

**Střední Škola, Centrum odborné přípravy,
Budějovická 421 Sezimovo Ústí**

Maturitní projekt

MP3 Přehrávač



Autoři: Lukáš Karas, Jan Kubeček
Třída: ET4A
Školní rok: 2005/2006

Vedoucí učitel: Ing. Vladimír Čebiš

Obsah

Zadání závěrečné práce.....	3
Zadání závěrečné práce.....	5
1. Prohlášení 1. autora.....	7
2. Prohlášení 2. autora.....	8
3. Rozdělení práce.....	9
4. Úvod.....	9
5. Teoretický rozbor úlohy.....	9
6. Dostupná řešení.....	10
7. Výběr MP3 dekodéru.....	10
8. Obvodové řešení.....	10
8.1 Zdroje napětí.....	12
8.1.1 Zdroje pro disk a procesor (12V a 5V).....	12
8.1.2 Zdroj pro MP3 dekodér (3,3V).....	13
8.2 Zapojení MP3 dekodéru.....	14
8.3 Zapojení mikroprocesoru PIC a ATA sběrnice.....	15
8.4 Kompletní zapojení.....	16
8.5 Deska plošných spojů.....	17
8.5.1 Pohled ze strany součástek.....	17
8.5.2 Pohled ze strany spojů.....	18
8.5.3 Osazovací plán.....	19
9. Program.....	20
9.1 Využití paměti dat.....	20
9.2 Rozložení paměti programu.....	21
9.3 Komunikace s diskem.....	21
9.4 Plugin dekodéru vs1001k.....	21
9.5 Hlavní programová smyčka.....	22
10. Komunikační protokol.....	24
11. Návod na stavbu.....	25
11.1 První kroky.....	25
11.2 Osazení zdrojů.....	25
11.3 Ostatní součástky.....	25
11.4 Procesor PIC.....	25
11.5 MP3 dekodér.....	26
12. Řídící část.....	27
12.1 Umístění ovládacích prvků	27
12.2 Začínáme.....	27
12.3 Přehrávání.....	28
12.4 Menu.....	29
12.4.1 Podsvícení LCD	29
12.4.2 Podsvícení tlačítek.....	29
12.4.4 Basy.....	29
12.4.5 Vypnutí HDD.....	30
12.4.6 Ekvalizér.....	30
12.4.7 Repeat.....	30
12.5 Funkce tlačítek.....	31
12.6 Zapojení LCD displeje	32

12.7 Osazovací plán.....	33
12.7.1 Pohled ze strany spojů.....	33
12.7.2 Pohled ze strany součástek.....	33
12.7.3 Osazovací plán.....	34
12.8 Popis LCD displeje.....	35
12.8.1 Osazení konektoru displeje.....	35
12.8.2 Tabulka znaků.....	35
12.8.3 Tabulka instrukcí pro znakové displeje s řadičem HD 44780.....	36
13. Závěr.....	37
14. Přílohy.....	37
15. Použitá literatura.....	38

Schvaluji:

ZADÁNÍ ZÁVĚREČNÉ PRÁCE
(ŽÁKOVSKÉHO PROJEKTU)

1. Číslo zadání	2. Název a charakter práce Přehrávač MP3	
3. Zadavatel a konzultant Ing. Vladimír ČEBIŠ	4. Vedoucí závěrečné práce (projektu) Ing. Vladimír ČEBIŠ	
5. Řešitel (jméno, příjmení, třída, rodné číslo) Lukáš KARAS, ET4A, XXXXXX/XXXX		
6. Charakteristika zadávané práce - projektu (definice problému, cíl a očekávané výsledky řešení, definice výchozích a omezujících podmínek, vstupní podklady pro řešení, uzlové body realizace) Realizovat přehrávač hudebních souborů ve formátu MP3. Zařízení musí splňovat následující požadavky: 1. Soubory jsou uloženy na harddisku PC 2. Správa souborů (ukládání, mazání, editace) se provádí pod OS Windows 3. Dekódování souborů realizuje integrovaný dekodér mimo PC 4. Čtení souborů a řízení dekodéru realizuje jednočipový mikropočítač PIC 5. Zařízení je ovládáno pomocí sériové linky RS232 Úkoly : 1. Provést teoretický rozbor úlohy 2. Analyzovat dostupná řešení a informační zdroje 3. Zjistit výrobce a prodejce dekodovacích obvodů MP3 4. Navrhnout obvodové řešení 5. Ověřit funkčnost řešení na vývojové desce 6. Navrhnout a odladit program pro řídicí mikropočítač PIC 7. Navrhnout a ověřit komunikační protokol RS232 pro ovládání zařízení 8. Navrhnout a realizovat DPS 9. Postavit funkční vzorek 10. Vytvořit návod pro použití včetně detailního popisu protokolu RS232 11. Vytvořit výrobní dokumentaci umožňující opakovanou výrobu zařízení		
7. Požadovaný termín odevzdání 30.3.2006	8. Předpokládaný termín obhajoby Při ústní maturitní zkoušce	9. Další formy vyhodnocení V rámci PMS a Praxe

(Při nedostatku místa pokračovat na volných listech)

11. Požaduje se předložit

1. Funkční finální výrobek
2. Funkční program pro PIC s komentovaným výpisem.
3. Úplnou dokumentaci pro výrobu.
4. Předvést činnost zařízení

12. Materiální zajištění (předpokládané náklady a podíl úhrady)

K řešení úlohy použít vybavení a prostředků laboratoře mikroprocesorové techniky C106. Potřebné součástky řešit nákupem ve spolupráci s vedoucím práce. Předpokládané náklady 3000,- Kč.

13. Zpracoval

Ing. Vladimír ČEBIŠ

Datum 10.11.2005 Podpis

14. Zadání převzal

Lukáš KARAS

Datum 20.11.2005 Podpis

Schvaluji:

ZADÁNÍ ZÁVĚREČNÉ PRÁCE
(ŽÁKOVSKÉHO PROJEKTU)

1. Číslo zadání	2. Název a charakter práce Ovládač pro přehrávač MP3	
3. Zadavatel a konzultant Ing. Vladimír ČEBIŠ	4. Vedoucí závěrečné práce (projektu) Ing. Vladimír ČEBIŠ	
5. Řešitel (jméno, příjmení, třída, rodné číslo) Jan KUBEČEK, ET4A, XXXXXX/XXXX		
6. Charakteristika zadávané práce - projektu (definice problému, cíl a očekávané výsledky řešení, definice výchozích a omezujících podmínek, vstupní podklady pro řešení, uzlové body realizace) Realizovat ovládací zařízení pro přehrávač MP3 pomocí sériové linky RS232. Zařízení musí splňovat následující požadavky: 1. Indikace pomocí LCD panelu 2. Podpora protokolu autora MP3 přehrávače Lukáše Karase. 3. Optimální využití možností přehrávače MP3 4. Uživatelsky přívětivé prostředí 5. Řídící mikropočítač PIC Úkoly : 1. Provést teoretický rozbor úlohy. 2. Analyzovat dostupná řešení a informační zdroje 3. Navrhnout obvodové řešení. 4. Ověřit funkčnost řešení na vývojové desce. 5. Navrhnout a realizovat program pro PIC 6. Navrhnout a realizovat DPS 7. Postavit funkční vzorek 8. Vytvořit návod pro použití. 9. Vytvořit výrobní dokumentaci umožňující opakovanou výrobu zařízení		
7. Požadovaný termín odevzdání 30.3.2006	8. Předpokládaný termín obhajoby Při ústní maturitní zkoušce	9. Další formy vyhodnocení V rámci PMS a Praxe

(Při nedostatku místa pokračovat na volných listech)

11. Požaduje se předložit

1. Funkční finální výrobek
2. Funkční program pro PIC s komentovaným výpisem.
3. Úplnou dokumentaci pro výrobu.
4. Předvést funkčnost zařízení

12. Materiální zajištění (předpokládané náklady a podíl úhrady)

K řešení úlohy použít vybavení a prostředků laboratoře mikroprocesorové techniky C106. Potřebné součástky řešit nákupem ve spolupráci s vedoucím práce. Předpokládané náklady 1000,- Kč.

13. Zpracoval

Ing. Vladimír ČEBIŠ

Datum 10.11.2005 Podpis

14. Zadání převzal

Jan KUBEČEK

Datum 20.11.2005 Podpis

1. Prohlášení 1. autora

Prohlašuji tímto, že jsem maturitní projekt vypracoval samostatně pod vedením Ing. Vladimíra Čebíše a uvedl jsem veškerou použitou literaturu a další informační zdroje včetně internetu.

V Sezimově Ústí dne 31.3.2006

.....
Lukáš Karas

2. Prohlášení 2. autora

Prohlašuji tímto, že jsem maturitní projekt vypracoval samostatně pod vedením Ing. Vladimíra Čebíše a uvedl jsem veškerou použitou literaturu a další informační zdroje včetně internetu.

V Sezimově Ústí dne 31.3.2006

.....
Jan Kubeček

3. Rozdělení práce

Projekt MP3 přehrávače vypracovali společně Lukáš Karas a Jan Kubeček. Práci si rozdělili následovně:

- tvorba hardwaru:
 - Lukáš Karas: výkonná část s mp3 dekodérem a PIC 16F877A.
 - Jan Kubeček: řídicí část s LCD displejem a PIC 16F877A
- tvorba softwaru pro PIC
 - Lukáš Karas: kompletní software pro výkonnou část a software pro řídicí část řešící procházení složkami
 - Jan Kubeček: software pro řídicí část s LCD displejem
- software pro PC
 - Jan Kubeček: ovládání výkonné části pomocí RS232
 - Lukáš Karas: vývojový program pro komunikaci po RS232
- dokumentace:
 - společná část: kapitoly 1-6
 - Lukáš Karas: kapitoly 7-11; 13-14
 - Jan Kubeček: kapitoly 12

4. Úvod

Formát MP3 vznikl v polovině 90. let 20. století. Umožňuje komprimovat hudební soubory až v poměru 1:10 bez slyšitelné ztráty kvality oproti audio CD. I když dnes již existují výkonnější formáty, jako například WMA nebo OGG, je formát MP3 mezi uživateli stále velmi rozšířený. Na trhu s elektronikou je mnoho MP3 přehrávačů využívajících jako úložiště dat datová CD, paměťové karty, flash paměti, nebo pevné disky. Kromě posledně jmenovaných mají tyto přehrávače většinou paměť menší než 1GB. Do takové paměti se vejde pouze zlomek sbírky MP3 obvyčejného uživatele. Výjimku představují přehrávače s pevným diskem, které mívají velikost paměti řádově v desítkách GB. Tyto přehrávače jsou ale značně nákladné. Proto jsme se rozhodli v rámci maturitního projektu vyvinout vlastní stolní MP3 přehrávač s pevným diskem a pokusit se o dosažení co nejmenších nákladů.

