

StreTech 2013

Stolní MP3 Přehrávač

Desktop MP3 Player

Martin Lelek

Brno 2013

Stolní MP3 Přehrávač

Desktop MP3 Player

Autor: Martin Lelek

Škola: Střední průmyslová škola elektrotechnická a
informačních technologií, Purkyňova 97, Brno

Konzultant: Ing. Jiří Dřínovský, Ph.D.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou práci vypracoval samostatně, použil jsem pouze podklady (literaturu, SW atd.) uvedené v příloženém seznamu a postup při zpracování a dalším nakládání s prací je v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V dne podpis:

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za finanční podpory projektu „Stolní MP3 přehrávač“, SX9020006 za finanční podpory Jihomoravského centra pro mezinárodní mobilitu a projektu „Popularizace výsledků VaV VUT v Brně a podpora systematické práce se studenty“, reg. č. CZ.1.07/2.3.00/35.0004. Dále bych chtěl tímto poděkovat vedoucímu a dozorčímu tohoto projektu Ing. Jiřímu Dřínovskému, Ph.D za účinnou, metodickou a odbornou pomoc a mnoho cenných rad při tvoření této konstrukce.

ANOTACE

Tato práce popisuje návrh Stolního MP3 přehrávače určeného ke kvalitnímu přehrávání hudby z interních a externích médií (SATA 2,5" HDD, SD karta a USB disk). Díky napájecímu napětí 19V DC bylo zařízení navrženo jako kompletní bezpečný výrobek. Je předurčen pro poslouchání hudby a dekodování MP3 skladeb do analogové podoby ve vysoké kvalitě. Přehrávač dále obsahuje S/PDIF dekodér (digitální audio), analogový ekvalizer, interní LiPol napájecí bloky a integrovaný koncový zesilovač pracující ve třídě D. Díky LiPol blokům zařízení nepotřebuje v nutných případech vlastní napájení.

Klíčová slova: MP3 přehrávač, audio, třída D, procesory AVR, S/PDIF, pasivní filtry

ANNOTATION

This paper describes design of Desktop MP3 Player intended for high-quality music performance from internal and external drives (SATA 2,5" HDD, SD card and USB drive). Because of 19V DC mains power the amplifier was designed as a completely safety device for listening music and decoding MP3 format to analog signal in high quality. The player includes S/PDIF decoder (digital audio), analog equaliser, internal Li-Pol blocks and integrated class D power amplifier. Because of internal Li-Pol block the player is fully portable.

Key words: MP3 player, audio, class D, AVR processors, S/PDIF, passive filters

OBSAH

	Strana
1. ÚVOD	7
1.1. Konkurenční přehrávače	7
1.2. Návrh zařízení	7
2. FUNKČNÍ BLOKY	8
2.1. Vstupní obvody	9
2.1.1. Vstupy RCA	9
2.1.2. Vstup S/PDIF a TOSLINK	10
2.1.3. USB vstup – zvuková karta	12
2.1.4. FM tuner	13
2.1.5. MP3 HW dekodér	14
2.1.5.1. Převodník SATA/USB	15
2.1.5.2. USB přepínač	16
2.1.6. Vstupní audio přepínač	17
2.2. Výstupní obvody	17
2.2.1. Ekvalizér	17
2.2.2. RCA výstupy	18
2.2.3. Filtrovaný výstup pro subwoofer	18
2.2.4. Výkonové výstupy	18
2.2.5. Výstupní audio přepínač	19
2.3. Řízení vstupů a výstupů	19
2.3.1. Dotykový panel vstupů a výstupů	20
2.3.2. Dotykový panel MP3 HW dekodéru	20

2.3.3. Dotykový panel dodatkových funkcí	21
2.4. Napájení přehrávače	22
2.4.1. Li-Pol interní aku bloky	22
2.4.2. Externí adaptér	22
2.4.3. Nabíjení akumulátorů	23
2.4.3.1. PWM nabíječka řízená procesorem	23
2.4.3.2. Indikace stavu nabití	24
2.4.4. StandBy režim a jeho aktivace	24
2.4.4.1. Dotykový panel StandBy režimu	25
3. MECHANICKÁ KONSTRUKCE	25
3.1. Desky plošných spojů	25
3.1.1. Master Board	26
3.1.2. Slave Board	26
3.1.3. Dotykové panely	26
3.1.4. DPS balancéru	27
4. ZÁVĚR	27
5. REFERENCES/ZDROJE	28

1. ÚVOD

1.1. Konkurenční přehrávače

Dnešní trh je zahlcen obrovským množstvím elektronických výrobků sloužících k nejrůznějším účelům. Nezanedbatelnou část tvoří zařízení pro přehrávání a zpracování audio signálů, ať již z nějakého média, nebo jen pro úpravu. Bylo třeba zkonstruovat zařízení určené jak pro přehrávání, tak pro úpravu audio signálů, ideální zařízení však na trhu nebylo k dispozici. Mezi požadavky byl též kladen důraz na co nejjednodušší a pokud možno interaktivní ovládání zařízení. V průběhu vypracovávání kompletního návrhu se také došlo k názoru, že zařízení by se stalo ideálním, kdyby zvládalo situace při absenci napájení. I tento problém byl vyřešen, zařízení tedy bylo na konci návrhu mobilní, i když bylo stále označováno za stolní.

