



Středoškolská technika 2011

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

ELEKTRONICKÁ ČASOMÍRA

Šárka Vávrová

SPŠ elektrotechniky, informatiky a řemesel,
Frenštát pod Radhoštěm, p. o.
Křížíkova 1258, Frenštát pod Radhoštěm

ANOTACE

Cílem práce bylo vytvořit časomíru s ukazatelem času a skóre pro potřeby sportovního oddílu. Zařízení má být využíváno jako informativní ukazatel výsledku zápasu a aktuálního časového průběhu se zvukovou signalizací části a konce zápasu.

Velikost časomíry je navržena pro využití v menších tělocvičnách a sportovních halách. Časomíra je ovládána pomocí ovládacího pultu, který je s ní propojen kabelem.

Klíčová slova: časomíra; ovládací pult; dekodér BCD; mikroprocesor; LED dioda; tranzistorové pole

ANNOTATION

The aim of this work is to create a chronometer with a time and score indicator which could be used by various sports teams. This device should be used as an informative indicator of the score and time during a match using voice signalling.

The chronometer is designed for smaller gyms and sports halls. It is controlled by a control panel connected by a cable.

Key words: chronometer; control panel; decoder BCD; microprocessor; LED diode; transistor field

Obsah

Anotace.....	1
Obsah.....	2
Úvod.....	3
1. Zadání.....	3
1.1. Rozbor, řešení.....	3
2. Hardware.....	4
2.1. Mikroprocesor 8051 (89C51).....	4
2.2. Dekodér BCD.....	4
2.3. Tranzistorové pole.....	5
3. Ovladač.....	5
3.1. LED displej.....	6
3.2. Klávesnice.....	6
3.3. Mikroprocesor – software.....	6
4. Ukazatel.....	6
4.1. Napájení.....	7
4.2. Zobrazování.....	7
4.3. Siréna.....	7
4.4. Mikroprocesor – software.....	7
4.5. Konstrukční část.....	7
5. Závěr.....	8
6. Dokumentace.....	9
6.1. Podrobná schémata.....	9
6.2. Rozpis součástek.....	11
6.3. Technické parametry.....	11
7. Fotodokumentace.....	12
8. Seznam použité literatury.....	13

Úvod

Už od dávných dob se spolu lidé utkávali v různých soubojích, soutěžích a aktivitách dnes označovaných jako sport. Vždy chtěli vědět své aktuální dosažené výsledky nebo umístění a při zápasech také čas, který jim zbývá do konce utkání a možnému zvratu výsledku. Proto již dříve sestrojovali různé složité mechanické ukazatele, náročné na obsluhu a rozsah celého mechanismu.

Dnes, v době moderních technologií, se dají tyto ukazatele jednoduše vyrobit pomocí znalostí z oboru elektroniky a informatiky. V nabídkách můžeme najít celou řadu různých druhů informativních tabulí, ukazatelů a časomír, které zvládne ovládat i běžný uživatel.

Jelikož již mnoho let aktivně sportuji a v naší tělocvičně chybí podobný ukazatel, rozhodla jsem se, pro svůj sportovní oddíl, jej navrhnout a sestrojit.

1. Zadání

Sestrojit elektronickou časomíru, která bude disponovat ukazatelem skóre (domácí, hosté) a zbývajícím času v minutách. Hlavní ukazatel musí být vidět ze vzdálenosti minimálně 15 m. Dále možnost nastavení času a aktuálního skóre z jiného místa než je umístěn hlavní ukazatel. Zařízení má být opatřeno dostatečně hlasitou zvukovou signalizací s možností spuštění, kdykoliv během zápasu (turnaje).

1.1. Rozbor, řešení

Ze zadání vyplývá, že celé zařízení musíme rozdělit na dvě samostatné části. Ukazatel a ovladač. Ovladačem budou vykonávány všechny početní a rozhodující operace a ukazatel pouze zobrazí výsledek.

Proto musí být ovladač vybaven klávesnicí, pomocí níž nastavujeme hodnoty a vykonáváme potřebné úkony, jako zvyšování (snižování) skóre, zastavování času a spuštění sirény. Pro lepší přehled uživatele je ovladač vybaven vlastním displejem.

