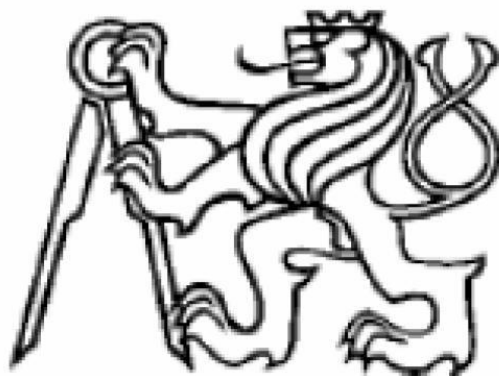


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta elektrotechnická

Katedra řídicí techniky



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vypracoval: David Šoufek
Vedoucí práce: Ing. Pavel Němeček
Praha, červen 2006

Prohlášení

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

V Praze dne

.....

Podpis

Poděkování:

Rád bych tímto poděkoval především vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Pavlu Němečkovi za cenné rady a připomínky při řešení problému týkajících se bakalářské práce a jejímu zpracování.

Taktéž bych chtěl poděkovat svým rodičům za podporu a trpělivost, které se mi od nich dostávalo po celou dobu studia.

Anotace:

Cílem této bakalářské práce je navrhnout a realizovat display z LED diod ve tvaru válce, ovládaném pomocí mikropočítače ATmega128 a návrhem jeho řídicího software a PC programu komunikujícím s mikropočítačem přes rozhraní RS-232. Snahou je co nejekonomičtější řešení.

Abstract:

The main aim of this thesis is design and realize LED display with cylinder face, controlled by microPC ATmega128, that is programmable. The next task is programming of microPC ATmega 128 for controlling of LED display. ATmega128 is connected to computer via RS-232, this interface is used only for entering input data. The priority is to find the most economical solution.

1	ÚVOD	6
	1.1 <i>Obecný úvod</i>	6
	1.2 <i>Výběr mikrokontroléru a návrh postupu</i>	6
2	TEORETICKÝ ROZBOR	7
	2.1 <i>Návrh řešení</i>	7
	2.2 <i>Obecná problematika</i>	7
	2.3 <i>Segment LED diod</i>	7
	2.4 <i>Řídící modul</i>	8
3	MIKROKONTROLER ŘADY AVR ATMEGA 128	9
	3.1 <i>Obecná charakteristika mikrokontrolérů AVR</i>	9
	3.2 <i>Paměťový prostor</i>	10
	3.3 <i>Způsoby programování</i>	10
	3.4 <i>Přerušení</i>	11
	3.5 <i>A/D převodník</i>	12
4	REALIZACE HARDWARE	13
	4.1 <i>Segment LED diod</i>	13
	4.1.1 <i>Sériový posuvný registr TPIC6C595</i>	13
	4.1.2 <i>Tranzistorové řízení LED diod</i>	14
	4.2 <i>Řídící obvod</i>	15
	4.2.1 <i>Napájení – Stabilizátor napětí LM2575 a LE33</i>	15
	4.2.2 <i>Komunikace RS-232</i>	17
	4.2.3 <i>Externí paměť flash AT45DBxxxT</i>	17
	4.2.4 <i>Obvod reálného času DS1302 a speaker</i>	19
5	NÁVRH SOFTWARE V MIKROKONTROLERU ATMEGA 128 A UŽIVATELSKÉHO PROGRAMU	20
	5.1 <i>Uživatelský software</i>	20
	5.2 <i>Software mikrokontroléru</i>	20
6	ZHODNOCENÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	22
7	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	23
8	OBSAH CD	23
9	PŘÍLOHA	24
	9.1 <i>plošné spoje</i>	24
	9.1.1 <i>plošný spoj segmentu LED diod</i>	24
	9.1.2 <i>plošný spoj řídicího obvodu</i>	24
	9.2 <i>Schéma plošného spoje</i>	25
	9.2.1 <i>Schéma plošného spoje segmentu LED diod</i>	25
	9.2.2 <i>Schéma plošného spoje řídicího obvodu</i>	26

1 ÚVOD

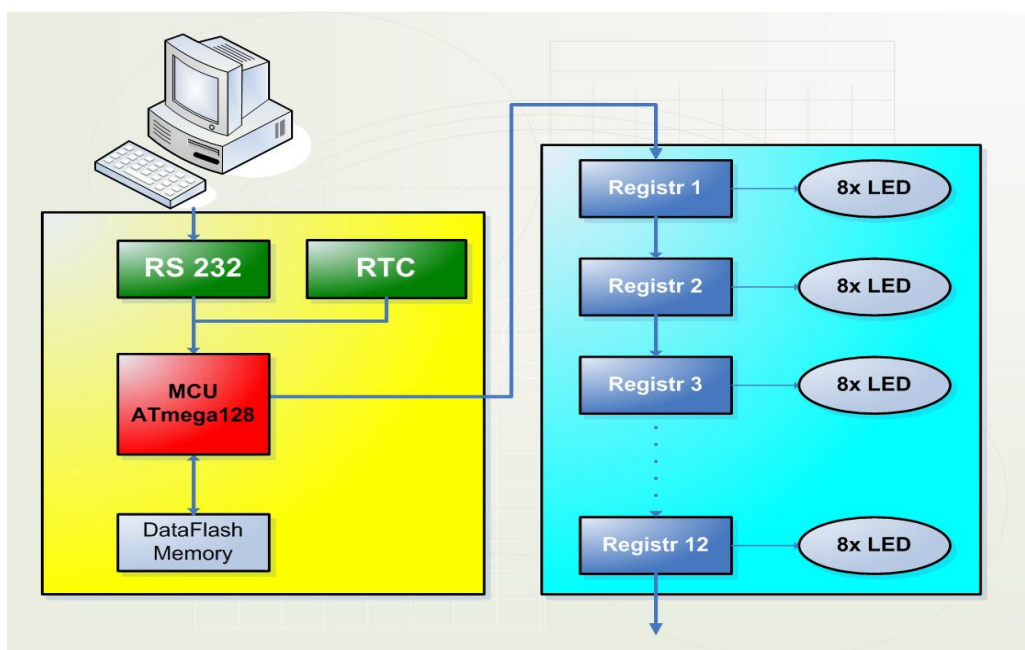
1.1 Obecný úvod

Display tvořený z LED diod je známý například z městské hromadné dopravy, kde cestujícím podává informace např. o aktuální nebo příští zastávce, popřípadě jiné informace a nejen v MHD. S postupem modernizace technologií se vyskytuje i v různých komerčních zařízeních, přesto jsou tato zařízení stále drahá, vzhledem k jejich výrobním nákladům. Protože je výrobek postaven ve tvaru válce, text je hůře sledovatelný a jedná se tedy spíše o výrobek pro optický efekt, než o výrobek, který má plně nahradit informační panel.

1.2 Výběr mikrokontroléru a návrh postupu

Výběr řídicího mikrokontroléru byl dán počtem I/O, rychlostí mikrokontroléru a jeho cenou. Z mnoha možností (xx51, PIC, AVR,...) se ukázal jako nejlepší mikrokontrolér AVR ATmega firmy Atmel. Tyto mikrokontroléry jsou snadno dostupné a existuje pro ně open source kompilátor jazyka C. Byl vybrán mikrokontrolér ATmega 128 buzený krystalovým oscilátorem o frekvenci 8MHz.

Modul dále obsahuje i další funkční celky: stabilizátory napětí, obvod reálného času a pro komunikaci s PC i RS 232, které budou popsány níže. Všechny signály jsou vyvedeny do konektorů umístěných na desce plošných spojů.



Obr. 1 Blokové schéma výrobku

2 TEORETICKÝ ROZBOR

2.1 Návrh řešení

Při návrhu řešení jsem musel vycházet z předpokladu, že jsem limitován velikostí přípravku a tudíž, musím navrhnout plošné spoje, které budou mít vhodné rozměry a přijatelnou finanční hodnotu. Plošný spoj kontroléru musí odpovídat rozměru, který je určen plošnými spoji, kde jsou uloženy LED diody. Pro zobrazení znaku je třeba použít matici LED diod o počtu 8 x 5 LED diod, proto bude mít přípravek po svém obvodu pro čitelnost znaků 12 segmentů po 16 diodách, přičemž každý segment je tvořen dvěma samostatnými moduly s 8 diodami, které se od sebe dají jednoduše oddělit.