1.2. Návrh zařízení

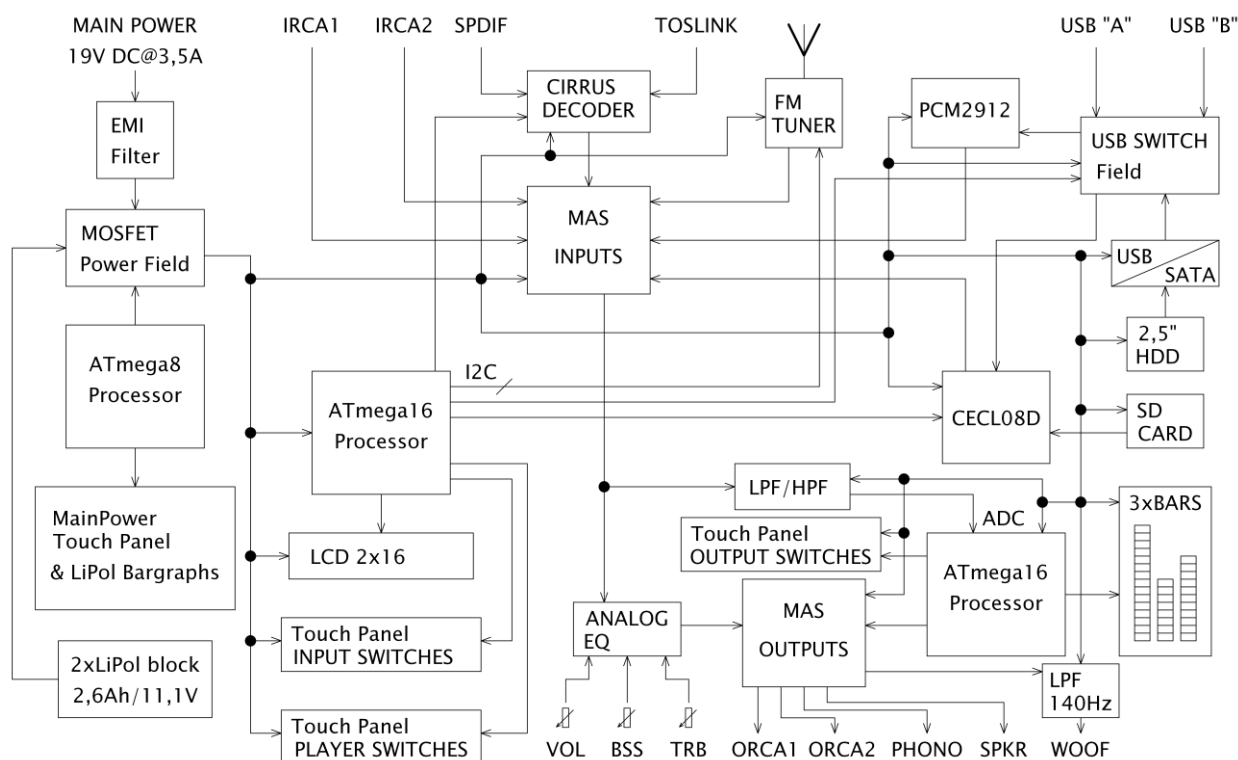
Obecná vize zněla „vytvořit univerzální zařízení pro přehrávání a poslech hudby“. Zařízení v sobě skloubilo přehrávač skladeb ve formátu MP3, datové úložiště pro tyto skladby, ekvalizer a zesilovač. Vzniklo kvůli potřebě mít samostatný a velmi kvalitní zdroj audio signálu. Postupem času byla konstrukce doplněna o interní napájení tvořené dvěma Li-Pol bloky o kapacitě 2,6Ah a napětí 11,1V. Dále přibyla řada vstupů a výstupů, díky kterým má zařízení velmi dobrou konektivitu. Ze vstupů je to dvojice RCA cinchů pro analogový signál, vstup S/PDIF a TOSLINK pro digitální přenos audio signálu, USB vstup pro FLASH disk a zvukovou kartu, SD slot pro příslušné karty a interní FM tuner. Přibyl i konektor USB typu B, na který umí zařízení přepojit interní HDD popř. externí FLASH disk. Byla tedy dosažena částečná podpora Mass Storage. Výstupy byly rozšířeny též o dvojici RCA cinchů, dále o sluchátkový výstup a o filtrovaný výstup pro subwoofer.

Pro ovládání přehrávače byly vybrány dotykové senzory firmy Atmel. Celkem 24 interaktivních dotykových tlačítek se stará o přepínání vstupů a výstupů, funkci MUTE, posouvání skladeb, ladění interního FM tuneru a samotné zapínání a vypínání zařízení.

Celá koncepce měla být provedena za účelem dosažení co nejvyšší kvality zpracování signálu. Z tohoto důvodu není pro jeho samotné zpracování využito žádné digitální součásti (např. digitální procesory/filtry atp.). Tento cíl samozřejmě nebylo možné dodržet u zdrojů signálů, které to již z principu vyžadují. Řízení zesilovače je však plně digitální pomocí trojice procesorů.

2. Funkční bloky

Celý přehrávač lze rozdělit do většího množství samostatně funkčních bloků. Bloky slouží buď pro zpracování audio signálu, směřování napájení, nebo řízení. Najdeme zde i blok znakového LCD displeje 2x16 znaků. Kompletní blokové schéma je na následujícím obrázku:



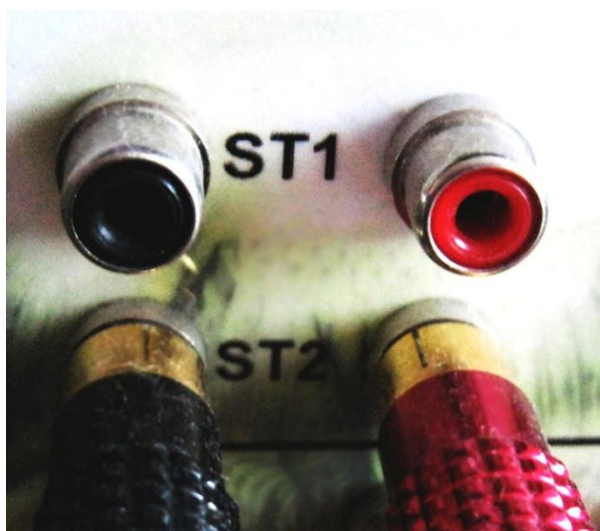
Obrázek 1: Blokové schéma přehrávače

2.1 Vstupní obvody

Přehrávač má obsáhlou matici vstupních obvodů, na něž jsou připojeny veškeré vstupy zařízení, ať již analogové, tak digitální. Díky tomu má zařízení velmi dobrou konektivitu, může být připojeno jak na zdroje analogových linkových signálů, tak i do USB počítače, na kterém se chová jako zvuková karta, nebo do některého z výstupů S/PDIF (popř. TOSLINK) běžných zařízení. Na vstupních obvodech nalezneme i analogovou část samotného MP3 dekodéru.

2.1.1. Vstupy RCA

Tvoří analogové vstupy zesilovače. RCA, nebo také konektory CINCH, jsou stíněné monokanálové konektory určené primárně pro přenos zvuku. Přehrávač má mezi vstupy dvojici stereofonních párů CINCHů. Levý kanál je značen bílou barvou, pravý červenou. Vstupy jsou ošetřeny ochrannými rezistory a přes vazební kondenzátory je signál veden do vstupního audio přepínače (viz níže).