5. Teoretický rozbor úlohy

Formát MP3 je značně složitý na to, aby jej bylo možné dekodovat pomocí mikroprocesoru PIC šestnáctkové řady. Proto je potřeba k jeho dekodování použít specializovaný obvod.

Pro komunikaci s pevnými disky je definováno několik standardů jako je SATA, SCSI, PATA... Pro komunikaci mikroprocesoru s diskem je pro svoji jednoduchost nejvhodnější standard PATA (nazývaný též jen jako ATA). Jeho nevýhodou je nutnost připojení minimálně pomocí 24 vodičů. Velkou výhodou je rozšířenost tohoto protokolu a relativní dostupnost dokumentace (pouze v anglickém jazyce).

K zobrazování informací je vzhledem k jejich množství nejvhodnější LCD displej.

Nedostatek vstupně výstupních vývodů lze řešit sdílením některé sběrnice (např. datové sběrnice disku a LCD), nebo postavením dvouprocesorové konstrukce, kde by oba procesory komunikovaly např. Pomocí obvodu USART. V případě dvouprocesorové konstrukce je nutné navrhnout komunikační protokol.

6. Dostupná řešení

Na internetu jsem našel mnoho amatérských zapojení MP3 přehrávačů různých stupňů složitosti. Od těch, které používají jako zdroj dat paměťové karty a nezobrazují žádné informace, až po ty, které mají grafický displej a jsou připojitelné přes USB.

Téměř ke každé konstrukci je k dispozici schéma zapojení a zdrojový program. Pokud ale už některá konstrukce používá jako zdroj dat pevný disk a je řízena mikropočítačem PIC, zdrojový program je minimálně komentovaný, což ztěžuje jeho úpravy.

Ze zmíněného důvodu tento projekt na žádný z již existujících nenavazuje a svou koncepcí je originální (modulové složení skládající se z výkonné a řídicí části).

7. Výběr MP3 dekodéru

Na trhu je k dispozici pouze několik typů MP3 dekodérů, z nichž jsou nejpoužívanější tyto:

- **Micronas MAS3507** – potřebuje externí D/A převodník a spoustu dalších součástek. Používal se ve starších konstrukcích.
- **STMicroelectronics STA013** – také tento dekodér potřebuje externí D/A převodník, navíc se musí složitě inicializovat.
- **VLSI VS10XX** – Jednoduché zapojení, má integrovaný D/A převodník a při použití základní frekvence krystalu se nemusí vůbec inicializovat.

Pro jeho výhody jsem do svého zapojení vybral dekodér VS1001k od finské firmy Vlsi. V ČR je možné tento obvod v kusovém množství zakoupit na dobírku od firmy Snail Instruments (<http://www.snailinstruments.com/cze/>) přibližně za 650Kč (v ceně je započítán i licenční poplatek za používání formátu MP3).

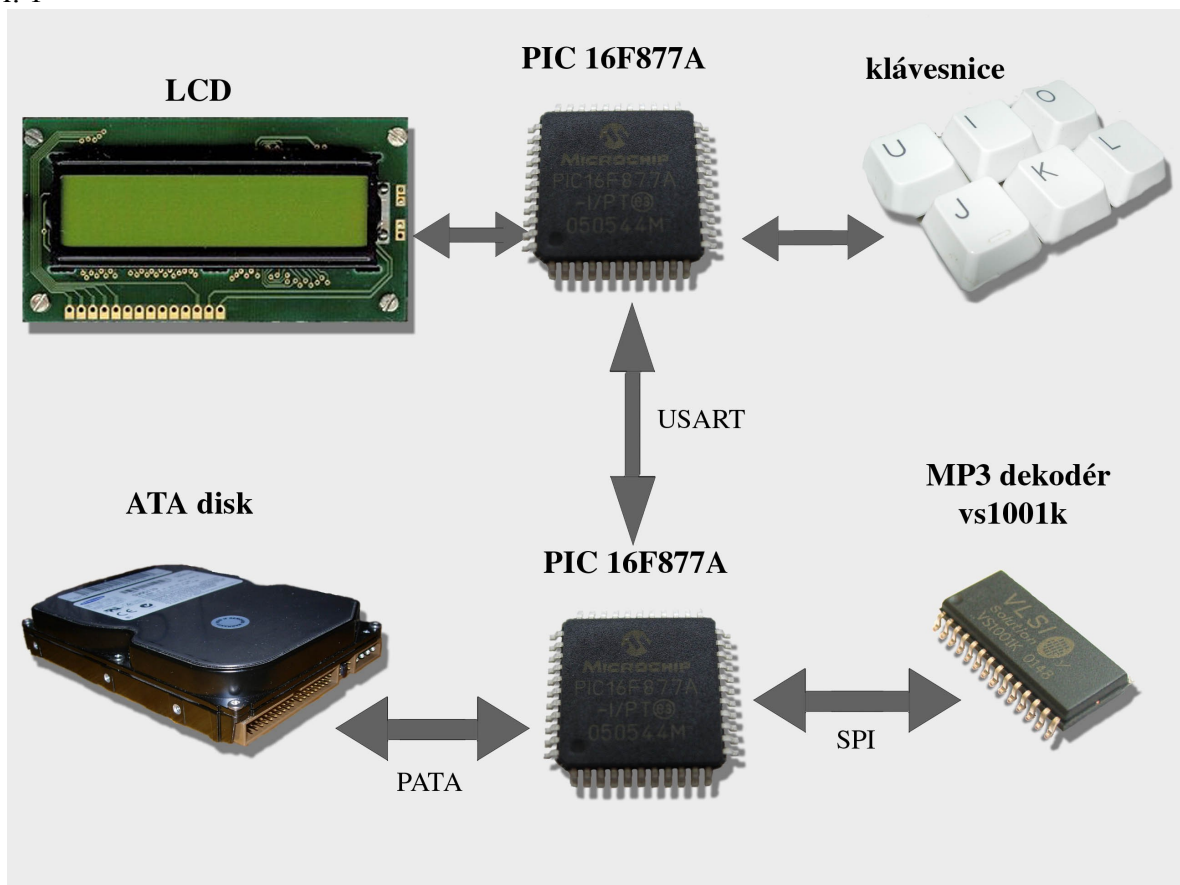
8. Obvodové řešení

Z důvodu nedostatku vývodů a lepší modifikovatelnosti je celý přehrávač koncipován jako modulový se dvěma mikroprocesory. Oba mikroprocesory spolu komunikují speciálním protokolem pomocí obvodu USART. První mikroprocesor zobrazuje informace na LCD displej a hlídá stavy klávesnice, kterou je celé zařízení ovládáno. Tuto část přehrávače řešil jako maturitní projekt Jan Kubeček. Jeho část jsme pracovně nazvali řídicí. Druhý mikroprocesor pracuje s tabulkou FAT 32 na pevném disku, čte z něj MP3 soubory a po SPI sběrnici je posílá dekodéru. Tuto část jsme pracovně nazvali výkonnou.

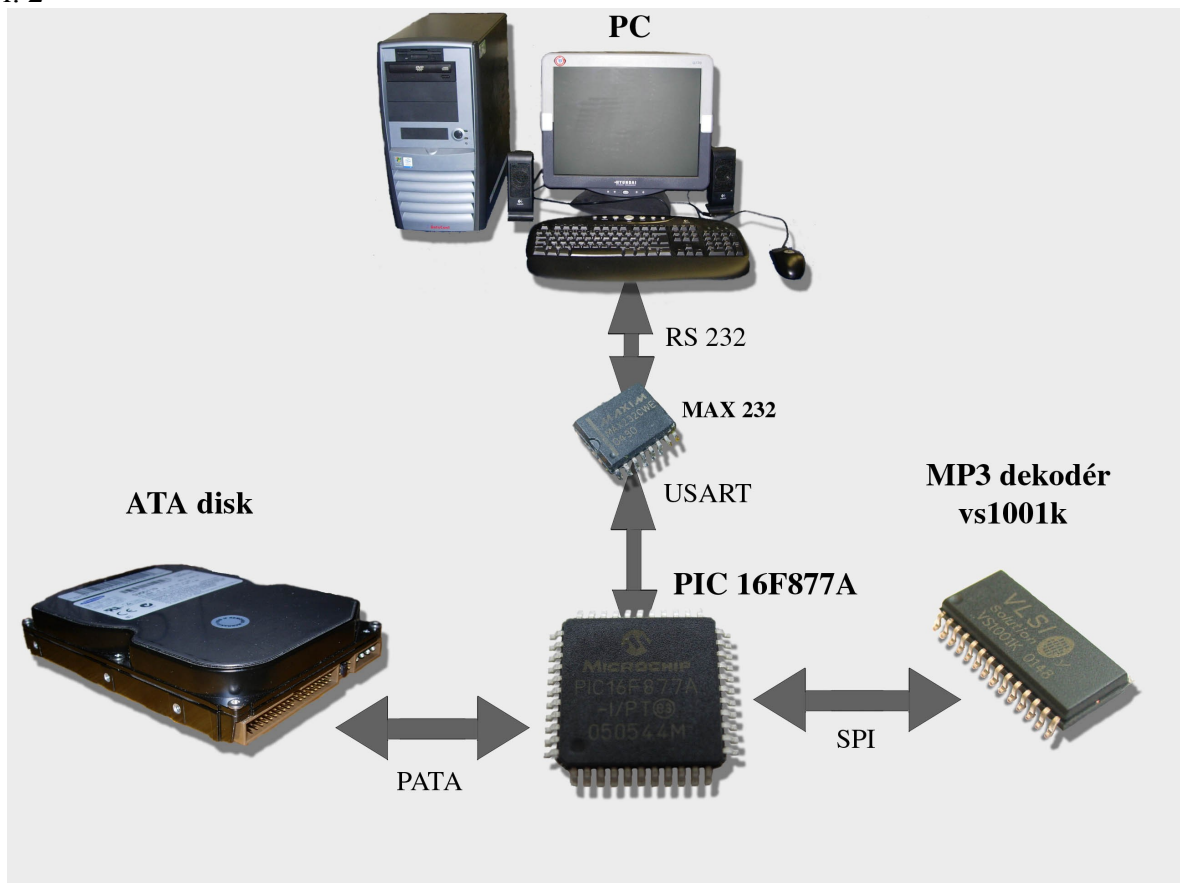
Kapitoly 8-11 se zabývají výkonnou částí přehrávače, kapitola 12 řídicí částí přehrávače.

