3
Obr. 22: Deska osazení řídicí jednotky.	Příloha 4
Obr. 23: Deska osazení zobrazovačů.	Příloha 5
Obr. 24: Deska osazení akustické signalizace.	Příloha 6

Seznam tabulek

Tab. 1: Instrukční sada pro LCD [11].....	24
Tab. 2: Instrukční sada pro LCD – pokračování [10].....	24

Úvod

Zadáním práce byla realizace řídicí a signalizační jednotky pro sportovní utkání řízenou mikrokontrolérem (MCU) a realizace programového vybavení pro řídicí a signalizační jednotku a i pro připojený počítač PC. Pomocí tohoto PC je možno ovládat řídicí a signalizační jednotku. Jednotka pro sportovní utkání zobrazuje stav utkání, dobu utkání, a akusticky signalizuje konec zápasu. Řídicí jednotka je zhotovena pomocí MCU AT89S8253 [2]. K této jednotce je připojeno rozhraní pro ovládání jednotky, které je vytvořeno pomocí displeje LCD [3] a tlačítka. Dále jsou připojeny displeje LED [5, 6] pro zobrazování dat potřebných pro průběh utkání. Jednotka obsahuje rozhraní pro připojení k PC. Toto rozhraní je realizováno pomocí rozhraní RS-232, nebo USB. Ukončení zápasu zde signalizuje akustická sirénka.

1. Možnosti zobrazování

Metody pro možné zobrazování potřebných hodnot na zobrazovačích jsou různé. Existují metody zobrazování pomocí statického a dynamického zobrazování. Jsou to jediné dvě základní možnosti, ostatní metody jsou pouze modifikací jedné z nich. Výběr jednoho, či druhého způsobu zobrazení je závislý na mnoha okolnostech. Při volbě metody rozhoduje spotřeba celkového zařízení a velikost zobrazující plochy. Pokud potřebujeme, aby zařízení mělo nízkou spotřebu, je vhodné použít zapojení pro dynamické zobrazování. Pokud je zobrazující plocha větší, z hlediska režie se opět vyplatí použití dynamického zobrazení namísto statického.

1.1 Statické

Principem statického zobrazení je vyslání požadavku na zobrazení chtěných dat. Pro změnu dat vyšleme nový požadavek. Tento způsob je výhodný pro elektromechanické zobrazovače, protože je využito napájení jen pro změnu zobrazovaných dat a pak se již data nemění a není tedy třeba napájení pro daný zobrazovač. U svítících zobrazovačů je třeba napájecí napětí po celou dobu zobrazených patřičných dat na zobrazovači. Zvyšuje se tím však celková energetická spotřeba. Pro zobrazování patřičných dat je třeba vhodným způsobem připojovat zobrazovače k řídicímu systému, který je daným způsobem ovládá. Pro zobrazení dat, tak vyšleme signály, a data jsou zobrazena, není potřebná žádná režie. Pro snížení spotřeby je možné, ovšem na úkor svítivosti, zapínat a vypínat napájení pomocí pulzní šířkové modulace. Zobrazovač svítí přerušovaně. Pokud je řízení správně nastaveno, zobrazovač bliká tak rychle, že mozek toto blikání nevnímá a zdá se, že zobrazovač svítí méně. U tohoto typu zobrazování se nemění data, pouze se rozsvěcují a zhasínají.

1.2 Dynamické

Funkce dynamického zobrazování je zcela odlišná od zobrazování statického. U dynamického zobrazení je nevýhodou velká náročnost na režii zobrazování. Používá se především pro zobrazování na svítících zobrazovačích. Princip je následující. Data zobrazíme na danou dobu a pak je zase smažeme. Po určité době opět data zobrazíme a opět smažeme. Tento postup je opakován po dobu zobrazení dat na zobrazovačích. Frekvence zobrazování a zhasínání musí být taková, aby lidský organizmus nepoznal, že daný zobrazovač bliká a vnímá, že data na zobrazovačích svítí trvale. V době, kdy jsou data zhasnuta, zobrazujeme jiná data na jiných zobrazovačích a celý tento

cyklus opakujeme. Zapojení bývá většinou pomocí maticového způsobu zapojení. Při tomto zapojení je jedna část řídicích dat zobrazovačů propojena s ostatními zobrazovači a řídicím systémem, druhá část je také obdobným způsobem zapojena k ostatním zobrazovačům a řídicím signálům. Pokud jsou obě části řídicích dat správně nastaveny, jsou zobrazována chtěná data.

1.3 S pomocnými obvody

Při zapojení zobrazovačů pomocí obvodu pro režii zobrazování se nemění princip zobrazování. Zobrazování je statické, nebo dynamické. Nastává pouze změna režie. Tyto obvody mají usnadnit řízení zobrazovaných dat. Při volbě zobrazovačů a pomocných obvodů se musíme rozhodnout, co za nás bude řídit daný obvod a co budeme muset vytvářet softwarově. Je třeba zvolit vhodný kompromis mezi hardwarem a softwarem. Pro danou aplikaci existuje celá řada výhodných obvodů, jejich výběr je na uvážení návrháře.

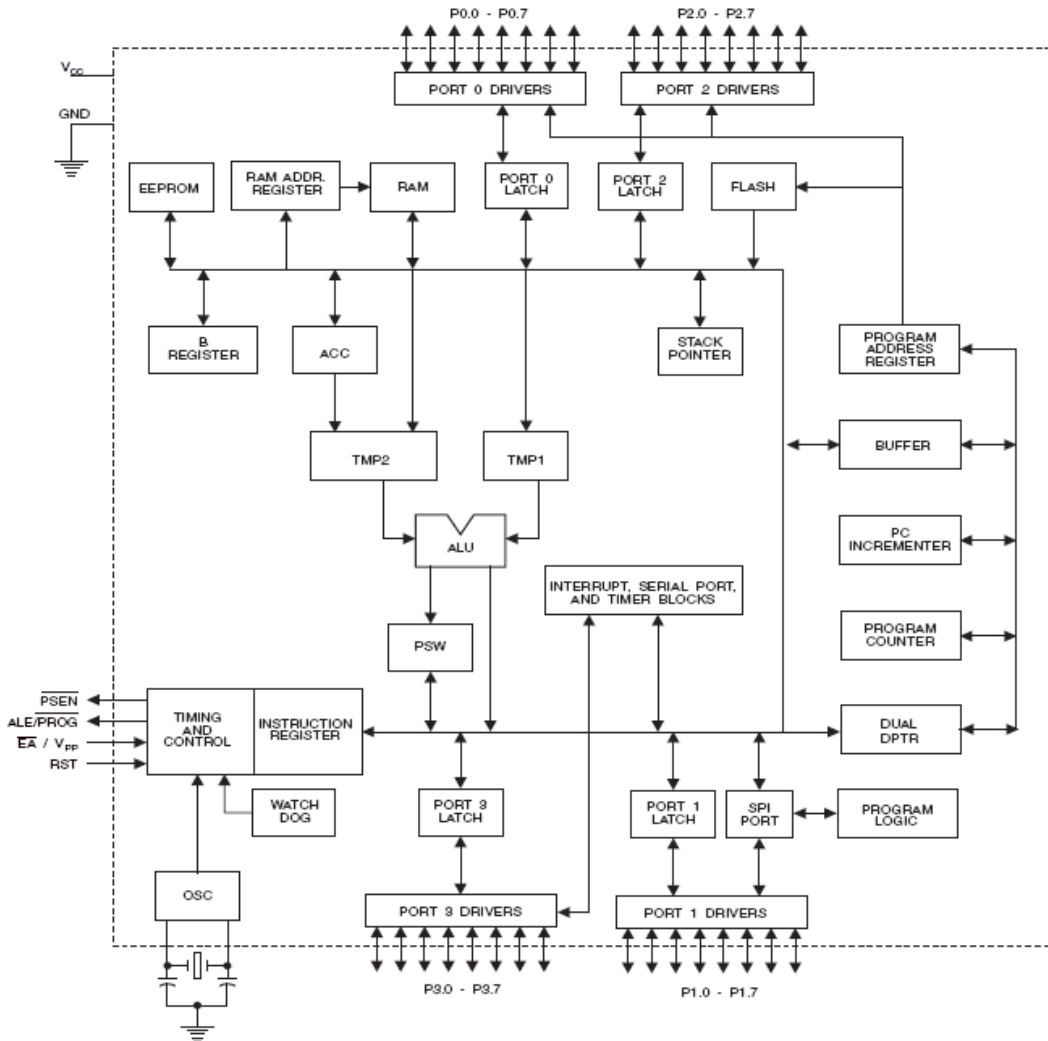
2. Řízení a periferie

Zařízení je ovládáno MCU AT89S8253, který pomocí displeje LCD a tlačítek komunikuje s uživatelem. Zobrazovací jednotka je tvořena displeji LED. Jsou použity čtyři displeje pro zobrazení skóre, čtyři displeje pro zobrazení času utkání a jeden pro poločas, eventuálně třetinu. Je připojena i akustická sirénka pro signalizaci konce zápasu. Jednotku je možné připojit k PC pomocí RS-232, nebo USB rozhraní. Skrze toto rozhraní je možno jednotku ovládat také pomocí připojeného PC.

2.1 Mikrokontrolér AT89S8253

Mikrokontrolér je hlavním jádrem jednotky. Stará se o veškeré periferie a komunikaci. Pomocí MCU jsou generovány impulzy, které jsou použity pro časový interval 1s. MCU obsahuje rozhraní SPI, pomocí kterého jej lze programovat za běhu aplikace, tedy bez nutnosti tento MCU vyjmát ze zařízení, usadit jej do programovacího modulu, naprogramovat jej a následně uložit zpět do aplikace. Pro toto rozhraní jsou použity pouze čtyři vodiče, pomocí kterých je možno provádět programování. MCU má třetí čítač/časovač, pomocí kterého je možno nastavit generování přenosové rychlosti k přenosu pomocí UART. Pomocí tohoto rozhraní komunikuje jednotka s PC. Jednotka ovládá obvody 74HC595, které zobrazují na displejích LED patřičné údaje. MCU zajišťuje komunikaci s uživatelem pomocí displeje LCD a tlačítek.

2.1.1 Blokové schéma, popis vývodů mikrokontroléru AT89S5253



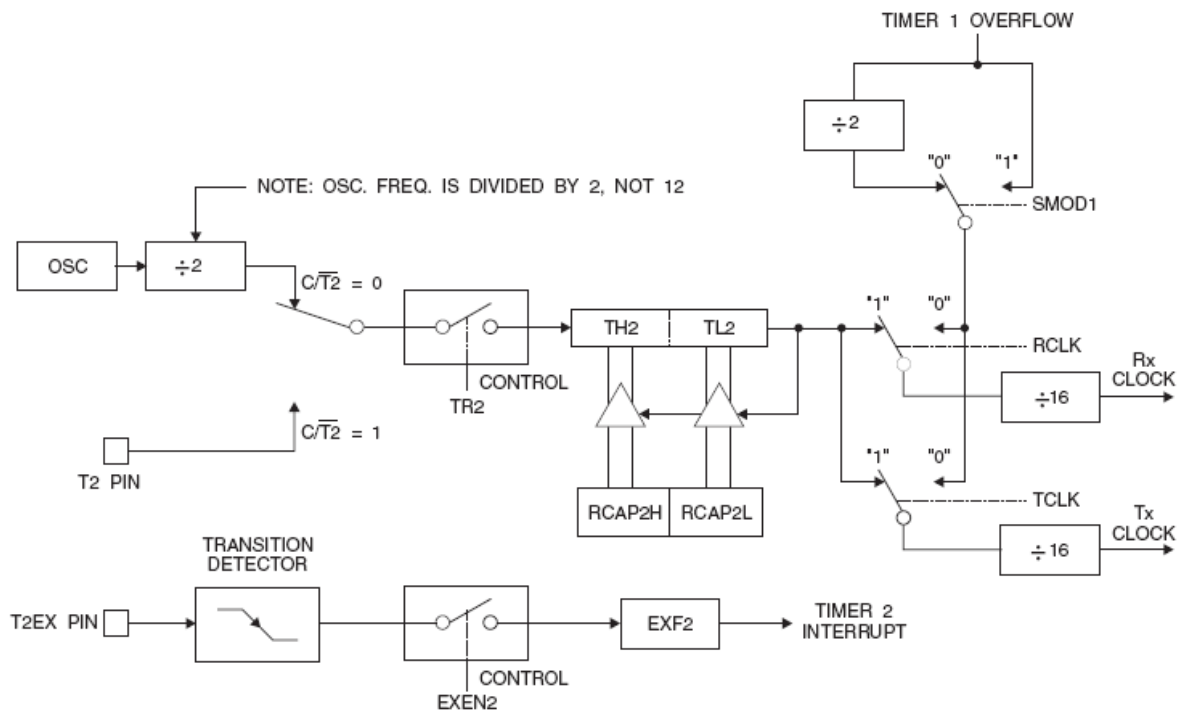
Obr. 1: Blokové schéma mikrokontroléru AT89S5253 [2].

(T2)	P1.0	1	40	VCC
(T2 EX)	P1.1	2	39	P0.0 (AD0)
	P1.2	3	38	P0.1 (AD1)
	P1.3	4	37	P0.2 (AD2)
(SS)	P1.4	5	36	P0.3 (AD3)
(MOSI)	P1.5	6	35	P0.4 (AD4)
(MISO)	P1.6	7	34	P0.5 (AD5)
(SCK)	P1.7	8	33	P0.6 (AD6)
	RST	9	32	P0.7 (AD7)
(RXD)	P3.0	10	31	EA/VPP
(TXD)	P3.1	11	30	ALE/PROG
(INT0)	P3.2	12	29	PSEN
(INT1)	P3.3	13	28	P2.7 (A15)
(T0)	P3.4	14	27	P2.6 (A14)
(T1)	P3.5	15	26	P2.5 (A13)
(WR)	P3.6	16	25	P2.4 (A12)
(RD)	P3.7	17	24	P2.3 (A11)
XTAL2		18	23	P2.2 (A10)
XTAL1		19	22	P2.1 (A9)
GND		20	21	P2.0 (A8)

Obr. 2: Rozmístění vývodů mikrokontroléru AT89S5253 [2].

2.1.2 Sériové rozhraní UART

Mikrokontrolér podporuje komunikaci po sériové sběrnici UART. Toho je využito pro komunikaci s PC. Vývody TxD a RxD MCU jsou přivedeny na Jumpery. Odtud jsou vyvedeny na přepínač a pomocí tohoto přepínače se vybírá, zda-li bude UART připojen na převodník MAX232 pro rozhraní RS-232, nebo na převodník FT8U232, který realizuje připojení k PC pomocí rozhraní USB. Generování přenosové rychlosti lze realizovat dvěma způsoby. Jedním je využití čítače/časovače 1 a druhým využití čítače/časovače 2. Při první možnosti se při přetečení registru tohoto čítače/časovače generuje signál, který je dále zpracováván a může se využít pro generování přenosové rychlosti pro příjem, či vysílání pomocí sběrnice UART. U druhé možnosti lze využít frekvenci oscilátoru, nebo externí frekvenci, která je přivedena na daný vývod MCU. Pomocí této frekvence se plní registry čítače/časovače 2 a při jejich přetečení je generován signál, který je možno využít pro generování přenosové rychlosti pro příjem, či vysílání pomocí sběrnice UART.



Obr. 3: Generování přenosové rychlosti mikrokontroléru AT89S5253 [2].