Obrázek 2: Konektory CINCH

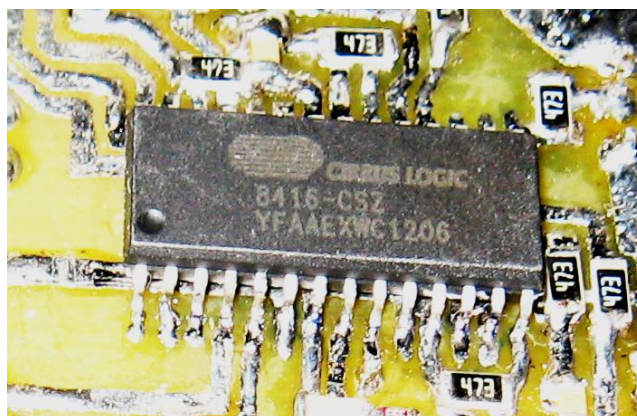
2.1.2. Vstup S/PDIF a TOSLINK

Digitální přenos zvuku je dnes velmi rozšířený díky jeho výhodám, mezi něž patří eliminace veškerého rušení, které se na běžných analogových cestách může naindukovat. Protokol datového přenosu S/PDIF se vyskytuje ještě v optické formě, která se nazývá TOSLINK. Oběma těmito vstupy přehrávač disponuje.

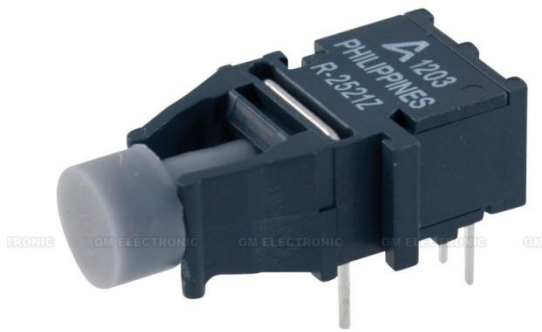
O dekodování signálu S/PDIF se stará integrovaný obvod CS8416 fy Cirrus Logic. Obvod zvládá zpracovávat signály se vzorkovacím kmitočtem až 196kHz. V přehrávači je zapojen v tzv. hardwarovém módu, kdy se veškeré nastavení děje skrz řídicí piny pomocí logických hodnot přes ochranné rezistory.

Disponuje čtyřmi vstupy, mezi nimiž se přepíná binární hodnotou na dvou řídicích vstupech. Využity jsou jen dva, na první je napojen CINCH černé barvy pro přenos po koaxiálním kabelu, na druhý vstup je napojen výstup optického přijímače HFBR2521. Ten zvládá datový tok až 5Mbps, pro tuto aplikaci je dostačující.

Optický přijímač HFBR2521 není standartního typu, má speciální konektor používaný v průmyslových sítích. Proto je zapotřebí používat redukční kabel, který na jedné straně má zmíněný konektor a na straně druhé běžný konektor do zařízení, které mají výstup TOSLINK.



Obrázek 3: Dekodér CS8416



Obrázek 4: Optický přijímač HFBR2521



Obrázek 5: Krimpovací konektor SIMPLEX

Samotný převodník převádějící digitální data ze sběrnice I²S na analogovou podobu je stejné firmy, a to CS4398. Byl vybrán kvůli velmi dobrému odstupu signálu od šumu, a to, podle datasheetu, až 107dB. Kvůli minimalizaci rušení má symetrické výstupy (stereo), bylo proto nutno přidat dvojici výrobcem doporučených desymetrizačních zapojení využívajících nízkošumový operační zesilovač fy Texas Instruments – OPA1612. Výstup z operačního zesilovače je opět napojen na vstupní audio přepínač.

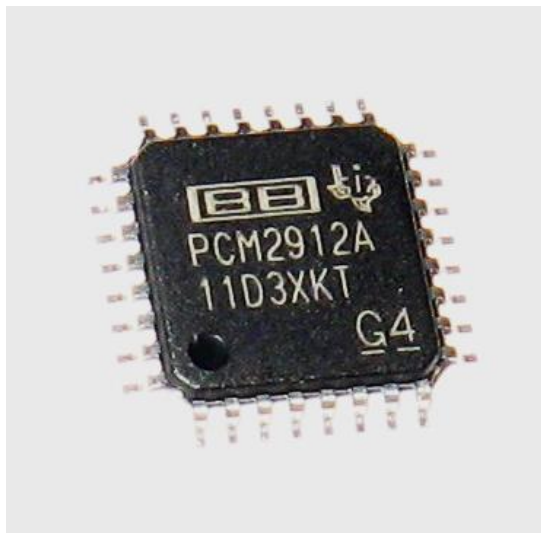
2.1.3. USB vstup – zvuková karta

Jako druhý digitální vstup byla zvolena zvuková karta připojitelná na USB port počítače. Volba padla na již několikrát osvědčený audio kodek fy Texas Instruments – PCM2912A.

Jedná se o zvukovou kartu s velmi nízkým šumem a zkreslením. Svými parametry daleko předčí drtivou většinu dnes známých integrovaných zvukových karet, předčí i některé externí profesionální.

Obvod v sobě kombinuje řadič sběrnice USB, dekodér přijímaných dat a výstupní zesilovač primárně určený pro připojení sluchátek. Dále má v sobě obsaženy obvody pro inicializaci externího mikrofonu, ty zde však nejsou využity.

Analogový výstup je připojen na vstupní audio přepínač, USB vstup se však přímo k PC nepřipojuje, je připojen do USB přepínače, jež jej k PC může připojit (viz níže).



