

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická



Diplomová práce

Univerzální periferní deska

Bc. Libor Hrbek

Vedoucí práce Ing. Pavel Kubalík,
Ph.D.

Studijní program: Elektronika a informatika, strukturovaný,
magisterský

Obor: Projektování číslicových systémů – MVT05
Květen 2008

Poděkování

Děkuji především Ing. Pavlovi Kubalíkovi, Ph.D. za vedení a cenné rady v průběhu celého projektu. Dále pak škole, která poskytla potřebné vybavení a financovala potřebné součásti celého projektu.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci vykonal samostatně a použil jsem pouze podklady uvedené v příloženém seznamu.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu §60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právu souvisejícím s právem autorským a znění některých zákonů (autorský zákon).

Ve Studené dne 9.5.2008

.....

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá návrhem a vývojem univerzální periferní desky, která obsahuje tyto periferie: USB, PS/2, 3 x RS-232, výstup na displej, relé, vstupy detekující napětí a to 2 x AC 0 - 24V / DC 0 - 30V. Zařízení má vyvedené piny procesoru pro analogový referenční a napájecí pin. A dále 27 vstupně výstupních pinů. Toto zařízení může pokrýt řadu problémů, kdy je potřeba spínat nízkonapěťová zařízení, číst signály z řady různých čidel a ovládat mnoho externích zařízení. Jedná se tedy o rozšiřující desku pro PC, což zajišťuje značné množství rozšiřujících rozhraní.

Abstract

The primary purpose of this diploma work is to make a universal peripheral board. The board contain following peripherals: USB, PS/2, 3 x RS-232, display output, relay, 2x Analog/Digital input AC 0 – 24V or DC 0 – 30 V and 27 I/O ports for free use. Free use ports are connected to microcontroller pins on the board. The board is designed to be connected to PC. This board can take care of a lot of problems like low voltage switching operation, external device commanding through serial interface or to take control of device with free use pins. Also it's able to receive data from detectors etc.

Obsah

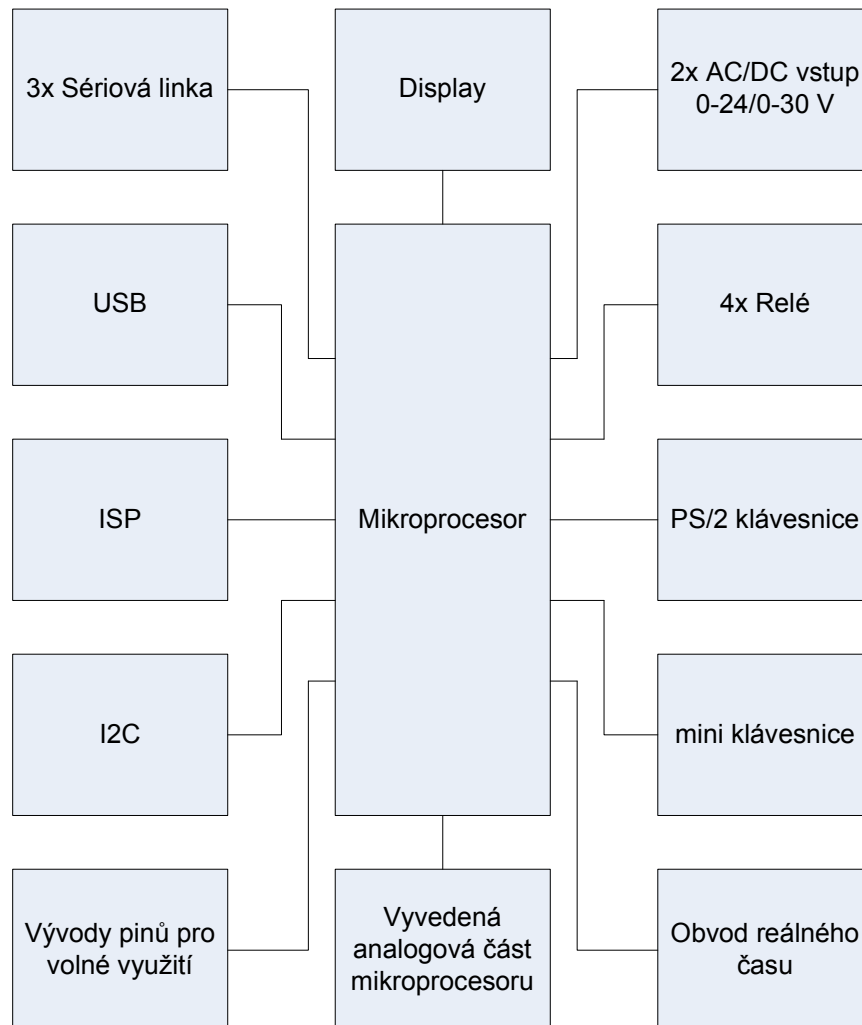
1. Úvod	11
2. Analýza	12
2. 1. Přehled podobných zařízení na trhu	12
2. 2. Postup návrhu desky	12
2. 3. Obvody v návrhu	13
2. 3. 1. Mikroprocesor	13
2. 2. 2. Displej	14
2. 2. 3. USB – RS232 převodník	14
2. 2. 4. Obvod reálných hodin RTC8564JE	15
2. 2. 5. Vstupy AC/DC 0 -24 V/ 0-30 V	15
2. 2. 6. RS232 rozhraní	16
2. 2. 7. Silové spínače	16
2. 2. 8. Napájení obvodu	16
2. 2. 9. Sériová paměť	17
2. 2. 10. Klávesnice	17
2. 2. 11. Přídavné rozhraní	17
3. Řešení HW části	19
3. 1. Blokové schéma	19
3. 2. Popis obvodu	19
3. 3. Popis jednotlivých zapojení zařízení	20
3. 3. 1. Mikroprocesor	20
3. 3. 2. Mini klávesnice	20
3. 3. 3. Klávesnice PS/2	20
3. 3. 4. Reset	21
3. 3. 5. Napájení	22
3. 3. 6. Obvod reálných hodin RTC8564JE	23
3. 3. 7. Vstupy AC 0 -24 V a DC 0 - 30V	24
3. 3. 8. USB – RS232 převodník UMS3	25
3. 3. 9. Sériové linky a MAX232D	26
3. 3. 10. Displej	27
3. 3. 11. Relé	28
3. 4. Programátor	30
3. 5. Návrh plošného spoje	32
3. 6. Foto osazené desky	34
4. Řešení SW části	37
4. 1. Programové vybavení mikroprocesoru	37
4. 1. 1. Vývojové prostředí	37
4. 2. Knihovny pro ovládání zařízení na desce	37
4. 2. 1. Uniboard	37
4. 2. 2. Delay	38
4. 2. 3. Init	38
4. 2. 4. Porty.h	38
4. 2. 5. Display	38
4. 2. 6. I2C	39
4. 2. 7. UART	39
4. 3. Aplikace	39

5. Testování.....	41
5. 1. Požadavky a výsledky.....	41
5. 2. Chyby v návrhu a nápady pro zlepšení.....	43
6. Závěr.....	45
7. Přílohy.....	47

1. Úvod

Cílem této práce je navrhnout a realizovat univerzální desku, která bude mít všestranné použití v mnoha aplikacích. Toho se dosáhne tím, že deska bude navržena se značným množstvím vstupů a výstupů. Ať už se jedná o ovládání silových zařízení, komunikaci přes sériovou linku či USB. Výhodou této desky je možnost osazení pouze potřebnými komponentami pro jednotlivé zákazníky, čímž dojde k jejímu zlevnění. Základní návrh je vidět na Obrázek 1 - Základní blokové schéma.

Výrobek se skládá ze dvou desek plošného spoje. Jedna deska slouží jako výkonná jednotka, kde se nacházejí všechna rozhraní, a druhá deska je navržena pro display a jeho podpůrné obvody. Výhodou tohoto řešení je možnost umístit ovládací část kamkoliv do skříně a display přimontovat na povrch, kde bude dobře čitelný. Navíc pokud si zákazník zakoupí více zařízení, postačí mu pouze jeden display pro nastavování všech výkonných jednotek.



Obrázek 1 - Základní blokové schéma

2. Analýza

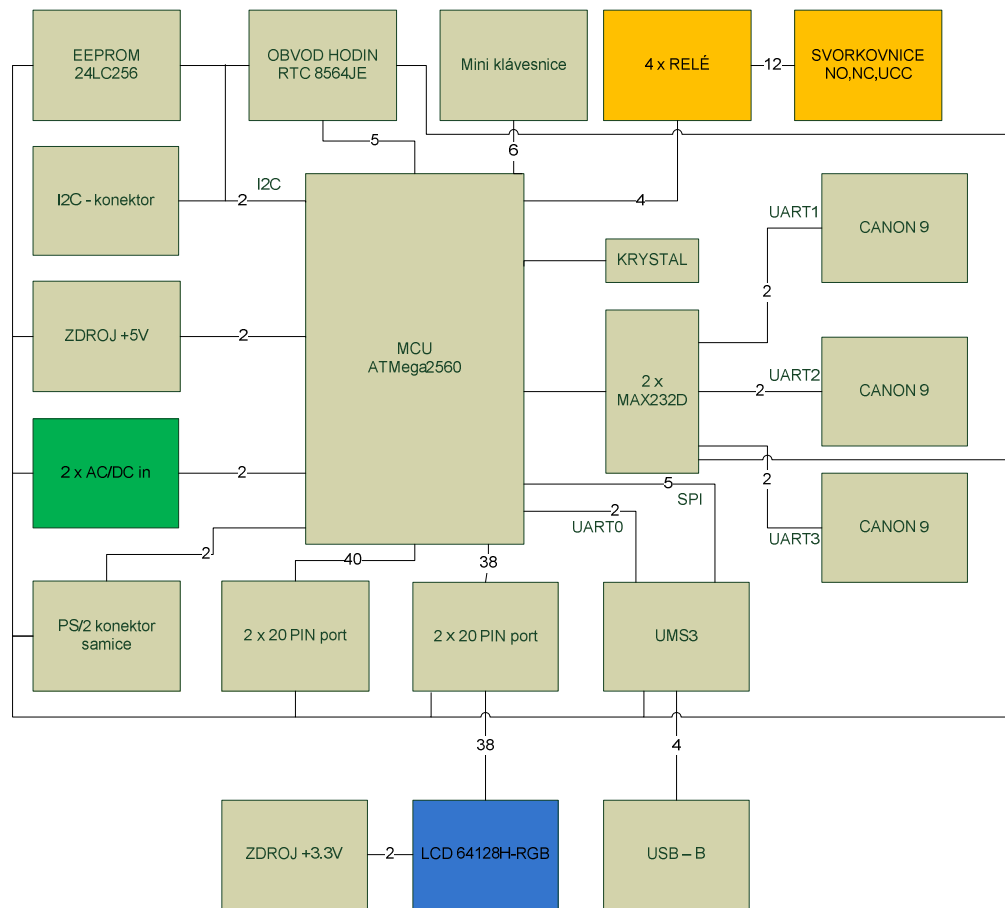
2. 1. Přehled podobných zařízení na trhu

Zařízení s podobnými parametry prodává firma Pk-design [3]. To obsahuje pouze sériový port a 16 pinů procesoru vyvedených na desce. Neobsahuje však žádné rozšiřující rozhraní, ani jiné obvody. Tato deska se proto hodí spíše pro jednoduché aplikace nebo výukové účely. Její cena je 1309 Kč.

Další deska, která se ve mnohem více podobá té mé, je od firmy Vellerman F-KV-8055 [4]. Obsahuje 5 digitálních vstupů, 2 analogové s volbou zesílení, 8 digitálních výstupních spínačů s otevřeným kolektorem, 2 analogové výstupy 0 – 5 V a 0 – 100% PWM a USB rozhraní. Bohužel deska neobsahuje žádné sériové linky, které jsou v dnešní době pro svoji jednoduchost stále hojně využívané u jednoduchých periferních zařízeních. K desce je dodáván volně upravitelný software pod windows v programech C++ Builder, Visual Basic a Delphi. Cena této desky je 110 dolarů.

2. 2. Postup návrhu desky

Jelikož se jedná o univerzální zařízení s možností co nejširšího využití, tak jsem se snažil implementovat co největší množství vstupů, výstupů a rozhraní pro sériovou komunikaci. Jednotlivá zařízení se budou osazovat na DPS podle potřeby pro danou aplikaci, čímž se sníží cena zařízení. Ideové schéma navrhované desky je vidět na obrázku 2 – Blokové schéma zapojení.



Obrázek 2 - Blokové schéma zapojení

2. 3. Obvody v návrhu

2. 3. 1. Mikroprocesor

Požadavkem od zadávajícího bylo co největší množství sériových linek a portů. Proto jsem hledal takový procesor, který bude obsahovat 4 sériové linky a velké množství pinů. Frekvence procesoru by měla být alespoň 16 MHz. Procesor by měl mít dostatečně velkou paměť pro uložení kódu a dat. Výrobcem procesoru má být firma Atmel, protože vývojové prostředky na programování tohoto procesoru jsou volně dostupné na internetu a zároveň existuje mnoho programátorů, které lze jednoduše vyrobit viz programátor PonyProg v kapitole 3.4.

Z procesorů odpovídajících těmto požadavkům přicházejí v úvahu procesory uvedené v Tabulka 1 - Procesory ATmega (tabulka použita z datasheetu firmy ATMEL)[11]. Vzhledem k požadavkům jsem zvolil procesor ATmega2560, který má největší velikost paměti i pouzdro s dostatečným množstvím volně použitelných vývodů, 4 sériová rozhraní UART. Výhodou této řady procesorů je možnost osadit desku typem s menší pamětí, protože pouzdra i jejich vývody jsou shodné - PQ100, čímž lze opět snížit cenu výrobku bez velkých

zásahů do návrhu. Tyto procesory je možné programovat pomocí rozhraní SPI. Tím pádem je zajištěno celkem bezproblémové programování řadou dostupných programátorů. Navíc lze programovat procesor pomocí USB, pokud přidáme převodník od firmy FTDI pro převod USB protokolu na RS232, který při správném zapojení zajistí emulaci SPI protokolu tak, že jde obvod naprogramovat pomocí USB rozhraní.

Tabulka 1 - Procesory ATmega (tabulka použita z datasheetu firmy ATMEL)

Device	Flash	EEPROM	RAM	General Purpose I/O pins	16 bits resolution PWM channels	Serial USARTs	ADC Channels
ATmega640	64KB	4KB	8KB	86	12	4	16
ATmega1280	128KB	4KB	8KB	86	12	4	16
ATmega1281	128KB	4KB	8KB	54	6	2	8
ATmega2560	256KB	4KB	8KB	86	12	4	16
ATmega2561	256KB	4KB	8KB	54	6	2	8

2. 2. 2. Displej

V zadání diplomové práce jsem měl použít displej od firmy Displaytech 64128H-RGB [12]. Rozlišení je 128 x 64 bodů. Displej neobsahuje žádný generátor znaků. Jako podsvícení jsou použity 3 barevné diody RGB standardu. Každá barva lze regulovat zvlášť. Na podsvícení jsou potřeba 3 posilující tranzistory pro každou barvu jeden a to z důvodu snížení proudové zátěže pinů procesoru. Ke své činnosti potřebuje pouze několik kondenzátorů jakožto napěťové pumpy pro svůj zdroj [13], pokud bude napájen standardním napájením, které je násobeno počtem zapojených kondenzátorů nebo lze požadované napětí připojit přímo. Je to displej, který lze uchytit přímo do plošného spoje, tím pádem odpadají problémy s montáží.