Ukazatel slouží pouze pro zobrazení dat z ovladače. Aby byl dobře vidět z větší vzdálenosti, musí se použít zobrazovače s větší výškou číslic. Existují displeje s výškou číslice 12,5 cm, ale nemají potřebnou svítivost, proto volím řešení pomocí jednotlivých LED diod. Ze zadání plyne celkový počet displejů na 8 (2 skóre domácích, 2 skóre hostů, 4 pro čas) + dvojtečka. Jako sirénu použiji zapojení generátoru výstražného signálu z [1], protože jeho parametry jsou dostatečně vyhovující. Siréna bude součástí ukazatele.

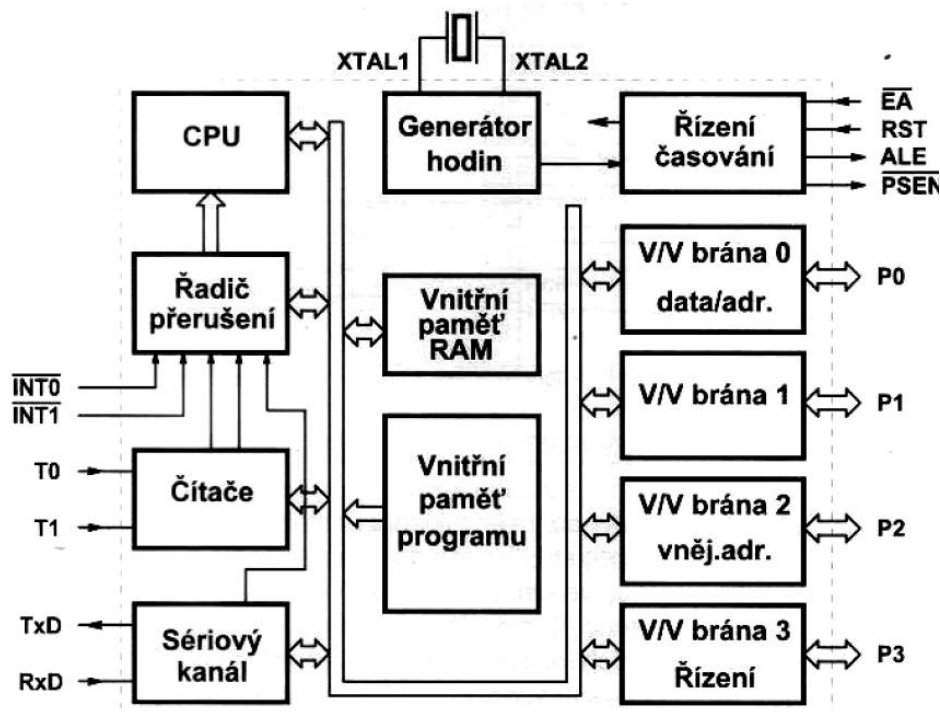
Obě části budou řízeny mikroprocesory, které mezi sebou komunikují pomocí sériového portu, čímž je docíleno malého počtu vodičů potřebných k propojení ovladače s ukazatelem.

2. Hardware

Pro časomíru volím běžně dostupné integrované obvody, které jsou k dispozici ve většině prodejen s elektrosoučástkami.

2.1. Mikroprocesor 8051 (89C51)

Základní a nejznámější typ mikroprocesoru ATMEL. Je vyroben na bázi CMOS technologie. Plně kompatibilní s produkty MCS-51 standardu. Disponuje 4kB elektricky přeprogramovatelnou pamětí typu FLASH EPROM. Napájecí napětí 2,7 až 6V. Mikroprocesor může pracovat na frekvenci 0 až 24 MHz. Interní RAM 128 x 8 bitů (paměť dat). K dispozici je 32 programovatelných vstupně výstupních linek, označovány jako paralelní porty P0 – P3. Dále dva 16bitové čítače/časovače, šest zdrojů přerušeni, programovatelný plně duplexní sériový kanál a nízkopříkonové módy Idle a Power Down.



Obr. 1 – vnitřní blokové schéma mikroprocesoru 8051

2.2. Dekodér BCD

Obvod 4543 je dekodér BCD/7-segment se záchytným registrem a budičem displeje LED nebo LCD. Pokud LE = 1 tak na výstupu segmentu a-g je dekodovaný stav BCD vstupu (vstupy A až D).