Modulové řešení umožňuje řídit výkonnou část přehrávače jak pomocí řídicího mikroprocesoru, jak je vidět na obr. 1, nebo pomocí počítače, jak je vidět na obr. 2.

obr. 1



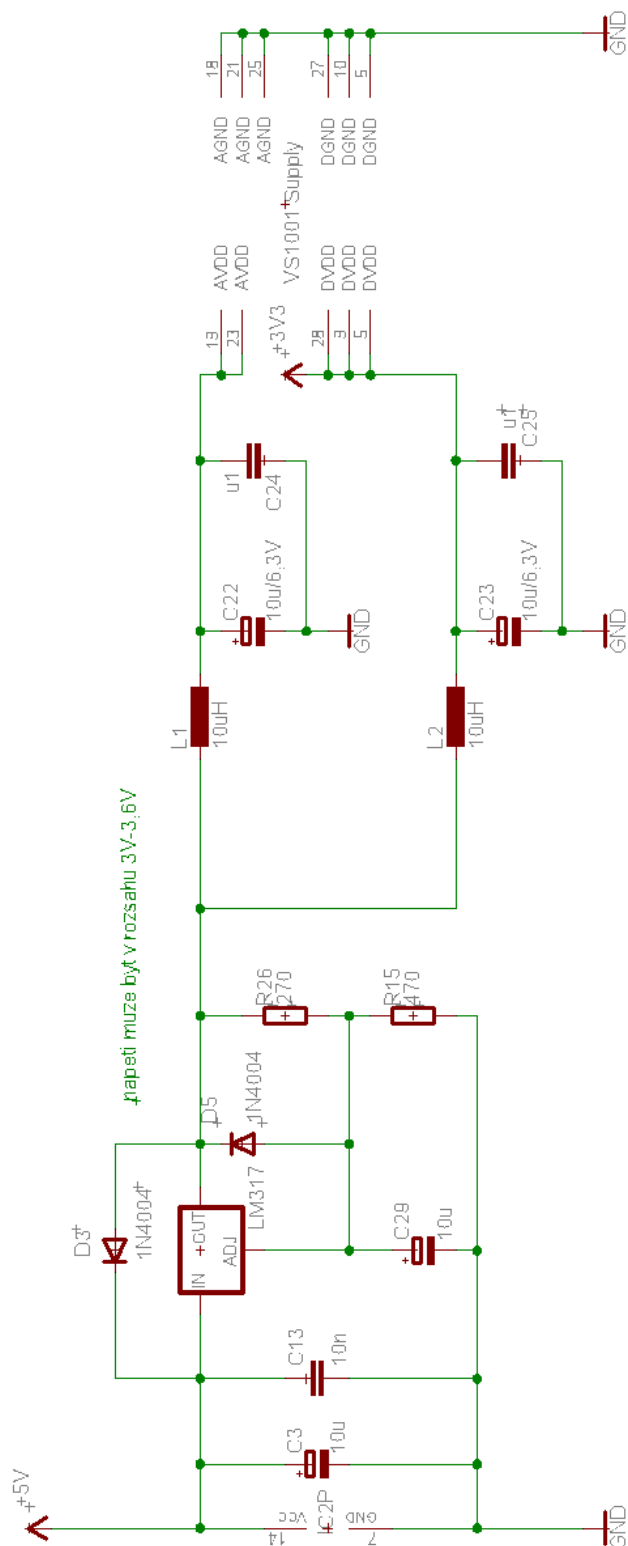
obr. 2



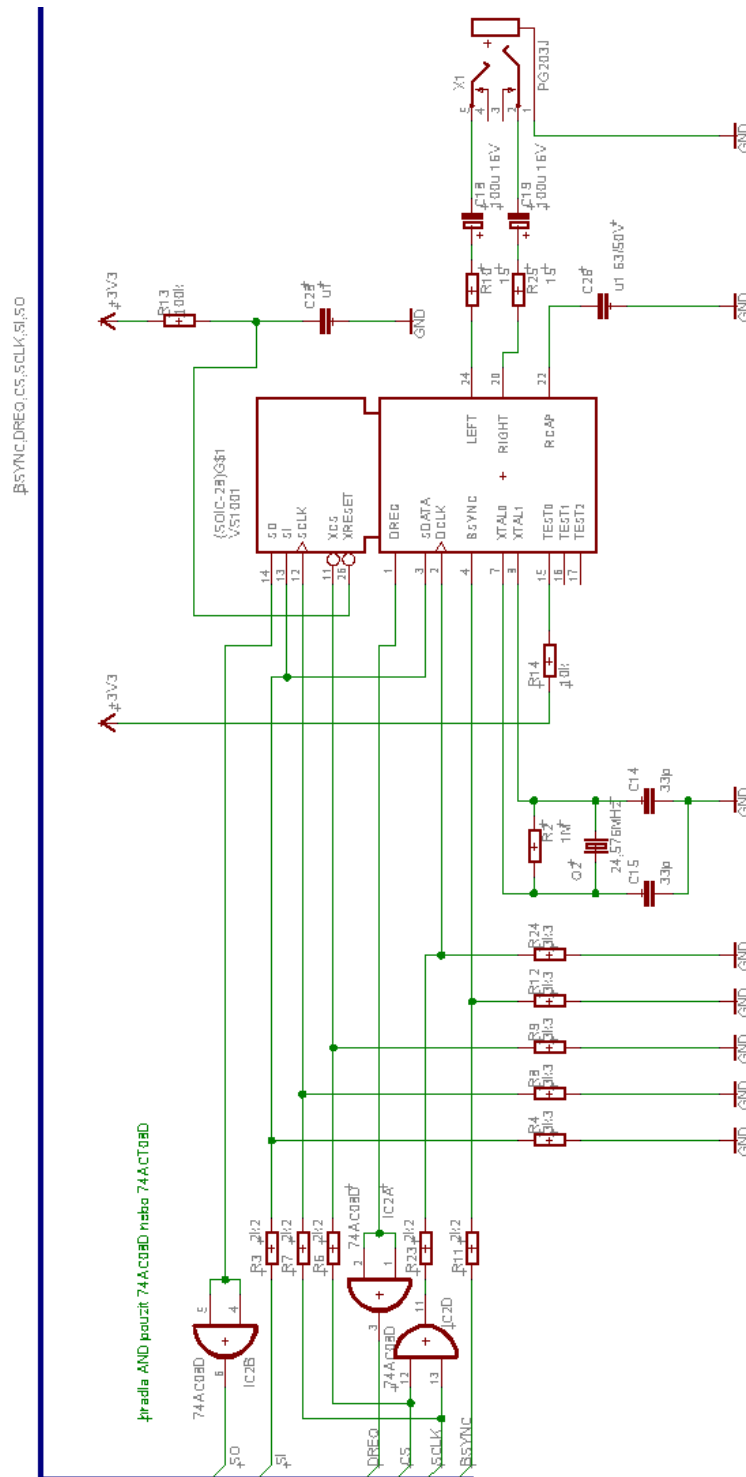
8.1.2 Zdroj pro MP3 dekodér (3,3V)

MP3 dekodér VS1001k může být napájen napětím 2,5 – 3,6V. Já jsem pro jeho napájení zvolil 3,3V. (Po dosazení hodnot rezistorů z řady E12 vychází napětí přibližně 3,4V) Ke stabilizaci jsem zvolil nastavitelný stabilizátor LM 317. Zapojení jsem provedl podle doporučení výrobce dekodéru s oddělenou analogovou a digitální částí.

obr. 4



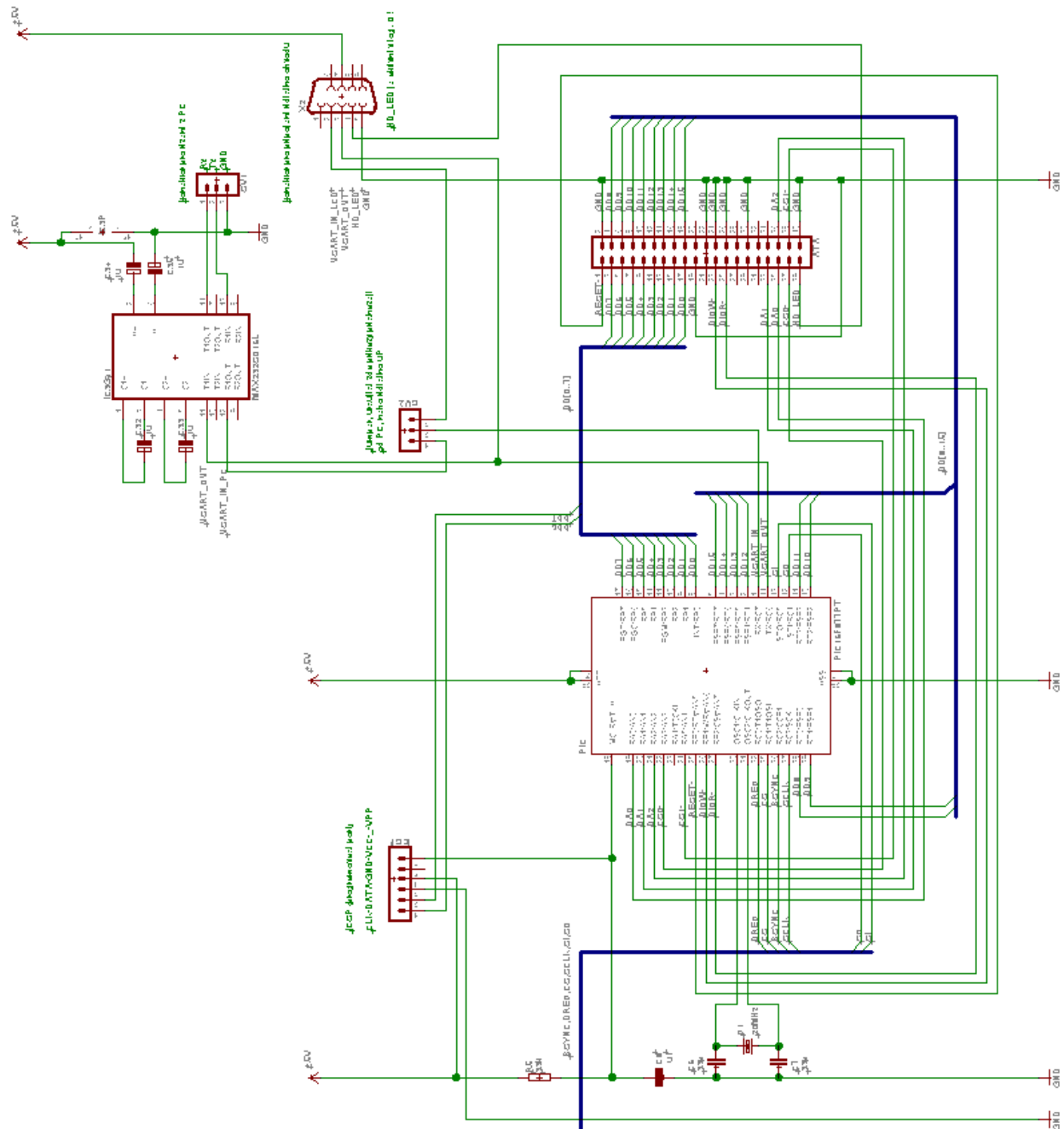
Zapojení je provedeno podle doporučení výrobce. Protože řídicí procesor pracuje s 5V logikou a MP3 dekodér 3,3V logikou, bylo nutné použít převodníky napětí. Převodník 5V -> 3,3V jsem realizoval jednoduchými odporovými děliči. Na vstupech portu C mikroprocesoru PIC jsou použity Schmittovi obvody, které mají úroveň logické jedničky od 4V, proto bylo třeba udělat i převodníky 3,3V -> 5V. K tomu jsem použil hradla AND, které mají napěťovou úroveň pro log. 1 na vstupu 2,5V a na výstupu 5V.