Jako základní požadavek byla komunikace zařízení s PC přes sériovou sběrnici RS 232. Tato komunikace je využívána pouze k naprogramování mikropočítače a pro případné změny softwaru. Návrh řešení plošných spojů vycházel z požadavku nízkého odběru proudu.

2.2 Obecná problematika

LED display se skládá ze dvou hlavních funkčních celků. Prvním funkčním celkem je obvod mikrokontroléru ovládající činnost LED display pomocí datového kabelu, a ve kterém se kromě něj nachází i flash paměť, obvod MAX232 a konvertory napětí.

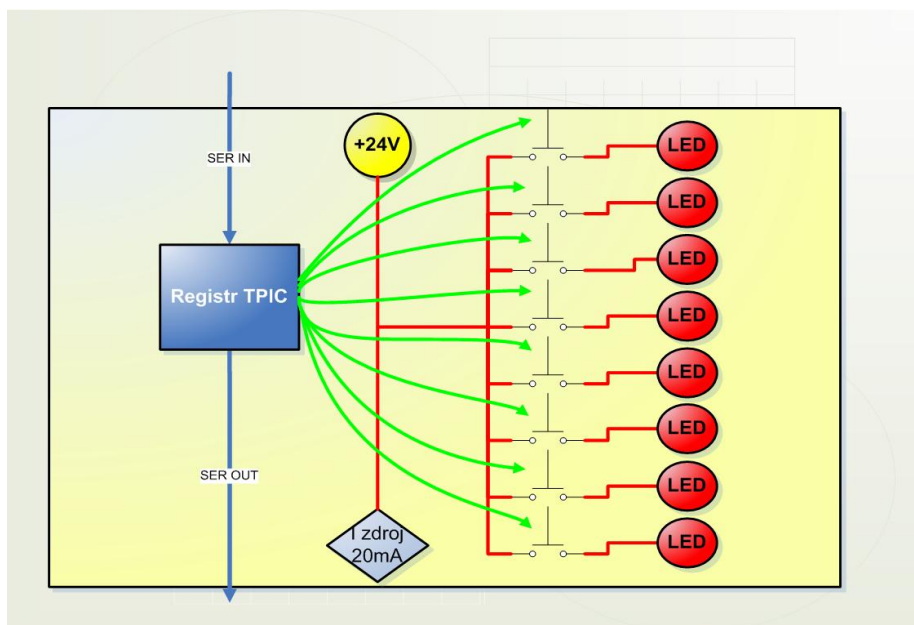
Druhý funkční celek tvoří soustava segmentů LED diod, v matici displeje, které jsou ovládány bipolárním tranzistorem, jejichž funkci řídí registry instruované daty z prvního funkčního bloku.

Proto se práce rozdělí na dvě části, návrhu řídicí jednotky a návrhu segmentu LED diod.

2.3 Segment LED diod

Jelikož jako jeden z požadavků byl nízký odběr proudu, bylo vybráno a navrženo atypické zapojení obvodu pomocí spínání transistorů a proudového zdroje.

Segment LED diod se skládá z rezistorů, diod, LED diod, bipolárních tranzistorů a jednoho registru. Princip ovládání diod je zřejmý a jednoduchý, LED diody jsou ovládány pomocí bipolárních tranzistorů. Pokud je na bázi transistoru přiveden signál z registru, tranzistor sepne a proud teče skrz tranzistor a přemostí tak LED diodu, která přestane svítit. LED diody jsou napájeny samostatně napětím +24 V a díky přidanému proudovému zdroji jimi protéká konstantní proud 20 mA, tudíž LED diody svítí stále stejnou intenzitou nezávisle na množství rozsvícených LED diod.

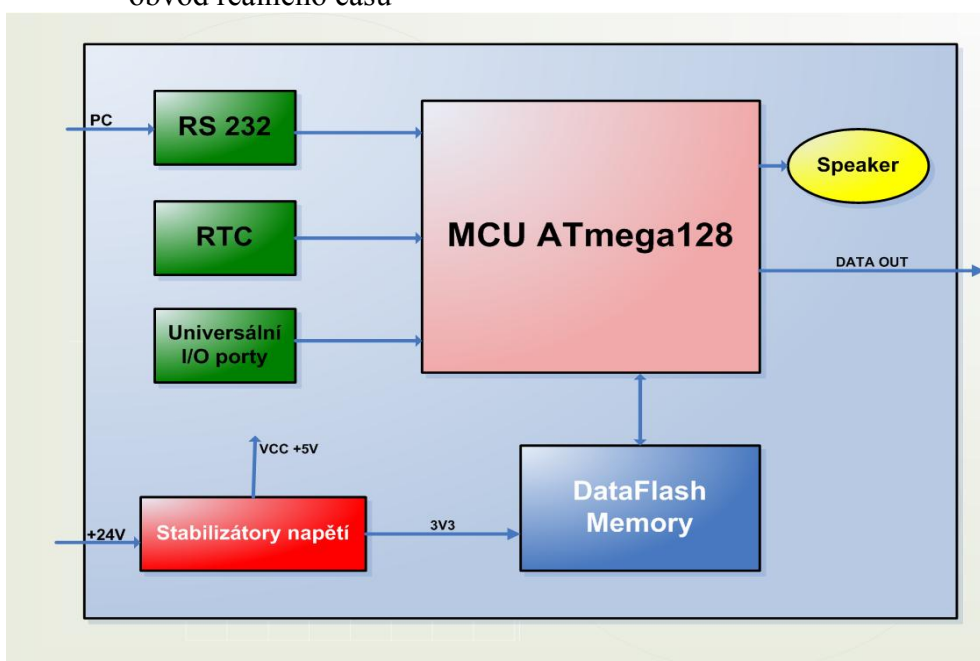


Obr. 2 Blokové schéma segmentu s LED diodami

2.4 Řídicí modul

Řídicí modul kontroluje a zajišťuje funkci a komunikaci mezi mikrokontrolérem, pamětí a registry. Řídicí modul se skládá z několika funkčních bloků, které jsou popsány v kapitole 4, jsou to:

- DC/DC převodník napětí +24V na +5V
- DC/DC převodník napětí +5V na +3,3V
- řídicí mikrokontrolér Atmega 128
- externí paměť Flash
- obvod MAX232
- obvod reálného času