2. 2. 3. USB – RS232 převodník

Jedná se o modul od firmy ASIX, UMS3 [10]. Modul obsahuje chip FD232D od firmy FTDI a potřebné obvody. Toto zařízení převádí standardní RS232 protokol na USB formát a naopak. Hlavní výhodou tohoto modulu je plná podpora sériového rozhraní, čili obsahuje kompletní řadu signálů nejen RxD a TxD. Obvod stačí na straně mikroprocesoru připojit na sériovou linku a na straně PC do USB zásuvky. Po nainstalování volně dostupných ovladačů VCP [9] zařízení komunikuje přes daný virtuální USB COM port. Druhou výhodou je možnost programování mikroprocesoru pomocí tohoto USB rozhraní v případě, že jsou připojeny ISP porty mikroprocesoru na řídicí vodiče emulované linky RS-232. Tento návrh prováděl ve své diplomové práci Roman Nesvadba [14], podle něhož jsem zapojil obvod i já. Výhodou modulu je snadná servisace v případě poškození, stačí pouze vyměnit modul. Toto řešení jsem zvolil na doporučení vedoucího práce. V případě, že obvod bude pracovat bezchybně a vše bude zapojeno v pořádku, lze obvod nahradit standardním obvodem FD232D od firmy FTDI a jeho podpůrnými součástkami v další verzi desky.

Druhou možností pro připojení RS – 232 je obvod CP2101 [8]. Ten převádí USB formát na UART, avšak bez řídicích signálů. Čili pouze dva vodiče RxD a TxD. Tohoto řešení by šlo využít, pokud bychom nepotřebovali programovat obvod pomocí USB, ale stačila by nám pouze sériová komunikace. Programování přes USB ovšem považuji za velkou výhodu, a proto volím modul UMS3.

2. 2. 4. Obvod reálných hodin RTC8564JE

Jedná se o zařízení, které slouží k uchování reálného času a to i po výpadku napájení. Po obvodu jsem požadoval co nejmenší spotřebu, zkalibrovaný oscilátor umístěný v čipu, aby se nemusel připojovat externí, který se musí doladovat na přesnou frekvenci. Třetím požadavkem je komunikace přes sběrnici I2C.

Těmto požadavkům vyhovuje obvod RTC8564JE [15]. Díky své extrémně malé spotřebě je schopený několik let pracovat napájený pouze ze záložní baterie. Kromě hodin obvod poskytuje službu kalendář a libovolně nastavitelný budík. Komunikačním rozhraním je I2C.

Druhým obvodem, který jsem zkoumal a vyhovoval všem požadavkům byl RTC8593 [16]. Jeho parametry byly ovšem horší. Především jeho spotřeba byla o řád vyšší než u RTC8564JE, a proto volím obvod RTC8564JE.

2. 2. 5. Vstupy AC/DC 0 -24 V/ 0-30 V

Jedná se o zapojení, které je schopné detekovat jak střídavé tak stejnosměrné napětí. Obvod je oddělen od mikroprocesoru optickým prvkem, což zamezí napětovému průrazu do celého zařízení v případě připojení nevhodného zdroje signálu. Střídavé napájení je obvod schopný detekovat do 24 V a stejnosměrné napájení detekuje do 30 V. Obvod se skládá ze vstupního Graetzova můstku pro usměrnění signálu, pokud se jedná o střídavý proud a zároveň funguje jako ochrana proti přepólování vstupního napětí u stejnosměrného proudu. Na tento obvod nejsou žádné speciální nároky. Pouze jsem se snažil o co nejmenší provedení a tomu vyhovuje integrovaný obvod B250S. Zenerovu diodu jsem zařadil jako ochranu před vyššími napětími, než je schopný zvládat stabilizátor napětí. Požadavkem je opět minimální velikost a stabilizační napětí odpovídající maximálnímu funkčnímu rozsahu zvoleného stabilizátoru, čili 27 V. Stabilizátor napětí pro stabilní nekmitající signál jsem volil tak, aby měl co nejmenší úbytek napětí a pracoval od co nejnižšího napájecího napětí, které ještě dokáže spínat fotodiodu v optočlenu. Tomuto požadavku odpovídají tzv. nízko úbytkové (low drop) stabilizátory. Těchto stabilizátorů je na trhu velké množství, tak jsem vybíral především podle velikosti pouzdra a ceny. Nejvýhodnější obvod z celé nabídky byl TS2951 [17], který jsem zvolil do svého řešení. Pro optočlen byl nejdůležitějším parametrem vstupní spínací proud. Ten musí být co nejnižší, aby byl výstup připojeného obvodu co nejméně proudově zatěžován. Zároveň jsem chtěl obvod, který v sobě bude obsahovat dva převodníky, abych jedním

obvodem ošetřil oba vstupy. Vybíral jsem ze dvou převodníků a to HCPL0700 [18] a HCPL2731. První zmiňovaný má pouze jeden převodník a spínací proud 1,6 mA, proto jsem zvolil nakonec HCPL2731 [19], který vyhovuje jak spínacím proudem pouhých 0,5 mA tak dvěma vstupy.

2. 2. 6. RS232 rozhraní

Pro buzení sériových rozhraní byly použity obvody MAX232D [20]. Jedná se o standardně používané obvody pro buzení sériové linky. Navíc tento obvod byl jediný skladově dostupný v kusovém množství. Proto jsem ho zvolil do svého řešení. Konektory pro připojení tohoto rozhraní jsem zvolil CANON 9, kvůli značnému rozšíření a tím pádem i dostupné a levné kabeláži.

2. 2. 7. Silové spínače

Pro spínání větších proudů a silových prvků je určen obvod, který spíná relé HF8A [21]. Díky relátkům je přístroj schopný spínat SS proudy 24 V a STŘ až 120 V a proud až 6 Ampér. Proto se hodí i jako předstupeň pro velmi vysoké proudy. Pro sepnutí relé jsem zvolil posilující obvod s bipolárním tranzistorem BC817-16 [22] a paralelně připojenou ochrannou diodou k cívce relé. Toto řešení je prakticky často používáno a ověřeno, proto jsem ho zvolil i po konzultaci s vedoucím práce.

2. 2. 8. Napájení obvodu

Pro napájení jsem zvolil kombinaci adaptéru a dvojice spínaných zdrojů. Jeden pro 3,3 V a druhý pro 5 V, protože v zařízení byly použity součástky, které vyžadují tyto napětí. Zdroj jsem zvolil s neregulovatelnou napěťovou hladinou, abych omezil množství použitých součástek. Zároveň jsem se snažil zohlednit cenu, protože v jednotlivých obvodech jsou značné rozdíly. Použil jsem spínané zdroje LM2574 [23] které byly jak cenově tak kusově k dostání. Každý zdroj dodává proud až 0,5 A, což by mělo být z propočtů spotřeby dostačující viz Tabulka 2 - Propočet spotřeby zdrojů.

Hlavní výhodou spínaných zdrojů je jejich efektivita. Z toho vyplývá, že obvod má menší spotřebu a méně se hřeje než standardní stabilizátory napětí. Nevýhodou tohoto řešení je nutnost použití kondenzátorů a především cívek, které zabírají místo a mohou při špatném rozložení součástek na desce mezi sebou vytvářet transformátorovou vazbu, což je nutné u návrhu zohlednit. Proto jsem zvolil cívky s toroidním jádrem, které značně snižují vyzařování magnetického pole do svého okolí.

Tabulka 2 - Propočet spotřeby zdrojů

Obvod	Typ	3,3 V zdroj	5 V zdroj
Podsvícení displeje	RGB LED	3 x 80mA	
LCD panel	64128H-RGB		1mA
RTC	8564JE		0,3mA
EEPROM	24LC256		3mA
Relé	HF8C		10mA
Budič sériové linky	MAX232D		2 x 15mA
USB - RS232 modul	UMS3		15mA
Procesor	ATMega2560		400mA
Celkem		240mA	459,3mA

2. 2. 9. Sériová paměť

Jedná se o přídavnou sériovou EEPROM paměť, jejíž kapacitu jsem po dohodě s vedoucím práce zvolil 256kb. Na vybranou jsem měl modely [24] 24AA256, 24LC256 a 24FC256. Ovšem jediným dostupným modelem na skladu byl 24LC256, který dokáže pracovat se sběrnici běžící na 400 kHz v napěťovém rozsahu

2,5 – 5,5 V. Obvod je připojen pomocí sběrnice I2C. Nastavení dolních tří bitů adresy zařízení se provádí pomocí externích vstupů. Paměť je vhodná pro trvalé uchování dat, protože si data pamatuje i po odpojení napájení.

2. 2. 10. Klávesnice

Pro základní ovládání zařízení postačí šestice tlačítek integrovaných na desce. Jejich plánovaný popis a význam Tabulka 3 - Význam tlačítek mini klávesnice s tím, že programátor si může jejich funkci určit samozřejmě dle své libosti.

Tabulka 3 - Význam tlačítek mini klávesnice

Název popisku na desce	Předpokládaný význam
UP	pohyb nahoru
DOWN	pohyb dolů
RIGHT	pohyb doprava nebo vstup do nabídky
LEFT	pohyb doleva nebo přesun do předchozí úrovně nabídky
ENTER	potvrzení, sepnutí atd.
ESC	zrušení, vypnutí atd.

Pro pokročilejší ovládání slouží PS/2 vstup [6], kam se připojí libovolná externí klávesnice. Pro funkci zařízení postačí pouze konektor a 2 přivedené vodiče.

2. 2. 11. Přídavné rozhraní

Zbylé porty mikroprocesoru jsem vyvedl na piny standardního 40-ti pinového konektoru. Jedná se o klasický dvouřadý konektor 2 x 20 pinů používaný pro připojení ULTRA ATA33 zařízení jako jsou starší pevné disky a CD/DVD

mechaniky. Kabely pro toto rozhraní jsou běžně k dostání, čímž odpadá nutnost výroby vlastních kabelů a tím i prodražení celého systému.

3. Řešení HW části

3. 1. Blokové schéma

Blokové zapojení celého systému můžete vidět na Obrázek 2 - Blokové schéma zapojení. Celý obvod je rozdělen na dvě desky plošného spoje (DPS) a to tak, že jedna DPS je určena pro displej a druhá pro výkonné jádro (VJ). Obě desky jsou v celku a v případě zájmu lze desku s displejem oddělit třeba pilkou na železo. DPS, kde se nachází VJ, je rozdělena na tři základní části. Jedna část je silová, kde se nachází relátka a svorkovnice pro připojení externího obvodu. Druhá část jsou dva vstupní obvody, které jsou odděleny pomocí optického převodníku. V třetí části se nacházejí zařízení pro komunikaci, mikroprocesor a spínané zdroje elektrického napětí.

3. 2. Popis obvodu

Jádrum celého systému je mikroprocesor (MCU) firmy Atmel ATmega2560, který řídí veškerou činnost na desce. Krystal generuje hodiny 16 Mhz, které jsou přiváděny na porty mikroprocesoru k tomuto účelu připravených. MAX232D je obvod, který upravuje signál jdoucí z UART linek procesoru na sériové linky externího zařízení a naopak tak, aby byli v požadovaných napěťových hladinách. Obvod je na desce umístěn dvakrát, protože jeden čip obsahuje pouze dva převodníky. My ovšem potřebujeme celkem tři. Výstupy z těchto obvodů jsou připojeny na konektor CANON 9, kde jsou vyvedeny signály RxD a TxD a to od sériových linek UART 1, 2, 3. UMS3 je převodník standardu RS232 na USB. V mém případě jsou datové vodiče připojeny na sériovou linku UART 0 a řídicí vodiče jsou připojeny na piny rozhraní SPI, díky tomuto lze procesor programovat přes USB kabel. USB – B je konektor propojující obvod UMS3 k jinému zařízení pomocí standardního USB-B kabelu. 2 x 20 PIN port je konektor běžně používaný v počítačových základních deskách, kde slouží především pro připojení ULTRA ATA33 pevných disků a CD/DVD mechanik. V mé verzi budeme používat 40-ti žilovou verzi kabelu. Tento konektor je zde dvakrát. Jeden může sloužit pro připojení displeje a druhý slouží k vyvedení neobsazených portů mikroprocesoru. PS/2 konektor slouží pro připojení externí klávesnice s konektorem PS/2 (Mini DIN 6). 2 x AC/DC in – slouží pro detekci externího zdroje napětí, např. čidlo a to v rozsahu 0 – 24 V střídavých nebo 0 – 30 V stejnosměrných. Zdroj +5 V slouží k napájení celého obvodu kromě podsvícení displeje. Zdroj +3.3 V slouží pro napájení podsvícení displeje nebo pro externí zařízení vyžadující toto napájení. I2C je konektorem, kterým lze připojit externí zařízení komunikující pomocí toto rozhraní. Konektor v tomto případě tvoří lámací lišta. EEPROM 24LC256 je paměť, která má kapacitu 256kB a je vhodná pro permanentní uložení libovolných dat. Obvod hodin je zařízení, které v sobě

udržuje reálný čas, který pomocí I2C rozhraní posílá na žádost mikroprocesoru. Navíc obsahuje funkce jako je budík a kalendář, díky níž lze generovat ve specifický okamžik signál přerušení pro mikroprocesor. Obvod je zálohován pomocí baterie, která dodává energii v případě, že nastane výpadek napájecího napětí. Mini klávesnice slouží pro základní ovládání zařízení v případě, že není nutná komplexnější obsluha, ale pouze základní funkce. Tvoří ji šestice tlačítek, pomocí nichž se lze pohybovat v menu, aktivovat a deaktivovat zařízení. Relé slouží pro spínání vyšších proudů a napětí. Relátek jsou celkem čtyři kusy. Každé je připojeno k jedné trojité svorkovnici, kde jsou vývody pro externí napájení, pro spínací a pro rozpínací kontakt. Každé z relátek je spínáno pomocí posilujícího bipolárního tranzistoru.

3. 3. Popis jednotlivých zapojení zařízení

Pro jednoduchost a přehlednost nebudu uvádět vysvětlení u evidentních zapojení.

3. 3. 1. Mikroprocesor

Napájení mikroprocesoru je zajištěno čtyřmi vstupy VCC napojených na +5.0 V, přes filtrační kondenzátory C1, C3, C4, C5 a jeden blokový napájecí C2, který zajišťuje dodávky proudu při proudových špičkách [1]. Generátor hodin tvoří krystal a dva podpůrné kondenzátory nutné pro správné kmitání krystalu. Obvod je připojen na vstupy XTAL1 a XTAL2. Vývody MISO, MOSI, SCK slouží pro programování mikroprocesoru a jsou vyvedeny přes odpory R25 – R27 na CON5. Odpory slouží k pohlcení odrazů na sběrnici viz Obrázek 9 – Obvod RS232 - USB. Všechny piny konektoru J14 jsou přivedeny na volné nožičky procesoru a lze je volně použít pro externí zařízení. Schéma zapojení je na Obrázek 4 – Mikroprocesor a mini klávesnice.