V okamžiku přechodu signálu LE z 1 do 0 se uloží okamžitá úroveň datových vstupů BCD do záchytného registru. Aktivní úroveň výstupu segmentu závisí na vstupu PH. Je-li na vstupu PH úroveň 0, jsou výstupy segmentu na úrovni 1. Vhodné pro připojení displeje LED se společnou katodou. Pro PH = 1 je výstup invertován, výstupy na úrovni 0. Hodnota 1 na vstupu BI deaktivuje všechny segmenty (displej je zhasnutý) a nemá vliv na obsah záchytného registru.

Dekodér zobrazuje čísla 0-9. Pro vyšší kombinace na vstupu než 9 není aktivován žádný segment.

2.3. Tranzistorové pole

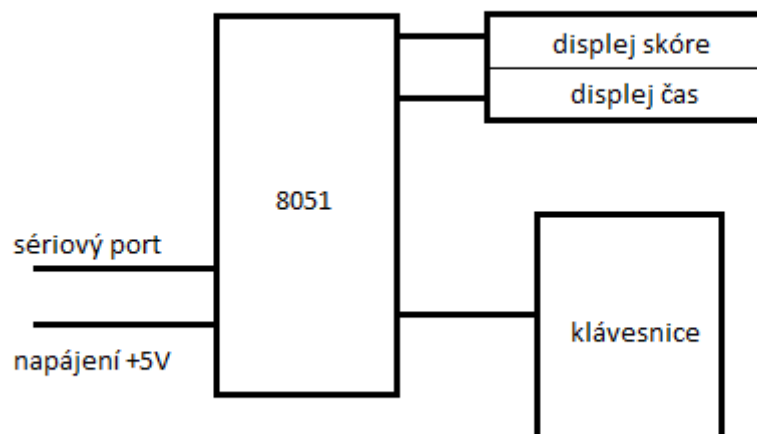
Obvod ULN 2003A. Jedná se o tranzistorové pole tvořené sedmi dvojicemi tranzistorů v Darlingtonově zapojení s integrovanými ochrannými diodami na výstupu.

Jednotlivé výstupy mohou spínat proud až 500 mA při napětí až 50 V. Doporučené napájecí napětí obvodu je 5 V. Obvod je v pouzdře DIP16. Pokud je napětí na vstupu obvodu vyšší než asi 2,4 V, sepne výstup na kostru (0 V, GND).

Úroveň 1 se rozsvítí požadovaný segment. Výstup COM slouží k připojení všech výstupů na kostru. V našem případě je zapojen na napájení +15V, napájení pro jednotlivé segmenty.

3. Ovladač

Slouží k ovládání a řízení celé časomíry. K ukazateli se připojuje pomocí konektoru JACK 3,5. Je napájen ze zdroje v ukazateli a napájecí napětí +5V, GND se přenáší propojovacím kabelem. Společně s napájením se také kabelem vysílají data z mikroprocesoru. Ovladač se spustí společně se spuštěním ukazatele (sepnutím spínače). Zařízení je umístěno v plastové krabičce, na které je napsán stručný návod k obsluze. Práce s ovladačem je uživatelsky příjemná a jednoduchá.



Obr. 2 – blokové schéma ovladače

3.1. LED displej

Zobrazování aktuálního výsledku je zajištěno pomocí LED displejů, které jsou ovládány pomocí mikroprocesoru přes dekodér a budič (tranzistorové pole). Spínání anod displejů se provádí časovým multiplexem, čímž se sníží spotřeba displejů při zachování požadované svítivosti.

Jsou požitý celkem čtyři displeje, v každém se nacházejí dvě „sedmsegmentovky“. Uspořádání je totožné s uspořádáním na ukazateli. Výhodou použití LED displejů je jejich „svít“, protože na rozdíl od LCD displejů jsou viditelné za jakýchkoliv světelných podmínek, ovšem za uvážení vyšší spotřeby.