2.1.3 Sériové rozhraní SPI

Pomocí jednoduchého rozhraní a podpory sběrnice SPI může tímto způsobem jednoduše MCU komunikovat s ostatními perifériemi. SPI slouží k multikomunikaci. Veškeré periférie, které tuto komunikaci podporují se mohou připojit na jednu sběrnici a komunikovat mezi sebou. Na podobném principu je i sběrnice I²C, zde se také veškeré periférie připojují na jednu sběrnici. Pomocí SPI rozhraní je možné i MCU naprogramovat.

2.1.4 Přerušení mikrokontroléru

Mikrokontrolér má řadu přerušení: 3 vnější, 3 typu čítač/časovač, UART, SPI. Další přerušení může být vyvoláno od Watchdog Timer (WDT). Aby se dané přerušení

vyvolalo musí být povoleno v patřičných registrech. Přerušení se dají velice vhodně použít pro probuzení procesoru, který je ve stavu spánku, a jeho odběr je minimální. První a druhé vnější přerušení mají své vektorové adresy, na které skočí program pro vykonání obslužného programu pro dané přerušení. Stejně je tomu i u prvního a druhého čítače/časovače, které mají také své specifické adresy. Třetí vnější přerušení a třetí čítač/časovač mají stejnou vektorovou adresu, proto je třeba na této adrese zjistit, pomocí registru, které přerušení se vyvolalo. Podobně je tomu i u přerušení UART a SPI. Přerušení UART se vyvolává jak při příjmu, tak i při odvysílání hodnot. Přerušení od SPI se vyvolává také při příjmu a rovněž při vysílání. Při vyvolání přerušení od UART, či SPI musíme mít na adrese přerušení obslužný blok programu, který zjistí, zda-li bylo přerušení vyvoláno od UART, či SPI, a zda-li se jedná o příjem, či vysílání.

2.1.5 Režimy se sníženou spotřebou

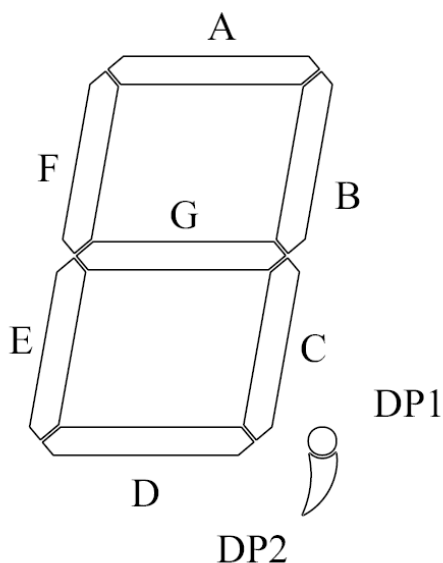
Režim se sníženou spotřebou (IDLE) se vyznačuje tím, že vnitřní generátor hodinových impulzů se odpojí od jádra, ale zůstává připojen pro odvody přerušení od čítačů/časovačů, vnějšího přerušení, sériového kanálu a dalších. Vývody vstupně/výstupních portů zůstávají v takové logické úrovni, v jaké byly při uvedení MCU do stavu se sníženou spotřebou. Ukončení režimu IDLE se provede vyvoláním libovolného přerušení. Druhým režimem je režim Power Down (PD). V tomto režimu se zastaví vnitřní oscilátor, a tím se vyřadí všechny funkce. Na vývodech vstupně/výstupních portů se udržuje stav, který byl před uvedením MCU do stavu PD. Ukončení tohoto režimu lze dosáhnout vyvoláním přerušení pomocí externího přerušení.

2.1.6 Programování mikrokontroléru

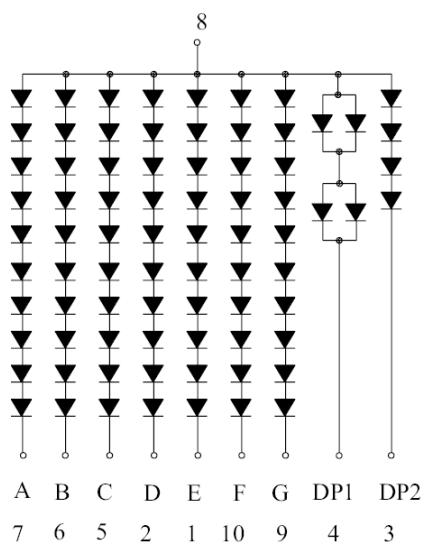
Mikrokontrolér lze programovat dvěma způsoby. Prvním způsobem je paralelní způsob programování, druhý je sériový. Při programování paralelním způsobem je třeba mít externí programátor, do kterého se MCU připojí. Pomocí programovacího algoritmu se může naprogramovat. Po naprogramování ho můžeme vrátit zpět do naší aplikace. U tohoto způsobu se využívá celý port P0, P1 a port P2 a plus šest vývodů potru P3 a dále je třeba použít vývody RST, ALE, PSEN a EA. Sériové programování je jednodušší. Lze ho provést také v externím programátoru, ale též přímo v naší aplikaci, aniž bychom museli MCU z aplikace vyjmout. Při tomto způsobu programování je využito rozhraní SPI. U tohoto rozhraní použijeme pouze vývody MOSI, MISO, SCK a RST. Tento způsob je velmi výhodný pokud se rozhodneme změnit firmware výrobku. Stačí se jen napojit na rozhraní SPI a začít programovat.

2.2 Zobrazovače

Jako zobrazovače pro zobrazování potřebných dat pro stav sportovního utkání byly vybrány v této práci displeje LED. Tyto zobrazovače mají vyšší napájecí napětí získané transformací, usměrněním a filtrací síťového napětí, proto je lze použít pro zařízení, které je celé napájeno z elektrické sítě. Jsou použity dva druhy displejů LED, HD-AE06RD [5] a HD-AG02RD [6]. U jednoho druhu je použito napájení +12 V a u druhého +24 V. Displeje jsou pomocí spínacích tranzistorů připojeny k obvodům 74HC595 [4], které pomocí TTL logiky spínají tyto tranzistory a zobrazují jednotlivé segmenty displejů. Obvody 74HC595 [4] jsou ovládány MCU.



Obr. 4: Rozmístění segmentů displeje LED [6].

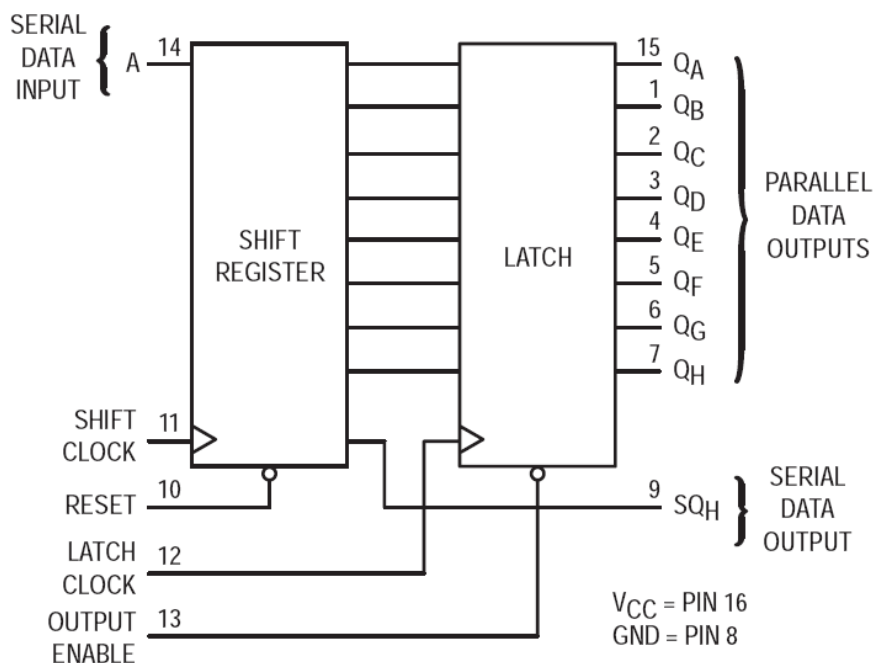


Obr. 5: Zapojení segmentů displeje LED [6].

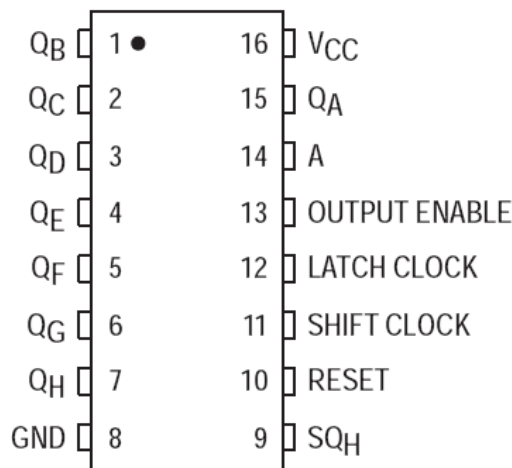
2.3 Obvody 74HC595

Pomocí obvodů 74HC595 [4] a MCU jsou jednoduchým způsobem realizovány signály, pomocí kterých jsou na displejích LED HD-AE06RD a HD-AG02RD zobrazovány číslice. Tyto zobrazují stav utkání a čas zbývající do konce utkání. Obvod 74HC595 má sériový vstup a paralelní výstup. Pomocí řídicích signálů se data sériově zapisují do obvodu. Za předpokladu, že jsou obvody spolu navzájem propojeny tak, že všechny řídicí signály jsou společné a datový vodič bude zapojen do prvního obvodu a výstup ze sériového registru obvodu je přiveden jako vstupní datový vodič na další obvod, dochází postupně k posunu dat do všech obvodů, a u posledního obvodu se tato data ztrácí. Při přivedení správných řídicích signálů lze data ze sériového registru převést na výstupní paralelní registr a je možné je použít pro zobrazení číslice na displejích LED. Obvody jsou 8-bitové, proto jsou vhodné pro připojené displeje

LED, kde je třeba 7 signálů pro zobrazování číslic a případně osmý bit pro ovládání tečky u displeje LED. Obvody mají na výstupu paralelního registru ještě připojen výstupní třístavový budič. Tento budič zesiluje výstupní signál. Pojem třístavový znamená, že se budič přepne do stavu vysoké impedance, kde je na výstupu nedefinovaná logická úroveň, chová se, jako by byl odpojen, nebo je na jeho výstupu logická jednička či nula.



Obr. 6: Logické uspořádání obvodu 74HC595 [4].



Obr. 7: Rozmístění vývodů 74HC595 [4].

2.4 Připojení k PC

Připojení k PC je realizováno pomocí dvou rozhraní. Jedno je realizováno protokolem RS-232, zde je použit převodník MAX232 [8] od firmy MAXIM pro převod úrovní z TTL na RS-232 (PC) a opačně. Tento obvod je napájen +5 V. K obvodu jsou připojeny elektrolytické kondenzátory, pomocí kterých si obvod vytváří úroveň pro rozhraní RS-232, jsou to hodnoty +12 V, -12 V, respektive +10 V a -10 V. Kde +10 V je logická 0 a -10 V je logická 1. Tyto hodnoty jsou použity pro komunikaci pomocí protokolu RS-232. Druhým rozhraním je USB. Pro toto rozhraní je použit převodník FT8U232BM [7] od firmy Future Technology Devices Intl., který převádí úroveň TTL na úroveň USB a naopak. Obvod vyžaduje připojení rozhraní USB přes ochranné rezistory a připojení keramického kondenzátoru pro generování vnitřního napětí +3,3 V. Výstupem tohoto obvodu jsou signály, které mají stejné vlastnosti jako UART u MCU, a dají se použít pro komunikaci MCU a PC obdobně jako rozhraní RS-232.

2.5 Napájení a zálohování jednotky

Jednotka je napájena z rozvodné sítě. Toto napájecí napětí je transformováno a stabilizováno na hodnotu +5 V, +12 V, +24 V. Hodnota +5 V je použita pro napájení všech logických obvodů, jako jsou MCU, 74HC595, MAX232, displej LCD. Displeje LED jsou napájeny dle potřeby displejů LED, jak je uvedeno v jejich technické dokumentaci. K tomuto napájení je použito napájecí napětí +12 V a +24 V. K řídicí jednotce je možno připojit záložní zdroj napájení, který je +12 V, nebo je možno využít napájecí napětí rozhraní USB +5 V. Záložní zdroj si může uživatel sám vybrat pomocí přepínače na hlavním panelu řídicí jednotky. Při výběru zálohování pomocí +12 V zdroje se uplatní obvod IO4 na obr. 10 a při výběru USB obvod IO5 na obr. 10. Pokud je jednotka zálohována záložním napájecím napětím, přepne se při výpadku rozvodné sítě na záložní zdroj. Tento výpadek je zaznamenán MCU pomocí optočlen – obvodem IO7 na obr. 10. Tento optočlen je připojen na napájecí napětí rozvodné sítě. Signál z optočlenu je filtrován a připojen na MCU, ten tento signál dále zpracovává. Pomocí komparátoru je řízeno přepínání mezi napájením z rozvodné sítě a záložním napájením. Komparátor porovnává hodnotu záložního zdroje a hodnotu usměrněného napájení z rozvodné sítě. Pokud je hodnota záložního napájení vyšší, komparátor způsobí přepnutí na tento zdroj, kterým může být záložní baterie +12 V, nebo napájení USB. Před stabilizací napájecího napětí z rozvodné sítě, které je vedeno na komparátor, je třeba vhodně zapojit usměrňovací diody. Než dojde k přepnutí na záložní zdroj, musí mít napájecí napětí po stabilizaci na +5 V dostatečně velkou kapacitu kondenzátorů, aby jednotka fungovala bez síťového napětí potřebnou dobu k tomuto přepnutí. Záložním zdrojem je napájen MCU, displej LCD a obvod MAX232 pro komunikaci s PC. Zobrazovací jednotka, která je tvořena obvody 74HC595 a displeji LED, je při tomto výpadku odpojena. Zobrazovací displeje mají velký odběr a mají vyšší napájecí napětí než je +5 V, proto není třeba je zálohovat. Pokud dojde opět k přepnutí na napájení z rozvodné sítě, automaticky se činnost obvodů 74HC595 a displejů LED obnoví. Záložní napájecí napětí se k řídicí jednotce připojuje jen při výpadku napájení z rozvodné sítě. Pokud dojde k obnově tohoto napájení, pak se záložní zdroj opět odpojí. Odběr jednotky ze záložního zdroje se pohybuje kolem hodnoty 200 mA. Pokud vypneme podsvětlení displeje LCD, snížíme tím odběr na hodnotu 120 mA.

2.6 Komunikace s uživatelem

Pro komunikaci s uživatelem je použit displej LCD, na kterém jsou zobrazovaná data, potřebná pro zobrazování stavu a řízení utkání. Vše je ovládáno pomocí šesti tlačítek. Jsou zde vytvořena jednoduchá menu, která obsahují nastavení času utkání, poločasu utkání, skóre, zapnutí a vypnutí podsvětlení displeje LCD, dobu akustické signalizace konce utkání a nastavení pro řízení pomocí PC.

