

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Programovatelný audio video přepínač

Jaroslav Borecký

Vedoucí práce: Ing. Pavel Kubalík

Studijní program: Elektrotechnika a informatika strukturovaný bakalářský

Obor: Informatika a výpočetní technika

Červen 2006

Poděkování

Chci poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Pavlovi Kubalíkovi, za odborné rady a čas který se mnou strávil při konzultacích. Dále chci poděkovat své rodině, která mě po celou dobu tvorby bakalářské práce podporovala a přispěla k vymyšlení tohoto tématu.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury. Souhlasím s půjčováním, zveřejňováním či dalším využitím diplomové práce, pokud s tím bude souhlasit katedra počítačů fakulty elektrotechnické ČVUT v Praze

Jaroslav Borecký

dne 27.6. 2006 v Praze

.....

Abstrakt

Hlavní myšlenkou je vytvořit funkční zařízení, které bude přepínat audio video signály pro televizi. Signály se přepínají automaticky, nebo dálkovým ovladačem, nebo pomocí počítače, či podle zadaného času. Celé zařízení se dá rozdělit do dvou částí. První je analogová a obsahuje všechny přepínače, včetně snímání signálu. Druhá je digitální a obsahuje mikrořadič, RS232 řadič a infra čidlo.

Abstract

The main idea of this work is to create an operating device, that would be able to switch audio video signals for television. Input signals are switched automatically or using a remote control or using computer or in predefined time intervals. The whole device consists of two main parts. The first one is analogue and contains all switches including signal picking-up input signals. The second part is digital and contains a microcontroller, RS232 controller and an infra sensor.

Obsah:

Seznam obrázků	xi
Seznam tabulek.....	xiii
1. Úvod.....	1
2. Analýza.....	2
2.1. Přehled přepínačů na trhu	2
2.1.1 Ceny přepínačů	2
2.2. Obvody v návrhu.....	3
2.3. RGB switch	4
2.4. Audio switch	4
2.5. Obvody pro snímání a přepínání zatemnění	4
2.5.1 Snímání.....	4
2.5.2 Přepínání.....	5
2.6. Mikrořadič.....	5
2.7. RS232	6
2.8. Infra čidlo	6
3. Návrh řešení.....	7
3.1. Analogová část.....	8
3.2. Digitální část	8
3.3. Návrh schématu a plošného spoje.....	8
4. Řešení.....	9
4.1. Analogová část	9
4.1.1 Napájení	9
4.1.2 Scart konektor	10
4.1.3 RGB switch.....	11
4.1.4 Audio switch	11
4.1.5 Snímání select signálů.....	13
4.1.6 Přepínání select signálu a ztemnění.....	14
4.2. Digitální část	15
4.2.1 Mikrořadič.....	15
4.2.2 I2C protokol	15
4.2.2.1.Princip I2C.....	16
4.2.2.2.Zapojení I2C sběrnice.....	17

4.2.2.3. Komunikace s Audio procesorem	18
4.2.2.4. Datové ovládání audioprocesoru	18
4.2.3 <i>Komunikace s PC</i>	21
4.2.3.1. Zapojení MAX232	21
4.2.4 <i>Infra port</i>	22
4.2.4.1. Zapojení	23
4.2.4.2. RC5	23
4.2.4.3. Dekódování RC5 kódu	25
4.2.5 <i>Program</i>	28
4.2.5.1. Hlavní část programu	28
4.2.5.2. Další součásti programu	32
4.3. Návrh schématu a plošného spoje	33
4.4. Přehled použitého software	33
5. Testování	35
6. Zhodnocení.....	36
7. Závěr.....	37
8. Literatura.....	38
9. Obsah příloženého CD.....	39

Seznam obrázků

Obrázek 1: blokové schéma přepínače.....	7
Obrázek 2: zapojení stabilizátoru 7905.....	9
Obrázek 3: zapojení pinů na scart konektoru.....	10
Obrázek 4: základní zapojení a vnitřní schéma obvodů MAX4024 a MAX4026.....	11
Obrázek 5: základní zapojení audioprocesoru včetně vnitřního blokového schématu.....	12
Obrázek 6: schéma snímání select signálu.....	13
Obrázek 7: schéma přepínání signálů select a zatemnění.....	14
Obrázek 8: průběh posílání dat po I2C sběrnici.....	16
Obrázek 9: průběh posílání adresy po I2C sběrnici.....	17
Obrázek 10: zapojení zařízení komunikujících přes I2C sběrnici.....	18
Obrázek 11: bitový průběh komunikace s obvodem TDA7318.....	18
Obrázek 12: základní zapojení obvodu MAX232.....	22
Obrázek 13: blokové schéma SFH506.....	22
Obrázek 14: zapojení infra čidla.....	23
Obrázek 15: ukázka RC5 kódování.....	23
Obrázek 16: blokové schéma hlavní části programu.....	31

Seznam tabulek

Tabulka 1: přehled některých pasivních prepínačů.....	2
Tabulka 2: přehled některých aktivních prepínačů.....	3
Tabulka 3: přehled potřebných obvodů.....	3
Tabulka 4: přehled vybraných RGB switchů.....	4
Tabulka 5: odhad počtu vývodů.....	6
Tabulka 6: popis jednotlivých pinů scart konektoru.....	10
Tabulka 7: hlasitost.....	19
Tabulka 8: hlasitost reproduktorů.....	19
Tabulka 9: výběr vstupu.....	20
Tabulka 10: basy a výšky.....	20
Tabulka 11: přehled povelů.....	21
Tabulka 12: RC5 adresy zařízení.....	24
Tabulka 13: některé příkazy RC5 kódu.....	25
Tabulka 14: seznam použitého software.....	34

1. Úvod

Cílem této bakalářské práce je vytvořit zařízení, které bude schopné přepínat video signály RGB (Red-Green-Blue), Csync (Composite synchronization), zatemňovací signály, select signály a stereo audio signály. Výstup je realizován na jeden scart konektor a jeden výstup zvuku pro hifi věž, který je vyveden na dva cinche. Na našem trhu není moc zařízení podobné funkce. Většinou je jejich cena moc vysoká, nebo jsou pasivní a musí se ovládat tak, že se musí jednotlivé vstupy přepínat pasivními přepínači.

Audio video přepínač bude umožňovat výběr ze čtyř vstupů, které budou tvořeny konektory SCART. Výběr jednoho ze vstupů bude realizován buď automaticky a to tak, že bude aktivní ten, který bude mít aktivní signál select. Pokud bude mít tento signál aktivní více vstupů, vybere se ten, který bude mít vyšší privilegia. Anebo se vybere vstup pomocí dálkového ovladače. Ten napevno přepne vstup, anebo jen zapne přepínač a výběr se určí podle signálu select. Další možností výběru je pomocí počítače přes sériové rozhraní. Anebo se budou vstupy střídat podle předem nastaveného času.

Pomocí počítače se dá nastavit výběr vstupu, nebo se dá přepsat paměť eeprom, kde jsou údaje, která určují detailní nastavení přepínače. Například se dají nastavit privilegia jednotlivých vstupů, nebo zda se má používat automatický výběr, nebo výběr ovladačem, či oboje navzájem. Dá se zde nastavit i čas a vstupy, které se budou přepínat a v jakém pořadí se budou přepínat. Dále v paměti eeprom můžeme nastavit pro každý vstup: hlasitost, balance, výšky a basy. Aby se dal k ovládní přepínače použít libovolný dálkový ovladač, dá se nastavit i jaký dálkový ovladač a která tlačítka budou na dané funkce reagovat.

Tento přepínač bude ovládán mikrořadičem AVR od firmy ATMEL. Program pro tento mikrořadič bude napsán v jazyce C. RGB switche zvládnou signál až do 200MHz, tudíž zvládnou i signály pro monitor, jen se budou muset udělat menší úpravy, neboť se v monitorech užívají dva signály pro synchronizaci.

Přepínač je rozdělen na dvě části, a to na analogovou, která se týká audio a video signálů, včetně zatemňovacích a select signálů. Další část je digitální, ta se týká řízení switchů, řízení audio procesoru, příjem infra signálu, komunikace s počítačem a zjištění který signál je aktivní.

2. Analýza

2.1. Přehled přepínačů na trhu

Audio video přepínače se dělí na pasivní a aktivní. Pasivní se musí manuálně přepínat, nebo jsou všechny vstupy spolu přímo připojeny na výstup, to má ale za následek možné míchání signálů, byť zařízení není přímo spuštěné a je jen v aktivním stavu. Aktivní přepínače se nemusí ovládat, přímo přepínají aktivní signál, nebo jsou ovládány svým ovladačem.

Na českém trhu jsou nejvíce rozšířeny pasivní přepínače. Liší se od sebe počtem přepínaných, či spojených vstupů. Dalším rozdílem je také vzhled, ale ten většinou nehraje roli, neboť jej není moc vidět, protože scart konektory jsou umístěny v zadních částech zařízení. Jejich cena se pohybuje řádově ve sto korunách.

Aktivních přepínačů na českém trhu není mnoho. Liší se od sebe způsoby přepínání, úpravami signálů, počtem vstupů. Ceny těchto přepínačů se již pohybuje řádově v tisíci korunách.

2.1.1 Ceny přepínačů

Pasivní přepínače:

Název	Bandridge BVSB7713	Bandridge BVSB7715	Bandridge BVSB7723	Bandridge BVSB7725
Počet vstupů	3 x Scart	5 x Scart	3 x Scart	5 x Scart
Styl přepínání	Rozbočovač	Rozbočovač	Manuální	Manuální
Cena (eshop) vč. DPH	324 Kč	405 Kč	486 Kč	690 Kč
Cena (běžná MC) vč. DPH	399 Kč	499 Kč	599 Kč	849 Kč

Tabulka 1: přehled některých pasivních přepínačů

Aktivní přepínače:

Název	Correct AVS200	Bandridge BVS7735	Correct AVS300
Počet vstupů	2 x Scart	5 x Scart	2 x Scart
Přepínání	Podle vstupu, manuálně tlačítka	Podle vstupu	Podle vstupu, manuálně tlačítka
Úprava signálu	Regulace jasu a kontrastu	Žádná	Regulace jasu, kontrastu, basů, výšek a balance.
Jiné výstupy (ne scart)	Audio pro HIFI	Ne	Audio pro HIFI
Cena (eshop) vč. DPH	1 590 Kč	1 787 Kč	1 890 Kč
Cena (běžná MC) vč. DPH	?	2 199 Kč	?

Tabulka 2: přehled některých aktivních přepínačů

2.2. Obvody v návrhu

Výběr obvodů, které budou potřeba, budeme vybírat podle jejich vlastností a vhodnosti použití v této aplikaci. V tabulce číslo 3 je seznam obvodů, které budou potřeba při realizaci audio video přepínače.

Činnost	Obvod
Přepínání video signálů	RGB switch
Přepínání audio signálů	Audio switch
Ovládání celého zařízení	Mikrořadič
Komunikace s PC	RS232
Komunikace s dálkovým ovladačem	Infra čidlo
Snímání select signálů	Komparátory
Přepínání select a blank signálů	Multiplexer
Zesílení blank signálu	Operační zesilovač
Ovládání multiplexeru	Tranzistorové pole

Tabulka 3: přehled potřebných obvodů

Všechny obvody lze rozdělit do analogové, nebo digitální části.

Analogové obvody:

- RGB switch
- Audio switch
- Komparátory
- Multiplexer
- Tranzistorové pole

- Operační zesilovač

Digitální obvody:

- Mikrořadič
- RS232
- Infra čidlo

2.3. RGB switch

U RGB switche je důležité znát maximální šířku pásma pro přepínané signály, rychlost přepínání mezi vstupy, a zda má zesílení na výstupu (důležité pro impedančně přizpůsobený signál) a napájení. Televizní RGB signál není tak náročný na šířku pásma, ale aby byl použitelný do budoucna televizí, či pro monitory, jedná se o šířku pásma ve stovkách megahertzů. Jelikož signál může být i záporný je tedy důležité, aby obvod podporoval i záporné napájení.