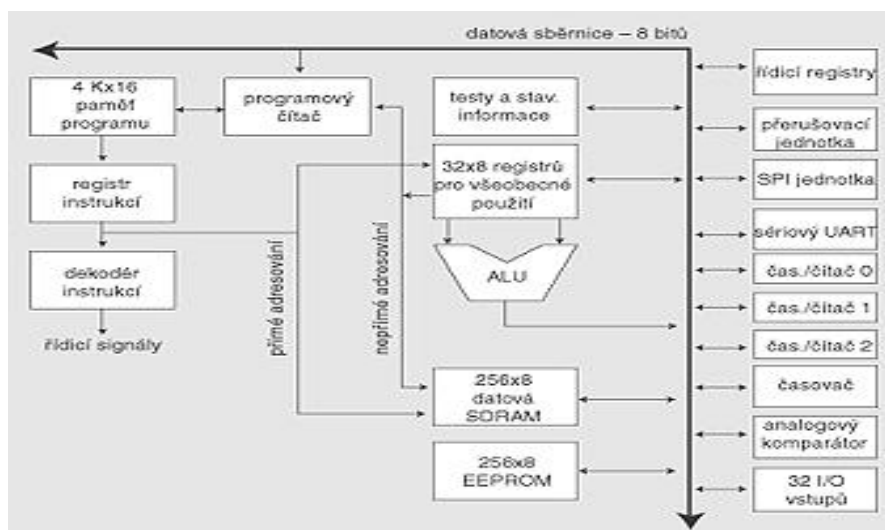


Obr. 3 Blokové schéma řídicího modulu

3 MIKROKONTROLER ŘADY AVR ATMEGA 128

3.1 Obecná charakteristika mikrokontrolérů AVR

Rodina mikrokontrolérů AVR s RISC (redukovaná instrukční sada) architekturou vychází z architektury mikrokontrolérů přizpůsobených jazyku C. Rodina AVR se ovšem se 120-ti instrukcemi u výkonnějších typů velmi přibližuje CPU s architekturou CISC (kompletní instrukční sada). Všechny ostatní charakteristiky, jako stejná bitová šířka instrukcí a zpracování instrukcí v jednom hodinovém cyklu jsou naopak typické vlastnosti architektury RISC. Proto je možno říci, že rodina AVR využívá výhod obou architektur; výkonnosti RISC s rozsahem instrukční sady blížící se CISC. Zdá se, že to je klíčem k moderním architektuрам mikrokontrolérů. Tak je možno udržet nízkou velikost programu, při větší rychlosti zpracování. Instrukční kód má šířku 16 bitů a je tedy dostatečně velký, aby mohl v jednom instrukčním slově pojmut jak instrukci, tak operand. Jádru AVR se skládá ze 32 osmibitových registrů, umožňující obsahovat data i adresy. Lze k nim přistoupit během jednoho hodinového cyklu (jedna ALU operace). Jako vstup slouží dva operandy uložené v souboru registrů, který zabírá 32 adres datového prostoru (0x00 – 0x1F), a jejich výstup se opět ukládá zpět do registru. Registry lze v páru použít i jako ukazatele adresy pro nepřímé adresování paměti dat. Obsahuje i ukazatel na zásobník a 3 adresní ukazatele X, Y, Z které jsou tvořeny páry posledních šesti registrů. Samozřejmě lze operovat pouze s jedním registrem, ke kterému lze přistoupit jako k normální paměťové buňce.



Obr. 4 Architektura mikroprocesorů AVR

Základní charakteristika procesoru ATmega 128:

- 0–16 Mhz, 16 MIPS při 16 Mhz,
- v systému přeprogramovatelná paměť Flash s kapacitou 128 kB,
- v systému přeprogramovatelná paměť EEPROM s kapacitou 4 kB,
- interní paměť SRAM 4 kB,
- maximálně 64 kB externí paměti,
- interface SPI pro programování v systému,
- interface JTAG – programování Flash, EEPROM a SRAM přes JTAG,
- dva osmibitové, dva šestnáctibitové čítače/časovače a čítač reálného času,
- sériové rozhraní, analogový komparátor, úsporné režimy napájení,
- 53 programovatelných vstupně/výstupních linek,
- kompatibilita s procesorem ATmega103.

3.2 Paměťový prostor

Interní paměť obsahuje paměti typu: FLASH pro program, SRAM pro registry, I/O a data, EEPROM pro data.

Externí paměť RAM obsahuje 64 paměťových míst I/O registrů pro periferní funkce (A/D převodníky, čítače/časovače, řídicí registry, a další), je v rozsahu adres 0x20 – 0x5F

3.3 Způsoby programování

Mikrokontroléry AVR jsou tzv. Harvardské architektury – oddělené paměti pro program a data. Program je vykonáván jednoduchým překrýváním instrukcí (jedna je vykonávána, druhá přesouvána z programové části paměti). Programová paměť se dá kromě klasického paralelního programování programovat sériově přímo v systému. U paralelního programování využíváme toho, že většina mikrokontrolérů má příslušný obvod navržen tak, aby se po připojení programovacího napětí přepnuly vývody v režimu I/O portů do režimu adresních a datových vývodů vnitřní programové paměti, takže můžeme do této paměti paralelně ukládat data. Po resetování mikrokontroléru pak pracuje dle aktuálního programu. Z této vlastnosti vývodů vyplývá, že při programování musí být odpojeny veškeré periferie a připojen programátor. Proto se při programování procesor vyjme z obvodu a vloží se do programátoru. To je ovšem problém například s již zaletovaným kontrolérem, proto se využívá sériového programování, kdy odpadá nutnost vyjímání kontrolér z obvodu a pomocí určitých signálů (MOSI, MISO, SCK, RESET) se dá programovat.

3.4 Přerušení

Funkce přerušení slouží k dočasnému pozastavení běhu hlavního programu a započítí obslužného programu přerušení. Používá se tzv. vektorový signál přerušení.

U mikrokontroléru AVR mají instrukce v mikrokontroléru velikost 16 bitů (kromě čtyř 32bitových). Každá adresa programové paměti obsahuje 16 nebo 32 bitovou instrukci. Při obsluze přerušení a každém volání podprogramu se do zásobníku ukládá návratová adresa programového čítače. Zásobník se nachází v datové paměti SRAM a proto je omezen pouze volným místem této paměti. Pokud chceme provést podprogram nebo obsluhovat přerušení musí se všechny uživatelské programy inicializovat v inicializační části programu. Systém přerušení má v I/O prostoru vlastní řídicí registry a ve stavovém registru povolovací bit. Priorita se určuje pořadím vektoru přerušení v tabulce umístěné na začátku programové paměti.

Rozeznáváme 5 druhů adresovacích módů

- přímé adresování registru a dat
- nepřímé adresování dat
- nepřímé adresování dat s 6 bitovým posunem
- nepřímé adresování dat s pre-dekrementací
- nepřímé adresování dat s post-dekrementací

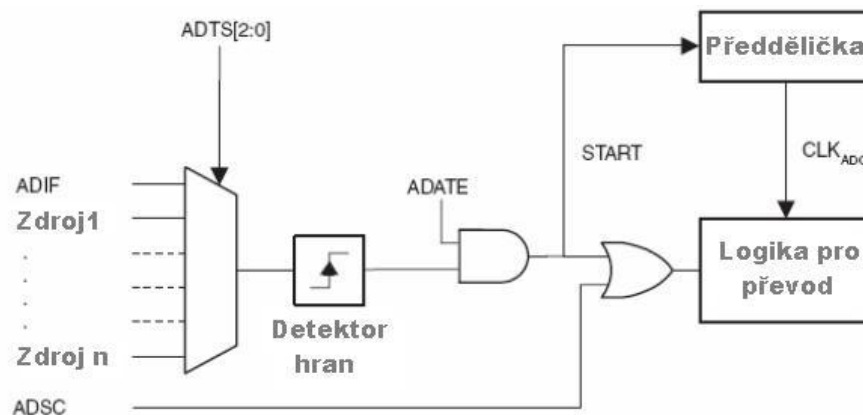
3.5 A/D převodník

Mikrokontrolér Atmega128 obsahuje vstupní analogový multiplexer, připojený k A/D převodníku s postupnou aproximací s rozlišením 10 bitů. Dle výrobce je převodník schopen poskytnout až 15 ksps při zachování maximální přesnosti. Převodník je řízen zdrojem řídicího kmitočtu, který je získán pomocí před-děličky, kde je dělen systémový kmitočet.

Aby byla zaručena maximální přesnost, tolerance tohoto kmitočtu je 50 kHz – 200 kHz, přičemž maximální možná frekvence je 2 MHz, pokud se spokojíme s jinou než maximální přesností.

Výrobce také upozorňuje a doporučuje pro maximální přesnost použít kvalitní filtraci napájecího napětí analogové části mikrokontroléru a dobře rozmístěné součástky na desce plošných spojů.

A/D převodník umí pracovat ve dvou módech, první je mód s jedním převodem, což znamená, že každý převod inicializuje uživatel a volně běžící mód, kdy A/D převodník vzorkuje a obnovuje data v datovém registru.



Obr. 5 Blokové schéma A/D převodníku

4 REALIZACE HARDWARE

4.1 Segment LED diod

4.1.1 Sériový posuvný registr TPIC6C595

Při návrhu byl použit pro správnou funkci obvodu sériový registr s otevřeným kolektorem. Vybrán byl typ TPIC6C595, který umí spínat i zátěž s vyšším výkonem, což se ale u tohoto sériového zapojení diod nevyužije. Důležité je, že má otevřený kolektor (resp. DRAIN), což splňuje daný požadavek. Alternativně mohly být použity i levnější typy, ale jejich dostupnost nebyla optimální.

