

Elektronický volič signálových vstupů

Bc. Richard Kollár

Diplomová práce
2023



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
Ústav počítačových a komunikačních systémů

Akademický rok: 2022/2023

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Richard Kollár**
Osobní číslo: **A19441**
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Počítačové a komunikační systémy**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Elektronický volič signálových vstupů**
Téma práce anglicky: **An Electronic Signal Inputs Selector**

Zásady pro vypracování

1. Seznamte se s nezbytnou teorií zesilovačů včetně impedančního přizpůsobení.
2. Nastudujte problematiku polovodičových spínacích prvků a jejich použití.
3. Navrhněte zařízení schopné přepínat mezi několika (2 a více) vstupy.
4. Provedte zapojení tak, aby příchozí signál zapnul zařízení a spojil vstup s výstupem.
5. Zajistěte, aby při sepnutí některého ze vstupů byly ostatní vstupy blokovány.
6. Zabývejte se i kvalitou přenosu, tj. zkreslením, frekvenčními rozsahy.
7. Navrhněte vhodný poměr mezi spotřebou zařízení a zkreslením.
8. Navržené zařízení realizujte a proveďte ověření funkčnosti.

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. VOBECKÝ, Jan a Vít ZÁHLAVA. Elektronika: součástky a obvody, principy a příklady. 3., rozš. vyd. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-1241-5.
2. DOSTÁL, Jiří. Operační zesilovače. Praha: BEN – technická literatura, 2005. ISBN 80-7300-049-0.
3. DOLEČEK, Jaroslav. Moderní učebnice elektroniky. 2. díl, Polovodičové prvky a elektronky: dioda, bipolární tranzistor, unipolární tranzistor, tyristor, triak, diak, trioda, vícemřížkové elektronky, obrazovka, Hallova sonda, magnetorezistor, magnetodiody, termistor, varistor. Praha: BEN – technická literatura, 2005. ISBN 80-7300-161-6.
4. DOLEČEK, Jaroslav. Moderní učebnice elektroniky. 4. díl, Přenosové charakteristiky elektronických obvodů, tranzistorové zesilovače : přechodné děje, Praha: BEN – technická literatura, 2006. ISBN 80-7300-185-3.
5. PINKER, Jiří a Václav KOUČKÝ. Analogové elektronické systémy. 4. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2010. ISBN 978-80-7043-917-3.
6. ČERNÍK, Martin. Elektrické obvody: teorie a příklady. 1. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2014. ISBN 978-80-7494-161-0.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Lubomír Macků, Ph.D.**
Ústav řízení procesů

Datum zadání diplomové práce: **2. prosince 2022**

Termín odevzdání diplomové práce: **24. května 2023**

doc. Ing. Jiří Vojtěšek, Ph.D. v.r.
děkan



Ing. Miroslav Matýsek, Ph.D. v.r.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 8. prosince 2022

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne 24.5.2023

Richard Kollár, v.r.
podpis studenta

ABSTRAKT

Práca sa zaoberá návrhom a zostrojením audio zariadenia, ktoré je schopné automaticky prepínať aktívne vstupy na výstupný port zariadenia. Teoretická časť obsahuje vedomosti potrebné na pochopenie problematiky a tvorí základ pre výber vhodných súčiastok pre zostrojenie obvodu. Výsledkom práce je funkčné zariadenie.

Kľúčové slová: prepínač, volič vstupu, návrh obvodu

ABSTRACT

This thesis deals with design and construction of audio device which is capable automatically switch active audio input to the output port of device. Theory in this thesis contains knowledge needed for understanding area of interest and is the basis for selecting the correct components for creating the circuit. Output of this thesis is working device.