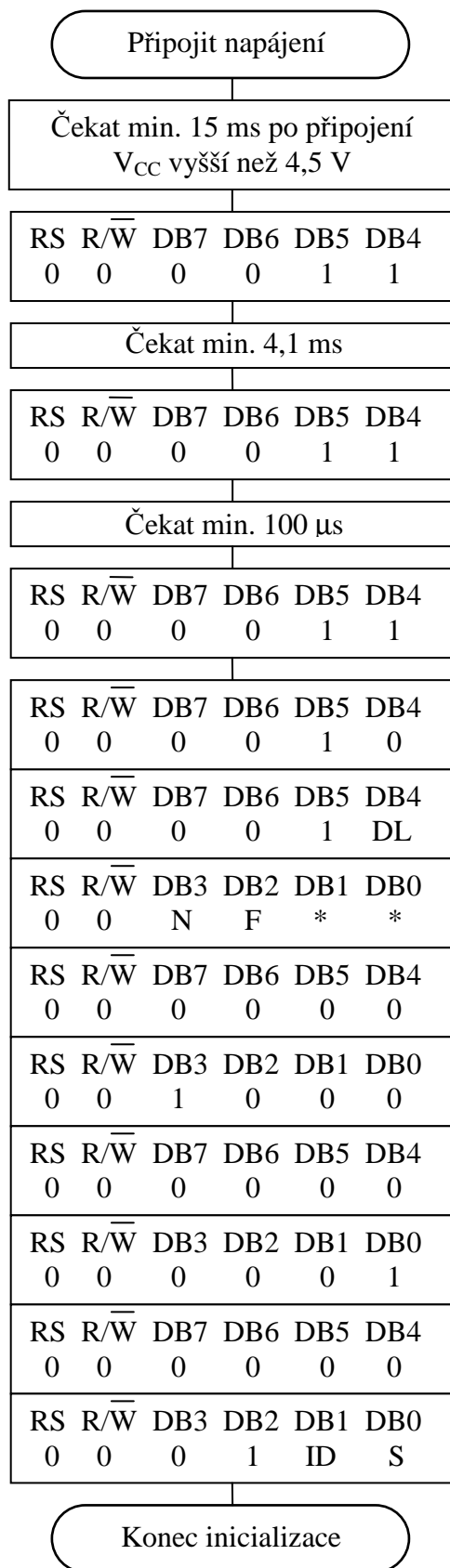
Dále je vyvedeno samostatné tlačítko, které je využito pro spuštění a zastavení času utkání. Toto tlačítko je také možno realizovat pomocí jiného externího tlačítka, které se dá konektorem připojit na místo, kde bude mít rozhodčí řídicí jednotky lepší přehled o utkání.

Připojení k PC probíhá dvěma způsoby. Buď pomocí rozhraní RS-232, nebo pomocí rozhraní USB. Pokud se uživatel rozhodne použít ovládání pomocí PC, musí zvolit, které rozhraní využije a přepnout na dané rozhraní přepínač. Při této volbě je třeba v menu řídicí jednotky zapnout řízení pomocí PC.

Uživatel se může dále řídit dvěma pomocnými kontrolkami. Znázorňují stav použitého napájení a stav záložního napájení. Stav použitého napájení je realizován dvoubarevnou diodou LED. Má čtyři stavy. Pokud nesvítí žádná barva, tak řídicí jednotka není napájena. Pokud svítí zeleně je použito síťového napájení a záložního napájení. Při červeném stavu je v provozu pouze záložní napájení a při oranžové barvě je použito pouze síťového napájení. Tyto stavy jsou řízeny pomocí tranzistorů T5, T7 na obr. 10 a pomocí konektoru JP5 na obr. 10, který vybírá kontrolování záložního zdroje. Konektor JP5 je přiveden na přepínač, který je umístěn na hlavním panelu řídicí jednotky. Pomocí tohoto přepínače se kromě kontroly záložního zdroje ještě zvolí záložní zdroj. Tím může být baterie, nebo rozhraní USB. Pomocí obvodu IO4 na obr. 10, jedná se o komparátor, se připojuje, nebo odpojuje záložní baterie při poklesu síťového napájení. Zobrazení stavu záložního napájení je indikováno zelenou a červenou barvou. Zelená barva určuje dobrý stav a červená špatný stav záložního napájení. Pokud nesvítí žádná barva není použito záložní napájení. Záložní napájení lze zvolit ze dvou možných. Buď se připojí externí záložní zdroj na externí konektor, nebo je zálohováno pomocí rozhraní USB. Podobnou funkci jako obvod IO4 na obr. 10 má i obvod IO5 na obr. 10. Tento obvod je také komparátor a při poklesu síťového napájení připojí záložní napájení z rozhraní USB. Na panelu lze vybrat, který obvod bude spínán. Nikdy nejsou spínané oba současně. Nelze tedy zálohovat pomocí baterie a rozhraní USB současně. Na panelu, kde jsou vyvedeny kontrolky, přepínače, konektory pro komunikaci s PC, je vyveden i hlavní síťový vypínač, kterým se vypíná síťové napájení řídicí jednotky. Jednotka může pracovat také ze záložního zdroje. V tomto případě nefungují displeje LED pro zobracování času utkání, skóre a poločasu, či třetiny. Dále nefunguje akustická signalizace konce utkání. Tento jev je způsobený tím, že všechny tyto součásti jednotky potřebují vyšší napájecí napětí než je +5 V a záložní napájecí napětí je použito jen pro to nejdůležitější na nouzový chod jednotky. Na tomto panelu je rovněž vyvedeno pouzdro pojistky, která chrání řídicí jednotku proti poškození zkratem napájení ze síťové části.

2.7 Modul displeje LCD

Modul LCD slouží v této práci pro komunikaci s uživatelem. Na modulu LCD jsou zobrazovány možnosti, jak pro správný průběh utkání ovládat a nastavovat řídicí jednotku. Na displeji LCD jsou postupně zobrazována jednotlivá menu. Tato menu a jejich systém zobrazování jsou uvedeny na obr. 16. Jednotlivá menu jsou měněna, či vybírána pomocí tlačítek. Komunikace s LCD zajišťuje instrukční sada, která je zobrazena v tab. 1. Pomocí této instrukční sady je nastaven přenos po 4-bitové sběrnici. Komunikace s LCD může probíhat i po 8-bitové sběrnici. Inicializace LCD se provádí pomocí protokolu pro inicializaci LCD, který je zobrazený na obr. 8. Připojení displeje LCD k MCU je pomocí osmi vodičů, což je jeden celý port MCU. Čtyři vodiče jsou datové pro komunikaci, další vodič je pro výběr dat či instrukcí. Šestý vodič je pro potvrzení platných dat, dalším vodičem se ovládá zapnutí či vypnutí podsvětlení LCD a osmým vodičem je ovládáno připojení napájecího napětí k řadiči displeje LCD. Na modulu LCD lze zobrazovat znaky, které jsou zobrazovány ze znakové sady, která je uvedena v příloze 1.



Obr. 8: Postup pro inicializaci LCD [3].

Tab. 1: Instrukční sada pro LCD [11].

Instrukce	Kód									
	RS	RW	BD7	BD6	BD5	BD4	BD3	BD2	BD1	BD0
Vymaže displej	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Návrat	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*
Nastavení módu vstupních dat	0	0	0	0	0	0	0	1	ID	S
Nastavení módu displeje	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B
Posuv kurzoru nebo displeje	0	0	0	0	0	1	SC	RL	*	*
Nastavení funkce displeje	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*
Nastavení adresy CG RAM	0	0	0	1	A	A	A	A	A	A
Nastavení adresy DD RAM	0	0	1	A	A	A	A	A	A	A
Čtení adresy a bitu BF	0	1	BF	A	A	A	A	A	A	A
Zápis dat do CG nebo do DD RAM	1	0	D	D	D	D	D	D	D	D
Čtení dat z CG nebo z DD RAM	1	1	D	D	D	D	D	D	D	D

Tab. 2: Instrukční sada pro LCD – pokračování [10].

Popis	Doba provedení instrukce při fint = 250 kHz
Vymaže celý displej, nastaví adresu DD RAM na 0	1,64 ms
Nastaví adresu DD RAM na 0, obsah beze změny, posune displej do původní pozice	1,64 ms
Nastavení pohybu kurzoru – bit ID	
Zapnutí/vypnutí displeje – bit D Zapnutí/vypnutí kurzoru – bit C Blikání znaku na kurzoru – bit B	40 ms
Posun kurzoru či displeje – bit SC Směr posuvu – bit RL	40 ms
Nastavení 4/8-bitová sběrnice – bit DL Nastavení počtu řádek bit N Nastavení fontu znaků – bit F	40 ms
Nastavení adresy CG RAM (6 bitů)	40 ms
Nastavení adresy DD RAM (7 bitů)	40 ms
BF = 1 indikuje probíhající instrukci (BF a 7 bitů adresy)	
Zápis dat ze sběrnice do CG RAM nebo DD RAM	40 ms
Čtení dat z paměti CG RAM nebo z DD RAM	40 ms

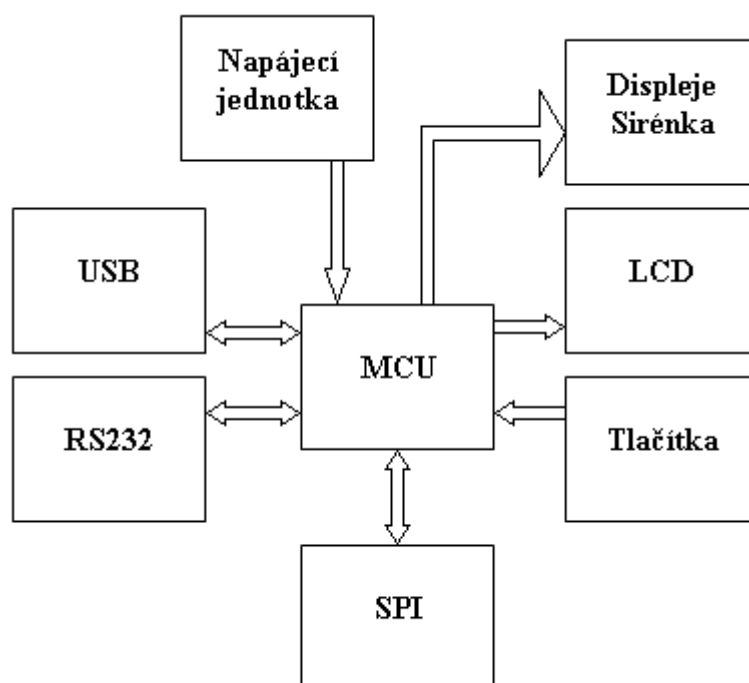
Vysvětlivky k tab. 1, 2 – instrukční sada pro znakové displeje s řadičem HD44780 [3].

CG RAM	je paměť znakového generátoru (tedy paměť fontů)
DD RAM	je paměť displeje, z ní jsou dle příslušné mapy zobrazeny příslušné adresy
ID = 1	po zápisu na určitou adresu v DD RAM (nebo i CG RAM) je ukazatel adresy inkrementován
ID = 0	po zápisu na určitou adresu v DD RAM (nebo i CG RAM) je ukazatel adresy dekrementován
S = 1	nastaví posun celého displeje po zapsání (směr posuvu je určen bitem ID)
S = 0	nastaví posun kurzoru po zapsání (směr posuvu je určen bitem ID)
SC = 1	posun displeje (bez zápisu)
SC = 0	posun kurzoru (bez zápisu)
RL = 1	nastavení směru posuvu doprava
RL = 0	nastavení směru posuvu doleva
DL = 1	nastavení datové sběrnice na osm bitů (tj. DB7-DB0)
DL = 0	nastavení datové sběrnice na čtyři bity (tj. DB7-DB4)
F = 1	nastaví výběr znaků z fontu 5x10 bodů
F = 0	nastaví výběr znaků z fontu 5x7 bodů
N = 1	nastavení počtu řádků na 2 nebo 4
N = 0	nastavení počtu řádků na 1
BF = 1	je příznak probíhajícího provedení vnitřní instrukce, v této době nesmíme na řadič posílat další instrukce zápisu nebo dojde k chybě a displej je třeba resetovat
BF = 0	na řadič je možno poslat další instrukci
*	nastavení bitu nerozhoduje (tzn. funkce je shodná pro 0 i 1)
fint	je frekvence vnitřního oscilátoru řadiče, bývá nastavena na fint = 250 kHz, tomu odpovídá čas provedení instrukce

3. Schémata

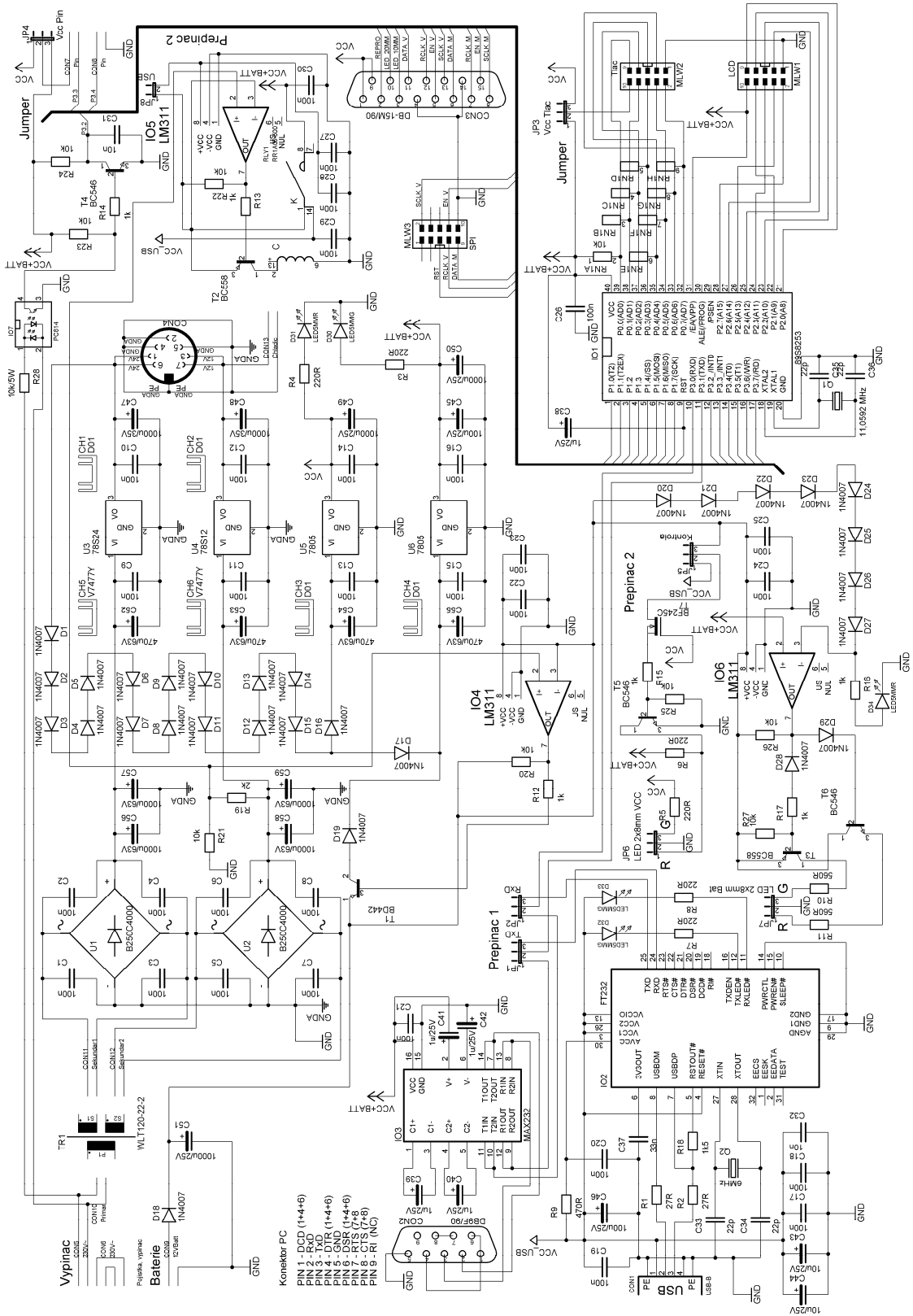
3.1 Blokové schéma

Blokové schéma zobrazuje zapojení řídicí jednotky. Jedná se o logické rozřazení jednotlivých funkčních bloků. Blok displeje a sirénka jsou od řídicí jednotky odděleny a jsou připojeny pomocí vodičů. Tento blok je realizován tak, aby tvořil jeden celek, zabíral co nejméně místa a byl přehledný pro soutěžící. Ostatní bloky jsou realizovány tak, aby ovládání řídicí jednotky bylo co nejjednodušší a přehledné. Blok SPI slouží pro případné připojení programovacího modulu pro programování jednotky za běhu aplikace. Tento programovací modul je použit pro nahrání nového firmwaru jednotky. Bloky USB a RS-232 jsou vyvedeny a zpřístupněny uživateli takovým způsobem, aby bylo možné jednoduše jednotku připojit k PC a ovládat ji pomocí tohoto PC. Napájecí blok je umístěn a zabezpečen tak, aby nemohlo dojít k úrazu elektrickým proudem uživatelů a jiných osob, které mohou mít přístup k řídicí jednotce.