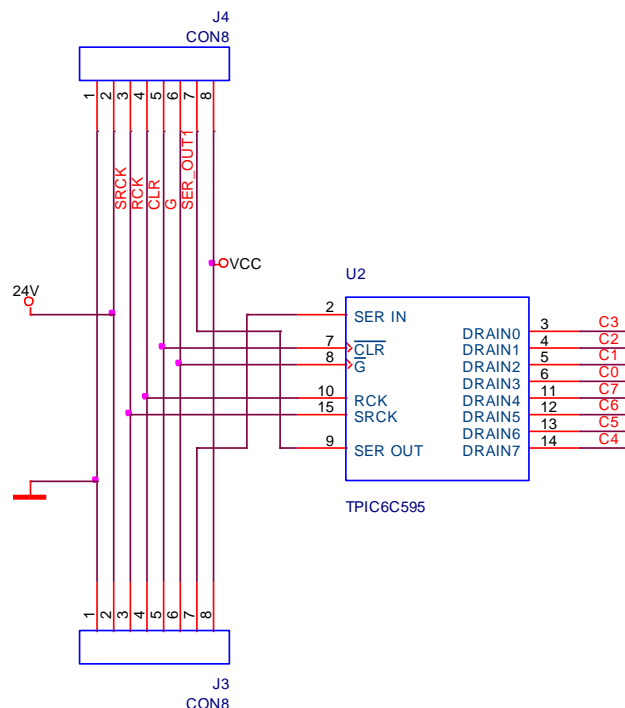
TPIC6C595 je sériový posuvný registr, na jehož vstupy jsou sériově přiváděna data, která jsou následně paralelně předávána na výstupy DRAIN0 až DRAIN7. Tyto výstupy umožňují ovládat tranzistory, které řídí rozsvěcování resp. zhasínání LED diod.

Vstupní piny TPIC6C595:

- /G – povolovací vstupní signál pro výstup
- /CLR – mazací vstup (resetuje všechny D-klopné obvody)
- SER IN – vstup pro sériová data z mikrokontroléru
- SRCK – hodiny pro sériový vstup
- RCK – hodiny pro výstup

Výstupní piny TPIC6C595:

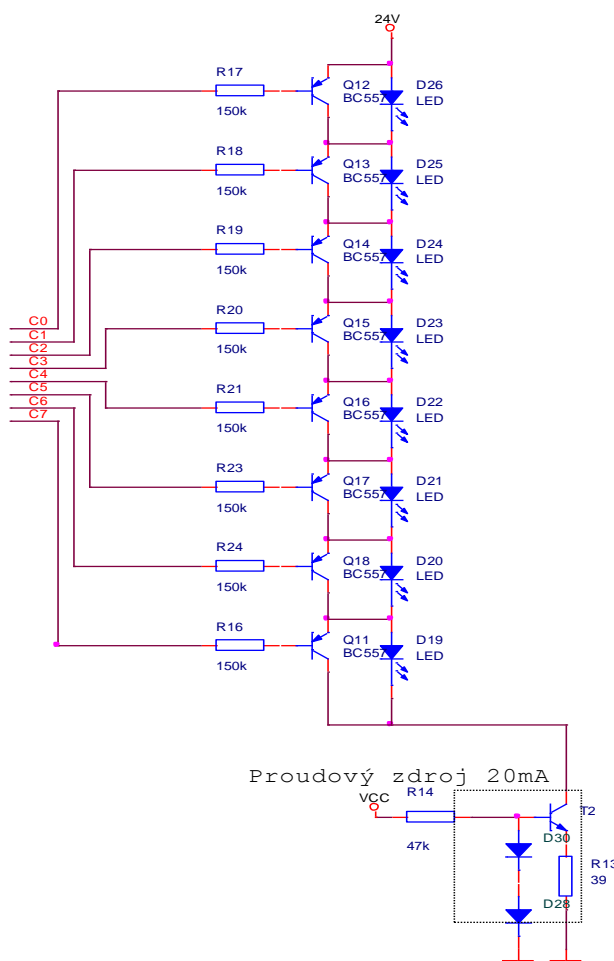
- DRAIN 0–7 – paralelní výstup
- SER OUT – výstup pro sériová data, propojení s dalším posuvným registrem



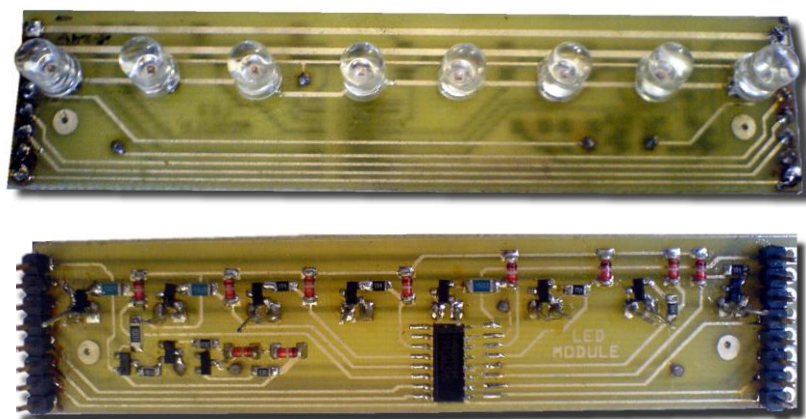
Obr. 6 Zapojení posuvného registru

4.1.2 Tranzistorové řízení LED diod

Princip funkce je prostý, je využito se zkratování diod pomocí tranzistoru. Když jsou všechny tranzistory otevřené (tzn., budou v nevodivém stavu), pak všechny LED diody svítí, pokud ovšem přijde z registru signál na příslušný tranzistor, pak tranzistor sepne a přemostí LED diodu. Ta vlivem většího spínacího napětí zhasne a proud poteče pouze tranzistorem. Pro zajištění konstantní svítivosti je do obvodu zařazen funkční blok, který zajišťuje stále stejný odběr proudu při jakémkoliv počtu rozsvícených LED diod. Možností bylo více, například proudové zrcadlo, proudový zdroj či jen odpor. Po přihlédnutí k výhodám a nevýhodám je zvoleno za nejlepší řešení, proudový zdroj skládající se z diod, tranzistoru a odporu. Na odporu R13 bude konstantní úbytek napětí 0,7 V a na diodách 1,4V, obvod se bude snažit udržovat tato napětí a obvodem stále poteče proud okolo 20mA, které se dají regulovat velikostí odporu R13. Na obrázku níže je fotografie testovací desky segmentu LED diod.



Obr. 7 Zapojení LED diod pro řízení transistory



Obr. 8 Jeden segment LED panelu s 8 diodami

4.2 Řídící obvod

4.2.1 Napájení – Stabilizátor napětí LM2575 a LE33

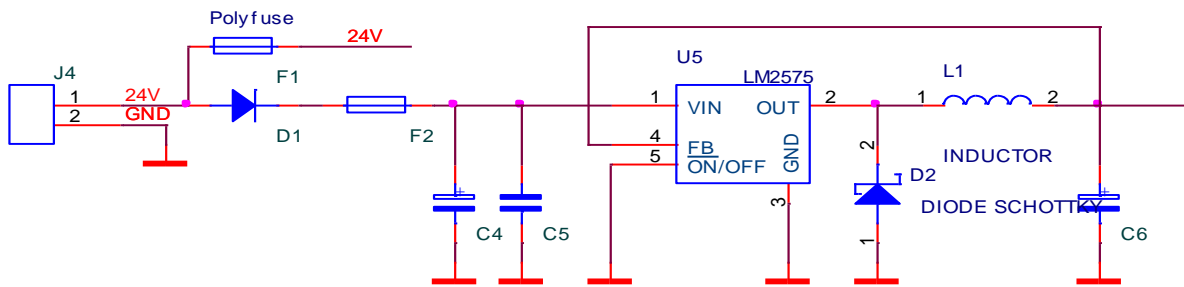
U spínaného stabilizátoru se využívá akumulace energie v akumulacích prvcích. Konkrétně elektromagnetického pole v cívce. Téměř veškerá akumulovaná energie je přenesena do zátěže a proto účinnost spínaného stabilizátoru dosahuje až 80%. Použitý stabilizátor LM2575 je dimenzován na maximální výstupní proud 1A. Při použití toroidní cívky na feritovém jádře jsou ztráty v cívce na této frekvenci minimální.