Keywords: switch, input selector, circuit design

Ďakujem Vedúcemu práce Ing. Lubomír Macků, Ph.D. za ľudský prístup, odbornú pomoc a cenné rady pri vypracovávaní práce a svojej rodine za psychickú podporu.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČASŤ	11
1 TEÓRIA	12
1.1 ZOSILŇOVAČE	12
1.1.1 Zisk zosilňovača.....	13
1.1.2 Triedy zosilňovačov	14
1.2 ELEKTRONICKÉ VLASTNOSTI AUDIO ZARIADENÍ	16
1.2.1 Impedancia a impedančné prispôsobenie.....	16
1.2.2 Frekvenčný rozsah	19
1.2.3 Frekvenčná odozva.....	20
1.2.4 Skreslenie	22
1.3 PRIESKUM POUŽÍVANÝCH SÚČIASTOK	26
1.3.1 Relé	26
1.3.2 Polovodičové prepínacie prvky.....	28
1.3.3 Operačné zosilňovače.....	30
1.3.4 Komparátory	31
1.3.5 Kondenzátor	31
1.3.6 Rezistor	32
1.4 VÝROBA DOSIEK PLOŠNÝCH SPOJOV	33
1.4.1 DPS	33
1.4.2 Uzemnenie.....	35
1.4.3 Potrebné vybavenie	36
2 EXISTUJÚCE RIEŠENIA	38
2.1 EXISTUJÚCE RIEŠENIA PRE HLAVNÉ ČASTI OBVODU.....	38
2.1.1 Detekcia prítomnosti signálu.....	38
2.1.1.1 Jednoduchý obvod cez diódy	38
2.1.1.2 Obvod realizovaný pomocou komparátora.....	39
2.1.1.3 Obvod realizovaný pomocou operačných zosilňovačov	40
2.1.2 Prepínanie vstupov	40
2.1.2.1 Riešenia s Relé.....	41
2.1.2.2 Riešenia cez Audio switch.....	42
2.1.3 Riadiaci obvod	43
2.2 ZÁVER PRIESKUMU EXISTUJÚCICH RIEŠENÍ.....	44
II PRAKTICKÁ ČASŤ	45
3 VÝVOJ ZARIADENIA	46
3.1 NÁVRH JEDNOTLIVÝCH ČASTÍ ZARIADENIA	47
3.1.1 Prepínanie vstupov	47
3.1.2 Detekcia aktívneho vstupu	50
3.1.3 Riadenie prepínania vstupov	51
3.1.4 Ošetrovanie vstupného signálu	52
3.1.5 Napájanie.....	53
3.2 PROTOTYP	54
3.2.1 Detekčný obvod	55
3.2.2 Ovládanie NAND.....	56

3.2.3	Prototyp celého zariadenia	57
3.2.4	Overenie prototypu.....	57
3.3	ZHOTOVENIE SCHÉM ZAPOJENIA.....	58
3.3.1	Vstup signálu.....	59
3.3.2	Detekcia signálu	60
3.3.3	Riadiaci obvod na prepínanie vstupov	61
3.3.4	Prepínanie na výstup	62
3.3.5	Napájanie.....	63
3.4	NÁVRH DIZAJNU DPS.....	63
4	REALIZÁCIA	66
4.1	TLAČ DPS	66
4.2	VÝROBA ZARIADENIA.....	67
4.2.1	Potrebné vybavenie	67
4.2.2	Použité komponenty.....	67
4.2.3	Osadzovanie a oživovanie.....	68
4.3	OVERENIE RIEŠENIA	69
	ZÁVER	72
	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	74
	ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK.....	77
	ZOZNAM OBRÁZKOV	78
	ZOZNAM TABULIEK	80
	ZOZNAM PRÍLOH.....	81

ÚVOD

Využívanie výtvarných techník a neustále sa vyvíjajúcich audio systémov je neodmysliteľnou súčasťou života všetkých generácií. V závislosti na preferenciách a požiadavkách na kvalitu zvuku a komfortu pri používaní jednotlivých audio systémov využívajú ľudia na svoj hudobný zážitok stále väčšie množstvo zdrojov audio signálu.

Zvyšujúcim sa počtom zdrojov audio signálu nastáva zníženie komfortu pri ich manuálnom prepínaní alebo prehrávače nemusia mať dostatočný počet vstupov. Tento problém je možné riešiť ďalším zariadením schopným prepínať medzi vstupmi. Bežne dostupné zariadenia sú často finančne náročné a plnia aj viacero funkcií, ktoré sú pre riešenie danej situácie nadbytočné.

Práca má za cieľ navrhnuť, vyrobiť a otestovať zariadenie, ktoré by dokázalo automaticky prepínať medzi viacerými vstupmi. V nadväznosti na kvalitu prepínaných signálov sa pri navrhovaní riešenia prepínača signálov sústreďujeme na zachovanie pôvodnej kvality prenášaného signálu bez zmeny jeho vlastností. V neposlednom rade by malo byť zariadenie aj energeticky úsporné aby mohlo byť dlhodobo napájané s použitím minimálneho množstva energie.

Východiskom pri navrhovaní zariadenia bolo oboznámenie sa s teóriou zosilňovačov, elektronických vlastností audio zariadení, polovodičovými prepínacími prvkami potrebných na návrh vlastného zariadenia a prieskum existujúcich riešení.

V prvej časti sa zaoberáme teóriou zosilňovačov, elektrických vlastností audio zariadení a aj komponentami využívanými pre audio zariadenia. Následne sa budeme venovať prieskumu existujúcich riešení, ktoré budú tvoriť základ vlastného návrhu.

Praktická časť práce popíše postup práce autora pri návrhu a dizajne dosky plošných spojov potrebných pre zostrojenie navrhovaného zariadenia. Ozrejmí jeho zhotovenie, odskúšanie a vyhodnotí možnosti jeho praktického využitia.