8.3 Zapojení mikroprocesoru PIC a ATA sběrnice

Aby bylo možné přehrávač řídit nejen řídicím obvodem, ale i PC, napojil jsem na USART obvod MAX 232, díky němuž je možné připojit přehrávač na PC port RS232. Tato možnost se velmi osvědčila při ladění programu a hledání chyb v programu. Jen je vždy nutné nastavit jumper SV2 podle toho, zda má být přehrávač řízen řídicím obvodem nebo PC.

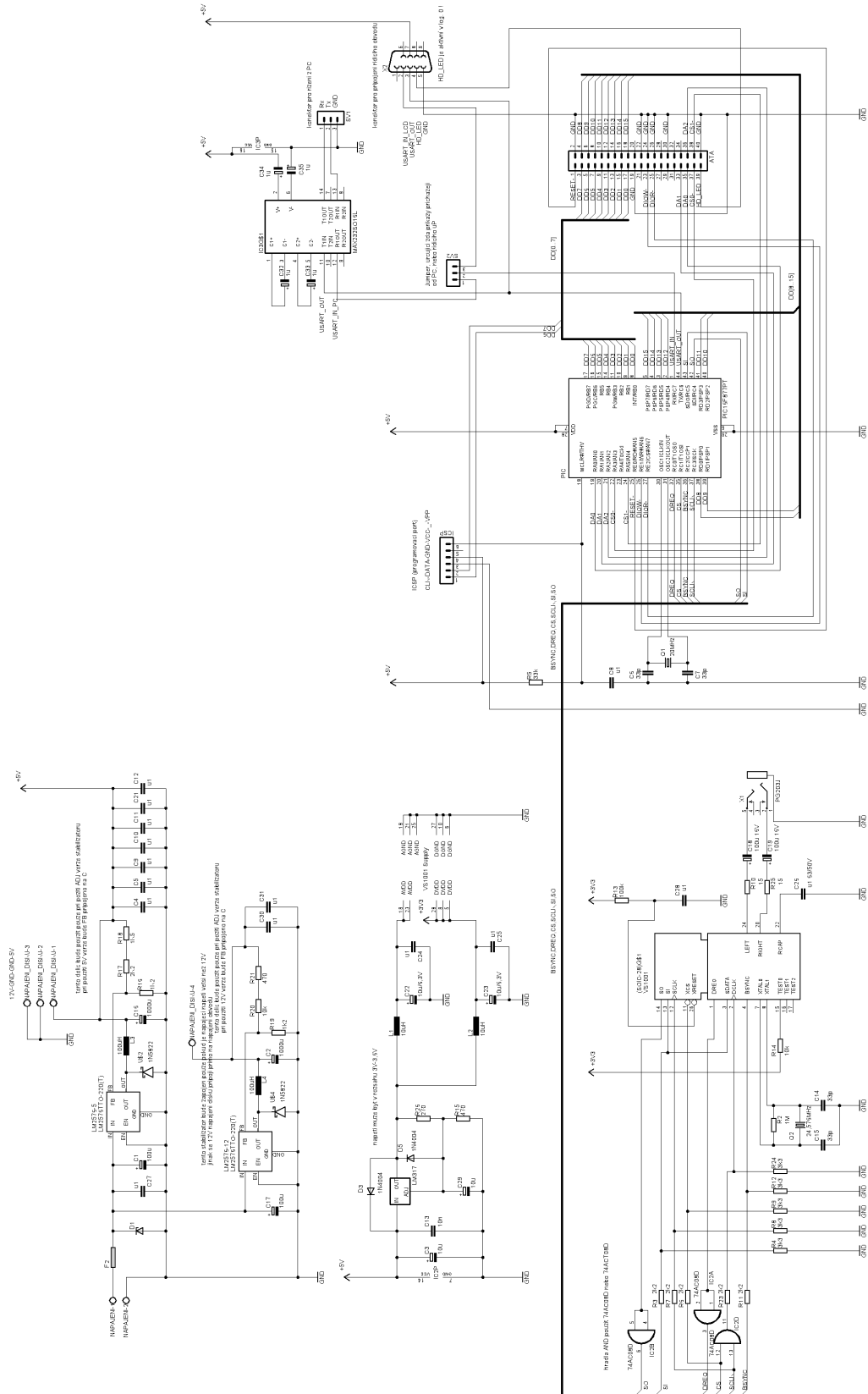
obr. 6



8.4 Kompletní zapojení

...jak to vypadá vše dohromady.

obr. 7

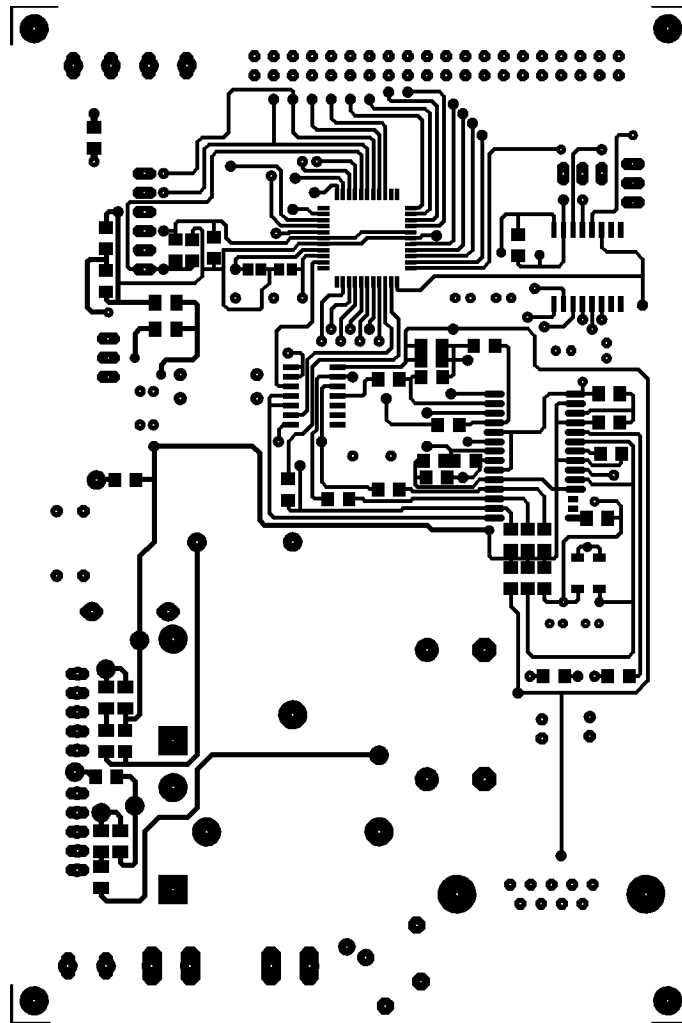


8.5 Deska plošných spojů

Desku plošných spojů jsem se snažil vyrobit co nejmenší s použitím SMD montáže. Šířky a vzdálenosti vodivých cest a další parametry jsem podřídil možnostem výroby plošných spojů na laboratoři C106.