Obr. 9: Blokové schéma jednotky.

3.2 Schéma zapojení řídicí jednotky



Obr. 10: Schéma zapojení řídicí jednotky.

3.3 Schéma zapojení zobrazovačů

Na tomto schématu je znázorněno zapojení jednoho displeje LED k obvodu 74HC595. Protože displej potřebuje vyšší napájecí napětí než obvod 74HC595, jsou zde použity spínací tranzistory, které obvod ovládá. Tyto tranzistory jsou ovládány napětím o velikosti +5 V a spínají napětí, které vyžaduje displej LED. Při navrhování zapojení zobrazovačů LED bylo vycházeno z jejich dokumentace [5, 6], z dokumentace k obvodu 74HC595 [4] a z vlastností tranzistoru BC546 [12]. Na obr. 5 je zobrazeno vnitřní zapojení zobrazovače LED. Zobrazovač BS-AG02RD je dle obr. 11 napájen hodnotou +24 V. Dle [6] zobrazovač vyžaduje napájecí napětí od +21 V do +24 V. Napájecí napětí bylo zvoleno +21 V. Pro toto napájecí napětí byly vypočteny hodnoty rezistorů pro omezení proudu zobrazovačem. Jako spínače pro aktivaci segmentů zobrazovače jsou použity tranzistory. Z [6] je patrné, že jedním segmentem zobrazovače protéká maximální proud 30 mA. Aby byl minimální úbytek napětí přechodů kolektor-emitor spínacích tranzistorů, měly by být budicí proudy, tedy proudy bází těchto tranzistorů od 0,3 mA do 5 mA (zjištěno z grafu kolektorové oblasti saturace tranzistoru [12]). Při výpočtu hodnot omezujících rezistorů pro zobrazovač je uvažován nulový úbytek napětí na přechodu kolektor-emitor spínacích tranzistorů. Při zdrojovém napájecím napětí $V_+ = +24$ V, napájení na zobrazovači $U_{SEG} = +21$ V, a při protékajícím proudu segmentem $I_{SEG} = 30$ mA, jsou hodnoty omezujících rezistorů vypočteny následovně (výpočet je uveden pro jeden rezistor):

$$R = \frac{V_+ - U_{SEG}}{I_{SEG}} . \quad (1)$$

Po dosazení patřičných hodnot do vztahu (1) je hodnota rezistoru 100 Ω . Tato hodnota rezistoru je použita pro všechny ostatní segmenty, s výjimkou teček. Tímto způsobem jsou vypočteny hodnoty rezistorů i pro obě tečky. Zde bylo třeba přepočítat napětí a proud pro tečky. Při použití napětí na zobrazovači $U_{SEG} = +21$ V, a dle obr. 5, kde je zobrazeno 10 diod na segment, je vypočteno napětí na jednu diodu.

$$U_D = \frac{U_{SEG}}{10} . \quad (2)$$

Napětí na jednu diodu je tedy podle (2) $U_D = 2,1$ V. Hodnota napětí segmentu tečky DP1 je rovna $U_{DP1} = 4,2$ V. Tato hodnota byla vypočtena dle vztahu (3) a hodnota pro tečku DP2 je $U_{DP2} = 8,4$ V dle vztahu (4). Tyto hodnoty opět vychází ze zapojení segmentů – obr. 5.

$$U_{DP1} = 2 \times U_D , \quad (3)$$

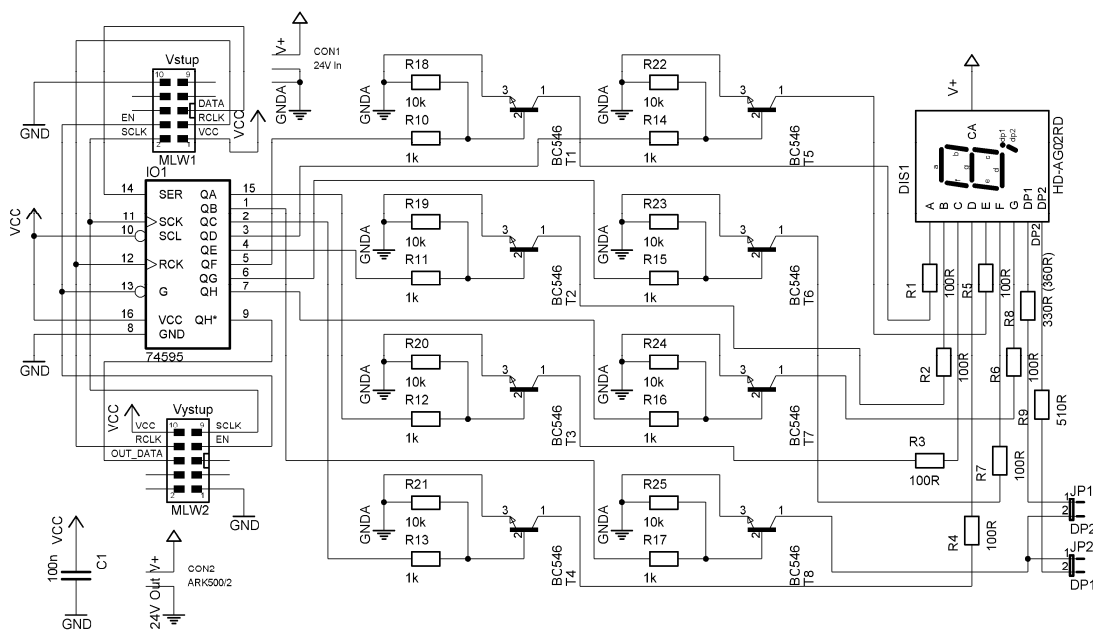
$$U_{DP2} = 4 \times U_D . \quad (4)$$

Protože jsou v zapojení tečky DP1 zapojeny dvakrát dvě diody paralelně (obr. 5), protéká tečkou dvojnásobný proud, než ve všech ostatních segmentech a má tedy velikost $I_{DP1} = 60$ mA. U tečky DP2 jsou všechny diody zapojené sériově a proud je tedy stejný jak u ostatních segmentů, tedy $I_{DP1} = 30$ mA. Jak již bylo zmíněno výše, pro minimalizaci úbytku napětí kolektor-emitor tranzistorů je vhodné zvolit proudy bází těchto tranzistorů v rozmezí od 0,3 mA do 5 mA. Při použití hodnoty rezistoru 1 k Ω do bází tranzistorů, je úbytek napětí pro jeden tranzistor dán vztahem (6), viz níže. Vnitřní zapojení jednotlivých segmentů je stejné, proto jsou stejné i výpočty ostatních

hodnot rezistorů bází dle vztahu (6). Úbytek na jednom rezistoru je tedy 4,3 V a velikost proudu tímto rezistorem je rovna hodnotě 4,3 mA, dle vztahu (5). U ostatních tranzistorů je postup totožný.

$$I_R = \frac{U_R}{R}. \quad (5)$$

Tato hodnota proudu je v daném rozsahu (0,3 mA – 0,5 mA) a tedy pro správnou funkčnost vyhovuje. Hodnota rezistoru, který je použit pro rychlé uzavření tranzistoru je pak 10 kΩ (viz níže – [kap. 3.4](#)). Maximální možný dodávaný proud na jeden vývod odvodu 74HC595 je dle [4] ±35 mA. Protože proudy do bází tranzistorů jsou pouze 4,3 mA, nejsou obvody 74HC595 příliš zatěžovány a návrh daného zapojení je tudíž vhodný.



Obr. 11: Schéma zapojení zobrazovačů.

3.4 Schéma zapojení akustické signalizace

Schéma na obr. 12 znázorňuje zapojení akustické sirénky, která potřebuje k činnosti napájecí napětí +12 V a proud o velikosti 200 mA [11]. Tato sirénka je ovládána napětím +5 V pomocí MCU. Pro spínání sirénky je třeba zapojit pomocné tranzistory BC546 [12] a BC558 [13]. Kdyby byla sirénka zapojena přímo k MCU, bude na vnitřním rezistoru vývodu MCU rozdíl v napětí napájení MCU a napájecí napětí sirénky. V tomto případě by bylo napětí asi šest voltů. Při spuštění by sirénka fungovala. Při vypnutí by však sirénka stále vydávala zvuk, protože by proud tekla z napájení sirénky přes vnitřní rezistor MCU do napájecího napětí MCU. Tento vnitřní rezistor by byl po chvíli zničen a zničili bychom i tento vývod. Proto jsou pro spínání sirénky použity dva tranzistory. Z dokumentace [2] je zřejmé, že nejvyšší možné proudové zatížení vývodu MCU je 10 mA. V dokumentačním listu tranzistoru BC546 [12] je uvedena typická hodnota zesílení tranzistoru $h_{fe} = 200$ a v dokumentaci tranzistoru BC558 [13] hodnota $h_{fe} = 300$. Budeme-li uvažovat, že jsou tranzistory T1, T2 použity jako spínače a v sepnutém stavu jsou plně otevřeny, není na nich napěťový úbytek na přechodu kolektor–emitor. Úbytek napětí na U_{BET1} i na U_{BET2} je roven 0,7 V. Proto je toto napětí i na rezistorech R3, R4. Napětí na rezistoru R2 je dáno vztahem (6).

$$U_{R2} = V_{CC} - U_{BET2}. \quad (6)$$

Při dosazení hodnot $V_{CC} = 5 \text{ V}$ a U_{BET2} do vzorce (6), je rovno napětí na rezistoru $U_{R2} = 4,3 \text{ V}$. Při použití $h_{fe} = 200$ a hodnotě proudu sirénky 200 mA, lze vypočítat potřebný budicí proud tranzistoru T2 dle vztahu (7):

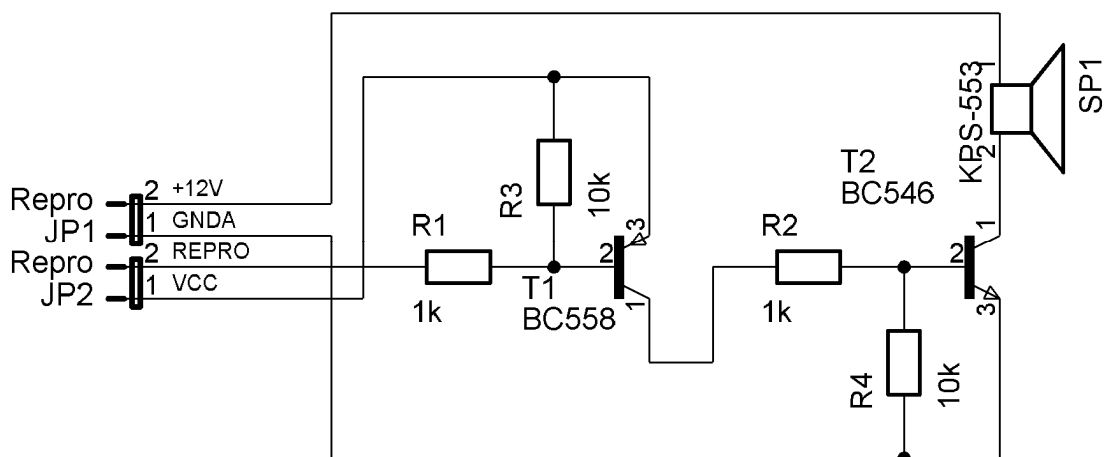
$$I_{BT1} = \frac{I_{CT1}}{h_{feT1}}, \quad (7)$$

proud báze tranzistoru T1 vyjde 1 mA. Tento proud je shodný pro proud rezistorem R2. Při znalosti proudu rezistorem a napětí na rezistoru R2 byla vypočtena tato hodnota rezistoru dle vztahu (8).

$$R_2 = \frac{U_{R2}}{I_{R2}}. \quad (8)$$

Vypočtená hodnota je rovna 4,3 k Ω . Aby tranzistorem protékal větší proud, byla pro rezistor R2 použita hodnota 1 k Ω . Tento proud pak má hodnotu $I_{BT1} = 4,3 \text{ mA}$. Právě díky většímu I_{BT1} může v případě potřeby zátěž odebírat i větší proud. Aby nebyl proud do báze tranzistoru ovlivněn proudem rezistoru R4, který je zde pro rychlejší zavření tranzistoru, musí být jeho hodnoty nejméně o řád vyšší. Rezistor R4 má pak mít minimální hodnotu 10 k Ω . Obdobným způsobem byly vypočteny hodnoty rezistorů R1 a R3, zde je použito proudové zesílení tranzistoru T1 $h_{fe} = 300$. Při těchto hodnotách je rovna hodnota rezistoru $R1 = 300 \text{ k}\Omega$ a $R3 = 3 \text{ M}\Omega$. Abychom se přiblížili k nulovému úbytku přechodu na kolektor–emitor tranzistoru T1, při proudu $I_{C1} = 4,3 \text{ mA}$, je třeba dle [13] mít velikost proudu do báze tranzistoru T1 v rozmezí od 0,1 mA do 0,4 mA. Při použití hodnoty rezistoru $R1 = 1 \text{ k}\Omega$, je tento proud 4,3 mA. Hodnota rezistoru R3 je pak 10 k Ω . Vývod MCU je tvořen otevřeným kolektorem s push-up rezistorem o hodnotě 50 k Ω . Při logické jedničce je hodnota napětí dodána přes tento rezistor. Při hodnotě logická nula je vnitřní tranzistor sepnut se zemí. Pro logickou nulu může

vývodem MCU protékat větší proud než při logické jedničce. Proto je použit tranzistor s PNP vodivostí, který je spínán logickou nulou. Ten pak spíná další tranzistor s NPN vodivostí dostatečně velkým proudem. Druhý tranzistor již spíná zátěž.