I. TEORETICKÁ ČASŤ

1 TEÓRIA

Pre správne vypracovanie zadania diplomovej práce je potrebné pochopiť teóriu zosilňovačov, a vstupných audio zariadení. Preskúmaním teórie zosilňovačov lepšie pochopíme problémovú oblasť. V teórii sa taktiež budeme venovať rôznym komponentom a ich parametrov týkajúcich sa prenosu audio signálu. V nasledujúcich kapitolách sa oboznámime zo zosilňovačmi a elektronickými vlastnosťami nielen zosilňovačov, ale aj audio zariadení vo všeobecnosti.

1.1 Zosilňovače

Jednoducho povedané, zosilňovač je zariadenie, ktoré urobí zo slabého signálu silný. To znamená že nemení jeho vlastnosti ale dodá mu viac energie.

Zosilňovače sú široko používané v rôznych aplikáciách, ako sú audio systémy, bezdrôtová komunikácia, prístrojové vybavenie a ďalšie. Zosilňovače zohrávajú kľúčovú úlohu pri posilňovaní slabých signálov, zlepšovaní kvality signálu alebo pri riadení zátáže.

Existuje niekoľko typov zosilňovačov, vrátane:

- **Operačné zosilňovače (Op-Amps):** Operačné zosilňovače sú všestranné integrované obvody používané v mnohých aplikáciách. Majú vysoký zisk, vysokú vstupnú impedanciu a nízku výstupnú impedanciu. Operačné zosilňovače sa bežne používajú na úpravu signálu, filtrovanie, zosilňovanie a matematické operácie.
- **Výkonové zosilňovače:** Výkonové zosilňovače sú navrhnuté tak, aby poskytovali vysokovýkonné signály na pohon reproduktorov, motorov alebo iných zátží. Bežne sa používajú v audio systémoch, PA (Public adress) systémoch a rádiových vysielačoch. Výkonové zosilňovače sú charakteristické svojou schopnosťou zvládnuť vysoké prúdové a napät'ové úrovne.
- **RF zosilňovače:** RF (Radio Frequency) zosilňovače sú špecializované zosilňovače používané v bezdrôtových komunikačných systémoch a RF aplikáciách. Pracujú pri

vysokých frekvenciách a sú navrhnuté tak, aby zosilňovali RF signály pri zachovaní ich frekvenčných charakteristík.

- **Diferenciálne zosilňovače:** Diferenciálne zosilňovače zosilňujú rozdiel napätia medzi dvoma vstupnými signálmi. Bežne sa používajú v analógových obvodoch, komunikačných systémoch a prístrojových aplikáciách.
- **Prístrojové zosilňovače:** Prístrojové zosilňovače sú presné zosilňovače používané na zosilnenie nízkoúrovňových signálov pri potlačení šumu spoločného režimu. Bežne sa používajú v systémoch merania a zberu údajov, kde je kritické presné zosilnenie signálu.

Zosilňovače sa vyznačujú rôznymi parametrami, vrátane zosilnenia, frekvenčného rozsahu, vstupnej/výstupnej impedancie, skreslenia, úrovne šumu a možností manipulácie s výkonom. Výber vhodného zosilňovača pre konkrétnu aplikáciu vyžaduje zváženie týchto parametrov, aby sa zabezpečil optimálny výkon a kompatibilita so zdrojom signálu a záťažou.

Stojí za zmienku, že zosilňovače môžu do zosilneného signálu vnášať nelinearity, skreslenie alebo šum. Preto sa na minimalizáciu týchto nežiaducich účinkov a zaistenie požadovaného výkonu zosilnenia často používa starostlivý návrh, správne prispôsobenie a techniky úpravy signálu.

1.1.1 Zisk zosilňovača

Zisk zosilňovača je vzťah medzi signálom nameraným na výstupe a signálom na vstupe. Vieme definovať tri rôzne druhy zisku zosilňovača: zisk napätia, zisk prúdu, zisk výkonu.

Výpočet jednotlivých druhov zisku:

$$\text{zisk napätia: } A_v = \frac{\text{výstupné napätie}}{\text{vstupné napätie}} = \frac{V_{\text{von}}}{V_{\text{dnu}}}$$

$$\text{zisk prúdu: } A_i = \frac{\text{výstupný prúd}}{\text{vstupný prúd}} = \frac{I_{\text{von}}}{I_{\text{dnu}}}$$

$$\text{zisk výkonu: } Ap = Av \times Ai$$

Výkon zosilňovača sa taktiež uvádza v decibeloch. Bel je logaritmická jednotka merania, ktorá nemá špecifický druh jednotky alebo fyzikálnej veličiny. Keďže Bel sám o sebe je veľký, v praxi sa používa hodnota decibel. [1]

Na výpočet zisku v decibeloch sa používajú nasledovné vzorce: [1]

$$\text{zisk napätia v dB: } av = 20 * \log (Av)$$

$$\text{zisk prúdu v dB: } ai = 20 * \log (Ai)$$

$$\text{zisk výkonu v dB: } ap = 10 * \log (Ap)$$

Kladná hodnota dB predstavuje zisk a záporná predstavuje stratu.