8.5.1 Pohled ze strany součástek

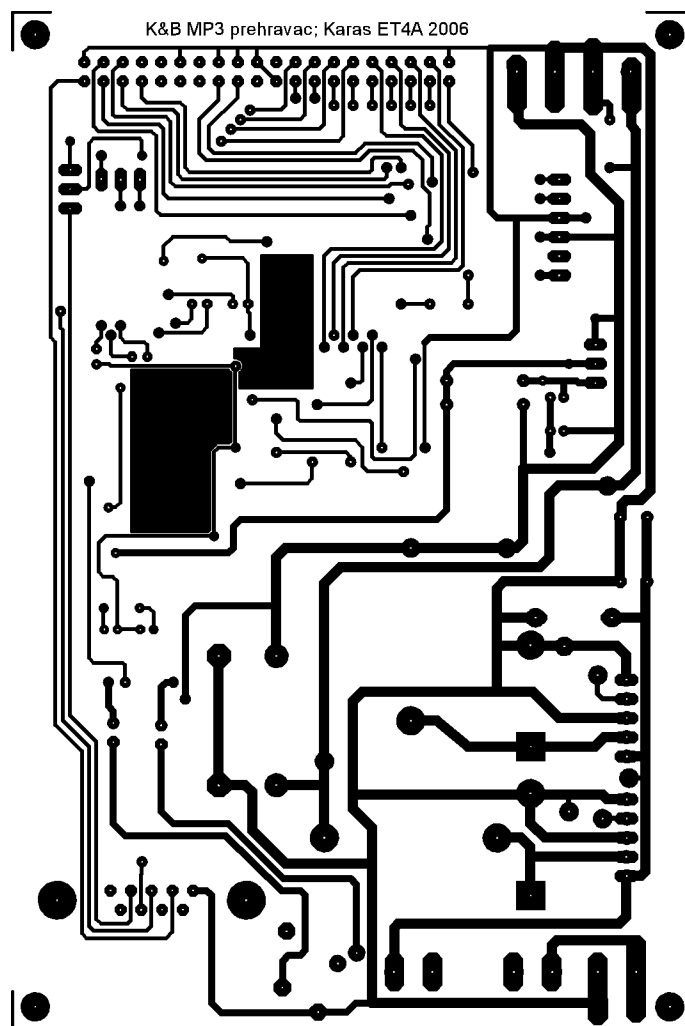
obr. 8



1:1

8.5.2 Pohled ze strany spojů

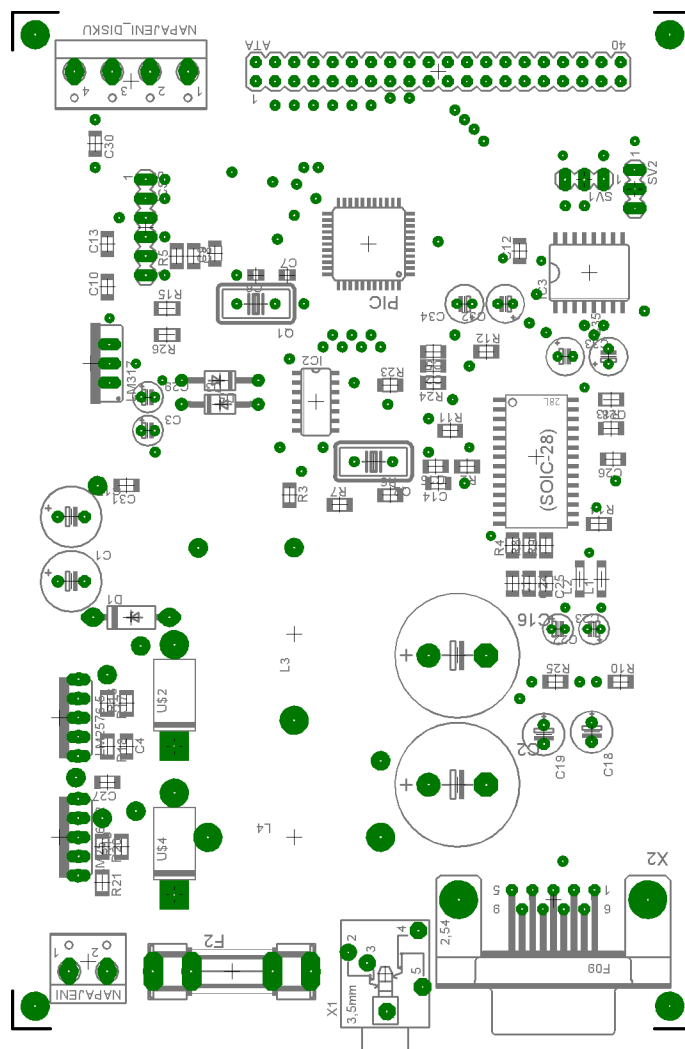
obr. 9



1:1

8.5.3 Osazovací plán

obr. 10



1:1

9. Program

Protože program není dokonalý a pravděpodobně se v něm nacházejí chyby, je možné, že budou napsány další verze programu i po odevzdání tohoto maturitního projektu. Nejnovější firmware naleznete na stránkách autora: <http://www.karry.wz.cz>. Následující text se zabývá zatím nejnovější verzí 1,2.

9.1 Využití paměti dat

Procesor PIC 16F877A má celkem 368 bytů RAM ve čtyřech bankách. Jak jsou jednotlivé banky využity programem, je patrné z tabulky.

Banka	Adresa	Použití paměťového prostoru
0	0x000 – 0x01F	Speciální funkční registry procesoru
	0x020 – 0x034	Hodnoty registrů disku a parametry disku
	0x035 – 0x03A	Pomocné registry (Používané např. jako parametry podprogramů)
	0x03B – 0x04C	Parametry souborového systému FAT
	0x04D – 0x050	Hodnoty registrů dekodéru VS1001k
	0x051 – 0x061	Registry pro práci se souborovým systémem (+čítač nečinnosti disku)
	0x062 – 0x06F	Informace potřebné k přehrávání
	0x070 – 0x076	Záložní a pomocné registry pro práci přerušení
	0x077 – 0x07F	8 bytový zásobník příkazu (vis. komunikační protokol)
1	0x080 – 0x09F	Speciální funkční registry procesoru
	0x0A0 – 0x0A3	Operand X pro 32bitové aritmetické operace
	0x0A4 – 0x0A7	Operand Y pro 32bitové aritmetické operace
	0x0A8 – 0x0AC	Výsledek 32 bitových aritmetických operací (+ reg. přetečení)
	0x0AD – 0x0EF	<i>Volné místo</i>
2	0x100 – 0x10F	Speciální funkční registry procesoru
	0x110 – 0x150	65 bytový buffer 2 (používá se při práci se souborovým systémem)
	0x151 - 0x16F	<i>Volné místo (rezervováno pro možné rozšíření bufferu2 pro dlouhá jména souborů)</i>
3	0x180 - 0x18F	Speciální funkční registry procesoru
	0x190 - 0x1CF	64 bytů bufferu 1 (pro různá data při čtení z disku)
	0x1D0 - 0x1EF	<i>Volné místo</i>

Speciální funkční registry procesoru jsou definovány v souboru **P16f877a.inc** a vlastní registry v souboru **Mp3.inc**.

9.2 Rozložení paměti programu

Protože program má více jak 5000 instrukcí, musí být rozložen do více programových stránek. Který soubor je překládán do jaké stránky je definováno v souboru **main.asm** a popsáno v následující tabulce.

<i>Programová stránka -počáteční adresa (hex)</i>	<i>Jméno souboru</i>	<i>Funkce podprogramů v souboru</i>
0 - 0x0000	mp3.asm	Hlavní programová smyčka, inicializace procesoru, obsluha přerušení...
	ata.asm	Práce s pevným diskem na nejnižší úrovni
	fat32.asm	Podprogramy pro práci s oddílem typu FAT32
	aritmetic.asm	Podprogramy vykonávající základní aritmetické operace s 32bitovými čísly
1 - 0x0800	vs1001.asm	Ovládání mp3 dekodéru VS1001k
	commands.asm	Řešení příchozích příkazů (vis. komunikační protokol)
	filesystem.asm	Práce se souborový systémem (řazení obsahu adresáře podle abecedy, vyčítání dlouhého jména...)
2 - 0x1000	particions.asm	Analýza MBR, zjištění a načtení oddílů disku.
	commands2.asm	Další podprogramy pro řešení příchozích příkazů (vis. komunikační protokol)
3 - 0x1800	loudness.asm	Programová tabulka dat obsahující 1,5KB velký plugin do dekodéru VS1001k, umožňující změnu výstupní charakteristiky zvuku, a podprogram pro jeho zavedení do dekodéru.

9.3 Komunikace s diskem

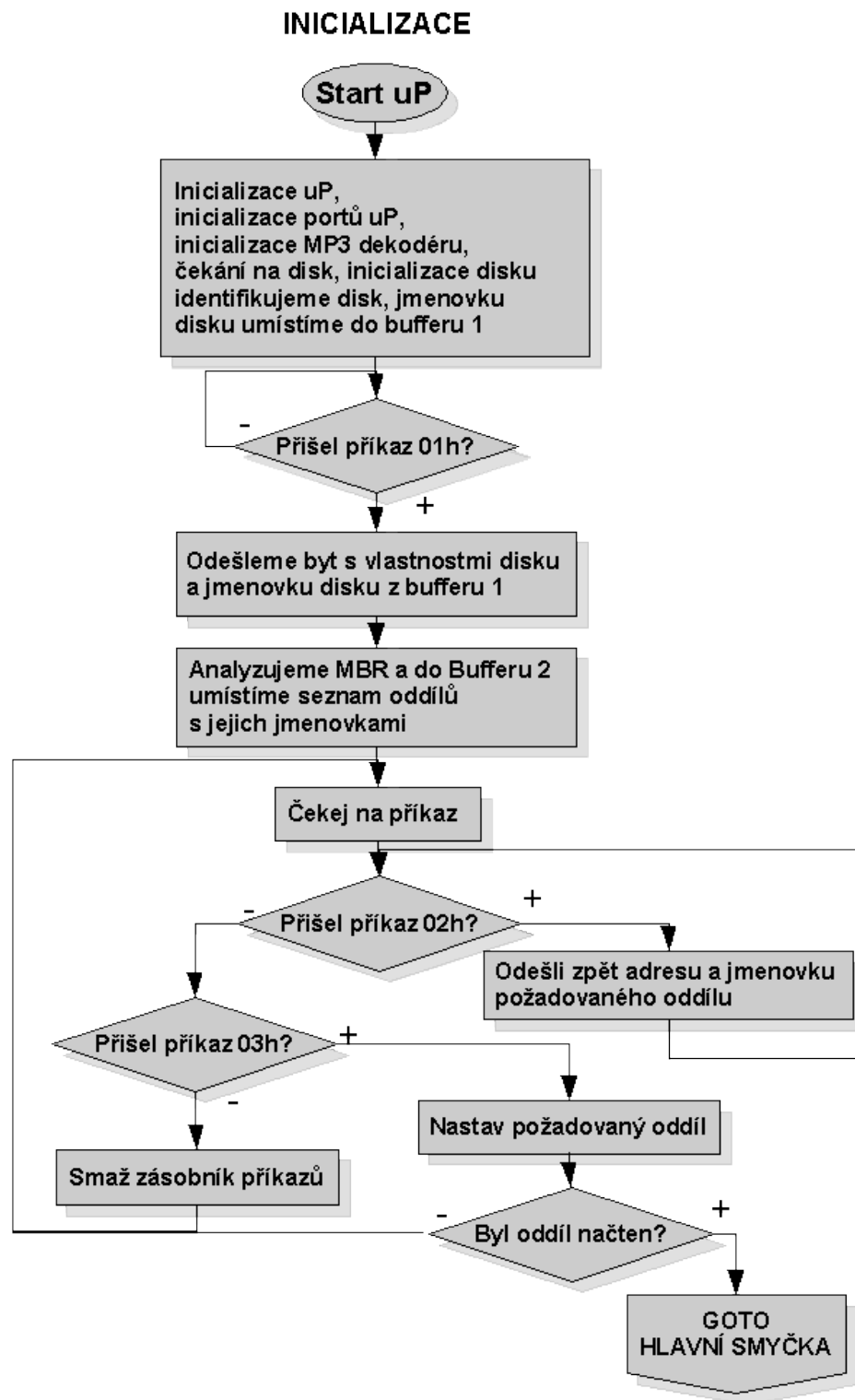
Při komunikaci uP PIC s diskem je používán nejjednodušší režim komunikace – režim PIO. Jeho podrobným popisem by šlo zaplnit celou knihu, proto jsem napsal samostatný dokument **Komunikace uP s ATA disky** ve kterém jsem se pokusil nastínit základy a který je přílohou tohoto dokumentu.