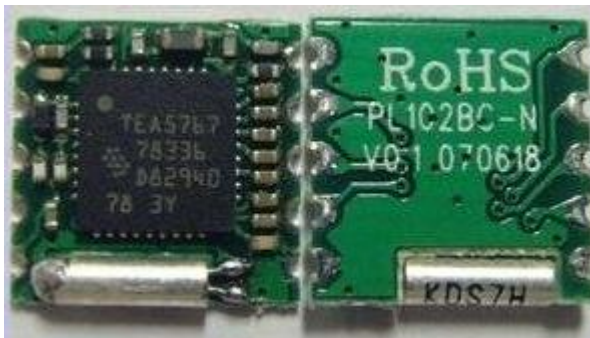
Obrázek 6: USB DAC PCM2912A

2.1.4. FM tuner

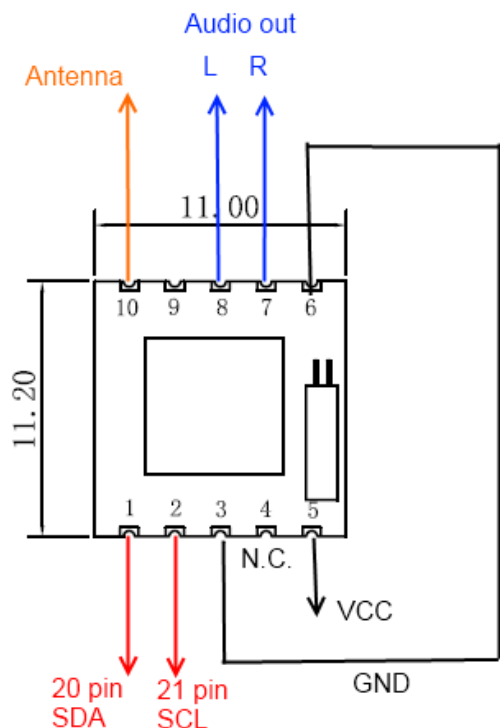
FM vysílání je i v dnešní době populární a poměrně významné, důležité. Díky integrovaným, digitálně řízeným tunerům nebyl problém takovýto blok do zařízení vložit.

Jedná se o tuner laděný pomocí PLL po sběrnici I²C, typ FM420B. Využívá integrovaný obvod fy Phillips – TEA5767.

Komunikační protokol je velmi jednoduchý, posílá se pouhých 5B. První bajt je identifikační, adresa obvodu je 0C_H. V dalších dvou bajtech se vysílá hodnota PLL, která je počítána v procesoru přes příslušný vzorec. Poslední dva bajty jsou ponechány v defaultním nastavení, slouží např. pro aktivaci funkce MUTE atp. Hodnota PLL v procesoru je počítána pro krok ladění 50kHz.



Obrázek 7: Modul FM420B



Obrázek 8: Vnější zapojení modulu FM420B

2.1.5. MP3 HW dekodér

Hlavní částí celého přehrávače je integrovaný obvod obstarávající dekódování MP3 souborů z příslušných médií. Jedná se o typ CECL08D fy ChipKingdom. Integrovaný obvod je plně hardwarový, taktování obstarává hodinový krystal. Integrovaný obvod je vybaven sběrnici USB a sběrnici SPI pro připojení SD karty.

Výstupní formát audio signálu je analogový, integrovaný obvod má interní DA převodníky. Obvod je primárně určen pro řízení tlačítka (posouvání skladeb, hlasitost atp.), samotné řízení se děje pomocí analogové hodnoty napětí na AD vstupu. Tlačítka tedy mají být zapojena jako dělič, přičemž každá hodnota napětí na vstupu IO odpovídá jisté funkci.

Hodnoty rezistorů do děliče byly převzaty z datasheetu výrobce, tlačítka byla vyměněna za pětici MOSFETů řízených procesorem. Bylo tedy ponecháno 5 hlavních funkcí – play/pause, next (další skladba), previous (předchozí skladba), next folder (následující složka) a previous folder (předchozí složka). Integrovaný obvod bohužel nijak neumožňuje zobrazovat název skladby na LCD displayi.



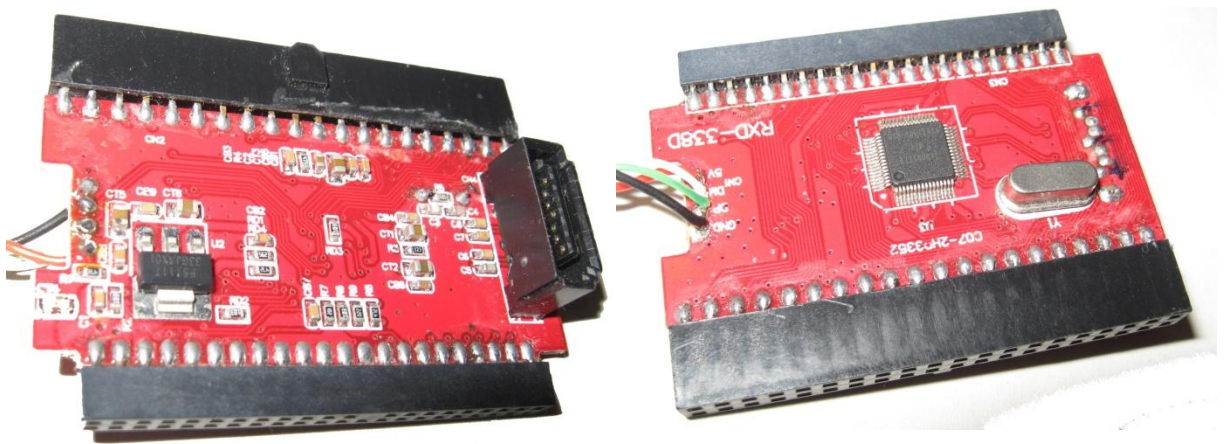
Obrázek 9: MP3 HW dekodér CECL08D

Vstup na SD karty je vyveden přímo na příslušný konektor, USB vstup je však připojen na USB přepínač. Analogový výstup je připojen na vstupní audio přepínač.

2.1.5.1. Převodník SATA/USB

Jako primární medium určené pro přehrávání byl zvolen SSD disk Kingston V200 s kapacitou 64GB a rozhraním SATA 3. Rychlost rozhraní je zde zbytečná, avšak odolnost vůči otřesům, životnost obecně a nároky napájení zde převážily. Kapacita se někomu může zdát zbytečně velká, opak je však pravdou.

Aby mohl MP3 HW dekodér CECL08D z tohoto media přehrávat uložené skladby, bylo nutno mezi ně zařadit převodník. Převodník byl koupen jako hotový modul, který využívá integrovaný obvod USB-IDE/SATA-A2B fy JMicron Technology.