Výhoda spínaného stabilizátoru oproti lineárnímu

Lineární tří-svorkový stabilizátor omezuje výstupní proud tak, aby napětí na výstupu bylo vždy nastavené na požadovanou hodnotu. Vnitřní tranzistor je ovládán vnitřními obvody v závislosti na výstupním napětí porovnávaným vnitřním komparátorem. Tento princip je velice jednoduchý a vhodný pro stabilizaci napětí blízkému vstupnímu napětí nebo pro malé proudy, aby výkonová ztráta na vnitřním tranzistoru byla co nejmenší. Účinnost tohoto stabilizátoru je závislá na rozdílu napětí na vstupu a výstupu a procházejícím proudem.

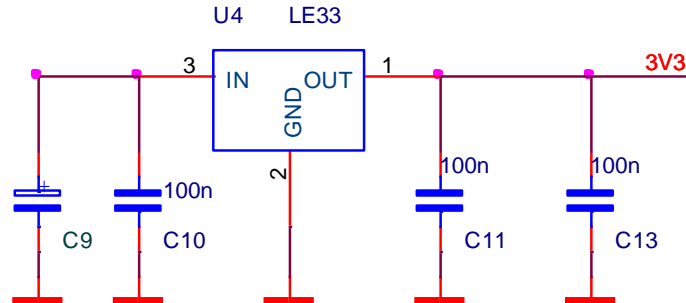
Obvod LM2575 je monolitický integrovaný obvod. Jedná se o řídicí obvod snižujícího měniče napětí (step-down converter). Vstupní kapacity C4 a C5 slouží k případnému vyfiltrování napájecího napětí, které je přivedeno na vývod VIN integrovaného stabilizátoru. Kondenzátor C6 filtruje vysoké frekvence. Stabilizátor je uzemněn na svorce GND a vstup /ON/OFF, který spouští činnost obvodu. Spínaný vývod je připojen k akumulacní cívce a Schottkyho diodě. Vstup FB stabilizátoru slouží k regulaci výstupního napětí zpětnou vazbou. Vnitřně je toto napětí porovnáváno komparátorem se zdrojem referenčního napětí 1,23V. Zde je použito vstupní napětí +24V a výstupní napětí je nastaveno na +5V.

Pojistky F1, F2 chrání obvod před zničením při přepětí. Dioda D1 chrání obvod proti přepólování vstupních svorek.



Obr. 9 Zapojení stabilizátoru +24V/ +5V

K získání napětí 3.3V je použit lineární stabilizátor LE33, který nevyžaduje pro svou činnost, kromě filtračních kondenzátorů žádné externí součástky. Stabilizátor LE33 je tzv. low drop stabilizátor, což znamená, že má velmi malý úbytek napětí, zde konkrétně 0,2V a velmi nízký klidový proud. Je vhodný speciálně pro nízkošumové, málo výkonové aplikace a bateriově poháněné systémy. Jako vstupní napětí je přiváděno napětí +5V ze stabilizátoru LM2575, na výstupu pak dostaneme napětí +3,3V, které použijeme pro napájení externí paměti flash.



Obr. 10 Zapojení stabilizátoru +5V/3,3V

4.2.2 Komunikace RS-232

RS-232 je označení pro sériovou sběrnici komunikující mezi dvěma zařízeními s obousměrnou komunikací. Rychlost tohoto rozhraní je až 115 kb/s.

Dvě zařízení jsou spojena dvoubodovým datovým spojením a jejich přenos dat je veden sériově, tedy jednotlivé informační elementy informační jednotky se přenášejí postupně. Datový spoj se skládá z koncových zařízení, kde si dvě stanice navzájem vyměňují data. Pro tento přípravek není zapotřebí datového okruhu (od 15 metrů výše) a stačí propojit funkční zařízení přímo. RS 232 je připojena na vstup a výstup mikrokontroléru Rx0 a Tx0. V rozhraní RS232 jsou kromě signálů Rx a Tx použity také signály CTS (Clear To Send), kterým modul „oznamuje“ nadřazenému zařízení, že je schopen přijímat data, a RTS (Request To Send), oznamující modulu, že nadřazené zařízení je schopno přijímat data. Budič diferenční linky se ovládá dalšími dvěma signály DE (Driver Enable) a RE (Receiver Enable), které umožňují měnit směr komunikace vysílání/příjem. Obě rozhraní jsou vyvedeny na konektory Cannon 9.

4.2.3 Externí paměť flash AT45DBxxxT

Jelikož je potřeba rezervovat dostatek paměťového prostoru pro nahrání znaků, která budou následně zobrazena na displeji, bylo nutné přidat ještě externí DataFlash paměť. Jako alternativní mohla být zvolena též RAM paměť ovšem pro ní by bylo nezbytné mít vyvedeno více vývodů, i proto byla zvolena Flash paměť

AT45DBxxxT je externí sériová flash paměť obsahující 512 stránek po 256 bajtech. Kromě pracovní paměti obsahuje i jednu SRAM vyrovnávací paměť o velikosti 256 bajtů. Na rozdíl od konvenčních flash pamětí s náhodným přístupem a paralelním rozhraním, DataFlash používá sériové rozhraní pro postupný přístup k datům. Jednoduché sériové rozhraní usnadňuje hardwarové rozvržení, zvyšuje spolehlivost systému a redukuje počet aktivních pinů. Použití DataFlash je hlavně pro ukládání dat, zvuku a obrazu. Paměť dokáže pracovat na frekvenci až 13 MHz se spotřebou 4 mA.

Paměť byla zvolena kvůli její nízké energetické náročnosti, malému počtu vývodů a kvůli jednoduché obsluze.

Vstupní/výstupní piny:

VCC – napájecí napětí

GND – zem

SO – sériový výstup

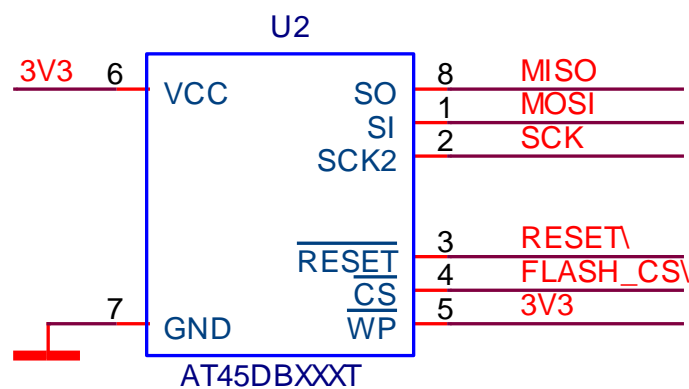
SI – sériový vstup

SCK2 – sériové hodiny

/RESET – chip reset

/CS – chip select

/WP – write protect – pokud je aktivní, prvních 256 stránek paměti nemůže být
Přeprogramováno



Obr. 11 I/O piny DataFlash paměti

4.2.4 Obvod reálného času DS1302 a speaker

Obvod reálného času se využívá k výpočtu sekund, minut, hodin, data v měsíci, měsíce, dne v týdnu a roků. Tento obvod je přidán pro zobrazování data nebo času na panelu displeje.

Vstupní/výstupní piny:

X1, X2 – piny 32.768 khz krystalu

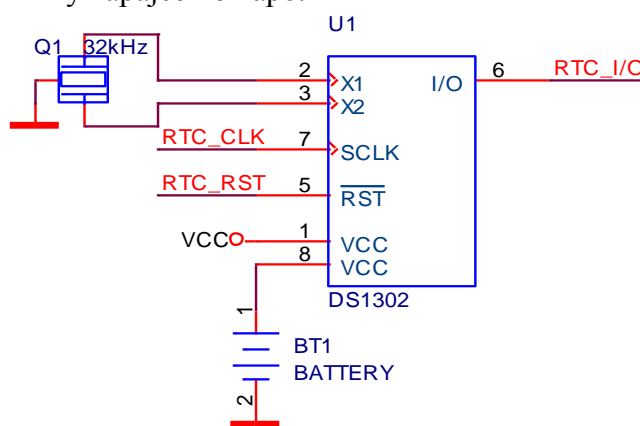
GND – uzemnění

RST – Reset

I/O – Data Input/Output

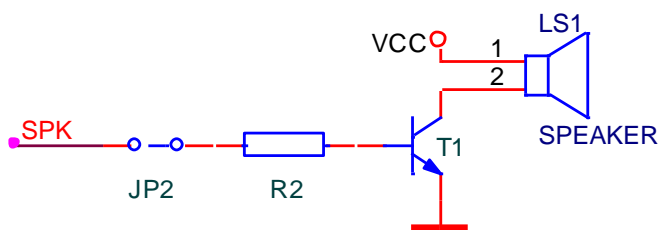
SCLK – Sériové hodiny

VCC1, VCC2 – Piny napájecího napětí



Obr. 12 Zapojení obvodu reálného času

Reproduktor má zde informační funkci, vydá tón při vykonání určitých operací tím, že se přivede signál z výstupu SPK na bázi tranzistoru T1 a tím se uzavře obvod speakeru. Tuto funkci lze deaktivovat rozpojením pinu JP2.