1.1.2 Triedy zosilňovačov

Triedy zosilňovačov označujú rôzne metódy alebo konfigurácie, v ktorých sú zosilňovače navrhnuté a prevádzkované. Každá trieda zosilňovačov má svoje vlastné charakteristiky, výhody a obmedzenia. Tu sú niektoré bežne používané triedy zosilňovačov:

Trieda A:

Zosilňovače triedy A sú známe svojou vysokou kvalitou a nízkym skreslením. Fungujú tak, že výstupné zariadenie vedie prúd cez celý vstupný tvar vlny bez ohľadu na úroveň signálu. Zosilňovače triedy A majú vysokú linearitu, ale sú menej účinné. [1]

Trieda B:

Zosilňovače triedy B používajú konfiguráciu push-pull s dvoma komplementárnymi tranzistormi alebo elektrónkami, kde jeden spracováva kladnú polovicu vstupného tvaru vlny a druhý zápornú polovicu. Zosilňovače triedy B sú efektívnejšie ako zosilňovače triedy A, ale trpia skreslením výhybky v dôsledku nelineárnej oblasti blízko nulovej úrovne signálu.

[1]

Trieda AB:

Zosilňovače triedy AB sú kombináciou zosilňovačov triedy A a triedy B. Majú schému predpätia, ktorá umožňuje, aby cez výstupné zariadenia pretieklo malé množstvo prúdu, aj keď nie je prítomný žiadny vstupný signál, čím sa znižuje skreslenie kríženia. Zosilňovače triedy AB ponúkajú lepšiu účinnosť ako trieda A, ale nižšie skreslenie ako trieda B. Pre kombináciu týchto vlastností, sú často používané ako hudobné zosilňovače pre domácu reprodukciu zvuku. [1]

Trieda C:

Zosilňovače triedy C sú typom zosilňovača, ktorý je vysoko účinný, ale pracuje v nelineárnom režime. Bežne sa používajú v aplikáciách, kde je potrebné zosilnenie vysokého výkonu, ako sú RF (rádiovlnové) výkonové zosilňovače, RF vysielacie a generátory RF signálu. Zosilňovače triedy C nie sú vhodné pre aplikácie vyžadujúce lineárne zosilnenie, ako je napríklad zosilnenie zvuku. [1]

Trieda D:

Zosilňovače triedy D, tiež známe ako spínacie zosilňovače alebo digitálne zosilňovače, používajú moduláciu šírky impulzov (PWM) na konverziu vstupného signálu na sériu vysokofrekvenčných impulzov. Tieto impulzy sú potom zosilnené pomocou spínačov a filtrované, aby sa zrekonštruoval zosilnený signál. Zosilňovače triedy D sú vysoko účinné a preto sa často používajú v moderných prenosných audio zariadeniach. [2]

Trieda G:

Zosilňovače triedy G sú typom zosilňovača, ktorý kombinuje vlastnosti zosilňovačov triedy A a triedy AB. Sú navrhnuté tak, aby poskytovali zlepšenú účinnosť dynamickým nastavením napájacieho napätia na základe úrovne vstupného signálu.

V zosilňovači triedy G sa používa viacero úrovní napätia zdroja. Zosilňovač pracuje primárne pri nižšej napäťovej úrovni pri zosilňovaní nízkoúrovňových signálov, ako sú tiché alebo jemné pasáže audio signálov. Keď sa úroveň vstupného signálu zvyšuje, zosilňovač

sa prepne na vyššiu úroveň napájacieho napätia, aby poskytoval väčší výkon a vyrovnal sa s väčšími výkyvmi signálu. [2]

Trieda H:

Zosilňovače triedy H sú navrhnuté tak, aby zlepšili účinnosť zosilňovačov triedy AB. Používajú viaceré úrovne napätia zdroja, ktoré sa dynamicky upravujú na základe úrovne vstupného signálu. Úpravou napájacieho napätia môžu zosilňovače triedy H znížiť stratový výkon a zlepšiť účinnosť. Tento spôsob je podobný triede G no v tomto prípade nie je potrebné mať viacero napájacích zdrojov. [2]

Je dôležité poznamenať, že každá trieda zosilňovača má svoje kompromisy a výber triedy zosilňovača závisí od konkrétnych požiadaviek aplikácie, ako je energetická účinnosť, vernosť zvuku, úroveň skreslenia a úvahy o nákladoch.

1.2 Elektronické vlastnosti audio zariadení

Nielen zosilňovače, ale aj ostatné audio zariadenia majú rôzne elektronické vlastnosti. Nasledujúce podkapitoly bližšie popisujú niektoré dôležité vlastnosti.