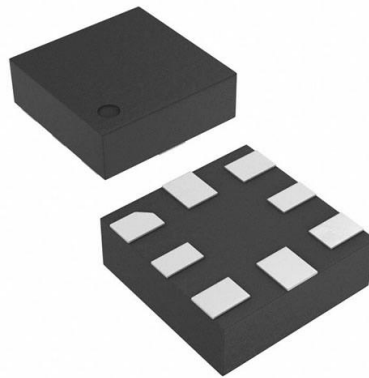


Obrázek 10: Převodník USB/SATA

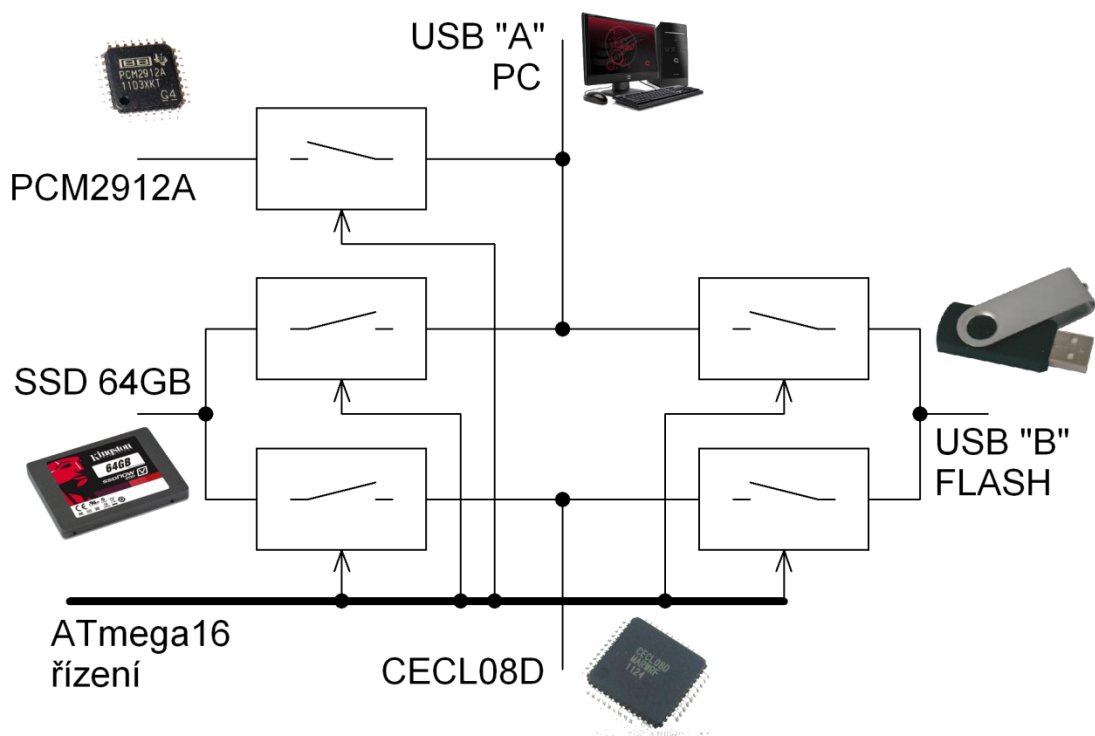
Konektory byly z převodníku vypájeny, místo nich bylo napájeno několik pinů z lámací lišty, na nichž převodník na DPS drží.

2.1.5.1. USB přepínač

Pro přepínání všech USB periferií mezi HW MP3 dekodérem CECL08D a PC byl navrhnout pětipolohový USB přepínač vytvořený z integrovaných obvodů TS3USB31 fy Texas Instruments. Jedná se o jednosměrné USB spínače zvládající maximální přenosovou rychlost až 480Mbps (USB2.0). Jsou napájeny i řízeny napětím 3,3V.



Obrázek 11: TS3USB31 v pouzdru 1,5x1,5mm



Obrázek 12: Blokové schéma USB přepínače

2.1.6. Vstupní audio přepínač

Vstupní audio přepínač se stará o přesměrovávání právě zpracovávaných audio signálů až k výstupní části. Přepínač je tvořen celkem třemi kusy analogových spínačů firmy Texas Instruments TS3A44159. Jsou to čtyřkanálové analogové spínače, vždy dvojice je ovládána jedním logickým signálem. Každá taková dvojice je též využita pro ovládání jednoho stereofonního signálu. V blokovém schématu je označen jako MAS INPUTS (Master Audio Switch INPUTS).

První kus čtyřkanálového analogového spínače je využit pro přepínání dvojice RCA vstupů. Druhý je využit pro přepínání mezi S/PDIF dekodérem a obvodem PCM2912A. Třetí přepíná mezi obvodem CECL08D a FM tunerem.

2.2. Výstupní obvody

Výstupní obvody mají za úkol dle vnějšího požadavku přesměrovat, popř. upravit signál ze vstupního audio přepínače. Ve výstupních obvodech jsou obsaženy výhradně analogové výstupy, tvořit i výstupy digitální (např. I2S) by bylo velmi problematické.

2.2.1. Ekvalizér

Ekvalizér má za úkol dobarvit výstupní analogový signál dle libosti posluchače a dle potřeb. Z důvodu udržení co nejvyšší kvality signálu bylo rozhodnuto použít pasivní, již mnohokrát osvědčený typ. Nevzniká tedy žádné zkreslení na aktivních prvcích, nehrozí ani rozkmitání. Ekvalizér je třípásmový – basy, výšky a hlasitost.

2.2.2. RCA výstupy

Výstupů typu CINCH je opět dvojice, shodně jako vstupů. Signál do nich se odebírá z výstupního audio přepínače. Ze vstupního audio přepínače prochází jen korekční úpravou.

2.2.3. Filtrovaný výstup pro subwoofer

Subwoofer je dnes velmi často používané zařízení. Dokáže umocnit prožitek z poslechu doplněním nejnižších kmitočtů – basů. Pro univerzálnost přehrávače byl tento výstup doplněn i zde.

Filtrování se provádí aktivním filtrem se strmostí 24dB/oct (80dB/dec), dělicí kmitočet je 140Hz a nelze jej měnit. Ve filtru byl využit nízkošumový operační zesilovač fy Texas Instruments – OPA1612. Výstup tedy není výkonový, je určený pro aktivní subwoofer. Příslušným tlačítkem jej lze deaktivovat. Signál filtr odebírá přímo z výstupu vstupního audio přepínače, nepodléhá ekvalizaci, jen regulaci hlasitosti.