Obr. 13 Zapojení reproduktoru

5 NÁVRH SOFTWARE V MIKROKONTROLERU ATMEGA 128 A UŽIVATELSKÉHO PROGRAMU.

Požadavky

- Vytvořit uživatelský software pro naprogramování mikrokontroléru ATmega128
- Vytvořit software mikrokontroléru ATmega 128 pro komunikaci s moduly

5.1 Uživatelský software

Pro přenos dat do mikrokontroléru využíváme sériové komunikace. Pro tento účel byl zhotoven program WIZARD, který je navržen pro snadnou obsluhu a provádí uživatele jednotlivými kroky nastavení za pomoci grafického rozhraní. Program využívá knihovnu UART. Tato knihovna zajišťuje aplikační rozhraní pro komunikaci s kontrolorem po sériové lince RS232 a slouží k poslání uživatelem zadaného textu, doplněným o speciální znaky pro ovládání funkcí displeje, do externí paměti mikrokontroléru.

Komunikace a komunikační protokol:

Počítač po sériové lince RS232 naváže spojení s připojeným mikrokontrolerem a zahajovacím bytem započne vzájemnou komunikaci. Následující byte, který určí, zda se bude přijímat text nebo signál z obvodu reálného času. Po výběru zobrazení se informace o výběru uloží na začátek adresového prostoru flash paměti a mikrokontrolér se podle uložené informace rozhodne, zda bude zobrazovat text nebo čas a datum. Po přijetí zahajovacího bytu se mikrokontrolér přepne do programovacího stavu a očekává data. Ta jsou rozdělena do bloků po 64 bytech, každý blok je zakončen potvrzovacím znakem (kontrolním součtem bloku). Po odeslání všech dat následuje stop znak a počítač ukončí komunikaci. Přijmutí stop znaku mikrokontrolér oznámí zvukovým signálem.

5.2 Software mikrokontroléru

Data, která se pošlou prostřednictvím sériové linky, se uloží do externí **Flash paměti**, kde s nimi může mikrokontrolér dále pracovat. Výsledná sekvence se cyklicky odesílá v osmi bitových segmentech na registr, po jehož naplnění se povolí výstup registru.

Mezi jednotlivé segmenty je mikrokontrolérem vložena odměřená prodleva řízená hodinami reálného času. Po dokončení zobrazení celého textu program vkládá určené množství prázdných znaků a opakuje zobrazovaný text.

Program mikrokontroléru je napsán v jazyce C a zkompileován v AVR studiu na strojový kód. Software obsažený v mikropočítači má 3 stavy:

Stav spuštění – stav po resetu mikrokontroléru, kdy mikrokontrolér testuje existenci dat ve flash paměť, v případě nalezení dat se mikrokontrolér automaticky přepne do stavu zobrazení.

Stav čekání na data – stav do kterého se mikrokontrolér přepne vždy po navázání příchozího spojení s PC. V tomto stavu mikrokontrolér smaže obsah celého displeje a dle protokolu mikrokontrolér přijme data. Výsledný text ukládá do paměti flash. Po ukončení komunikace se mikrokontrolér přepne do stavu spuštění

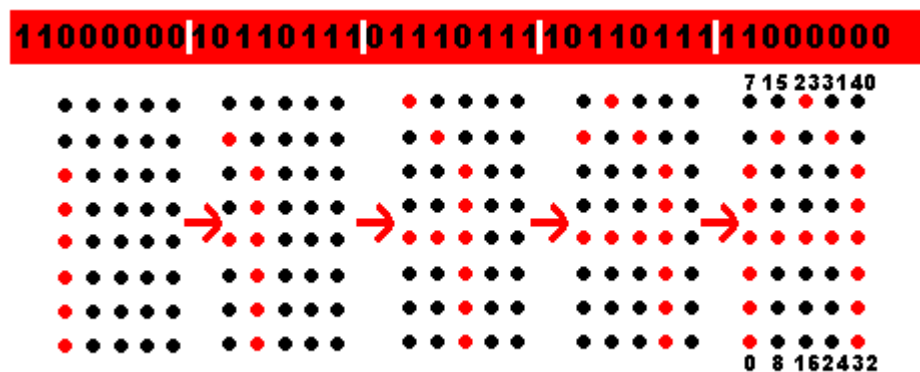
Stav zobrazení – skládá se z: stavu zobrazení textu a stavu zobrazení data a času

- **Stav zobrazení textu:** stav, při kterém mikropočítač prochází cyklicky jednotlivá písmena uloženého textu a zobrazuje je na displeji.

- **Stav data a času:** využíváme obvod reálného času, umístěný na desce přípravku. Mikrokontrolér sleduje hodnoty na výstupu z obvodu reálného času

Hardwarové uspořádání displeje nám vytváří pomyslný obdélník, matici diod o velikosti 8x12 zobrazovacích bodů, jeden sloupec je mikrokontrolerem naplněn v 8 taktech sériového přenosu. K zobrazení jednoho znaku je nutné použít alespoň pěti sloupců displeje.

Jednotlivé znaky požadovaného textu jsou v mikrokontroléru překládány dle připravené tabulky, kde každému znaku odpovídá unikátní binární posloupnost. Ta se skládá z několika 8 bitových částí vyjadřující jednotlivé sloupce na skutečném displeji. Binární **0** značí rozsvícenou diodu, zhasnutou **1**. Toto je dáno hardwarovým zapojením. Takto přeložené znaky a jim odpovídající bitové posloupnosti jsou řazeny za sebou od posledního zobrazovaného písmena. Každý znak má maximální velikost 40 bitů. Ta je dána minimálním počtem řádků a sloupců matice pro zobrazení jakéhokoliv znaku.



Obr. 14 Plnění matice displeje písmenem A

6 ZHODNOCENÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout a realizovat LED display řízený mikrokontrolérem a návrhem jeho softwaru.

Funkčnost segmentů LED diod jsem ověřil na testovacím obvodu a testovací desce s procesorem, kde se mi potvrdilo správné chování těchto segmentů a fungování proudového zdroje. Taktéž byly ověřeny i ostatní funkční bloky výrobku. Po odzkoušení testovacích obvodů byla finální verze poslána do výroby.

Správnou funkci proudového zdroje jsem otestoval za pomoci voltmetru, hodnoty proudu se pohybovaly okolo 18mA, na které je díky normovanému odporu proudový zdroj nastaven a LED diody svítí se stále stejnou intenzitou. Návrh a realizace výrobku se neobešla bez problémů, které se ale podařilo eliminovat. Software jsem se snažil maximálně přizpůsobit možnostem výrobku a požadavkům.