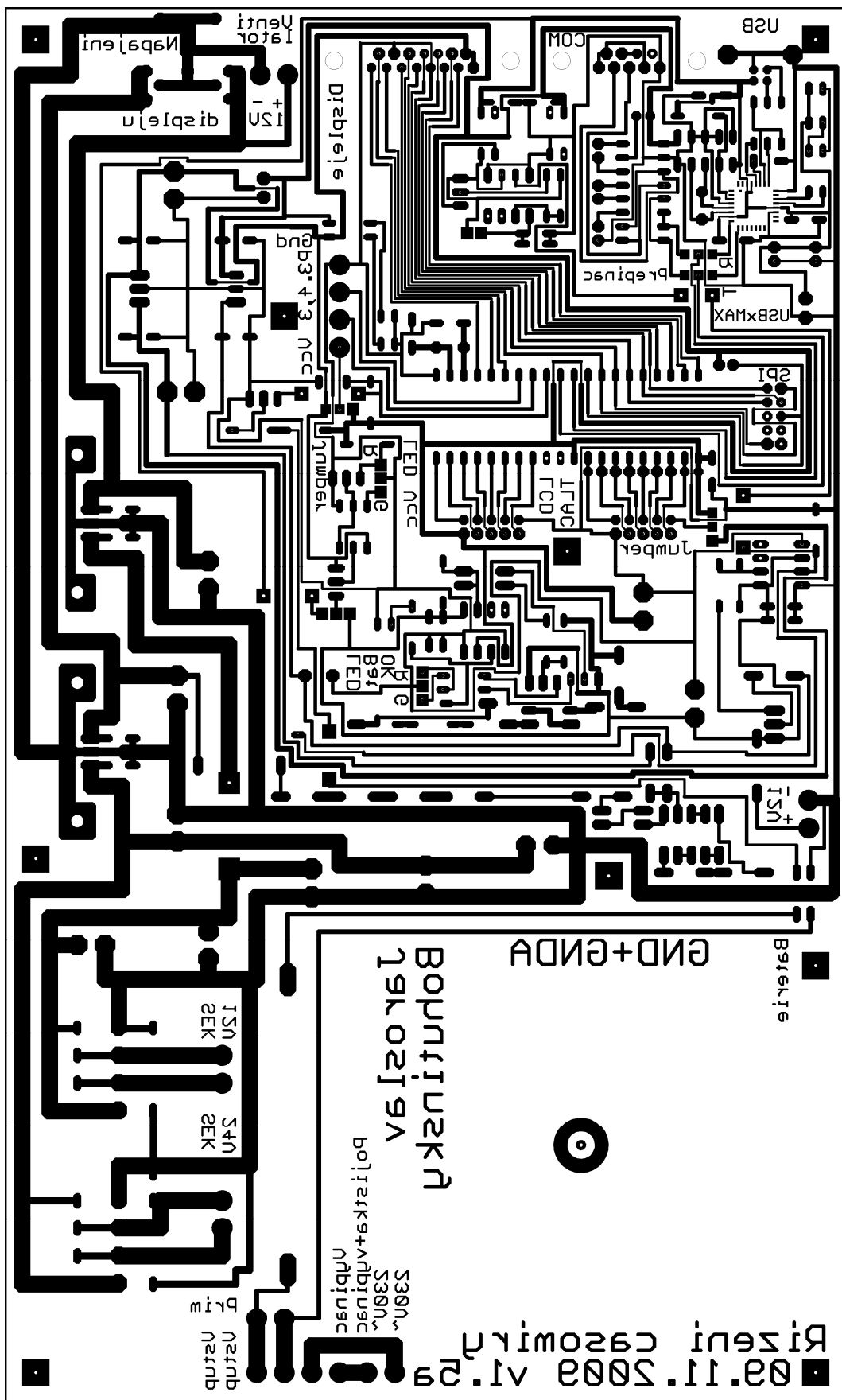
Obr. 12: Schéma zapojení akustické signalizace.

4 Plošné spoje

Desky plošných spojů byly realizovány na základě vyhotoveného schématu zapojení. Schéma zapojení je vytvořeno na podkladech založených na blokovém schématu. Při návrhu desek plošných spojů dle schématu zapojení je třeba zajistit dostatečnou šířku vodičů. Úsek, kde je nutné vést velmi tenký vodič, by měl být co nejkratší úsek, kterým vodič povede. Aby nedocházelo k vzájemnému rušení vodičů, je důležité, aby prostor mezi nimi byl dostačující. Důkladné musí být zabezpečení správné vodivosti napájecích vodičů. Po vyhotovení desky plošných spojů a osazení patřičnými součástkami je třeba chránit tyto spoje před poškozováním. Doporučenou ochranou vodičů je přestříkání desky ochranným lakem, který zamezí přístupu vzduchu, vlhkosti a jiných atmosférických vlivů. Aby nebylo zbytečně plýtváno materiálem, ale pokud možno s ohledem na třídu přesnosti, by měly mít desky co nejmenší rozměry.

4.1 Deska plošného spoje řídicí jednotky

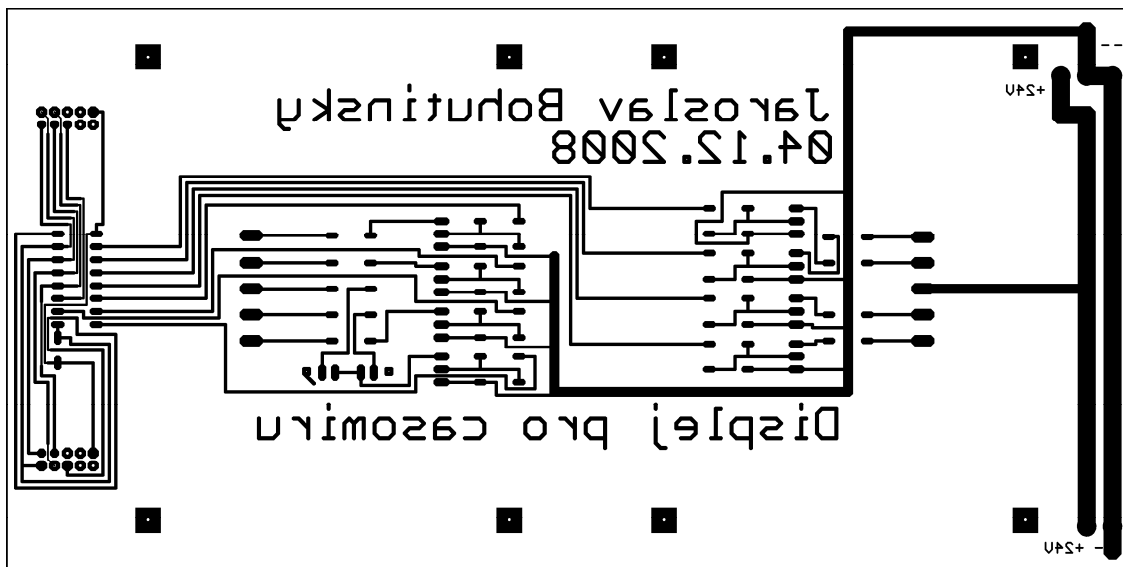
Na obr. 13 je zobrazena deska plošného spoje pro řídicí jednotku. Jednu část tvoří napájení a druhou ovládací část. V části pro napájení je zapojen transformátor, který mění síťové napětí 230 V na 2×22 V. Tato napětí jsou usměrněna a stabilizována na hodnoty +24 V, +12 V a +5 V. Hodnoty +12 V a +24 V jsou použity pro napájení displejů LED a hodnota +5 V pro napájení veškeré řídicí části.



Obr. 13: Deska plošného spoje řídicí jednotky.

4.2 Deska plošného spoje zobrazovačů

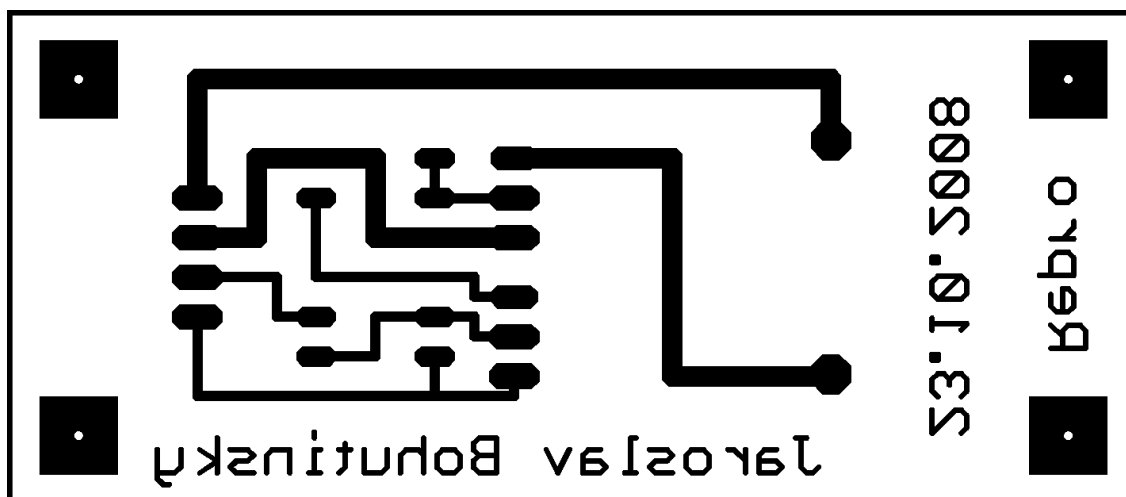
Zde je znázorněna realizace zobrazovače, kterým je displej LED. Pro řízení je použit obvod 74HC595. Jsou zde použity spínací tranzistory pro hodnotu +12 V, nebo pro +24 V. Tranzistory jsou ovládány z obvodu 74HC595 napětím +5 V.



Obr. 14: Deska plošného spoje zobrazovačů.

4.3 Deska plošného spoje akustické signalizace

Zde je zobrazena realizace plošného spoje akustické signalizace, je zde zapojená siréna, která potřebuje napájení +12 V a je ovládána +5 V.



Obr. 15: Deska plošného spoje akustické signalizace.

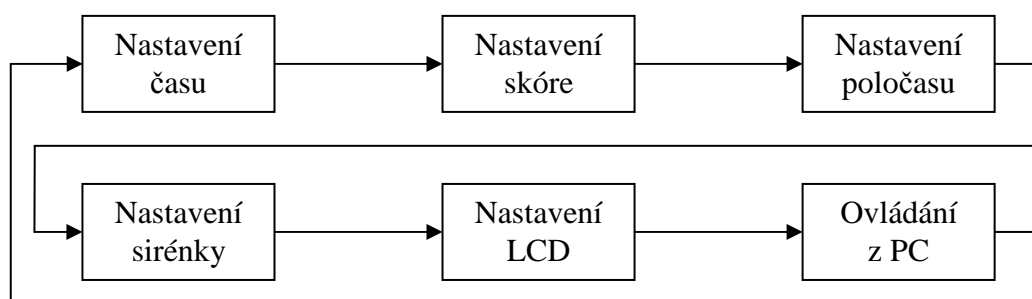
5 Firmware

Princip vývoje firmwaru byl koncipován od zprovoznění nejjednodušších úkonů ke složitějším. Prvořadé bylo zprovoznění signalizační jednotky do provozu, tedy zobrazovacích displejů LED. Vytvoření takového programu, aby se nezobrazovaly nesmyslné segmenty, ale čísla potřebná pro průběh utkání. Dalším krokem bylo nastavení časového intervalu 1 s. Tento interval je zatím realizován pomocí MCU. Při realizaci se uvažovalo též o možnosti připojení přesného oscilátoru, který bude možno kalibrovat, a připojit ho jako zdroj intervalu pro dobu 1 s. Pro tento externí oscilátor je vyhrazen vývod MCU, pomocí kterého se pak i frekvence oscilátoru zpracovává jednodušeji. Tento interval bude využit pro zobrazování času, zbývajícího do konce utkání. Po tomto kroku následovalo vyvíjení uživatelského rozhraní pomocí displeje LCD a tlačítek pro přímé ovládání jednotky. Aby nebyl uživatel příliš zatěžován návodem k použití, je přímé ovládání jednotky intuitivní. Nakonec byla vyvinuta komunikace s PC pomocí rozhraní UART, nebo USB a příslušný software pro PC. I zde bylo třeba realizovat přehledný software pro PC, který slouží pro ovládání jednotky.

5.1 Ruční ovládání řídicí jednotky

Řídicí jednotka je ovládána pomocí šesti tlačítek a LCD displeje. Uživatel, který bude jednotku ovládat má k dispozici jednoduchá menu, která jsou zobrazována na LCD displeji. Základní položky menu a jeho přepínání jsou zobrazeny na obr. 16. Pomocí prvního tlačítka se uživatel přepíná mezi jednotlivými položkami menu. Menu má 6 položek. První položkou je nastavení času, druhou položkou nastavení skóre, další položkou menu je nastavení poločasu, po této položce následuje nastavení LCD. Dalším kliknutím se uživatel přepne na nastavení doby sirénky a poslední položkou je ovládání pomocí PC. Pokud uživatel klikne znovu na tlačítko pro menu, menu se nastaví na první položku. Pomocí druhého tlačítka se volí výběr aktuálního menu. Zde může uživatel pomocí ostatních tlačítek měnit nastavení daného menu. Pro opuštění tohoto menu a návratu k výběru jiného musí uživatel stisknout první tlačítko, tedy tlačítko výběru menu. Při tomto stisku se uloží a provedou dané změny, které byly nastaveny v tomto menu. Není zde možnost zrušit nastavované hodnoty, lze je pouze uložit. V prvním menu – nastavení času, lze nastavovat čas daného utkání. Čas lze nastavovat pouze, pokud čas neběží. Pro nastavení času je tedy třeba mít řídicí jednotku zastavenou. Dvě tlačítka slouží pro pohyb vlevo a vpravo pro přepínání mezi řády nastavování času, tedy přepínání mezi minutami, sekundami a setinami sekund. Další dvě tlačítka jsou použita pro přičítání, či odečítání nastavované hodnoty. Pomocí druhé položky menu lze nastavovat skóre družstev. Jedno družstvo je označeno jako domácí a druhé jako hosté. Zde jsou použita dvě tlačítka pro přičítání, či odčítání skóre domácích a druhé dvě pro hosty. Třetí položkou menu je nastavení poločasu. Zde je použito pouze jedno tlačítko, pomocí kterého se pouze hodnota přičítá. Pokud je nastaveno maximální číslo, pak se při dalším stisku nastaví minimální hodnota a dále se hodnota opět zvyšuje. Čtvrtým bodem menu je nastavení LCD displeje. Zde lze pouze zapnout, či vypnout podsvětlení LCD. Předposlední menu se věnuje nastavení doby sirénky. Tato doba je použita pro signalizaci konce utkání. Doba pro signalizaci lze nastavit od jedné sekundy do devíti sekund. Šestým a také posledním bodem menu je položka ovládání pomocí PC. Pokud je toto menu zvoleno, lze řídicí jednotku ovládat pomocí PC. Při opuštění tohoto menu, již nelze dále jednotku vzdáleně ovládat. Při aktivaci menu ovládání

pomocí PC je jednotka v režimu, kdy přijímá instrukce, které jsou posílány z PC a dále je zpracovává. Nejdůležitější instrukcí je signalizace spuštění a zastavení odpočítání. Je to stejné, jako by uživatel stiskl tlačítko pro spuštění, či zastavení odpočítávání přímo na řídicí jednotce. Další instrukce jsou takové, které určují jaká data budou z PC posílány. Posílanými daty mohou být hodnoty času – tedy minuty, sekundy a setiny sekund, hodnoty skóre domácích a hostů, nebo hodnota poločasu, či nastavení doby pro sirénku. Další instrukcí je synchronizace, kde se při této instrukci odešlou data z jednotky do PC. Po přijetí této instrukce nejdřív jednotka pošle instrukci, jaká data posílá a pak pošle vlastní data. Program v PC tímto způsobem detekuje, jaká data přijímá.