Název	MAX 4026	ADG758
Vstupy	2 x 4(RGB+sync)	2 x 4
Výstupy	1 x 4(RGB+sync)	1 x 4
Čas přepnutí	25ns	14ns
Zesílení	2	1 (nutno zapojit zesilovač)
Šířka pásma	250MHz	55MHz
Napájení	+5V nebo $\pm 5V$	+5V nebo $\pm 2.5V$

Tabulka 4: přehled vybraných RGB switchů

2.4. Audio switch

Pro audio switch by se daly použít analogové switche, nebo analogové multiplexery. Vybral jsem však jeden obvod, který má více vlastností než přepínání vstupu. Je to obvod od firmy Philips s označením TDA 7318 a je přímo určen pro audio signál. Přepíná čtyři stereo vstupy na dva stereo výstupy, jako přední a zadní stereo. Dále umožňuje nastavení vyvážení, hlasitosti, basů a výšek.

2.5. Obvody pro snímání a přepínání zatemnění

2.5.1 Snímání

Snímání je realizováno komparátory, které překlápí do kladné saturace, jeli na vstupním signálu napětí větší jak 5V. Jelikož je signál stejnosměrný a během spuštěného stavu se nemění, postačí pro realizaci obyčejné operační

zesilovače, které mohou být nesymetricky napájeny. Bohatě vystačí kupříkladu obvod LM324. Podporuje nesymetrické napájení a díky tomu bude na výstupu buď zem, nebo kladné saturační napětí. Což pro tento účel plně vyhovuje.

2.5.2 Přepínání

Přepínané select a blank signály obsahují stejnosměrné úrovně napětí, které u select signálu může dosahovat maximálně 12V a u blank signálu maximálně 3.3V. Oba signály se během provozu nemění a proto stačí nějaký obyčejnější analogový multiplexer, který podporuje napájení minimálně 12V. Pro zkušenost s obvody CMOS jsem vybral obvod 4052. Tento obvod obsahuje dva analogové multiplexery, které vybírají ze čtyř vstupů do jednoho výstupu.

Jelikož je obvod napájen napětím, které neodpovídá TTL logice, musí být ovládán přes jiný obvod. Nejjednodušší bylo zapojit ovládání jako výstup s otevřeným kolektorem, kde se pouze stahuje logická úroveň. Pro ovládání bylo použito tranzistorové pole ULN2004A.

Signál blank musí být impedančně přizpůsoben a proto musí být na výstupu jeho signál dvojnásobně zesílen. Pro zesílení postačí jakýkoli operační zesilovač, který dokáže zesílit na maximální hodnotu 6.6V. Já jsem kupříkladu použil obvod LF356, ten ovšem musí být napájen i záporným napětím, jinak při nulovém napětí je na výstupu kladná saturace. A proto jsem použil záporné napětí od RGB switche.

2.6. Mikrořadič

Nároky na mikrořadič jsou standardní. Musí obsahovat UART, dostatečnou paměť pro program, dostatečnou RAM, potřebnou velikost eeprom. Dalším kritériem je počet pinů, alespoň dva časovače a jednoduchost programování. Podpora I2C protokolu. Podpora překladačů pro jazyk C.

Druh činnosti	Počet vývodů
Ovládání RGB switchů	4
Ovládání Audioprocesoru	2
Zjištění stavů	5
Komunikace s PC	2
Programování	3(můžou být využity i jinak)
Přepínání multiplexeru	3
Příjem z Infra čidla	1
Zobrazení na LED	4
Celkem	24

Tabulka 5: odhad počtu vývodů

Jelikož jsme se na škole učili programovat mikrořadiče od firmy ATMEL a já sám mám s nimi dost zkušeností, tak jsem vybral mikrořadič ATMEGA16L. Splňuje všechny požadavky a cena je přívětivá.

2.7. RS232

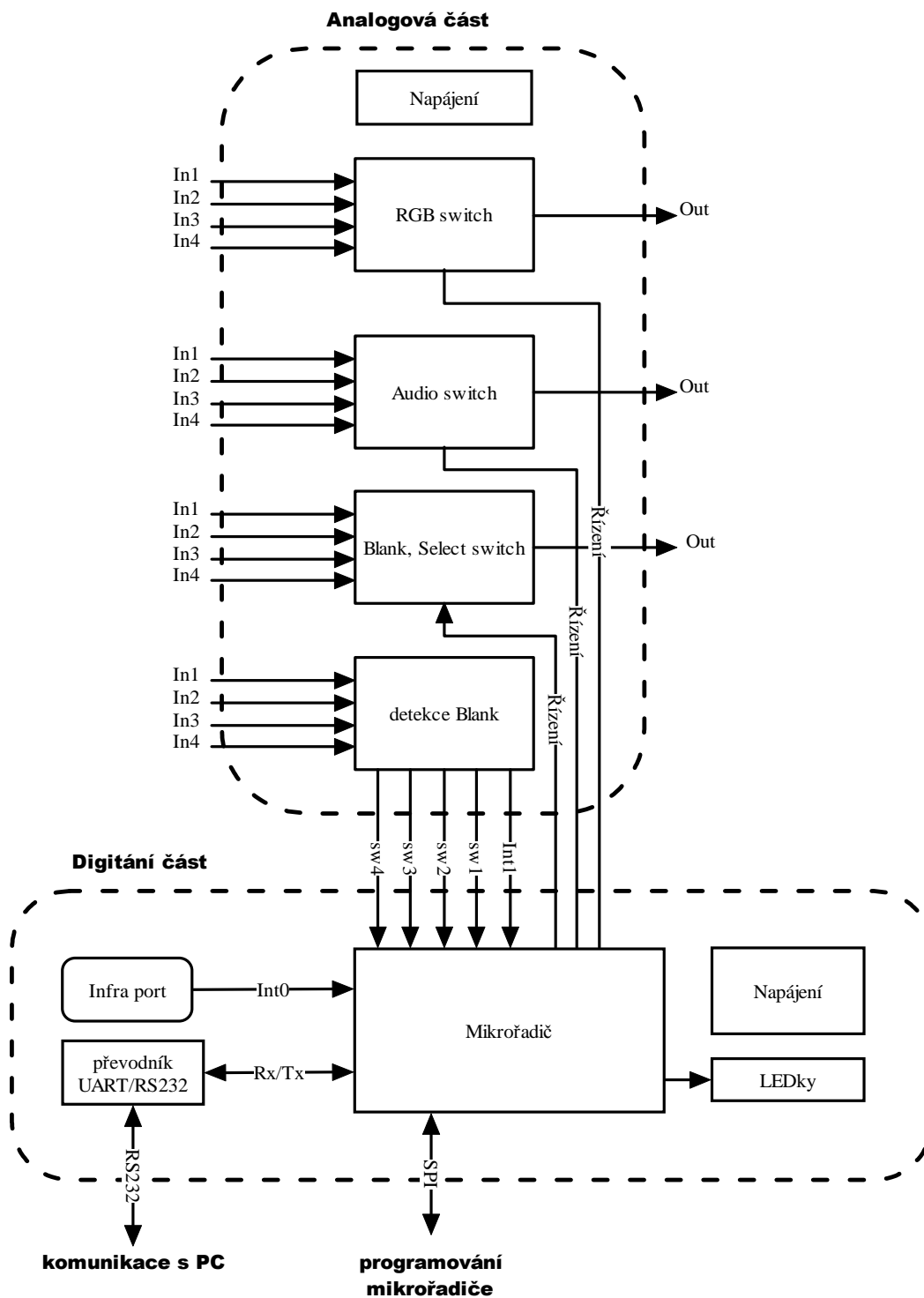
U převodníku z RS 232 na TTL logiku a naopak, požadujeme 5V napájení. Nejpoužívanější obvod pro připojení k RS 232 se stal MAX232 od firmy Maxim, některé firmy vytvořily podobné obvody, které se staly možnými alternativami. Jsou to obvody: ICL23 od Intersilu a DSC14C23 od National Semiconductors.

2.8. Infra čidlo

Musí být nastavené na nosnou 36kHz, jelikož ji používá většina dálkových ovladačů. Musí obsahovat tvarovač. V úvahu přichází dva obvody SFH 506-36 a SFH 5110-36. Je jedno, který se použije, neboť oba obvody mají podobné vlastnosti a zapojení.

3. Návrh řešení

Celý přepínač lze rozdělit do 2 částí. Analogovou a digitální část. Na obrázku 1 je nakresleno blokové schéma analogové a digitální části současně s jejich důležitými bloky.



Obrázek 1: blokové schéma přepínače

3.1. Analogová část

Analogová část bude mít na starosti přepínání jednotlivých RGB vstupů, audio vstupů, zatemnění a select signálů. Dále bude pomocí detekce select signálu určovat který vstup je aktivní. Všechny vstupy budou impedančně přizpůsobeny. Výstupy budou také impedančně přizpůsobeny a jejich výstupní signál bude dvojnásobný. Impedančně se nebude přizpůsobovat pouze select signál. Všechny vstupy a výstup budou přiváděny přes scart konektory. RGB switche budou napájeny svým zdrojem, který bude mít symetrické napájení. Audio switch bude mít také své vlastní napájení. Celý obvod bude napájen symetrickým napětím $\pm 12V$.

3.2. Digitální část

Hlavním řídicím prvkem celého obvodu bude mikrořadič, který bude ovládat jednotlivé switche podle daných pravidel. Jelikož použitý Audioprocessor komunikuje přes I2C protokol, bude tento mikrořadič zvládat tento protokol. Dále bude detekovat signály z analogové části, aby mohl určit, který vstup je aktivní. Dalším prvkem bude infra port, který bude přijímat data z dálkových ovladačů a reagovat na určitá navolená tlačítka ovladačů. Bude podporován RC5 kód pro příjem dat z dálkových ovladačů. Komunikace s počítačem bude realizována přes sériový port a bude sloužit k nastavování patřičných dat, či ovládání přepínače. Všechny nastavovací data budou uložena v paměti eeprom mikrořadiče a bude je možné přepsat pomocí počítače přes sériový port. Pro zobrazení aktivního kanálu budou použity čtyři led diody. Celá digitální část bude mít své vlastní napájení.

3.3. Návrh schématu a plošného spoje

Návrh schématu bude proveden tak, aby bylo možné použít dvouvrstvého plošného spoje. Dalšími požadavky bude rozdělení analogové a digitální země pro patřičné vedené cesty signálů. Většina pasivních prvků bude v smd provedení a pokud to bude možné, budou se všechny součástky osazovat z jedné strany.