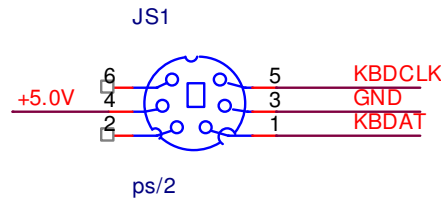
3. 3. 2. Mini klávesnice

Jedná se o šestici tlačítek umístěných na desce. Ty jsou připojeny k zemi. Vývody tlačítek jsou na pinech L0-L5, které jsou nastaveny jako vstupní piny se zapnutým pull-up odporem. Klávesnice slouží pro základní ovládání mikroprocesoru v případě, že není potřeba složitě ovládání. Schéma zapojení je na Obrázek 4 – Mikroprocesor a mini klávesnice.

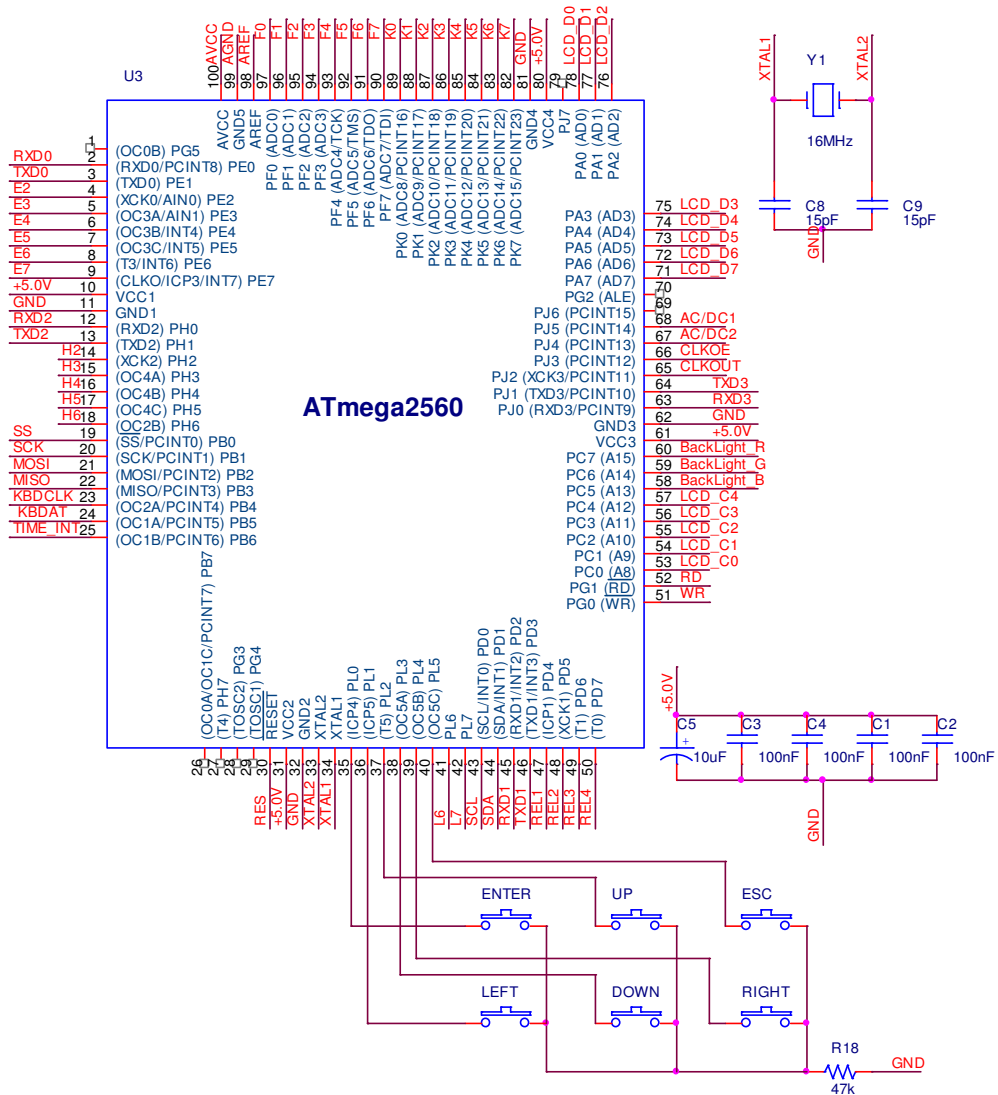
3. 3. 3. Klávesnice PS/2

Tato klávesnice má pro připojení k přípravku MINI DIN6 konektor (PS/2). Ke své funkci potřebuje pouze napájecí a zemní vodič a dva pull-up rezistory, ty by ovšem podle normy měly být obsaženy v řadiči klávesnice [6]. Datový a hodinový vodič je připojen k procesoru na port PB4 a PB5. Jedná se o vodiče, které jsou schopny vyvolávat přerušení pro rychlejší obsluhu požadavku

klávesnice. Zapojení konektoru klávesnice je na Obrázek 3 - Zapojení PS/2 klávesnice



Obrázek 3 - Zapojení PS/2 klávesnice

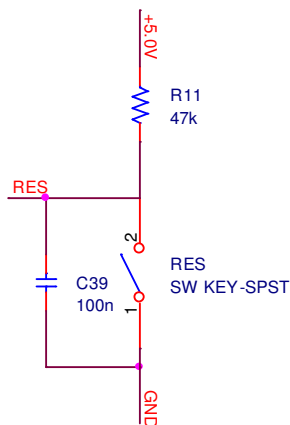


Obrázek 4 – Mikroprocesor a mini klávesnice

3. 3. 4. Reset

Základním obvodem pro jakoukoliv desku, která je ve vývoji, je samozřejmě resetovací obvod. Ten má za úkol dostat všechny k němu připojené obvody do počátečního stavu, kde se reinitializují. Pro správnou funkci obvodu nestačí

pouze resetovací tlačítko, ale obvod musí obsahovat kondenzátor C39, na kterém je veškeré napětí v případě neseprnutého tlačítka. A odpor R11, který zajišťuje to, aby při sepnutém tlačítku nedošlo ke zkratování napájecího zdroje a zároveň aby na něm v tomto případě bylo veškeré napětí. Schéma zapojení je na Obrázek 5 - Resetovací obvod.



Obrázek 5 - Resetovací obvod

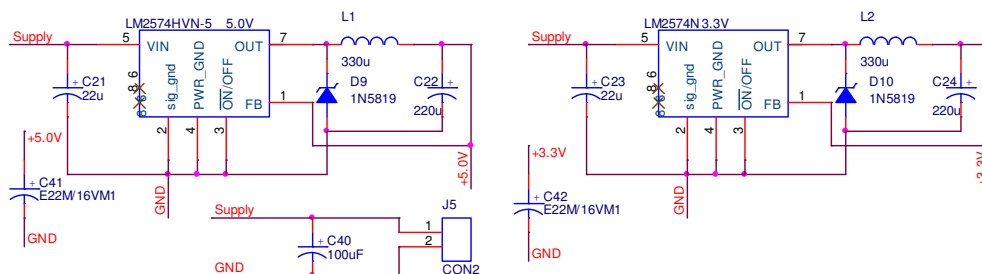
3. 3. 5. Napájení

Pro napájení celého obvodu jsem zvolil kombinaci adaptéru a dvojice spínaných zdrojů. Hned za vstupním konektorem od adaptéru je elektrolytický kondenzátor C40, který slouží pro vyfiltrování signálu jdoucího z adaptéru a zároveň je to lokální zdroj [1], díky čemuž se snižuje vyzařování elektromagnetického pole celého zařízení do okolí. Zvolené napětí kondenzátoru je 25 V a to z toho důvodu, aby se rozšířila škála napájecích adaptérů, kterými lze obvod napájet. Bezpečně fungující jsou napájecí zdroje od 7,5 V do 18 V. U vyšších napětí by při napěťové špičce v síti mohlo dojít k proražení kondenzátoru a u nižších napětí by nemusel obvod s 5 volty správně fungovat, protože se jedná pouze o obvody typu step-down.

Vyfiltrované napětí z adaptéru jsem přivedl [23] na vstupní kondenzátory C21 a C23 obvodů LM2574. Jedná se o kondenzátory, které omezují přenos proudu přes DPS. Následují obvody LM2574 - 3,3 V a 2574 - 5,0 V. Obvody dosahují na spínané zdroje ne příliš velké účinnosti pouze 72%, respektive 77%. Toto je způsobeno nepříliš vysokým pracovním kmitočtem, který je 52 kHz. Nízká účinnost je kompenzována menší cenou a odolností proti zkratu, což se mi při testování obvodu potvrdilo, kdy i po delší době byla nepatrně zahřátá pouze cívka. Na výstupech obvodů jsou cívky L1 a L2, které slouží jako zdroj proudu, kondenzátory C22 a C24 jako zdroj napětí a diody D9 a D10 sloužící pro uzavření proudové smyčky, když jsou spínané zdroje LM2574 ve stavu, kdy nedodávají energii. Za zmínku stojí ještě vstupní pin FB, který je zpětnou vazbou pro obvod, aby mohl regulovat svojí střídu (dobu otevření a zavření výstupu).

Kondenzátory C41 a C42 slouží jako lokální zdroje energie a jsou umístěny na desce tak, aby se nacházely co nejdále od napájecích zdrojů [1]. Jejich použití

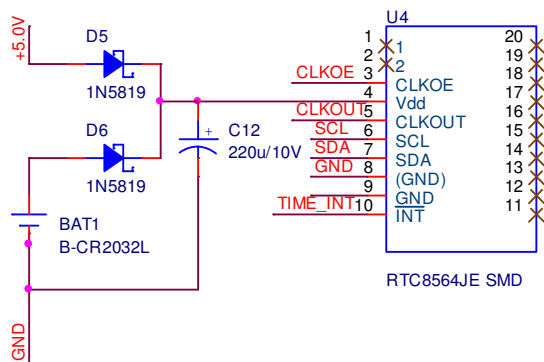
je vhodné pro snížení přenášených špičkových proudů přes celou desku do obvodů vzdálených od napájecích zdrojů. Zapojení obou zdrojů je na Obrázek 6 – Napájení LM2574.



Obrázek 6 – Napájení LM2574

3. 3. 6. Obvod reálných hodin RTC8564JE

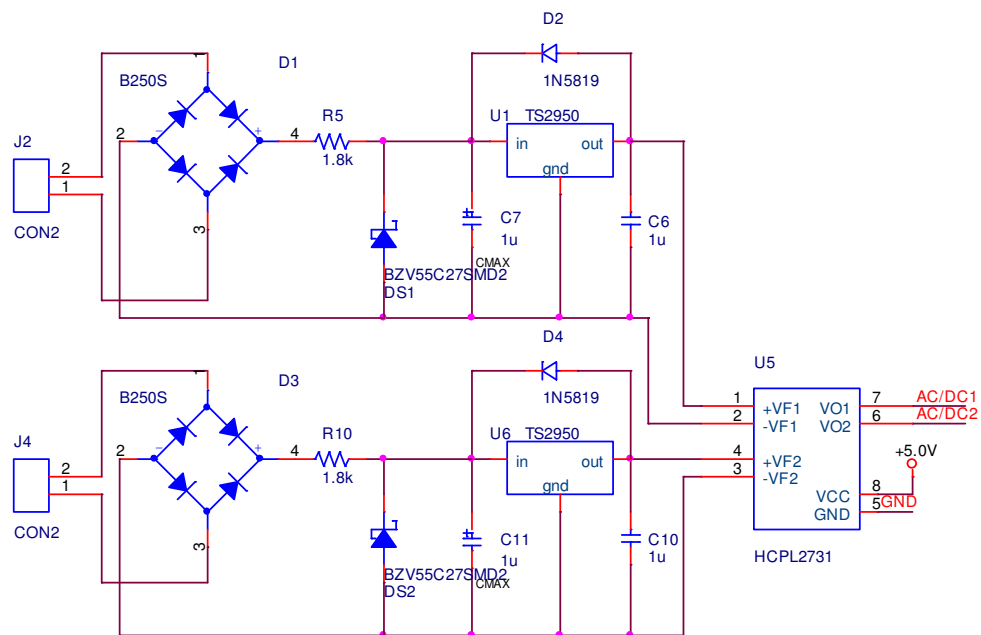
Tento obvod slouží k zachování reálného času [15]. Je připojen pomocí I2C rozhraní k procesoru, kterému na žádost odešle aktuální čas. Napájení obvodu zajišťuje zapojení, které zachová obvod funkční i po odpojení hlavního napájení. Tuto funkci zajišťuje obvod s baterií, dvěma diodami a kondenzátorem. Návrh jsem převzal z projektu turniket od Ing. Pavla Kubalíka, Ph.D. Jeho funkce je taková, že v případě připojeného napětí propouští dioda D5 proud z napájení přes kondenzátor do obvodu hodin (RTC). V případě odpojení je elektrický proud dodáván nejprve z kondenzátoru C12 a po jeho vyčerpání je dodáván z baterie BAT1 přes diodu D6. Jedná se o lithiovou baterii o kapacitě 180 mA, která je připravená pro montáž do plošných spojů. Spotřeba obvodu RTC8564JE je v režimu, kdy nekomunikuje pouze 275nA. Z toho se dá jednoduchým výpočtem (kapacita / spotřeba = doba provozu) zjistit, že doba fungování hodin bez napájení (180mAh / 275nA) je 102 roků. Z toho vyplývá, že je obvod schopný udržet reálný čas po celou dobu životnosti baterie. Šlo by zvolit i řešení s baterií o menší kapacitě, ale menší baterie s možností montáže do DSP v dané době nebyla k dispozici. Rozšiřující funkce obvodu jsou na pinu #INT, který generuje přerušení pro procesor v případě, že nastane čas, který byl v obvodu nastaven – budík. Dále pak vývod pro povolení výstupu generátoru hodin RTC a vývod, na který jsou vnitřní hodiny propagovány. Zapojení je vidět na Obrázek 7 – Obvod hodin.



Obrázek 7 – Obvod hodin

3. 3. 7. Vstupy AC 0 -24 V a DC 0 - 30V

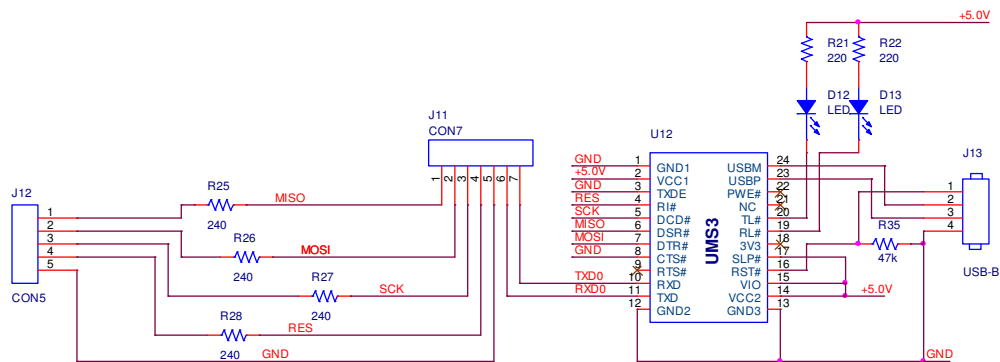
Tyto požadavky jsem upravil tak, že jsem je spojil dohromady, čímž mi vznikly dva obvody, které dokáží reagovat jak na stejnosměrné tak na střídavé napětí a zároveň díky Graetzovu můstku na vstupu [25] nezáleží na polaritě přiloženého napětí. Na vstupu čidla je diodový můstek D1 - B250S, který slouží za prvé jako ochrana proti prepolarizování vstupního napájení a také jako usměrňovač pro střídavé proudy. Následuje odpor R5, který zajišťuje maximální vstupní proud 16mA, čímž se omezí výstupní proud u připojitelných obvodů a čidel. Menší proud by nebyl vhodný, protože by nezaručil sepnutí optočlenu. Zenerova dioda DS1 slouží jako ochrana proti vyšším napětím, než je schopný zvládat stabilizátor napětí a tj. 30 V. Proto jsem zvolil zenerovu diodu s napětím 27 V. Stabilizátor TS2950 je tří svorkový stabilizátor napětí 3,3 V, který pro nezvládnutý průběh napětí potřebuje dva kondenzátory a to C7 a C6. A jako ochrana obvodu slouží dioda D2, která v případě většího napětí na vstupu než na výstupu, tento rozdíl svede na vstup obvodu, čímž zabrání poškození stabilizátoru. Toto zapojení je zde dvakrát, aby zde byly 2 možné vstupy. Oba obvody jsou zapojeny do optočlenu HCPL2731 [17], který galvanicky odděluje vstupy od zbytku systému. Optočlen je napájen z interního zdroje +5.0 V a vývody AC/DC1 a 2 jsou vyvedeny na piny procesoru PJ4 a PJ5. Zapojení obvodu je vidět na Obrázek 8 – Detekce napětí 2x AC/DC.