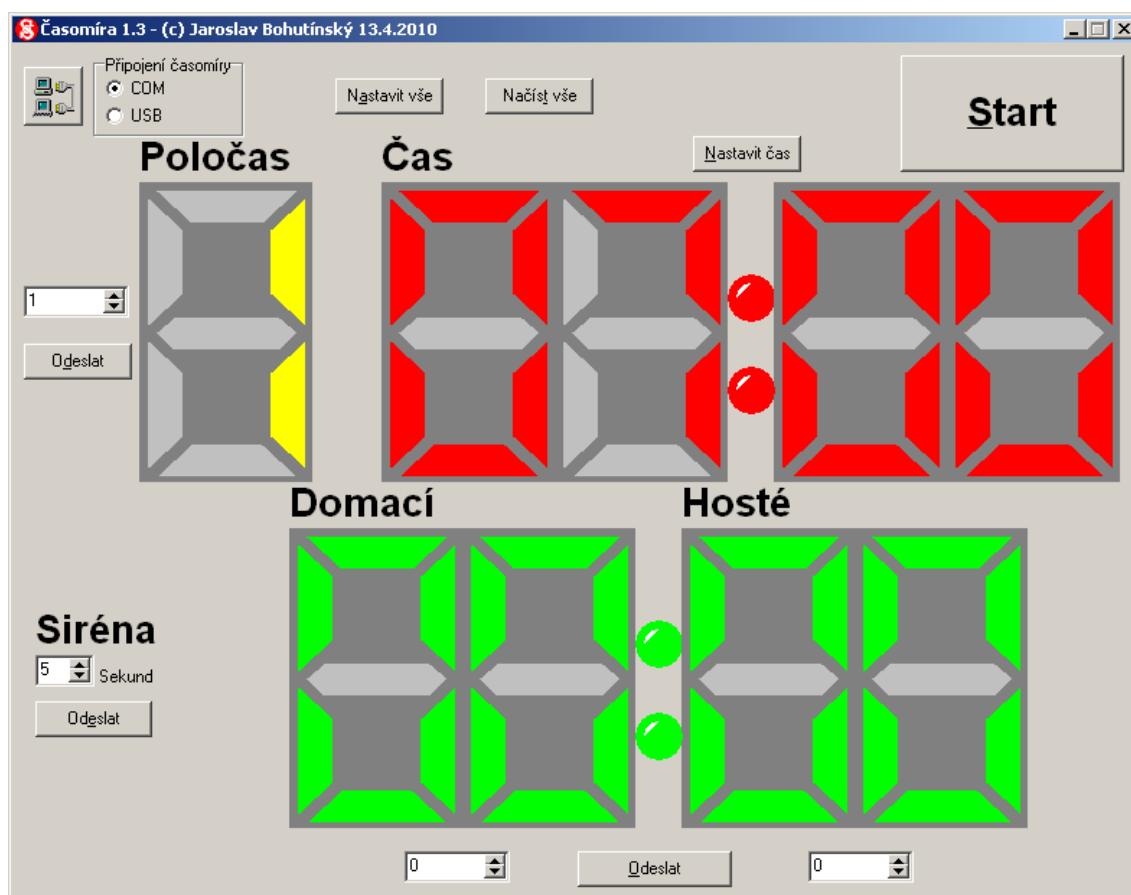


Obr. 16: Menu řídicí jednotky.

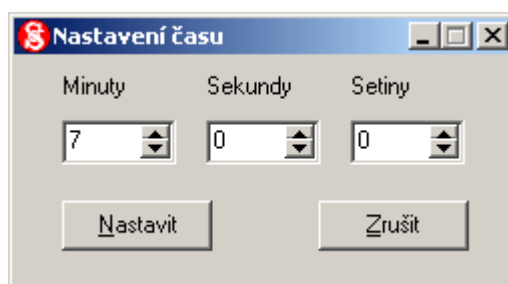
5.2 Ovládání řídicí jednotky pomocí PC

Na obr. 17 je zobrazen vzhled ovládacího programu pro řídicí jednotku pomocí PC. Program je navržen tak, aby byl vizuálně stejný jako zobrazovací část řídicí jednotky. Při stisku tlačítka „Start“ se změní název tohoto tlačítka na název „Stop“. Při tomto stisku se vyšle instrukce, která je stejná při stisku start i stop, a řídicí jednotka ji vyhodnotí stejně, jako kdyby bylo stisknuto tlačítko start/stop při přímém ovládní. Pomocí tohoto tlačítka lze tedy spustit, či zastavit odpočet řídicí jednotky. Současně se při stisku tlačítka spustí i interní počítadlo v programu a pomocí něj se zobrazuje čas, zbývající do konce zápasu. Při stisku tlačítka stop se vyšle instrukce pro zastavení času a instrukce synchronizace do řídicí jednotky. Po zpracování synchronizační instrukce, odešle jednotka do PC hodnoty času, které jsou uloženy v řídicí jednotce a program v PC si nastaví hodnoty dle těchto údajů. Při stisku tlačítka „Nastavit čas“ se zobrazí nastavovací okno (viz obr. 18), kde se může nastavit čas, který se bude odpočítávat. Maximální čas, který lze nastavit je 59 minut, 59 sekund a 99 setin sekundy. Při potvrzení nastaveného času se nastavený čas zobrazí na zobrazovačích. Současně se odešle instrukce pro nastavení času a data, která se mají nastavit do řídicí jednotky. Jednotka následně po přijetí dat zobrazí dané údaje. Pro nastavování hodnot skóre není třeba jej nastavovat v jiném okně. Stačí jen pomocí „SpinEditu“ pod patřičnými zobrazovači nastavit potřebné hodnoty a kliknout na tlačítko „Odeslat“. Při tomto stisku se zobrazí dané údaje na zobrazovačích a odešle se instrukce s daty do řídicí jednotky, která si tyto hodnoty uloží a zobrazí. Tento postup je použit i pro nastavení poločasu. Maximální hodnota skóre je 99, u nastavení poločasu je tato hodnota 3, pro případ, kdyby bylo třeba hrát utkání na třetiny. Dalším nastavením je doba trvání akustické signalizace konce utkání. Toto se provádí v sekci „Siréna“. Zde je možno nastavit maximální dobu 9 sekund a minimální 1 sekundu trvání signalizace. Při stisku tlačítka

„Odeslat“ se toto nastavení odešle do jednotky, která tyto hodnoty nastaví a uloží si je. Pokud uživatel použije tlačítko „Nastavit vše“, pak se všechny hodnoty v programu postupně odesílají do řídicí jednotky. Nejdříve se odešle instrukce, která indikuje jaká data se budou posílat a poté následuje odeslání dat. Při použití tlačítka „Nastavit vše“ se odešle instrukce pro načtení všech hodnot z jednotky. Jednotka odesílá data podobně, jako program při stisku „Odeslat vše“. Jednotka odešle instrukci pro indikaci posílaných dat a následně odešle data. Pomocí dvou RadioButtonů lze vybrat, jak bude řídicí jednotka připojena k PC. Na výběr je port COM a rozhraní USB. Pomocí tlačítka s ikonou dvou počítačů se vyzkouší připravenost jednotky, zda-li je, či není připojena. Veškeré nastavitelné údaje o utkání se ukládají do INI souboru, který je načten při spuštění programu. Pokud daný INI soubor neexistuje, vytvoří se nový a uloží se do něj standardní hodnoty, které jsou v programu uloženy.



Obr. 17: Vzhled programu pro PC.



Obr. 18: Nastavování času v programu pro PC.

5.3 Kód pro zobrazování na 74HC595

Následující kód postupně odesílá čtyři obsahy proměnných na obvody 74HC595 a tyto obvody zobrazují obsah proměnných na displejích LED.

```
CAS595:      MOV POM595,#4           ;Nastaveni pro 4 displeje
              JB INI,CAS595A      ;Zjisteni vyberu tabulky dat
              MOV DPTR,#TABCAS    ;Vyber tabulky dat c. 1
              SJMP CAS595B       ;Skok na navesti vysilani
CAS595A:     MOV DPTR,#TABCAS    ;Vyber tabulky dat c. 2
CAS595B:     MOV R0,#DTIS       ;Vyber adresy promenne
CAS595C:     INC R0              ;Zvyseni adresy promenne
              MOV A,@R0          ;Ulozeni obsahu promenne
                               do Akumulatoru
              MOV C A,@A+DPTR    ;Vybrani kombinace pro LED
              ACALL DATAM        ;Odeslani kombinace na LED
              DJNZ POM595,CAS595C ;Kontrola, zda je vse odeslano
              CLR RCK_CAS        ;Impulz na paralelnich hodinach
              NOP                ;Prazdna operace
              SETB RCK_CAS       ;Impulz na paralelnich hodinach
              RET                ;Opusteni podprogramu
```

5.4 Generování impulzů na 74HC595

Následující kód generuje sestupnou a nástupnou hranu na sériových hodinových vstupech obvodů 74HC595 a tím zaručuje posouvání dat v registrech obvodů 74HC595.

```
DATAM:       MOV R1,#8           ;Nastaveni pro 8 vysilanych dat
DATAM1:      RRC A              ;Rotace Akumulatoru pres Carybit
              MOV DAT_CAS,C      ;Ulozeni Carybitu na datovy vodici
              CLR SCK_CAS        ;Sestupna hrana hodin
              NOP                ;Prazdna operace
              SETB SCK_CAS       ;Nastupna hrana hodin
              DJNZ R1,DATAM1     ;Snizeni hodnoty R1 a opakovani
              RET                ;Opusteni podprogramu
```

5.5 Kód zpracovávání instrukcí z PC

Kód si uloží obsah dat, která jsou poslána pomocí rozhraní UART z PC. Tato data se dále porovnávají s předdefinovanými instrukcemi pro zpracování dat. Veškeré instrukce, při 8-bitové komunikaci, začínají číslem 1 v binární podobě, jsou tedy všechny větší než 127. Posílaná data jsou tedy vždy menší než 128 a nemůže nastat záměna dat a instrukce. Při příjmu instrukce START/STOP se nastavuje příznak stisku tlačítka pro spuštění, či zastavení jednotky. Program je sestaven tak, že zjišťuje, zda-li je jednotka spuštěna, či zastavena a podle toho vykoná patřičný blok programu. Při příjmu instrukcí se nastavují příznaky pro danou část. Pokud je příznak aktivní, jsou přijímaná data. Po přijetí všech dat se příznak ruší a program opět detekuje, která instrukce přijde a opět nastaví daný příznak.

```
              MOV A,SBUF
              CJNE A,#10100101B,PRJ00 ;Instrukce pro START/STOP
              SETB IE1              ;Nastaveni priznaku stisku tlacitka
              SJMP KSKANAL          ;Skok na konec bloku programu
PRJ00:CJNE A,#11001010B,PRJ01      ;Instrukce pro SKORE
```

```

MOV R1,#JHOSTE ;Nastaveni ukladaci adresy
                  pro prijem SKORE
SETB PC_SKO ;Nas. pomocne pro prijem dat SKORE
SJMP KSKANAL ;Skok na konec bloku programu
PRJ01:CJNE A,#11010101B,PRJ02 ;Instrukce pro POLOCAS
SETB PC_POCA ;Nastaveni pomocne
                  pro prijem dat POLOCASU
SJMP KSKANAL ;Skok na konec bloku programu
PRJ02:CJNE A,#11101010B,PRJ03 ;Instrukce pro CAS
MOV R1,#JSETNAS ;Nastaveni ukladaci adresy
                  pro prijem CASU
SETB PC_CAS ;Nas. pomocne pro prijem dat CASU
SJMP KSKANAL ;Skok na konec bloku programu
PRJ03:CJNE A,#11011010B,PRJ04 ;Instrukce pro SIRENKU
SETB PC_SIRE ;Nas. pom. pro prijem dat SIRENKY
SJMP KSKANAL ;Skok na konec bloku programu
PRJ04:CJNE A,#11010011B,PRJ05 ;Instrukce pro SYNC
SETB PC_SYNC ;Nas. pomocne pro prijem dat SYNC
SJMP KSKANAL ;Skok na konec bloku programu
PRJ05:CJNE A,#11110011B,PRJ06 ;Instrukce pro SYNC_ALL
SETB PC_SYAL ;Nas. pom. pro prijem dat SYNC ALL
SJMP KSKANAL ;Skok na konec bloku programu
PRJ06:CJNE A,#11001100B,PRJ07 ;Test na pripojeni k PC
MOV SBUF,#11011100B ;Odpoved na test pripojeni k PC
SJMP KSKANAL ;Skok na konec bloku programu

```

5.6 Kód zpracování dat z PC

Kód pro zpracování dat z PC se řídí nastavenými příznaky a tím pozná která data přijímá. Při příjmu dat, která jsou pouze do hodnoty 9 včetně, se tato data uloží do patřičné proměnné. Pokud jsou přijímána data, která reprezentují např. stav utkání, mohou být větší než 9, a ukládají se pak nepřímým adresováním pomocí registru R1. Zde se data uloží na adresu, která je uložena v registru R1. Následně se zvětší hodnota registru, a tím i adresa nepřímého adresování. Jedinou podmínkou je, aby adresy proměnných pro tato data byly nastaveny za sebou.

```

PRJ07:JNB PC_SKO,PRJ08 ;Pokud prijem SKORE, dalsi radek
MOV @R1,A ;Ulozit Akumulator na adresu v R1
INC R1 ;Zvysit adresu
CJNE R1,#JSETNAS,KSKANAL ;Pokud adresa JSETNAS, dalsi radek
CLR PC_SKO ;Zruseni priznaku pro prijem SKORE
SETB CH_SKO ;Nas. priznaku na zobrazeni SKORE
SJMP KSKANAL ;Skok na konec bloku programu
PRJ08:JNB PC_POCA,PRJ09 ;Pokud prijem POLOCASU, dalsi radek
MOV POLOCAS,A ;Ulozit Akumulator do POLOCASu
CLR PC_POCA ;Zrus. priznaku pro prijem POLOCASU
SETB CH_CAS ;Nas. priznaku na zobr. POLOCASU
SJMP KSKANAL ;Skok na konec bloku programu
PRJ09:JNB PC_CAS,PRJ10 ;Pokud prijem CASU, dalsi radek
MOV @R1,A ;Ulozit Akumulator na adresu v R1
INC R1 ;Zvysit adresu
CJNE R1,#SIRENAS,KSKANAL ;Pokud adresa SIRENAS, dalsi radek
CLR PC_CAS ;Zruseni priznaku pro prijem CASU
SETB CH_CASN ;Nas. priznaku na zobrazeni CASU
SJMP KSKANAL ;Skok na konec bloku programu
PRJ10:JNB PC_SIRE,PRJ11 ;Pokud prijem SIRENKY, dalsi radek
MOV SIRENAS,A ;Ulozit Akumulator
                  do SIRENAS - nastaveni

```

```

MOV SIRENKA,A                ;Ulozit Akumulator
                              do SIRENKA - pouziti
CLR PC_SIRE                  ;Zrus. priznaku pro prijem SIRENKY
SJMP KSKANAL                 ;Skok na konec bloku programu