4. Řešení

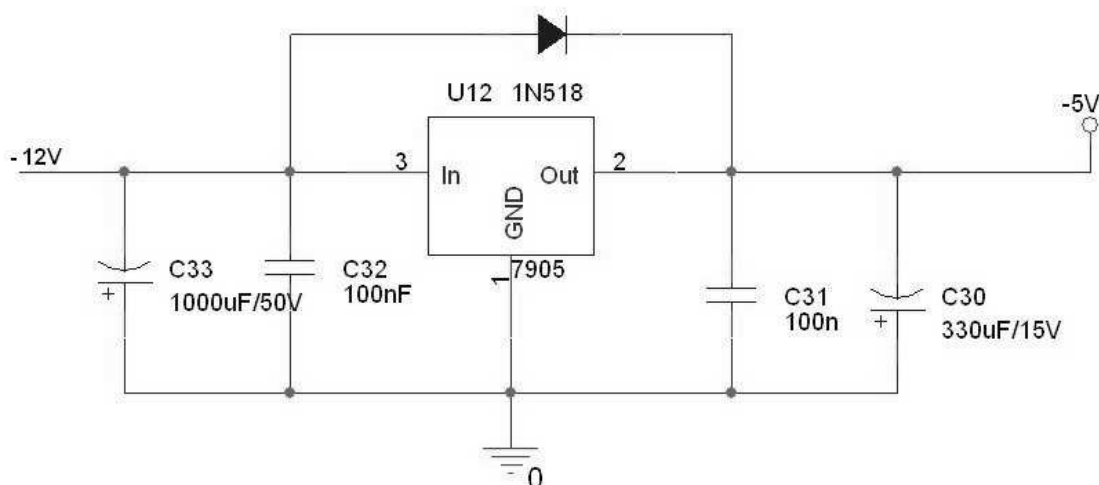
V této části budou popsány řešení jednotlivých částí, které jsou v audio video přepínači použity. Rozdělení bude zachováno podle předchozí kapitoly na analogovou a digitální část.

4.1. Analogová část

Všechny signály přivedené z konektorů scart jsou zahrnuty do analogové části. Ne všechny signály mají analogový průběh, ale jejich hodnoty napětí neodpovídají logice TTL.

4.1.1 Napájení

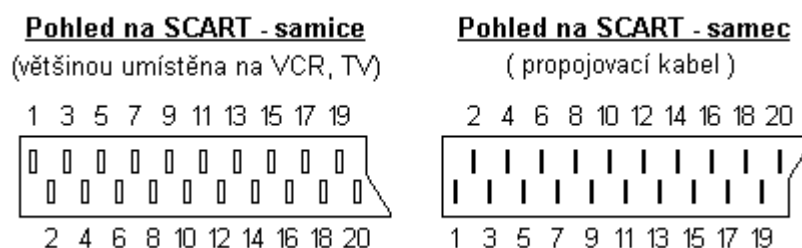
Celý obvod je napájen $\pm 12V$, nebo může mít i vyšší napájení ale maximálně $\pm 18V$. RGB switche jsou napájeny symetricky $\pm 5V$, jsou zde pro stabilizaci použity obvody 7805 a 7905. Audioprocessor pro svou funkci potřebuje napětí nesymetrické a to $9V$, toto napětí je stabilizováno obvodem 7809. Ostatní analogové obvody jsou napájeny přímo vstupním napětím, proto nesmí vstupní napětí přesáhnout $\pm 18V$. Na *obrázku 2* je znázorněno zapojení stabilizátoru 7905, který stabilizuje záporné napětí $-5V$. Ostatní stabilizátory jsou zapojeny obdobně, pouze se liší v zapojení vývodů stabilizátoru, pin 1 je připojen na vstup, pin 2 je připojen k zemi a pin 3 je výstup. Dále se liší obrácenou polaritou kondenzátorů a také je otočena vybíjecí dioda. Ta slouží k vybití kondenzátorů po odpojení napájení.



Obrázek 2: zapojení stabilizátoru 7905

4.1.2 Scart konektor

Pro propojování zařízení se používá scart konektor. Ten obsahuje všechny potřebné signály. Na *obrázku 3* je znázorněno číslování pinů na konektorech scart. V *tabulce 6* jsou rozepsány vlastnosti jednotlivých pinů na konektoru.



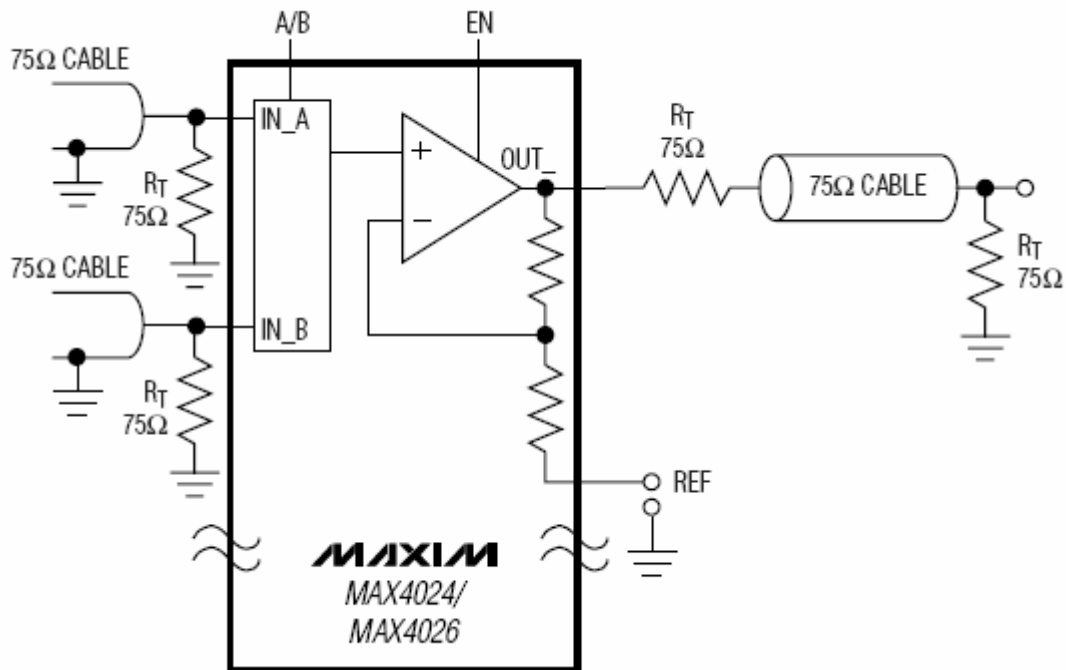
Obrázek 3: zapojení pinů na scart konektoru

Pin	Signál	Název	Úroveň napětí	Impedance
1	AOR	Audio Out Right	0.5 V rms	<1k Ω
2	AIR	Audio In Right	0.5 V rms	>10k Ω
3	AOL	Audio Out Left +Mono	0.5 V rms	<1k Ω
4	AGND	Audio Ground		
5	B GND	RGB Blue Ground		
6	AIL	Audio In Left +Mono	0.5 V rms	>10k Ω
7	B	RGB Blue In	0.7 V	75 Ω
8	SWTCH	Function select	H (9.5-12V): AV mode M (5-8V): Wide-screen L (0-2V): TV mode	
9	G GND	RGB Green Ground		
10	CLKOUT	Data 2: Clockpulse Out (Unavailable ??)		
11	G	RGB Green In	0.7 V	75 Ω
12	DATA	Data Out (Unavailable ??)		
13	R GND	RGB Red Ground		
14	DATA GND	Data Ground		
15	R	RGB Red In + Chrominance	0.7 V(Chrom.: 0.3 V burst)	75 Ω
16	BLNK	Blanking	H (1-3V): RGB L (0-0.4V): Composite	75 Ω
17	V GND	Composite Video Ground		
18	BLNK GND	Blanking signal Ground		
19	VOUT	Video Output	1V (including sync)	75 Ω
20	VIN	Video Input/Luminance	1V (including sync)	75 Ω
21	SCHIELD	Ground/Shield (Chassis)		

Tabulka 6: popis jednotlivých pinů scart konektoru

4.1.3 RGB switch

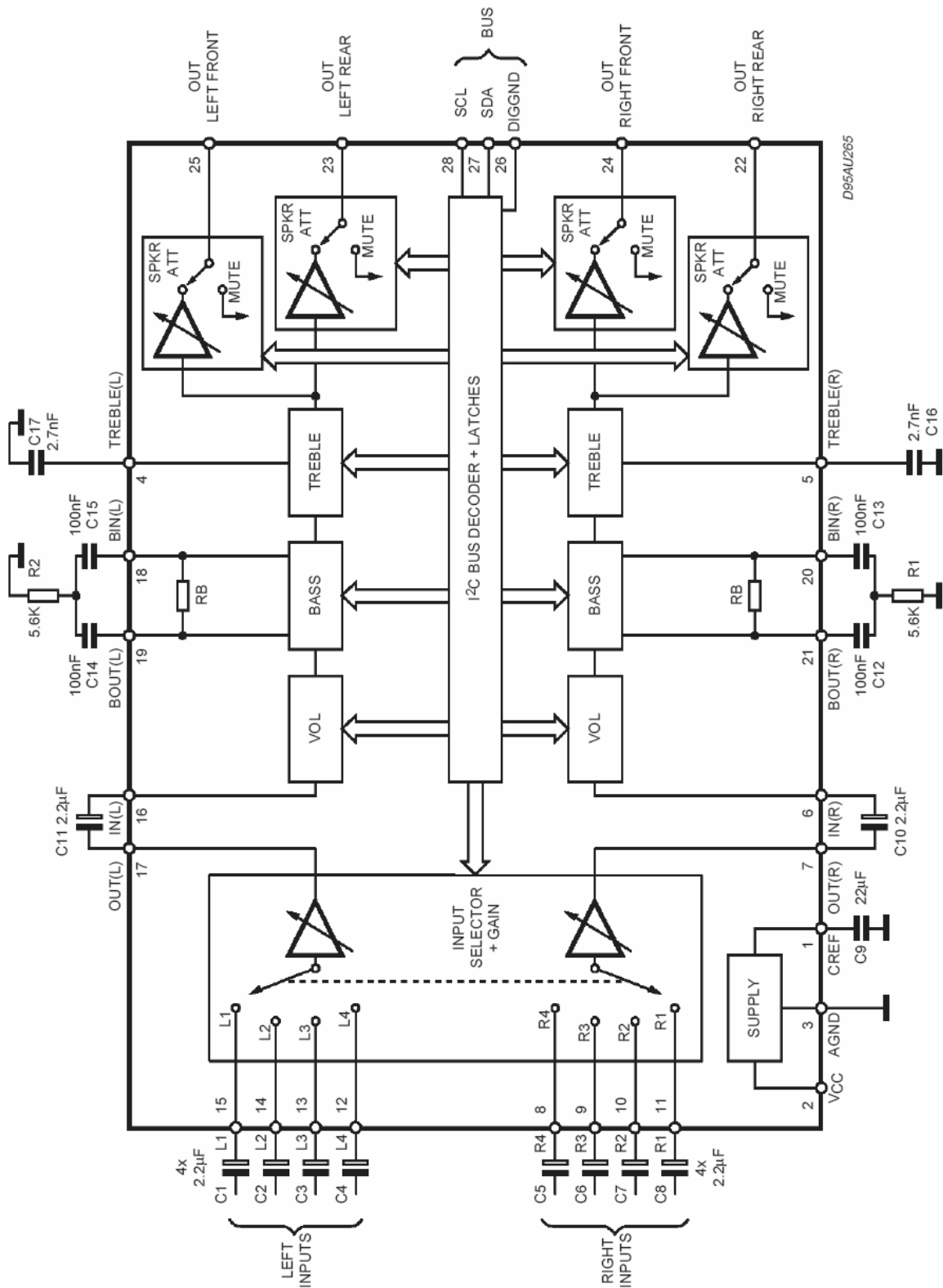
Jako RGB switch jsou v obvodu použity dva obvody MAX4026 od firmy MAXIM. Na *obrázku 4* je vidět základní zapojení tohoto obvodu, včetně jeho vnitřního blokového schématu. Všechny vstupy a výstupy na které jsou připojené RGB signály a synchronizace jsou impedančně přizpůsobeny, což je také vidět na obrázku. Jelikož jsou oba obvody napájeny $\pm 5V$, je reference připojena k analogové zemi.