Obrázek 8 – Detekce napětí 2x AC/DC

3. 3. 8. USB – RS232 převodník UMS3

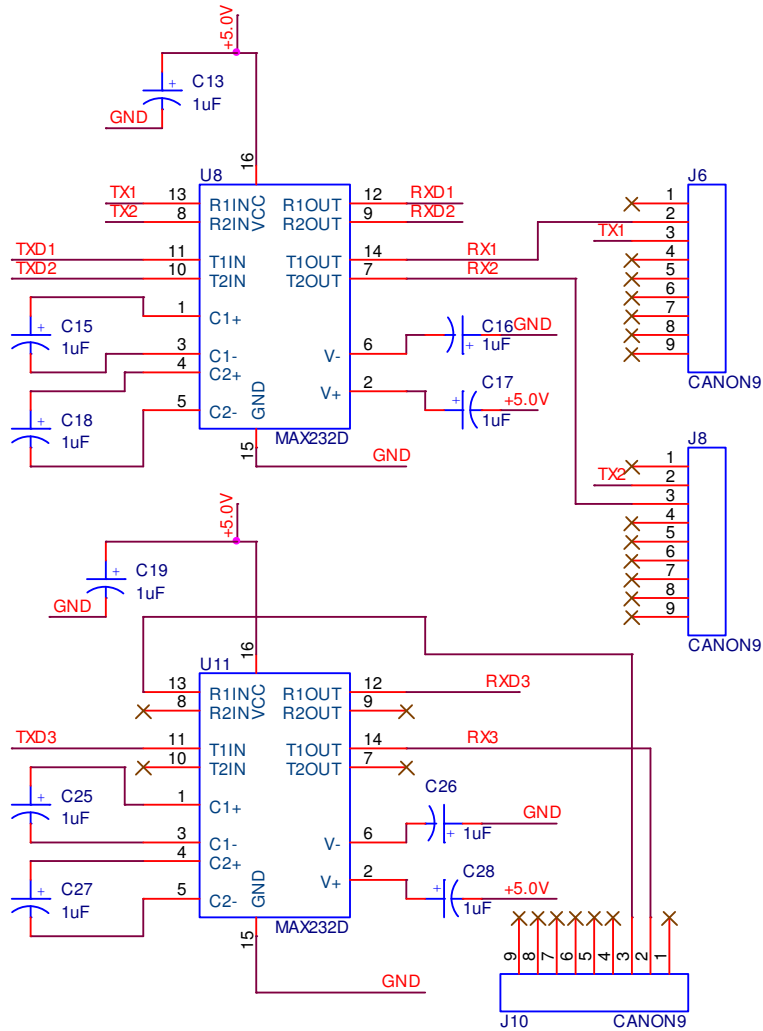
Zařízení je napojeno na vývody sériové linky RX0 a TX0 a na SPI rozhraní tak, aby procesor byl programovatelný přes USB rozhraní [14]. Jedná se jmenovitě o tyto vodiče. MISO – Master in Slave out (vysílací vodič dat procesoru), MOSI Master out Slave in (přijímací vodič dat procesoru), SCK hodiny určující komunikační takt. A jako poslední RI, který automaticky generuje signál reset v případě programovacího módu. Díky tomuto zapojení lze procesor programovat pomocí USB kabelu, kdy využijeme software naprogramovaný Ing. Romanem Nesvadbou, jak bylo původně v plánu a nebo běžně dostupných programů, jako je AVRDUDE, který je součástí programu WinAVR. Diody připojené k obvodu blikají při komunikaci probíhající mezi PC a modulem, což signalizuje komunikaci zařízení. Při programování mikroprocesoru přes vývody CON5 je nutné mít obvod v USM3 v resetu, protože piny připojené na sběrnici SPI jsou obvodem rušeny a mikroprocesor nelze v tomto případě naprogramovat. Výsledné schéma zapojení je vidět na Obrázek 9 – Obvod RS232 - USB.



Obrázek 9 – Obvod RS232 - USB

3. 3. 9. Sériové linky a MAX232D

Pro jednoduchost popíši pouze funkci jedné sériové linky UART1. Vývod sériové linky UART1 TxD slouží pro vysílání dat z mikroprocesoru do periferie a RxD slouží pro příjem dat z periferie. Signály z těchto vodičů jsou přetransformovány na napěťové hladiny, které využívá RS232 rozhraní a to pomocí obvodu MAX232D. Ten ke své funkci potřebuje kondenzátor C13 jakožto lokální zdroj energie. Kondenzátor C15 sloužící jako násobič napětí z +5 voltů na +10 V. Toto vynásobené napětí se použije na kondenzátor C17, který ho stabilizuje. Druhý konvertor využívá kondenzátoru C18 k invertování +10 V na -10 V. Toto napětí je vyvedeno na stabilizační kondenzátor C16. Výsledná vygenerovaná napájení jsou využita pro buzení vodičů jdoucích na CANON9 konektor.

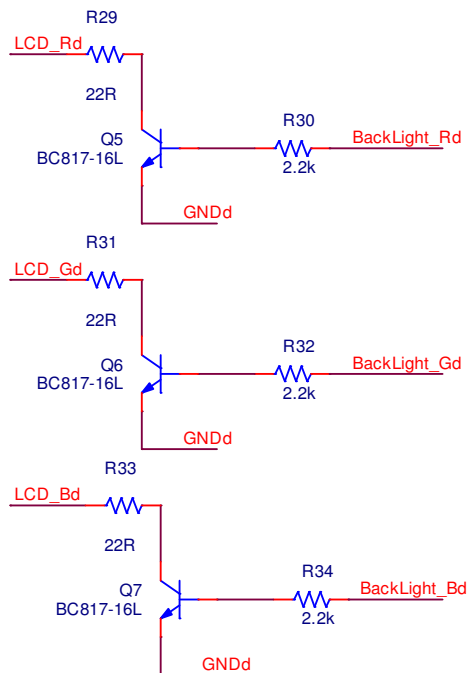


Obrázek 10 – Sériové linky RS232

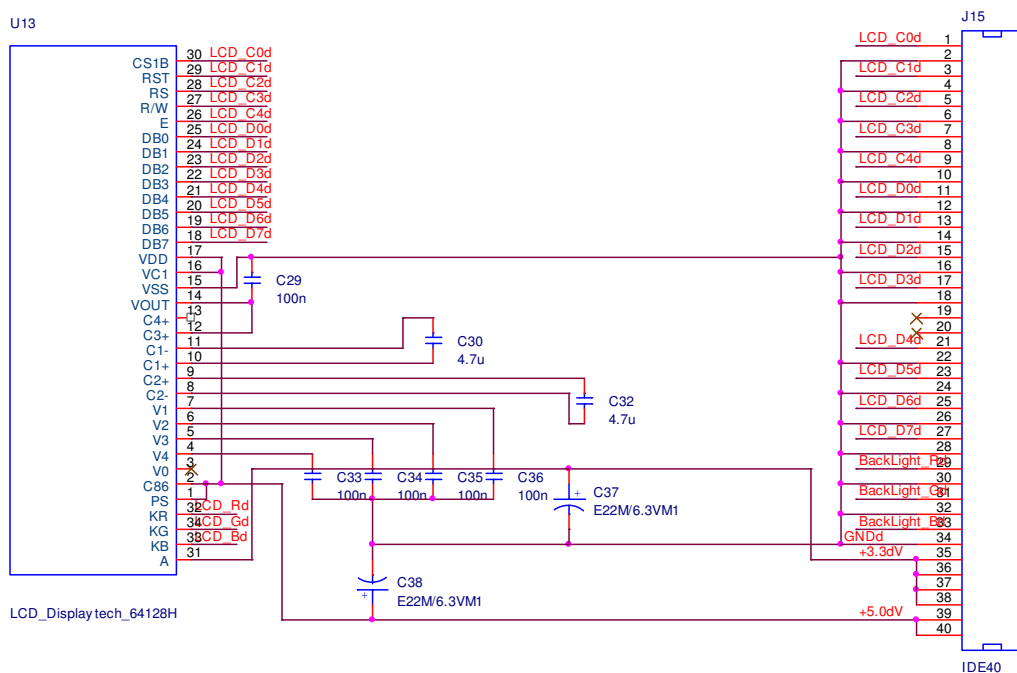
3. 3. 10. Displej

Podsvícení displeje je ovládáno pomocí portů procesoru PC5 - PC7, které jsou připojeny na bázi bipolárních tranzistorů Q5 - Q7 přes rezistory R30, R32, R34. Kolektorový proud omezují odpory R29, R31, R33. Tranzistory stahují napájecí napětí k zemi jdoucí z anody displeje přes LEDky podsvícení. Viz Obrázek 11 – Napájení podsvícení displeje.

Jako lokální zdroje elektrické energie [1] slouží kondenzátory C37 a C38. Pro potřebu řadiče slouží kondenzátory C29, C30, C32, které fungují jako násobiče přivedeného napětí na vstup Vss. V našem případě to je $3 * 5 V = 15 V$. Kondenzátory C33 - C36 slouží pro vnitřní zdroj napájení. Vodiče LCD_D0 - LCD_D7 jsou datovými vodiči a LCD_C0 - LCD_C4 jsou řídicími vodiči displeje. Obrázek 12 – Schéma zapojení desky pro displ.



Obrázek 11 – Napájení podsvícení displeje

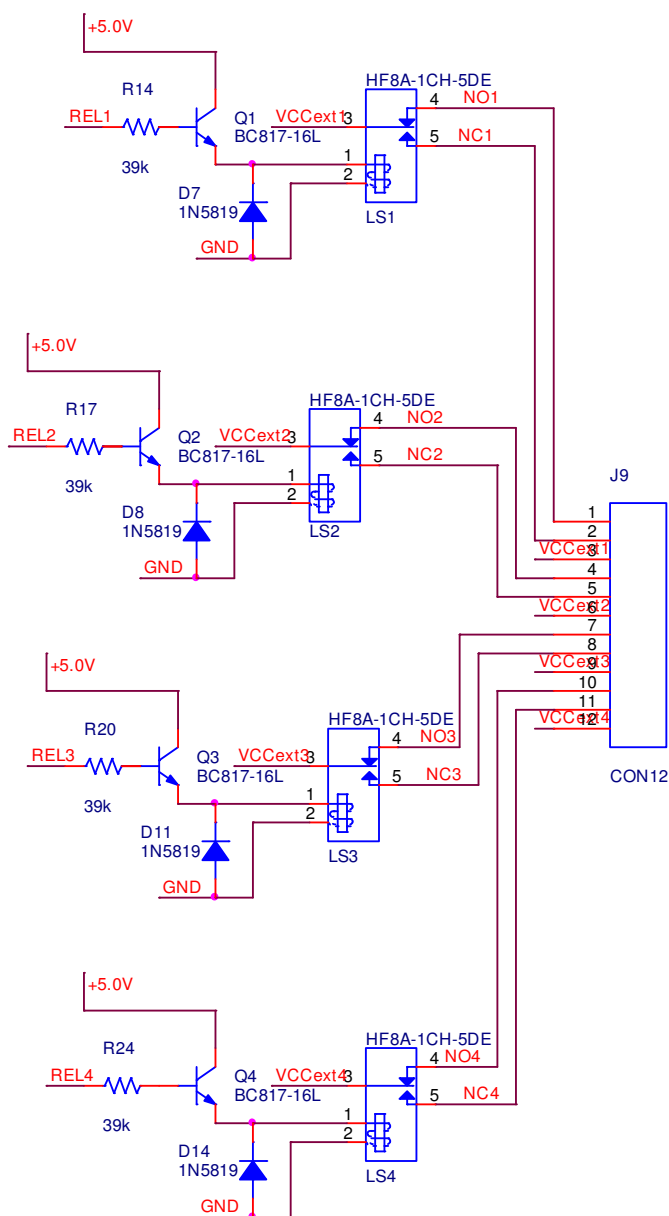


Obrázek 12 – Schéma zapojení desky pro displej

3. 3. 11. Relé

Opět pro jednoduchost popíši pouze obvod jednoho relé. Spínací cívka relé je zapojena tak, aby nezatěžovala piny mikroprocesoru a negenerovala nebezpečné napěťové špičky a to tak, že výstupní pin mikroprocesoru budí tranzistor Q1. Ten dodává dostatečný proud pro sepnutí cívky relé. Dioda D7 slouží ke zkratování napěťových špiček, přes odpor spínací cívky, vznikajících

při sepnutí a rozepnutí relé. Kontakty relé NO – normálně sepnuté a NC – normálně rozepnuté jsou vyvedeny na svorkovnici pro externí přípojky. Svorka VCCext slouží pro připojení externího zdroje, který se propaguje na kontakty relé.

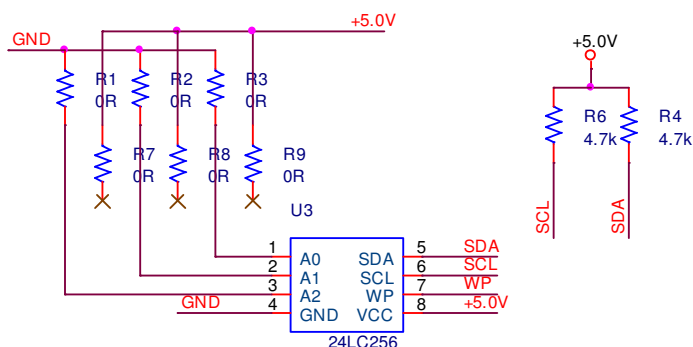


Obrázek 13 – Výstupní silový spínač

3. 3. 12. Sériová paměť EEPROM

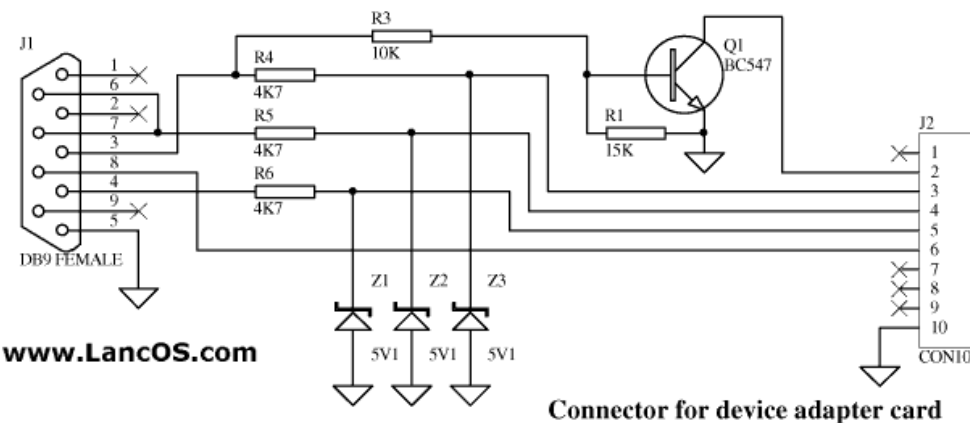
Paměť je připojena na sběrnici I2C, která je buzena dvojicí odporů R4 a R6. Pro nastavení adresy zařízení jsem zvolil propojky nastavitelné pomocí nulových SMD odporů a to tak, že se odpor připájí buď k připravené plošce s napájením nebo k zemi, čímž se určí spodní tři bity adresy. Adresa je

v logické 1, pokud je odpor připájen na kontakt označený jako A0, A1 nebo A2.