2.2.4. Výkonové výstupy

Přehrávač obsahuje dvojici výkonových výstupů – výstup na reprobedny a výstup na sluchátka.

Výstup na reprobedny je tvořen integrovaným zesilovačem fy Texas Instruments třídy D – TPA3122D2N. Ten je schopen dodat do každého kanálu až 15W sinusového výkonu při velmi nízkém zkreslení.

Výstup pro sluchátka je tvořen též koncovým zesilovačem fy Texas Instruments, a to TPA6111. Pracuje ve třídě AB, dokáže do každého kanálu dodat až 150mW.

2.2.5. Výstupní audio přepínač

Je tvořen, podobně jako vstupní audio přepínač, vhodnou kombinací analogových integrovaných spínačů. Obsahuje tři kusy integrovaných obvodů fy Texas Instruments – TS3A24159. Vlastnostmi jsou stejné, jako ve vstupním audio přepínači použitých TS3A44159, liší se polovičním počtem interních spínačů.

První ovládá první RCA výstup, druhý ovládá druhý RCA výstup a třetí ovládá výstup pro subwoofer. Výkonové zesilovače se deaktivují pomocí příslušných pinů ovládajících funkci Standby.

2.3. Řízení vstupů a výstupů

Vstupní a výstupní část obsahuje pro řízení dvojici procesorů ATmega16.

První se stará o přepínání všech vstupů a o řízení integrovaného obvodu CECL08D, dále spíná pro celou vstupní část napájecí napětí tak, jak je potřeba (umí i odepínat napětí SD karty, popř. FLASH disku). Též může jedním svým PWM výstupem regulovat podsvícení.

Procesor výstupní části se stará o přepínání výstupního audio přepínače. Složitější funkce je však ovládání tří bargrafů umístěných okolo knoflíků potenciometrů. Bargrafy jsou ovládány multiplexově, LED diody jsou vždy po několika kusech spojeny nad sebou. Signálem z procesoru se vždy uzemní část větve, která nemá svítit. Stabilní proud větvemi zajišťuje sedm zdrojů proudu s integrovanými obvody LM317 v SMD provedení. Signál pro bargrafy odebírá procesor ze tří ADC vstupů. Na ty je z vnějšku připojena dvojice aktivních filtrů se strmostí 12dB/oct (basy a výšky). Filtry na svých výstupech mají ještě integrační články pro vyrovnání rychlých změn napětí. Na třetí vstup je připojen jen jednotkový zesilovač s integračním článkem na svém výstupu (bargraf pro hlasitost).

2.3.1. Dotykový panel vstupů a výstupů

Panel s 14ti dotykovými podsvícenými tlačítky. Tlačítka slouží pro přepínání vstupů a výstupů. Nedotýká-li se tlačítka nic, svítí modře. Při doteku zrudne a rudým zůstane do dalšího (deaktivačního) dotyku, nebo do přepnutí na jiný vstup či výstup. Z rudé barvy se na modrou umí plynule prolnout.

Mezi vstupy je vřazeno i tlačítko Mass Storage. Při jeho aktivaci se všechny vstupy a výstupy odpojí a příslušné zvolené paměťové medium (krom SD karty) se připojí k PC. Není-li aktivované žádné medium, přehrávač čeká na stisk jednoho z nich. Při opětovném dotyku tlačítka Mass Storage se přehrávač přepne zpět do módu přehrávání.

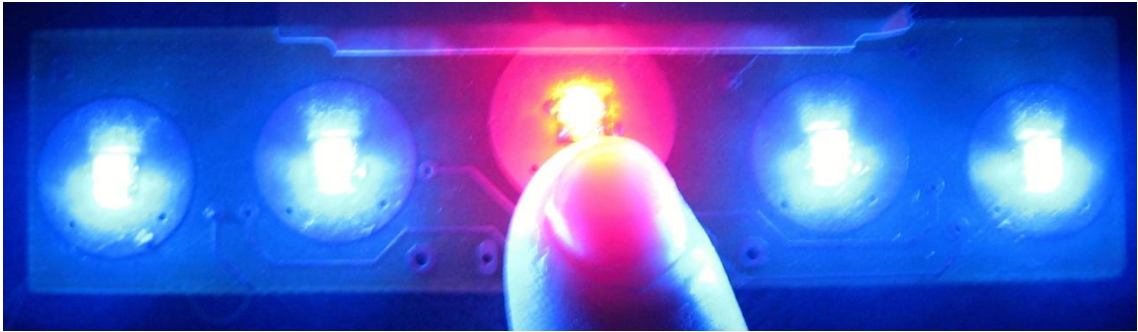
Panel využívá jednobanálové dotykové senzory fy Atmel – AT42QT1010. Citlivost je nastavena zpětnovazebním kondenzátorem přibližně na 3mm (skrz přední folii zařízení). Výstupy tlačítek jsou přes převodníky 1z 10ti na BCD přivedeny na čtyři vstupy procesoru vstupní části. Toto rozšíření pomocí převodníku umožňuje k procesoru, jež má pouze 32 I/O pinů, připojit až řádově víc vstupů či výstupů okolních periférií. Podsvícení tlačítek je řízeno z pinů, jež přes převodníky BCD na 1 z 10 ovládají vstupní obvody. O rozšíření tímto převodníkem platí to samé, co u předchozího, pouze se jedná o rozšiřování výstupů.

2.3.2. Dotykový panel MP3 HW dekodéru

Pětitačtkový panel, též využívá senzory AT42QT1010. Jeho funkce je dvouřadá. Všech 5 tlačítek je využíváno při přehrávání z některého z médií. V tomto případě slouží první a páté tlačítko k posunu mezi adresáři, druhé a čtvrté k posunu mezi skladbami a prostřední pro funkci pause/play.

Při přepnutí zdroje signálu na FM tuner však první, třetí a páté tlačítko zhasne a druhým a čtvrtým tlačítkem se FM tuner ladí.

Všech pět tlačítek je na procesor řídicí vstupní část přivedeno skrz převodník 1 z 8mi na BCD. Ušetříme tím 5 pinů procesoru.