Obrázek 4: základní zapojení a vnitřní schéma obvodů MAX4024 a MAX4026

4.1.4 Audio switch

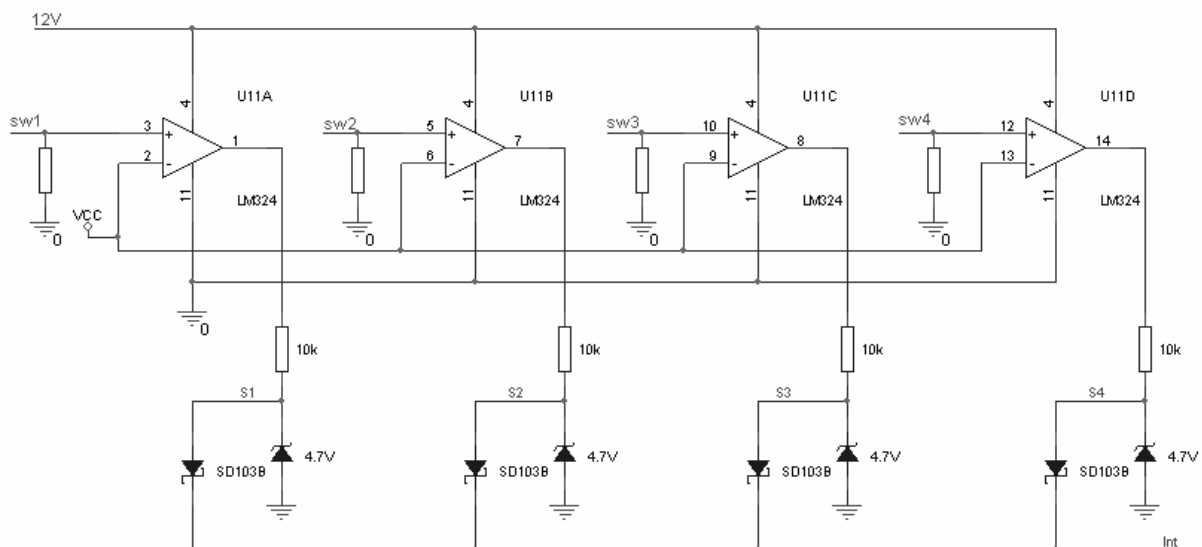
Pro audio switch je použit obvod TDA7318. Na *obrázku 5* je znázorněno základní zapojení, včetně vnitřního blokového schématu. Obvod je napájen 9V. Tento obvod je ovládán pomocí protokolu I2C.



Obrázek 5: základní zapojení audioprocessoru včetně vnitřního blokového schématu

4.1.5 Snímání select signálů

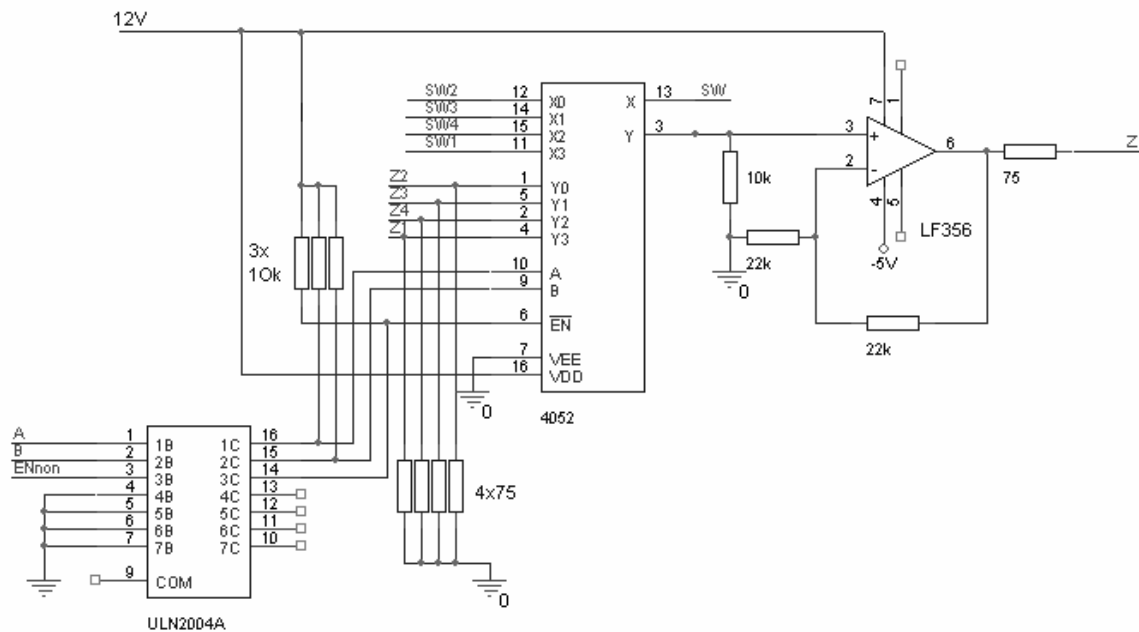
Pro snímání aktivních signálů jsem použil neinvertující klopné obvody realizované čtyřmi operačními zesilovači, které obsahuje obvod LM324. Princip je jednoduchý. Celé to je založené na snímání select signálů a to, aby se televize přepnula do jiného módu než je TV mód, musí mít tento signál hodnotu napětí větší než 5V. Toho využívám tak, že na neinvertujícím komparátoru porovnávám select signál s referenčním napětím 5V, které napájí digitální část. Jelikož select signály mohou dosáhnout velikosti úrovně až 12V, jsou komparátory napájeny vstupním napětím. Aby se na neinvertujícím vstupu neobjevovaly nesmyslné signály vlivem ruchů, je přiveden na analogovou zem přes rezistor. Na výstupu se tedy objevuje zem, nebo saturační napětí. Jelikož na vstupní piny mikrořadiče můžeme přivést maximální napětí do velikosti napájecího napětí mikrořadiče, což je v tomto případě 5V, musí být výstup na komparátoru upraven. To je realizováno pomocí sériového zapojení rezistoru a zenerovy diody k digitální zemi. Zenerova dioda je zapojena v závěrném směru a její hodnota je 4.7V. Mezi rezistorem a diodou se tedy objeví napětí, které bude mít hodnotu napětí maximálně 4.7V. To již může být připojeno na mikrořadič a sloužit jako signál pro zjištění aktivního select signálu. Tyto signály jsou pomocí schotkyho diod svedeny do jednoho signálu, který je připojen na externí přerušeni mikrořadiče. Jelikož mají tyto diody úbytek napětí 0.2V, nezmění tedy logickou úroveň snímaného signálu a mohou nahradit čtyř vstupové hradlo OR, které by jinak muselo být v návrhu zapojeno. Toto řešení je úspornější. Na mikrořadič je tedy přivedeno pět signálů, jeden pro přerušeni a další čtyři pro zjištění, který signál je aktivní. Popsané zapojení je znázorněno na obrázku 6.



Obrázek 6: schéma snímání select signálu

4.1.6 Přepínání select signálu a ztemnění

Hlavním obvodem, který obstarává samotné přepínání signálů je CMOS 4052. Tento obvod je napájen vstupním napájením 12V, maximálně však 18V. Signál switch (označení sw) má impedanci větší jak 10kΩ, a tudíž nemusí být impedančně přizpůsoben. Naproti tomu signál blank (označení Z) má impedanci 75Ω, a tudíž musí být na vstupu i výstupu impedančně přizpůsoben. Kvůli tomu musí být tento signál na výstupu dvojnásobně zesílen, aby se zachovala velikost přijímaného signálu. To je realizováno operačním zesilovačem LF356, který je zapojen jako neinvertující zesilovač s $A = 2$. Aby zesilovač nezesiloval nějaké nesmysly, když má obvod 4052 odpojen výstup signálem ENnon, je před vstup zesilovače připojen odpor 10kΩ k zemi. Jelikož je obvod 4052 napájen napětím vyšším než 5V, jsou jeho logické úrovně jiné a nelze jej přímo ovládat mikrořadičem. Proto jsou řídicí signály ovládány přes tranzistorové pole ULN2004A. Tento obvod při přivedení 5V na vstup (na bázi), propojí výstup (colector) se zemí, a při 0V je daný tranzistor rozepnut a na výstupu není žádná úroveň napětí. Z tohoto důvodu jsou k řídicím signálům připojeny odpory s hodnotou 10kΩ na napájecí napětí. Toto zapojení má za následek, že řídicí logika je jakoby negovaná, a tudíž se s tím musí počítat i v programu mikrořadiče při ovládání daných signálů. Celé zapojení je znázorněné na obrázku 7.



Obrázek 7: schéma přepínání signálů select a ztemnění

4.2. Digitální část

V digitální části je obvod, který řídí celou analogovou část, komunikaci přes RS232 a snímání signálu z dálkových ovladačů. Všechny obvody jsou napájeny nesymetrickým napětím 5V z vlastního napájení se stabilizátorem 7805, zapojeno tak, jak již bylo popsáno v analogové části. Konkrétně v článku 4.1.1. .

4.2.1 Mikrořadič

Jako řídicí obvod jsem vybral mikrořadič firmy ATMEL ATmega16L. Tento obvod jsem si vybral, protože má dostatek I/O pinů, dostatek paměti programu, dat a eeprom. Další jeho výhodou je programování pomocí SPI, které umožňuje programovat mikrořadič přímo v aplikaci, pomocí několika vodičů. Program určený pro mikrořadič lze napsat v jazyku C.

Stručný popis v bodech funkce programu:

- Komunikace s PC a ukládání nastavovacích dat
- Čtení kódu z dálkového ovladače
- Ovládání audioprocesoru pomocí I2C protokolu
- Ovládání RGB switche
- Zjišťování aktivních signálů

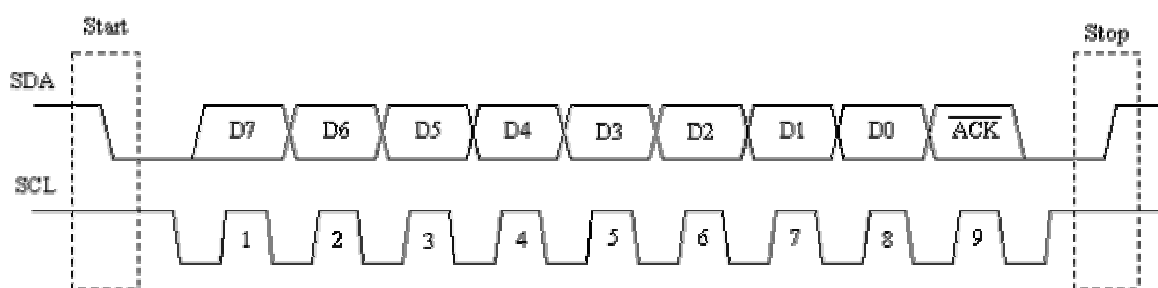
4.2.2 I2C protokol

Pomocí tohoto protokolu je ovládán audioprocesor. Jde o dvou vodičové datové propojení dvou, či více zařízení. Mikrořadič je v tomto případě MASTER a obvod TDA7318 je SLAVE.