3.2. Klávesnice

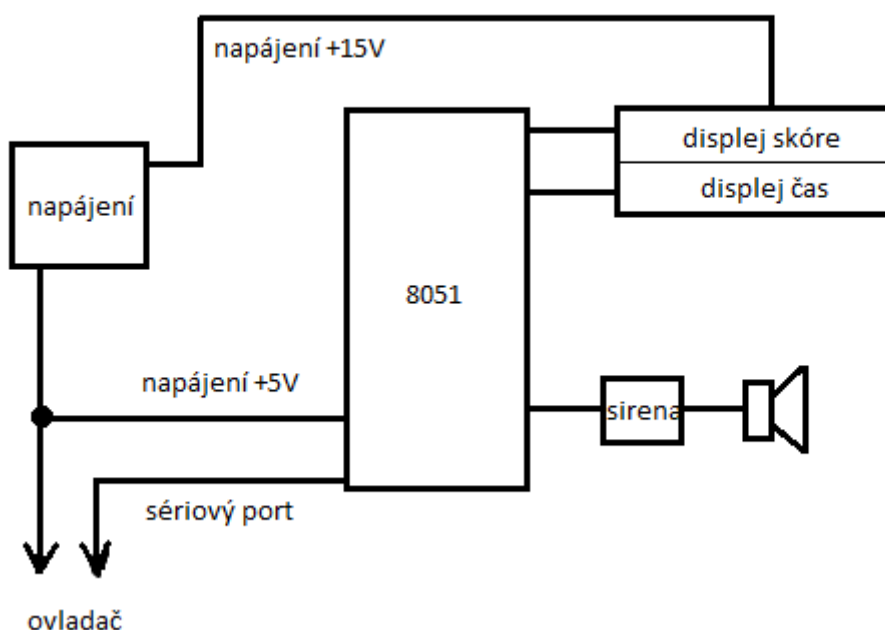
Vybrala jsem klávesnici 3x4 tlačítka, zapojená v matici, protože plně vyhovuje potřebám aplikace. Klávesnice se prodává, jako hotový modul.

3.3. Mikroprocesor - software

Program je rozložen do dvou módů. První mód je nastavovací, kdy používáme čísla na klávesnici k nastavení počáteční hodnoty času. Čas může být nastaven v rozmezí 0-99 minut. Po stisku potvrzovací klávesy přejde program do druhého módu, ve kterém se začne odečítat čas po stisku klávesy start/stop. V tomto módu se z číselné klávesnice stane klávesnice s přesně určenou funkcí pro jednotlivé klávesy (přičítání, odečítání skóre, apod.). Zabudována je funkce úplný reset, nebo částečný. Při úplném resetu se vynulují všechny hodnoty a program přejde do módu 1. Pokud použijeme částečný reset, vynuluje se pouze časový údaj a skóre zůstane beze změny. Mikroprocesor vysílá data o zobrazování a stavu sirény.

4. Ukazatel

Slouží k zobrazování údajů z ovladače na větší displeje a spíná sirénu.



Obr. 3 – blokové schéma ukazatele

4.1. Napájení

Napájení je zajištěno pomocí síťového adaptéru AND8461/D fy. ON Semiconductor, jeho výstupní napětí 15V, které se nastaví změnou R5 či R6, napájí všechny segmenty tvořené LED diodami. Maximální proud ze zdroje se pohybuje okolo 3,4 A, špičkově 5A. Podrobnější informace v příloženém datasheetu.

Napětí 5V je vyrobeno stabilizátorem 78S05, jehož maximální výstupní proud činí 2A. Toto napětí slouží k napájení všech integrovaných obvodů a ovladače.

4.2. Zobrazování

K zobrazování slouží LED diody, které jsou po šesti zapojené do série a tvoří jeden segment. Všechny segmenty jsou zapojeny paralelně. Každý sedmisedimentový displej používá BCD dekodér a budič (tranzistorové pole) a je ovládán mikroprocesorem. Výška displeje pro skóre je 16,5 cm a pro časový údaj 13 cm.

Využívá se schopnost dekodéru, pamatovat si výstupní kombinaci při $LE = 0$. viz. 2.2.

4.3. Siréna

Jako siréna je využito zapojení výkonového generátoru výstražného signálu z KE 11/2002[1]. LM317T slouží jako oscilátor i výkonový zesilovač, který kmitá díky fázovacím kondenzátorům v obvodu zpětné vazby. Trimrem lze nastavit požadovaný kmitočet v rozmezí 300 Hz až 2 kHz. Obvod je doplněn dvěma spínacími tranzistory.

4.4. Mikroprocesor – software

Program pro část „Ukazatel“ je velice jednoduchý. Mikroprocesor pouze zobrazuje přijaté hodnoty a kontroluje zapnutí sirény, pracuje ve smyčce. První vysílaná data přijme až po nastavení času na ovladači.