1.2.1 Impedancia a impedančné prispôsobenie

Impedancia je vo všeobecnosti jednobran obsahujúci rezistory a akumulčné prvky v ľubovoľnom množstve. Je to komplexná veličina, ktorá obsahuje reálnu a imaginárnu zložku. Je to pomer napätia a prúdu: [3]

$$Z = \frac{U}{I} [\Omega; V; A]$$

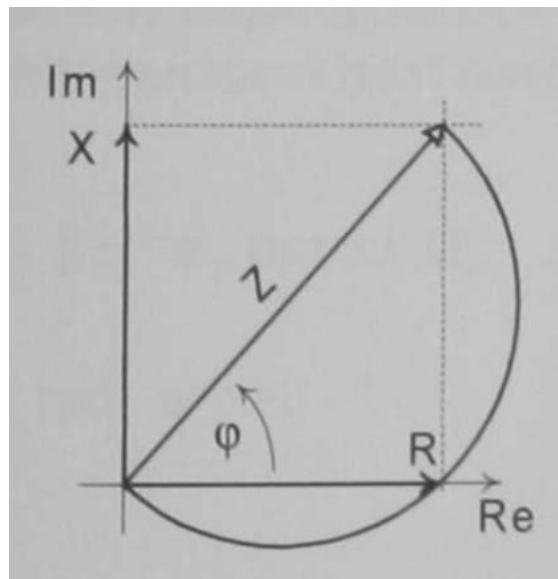
Jednotka impedancie je ohm tak ako aj pri odpore, taktiež sa jedná o pomer napätia a prúdu. Rozdiel však spočíva vo fáze. Pri odpore je prúd a napätie v rovnakej fáze ale pri impedancii môžu mať rozdielny fázový posuv.

Pretože je impedancia komplexná veličina, má dve zložky, reálnu a imaginárnu. Reálnu zložku vynesieme na reálnu os v komplexnej rovine a imaginárnu na imaginárnu os. Impedancia sa vyznačuje veľkosťou, ktorú nazývame Z .

Impedancia sa vyjadruje ako:

$$Z = R + jX = Z * \cos\varphi + j * Z * \sin\varphi$$

Prvú, reálnu časť označujeme R a vyjadruje reálny odpor súčiastky. Druhá časť, reaktančná zložka označená ako jX je závislá od uhlovej rýchlosti. [3]



Obrázok 1 Grafické znázornenie impedancie

Z obrázku je zrejmé, že absolútna hodnota impedancie je preponou pravouhlého trojuholníka a preto ju môžeme vypočítať pomocou Pytagorovej vety. [4]

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

Vedenie optimálne prenáša energiu vtedy, keď záťažová impedancia Z_k sa rovná charakteristickej impedancii Z_v . Tento stav záťaže nazývame impedančne prispôsobený. Pre tento stav platí že:

- Po vedení sa šíri iba priama vlna
- Účinnosť prenosu vedením je najvyššia
- Vstupná impedancia je reálna a stála

- Napätie a prúdy na vedení sú pri určitom výkone najmenšie

Nulová odrazená vlna je podmienkou bezchybného fungovania niektorých zariadení, preto sa tento stav snažíme dosiahnuť. Pokiaľ prvok na konci vedenia túto podmienku prispôsobenia nespĺňa, je nutné medzi vedenie a záťaž zapojiť prispôsobovací obvod a tým upraviť impedanciu záťaže Z_k na hodnotu blízku Z_v . Túto podmienku však často nie je možné splniť a preto sa snažíme k tomuto stavu priblížiť. Preto boli zavedené kritéria kvality impedančného prispôsobenia. Kvalita prispôsobenia sa väčšinou hodnotí podľa veľkosti pomeru stojatých vln na vedení alebo podľa veľkosti činiteľa odrazu. [5]

V praxi, elektronické systémy sú zložitejšie ako ich teória. Preto aj keď sme zosilňovač riešili ako jeden modul, v praxi sa skladá z viacerých zosilňovačov pripojených za sebou.

Viacstupňové zosilňovače obsahujú viacerých jednostupňových zosilňovačov zapojených za sebou v kaskáde, aby zabezpečili dostatočný zisk zariadenia. Táto kaskáda potrebuje byť impedančne prispôsobená aby sa minimalizovali straty a prenieslo na maximum výkonu zo vstupu.

V dvojstupňovom zosilňovači tvorí výstupná impedancia prvého zosilňovacieho stupňa vstupnú impedanciu zosilňovača druhého stupňa a rovnaký vzor sa nasleduje vo viacstupňovom zosilňovači až po posledný zosilňovací stupeň. Keďže nás zaujíma zníženie strát výkonu a dosiahnutie maximálneho prenosu výkonu zo zosilňovača do zosilňovača, vstupná impedancia druhého stupňa by mala zodpovedať výstupnej impedancii prvého stupňa a tak ďalej pre všetky stupne. Prispôsobenie vieme dosiahnuť nasledujúcimi spôsobmi:

Odporovo-kapacitná väzba

Pri väzbe odpor-kapacita sú dva po sebe idúce zosilňovacie stupne spojené cez odporovo-kapacitnú sieť. Toto je najbežnejšie používaná, pohodlná a lacná schéma vo viacstupňových zosilňovačoch. Tento typ schémy spojenia sa používa v audio zosilňovačoch s malým signálom, systémoch verejného ozvučenia, televíznych prijímačoch, CD prehrávačoch atď. [6]

Transformátorová spojka

V stupňoch zosilňovača s pevným predpätím je kolektorový odpor v každom stupni nahradený primárnym vinutím transformátora a sekundárne vinutie nahrádza spojovacie vodiče medzi predpínacou sieťou a základňou druhého stupňa (tranzistor).