4.2.2.1. Princip I2C

Protokol I2C rozeznává řadu přesně definovaných situací, které každému účastníkovi umožňují rozeznat začátek a konec přenosu a také své možné adresování:

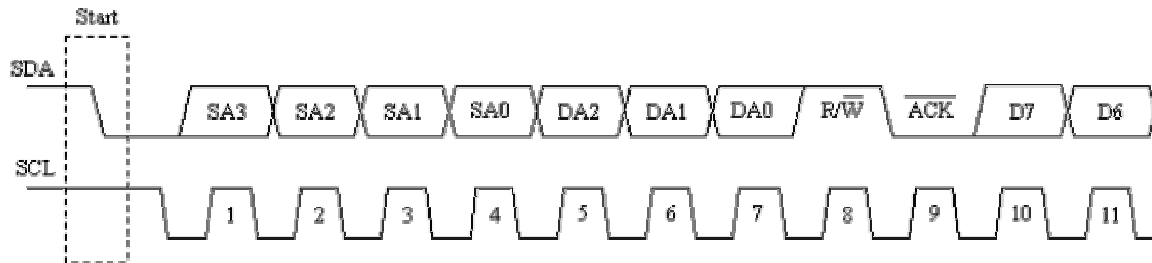
- Klidový stav:
SDA i SCL jsou na vysoké úrovni (log. „1“) a tím neaktivní.
- Podmínka startu:
SDA je masterem stažena na nízkou úroveň, zatímco SCL zůstává na úrovni log. „1“.
- Podmínka stopu:
SDA přejde z log. „0“ na log. „1“, SCL zůstává na úrovni log. „1“. Přenos dat: Příslušný vysílač přivede na datovou linku SDA osm datových bitů, které jsou hodinovými impulsy na lince SCL vysílané masterem posouvány dále. Přenos začíná bitem s nejvyšší vahou.
- Potvrzení(acknowledge):
Příslušný přijímač potvrzuje příjem bytu nízkou úrovní na SDA, dokud master nevyšle devátý hodinový impuls na SCL. Potvrzení současně znamená, že se má přijímat další byte. Požadované ukončení přenosu se musí ohlásit neexistencí potvrzení. Vlastního ukončení přenosu se dosahuje podmínkou stopu.



Obrázek 8: průběh posílání dat po I2C sběrnici

Přenos a potvrzování adres se provádí přesně stejně jako přenos dat. V nejjednodušším případě přenosu dat od mastera k podřízenému zařízení (slave), probíhají následující děje: master vyrobí podmínku startu a pak v bitech 7 až 1 přeneše adresu portu (součástky) a v bitu 0 požadovaný směr přenosu dat, totiž 0

pro "zápis". Podřízené zařízení (slave) adresu potvrdí. Pak master vyšle datový byte, který rovněž bude potvrzen. Master nyní může spojení přerušit zasláním podmínky stopu nebo může témuž zařízení slave posílat další byty.



Obrázek 9: průběh posílání adresy po I2C sběrnici

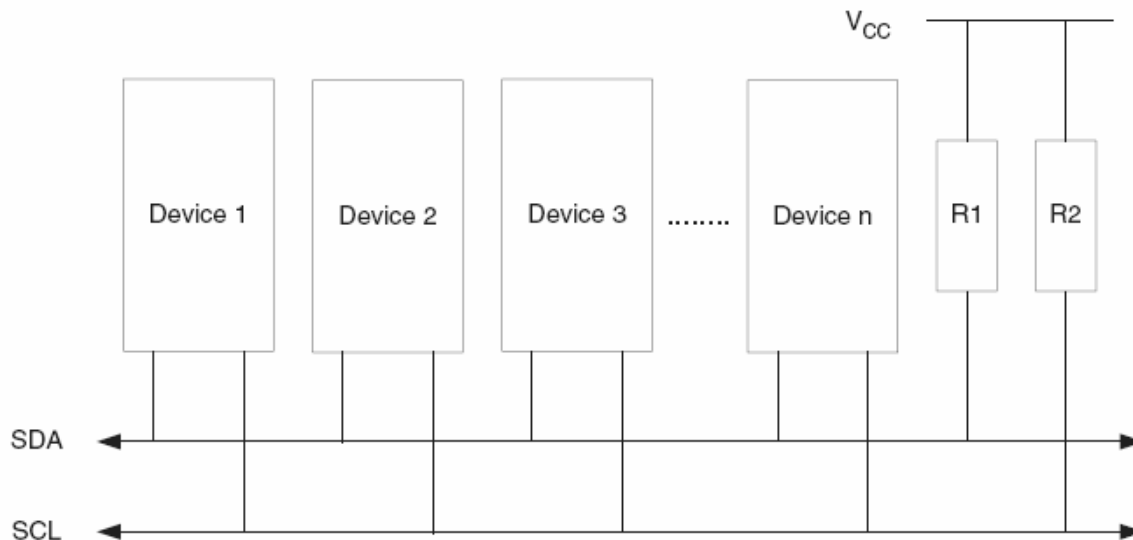
Mají-li se číst data od zařízení slave, musí se adresa přenést s nahozeným bitem přenosu R/W. Master vždy vydá osm hodinových impulsů a dostane osm datových bitů. Potvrdí-li příjem vysláním devátého hodinového impulsu, může přijímat další byty. Přenos je nakonec masterem ukončen vynecháním potvrzení a podmínkou stopu.

Každý obvod s I2C protokolem má stanovenou svoji adresu. Zčásti je definována specifickým typem (SA0 ... SA3) a zčásti proměnnou (DA0 ... DA2). Z toho vyplývá, že na jedné sběrnici I2C může být až osm obvodů téhož typu.

Maximální hodinový kmitočet pro sběrnici I2C je pro většinu integrovaných obvodů 100 kHz.

4.2.2.2. Zapojení I2C sběrnice

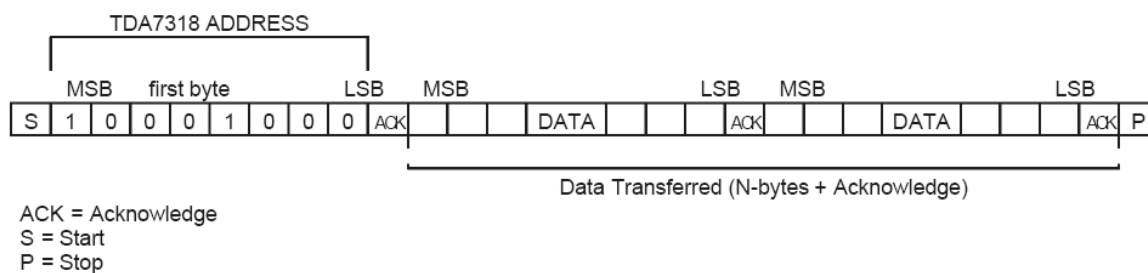
Zapojení je jednoduché. Všechna zařízení komunikující přes I2C a jsou propojena mezi sebou pouze dvěma vodiči SDA (datový vodič) a SCL (vodič s hodinovými pulsy). Oba vodiče jsou přes odpor připojeny na napájecí napětí 5V proto, aby byl po resetu, či připojení napájení klidový stav a také proto že obvody pouze stahují logickou úroveň k zemi. Zapojení je vidět na *obrázku 10*.



Obrázek 10: zapojení zařízení komunikujících přes I2C sběrnici

4.2.2.3. Komunikace s Audioprocesorem

Komunikace probíhá na principu, jak již bylo popsáno v článku 4.2.2.1. . Nejprve se vyšle start, poté adresa obvodu TDA7318, která má hodnotu 88 hexa, pak se pošle acknowledge. Dále následují data, poté opět acknowledge a teď se buď pošle stop, nebo opět data. Posláním stop se ukončí komunikace s audioprocesorem. Na obrázku 11 je znázorněn průběh stavů v komunikaci.



Obrázek 11: bitový průběh komunikace s obvodem TDA7318

4.2.2.4. Datové ovládání audioprocesoru

Audioprocesor se ovládá pomocí dat posílaných přes sběrnici I2C. Jeden byte dat tvoří jeden příkaz audioprocesoru. Pomocí nich se nastavuje hlasitost, balance, výšky, basy a přepínání vstupů. V tabulkách 7 - 11 jsou jednotlivé příkazy pro nastavení audioprocesoru.

Ovládání hlasitosti:

MSB				LSB			Funkce	
0	0	B2	B1	B0	A2	A1	A0	Hlasitost: kroky po 1.25dB
					0	0	0	0
					0	0	1	-1.25
					0	1	0	-2.5
					0	1	1	-3.75
					1	0	0	-5
					1	0	1	-6.25
					1	1	0	-7.5
					1	1	1	-8.75
0	0	B2	B1	B0	A2	A1	A0	Hlasitost: kroky po 10dB
		0	0	0				0
		0	0	1				-10
		0	1	0				-20
		0	1	1				-30
		1	0	0				-40
		1	0	1				-50
		1	1	0				-60
		1	1	1				-70

Tabulka 7: hlasitost

Hlasitost reproduktoru (balance či mute):

MSB					LSB			Funkce
1	0	0	B1	B0	A2	A1	A0	Přední levý reproduktor
1	0	1	B1	B0	A2	A1	A0	Přední pravý reproduktor
1	1	0	B1	B0	A2	A1	A0	Zadní levý reproduktor
1	1	1	B1	B0	A2	A1	A0	Zadní pravý reproduktor
					0	0	0	0
					0	0	1	-1.25
					0	1	0	-2.5
					0	1	1	-3.75
					1	0	0	-5
					1	0	1	-6.25
					1	1	0	-7.5
					1	1	1	-8.75
			0	0				0
			0	1				-10
			1	0				-20
			1	1				-30
			1	1	1	1	1	Mute

Tabulka 8: hlasitost reproduktoru

Přepínání vstupů:

MSB			LSB					Funkce
0	1	0	G1	G0	S2	S1	S0	Audio vstup
					0	0	0	Stereo 1
					0	0	1	Stereo 2
					0	1	0	Stereo 3
					0	1	1	Stereo 4
					1	0	0	Nedovoleno
					1	0	1	Nedovoleno
					1	1	0	Nedovoleno
					1	1	1	Nedovoleno
			0	0				+ 18.75dB
			0	1				+ 15.5dB
			1	0				+ 6.25dB
			1	1				0dB

Tabulka 9: výběr vstupu

Výšky a basy:

0	1	1	0	C3	C2	C1	C0	Basy
0	1	1	1	C3	C2	C1	C0	Výšky
				0	0	0	0	-14
				0	0	0	1	-12
				0	0	1	0	-10
				0	0	1	1	-8
				0	1	0	0	-6
				0	1	0	1	-4
				0	1	1	0	-2
				0	1	1	1	0
				1	1	1	1	0
				1	1	1	0	2
				1	1	0	1	4
				1	1	0	0	6
				1	0	1	1	8
				1	0	1	0	10
				1	0	0	1	12
				1	0	0	0	14

Tabulka 10: basy a výšky

Přehled:

MSB				LSB				Funkce
0	0	B2	B1	B0	A2	A1	A0	Nastavení hlasitosti
1	1	0	B1	B0	A2	A1	A0	Přední levý reproduktor – hlasitost
1	1	1	B1	B0	A2	A1	A0	Přední pravý reproduktor – hlasitost
1	0	0	B1	B0	A2	A1	A0	Zadní levý reproduktor – hlasitost
1	0	1	B1	B0	A2	A1	A0	Zadní pravý reproduktor – hlasitost
0	1	0	G1	G0	S2	S1	S0	Audio vstup (výběr vstupu)
0	1	1	0	C3	C2	C1	C0	Nastavení basů
0	1	1	1	C3	C2	C1	C0	Nastavení výšek

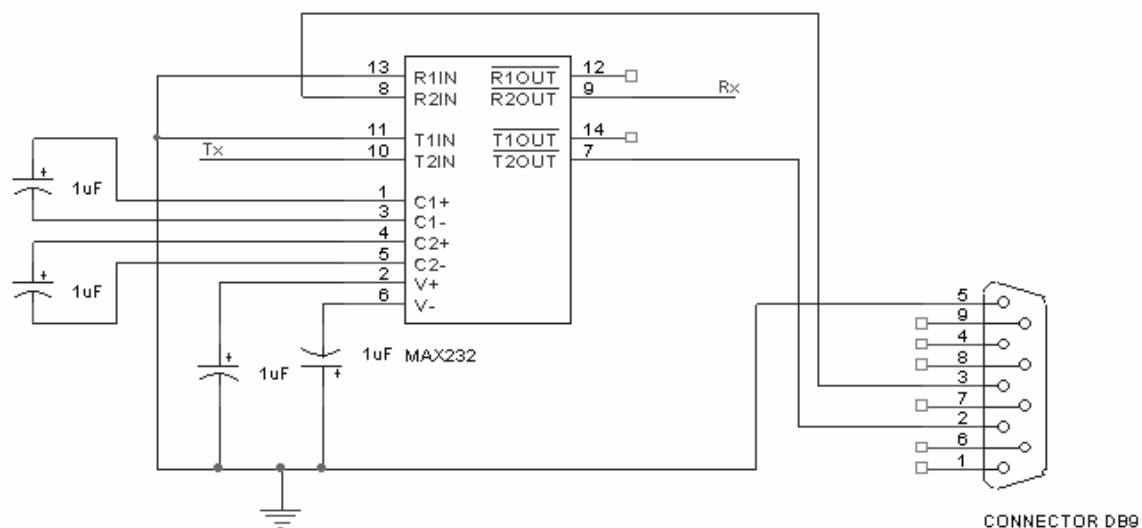
Tabulka 11: přehled povelů

4.2.3 Komunikace s PC

Komunikace s počítačem je realizována pomocí UARTu. Pro propojení k počítači je použit obvod MAX232, tento obvod převádí UART na RS232 a naopak. Bez něj bychom nemohli připojit sériovou linku přímo na port počítače a to kvůli logickým úrovním na RS232. Na počítači jsem s přepínačem komunikoval pomocí programu terminal 1.9b. Pomocí tohoto programu jsem ovládal a nastavoval přepínač.