```

5.7 Kód odesílání instrukce a dat z PC

Touto částí programu je ukázáno, jakým způsobem jsou odesílána data do jednotky. V první části je odeslána instrukce, která zahájí ukládání dat jednotkou do patřičných proměnných.

```

Form1.Comm.SendByte($0EA);           //Instrukce pro CAS
Form1.Comm.SendByte((SetNas) mod 10); //Jednotky setin
Form1.Comm.SendByte((SetNas) div 10); //Desitky setin
Form1.Comm.SendByte((SekNas) mod 10); //Jednotky sekund
Form1.Comm.SendByte((SekNas) div 10); //Desitky sekund
Form1.Comm.SendByte((MinNas) mod 10); //Jednotky minut
Form1.Comm.SendByte((MinNas) div 10); //Desitky minut

```

5.8 Kód příjmu dat z jednotky

Tento kód programu slouží pro příjem dat z řídicí jednotky. Pomocí příkazu Case se přistupuje k jednotlivým položkám pro vykonání patřičné instrukce. Na konci příkazu Case se zvyšuje počítadlo, a tímto se při dalším opakování bloku provádí jiná instrukce. Při příjmu prvních dat z řídicí jednotky se data uloží do proměnné. Při dalším příjmu se příchozí data vynásobí deseti a přičtou k předchozím datům. Tím získáme číslo v rozsahu od 0 do 99. Při příjmu posledních dat se přijatá data zobrazí na patřičných zobrazovačích a zjišťuje se nastavení pro jejich uložení. V případě, že je povoleno uložení dat, pak se přijatá data uloží do INI souboru, pomocí kterého jsou data načtena jako výchozí hodnoty při spuštění programu.

```

Case i of
0: Setiny:=zn;                //Do Setin jednotky setin
1: Setiny:=Setiny+10*zn;      //Do Setin jednotky plus desitky setin
2: Sekundy:=zn;              //Do Sekund jednotky sekund
3: Sekundy:=Sekundy+10*zn;   //Do Sekund jednotky plus desitky sekund
4: Minuty:=zn;               //Do Minut jednotky minut
5: Begin
    Minuty:=Minuty+10*zn;    //Do Minut jednotky plus desitky minut
    pom:=0;                  //Zruseni priznaku pro CAS
    ZobrazCas(Minuty div 10,Minuty mod 10,Sekundy div 10,
    Sekundy mod 10);        //Zobrazeni Casu
    If Nastaveni=1 Then      //Pomocna pro ulozeni dat z ridici jed.
    Begin                    //Vytvoreni a ulozeni do INI souboru
        Form1.ini:=TIniFile.Create(ChangeFileExt
        (Application.Exename, '.ini'));
        Form1.ini.WriteInteger('Nastaveni', 'Minuty', Form1.MinNas);
        Form1.ini.WriteInteger('Nastaveni', 'Sekundy', Form1.SekNas);
        Form1.ini.WriteInteger('Nastaveni', 'Setiny', Form1.SetNas);
        Form1.ini.WriteInteger('Nastaveni', 'Polocas', Polocas);
        Form1.ini.WriteInteger('Nastaveni', 'Sirena', Sirena);
        Form1.ini.free;
    end;
end;
end;
Inc(i);                       //Zvyseni pocitadla

```


5.9 Kód pro nastavení komunikačního rozhraní COM

Program pro nastavení komunikačního rozhraní COM využívá API funkcí systému Microsoft Windows. Proměnná Comm je třídy TCommPortDriver. Pomocí této třídy lze nastavovat jednotlivé parametry portu. Je zde nastavováno číslo portu, komunikační rychlost, počet odesílaných a přijímaných bitů, počet stop bitů, parity a událost pro zpracování přijatých dat. Po tomto nastavení se provede čekání pro nastavení portu a inicializace nastavení. Pokud daný port v PC není, pak nelze provést jeho připojení. Po připojení na daný port, se odešle inicializační instrukce a nastaví se čekací smyčka pro odpověď. V této smyčce se zjišťuje, zda-li jednotka odeslala správnou odpovědnou instrukci. Pokud ano, pak se nastaví signalizační proměnná a ukončí se čekací smyčka. Port zůstane otevřený pro komunikaci a vypíše se informace o úspěšném připojení k jednotce. Pokud jednotka v čekací smyčce neodpoví, pak se nenastavuje signalizační byt pro připojení a daný port se uzavře.

```
Comm:=TCommPortDriver.Create(self); //Vytvoreni komunikacniho portu
Comm.ComPort := pnCOM1; //COM 1
Comm.ComPortSpeed := br9600; //9600 b/s
Comm.ComPortDataBits := db8BITS; //8 bitu dat
Comm.ComPortStopBits := sb1BITS; //1 stop bit
Comm.ComPortParity := ptNONE; //Bez parity
Comm.OnReceiveData := Receive; //Udalost od prijateho znaku
Sleep (100); //Cekani na nastaveni portu
Comm.Connect; //Inicializace portu
If Comm.Connected Then //Zkouska pripojeni
begin
  Comm.SendByte($0CC); //Odeslani inicializacni instrukce
  Timer2.Enabled:=True; //Nastaveni cekani na odpoved
  While (Timer2.Enabled) do //Cekaci smycka
  begin
    If PrijatyZnak=$0DC Then //Odpovedni instrukce 11011100B
    Begin //Dialogove okno pro pripojeni
      Application.MessageBox('Zařizeni nalezeno
        na COM1', 'Připojení', Mb_OK++Mb_IconInformation);
      Master:=1; //Signalizace pripojeni
      Timer2.Enabled:=False; //Ukonceni cekaci smycky
    end;
  end;
end;
```

6 Závěr

Cílem práce byla realizace a oživení řídicí a signalizační jednotku pro sportovní utkání. Dále zpracování potřebné programové vybavení pro řídicí mikrokontrolér i pro připojitelný počítač PC. Tato jednotka má jednoduché ovládání a velkou viditelnou plochu k zobrazování stavu utkání a času. Jednotka funguje v odpočtovém režimu, umožňuje kdykoliv zastavit a znovu spustit čas. Ovládání jednotky je intuitivní a přehledné. Jednotka byla odzkoušena na florbalovém zápase, je funkční a bez známých chyb. Schémata zapojení byla realizována programem Eagle [9] – program pro kreslení plošných spojů. V tomto programu byly navrženy i desky plošných spojů. Dalším důležitým krokem pro tuto jednotku byla realizace ovládání řídicí jednotky pomocí PC. Připojení jednotky je realizováno pomocí rozhraní RS-232, nebo pomocí USB. Uživatel jednotky má možnost volby rozhraní. Hardwarově i softwarově byla realizována obě rozhraní. Z toho důvodu byl vyvíjen ovládací software pro MCU i pro PC. Program pro PC má podobný vzhled jako signalizační jednotka, a zobrazuje stejné hodnoty.

7 Literatura

- [1] FRÝZA, T. *Mikroprocesorová technika: Elektronické texty přednášek*. Brno: FEKT VUT v Brně, 2007.
- [2] *AT89S8253: 8-bit Microcontroller with 12 Kbyte Flash* [online]. [s.l.]: Atmel Corporation, 2.5.1997, 7.4.2010 [cit. 2009-02-20]. Dostupné z WWW: <http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc3286.pdf>.
- [3] *HD44780D: LCD-II* [online]. [s.l.]: HITACHI, 9.9.1998, 23.4.2006 [cit. 2009-02-20]. Dostupné z WWW: <<http://pdf1.alldatasheet.net/datasheet-pdf/view/63673/HITACHI/HD44780.html>>.
- [4] *MC74HC595A: 8-Bit Serial-Input/Serial or Parallel-Output Shift Register with Latched 3-State Outputs* [online]. [s.l.]: ON Semiconductor, 28.3.2000, 24.4.2006 [cit. 2009-02-20]. Dostupné z WWW: <<http://pdf1.alldatasheet.net/datasheet-pdf/view/12192/ONSEMI/MC74HC595A.htm>>.
- [5] *BS-AE06RD: SINGLE DIGIT LED DISPLAYS* [online]. [s.l.]: Yellow Stone corp., 29.8.2000, 24.4.2006 [cit. 2009-02-20]. Dostupné z WWW: <<http://pdf1.alldatasheet.net/datasheet-pdf/view/118357/YSTONE/BS-AE06RD.html>>.
- [6] *BS-AG02RD: SINGLE DIGIT LED DISPLAYS* [online]. [s.l.]: Yellow Stone corp., 29.8.2000, 22.4.2006 [cit. 2009-02-20]. Dostupné z WWW: <<http://pdf1.alldatasheet.net/datasheet-pdf/view/92627/ETC/BS-AG02RD.html>>.
- [7] *FT8U232AM: U-UART – USB UltraBaud Data Transfer IC with RS232 / RS242 and CPU I/F Options* [online]. [s.l.]: Future Technology Devices Intl., 30.8.2000, 22.4.2006 [cit. 2009-02-21]. Dostupné z WWW: <<http://pdf1.alldatasheet.net/datasheet-pdf/view/80226/FTDI/FT8U232.html>>.
- [8] *MAX220-MAX249: +5V-Power, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers* [online]. [s.l.]: Maxim Integrated Products, Inc., 30.4.2009, 30.4.2009 [cit. 2009-02-21]. Dostupné z WWW: <<http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/MAX220-MAX249.pdf>>.
- [9] *Eagle Software: Plošné spoje snadno a rychle: České stránky editoru plošných spojů EAGLE* [online]. CadSoft Computer GmbH, c2003, 5.5.2008 [cit. 2009-05-13]. Eagle Online. Dostupné z WWW: <<http://www.eagle.cz>>.
- [10] *MC1602E-SYL/H: ATM1602B* [online]. [s.l.]: EVERBOUQUET INTERNATIONAL CO., LTD., 15.2.2008, 15.2.2008 [cit. 2009-02-28]. Dostupné z WWW: <http://www.gme.cz/_dokumentace/dokumenty/513/513-109/dsh.513-109.1.pdf>.
- [11] *KPS-533: Piezosiréna* [online]. [s.l.]: GM electronic s r o www.gme.cz, 20.4.2010, 20.4.2010 [cit. 2009-04-13]. Dostupné z WWW: <http://www.gme.cz/_dokumentace/dokumenty/640/640-009/kgm.640-009.1.pdf>.

- [12] *BC546B: Amplifier Transistor NPN Silicon* [online]. [s.l.] : ON Semiconductor, 29.3.2007, 29.3.2007 [cit. 2009-05-13]. Dostupné z WWW: <<http://pdf1.alldatasheet.net/datasheet-pdf/view/2891/MOTOROLA/BC546.html>>.
- [13] *BC558B: Amplifier Transistor NPN Silicon* [online]. [s.l.] : ON Semiconductor, 5.12.2001, 24.4.2006 [cit. 2009-05-13]. Dostupné z WWW: <<http://pdf1.alldatasheet.net/datasheet-pdf/view/2898/MOTOROLA/BC558B.html>>.

8 Seznam zkratek

ALE	Address Latch Enable – povolení adresového registru
EA	External Access Enable – povolení externího přístupu
I ² C	Inter-Integrated Circuit – multi-masterová sběrnice
IDLE	Idle – nečinný – Režim se sníženou spotřebou
LCD	Liquid crystal display – displej z tekutých krystalů
LED	Light-Emitting Diode – elektroluminiscenční dioda
MCU	Microcontroller – Mikrokontrolér
MISO	Master input, slave output – hlavní vstup, vedlejší výstup
MOSI	Master output, slave input – hlavní výstup, vedlejší vstup
PC	Personal computer – osobní počítač
PD	Power down – snížení výkonu
PSEN	Program Store Enable – povolení přístupu k paměti programu
RST	Reset – reset
RxD	Receive Data – přijímat data
SCK	Serial clock – sériové hodiny
SPI	Serial Peripheral Interface – sériové periferní rozhraní
TTL	Transistor-transistor-logic – tranzistorově-tranzistorová logika
TxD	Transmit Data – vysílat data
UART	Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter – univerzální asynchronní sériové rozhraní
USB	Universal Serial Bus – univerzální sériová sběrnice
WDT	Watchdog timer – hlídač časovač

9 Seznam příloh

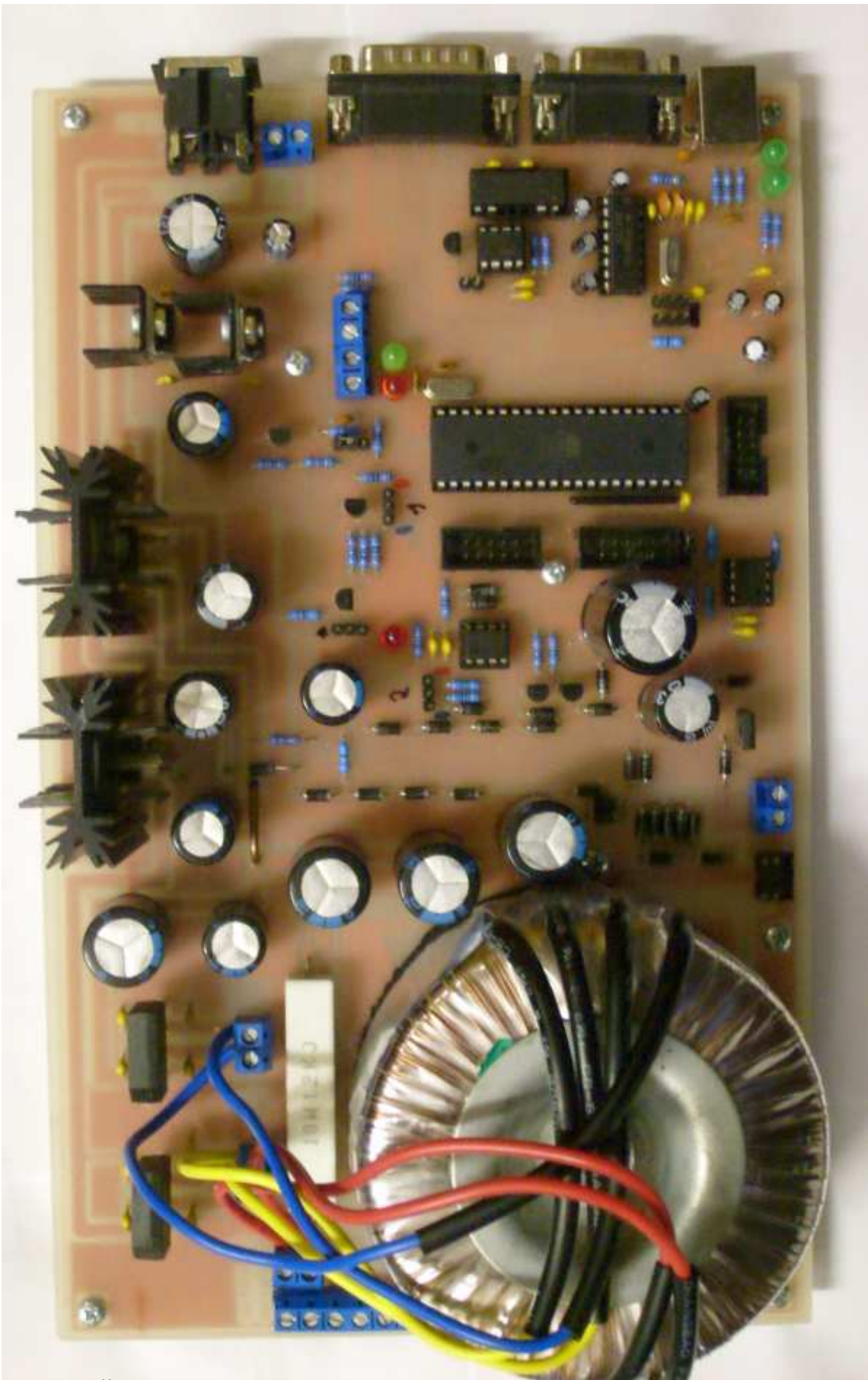
Příloha 1:	Sada znaků LCD [3].
Příloha 2:	Řídicí jednotka.
Příloha 3:	Signalizační jednotka.
Příloha 4:	Deska osazení řídicí jednotky.
Příloha 5:	Deska osazení zobrazovačů.
Příloha 6:	Deska osazení akustické signalizace.