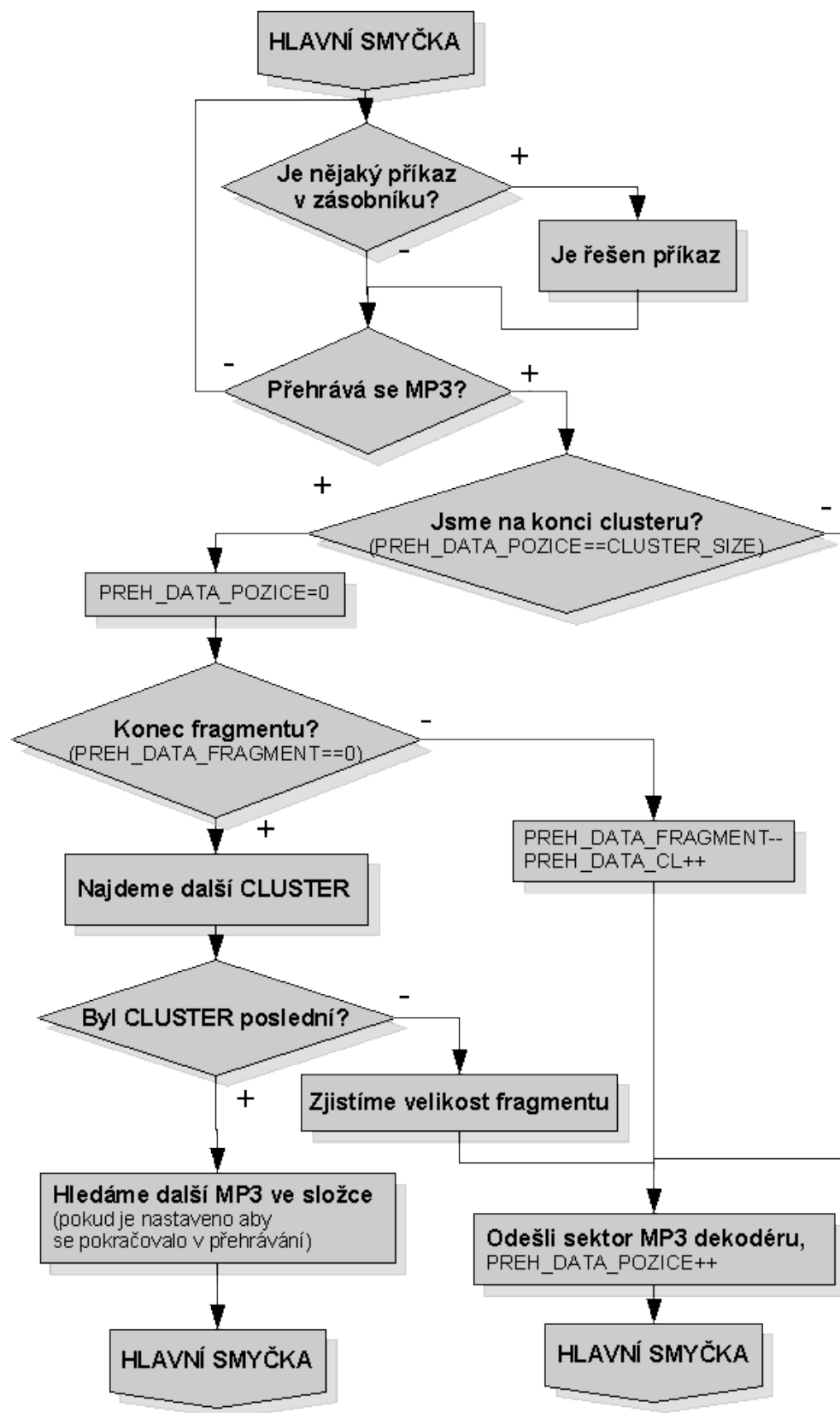
9.4 Plugin dekodéru vs1001k

MP3 dekodér VS1001k má 4KB programové a 0,5KB datové paměti RAM pro uživatelské programy (plugin) a jejich data. Výrobce tohoto obvodu nabízí na svých stránkách některé příklady těchto programů ke stažení. Jedním z nich je plugin Loudness, umožňující měnit kmitočtovou charakteristiku výstupního zvuku (podobně jako ekvalizér). K dispozici je celkem 12 přednastavených kmitočtových charakteristik, které lze přepínat, nelze je ale měnit. Bližší informace o jejich kmitočtových průbězích naleznete v dokumentu [7]. Přehrávač používá verzi pluginu 1.41 (12.2.2003). Celý plugin, který je velký přibližně 1,5KB, je umístěn v programové tabulce na 3. stránce paměti programu a do dekodéru je nahrán po prvním resetu při jeho inicializaci.

9.5 Hlavní programová smyčka

Inicializace a hlavní programová smyčka je dosti rozsáhlá, zde je její vývojový diagram pro snazší orientaci v ní.





10. Komunikační protokol

Pro komunikaci řídicí a obslužné části MP3 přehrávače jsem vymyslel komunikační protokol umožňující využít všech možností přehrávače.

Softwarově je protokol na straně obslužné části řešen tak, že je v RAM paměti vyhrazen prostor 8 bytů jako zásobník příkazu. Pro příjem dat obvodem USART je povoleno přerušení, které přijatý byt zapíše na první volnou pozici v tomto zásobníku. Pokud není zásobník příkazu prázdný, jsou v hlavní programové smyčce volány jednotlivé podprogramy pro obsluhu příkazů. Pokud některý podprogram nalezne v zásobníku příkaz, který obsluhuje, tak jej vykoná, odešle zpět odpověď a zásobník vyprázdní.

Z toho vyplývá, že příkaz může mít i s parametry maximálně 8 bytů a že řídicí procesor musí vždy po odeslání příkazu počkat, než přijde celá odpověď na tento příkaz.

Jednotlivé příkazy, jejich parametry a odpovědi jsou sepsány v dokumentu **Komunikační protokol**, který se přílohou této dokumentace.

11. Návod na stavbu

I když jsem se snažil aby výsledné zapojení bylo co nejjednodušší, do stavby by se neměl pouštět nikdo bez znalostí v oboru číslicové techniky a bez přístupu k základnímu vybavení. Základním vybavením mám na mysli mikropájkou, regulovatelný zdroj s omezením výstupního proudu, multimetr a osciloskop. Osciloskop pomůže hlavně ve fázi ožívování přehrávače.

11.1 První kroky

(Nepočítám objednání součástek a výrobu desky plošných spojů.)

- Kontrola desky plošných spojů (zvláště pokud byla vyrobena svépomocí). Zkontrolovat by se měla vodivost jednotlivých cest a případné zkraty mezi nimi.
- Vrtání otvorů. Je nutné provádět zvláště opatrně, aby se měď na druhé straně (než z které je vrtáno) neutrhla. Pečlivě zkontrolujete zhotovení všech otvorů, vrtání do osazené desky je náročné.
- Zhotovení pokovených děr.

11.2 Osazení zdrojů

- Ke zdrojům také patří konektory, ty osadíme nejdříve.
- Osadíme zdroje 12V (je-li potřeba) a 5V. Připojíme na napájení a změříme jejich výstupní napětí. Pokud je správné, pokračujeme dál. (Jak jsem zjistil, tak ADJ verze stabilizátoru musí být při zapnutí zatížena, jinak se kondenzátor na výstupu nabije na plnou hodnotu vstupního napětí.)
- Po zkontrolování 12V a 5V zdroje osadíme zdroj 3,3V pro dekodér. Také jeho výstupní napětí zkontrolujeme. Mělo by se pohybovat okolo 3,4V (hodnoty rezistorů vybrány z řady E12) a nesmí přesáhnout maximální dovolené napájecí napětí dekodéru – 3,6V!

11.3 Ostatní součástky

- Po zdrojích naletujeme všechny pasívní součástky.
- Poté obvod MAX 232 a hradla AND.

11.4 Procesor PIC

- Naletujeme mikroprocesor PIC. (Pozor na správné otočení!)
- Nahrajeme pokusný program, který odesílá data přes obvod USART. Nastavíme switch SV2 pro komunikaci s PC a připojíme přehrávač k PC. Po zapnutí přehrávače by se měl v komunikačním programu na PC zobrazovat příchozí data. Pokud tomu tak není, zkontrolujeme napájení procesoru, případně osciloskopem kmitání krystalu.
- Pokud předchozí test dopadl úspěšně, nahrajeme do procesoru pokusný program pro identifikaci disku. K přehrávači připojíme pevný disk a zapneme jej. V programu na PC by se měl zobrazit název disku.

11.5 MP3 dekodér

- Osadíme MP3 dekodér.
- Nahrajeme do přehrávače nejnovější verzi programu.
- Připojíme k přehrávači disk s oddílem typu FAT32 a nějakými mp3 soubory.
- Na výstup dekodéru připojíme sluchátka, nebo zesilovač s reproduktory
- Přehrávač zapneme a podle komunikačního protokolu necháme přehrát nějaký mp3 soubor.
- Pokud není ve sluchátkách (nebo v reproduktorech) slyšet přehrávaná skladba, překontrolujeme dekodér podle datasheetu [5] a aplikačních poznámek [6]. (Kontrola napájení, resetu, krystalu, DREQ, TEST0...)