4.2.3.1. Zapojení MAX232

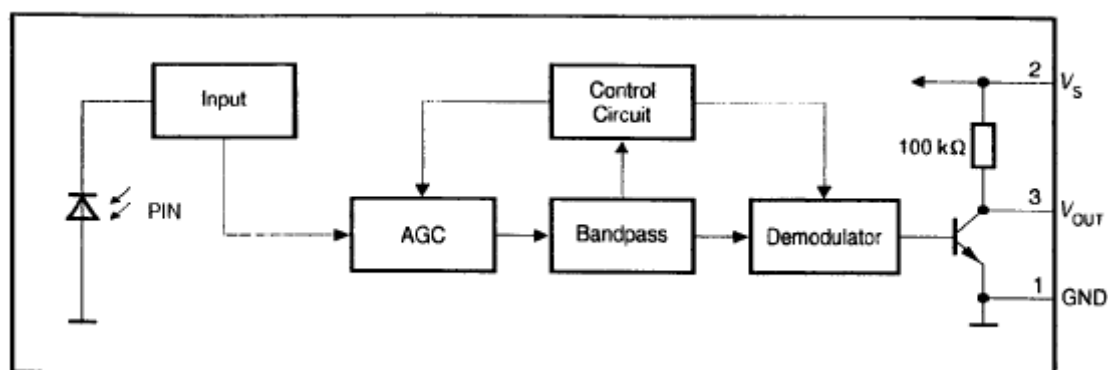
Obvodu MAX232 stačí napájen 5V. Jeho základní zapojení je zobrazeno na *obrázku 12*. Jsou zde použity čtyři kondenzátory o kapacitě 1 μ F. Ty slouží k vytvoření napětí $\pm 10V$ a dále je zabudován invertor, aby se mohl připojit na RS232. S mikrořadičem komunikuje pomocí TTL logiky.



Obrázek 12: základní zapojení obvodu MAX232

4.2.4 Infra port

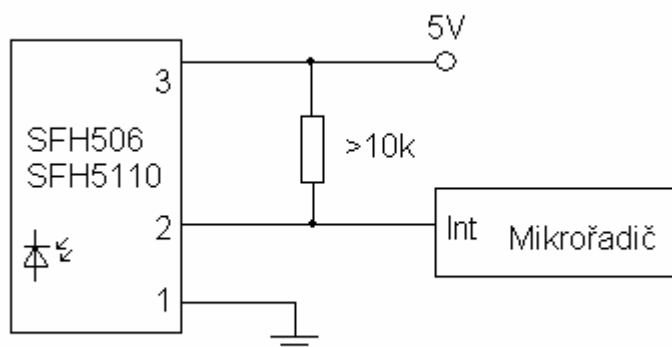
Infra port zde slouží k ovládání přepínače pomocí dálkového ovladače. Jednotlivé příkazy se mohou spouštět různými tlačítky na různých ovladačích. Záleží na nastavení adres a příkazových tlačítek ovladače pro daný příkaz přepínače. Pro příjem infračerveného signálu je zde použito infra čidlo SFH506 – 36 či náhrada SFH5110 – 36. Na obrázku 13 je znázorněno vnitřní blokové schéma SFH506 přijímače. Obsahuje kromě vlastní PIN IR detekční diody také zesilovač s automatickým řízením zesílení (AGC), pásmovou propust a demodulátor. Tyto obvody jsou vždy vyráběny pro příjem nosné o určitém kmitočtu. Je použito čidlo pro příjem nosné 36kHz, neboť na této nosné vysílá většina dálkových ovladačů. Obvod je zalit do tmavého plastu pro potlačení okolního rušivého osvětlení.



Obrázek 13: blokové schéma SFH506

4.2.4.1. Zapojení

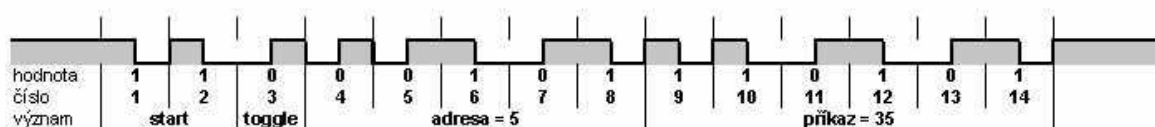
Čidlo má tři vývody. Na prvním je zapojena zem, na druhém je připojen pin mikrořadiče a na třetím je připojeno napájení 5V. Na *obrázku 14* je znázorněné zapojení čidla SFH506. Odpor mezi napájením a výstupem signálu z čidla slouží pro tvarování signálu. Čidlo pouze připojuje výstup na zem, anebo ho nechává rozepnutý. To umožňuje použít větší napětí pro signál.



Obrázek 14: zapojení infra čidla

4.2.4.2. RC5

Standart RC5 pracuje s pevnou šířkou bitu. V kódu RC5 je logická „0“ zakódovaná jako 32 pulsů po 27 μ s následované 32x27 μ s „klidu“. Logická „1“ je naopak 32x27 μ s „klidu“ následované 32 pulsy po 27 μ s (27 μ s odpovídá 36kHz nosné). Délka jednoho bitu je tedy 64x27 μ s neboli 1.728ms. Na výstupu čidla máme logickou „0“ reprezentovanou párem hodnot 01, logickou „1“ párem 10.



Obrázek 15: ukázka RC5 kódování

Kompletní povel RC5 kódu obsahuje takovýchto bitů 14. Při držení tlačítka na dálkovém ovladači se povel vysílá opakovaně s periodou 114ms.

Význam jednotlivých bitů povelu:

- **2 start bity:** jejich hodnota je vždy logická „1“.
- **1 toggle bit:** tento bit mění svoji hodnotu vždy po uvolnění tlačítka ovladače. Pokud je tlačítko stisknuto delší dobu, mají všechny povel toggle bit stejný. Po uvolnění a stisknutí (stejného nebo jiného) tlačítka, je hodnota toggle bitu opačná. Tím lze ošetřit například funkci „přepnutí televizního programu o jeden vpřed“, kdy se při držení tlačítka po libovolně dlouhou dobu přepne program pouze jednou.
- **5 adresových bitů:** přítomnost adresy dovoluje ovládat teoreticky 32 zařízení v jedné místnosti bez vzájemného ovlivňování. V *tabulce 12* jsou ukázky adres zařízení.

Adresy	Zařízení
\$00 – 0	TV1
\$01 – 1	TV2
\$02 – 2	Teletext
\$03 – 3	Video
\$04 – 4	LV1
\$05 – 5	VCR1
\$06 – 6	VCR2
\$07 – 7	Experimentální
\$08 – 8	Satelit1
\$09 – 9	Kamera
\$0A – 10	Satelit2
\$0C – 12	CDV
\$0D – 13	Videokamera
\$10 – 16	Zesilovač
\$11 – 17	Tuner
\$12 – 18	Recorder1
\$13 – 19	Zesilovač
\$14 – 20	CD přehrávač
\$15 – 21	Gramofon
\$16 – 22	SatelitA
\$17 – 23	Recorder2
\$1A – 26	CDR
\$1D – 29	Osvětlení
\$1E – 30	Osvětlení
\$1F – 31	Telefn

Tabulka 12: RC5 adresy zařízení

- **6 povelových bitů:** každé tlačítko má přidělen svůj kód. Mohou se u různých výrobců lišit. Dodržují se jen ty nezákladnější povely.

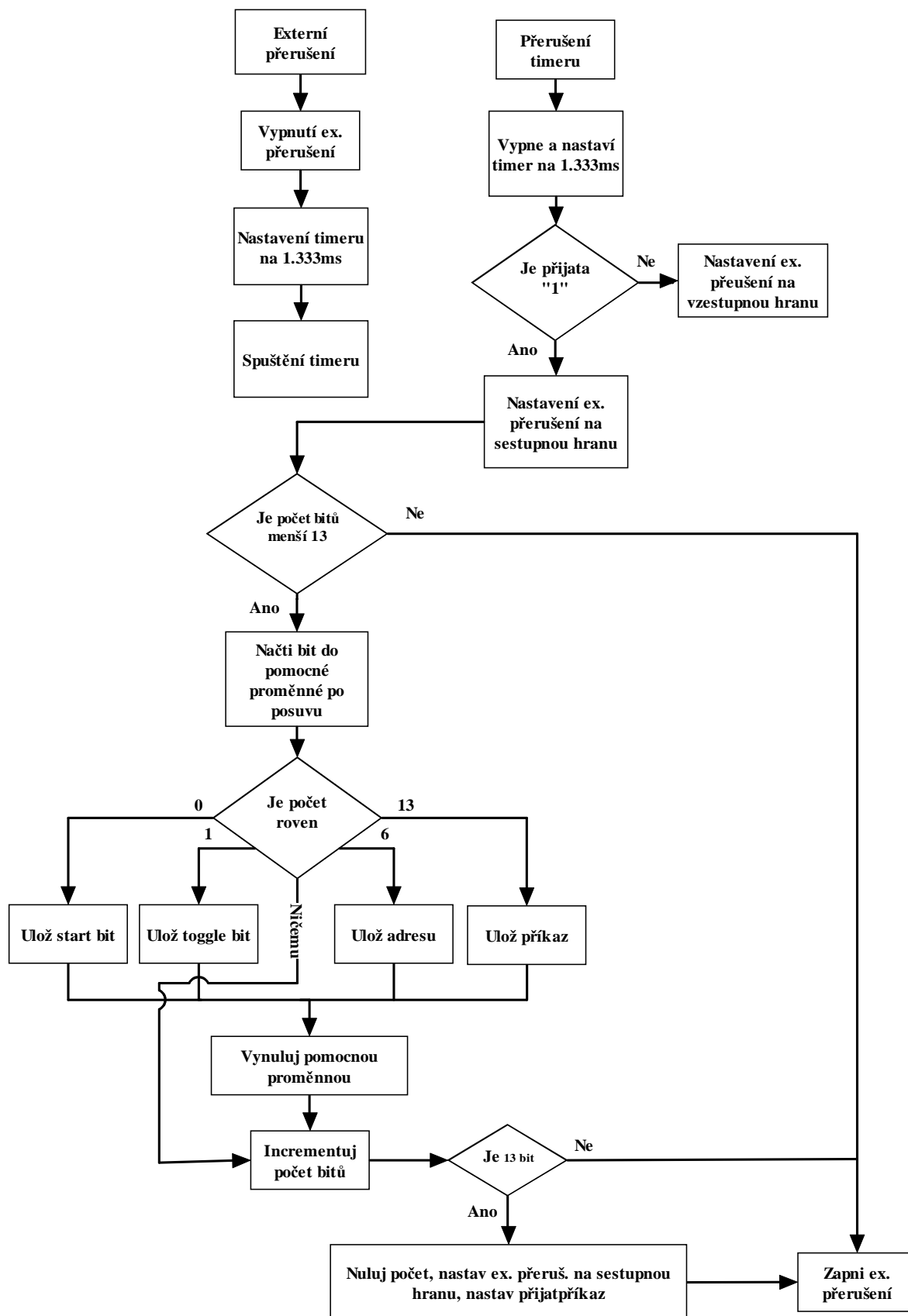
Příkaz	TV příkaz	VCR příkaz
\$00 – 0	0	0
\$01 – 1	1	1
\$02 – 2	2	2
\$03 – 3	3	3
\$04 – 4	4	4
\$05 – 5	5	5
\$06 – 6	6	6
\$07 – 7	7	7
\$08 – 8	8	8
\$09 – 9	9	9
\$0A – 10	-/--	-/--
\$0C – 12	Standby	Standby
\$0D – 13	Mute	
\$10 – 16	Volume +	
\$11 – 17	Volume -	
\$12 – 18	Jas +	
\$13 – 19	Jas -	
\$20 – 32	Preprogram +	Program +
\$21 – 33	Program -	Program -
\$32 – 50		Rychlé převíjení zpět
\$34 – 52		Rychlé převíjení vpřed
\$35 – 53		Play
\$36 – 54		Stop
\$37 – 55		Nahrávání