Transformátorová spojka šetrí veľa energie a pomáha pri implementácii správneho impedančného prispôsobenia. Výberom vhodného pomeru závitov transformátora je vstupná impedancia nasledujúceho zosilňovacieho stupňa prispôsobená výstupnej impedancii predchádzajúceho zosilňovacieho stupňa. Transformátorové zosilňovače sú vhodné na zosilnenie rádiových signálov v rozhlasových a TV prijímačoch. [6]

Priama spojka

Na zosilnenie pomaly sa meniacich signálov sa používajú zosilňovače s priamou väzbou. V zosilňovačoch s priamou väzbou sa prepojovacie vodiče používajú na kaskádovanie dvoch stupňov zosilňovača. Keď je frekvencia signálov ktoré sa majú zosilniť nízka, najlepšie je priame spojenie. Avšak striedavé aj jednosmerné signály sú spojené s nasledujúcimi fázami. [6]

1.2.2 Frekvenčný rozsah

Frekvenčný rozsah vyjadruje rozsah frekvencií, v ktorých je zariadenie, systém alebo meranie schopné prevádzkovať alebo presne reprezentovať signály. Definuje dolnú a hornú hranicu, medzi ktorými môže konkrétne zariadenie alebo systém efektívne spracovávať alebo detegovať signály. Často sa vyjadruje v hertzoch (Hz) alebo ich násobkoch, ako sú kilohertz (kHz), megahertz (MHz), gigahertz (GHz) alebo dokonca terahertz (THz) pre aplikácie s vyššou frekvenciou.

Konkrétny frekvenčný rozsah závisí od možností a konštrukcie príslušného zariadenia alebo systému. Tu je niekoľko príkladov frekvenčných rozsahov v rôznych kontextoch:

Frekvenčný rozsah zvuku

Vo audio zariadeniach frekvenčný rozsah zvyčajne pokrýva rozsah ľudského sluchu, ktorý je približne 20 Hz až 20 000 Hz (20 kHz). Priemerne človek počuje ešte menší rozsah,

a vekom sa tento rozsah znižuje, pretože ľudia strácajú schopnosť počuť vysoké frekvencie. Zvuková frekvencia je najlepšie zrozumiteľná prostredníctvom hudby, kde každá nasledujúca oktáva zdvojnásobuje frekvenciu. Najnižší tón A klavíra je okolo 27 Hz, zatiaľ čo jeho najvyšší tón C sa blíži k 4186 Hz. Mimo týchto bežných frekvencií vytvára akýkoľvek predmet alebo zariadenie, ktoré vytvára zvuk, aj harmonické frekvencie. Sú to jednoducho vyššie frekvencie pri nižšej amplitúde. [7]

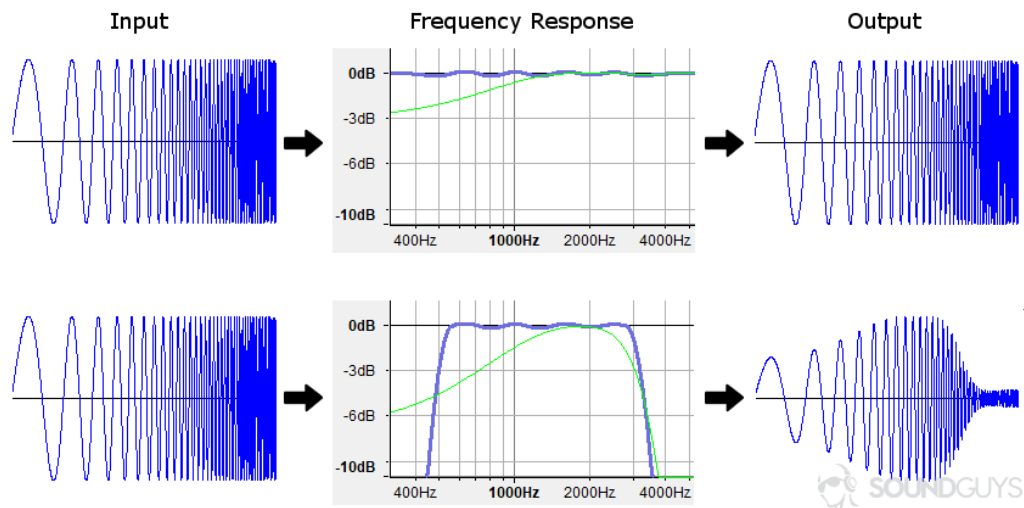
RF rozsah

V RF aplikáciách pokrýva frekvenčný rozsah oveľa širšie spektrum v rozsahu od niekoľkých kilohertzov (kHz) po niekoľko gigahertzov (GHz). Tento rozsah zahŕňa frekvencie používané v rôznych bezdrôtových komunikačných systémoch, ako sú AM/FM rádio, televízia, Wi-Fi, Bluetooth, mobilné siete a radarové systémy.