4.5. Konstrukční část

Skříň pro časomíru je vyrobena z ocelového plechu o rozměrech 700 x 500 x 130 mm. Displeje jsou uchyceny pomocí šroubů přes kovové sloupky k úhelníkovým lištám. Zdroj a řídicí jednotka je uchycena na zadní stěně skříně. Displeje jsou s řídicí jednotkou spojeny jednotlivými osmižilovými kabely takové délky, aby bylo možno zadní víko odšroubovat a umístit vedle časomíry aniž by bylo nutno nejprve kabely demontovat. Tímto je zabezpečen dokonalý přístup k jednotlivým dílům ukazatele při nutnosti opravy. Pro lepší čitelnost zobrazovaných údajů je v úrovni diod umístěna černá folie. Celá časomíra je kryta z přední části čirou polykarbonátovou deskou tloušťky 4mm. Tato je zatmelena pomocí silikonového tmelu do rámu skříně.

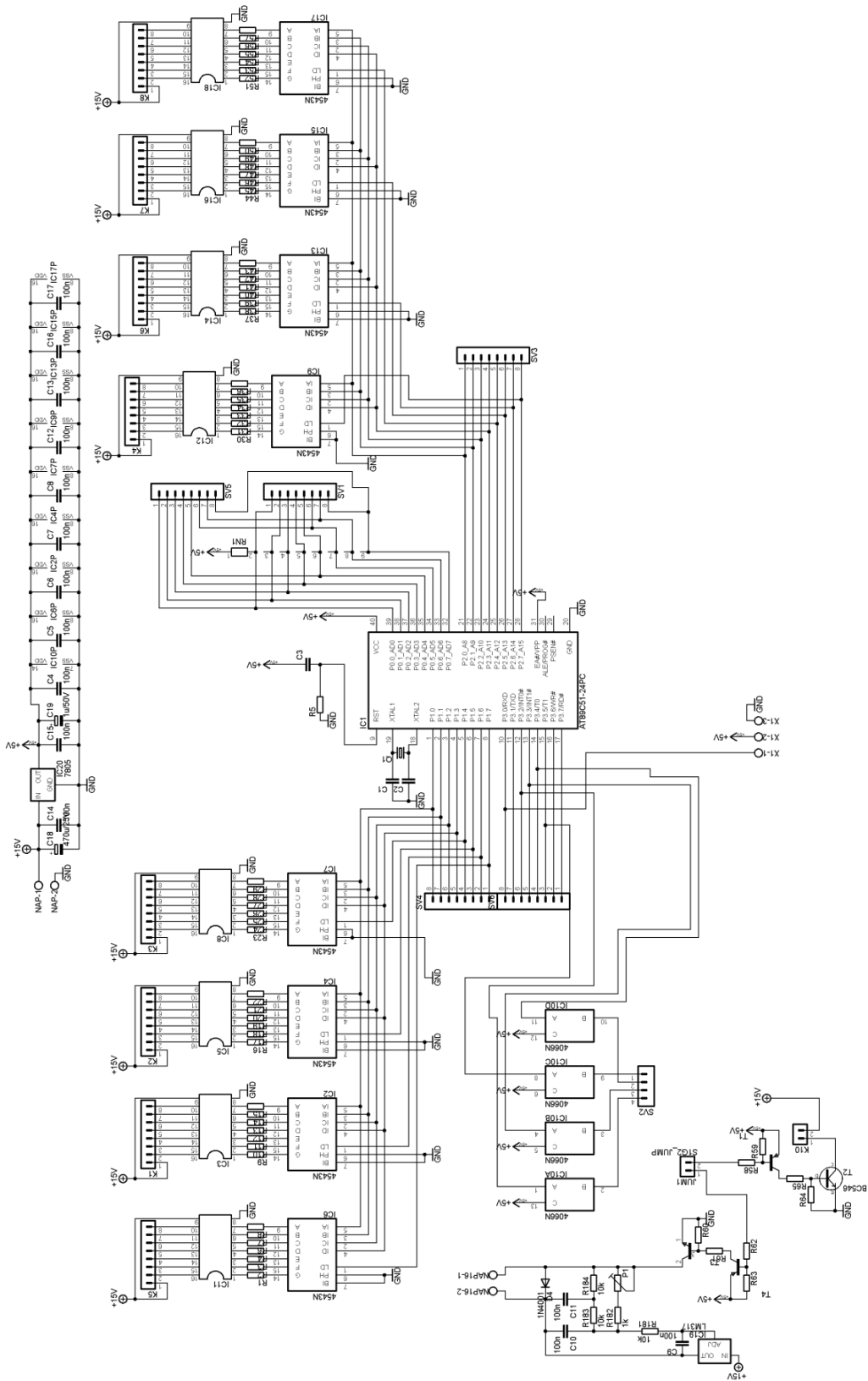
5. Závěr

Práce na projektu byla velice zajímavá, neboť veškeré plošné spoje jsem si navrhovala sama a kde jsem použila vědomosti nabyté studiem. Před konečným osazováním desek bylo vše řádně odzkoušeno a důsledně proměřeno na nepájivém poli. Uvedený způsob práce umožňuje zvolení součástek tak, aby celá sestava bezchybně fungovala.

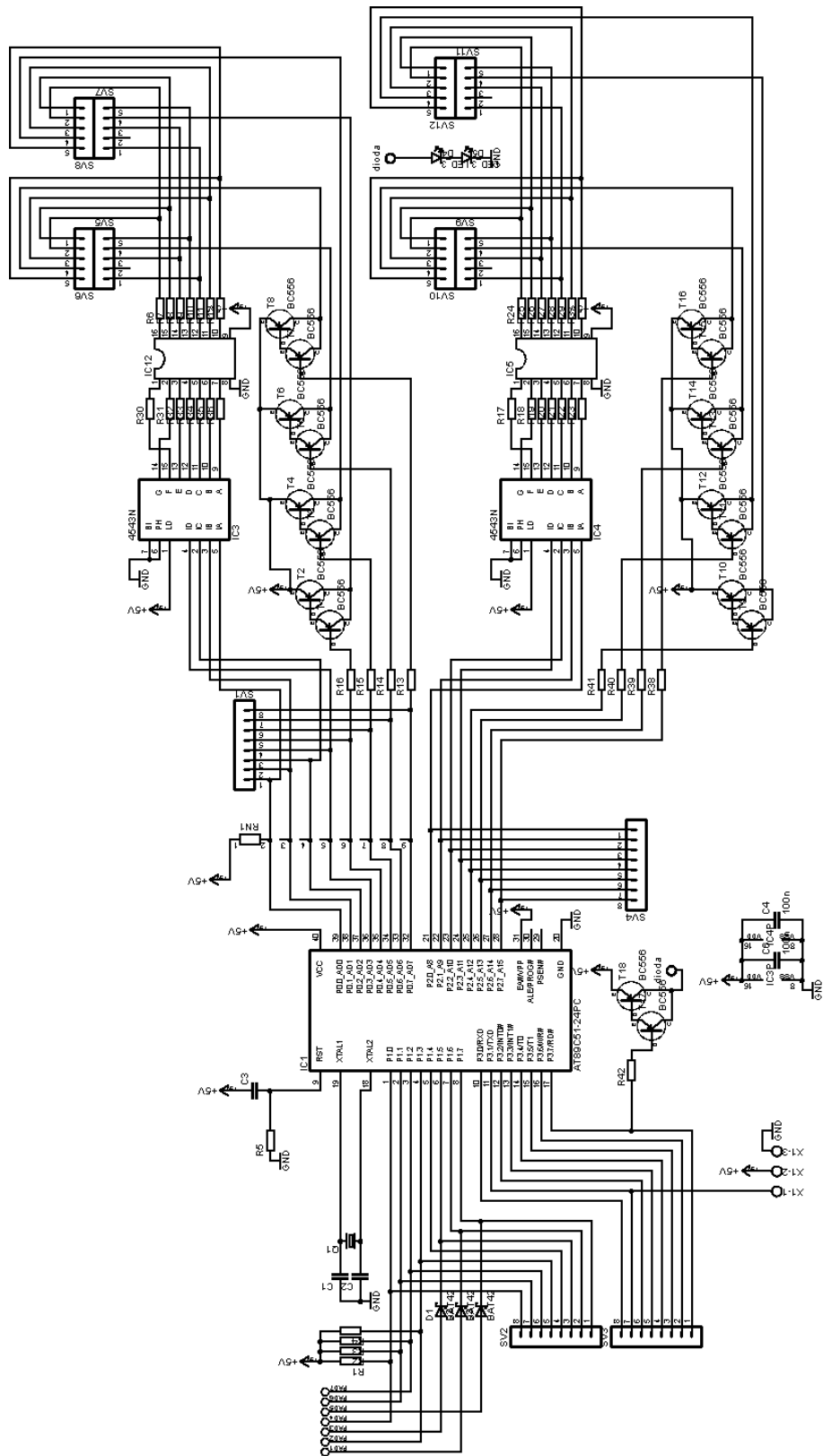
Přístroj úspěšně prošel revizní kontrolou.