Přes moji velikou snahu se celková cena výrobku dostala na hranici 4000 korun za LED segmenty a 600 korun za řídicí modul. K tomu se ještě musí připočítat náklady spojené s nákupem plastové trubice, do které bude panel usazovat a vyjde nám cena okolo 6000 Kč, což je finančně stále dost značná částka, i když jsem se snažil náklady snížit na co nejmenší velikost, ovšem jak vidíme, například u LED diod se cena srazit nedá, vzhledem k jejich počtu.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

<http://www.mcu.cz>

<http://www.google.com>

<http://www.manualy.sk>

<http://www.atmel.com>

<http://www.stech.cz>

<http://www.hw.cz>

<http://www.stud.fit.vutbr.cz>

<http://www.akida.com>

<http://www.alldatasheet.com>

<http://www.georgeb.wz.cz>

praktická elektronika

úvod do mikrokontrolérů ATMEL AVR-Martin Pokorný 31SCS-2004

Mikrokontrolery ATMEL AVR – popis procesoru a instrukční soubor, Vladimír Váňa

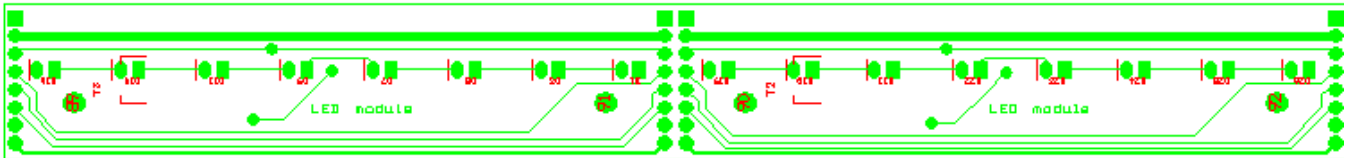
8 OBSAH CD

CD obsahuje tento dokument, bloková schémata a některé použité datasheety a obrázky