Pri výbere zariadení alebo systémov pre konkrétne aplikácie je dôležité zvážiť frekvenčný rozsah. Na zabezpečenie toho, aby sa frekvenčný rozsah zhodoval s požiadavkami signálov, ktoré nás zaujímajú, je výber vhodných komponentov rozhodujúci pre získanie správneho spracovania signálu.

1.2.3 Frekvenčná odozva

Frekvenčná odozva meria či a ako dobre konkrétny audio komponent reprodukuje všetky tieto počuteľné frekvencie, a či počas prechodu vykoná nejaké zmeny signálu. Ideálny frekvenčný výstup komponentu by sa mal rovnať vstupu, aby nedošlo k zmene signálu. Toto sa často nazýva „plochá“ frekvenčná odozva, kde sa dá systémom preniesť sínusová vlna s pevným objemom (meraná v decibeloch) a bude mať rovnakú amplitúdu na všetkých frekvenciách na výstupe. Keď zariadenie nemá plochú frekvenčnú odozvu, tak výsledná vlna je deformovaná. Tento jav je viditeľný na nasledujúcom obrázku:



Obrázok 2 Frekvenčná odozva

Z obrázku vidno ako pri grafe odozvy je v jednom prípade rovná čiara, čo znamená že pre všetky frekvencie má zariadenie 0dB a tým pádom nič nemení na výstupe. V druhom prípade vidno ako je pri nízkych a vysokých frekvenciách silná strata signálu vyjadrená zápornou hodnotou dB. To sa prejaví potlačením určitých frekvencií, a na výstupe sa nachádza zdeformovaná vlna. [8]

V audio zariadeniach je preto plochá frekvenčná odozva veľmi dôležitá a v elektronických zariadeniach je to jedna z priorit.

1.2.4 Skreslenie

Skreslenie sa týka akejkolvek nechcenej zmeny alebo odchýlky od pôvodného alebo požadovaného tvaru vlny signálu. Vyskytuje sa, keď systém alebo zariadenie zavedie zmeny do signálu, ktoré vedú k úprave jeho tvaru, amplitúdy alebo frekvenčného obsahu.

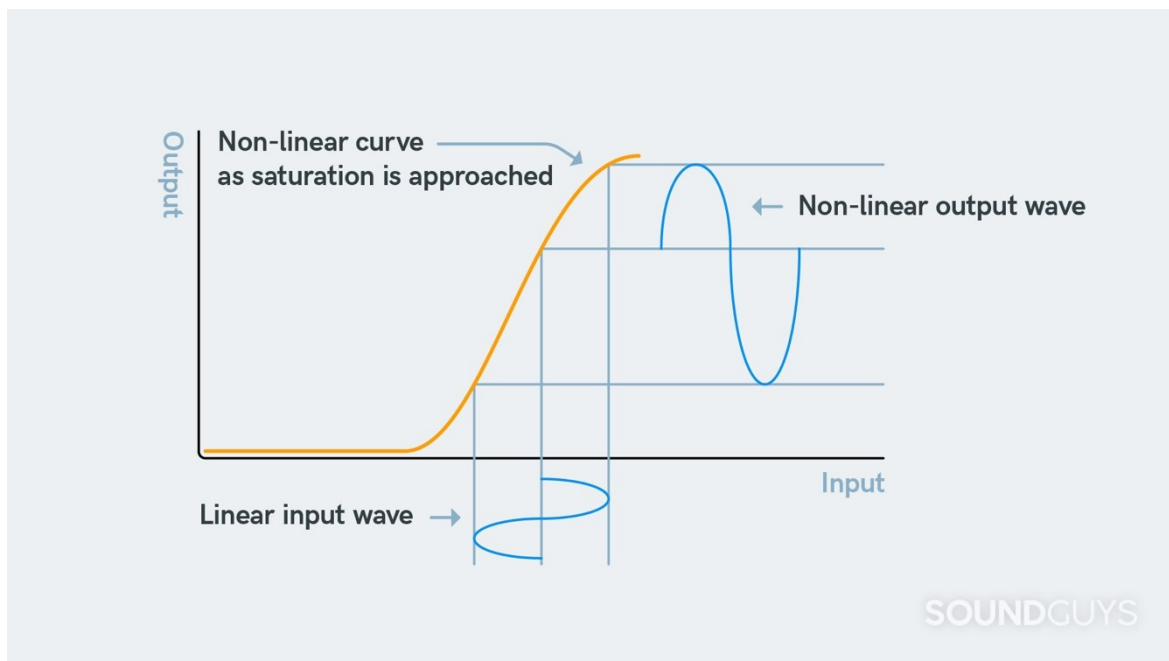
Pre presnú reprodukciu zvuku, ktorá je primárnym cieľom HiFi audio produktov, sa každé skreslenie považuje za zlé a výrobcovia zariadení sa ho snažia čo najviac eliminovať.