6. Dokumentace

6.1. Podrobná schémata



Obr. 4 – schéma ukazatele



Obr. 5 – schéma ovladače

6.2. Rozpis součástek

Ovladač:

IC1 – AT89C51
IC2,5 – ULN 2003A
IC3,4 – CD4543
R1-R4,R13-16,R38-R41 – 4k7
R5 – 8k2
RN1 – 8 x rezistor se společným vývodem 4k7
T1-T18 – BC556
SV6,8,10,12 – 2x sedmisedgment displej
D1-3 – 1N4148
D4,5 – led 3mm červená
C1,2 – 33pF
C3 – 10uF/16V
C4,5 – 100nF
Q1 - 11,059 MHz
X1 – ARK550
SV1 – SV4 - pin

Ukazatel:

IC1 – AT89C51	C1,2 - 33p
IC2-9 – ULN2003A	C3 - 10uF/16V
IC10-17 – CD4543	C4-C17 - 100nF
IC18 - 4066	C18,19 – 470uF/35V
IC19 - LM317T	T2 - BC546
IC20 - 78S05	T1,3 - BC556
R1-R56 – 3k3	T4 – BD135
R57 – 8k2	P1 - 100k pt6v
RN1 – 8x4k7 rezistor se společným vývodem	Q1 - 11,059 MHz
R58, R59, R62, R63 - 4k7	K1-K9 – konektory PSH
R60, R64 – 47k	SV0- SV9 – pin
R61 – 100R	NAP, X1, X2 - ARK550
R65, R67 – 1k	
R66-R69 - 10k	