Obrázek 13: Pětice dotykových tlačítek pro ovládání přehrávače a FM tuneru

2.3.3. Dotykový panel dodatkových funkcí

Nalézá se v pozadí trojice potenciometrů ekvalizéru. Jsou na něm umístěny tři bargrafy, dále také trojice dotykových tlačítek – ovládání funkce Mute, aktivace sluchátkového výstupu a jedno tlačítko záložní (primárně pro efekt, budoucí využití nejspíše pro funkci Loudness – kompenzace Fletcher-Munzonových křivek stejné hlasitosti.).

2.4. Napájení přehrávače

Z blokového schématu plyne, že přehrávač je napájen buď z vnějšku adaptérem 19V DC, nebo z interních akumulátorů. Akumulátory, jak již bylo řečeno, dávají přehrávači určitou schopnost mobility.

2.4.1. Li-Pol interní aku bloky

Jedná se o dvojici aku bloků se složením Li-Pol, kapacitou 2,6Ah a napětím 11,1V. Seriovým spojením obou akumulátorů uvnitř výkonového mosfetového pole dostaneme zdroj 22,2V s více než dostatečným proudem. Napětí nevyžaduje další úpravu, od 19V adaptéru se neliší. Zesilovač při obou napětích pracuje stejně.

2.4.2. Externí adaptér

Spínaný adaptér 19V DC/65W nám ušetří mnoho starostí. Jeho výstupní napětí je stabilizováno zpětnou vazbou, tedy je velmi tvrdé. Navíc se jeho použitím stává zařízení absolutně bezpečným, neboť napětí uvnitř přehrávače nepřesahuje ani 50V DC.

Vstup přehrávače z adaptéru je ošetřen EMI filtrem se symetrickou filtrací a několikanásobnou kapacitou. Ošetření by mělo zabránit úniku rušivých harmonických do adaptéru např. z interních měničů nutných pro napájení, EMC testováním však zařízení neprošlo.

2.4.3. Nabíjení akumulátorů

Při vývoji dlouho nebylo rozhodnuto, jakým způsobem se budou interní Li-Pol bloky nabíjet. Volba se pohybovala mezi běžnými integrovanými nabíjecími obvody, které jsou pro nabíjení primárně určeny, další možností byla nabíječka sestavená z běžných součástek. Pro složitost byla možnost zavrhnuta. První možnost navíc byla zavrhnuta z důvodu komplikace s přepojováním aku bloků do série. Poslední a zvolená možnost padla na procesor a vhodný program.

2.4.3.1. PWM nabíječka řízená procesorem

První procesor v blokovém schématu je procesor ATmega8, též řady AVR. Je využit pro řízení celé napájecí části, jeho hlavním úkolem je však nabíjení interních akumulátorů. Nabíjení se děje skrz PWM signál generovaný procesorem. PWM procesoru má rozlišení 10b, což nám dává možnost rozlišení přibližně 18mV při napájecím napětí 19V DC z adaptéru. Toto rozlišení poměrně vyhovuje. Stav akumulátorů procesor sleduje skrz AD převodník. Do čtyř kanálů jdou dvě informace o napětí a dvě informace o proudu, vždy od jednoho akumulátoru po jedné. Hodnoty se získávají pomocí rozdílových zesilovačů, ve kterých jsou využity opět nízkošumové operační zesilovače OPA1612.

Napětí akumulátorů je sledováno přímo, příslušné rozdílové zesilovače mají zisk nastavený na 0,1 z důvodu použití přesné napěťové reference 1,25V u procesoru. Maximální napětí akumulátoru poté odpovídá napětí 1,1V. Rozlišení AD převodníku je též 10b, tedy při měření je rozlišení napětí akumulátoru přibližně 10,8mV.

Nabíjecí proud tekoucí do akumulátorů je měřen na předřadných bočnících 0,1Ω. Nabíjecí proud 1A odpovídá napětí na bočníku 0,1V, rozdílový zesilovač má nastavené zesílení na 2x. Na vstupu DA převodníku tedy dostáváme napětí 0,2V, což odpovídá rozlišení nabíjecího proudu akumulátoru přibližně 6,1mA.

PWM signál z procesoru řídí dvojici výkonových mosfetů, každý u jednoho akumulátoru. Za tranzistory jsou vřazeny dolní LC propusti druhého řádu, které z PWM signálu vytvoří signál lineární. Mosfetům jsou filtry též předřazeny (dodatečné), avšak s cívkami nižších hodnot. Paralelně k oběma aku blokům jsou na samostatném DPS připojeny aktivní balancéry vyvažující napětí na jednotlivých člancích (mimo možnosti procesoru).

2.4.3.2. Indikace stavu nabití

Několik výstupních pinů procesoru, řídicího napájecí část, ovládá dvojici sedmi LED diodových bargrafů, které v případě nabíjení či vybití indikují stav akumulátorů. Stav při nabíjení indikují i v režimu StandBy. Nad každým bargrafem je umístěna červeno zelená dvoubarevná LED dioda, blikající červená barva indikuje nabíjení, svítící zelená pak plný stav.

2.4.4. StandBy režim a jeho aktivace

StandBy režim uvádí celý přehrávač, krom napájecí části, do stavu vypnutí.

Napájecí část, resp. příslušný procesor, jen hlídá deaktivaci stavu StandBy a stav nabití akumulátorů, při vybití akumulátorů umí odpojit i sama sebe, akumulátory tím ochrání před zničením. Aktivace napájecí části a celého přehrávače je poté možná pouze připojením adaptéru (nastartuje se měnič 5V napájecí procesor, procesor samozřejmě též hlídá stav, je-li adaptér připojen, nebo ne).