3. 4. Programátor

Pro prvotní odzkoušení funkčnosti návrhu jsem musel použít nějaký programátor využívající SPI rozhraní. Jelikož žádný programátor v době, kdy jsem ho potřeboval pro procesory firmy ATMEL nebyl ve škole volně dostupný, tak jsem si musel svůj programátor vyrobit.



Obrázek 14 - PonyProg zjednodušení

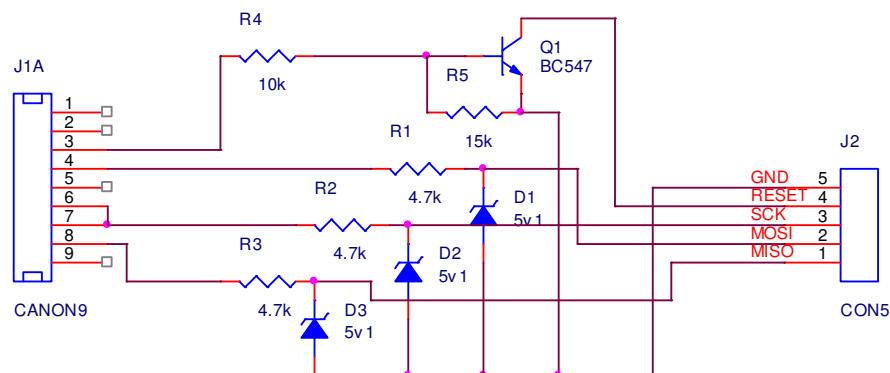
Jako nejjednodušší možné řešení se jevil programátor PonyProg [26], které se připojí na sériový COM port. Zapojení, které je na stránkách PonyProgu, je až zbytečně složité, protože obsahuje i napájení programovaného obvodu, ale to jsem již měl zajištěné zdrojem umístěným na mé desce. Proto jsem upravil schéma zapojení pouze na verzi dle Obrázek 14 - PonyProg zjednodušení. Propojení vodičů ovšem příslušelo pouze nějakému konektoru, z čehož se nedalo dostatečně přesně určit, které piny slouží pro MISO, MOSI a SCK. Pouze pin 3 byl zřejmý, že slouží pro resetování obvodu, protože je zde tranzistor připojený k zemi.

Proto jsem pokračoval v hledání dalších zapojení a objevil jsem tabulku zapojení [27], kde již byly příslušné signály přiřazeny k daným pinům COM portu, viz Tabulka 4 - Zapojení Pinů SPI na CANON 9. Výsledné schéma zapojení je na Obrázek 15 - PonyProg programátor. Po zapájení obvodu na

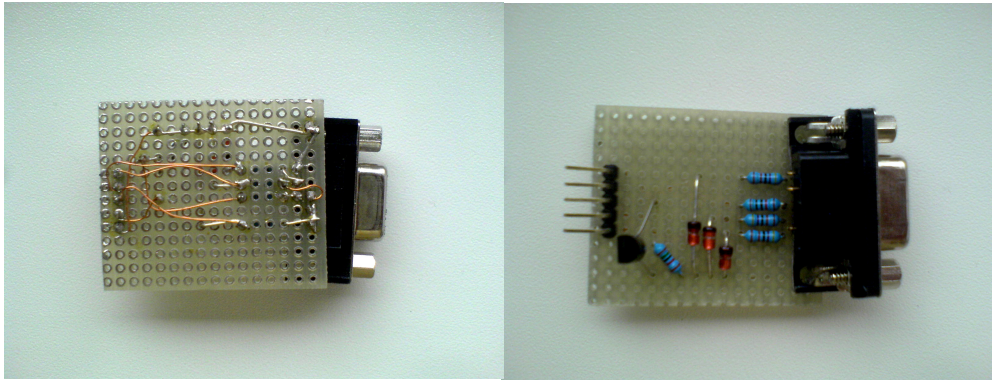
univerzální pájecí pole jsem chtěl obvod vyzkoušet. Vyhotovený programátor je vidět na Obrázek 16 - Realizace Programátoru PonyProg. Bohužel mám pouze notebook bez COM portu. Proto jsem použil kabel s převodníkem USB-RS232. Ten jak jsem následně zjistil, není schopen dostatečně rychle převádět signály nutné pro ponyprog, a proto toto řešení nelze použít s daným kabelem, ale pouze na PC, které mají plnohodnotný COM port. Což jsem musel, protože programování přes USM3 modul za využití aplikace od Romana Nesvadby jsem nebyl schopen rozhodit. Další možností, kterou jsem objevil, je možnost programovat procesor přes USM3 modul za pomoci programu AVRDUDE, který je součástí programu WinAVR s tím, že se musí namapovat v konfiguračním souboru avrdude.conf porty MISO, MOSI SCK a RESET na správné piny.

Tabulka 4 - Zapojení Pinů SPI na CANON 9

Význam	COM název	COM pin
MISO – master in slave out	CTS	8
MOSI – slave out master in	DTR	4
SCK – seriál clock	RTS	7
RESET – programovací režim	TxD	3



Obrázek 15 - PonyProg programátor

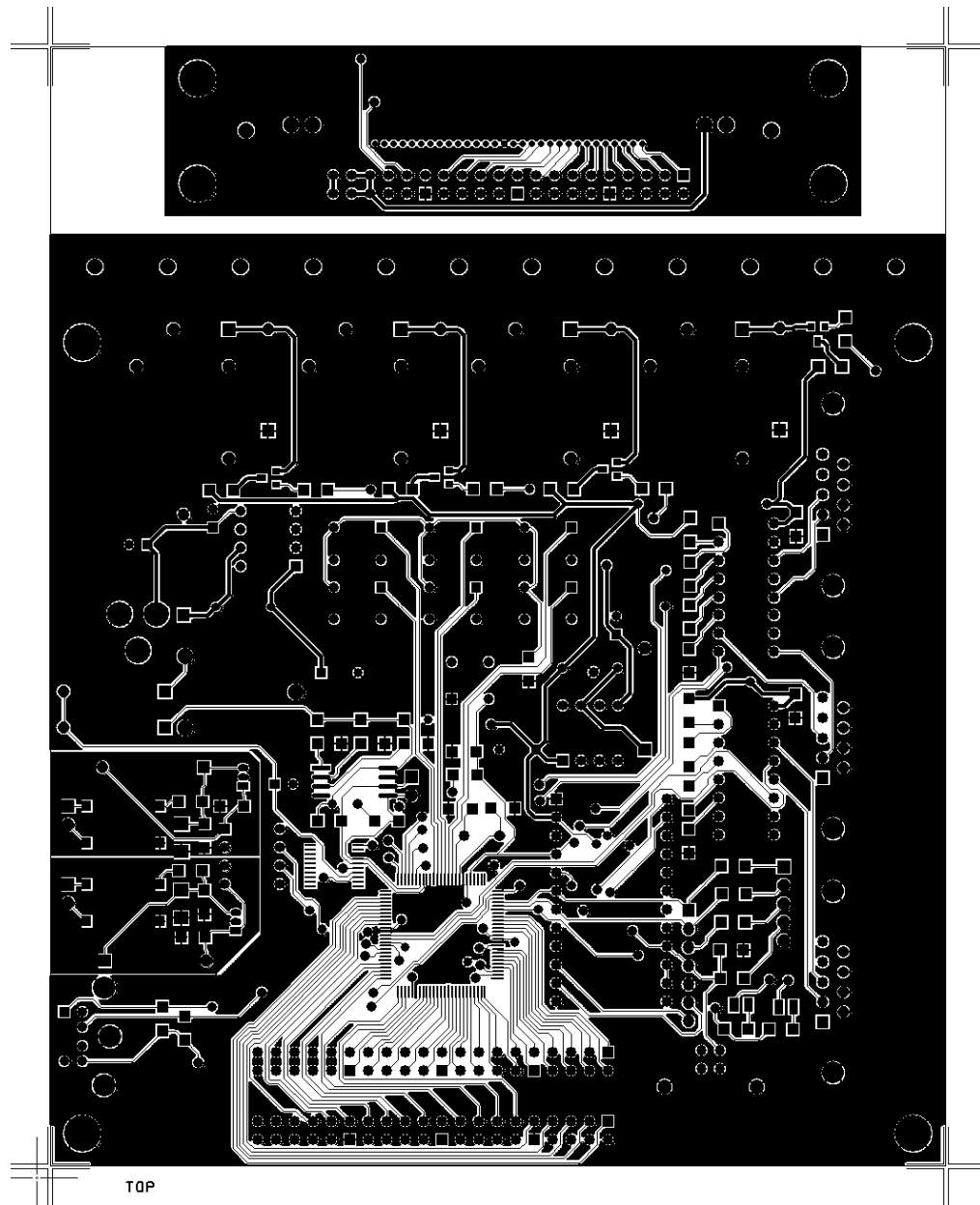


Obrázek 16 - Realizace Programátoru PonyProg

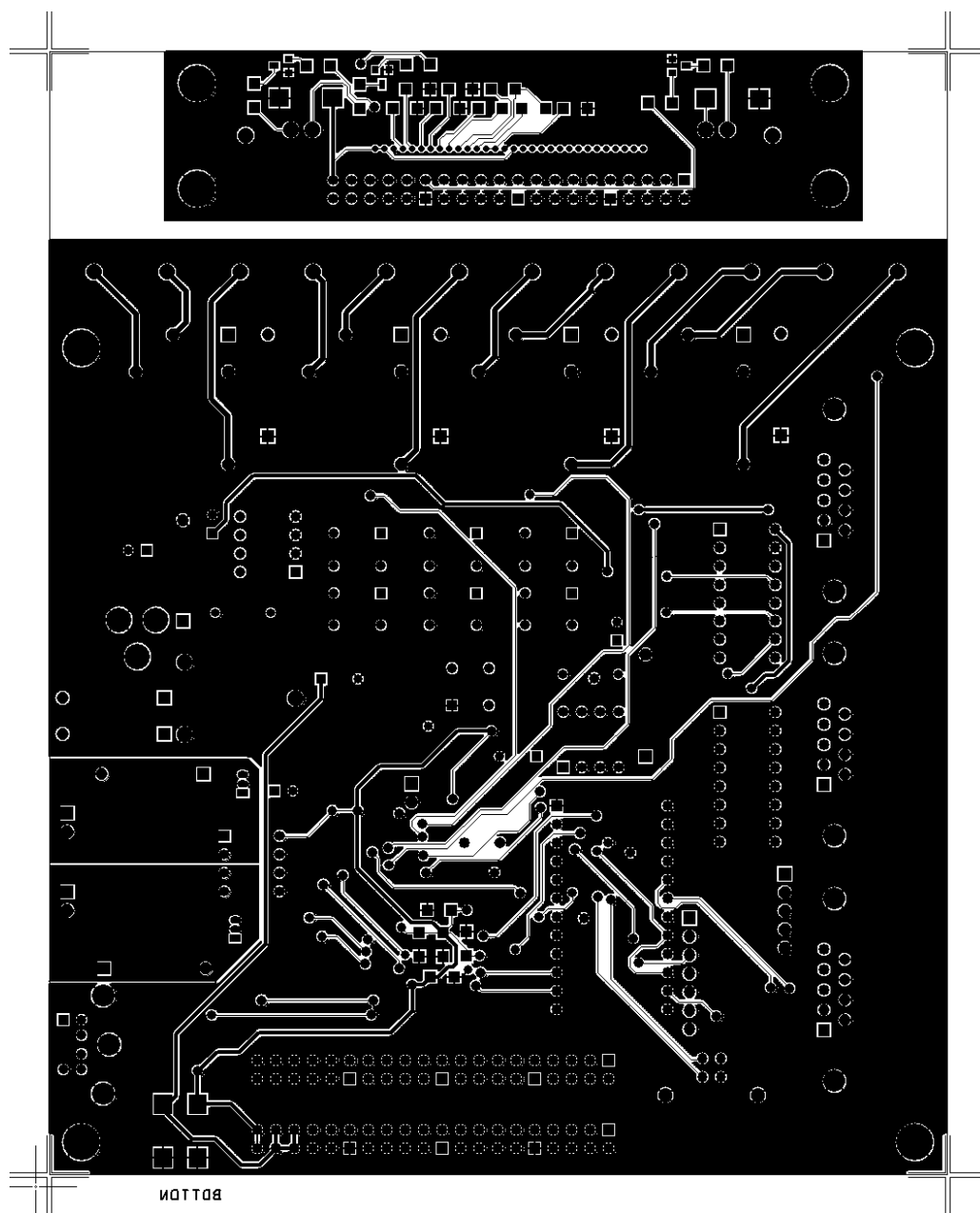
3. 5. Návrh plošného spoje

Plošný spoj jsem navrhoval v programu OrCAD 15.7. Jedná se o profesionální software, ve kterém jsem si v první fázi vytvořil schéma, z něhož mi program vygeneruje mapu propojení – NetList. Poté jsem si vytvořil pouzdra k jednotlivým součástkám, buď za pomoci stávajících knihoven, jejich přepracováním, nebo i kompletním návrhem. Při tvorbě jsem vycházel z dat uvedených v data sheetech k jednotlivým součástkám, nebo jsem si musel některé rozměry změřit. Poté co jsem přiřadil jednotlivá pouzdra součástkám ve schématu, jsem mohl přejít k návrhu rozmístění součástek na desku. Při tomto návrhu jsem se snažil dodržet všechny požadavky potřebné pro splnění elektromagnetické kompatibility EMC [1]. Protože se jedná o obvod, kde se budou vyskytovat relativně nízké frekvence a nejsou vysoké požadavky na odolnost proti elektromagnetickému rušení, zvolil jsem návrh s dvěma vrstvami s tím, že z obou stran se pokusím o co nejlepší rozlití mědi připojené na zemnicí pól. Z vygenerovaných materiálů pro tvorbu plošného spoje uvádím pouze spodní vrstvu viz Obrázek 18 - Spodní vrstva plošného spoje - BOT a horní vrstvu vodičů Obrázek 17 - Vrchní vrstva plošného spoje - TOP. Z nich je vidět, že rozlití mědi se nezdařilo pouze u blízko umístěných datových vodičů, což ale v takovéto hustotě spojů není nic neobvyklého. Na obrázcích je zřetelně vidět i rozdělení desky na 2 části, kdy horní menší část desky je určena pro displej a spodní část pro výkonné jádro. Zbylé vrstvy nejsou tak důležité, proto jsou uvedeny pouze v příloze na CD.