Tabulka 13: některé příkazy RC5 kódu

4.2.4.3. Dekódování RC5 kódu

Pro dekódování RC5 kódu, jsem si vytvořil algoritmus, který je jednoduchý a bezproblémový. Princip je jednoduchý, jelikož je jeden bit ztvárněn dvěma bity, čekám na změnu stavu logické úrovně signálu a poté se čeká časově 1.333ms ($\frac{3}{4}$ jednoho očekávaného bitu). Stav úrovně po uplynutí této doby odpovídá našemu bitu, poté se podle bitu nastaví detekce hrany. Tímto se zaručí, že se spustí časovač vždy správně. Příklad: jelikož se vždy začíná start bitem, očekává se tedy sestupná hrana, která vyvolá přerušení. Nastaví se časovač na hodnotu 1.333ms a spustí se. Po uplynutí této doby se načte logická úroveň, jelikož se očekává druhý start bit, musí být jeho hodnota logická „1“. Nastaví se přerušení na sestupnou hranu a čeká se dokud nenastane. Když nastane, opět se nastaví časovač a po uplynutí doby se přečte hodnota. Jelikož se teď očekává toggle bit, může přijít i logická „0“. Pokud bit bude nulový, nastaví se přerušení na vzestupnou hranu. Takto se to opakuje, dokud nepřijde celkem

13 bitů. Nezapočítává se první start bit, jelikož se využívá ke spuštění načítání kódu a jeho následné dekódování. Během dekódování se bity ukládají do pomocné proměnné. Ta se nejprve posune o jeden řád doleva a poté se nultý bit nastaví podle hodnoty načtené úrovně. Zápis do jednotlivých proměnných (start bit, toggle bit, adresa, příkaz) se provádí tehdy, jeli již načten potřebný počet bitů. Funkce: načte se první bit, uloží se do proměnné start. Vynuluje se pomocná proměnná a načte se další bit. Ten se uloží do proměnné toggle. Dál se načte série 5 bitů a uloží do proměnné adresa. Dalších 6 bitů se načte a uloží do proměnné příkaz. Pro ilustraci je na *obrázku 16* znázorněn celý průběh v blokovém schématu. Další možností dekódování by mohlo být využívání pouze časovače, kde by se čekalo celou periodu, tedy 1,728ms. Ale tento princip, byť je jednoduchý, by mohl být nefunkční. A to z důvodu nekvalitnosti některých dálkových ovladačů, konkrétně ty které obsahují levné a nepřesné krystaly. Pokud vůbec nějaký obsahují. V důsledku nemusí být periody úplně přesné a tudíž by došlo třeba o zkrácení rámce. A načítání nesmyslných údajů.



Obrázek 16: blokové schéma dekódování RC5 kódu

4.2.5 Program

Celý program je napsán v programu WinAVR, který zobrazuje syntaxi a obsahuje i program pro kompilaci. Jeho výhodou je, že je freeware a pro programové mikrořadičů AVR v jazyku C bohatě postačuje.

4.2.5.1. Hlavní část programu

Hlavní část programu obsahuje základní funkce pro běh programu. Nejprve se inicializují porty, kde se nastaví podle jejich použití, potom se načtou do proměnných hodnoty z eeprom, které jsou konfigurační a většina slouží k porovnání příkazů z ovladače. Dále se inicializují další části programu, které se připojují k hlavní části. Hlavní část spočívá v nekonečném cyklu, kde se kontroluje zda byl přijat kód z dálkového ovladače, nebo zda byl přijat příkaz z UARTu a ještě se zde kontroluje jestli se nezměnil vstup signálů ze scart konektorů. Dále tu jsou obsaženy podprogramy pro přepínání signálů. Na *obrázku 17* je vidět základní blokové schéma programu.

Jestliže byl přijat RC5 kód, porovná se s hodnotami adres a příkazů, které jsou v příslušných proměnných jednotlivých funkcí. Ty se nahrály z paměti eeprom. Pokud je nastaveno, aby se adresa a příkaz posílal na UART, posílají se pouze tyto data a žádná funkce není prováděna.

Jsou použity funkce:

- Zapínání – probudí mikrořadič a zapne funkci, aby se přepnul signál z aktivního konektoru. Pro tuto funkci je v paměti eeprom vyhrazeno místo pro čtyři různá tlačítka i na různých ovladačích.
- Vypínání – zakáže switchům posílat signál a uspí mikrořadič. Pro tuto funkci je možné také použít čtyři tlačítka.
- Přepnutí – přepne přímo vstup podle tlačítka, jehož adresa a příkaz je uložena v eeprom.
- Volume – přidává, nebo ubírá volume podle nastavených tlačítek, hodnota se však defaultně neukládá do eeprom. Po přepnutí se nahraje hlasitost, která je nastavena pro daný vstup.
- Mute – vypne zvuk, používá se jen jedno tlačítko. V této funkci se využívá toggle bit RC5 kódu, aby se dokola při jednom stisku tlačítka nepřepínal zvuk.

Aby mikrořadič prováděl příkazy, musí se mu poslat řetězec: „RGB“ po přijetí toho řetězce provádí jednotlivé příkazy. Po odeslání příkazu „y“ se zruší

příjem a provádění příkazů. Při přepnutí switchu se vždy pošlou informace, který switch je přepnut včetně jednotlivých hodnot, které se nastavují na audioprocesoru.

Jednotlivé příkazy:

- Test komunikace – příkaz „a“, jestliže je povoleno přijímání příkazů a je odeslán tento znak, pak se pošle řetězec „ok“.
- Přímé přepnutí vstupu:
 - Vstup 0 – příkaz „0“, z žádného vstupu nebudou přepnuty žádné signály.
 - Vstup 1 – příkaz „1“, budou přímo přepnuty signály ze vstupu 1.
 - Vstup 2 – příkaz „2“, budou přímo přepnuty signály ze vstupu 2.
 - Vstup 3 – příkaz „3“, budou přímo přepnuty signály ze vstupu 3.
 - Vstup 4 – příkaz „4“, budou přímo přepnuty signály ze vstupu 4.
- Interval – příkaz „t“, zapne, nebo vypne funkci pro přepínání vstupů, v pořadí které je uloženo v eeprom, po časových intervalech, které jsou také uloženy v eeprom.
- Čtení z eeprom – příkaz „r“ následovaný jednoznačnou osmi bitovou adresou. Ten na UART pošle obsah zadané adresy. Tento příkaz slouží k zjištění nastavení jednotlivých funkcí.
- Zápis do eeprom – příkaz „w“ následuje adresa a data. Tento příkaz zapíše do paměti eeprom na zadanou adresu poslaná data, které tvoří jeden byte. Tímto příkazem se dají nastavovat konfigurační bity, nastavit privilegia, či jednotlivá tlačítka ovladačů k jednotlivým funkcím.

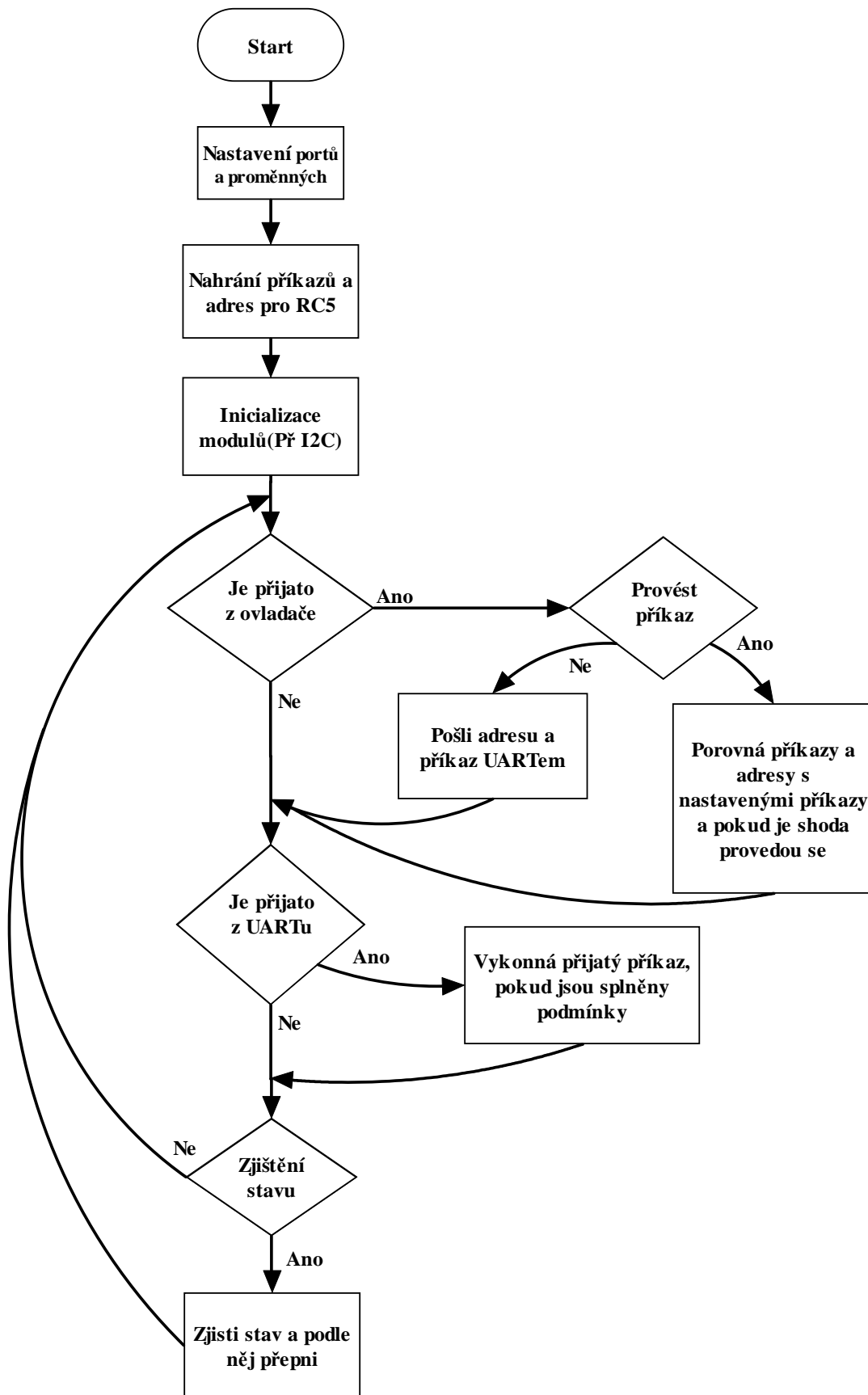
Adresy:

- 0 – 31: obsahuje informace pro defaultní nastavení audia jednotlivých vstupů. Každý vstup má 8 bytů. Začíná se prvním vstupem a další vstupy mají stejný princip.
 - 0 – síla signálu pro vstup (1 - 4 , 1 = 18,75dB ... 4 = 0dB)
 - 1 – útlum levého reproduktoru na výstupu scart

- 2 – útlum pravého reproduktoru na výstupu scart
 - 3 – útlum levého reproduktoru na výstupu cinch
 - 4 – útlum pravého reproduktoru na výstupu cinch
 - 5 – velikost basů
 - 6 – velikost výšek
 - 7 – hlasitost
- 32: konfigurační byte, jednotlivé bity nastavují různá povolení(log. „1“ = povoleno a log. „0“ = zakázáno):
 - 0 bit – povolení přerušování od select signálu
 - 1 bit – povolení příjmu z infra čidla
 - 2 bit – povolení zobrazení na LED displeji
 - 3 bit – povolení zda se má automaticky vybírat vstup, při použití dálkového ovladače
 - 33 - 36: nastavení priorit. Nejvyšší priorita je na adrese 33, nejnižší na adrese 36. Obsahují jednotlivá osmibitová čísla vstupů.
 - 37 – 52: hodnoty příkazů tlačítek
 - 53 – 67: hodnoty adres ovladačů k předchozím příkazům tlačítek

Funkce:

- první čtyři pro přímý výběr vstupu 1 až 4
 - přidání hlasitosti
 - ubrání hlasitosti
 - další čtyři pro zapnutí
 - další čtyři pro vypnutí
 - vypnutí zvuku (mute)
 - zapnutí, či vypnutí přepínání po intervalu
- 68 – 71: pořadí vstupů pro přepínání po intervalech, 68 první a 71 poslední v pořadí.
 - 72 - 74: vteřiny, minuty, hodiny – časový interval přepínání.



Obrázek 17: blokové schéma hlavní části programu

- Defaultní nastavení – příkaz „x“, tento příkaz nahraje do eeprom defaultní nastavení, které je nastavené přímo v programu mikrořadiče. Změny na defaultní nastavení se ale projeví až po resetu.

Další podprogramy, které obsahuje hlavní část, nastavují, který vstup bude propojen s výstupem. Vybírá se podle nastavených priorit a poté nastaví řídicí piny mikrořadiče podle vybraného vstupu.

4.2.5.2. Další součásti programu

Dalšími součástmi programu jsou moduly, které využívá hlavní část, ale volají se zde pouze procedury. Nebo se v nich provádí přerušení.

Jedná se o externí přerušení. Ta obsahuje vlastní inicializaci, přerušení od infra čidla, kde se spouští timer a přerušení od snímání select signálu. Zde se podle hodnot, které jsou přivedeny od snímače přepne vstup, to se provede procedurou, která je v hlavní části.

Dalším je timer. Ta obsahuje inicializaci a procedury které se provedou po přetečení timeru. Zde se provádí načítání RC5 kódu a délka intervalu.

Dalším modulem je TWI, tento název používá ATMEL, ale jinak se jedná o I2C protokol. Zde je opět inicializace a podprogramy pro odesílání po dvou vodičích příkazy audioprocesoru. V odesílání je nastavena přímo adresa, aby se nemusela dokola zadávat, takže stačí jen zadat data a ty se sami pošlou. Kdyby data nedošla, nebo se vyskytla chyba přenosu, tak se pošle daná chyba po UARTu.

Další modul je UART, ten obsahuje inicializaci, které nastaví přenos na:

- Baud Rate: 38400
- Character Size: 8-bit
- Mode: Asynchronous
- Parity: Disabled
- Stop Bit: 1-bit

Obsahuje procedury, které odešlou jeden byte, nebo přímo celé řetězce znaků, například nějaký string.

Poslední součástí je Audio. Ta využívá TWI a obsahuje procedury, které nastavují hodnoty, podle již uvedených tabulek, a posílá je do audioprocesoru.

4.3. Návrh schématu a plošného spoje

Schéma i plošný spoj je navržen ve vývojovém prostředí ORCAD 10. Analogové obvody mají kolem sebe i pod sebou analogovou zem, digitální obvody mají digitální zem. Celý spoj je navržen tak, aby od sebe země byly odděleny a zbytečně se nemíchaly.

Veškeré součástky týkající se napájení, jsou pohromadě na jednom místě, aby byly nejbližší napájecímu konektoru. U RGB switchů jsou navíc pro nesymetrické napájení filtrační kondenzátory.

Plošné spoje byly vyrobeny firmou PRAGOBOARD. Jelikož jsem zakázku vyřizoval pomocí emailu, tak výroba trvala trochu déle, ale výsledný plošný spoj za to čekání stál.

Při zapojování a oživování jednotlivých částí jsem přišel na některé nedostatky, na které jsem opomenul. Jedná se o přehození blank signálů u obvodu 4052. Naštěstí se nejedná signál, který má analogový průběh, nýbrž jen stejnosměrný průběh, a tak to šlo přemostit vodiči. Druhou chybou bylo zaměnění nožiček u obvodu 7905. Poslední chybou je opomenutí, že kabely propojují zvuk a synchronizaci z Out do In, tudíž ve schématu se musí připojit In do Out. A ne stejně jak to je zapojeno v scart kabelu. V příloze je schéma, kde jsou již tyto chyby opraveny.

4.4. Přehled použitého software

V *tabulce 14* je uveden všechen použitý software, který jsem využil při výrobě Audio video přepínače.

Popis funkce	Použitý software
Psaní, kompilace pro mikrořadič	WinAVR
Nahrání programu do mikrořadiče	PonyProg
Komunikace přes RS232	Terminal 1.9b
Tvorba schématu aplošného spoje	ORCAD 10

Tabulka 14: seznam použitého software

5. Testování

Během testování byly objeveny některé hardwarové chyby a softwarové nedostatky, které se musely pro správný běh zařízení vyřešit.

Audio video přepínač jsem testoval na televizi, ke které jsem přes přepínač připojil video, DVD přehrávač a set top box. Vstupy se přepínaly automaticky podle zadaných privilegií a zvuk pro jednotlivé vstupy vycházel z nastavených hodnot vstupů. Všechny nastavovací hodnoty jsem před testováním nahrál do paměti eeprom pomocí počítače přes RS232. Pro testování příjmu RC5 kódu jsem použil ovladač televize a videa.

Jelikož je použit obvod, který zvládá video signál do 200MHz, může se použít i pro přepínání signálů z grafických karet do monitoru. Jen se musí navíc ještě přepínat horizontální a vertikální synchronizace. To jsem realizoval pomocí analogového multiplexeru 4052 ve stejném zapojení, jako je v audio video přepínači, ale bez impedančního přizpůsobení a napájecí napětí je pouze 5V. Bohužel se nedaly využít piny, které ovládají přepínání select a blank signálů. Ty totiž pracují negovaně. Spínají a rozpínají tranzistory, které ovládají obvod 4052 napájený napájecím napětím. Tranzistory pracují na bázi otevřeného kolektoru a tím je logická „1“ jako logická „0“. Proto k jeho ovládnutí jsem použil tři volné piny mikrořadiče a upravil pro ně program, tak aby je využíval. Jelikož synchronizace mají signál v desítkách kilohertz, tak je analogový multiplexer 4052 musí zvládat. Musí se ještě ale udělat redukce z konektorů pro VGA grafiku na scart. Redukce je jednoduchá. Zapojí se jednotlivé země a RGB signály tak, jak to má RGB konektor. Horizontální a vertikální synchronizace je také napojena do scartu. Na piny, které slouží k datové komunikaci mezi zařízeními a většinou nejsou využívány, anebo nejsou ani připojeny. Takže takovéto využití ničemu neškodí, a ani nezmění funkci přepínače pro televizi.

RGB signály jsou do monitoru přenášeny bez problémů. Jediný problém dělá synchronizace. Ta se nepřenesou správně a vytváří lehce rozmazaný obraz. Zkoušel jsem vést horizontální synchronizaci přes RGB switch, ale výsledek byl stejný a to i přepnutí synchronizace na compositní. Zkoušel jsem i jiné obvody, ale výsledek byl stále stejný.

6. Zhodnocení

V této práci se podařilo vyrobit audio video přepínač, který umožňuje přepínat jeden vstup ze čtyř vstupů na jeden výstup. Pro televizi funguje bez problémů. Po malé úpravě přepíná i z grafických karet na monitor, ale je tu jeden problém, který se mi nepodařilo u přepínání na monitor vyřešit. Jde o synchronizaci, která rozmazává obraz. Přepínač lze ovládat pomocí počítače, nebo dálkovými ovladači, nebo se může využívat automatického přepínání podle vstupního signálu. Další možností přepínání je podle času, který se nastaví pomocí počítače a nastaví se i pořadí přepínaných vstupů.

7. Závěr

Výsledkem této bakalářské práce je fungující audio video přepínač, který umožňuje přepínat jeden ze čtyř vstupů na jeden výstup scart konektoru. Výběr se provádí několika způsoby. První způsob je automatické přepínání podle privilegií a aktivních vstupů. Druhý způsob je pomocí dálkových ovladačů a navolených tlačítek, vstup se dá přepnout přímo, nebo opět dle výběru s tím, že ovladač aktivuje přepínač. Třetí způsob je pomocí počítače, kde se pomocí nějakého programu, který umí komunikovat po sériové lince, dají přepnout přímo vstupy, nebo jej může nastavit podle svých představ. Poslední způsob je pomocí času. Ten za určitou dobu, která se nastaví pomocí počítače, přepíná podle pořadí navolených vstupů. Přepínání pomocí času lze spustit počítačem, nebo pomocí dálkového ovladače, ale musí být nastaveny potřebné hodnoty. Jednotlivé způsoby se dají zapnout či vypnout pomocí počítače. Zobrazení přepnutého vstupu znázorňuje rozsvícení konkrétní diody.

V rámci této bakalářské práce bylo vyrobeno funkční schéma. Z tohoto schématu byly vytvořeny obrazce pro výrobu plošného spoje. Dále byl napsán program pro mikrořadič v jazyce C. Ten obstarává komunikaci s RS232 a ovládá audio, video switche pomocí různých způsobů.

8. Literatura

- [1] MAX4026 <http://pdfserv.maxim-ic.com/en/ds/MAX4023-MAX4026.pdf>
- [2] MAX232 <http://pdfserv.maxim-ic.com/en/ds/MAX220-MAX249.pdf>
- [3] TDA7318 <http://lbs.elektroda.net/pliki/TDA7318.PDF>
- [4] ATMEGA16L http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2466.pdf
- [5] RC5 kód <http://www.mcu.cz>
- [6] I2C kód <http://www.hw.cz>

9. Obsah příloženého CD

- text bakalářské práce v elektronické podobě
- zdrojové kódy programu pro mikrořadič + zkompileovaný soubor
- opravené schéma zařízení ve formátu pro ORCAD
- původní návrh plošného spoje(neodpovídá opravenému schématu) ve formátu pro ORCAD + soubory pro výrobu

Seznam příloh:

- 1) Celkové opravené schéma zařízení

Přílohy