12. Řídící část

12.1 Umístění ovládacích prvků

obr. 11



12.2 Začínáme

Po připojení přehrávače na zdroj napájení, v našem případě síťového napětí(230V/50Hz) se rozsvítí LCD displej, podsvětlení tlačítek (pokud nebyly tyto funkce při předchozím používání vypnuty) a zobrazí se úvodní stránka přehrávače se jmény autorů (viz obr.1).

obr. 12



Pokud je přehrávač schopný pracovat s připojeným HDD, jeli nějaký připojen, zahájí se komunikace a je zadán požadavek na identifikaci HDD. Pokud je komunikace úspěšná zobrazí se potvrzující informace a identifikační číslo HDD (viz obr.2 a obr.3). V opačném případě se zobrazí chybové hlášení a je nutno zkontrolovat zda je HDD správně připojen k přehrávači, případně zkusit opětovné zapnutí přehrávače.

obr 13



obr. 14



Po úspěšné identifikaci disku se na displej zobrazí úplný výpis všech dat které jsou na něm obsaženy. Pokud chceme přehrávat nějaký soubor musí mít koncovku .MP3 (viz. obr. 4) pokud tuto koncovku nemá jedná se o složku(ne vždy každá složka musí obsahovat soubory formátu MP3). Pro pohyb a následný výběr mezi jednotlivými položkami nám slouží tlačítko MENU UP a MENU DOWN, pro potvrzení výběru tlačítko Enter/>. Po stisku tlačítka se Mp3 přehrávač přepne do tzv. přehrávacího módu (viz. obr. 5) a MP3 soubor se začne plynule přehrávat.

obr.4



12.3 Přehrávání

Jakmile se MP3 soubor začne přehrávat Zobrazí se název složky na prvním řádku LCD displeje a jméno souboru na řádek druhý, pokud oba dva názvy mají více jak dvacet znaků začnou rolovat zprava do leva přes celý displej(viz. obr. 5). Na levou polovinu třetího řádku se zobrazí čas přehrávání jednotlivého MP3 souboru a na pravou část hodnota hlasitosti jejíž meze se pohybují mezi 0-255. Na čtvrtý řádek se zobrazí informace o MP3, přenosová rychlost 16-320kb/s vzorkovací frekvence 32/44,1/48 kHz. Je podporován i proměnlivý datový tok VBR (Variable Bit Rate). Na poslední dva znaky řádku se zobrazuje zkratkovitě označení režimu přehrávání:

- NR (no repeat) soubor se neopakuje a po skončení se pokračuje dalším navazujícím záznamem.
- RA (repeat all) přehrávání všech souborů ve vybrané skupině.
- RO (repeat one) neustálé přehrávání jednoho souboru.

obr.5



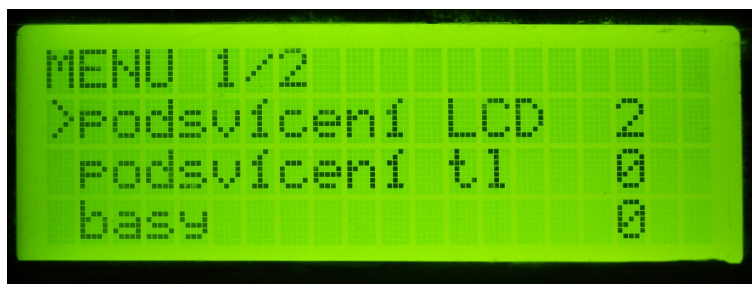
12.4 Menu

Do menu kde lze nastavit veškeré parametry přehrávače se vnoříme po stisku tlačítka Menu. Rozbalí se nám nabídka všech nastavitelných prvků, které se po změně ukládají a jsou tedy platné i po opětovném spuštění MP3 přehrávače.

12.4.1 Podsvícení LCD

Jedná se o podsvícení LCD displeje, položka je třístavová. Vybraný stav signalizuje číslo na konci řádku. Případná úprava kontrastu se provádí pomocí trimru který je přístupný po demontování krytu přehrávače.

obr. 6



12.4.2 Podsvícení tlačítek

Jedná se o podsvícení tlačítek LED diodami zelené barvy, které usnadňují ovládání především v nočních hodinách. Položka je taktéž jen dvoustavová. Vybraný stav opět signalizuje číslo na konci řádku. (1 - on nebo 0 - off)

12.4.4 Basy

Tato položka je dvoustavová a slouží ke zvýraznění basů u přehrávaného souboru. Vybraný stav opět signalizuje číslo na konci řádku.

obr. 7



12.4.5 Vypnutí HDD

Tato položka nám umožňuje nastavit si čas za který se vypne pevný disk v případě nečinnosti tzn. když nebudou z HDD vyčítány žádná data. Časové úseky jsou odstupňovány po 5minutách.

obr. 8



12.4.6 Ekvalizér

Jedná se o 16 stavový ekvalizér který v sobě obsahuje MP3 dekodér VS 1001. Podle toho jakou hudbu posloucháte je možné nastavit již předdefinovaný styl který vám nejvíce vyhovuje např. Rock kde jsou zvýrazněny střední a vysoké tóny.

obr. 9



12.4.7 Repeat

Tři stavová položka v níž si můžeme zvolit styl přehrávání:

- NR (no repeat) soubor se neopakuje a po skončení se pokračuje dalším navazujícím záznamem.
- RA (repeat all) přehrávání všech souborů ve vybrané skupině.
- RO (repeat one) neustálé přehrávání jednoho souboru.

12.5 Funkce tlačítek

- **MENU**

Slouží k přizpůsobení přehrávače osobním požadavkům(viz. Položky menu).

- **MENU UP a MENU DOWN**

Tyto dvě tlačítka slouží k pohybu v menu a v listování v adresáři.

- **ENTER/>>**

Potvrzovací tlačítko pro jakýkoliv výběr v menu a v listování v adresáři(po stisku se spustí přehrávání MP3).

V režimu přehrávání při krátkém stisku slouží jako přepínač mezi MP3 soubory “dopředu “.

Při dlouhém stisku převíjí momentálně přehrávaný soubor “dopředu “.

- **BACK /<<**

Návratové tlačítko, při dlouhém stisku v režimu přehrávání návrat do výběru souborů MP3 souborů.

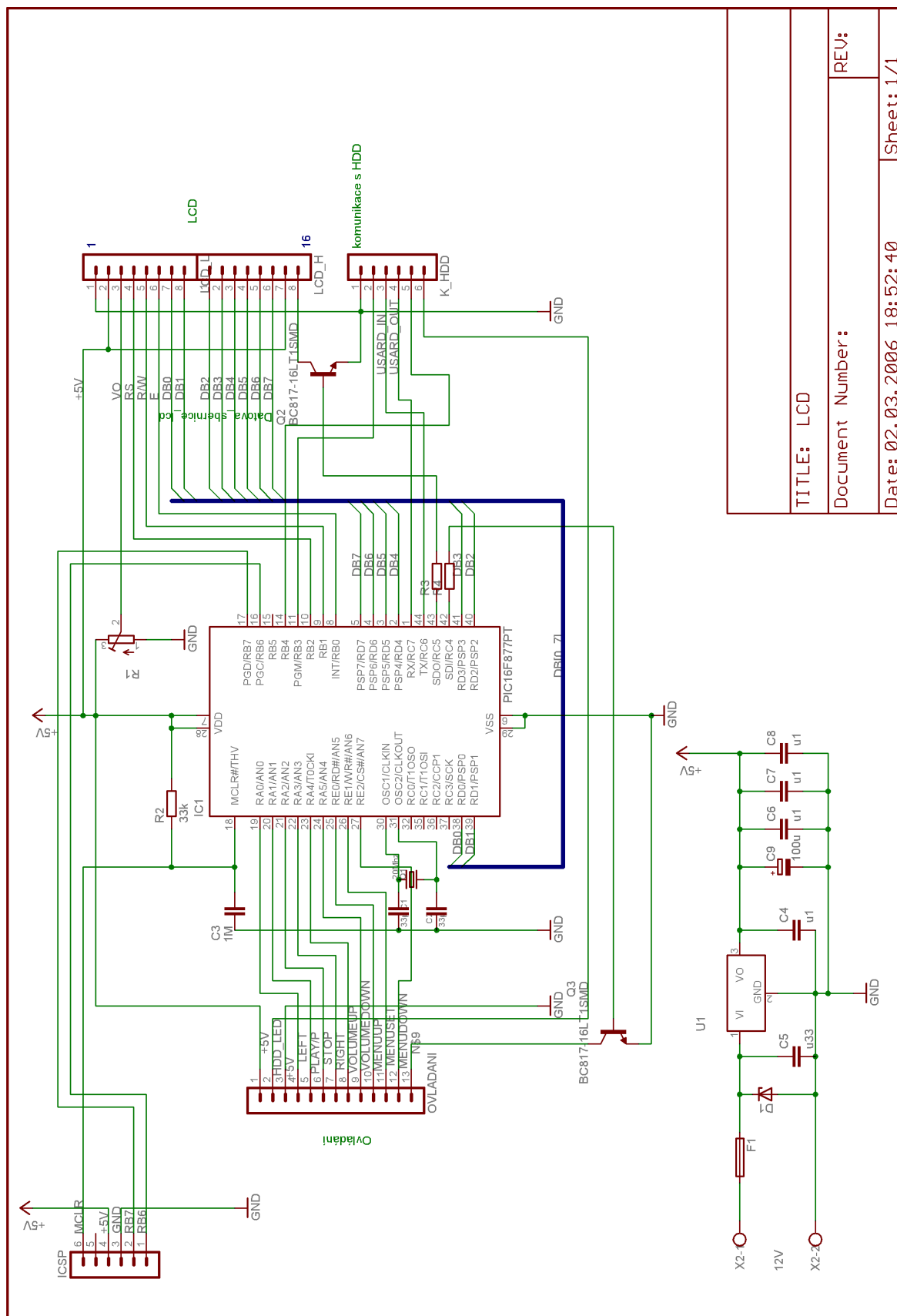
Při krátkém stisku se slouží jako přepínač mezi MP3 soubory “dozadu “.

- **PLAY/PAUSE**

Začátek přehrávání vybrané MP3 pokud není přehrávána už předtím. Pokud je již nějaká MP3 přehrávána, přehrávání se pozastaví a při opětovném stisku znovu začne hrát MP3.

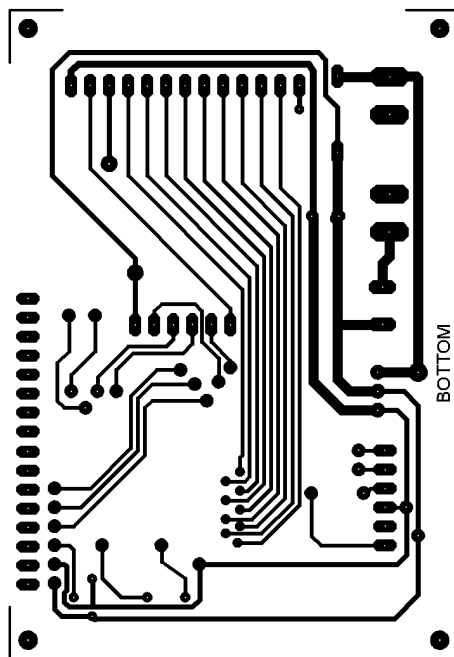
12.6 Zapojení LCD displeje

Je navrženo v kombinované montáži s ohledem na technické možnosti a vybavení laboratoře.