Při návrhu jsem se snažil dbát na správné principy a pravidla návrhu desek [1]. Což v krátkosti znamená: Kondenzátory vkládat co nejbližší k součástkám, pro které jsou určeny a to tak, aby byly přímo v cestě napájení, u spínaných zdrojů všechny jeho komponenty co nejbližší u sebe pro snížení rozkmitu poskytovaného napětí, minimalizace vzdáleností mezi obvody, přidané kondenzátory jako lokální zdroje, pro snížení špičkových přenosů přes celou desku a rozlití zemnicí mědi v největším možném rozsahu.



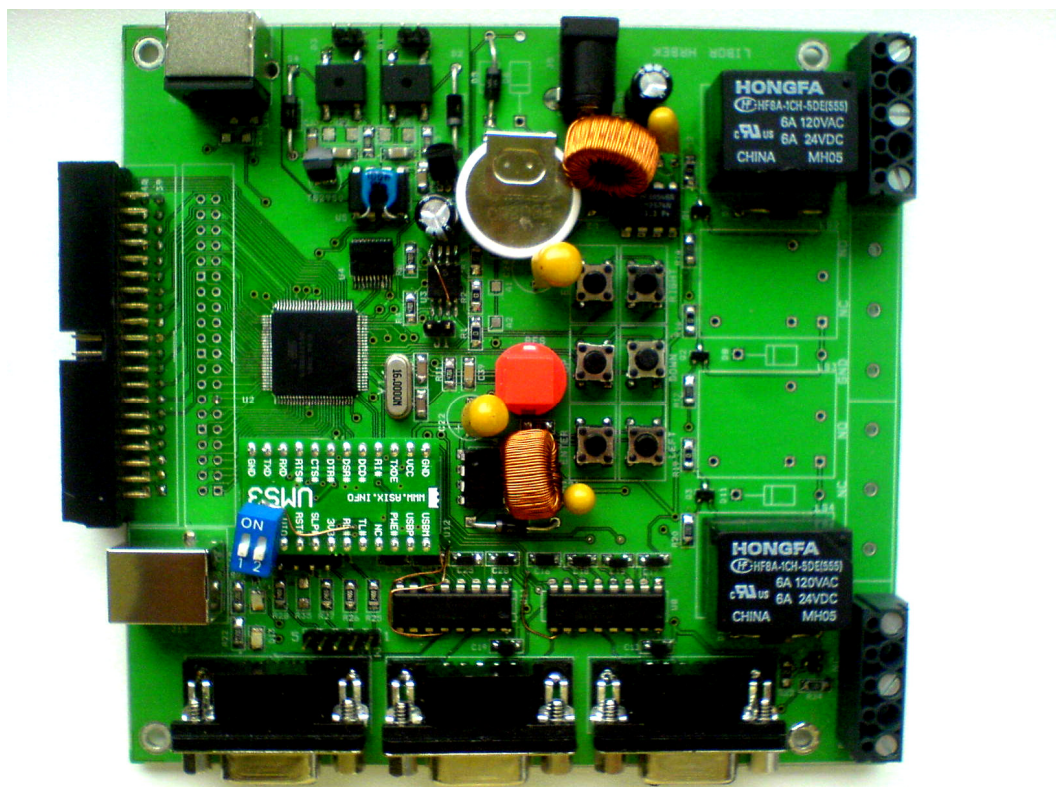
Obrázek 17 - Vrchní vrstva plošného spoje - TOP



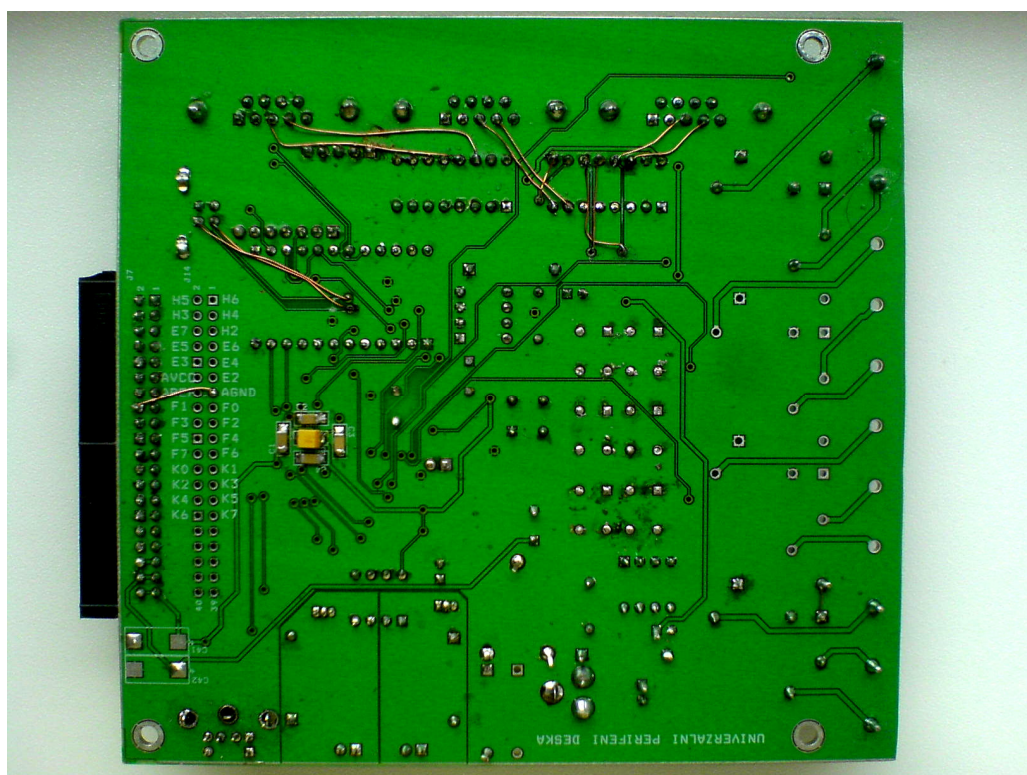
Obrázek 18 - Spodní vrstva plošného spoje - BOT

3. 6. Foto osazené desky

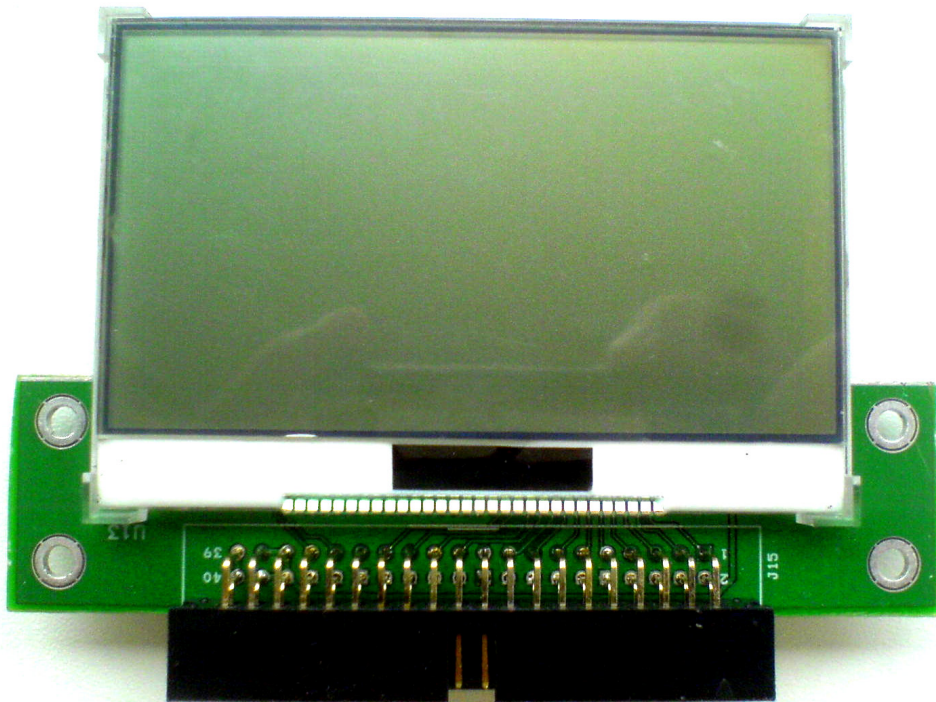
Na níže uvedených obrázcích je vidět osazená deska výkoného jádra
 Obrázek 19 - Výkonné jádro vrchní pohled , Obrázek 20 - Výkonné jádro
 spodní pohled. Deska pro displej Obrázek 21 - Displej vrchní pohled Obrázek
 22 - Displej spodní pohled



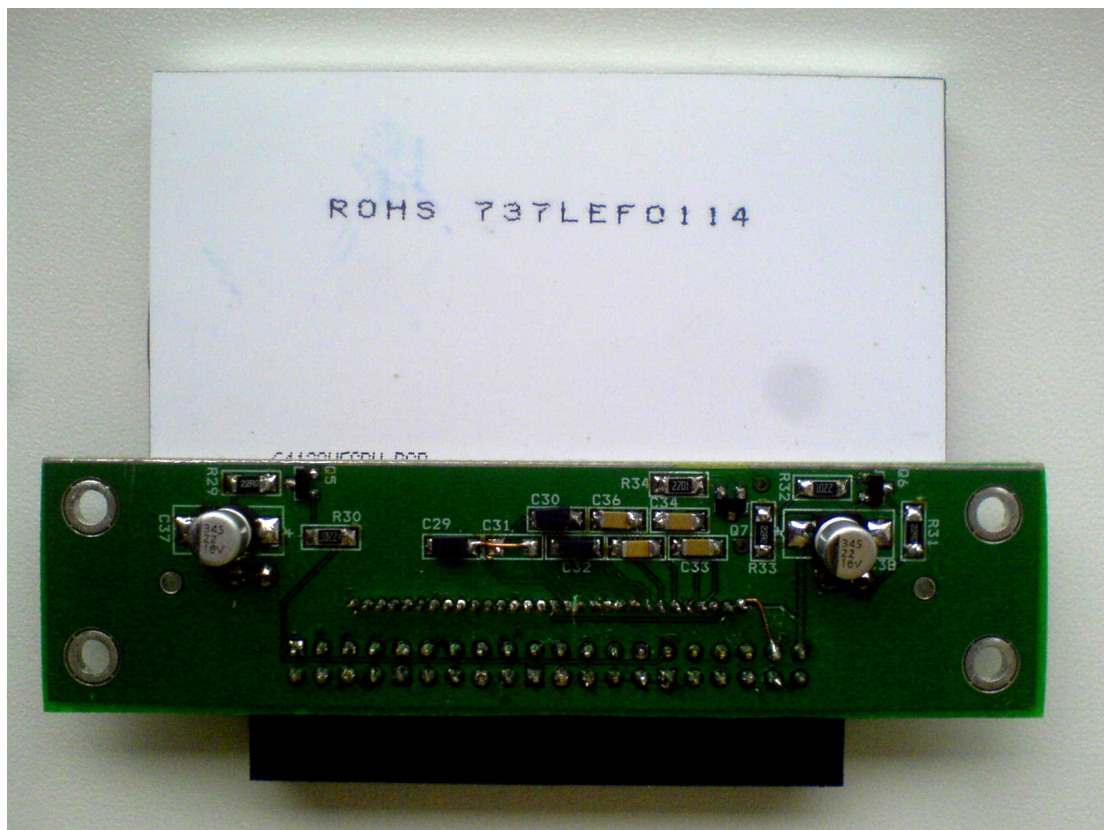
Obrázek 19 - Výkonné jádro vrchní pohled



Obrázek 20 - Výkonné jádro spodní pohled



Obrázek 21 - Displej vrchní pohled



Obrázek 22 - Displej spodní pohled

4. Řešení SW části

4. 1. Programové vybavení mikroprocesoru

Programové vybavení má za úkol pouze vyzkoušet funkčnost jednotlivých zařízení. V mém projektu se tedy jedná pouze o okrajovou činnost, na kterou dále naváže další práce.

4. 1. 1. Vývojové prostředí

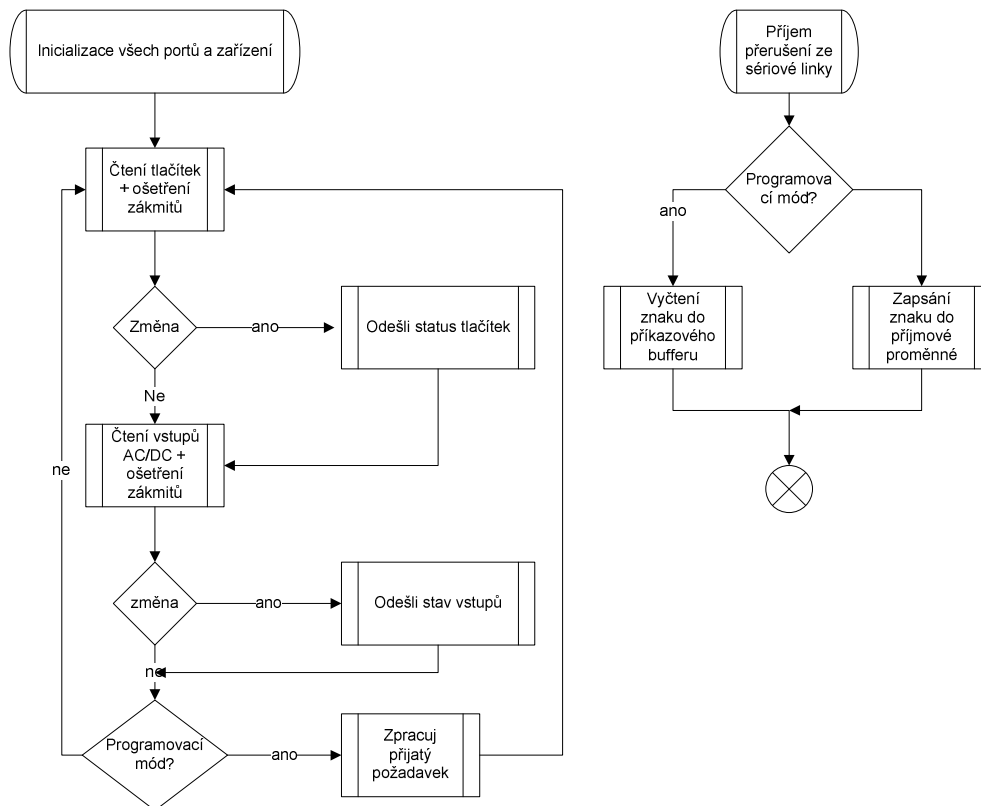
Pro psaní programového vybavení jsem zvolil programovací jazyk C. Programování v assembleru by bylo zbytečně pracné, protože v dnešní době již existují dobré překladače. Pro mikroprocesory typu 2560 byl ještě před necelým rokem problém sehnat vhodný překladač, ale s novou aktualizací WinAVR a AVR Studia 4 byl tento problém odstraněn. Tudiž nám nic nebrání využít tento programovací jazyk.

Jako vývojové prostředí jsem zvolil již zmiňované AVR Studio 4, které je volně stáhnutelné na stránkách výrobce mikroprocesorů [28]. Postačí pouhá registrace. Pro překlad zdrojových kódů je nutné doinstalovat překladač GCC. Nejjednodušším řešením je nainstalovat program WinAVR [29], který automaticky přiřadí překladač jako plug-in do AVR Studia 4. Pro nahrání vygenerovaného hex souboru poslouží software PonyProg, který je taktéž volně dostupný na webu PonyProgu[26].