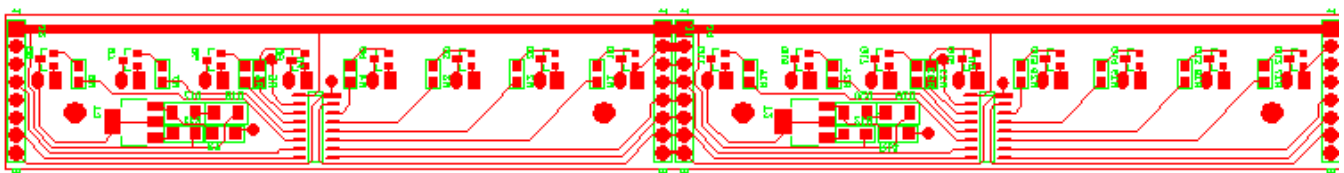
9 PŘÍLOHA

9.1 plošné spoje

9.1.1 plošný spoj segmentu LED diod

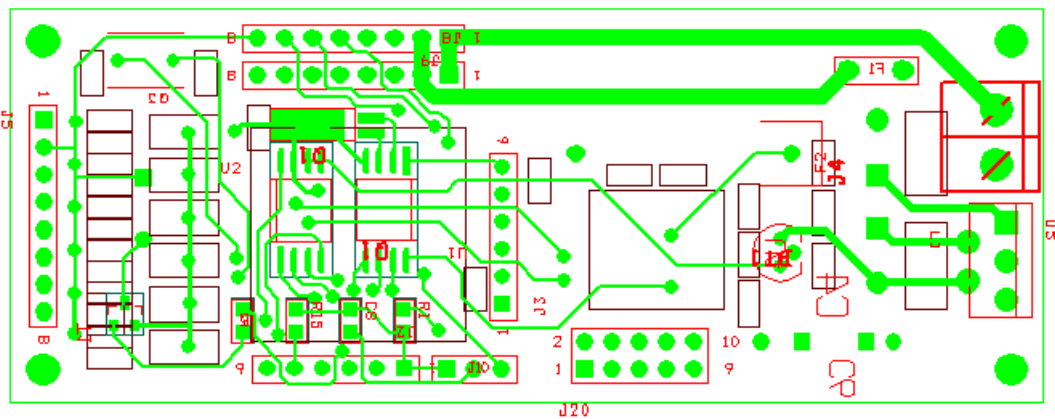


Horní vrstva

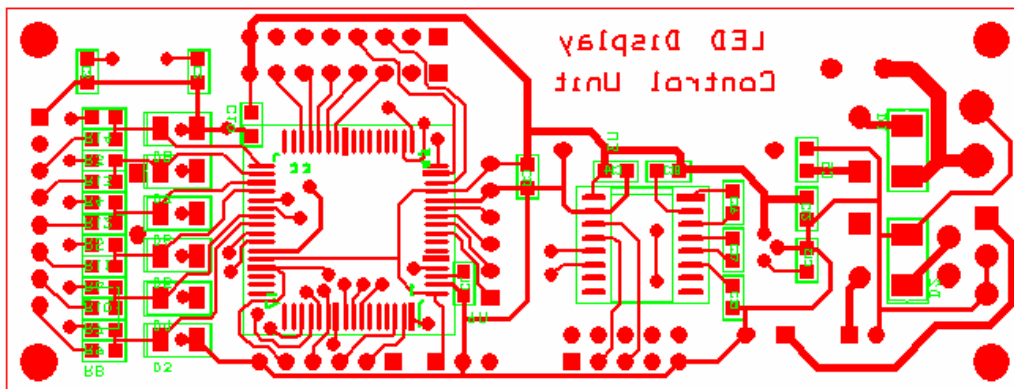


Dolní vrstva

9.1.2 plošný spoj řídicího obvodu



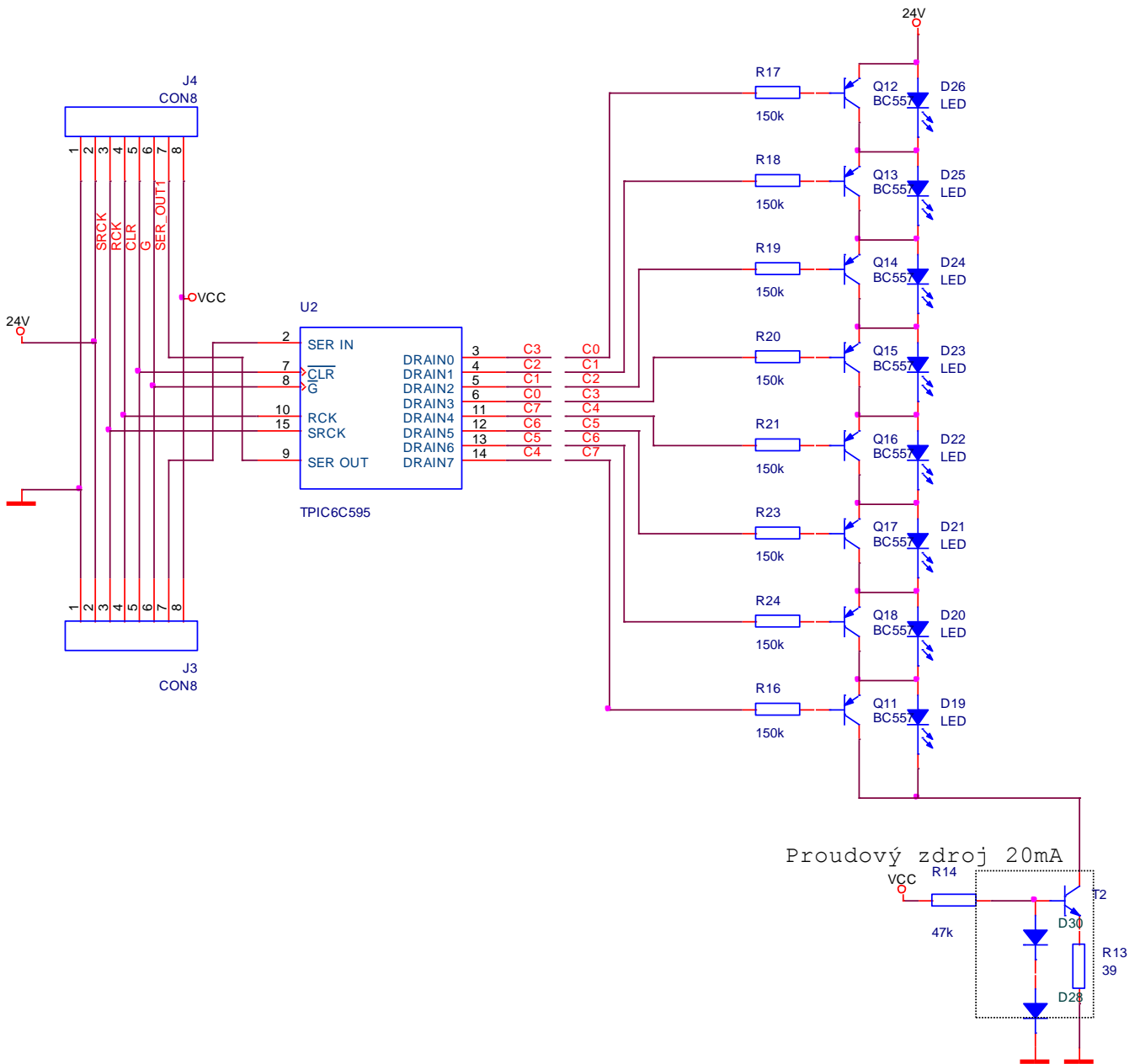
Horní strana



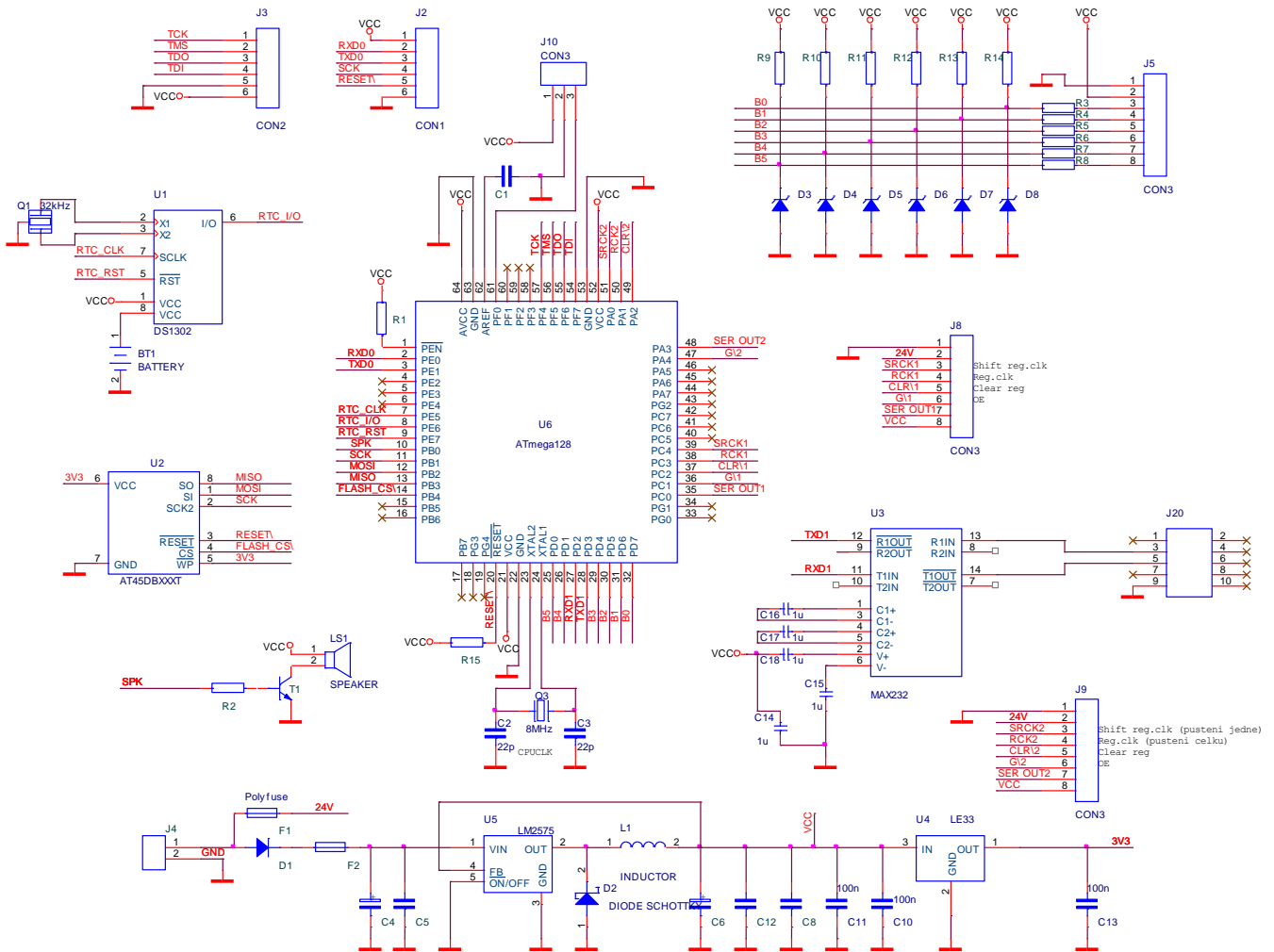
Dolní strana

9.2 Schéma plošného spoje

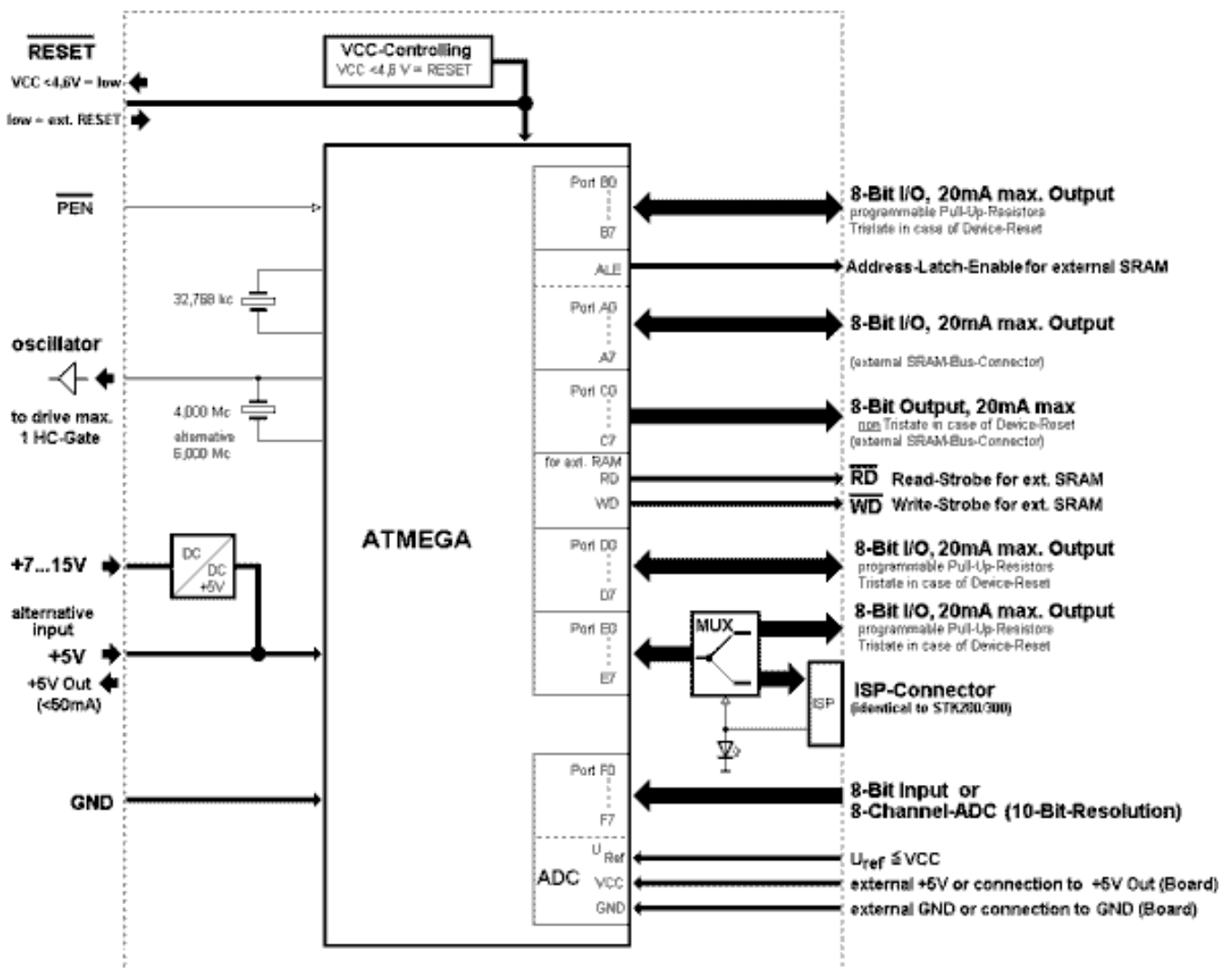
9.2.1 Schéma plošného spoje segmentu LED diod



9.2.2 Schéma plošného spoje řídicího obvodu



Příloha



Vstupní a výstupní piny procesorů ATmega