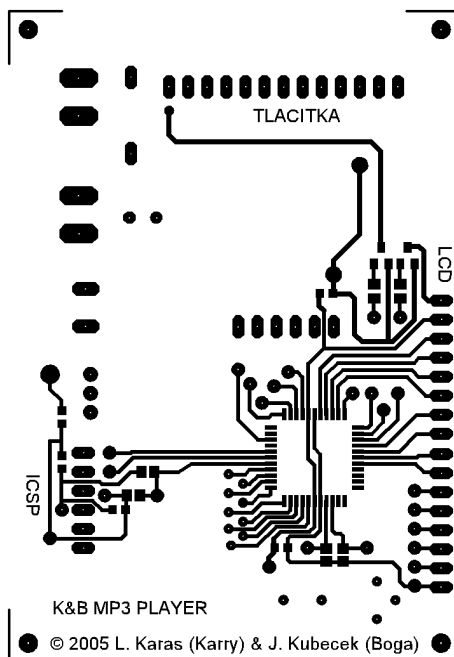


12.7 Osazovací plán

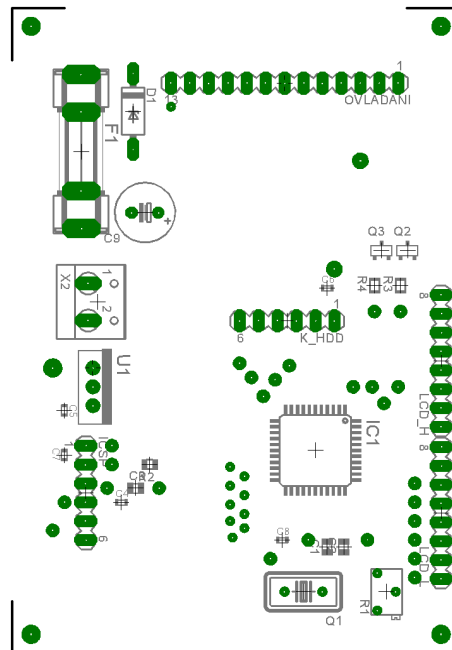
12.7.1 Pohled ze strany spojů



12.7.2 Pohled ze strany součástek



12.7.3 Osazovací plán



12.8 Popis LCD displeje

Jedná se o displej s typovým označením MC 2004B-SYL, se standartním řadičem HD44780 od firmy HITACHI, 20x4 řádků, STN, podsvětlený LED diodami zelené barvy suhlem pohledu “zezpoda“ (6:00). Jeho rozměry jsou 98,0 x 60,0 x 10 mm. Viditelná plocha displeje je 76,0 x 25,2 mm a velikost znaku 2,95 x 4,15 mm. Tento displej má také dva piny pro napájení podsvětlení K(katody), A(anody) bez ochranných odporů.

12.8.1 Osazení konektoru displeje

pin:	signál:	funkce pinu:	popis
1	VSS	zemní potenciál	0 V (GND)
2	VDD	napájení řadiče	+5 V (+4,5 V ... +5,5 V)
3	VO	řízení kontrastu	napětí v rozsahu 0~5V
4	RS	Register Select	výběr registru instrukcí RS = 0/dat RS = 1
5	R/W	Read/Write	nastavení čtení R/W = 1/zápisu R/W = 0
6	E	Enable	signál povolení přenosu (sestupná hrana)
7	DB0	datová sběrnice bit 0	
8	DB1	datová sběrnice bit 1	
9	DB2	datová sběrnice bit 2	
10	DB3	datová sběrnice bit 3	
11	DB4	datová sběrnice bit 4	
12	DB5	datová sběrnice bit 5	
13	DB6	datová sběrnice bit 6	
14	DB7	datová sběrnice bit 7	
	15	LED(+)	podsvětlení +
	16	LED(-)	podsvětlení -

12.8.2 Tabulka znaků

		Higher 4-bit (D4 to D7) of Character Code (Hexadecimal)															
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
Lower 4-bit (D0 to D3) of Character Code (Hexadecimal)	0	CG RAM (1)			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C
	1	CG RAM (2)			!	1	A	Q	a	w							
	2	CG RAM (3)			"	2	B	R	b	r							
	3	CG RAM (4)			#	3	C	S	c	s							
	4	CG RAM (5)			\$	4	D	T	d	t							
	5	CG RAM (6)			%	5	E	U	e	u							
	6	CG RAM (7)			&	6	F	V	f	v							
	7	CG RAM (8)			'	7	G	W	g	w							
	8	CG RAM (1)			(	8	H	X	h	x							
	9	CG RAM (2)			)	9	I	Y	i	y							
	A	CG RAM (3)			*	:	J	Z	j	z							
	B	CG RAM (4)			+	;	K	[	k	{							
	C	CG RAM (5)			,	<	L	¥	l	!							
	D	CG RAM (6)			-	=	M	]	m	}							
	E	CG RAM (7)			.	>	N	^	n	~							
	F	CG RAM (8)			/	?	O	_	o	+							

12.8.3 Tabulka instrukcí pro znakové displeje s řadičem HD 44780

Instruction	Code										Description	Execution Time (max) (when fcp or fosc is 250KHz)	
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0			
Test	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Don' t use.	0 μ s	
Clear Display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Clears all display and sets DD RAM address 0 in address counter.	1.53 ms	
Return Home	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*	Sets DD RAM address 0 in address counter. Also returns display being shifted to original position. DD RAM contents remain unchanged.	1.53 ms
Entry Mode Set	0	0	0	0	0	0	0	0	1	D	S	Sets cursor move direction and specifies shift of display. These operations are performed during data write and read.	39 μ s
Display On / Off Control	0	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Sets ON/OFF of all display (D), Cursor ON/OFF (C),and blink of cursor position character (B).	39 μ s
Cursor or Display Shift	0	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*	Moves cursor & shifts display without changing DD RAM contents.	39 μ s
Function Set	0	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*	Sets interface data length (DL), number of display lines (N) and character fonts (F).	39 μ s
Set CG RAM Address	0	0	0	0	1	ACG					Sets CG RAM address. CG RAM data is sent and received after this setting.	39 μ s	
Set DD RAM Address	0	0	0	1	ADD					Sets DD RAM address. CG RAM data is sent and received after this setting.	39 μ s		
Read Busy Flag and Address	0	1	BF	AC					Reads Busy flag (BF) indicating internal operation is being performed and reads address counter contents.			0 μ s	
Write Data to CG or DD RAM	1	0	Write Data					Writes data into DD RAM or CG RAM			43 μ s		
Read Data from CG or DD RAM	1	1	Read Data					Reads data into DD RAM or CG RAM			43 μ s		
	I/D = 1:Increment I/D = 0:Decrement S = 1:Accompanies display shift S/C = 1:Display shift S/C = 0:Cursor move R/L = 1:Shift to the right R/L = 0:Shift to the left DL = 1:8 bits, DL = 0:4 bits N = 1:2 lines, N = 0:1 line F = 1:5x10 dots, F=0:5x7 dots FB = 1:Internally operating FB = 0:Can accept instruction										DD RAM: Display data RAM CG RAM: Character generator RAM ACG: CG RAM Address ADD: DD RAM Address : Corresponds to cursor address AC: Address counter used for both DD and CG RAM address.	Execution time changes when frequency changes Example: When fcp or fosc is 270 KHz: $40 \mu s \times \frac{250}{270} = 37 \mu s$	

13. Závěr

MP3 přehrávač je v době odevzdání projektu plně funkční. Veškeré stanovené požadavky jsme splnili. Nejvýznamnější částí naší práce byla tvorba softwaru tohoto přehrávače. Modulová koncepce přehrávače vytváří prostor pro jeho pozdější rozšíření, které by se spíše týkalo jeho řídicí části.

14. Přílohy

Přílohou tohoto dokumentu je CD s tímto obsahem:

- dokument **Komunikace uP s ATA disky**
- dokument **Komunikační protokol**
- software výkonné a řídicí části přehrávače
- datasheety a specifikace

15. Použitá literatura

- **Knihy:**

- [1] Juránek, A., Hrabovský, M.: *EAGLE – uživatelská a referenční příručka*. Praha BEN – Technická literatura, 2005. 192 s.
- [2] Pinker J.: *Mikroprocesory a mikropočítače*. Praha BEN – Technická literatura, 2004. 160 s.
- [3] Peroutka O.: *Mikrokontroléry PIC16F87X*. Praha BEN – Technická literatura, 2005. 256 s.

- **Datasheety a aplikační poznámky součástek:**

- [4] *PIC16F87XA Data Sheet*, Microchip
- [5] *VS1001k - MPEG AUDIO CODEC*, VLSI Solution Oy
- [6] *VS10XX - APPLICATION NOTES*, VLSI Solution Oy
- [7] *VS1001k Loudness Extension Spec.*, VLSI Solution Oy
- [6] *LM2576/LM2576HV Series*, National Semiconductor
- [7] *LM117/LM317A/LM317*, National Semiconductor
- [8] *74AC08 • 74ACT08*, Fairchild Semiconductor

- **specifikace**

- [8] *AT Attachment Interface with Extensions (ATA-2)*, American National Standards Institute
- [9] *AT Attachment - 8 ATA/ATAPI Command Set (ATA8-ACS)*, American National Standards Institute
- [10] *AT Attachment - 8 ATA/ATAPI Parallel Transport (ATA8-APT)*, American National Standards Institute
- [11] *FAT: General Overview of On-Disk Format*, Microsoft Corporation
- [12] *Long Filename Specification*, Microsoft Corporation

- **internetové stránky**

- [13] <http://www.t13.org>, <ftp://ftp.t13.org> – ATA specifikace
- [14] <http://www.vlsi.fi> – stránky výrobce MP3 dekodéru VS1001
- [15] <http://www.ikoras.iglu.cz> – česká stránka s návodem na stavbu mp3 přehrávače Ikoras a s diskuzí o amatérských mp3 přehrávačích

a další internetové stránky...