Příloha 1

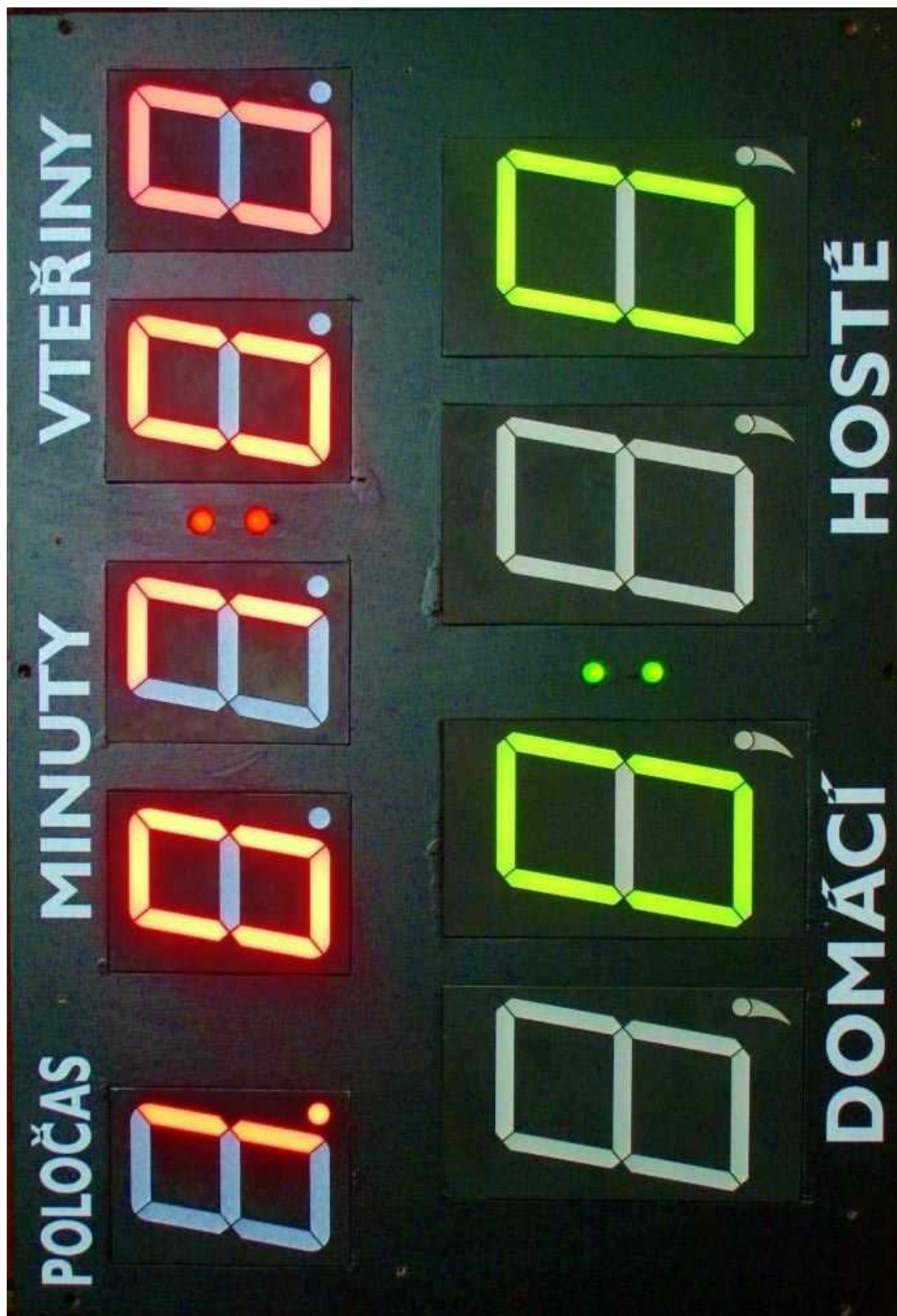
High 4bit / Lower 4bit	0000	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1010	1011	1100	1101	1110	1111
XXXX0000	C.G.RAM												
	(1)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
XXXX0001	(2)	!	1	A	Q	a	q	μ	ア	チ	△	ä	g
	(3)	"	2	B	R	b	r	Γ	イ	ウ	×	β	θ
XXXX0010	(4)	#	3	C	S	c	s	┘	ウ	テ	E	ε	ε
	(5)	\$	4	D	T	d	t	、	エ	ト	ト	μ	σ
XXXX0101	(6)	%	5	E	U	e	u	=	オ	ナ	1	ε	U
	(7)	&	6	F	V	f	v	ヲ	ウ	ニ	ヨ	ρ	Σ
XXXX1000	(8)	'	7	G	W	g	w	ア	キ	ヌ	ラ	g	π
	(1)	(8	H	X	h	x	イ	ウ	ネ	リ	フ	×
XXXX1001	(2))	9	I	Y	i	y	ウ	ウ	ル	ル	'	Y
	(3)	*	:	J	Z	j	z	エ	コ	ハ	ル	j	キ
XXXX1011	(4)	+	;	K	L	k	l	オ	サ	ヒ	ロ	*	π
	(5)	,	<	L	¥	1	1	カ	シ	フ	フ	φ	π
XXXX1101	(6)	-	=	M	J	m	ノ	ユ	ズ	ハ	フ	ε	÷
	(7)	.	>	N	^	n	→	ヨ	セ	ホ	ハ	ん	
XXXX1111	(8)	/	?	O	_	o	+	ウ	リ	マ	°	ö	■

Obr. 19: Sada znaků LCD [3].

Příloha 2

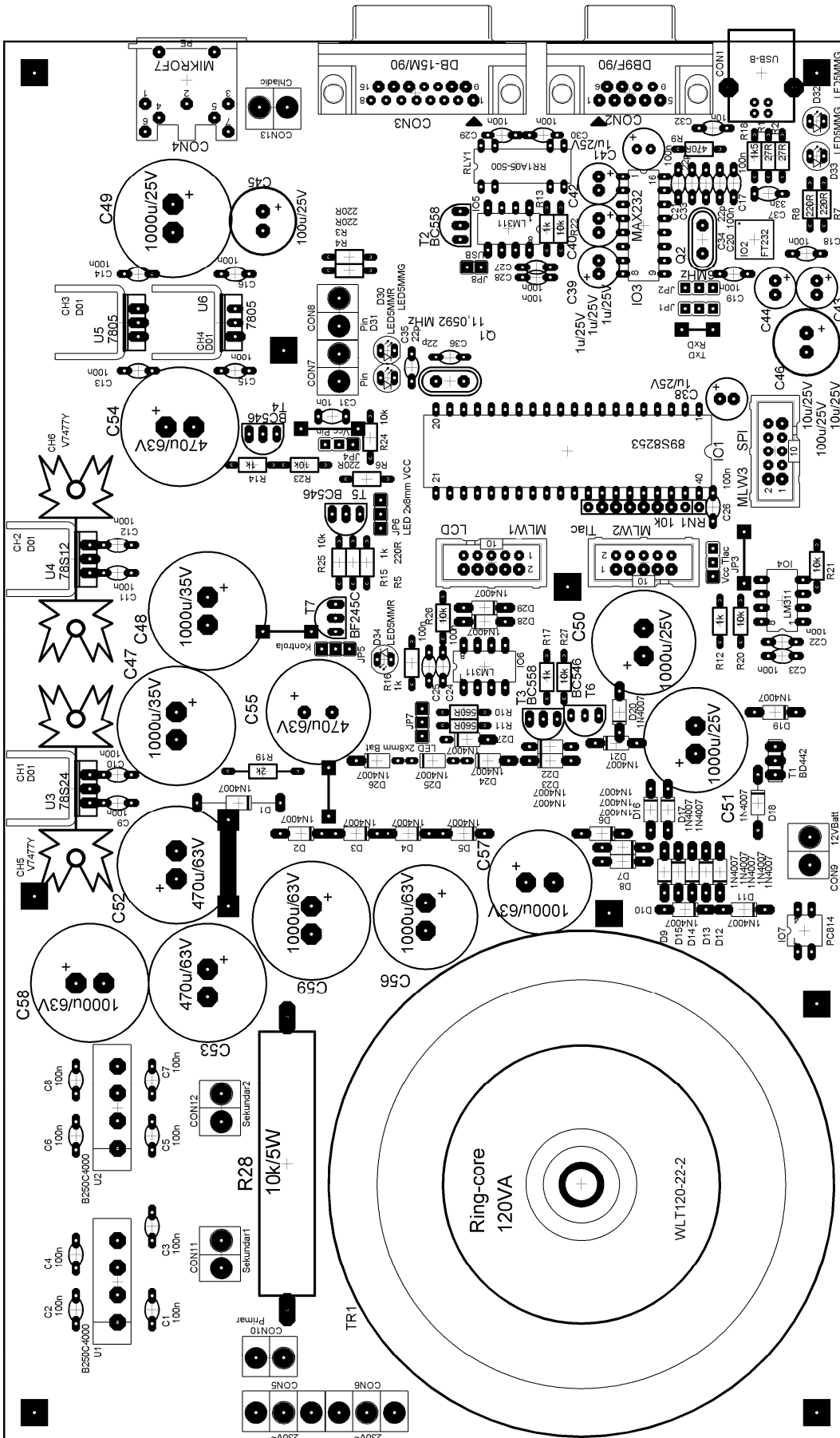


Obr. 20: Řídicí jednotka.



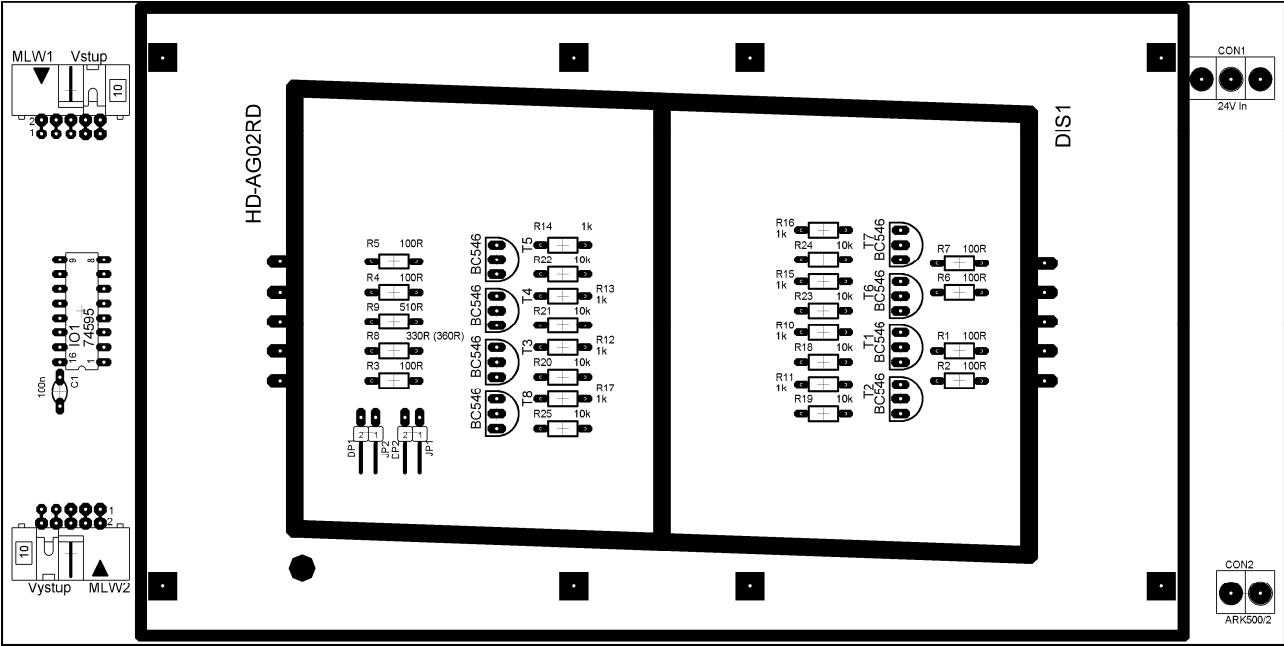
Obr. 21: Signalizační jednotka.

Příloha 4



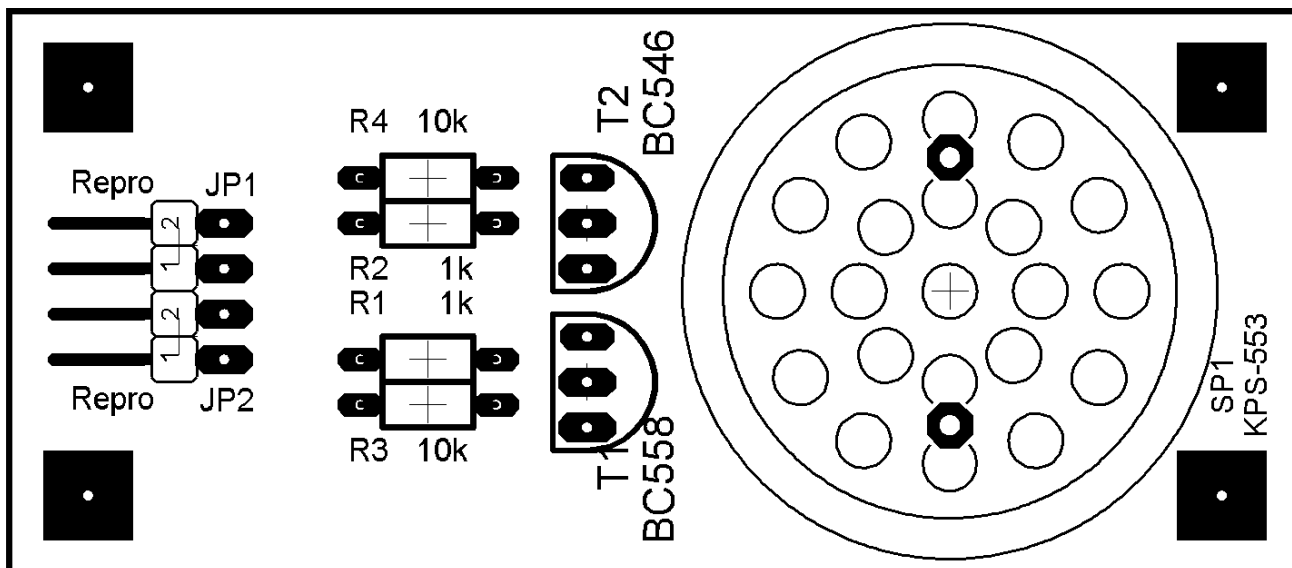
Obr. 22: Deska osazení řídicí jednotky.

Příloha 5



Obr. 23: Deska osazení zobrazovačů.

Příloha 6



Obr. 24: Deska osazení akustické signalizace.