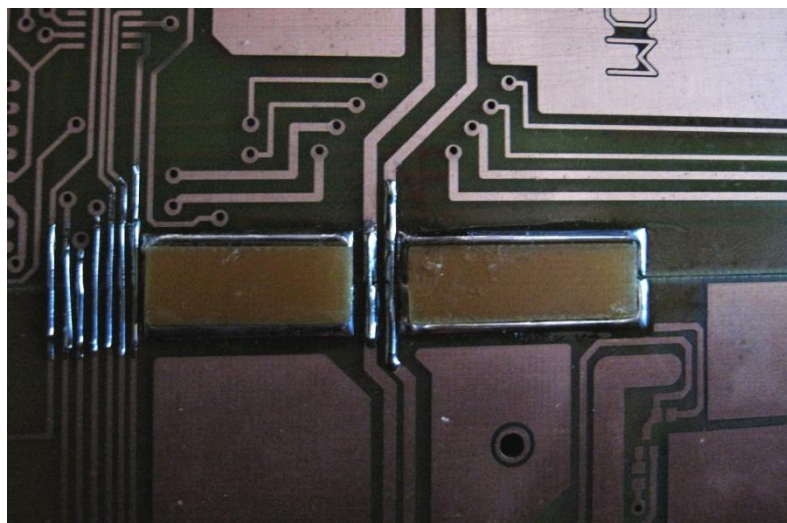
2.4.4.1. Dotykový panel StandBy režimu

Pro aktivaci a deaktivaci režimu StandBy slouží dvojice dotykových tlačítek po levé straně bargrafů indikujících stav akumulátorů. Dva jsou z důvodu jednoduchého zámku – pro deaktivaci režimu Standby je zapotřebí stisknout tlačítko první, které se slabě modře rozsvítí. Společně s prvním tlačítkem se až poté musí stisknout tlačítko druhé, obě tlačítka zrudnou a přehrávač se aktivuje (první tlačítko je přivedeno na pin interního přerušení procesoru, opačná kombinace tedy není možná). Pro opětovnou aktivaci režimu StandBy stačí stisknout jedno z obou tlačítek.

3. MECHANICKÁ KONSTRUKCE

3.1. Desky plošných spojů

Celý přehrávač je zkonstruován na sedmi deskách plošných spojů. Všechny plošné spoje jsou oboustranné a prokovené. Hlavní DPS musela být kvůli své velikosti rozpůlena a po výrobě spájena, neboť dílna neumožňovala DPS daných rozměrů (400mm na délku) prokovit.



Obrázek 14: Detail spojení dvou polovin hlavní DPS

3.1.1. Master Board

Jsou na ní umístěny všechny procesory, dále v přední části pod úhlem 90° všechny panely. V zadní části jsou na pravé straně umístěny výkonové a nabíjecí obvody, uprostřed vstupní audio přepínač, rozšíření portů procesorů, externí vstupy vč. USB zvukové karty a S/PDIF dekodéru. V levé části poté FM tuner s provizorní anténou (leptanou smyčkou na DPS)

3.1.2. Slave Board

Je umístěna nad pravou polovinou Master Board pomocí distančních sloupků 20mm. Na desce je osazen slot pro SSD HDD, dále převodník USB/SATA, USB přepínač a veškeré výstupy, vč. výkonových zesilovačů. V přední části napravo je umístěn ekvalizér, po jehož levé straně je znakový LCD ve sklonu 90°. Mimo výstupy jsou zde v zadní části též oba USB konektory („A“ a „B“), vedle nichž leží slot na SD karty.

3.1.3. Dotykové panely

Všechny čtyři dotykové panely jsou umístěny v přední části Master Board pod úhlem 90°. Připevněny jsou pomocí úhlových lámacích lišt, které současně slouží jako přívody. Panely mají od dotykových plošek distanci 1,1mm kvůli SMD LED diodám umístěným v každém středu dotykového tlačítka a též kvůli SMD LED diodám v bargrafech. V úrovni LED diod se nachází čelní panel z čírého plastu tloušťky 2mm. Vzor tlačítek je vytisknut na film, jež je vložen mezi LED diody a čelní panel.

3.1.4. DPS balancéru

Je umístěna v blízkosti akumulátorů, pro které je v Master Board v zadní části vyříznut prostor. Upevněna je k Master Board pomocí několika distančních sloupků. Ty za pomoci stahovacích pásků též slouží jako úchyty akumulátorů.

Na DPS balancéru je umístěna šestice výkonových tranzistorů, každý s malým chladičem. Vyrovnávací proudy nejsou velké, chlazení dostačuje.

4. ZÁVĚR

Samotný návrh zařízení vznikl déle než rok. Kompletní zapojení bylo postupně otestováno po blocích, přibližně v polovině vývoje začalo být tvořeno kompletní schéma. Cíl stvořit relativně kvalitní přehrávač byl splněn díky zachování kvality samotného signálu (analogová forma zpracování). Zařízení je připraveno sloužit při testování zařízení zpracovávajících audio signál, tj. zesilovače, zvukové procesory atp. Poslouží však také jako základ domácího audio systému.

5. REFERENCES/ZDROJE

- [1] ChipKingdom: CECL08D – USB SD MP3 HW Integrated Player; [on-line], datasheet, dostupné na [www: http://www.chipkingdom.com/upfile/20111211711042469.pdf](http://www.chipkingdom.com/upfile/20111211711042469.pdf)
- [2] Atmel: ATmega16 – 8bit RISC Architecture Processor; [on-line], datasheet, dostupné na [www: http://www.atmel.com/Images/doc2466.pdf](http://www.atmel.com/Images/doc2466.pdf)
- [3] Atmel: ATmega8 – 8bit RISC Architecture Processor; [on-line], datasheet, dostupné na [www: http://www.atmel.com/Images/Atmel-2486-8-bit-AVR-microcontroller-ATmega8_L_datasheet.pdf](http://www.atmel.com/Images/Atmel-2486-8-bit-AVR-microcontroller-ATmega8_L_datasheet.pdf)
- [4] Texas Instruments: PCM2912A – USB DAC; [on-line], datasheet, dostupné na [www: http://www.ti.com/lit/ds/sles216/sles216.pdf](http://www.ti.com/lit/ds/sles216/sles216.pdf)
- [5] Cirrus Logic: CS8416 – 196kHz S/PDIF Decoder; [on-line], datasheet, dostupné na [www: http://www.cirrus.com/en/products/cs8416.html](http://www.cirrus.com/en/products/cs8416.html)
- [6] Cirrus Logic: CS4398 – HQ I2S Audio Decoder; [on-line], datasheet, dostupné na [www: http://www.cirrus.com/en/pubs/proDatasheet/CS4398_F1.pdf](http://www.cirrus.com/en/pubs/proDatasheet/CS4398_F1.pdf)
- [7] Phillips: TEA5767 – Integrated FM Tuner with PLL; [on-line], datasheet, dostupné na [www: http://www.rockbox.org/wiki/pub/Main/DataSheets/application_note_tea5767-8.pdf](http://www.rockbox.org/wiki/pub/Main/DataSheets/application_note_tea5767-8.pdf)