4. 2. Knihovny pro ovládání zařízení na desce

4. 2. 1. Uniboard

Jedná se o knihovnu, ve které se nachází hlavní program. Ten zajišťuje obsluhu příkazů přijímaných po sériové lince z aplikace a volá všechny obslužné procedury, které ovládají zařízení na desce. Program pro obsluhu zařízení je navržen tak, aby přijímal data z USART1, který je napojen na sériovou linku. Data jsou zasílána tak, že '/' uvozuje procesor do ovládacího režimu a pak následuje jeden znak určující, která část desky se bude ovládat. Jednotlivé ovládací znaky lze jednoduše vyčíst z přiloženého kódu pro obsluhu desky. Pro jednoduchost ovládání jsem vytvořil aplikaci, díky níž uživatel nepotřebuje znát ovládací protokol. Vývojový diagram programu je na Obrázek 23 - Vývojový diagram programového vybavení mikroprocesoru.



Obrázek 23 - Vývojový diagram programového vybavení mikroprocesoru

4. 2. 2. Delay

Tato knihovna obsahuje dvě funkce a to Delay10us(int počet) a Delay1ms(int počet). Jedná se o čekací smyčky o velikosti 10 mikrosekund, respektive 1 milisekundy. Parametr počet značí, kolikrát se provede daná čekací smyčka. Tyto funkce jsou vyladěny na oscilátor 16MHz.

4. 2. 3. Init

Jedná se o knihovnu, ve které jsou procedury pro inicializaci všech pinů procesoru kromě pinů, které využívá displej, ty jsou nastaveny přímo v knihovně display.c v proceduře Display_On().

4. 2. 4. Porty.h

Jedná se o knihovnu, ve které jsou definované všechny názvy pinů a konstanty. Jako je frekvence oscilátoru, rychlost rozhraní I2C (TWI u Atmelu). Přenosové rychlosti sériových rozhraní USART atd.

4. 2. 5. Display

Zde se nacházejí procedury pro práci s displejem.

4. 2. 6. I2C

Obsahuje procedury pro práci s rozhraním I2C. Jsou zde procedury pro práci s EEPROM pamětí a obvodem reálného času – RTC. Jde o inicializaci rozhraní, zápis a čtení dat z definované adresy.

4. 2. 7. UART

Slouží pro obsluhu komunikace probíhající přes libovolnou ze čtyř sériových linek umístěných na desce. UART0 je napojen přes UMS3 převodník na USB konektor, zbylé jsou napojeny na standardní CANON 9 konektory. Pro komunikaci slouží několik funkcí. InitUART0 inicializuje nastavení sériové linky. SendChar pošle znak. SendNumber rozloží číslo na číslice a ty následně odešle. SendString odesílá několik znaků uložených v bufferu. ReceiveUSART čte znaky přijímané ze sériové linky. Každá funkce obsahuje na svém konci číslo od 0 do 3, které určuje sériovou linku, pro kterou je příkaz určen.

4. 3. Aplikace

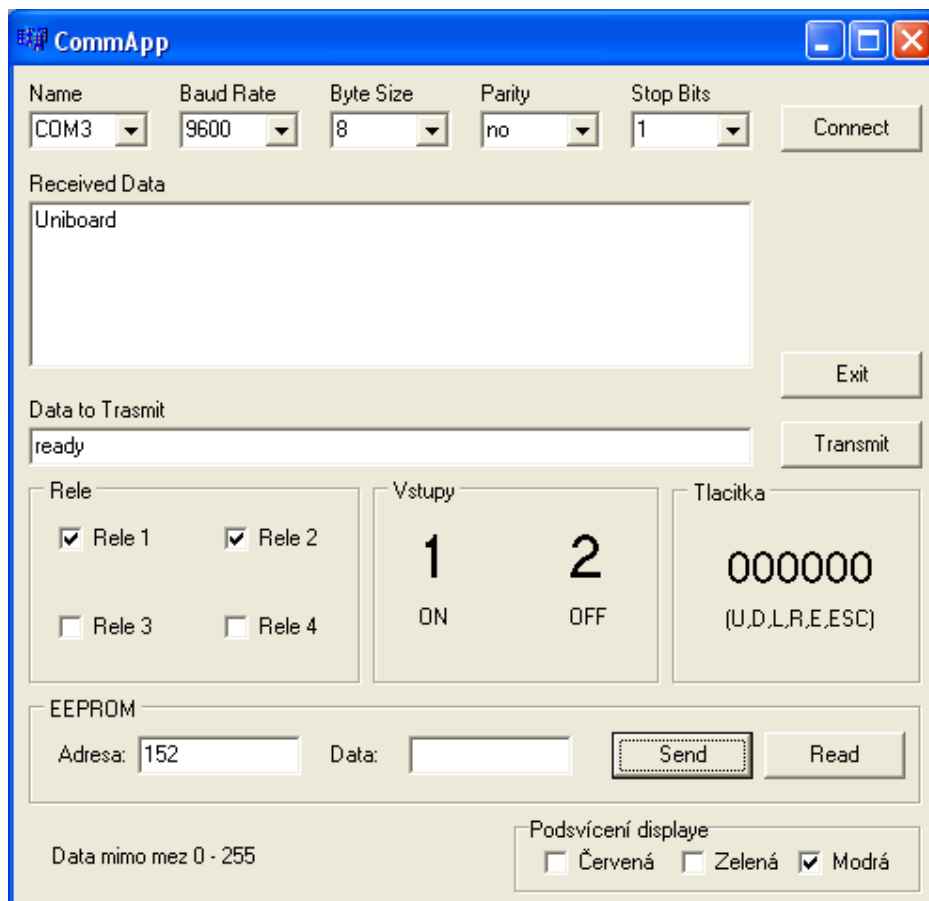
Jako základ aplikace posloužila volně dostupná knihovna pro práci se sériovou linkou [30] v jazyce C++, kterou jsem upravil. Přidal jsem ovládací prvky pro ovládání relé, čtení vstupů, tlačítek, čtení a zápis eeprom. Funkce je následující. Po přijetí zprávy se zavolá procedura, která podle přijatých znaků určí pro jakou část aplikace je zpráva určena. Ta se následně projeví na některé z částí aplikace. Ukázkou aplikace lze vidět na Obrázek 24 - Ovládací aplikace. Při odesílání zprávy aplikace určí znaky, které odešle po sériové lince a to opět podle toho z jaké části byla zpráva odeslána. Aplikace zároveň zajišťuje správnost zadávaných dat a komunikuje s procesorem podle protokolu, který jsem si definoval. Protokol je následující. Pokud se nejedná o ovládací dvojici znaků /n, kde n je celé číslo od 1 do 3, pak se data vypisují do pole Received Data. Funkční znaky pro příjem jsou:

/1 mění vstupy 1 a 2 podle přijaté hodnoty na ON, nebo OFF.

/2 mění informace o sepnutých tlačítkách, kdy 1 znamená sepnuto a 0 rozepnuto. U – UP, D – DOWN, L – LEFT, R – RIGHT, E – ENTER ESC – ESC

/3 vypíše přijatou hodnotu z paměti EEPROM do pole Data.

Funkční znaky pro vysílání z aplikace jsou značně rozsáhlá a jelikož se nejedná o hlavní část práce, nebudu je zde uvádět. Jejich význam lze jednoduše vyčíst ze zdrojových kódů.



Obrázek 24 - Ovládací aplikace

5. Testování

5. 1. Požadavky a výsledky

Ovládání přes PC - OK

Desku jsem připojil k PC a sériové lince UART 1. Zasílal jsem jednotlivé příkazy a zkoumal reakce zařízení. Všechna zařízení reagovala podle očekávání. Příkazy z PC jsem posílal dle mého protokolu ve formátu `\'písmeno\`, přičemž `\'` znamená nastavení procesoru do ovládacího režimu přes sériovou linku a jednotlivé posloupnosti znaků značí požadovanou akci. Procesor lze za předpokladu znalosti protokolu ovládat přímo odesláním znaků nebo pomocí vytvořené aplikace.

Vstup pro PS/2 klávesnici – Otestován měřením na osciloskopu.

Je připraven k použití. Klávesnici jsem připojil k zařízení a proměřil osciloskopem. Jak datový tak hodinový vodič generoval očekávané impulzy ve správných napěťových hladinách a časových intervalech. Příjem dat z klávesnice nebyl realizován z důvodu velké rozsáhlosti kódu.

Vstupy pro tlačítka - OK

Celkem je na desce připravených šest pozic pro osazení tlačítka. Všechna tlačítka jsou plně funkční, což jsem ověřil namapováním tlačítek na relé umístěná na desce i měřením na osciloskopu. Mikroprocesor reagoval na vstupy správně podle očekávání.

Vstup pro 0 - 24 V střídavých a vstup pro 0 – 30 V stejnosměrných - OK

Pro buzení vstupů jsem použil laboratorní zdroj s proměnlivým napětím. U stejnosměrných vstupů jsem naměřil minimální spínací napětí 2,5 V. Pro střídavá napětí jsem neměl vhodný zdroj napájení, čili jsem nemohl vyzkoušet, kdy obvod spíná. Odhadovaná hodnota sepnutí je o něco nižší než u AC, protože vstupní usměrňovač a kondenzátor na vstupu stabilizátoru způsobí zvýšení napětí. Pro měření střídavého napětí jsem použil transformátor 230/24 V, který byl jediným zdrojem střídavého napětí dostupný v laboratoři, ve které jsem měření prováděl. Pro přesnější určení napětí bych musel použít autotransformátor, který bohužel nebyl k dispozici. Dále jsem měřil odebíraný proud při sepnutém obvodu, při napájení 5-ti volty byl odebíraný proud pouze 1,5 mA, což je velmi dobrá hodnota, když uvažujeme, že vstup přímo napájí optický převodník kvůli galvanickému oddělení.

Vstupy 4x RS232 - OK

Funkčnost těchto rozhraní jsem ověřil přeposíláním znaků mezi jednotlivými linkami i pomocí zpětných smyček naprogramovaných do softwaru mikroprocesoru. Testovacím programem byl hyperterminál běžně instalovaný s operačním systémem Windows XP. Po odeslání jednoho znaku mi zobrazil totožný znak v hyperterminálu, který byl pro příjem určený. Vše fungovalo bez problémů.

Výstup pro displej – Neotestován aplikací

Výstup pro displej jsem proměřil pomocí osciloskopu, kdy jsem cyklicky generoval změny signálu na piny procesoru. Všechny porty fungovaly bez problémů. Displej se bohužel nepodařilo rozběhnout. Softwarovou chybu bych z větší části vyloučil, protože po nezdaru jsem kontaktoval člověka, který s tímto displejem již pracoval. Ten mi dodal kódy psané pro procesory PIC, které jsem poupravil pro mnou použitý procesor, ale i tak displej neprovedl počáteční inicializaci. Zároveň jsme se snažili proměřit jednotlivé obvody, které měly sloužit jako zdroj napětí pro displej, ale tam kde mělo být po vynásobení napětí 9 V, jsme naměřili pouze 3 V. Dále jsme se pokusili displej napájet externím zdrojem 9 V, což umožňuje, ale ani po tomto pokusu se nerozběhnul. Přesnou příčinu se nám nepodařilo zjistit. Displej jsem zkoušel napájet jak 3,3 V tak 5 V logikou. Zároveň jsem upravoval zapojení napěťových násobících kondenzátorů tak, aby napájení řadiče bylo v požadovaných mezích, ale výsledek byl v obou případech negativní. Generované průběhy inicializačního podprogramu jsem proměřil pomocí osciloskopu, zda-li odpovídají požadovaným hodnotám. Generovaný průběh byl odpovídající. Možnou příčinou nefunkčnosti displeje je jeho poškození. Ovšem nezaznamenal jsem v průběhu vývoje žádný důvod k jeho poškození. Podsvícení displeje funguje naprosto bez problémů. Stačilo pouze nastavit hodnotu příslušného pinu mikroprocesoru a podsvícení displeje se rozsvítilo.

Programování ISP – OK

Rozhraní fungovalo bez problémů, což jsem ověřil při každém nahrávání programu, když jsem měl připojen programátor PonyProg a odpojen modul UMS3, který jinak ruší komunikaci na sběrnici.

5. 2. Chyby v návrhu a nápady pro zlepšení

V této části bych se chtěl zmínit o chybách v návrhu a o možných řešeních, jak tyto chyby odstranit. Veškerá schémata jsou již uvedena na pravou míru tak, aby správně fungovala. Podklady pro výrobu jsou ještě v původní verzi.

Modul UMS3 – V další verzi by bylo vhodnější pro minimalizaci nevolit modul UMS3, ale použít pouze FTDI chip a obvody k jeho funkci nezbytné, pro zmenšení zabrané plochy a snížení nákladů.

Vstupy AC/DC – U vstupního diodového můstku jsem špatně pojmenoval piny plus a mínus a obvod má tím pádem přehozenou zem a Vcc, to lze odstranit změněním názvu vývodů v layoutu. V mém případě jsem obvod pouze otočil vzhůru nohama a nožičky ohnul dolů, protože na vstupu je obvod symetrický, vše tím pádem funguje bez problémů.

Napájení – Zvýšil bych mezní napětí kondenzátorů na vstupech zdrojů tak, aby šel bezpečně použít i adaptér 24 V a pozměnil zapojení podsvícení displeje tak, aby stačil použít pouze zdroj +5 V, 1 A. 3,3 V zdroj jsem použil kvůli nejisté možnosti komunikovat s displejem přes 5 V logiku a jako další zdroj napětí pro připojená externí zařízení, která toto napájení vyžadují.

Pro větší přehlednost i bez schématu desky bych doporučoval popsat jednotlivé výstupní piny a konektory názvy. Problém by ovšem mohl nastat s nedostatečným místem pro popisek. Osazení desky bych se snažil udělat z obou stran pro minimalizaci rozměrů.

Konektor PS/2 klávesnice je nutné otočit o 180 stupňů tak, aby vedl z desky a ne do desky.

6. Závěr

Desku jsem vytvořil od základů sám. Povedlo se mi navrhnout schéma zapojení tak, že všechny obvody fungují bez problémů. Při návrhu schématu jsem musel čelit nedostupnosti jednotlivých součástek a to hlavně z důvodu nedodávání v kusovém množství. Při tvorbě plošného spoje jsem nejprve musel vytvořit nebo upravit jednotlivá pouzdra použitých součástek. Navrhnout rozmístění součástek na desce tak, aby vyhovovaly pravidlům elektronického návrhu, což znamená odolnost proti elektromagnetickému rušení a vyzařování. Desku jsem musel ručně osadit a oživit. Během oživování jednotlivých částí výrobku jsem čelil problémům s elektronickou funkčností. Díky nekvalitně provedené nepájivé masce plošného spoje realizované výrobcem desky se mi některé vývody součástek nepatrně zkratovaly k rozlité zemi, i když tomu mělo být nepájivou maskou zamezeno. Zároveň jsem si musel poradit s velkým množstvím problémů, které vznikaly s instalací součástek kvůli použití velmi malých integrovaných obvodů a také značnému množství použitých součástek, kterých je úctyhodných 133 kusů. Nakonec se mi podařily všechny problémy s instalací součástek odladit. Všechny požadované obvody na desce jsem oživil, proměřil a potvrdil tím jejich funkčnost. Pro naprogramování vyhotovené desky jsem si musel navrhnout schéma a vyrobit vlastní programátor. Ten byl založený na bázi programátoru PonyProg. Za jeho pomoci se mi povedlo nahrát obslužné knihovny, které jsem nejprve musel vytvořit podle specifikace jednotlivých obvodů. Díky nim lze ovládat zařízení na desce. Programátorovi pouze postačí zavolat podprogram pro požadovanou funkci, kterou chce vykonat, a podprogram celou operaci provede bez nutnosti detailní znalosti obvodu. Povedl se mi vytvořit funkční komunikační protokol pro obsluhu zařízení pomocí sériové komunikace, díky kterému lze zařízení ovládat zasíláním příslušných příkazů po sériové lince. Nad tímto protokolem jsem vytvořil aplikaci, pomocí které obsluha zařízení obslouží přípravek pouze jednoduchým klikáním. Aplikace zároveň zajišťuje kontrolu správnosti vstupních dat a čte jednotlivé vstupní informace zasílané deskou. Máme tedy k dispozici funkční zařízení, které splnilo požadavky uvedené v zadání diplomové práce.