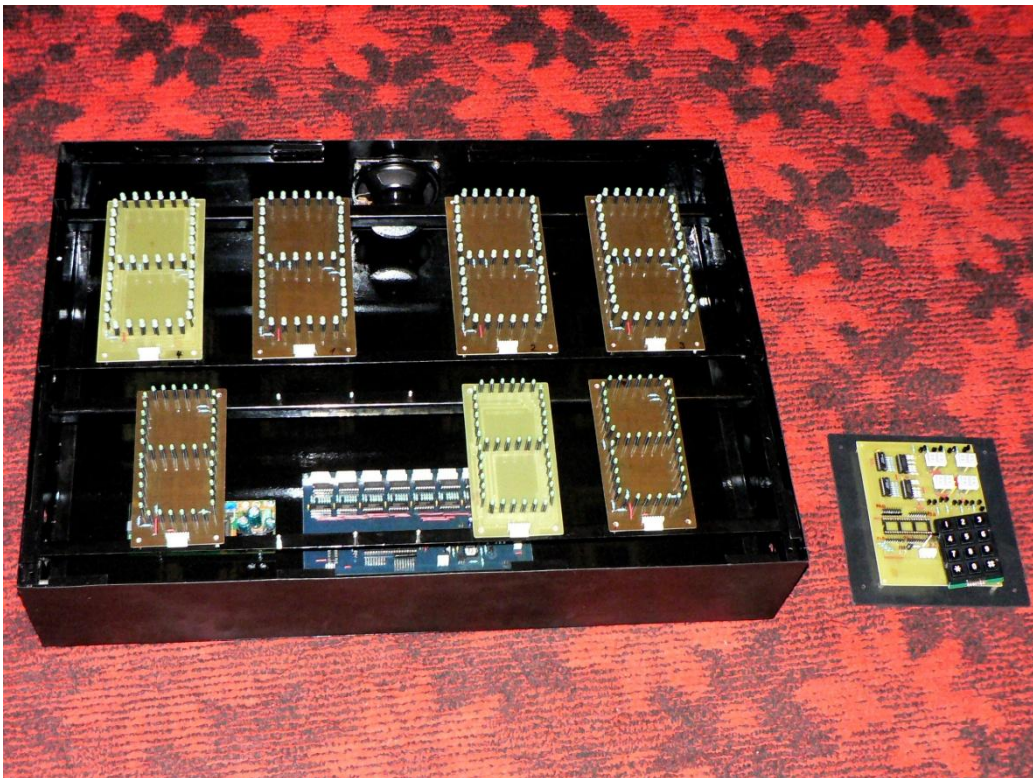
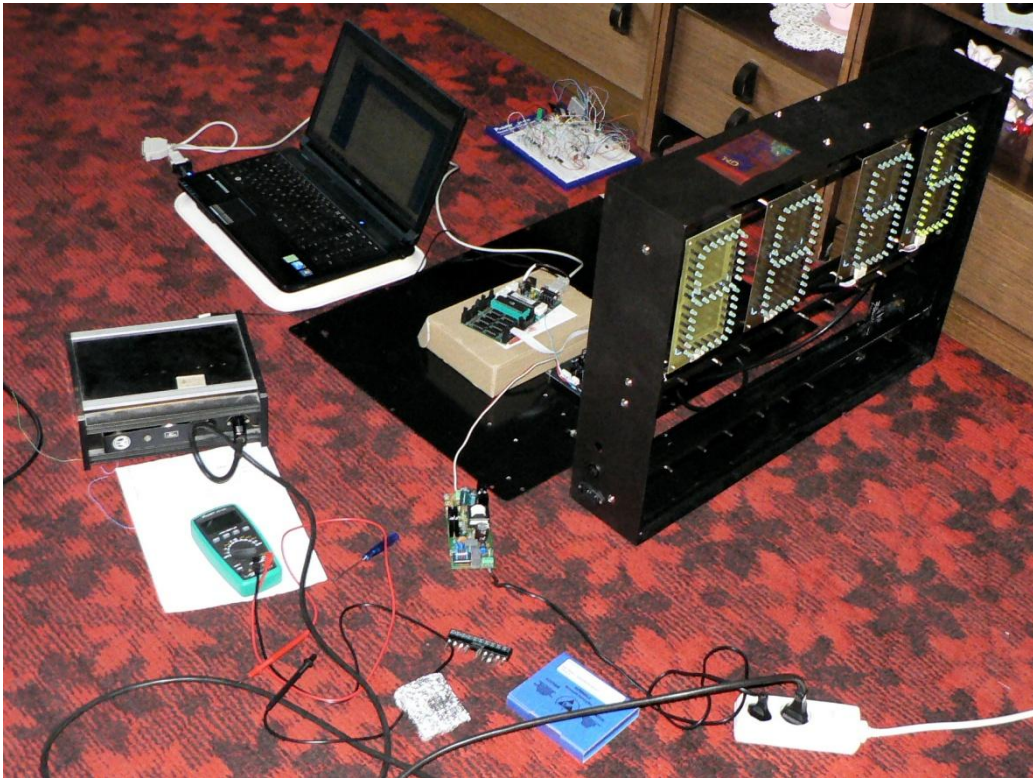
Displeje:

168x led 3mm
168x led 5mm
2 x led 10mm
336x Rp – 150R

6.3. Technické parametry

$U_{IN} = 15V$; $I_{MAX} = 1,5A$; $I_{ovladač} = 150mA$; $I_{siréna} = 600mA$; $I_{segment} = 12mA$; $P_{MAX} = 23W$

7. Fotodokumentace



8. Seznam použité literatury

- [1] **Konstrukční elektronika 11/2002**
Výkonový generátor výstražného signálu
- [2] **Mikroprocesory z řady 8051**
- [3] Hranické robotování, **STOPAŘ (téměř) BEZ ELEKTRONIKY II.**
http://www.sps.hranet.cz/samelm/easy_follower_2.htm
- [4] David Hankovec . **Popis 8051**, [online]
<http://www.dhservis.cz/popis8051.htm>
- [5] Ján Klůčik, Vojtěch Fronc – **Mikrokontroléry ATMEL s jádrem 8051**
BEN technická literatura, 2001
- [6] Petr Skalický – **Mikroprocesory řady 8051**
BEN technická literatura, 2005
- [7] Petr Jedlička – **CMOS 4000 I. a II. díl**
BEN, 1996