7. Přílohy

Seznam Zkratek

DPS – deska plošného spoje

VJ – Výkonná jednotka. Zařízení, kde jsou všechny periferie a výkonné části.

SS – stejnosměrný

STR – střídavý

PS/2 – konektor MINI DIN6, dříve hojně rozšířen pro připojování klávesnic a myši

AC – analogový signál

DC – digitální signál

FTDI – název firmy vyrábějící převodník USB – RS232

PonyProg – freeware určený pro programování mikroprocesorů

NO – normally open, kontakt relé v počátečním stavu vede proud

NC - normally close, kontakt relé v počátečním stavu nevede proud

TWI – „2 – wire interface“ - označení výrobce Atmel pro jeho upravené rozhraní I2C

I2C – dvou vodičové rozhraní sběrnicového typu

SPI – Serial to Peripheral Interface - sběrnice používaná pro programování mikroprocesoru, ale i pro komunikaci s jinými zařízeními

ISP – In-System programming. Metoda, pomocí které se programují mikroprocesory.

Nepájivá maska – Plocha izolačního laku na plošném spoji, kterou jsou potaženy části desky, kde chceme zamezit pájení.

Seznam použitých součástek

Názvy součástek jsou použity z katalogu GME uvedeného na internetových stránkách <http://www.gme.cz>

Výkonné jádro		Výkonné jádro		Výkonné jádro		Displej	
Název	Hodnota	Název	Hodnota	Název	Hodnota	Název	Hodnota
C1	100nF	D12	LED	R6	4.7k	C29	100n
C2	100nF	D13	LED	R7	0R	C30	4.7u
C3	100nF	D14	1N5819	R8	0R	C32	4.7u
C4	100nF	DOWN	P-B1720A1	R9	0R	C33	1u
C5	10uF	DS1	BZV55C27SMD2	R10	1.8k	C34	1u
C6	1u	DS2	BZV55C27SMD2	R11	47k	C35	1u
C7	1u	ENTER	P-B1720A1	UP	P-B1720A1	C36	1u
C8	15pF	ESC	P-B1720A1	R14	39k	C37	E22M/6.3VM1
C9	15pF	J1	lámací lišta 2x	Y1	16MHz	C38	E22M/6.3VM1
C10	1u	J2	lámací lišta 2x	R17	39k	J15	IDE40
C11	1u	J4	lámací lišta 2x	R18	47k	Q5	BC817-16L
C12	220u/10V	J5	napájecí konektor	R20	39k	Q6	BC817-16L
C13	1uF	J6	CANON9	R21	220	Q7	BC817-16L
C15	1uF	J7	IDE40	R22	220	R29	22R
C16	1uF	J8	CANON9	R24	39k	R30	2.2k
C17	1uF	J9	CON12	R25	240	R31	22R
C18	1uF	J10	CANON9	R26	240	R32	2.2k
C19	1uF	J11	CON7	R27	240	R33	22R
C21	22u	J12	CON5	R28	240	R34	2.2k
C22	220u	J13	USB-B	R35	47k	U13	LCD_Displaytech 64128H
C23	22u	J14	IDE40	RES	SW KEY-SPST		
C24	220u	JS1	ps/2	RIGHT	P-B1720A1		
C25	1uF	L1	330u	U1	TS2950		
C26	1uF	L2	330u	U2	ATmega2560		
C27	1uF	LEFT	P-B1720A1	U3	24LC256		
C28	1uF	LS1	HF8A-1CH-5DE	U4	RTC8564JE SMD		
C39	100n	LS2	HF8A-1CH-5DE	U5	HCPL2731		
C40	100uF	LS3	HF8A-1CH-5DE	U6	TS2950		
C41	E22M/16VM1	LS4	HF8A-1CH-5DE	U8	MAX232D		
C42	E22M/16VM1	LM2574N	3.3V	U11	MAX232D		
D1	B250S	LM2574H	5.0V	U12	UMS3		
D2	1N5819	BAT1	B-CR2032L				
D3	B250S	Q1	BC817-16L				
D4	1N5819	Q2	BC817-16L				
D5	1N5819	Q3	BC817-16L				
D6	1N5819	Q4	BC817-16L				
D7	1N5819	R1	0R				
D8	1N5819	R2	0R				
D9	1N5819	R3	0R				
D10	1N5819	R4	4.7k				
D11	1N5819	R5	1.8k				

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Základní blokové schéma	11
Obrázek 2 - Blokové schéma zapojení.....	13
Obrázek 3 - Zapojení PS/2 klávesnice.....	21
Obrázek 4 - Mikroprocesor a mini klávesnice.....	21
Obrázek 5 - Resetovací obvod.....	22
Obrázek 6 - Napájení LM2574	23
Obrázek 7 - Obvod hodin	24
Obrázek 8 - Detekce napětí 2x AC/DC	25
Obrázek 9 - Obvod RS232 - USB.....	26
Obrázek 10 - Sériové linky RS232	27
Obrázek 11 - Napájení podsvícení displeje	28
Obrázek 12 - Schéma zapojení desky pro displej	28
Obrázek 13 - Výstupní silový spínač.....	29
Obrázek 14 - PonyProg zjednodušení	30
Obrázek 15 - PonyProg programátor	31
Obrázek 16 - Realizace Programátoru PonyProg.....	32
Obrázek 17 - Vrchní vrstva plošného spoje - TOP.....	33
Obrázek 18 - Spodní vrstva plošného spoje - BOT.....	34
Obrázek 19 - Výkonné jádro vrchní pohled	35
Obrázek 20 - Výkonné jádro spodní pohled.....	35
Obrázek 21 - Displej vrchní pohled	36
Obrázek 22 - Displej spodní pohled.....	36
Obrázek 23 - Vývojový diagram programového vybavení mikroprocesoru.....	38
Obrázek 24 - Ovládací aplikace	40

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Procesory ATmega (tabulka použita z datasheetu firmy ATMEL)	14
Tabulka 2 - Propočet spotřeby zdrojů	17
Tabulka 3 - Význam tlačítek mini klávesnice.....	17
Tabulka 4 - Zapojení Pinů SPI na CANON 9	31

Literatura

- [1] Záhlava, V.: *OrCAD pro Windows*. Praha: Grada Publishing. 1999
- [2] Záhlava, V.: *Metodika návrhu plošných spojů*. Skripta ČVUT, Praha 2000
- [3] Kvetakov - Základová deska MB-ATmega16/32
<http://www.kvetakov.net/clanky/eshop/63-Vyvojova-DPS-ATMEGA16.html>
- [4] Ocean Controls – informace o USB - Experimental Interface Kit
http://www.oceancontrols.com.au/data_acquisition/usb_8055.htm
- [5] PonyProg – zapojení programátoru PonyProg
<http://www.smrz.chrudim.cz/deska/> ,
<http://www.lancos.com/siprogsch.html>
- [6] Scienceprog – informace o zapojení PS/2 klávesnice
<http://www.scienceprog.com/interfacing-pc-keyboard-to-avr-microcontroller/>
- [7] Alldatasheet – Vyhledávač data sheetů
www.alldatasheet.com
- [8] HW server – informace o Modulu CP2101
<http://rs232.hw.cz/#CP2101>
- [9] FTDI – informace o ovladačích
<http://www.ftdichip.com/Projects/CodeExamples/C++Builder.htm>
- [10] Asix – informace k UMS3 modulu
http://asix.cz/a6_ums3.htm
- [11] Atmel – Data sheet k procesorům ATmega640V/1280V/1281V/2560V/2561V
http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2549.pdf
- [12] Displaytech – data sheet k displeji

<http://www.displaytech.com.hk/pdf/graphic/64128h-rgb%20series-v11.pdf>

- [13] Displaytech - Řadič displeje od výrobce Samsung
http://www.displaytech.com.hk/pdf/application/Graphic%20Module/Samsung/6B0724_V09.pdf
- [14] Ing. Roman Nesvadba, Zařízení pro ovládání objektivu U-D6REM a fluorescence BX-RFA, Diplomová práce ČVUT Praha, leden 2008
- [15] Obvod reálného času 8564JE ,www.alldatasheet.com
<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/82136/ETC/RTC-8564JE.html>
- [16] Obvod reálného času 8593 , www.alldatasheet.com
<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/18223/PHILIPS/PCF8593.html>
- [17] Ultra low drop stabilizátor napětí 3,3 V,
www.alldatasheet.com
<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/123860/TSC/TS2951CS-3.3.html>
- [18] Agilent data sheet pro optočlen
<http://literature.agilent.com/litweb/pdf/5988-4109EN.pdf>
- [19] Optočlen HCPL2731, www.alldatasheet.com
<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/64630/HP/HCPL2731.html>
- [20] Maxim, nábojová pumpa pro sériovou komunikaci RS232.
<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/73112/MAXIM/MAX232D.html>
- [21] Relé, www.alldatasheet.com
<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/143200/ETC/HF8.html>
- [22] Bipolární tranzistor, www.alldatasheet.com
<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/135317/LRC/LBC817-16LT1.html>
- [23] National Semiconductor spínaný zdroj,
<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/8732/NSC/LM2574.html>

- [24] Microchip sériová EEPROM paměť, www.alldatasheet.com
<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/194692/MICROCHIP/24LC256.html>
- [25] Graetzův můstek, www.alldatasheet.com
<http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/126945/SEMIKRON/B250S.html>
- [26] PonyProg schéma
<http://www.lancos.com/siprogsch.html>
- [27] JS Homepage – zkušební deska
<http://www.smrz.chrudim.cz/deska/>
- [28] Atmel – AVR studio 4
http://www.atmel.com/dyn/products/tools_card.asp?family_id=607&family_name=AVR%AE+8%2DBit+RISC+&tool_id=2725
- [29] WinAVR – stáhnutí instalačního souboru
http://sourceforge.net/project/showfiles.php?group_id=68108
- [30] Knihovna pro obsluhu sériové linky
<http://cc.codegear.com/Item/20172>
- [31] Vývojový software pro C++
<http://www.codegear.com/>

Obsah příloženého CD

Aplikace – Obsahuje projekt v CodeGear studiu pro Aplikaci.

DataSheety – Obsahuje Data sheety zkoumaných součástek

Deska_materialy – obsahuje data využitá při tvorbě desky

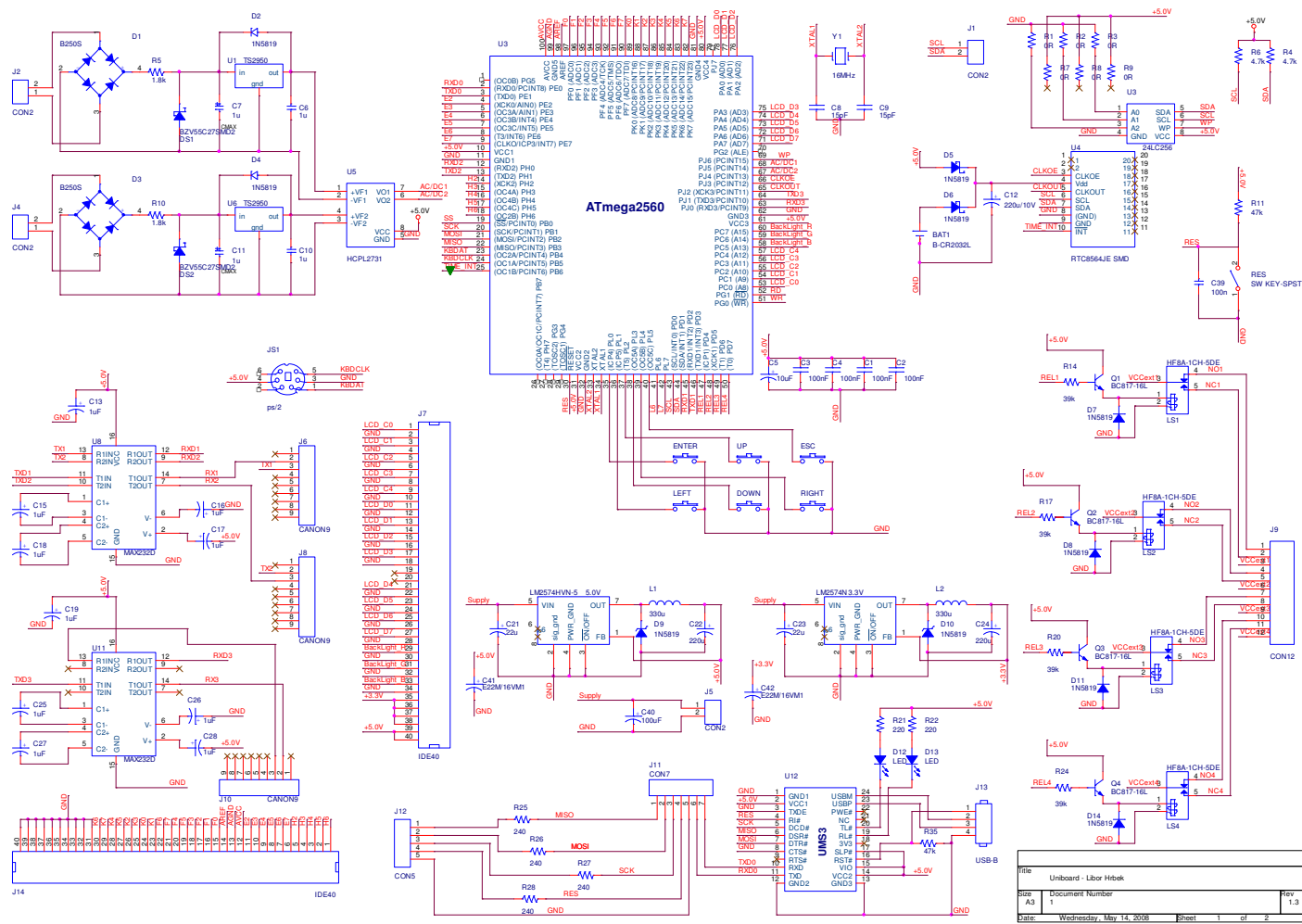
Drivers – Obsahuje ovladače k FTDI modulu

Orcad_lib – Obsahuje knihovny použité při tvorbě desky

Schéma_verze – Obsahuje průběžné návrhy zapojení

Text – Obsahuje finální text diplomové práce

Kompletní schéma – výpočetní jádro



Title		
Unboard - Libor Hlebek		
Size	Document Number	Rev
A3	1	1.3
Date:	Wednesday, May 14, 2008	Sheet
		1 of 2

Kompletní schéma – Displej