Keď chceme charakterizovať audio systémy, používame testovacie tóny (známe ako sínusoidy). Sú to jednoduché zvukové signály, tvorené sínusovými vlnami na definovaných frekvenciách. Testovacie tóny sú základnými stavebnými kameňmi všetkých zložitých hudobných tónov a umožňujú nám vytvárať presné, opakovateľné a štandardizované testy. Pomocou testovacích tónov môžeme efektívnejšie pozorovať a opísať povahu akéhokoľvek skreslenia signálu, a vyjadriť ich napríklad grafmi, ktoré sú ľahko čitateľné pre človeka.

Nelineárne Skreslenie

Dokonalá sínusová vlna pozostáva iba z jednej frekvencie, hoci skutočné zariadenia produkujú nelinearity, ktoré pridávajú harmonické frekvencie a skresľujú signál buď trochu alebo veľmi. Nelinearity sú vlastné zariadeniam, ktoré majú vstupno-výstupnú charakteristiku, ktorá nie je priamka (napr. obrázok vyššie). Harmonické skreslenie je pridanie nových tónov do zvukového signálu. Tieto produkty skreslenia sa vyskytujú pri celočíselných násobkoch frekvencie pôvodného signálu a harmonicky súvisia s pôvodným tónom. Keď je signálom jedna sínusová vlna (tón) frekvencie f_1 , harmonické tóny sú f_2 , f_3 atď., v celočíselných násobkoch pôvodného tónu.

Například základný signál 1 kHz, ktorý bol vystavený nelineárnemu skresleniu, bude produkovať energiu s frekvenciou 2 kHz, čo je druhá harmonická, 3 kHz (tretia harmonická), 4 kHz (štvrtá harmonická) atď. [9]

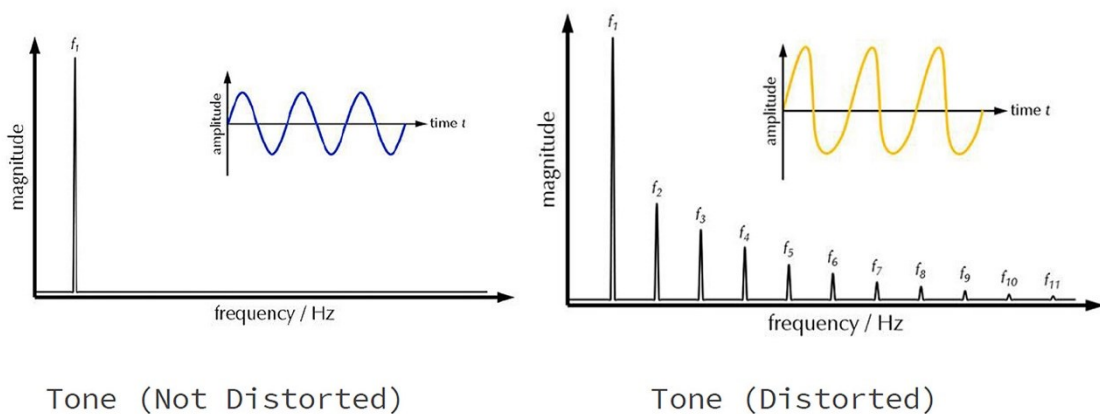


Obrázok 3 Nelineárne skreslenie

Z obrázku vidno ako nelineárna charakteristika zariadenia môže zmeniť vlastnosti výstupnej vlny.

Celkové harmonické skreslenie (THD)

Celkové harmonické skreslenie je súčet všetkých harmonických vln nameraných na výstupe. Meranie THD spočítava všetky produkty skreslenia sčítaním extra vln harmonickej energie do jednej hodnoty, vyjadrenej buď ako percento alebo ako hodnota v dB, ktorá predstavuje podiel energie v porovnaní zo základným alebo požadovaným signálom. Pomer THD bude percentuálna hodnota menšia ako 100 % alebo záporná hodnota decibelov. Napríklad 1% THD je ekvivalentné -42dB, 89% THD je -1dB. [9]



Fundamental Frequency = F_1

SOUNDGUYS

Obrázok 4 Celkové harmonické skreslenie

Na obrázku vidíme príklad vstupného signálu, kde f_1 má veľkú časť energie a ostatné frekvencie nevidno. Avšak na grafe vpravo pribúda energia aj na iných frekvenciách, sú to harmonické frekvencie, ktorým sa snažíme zabrániť. [9]

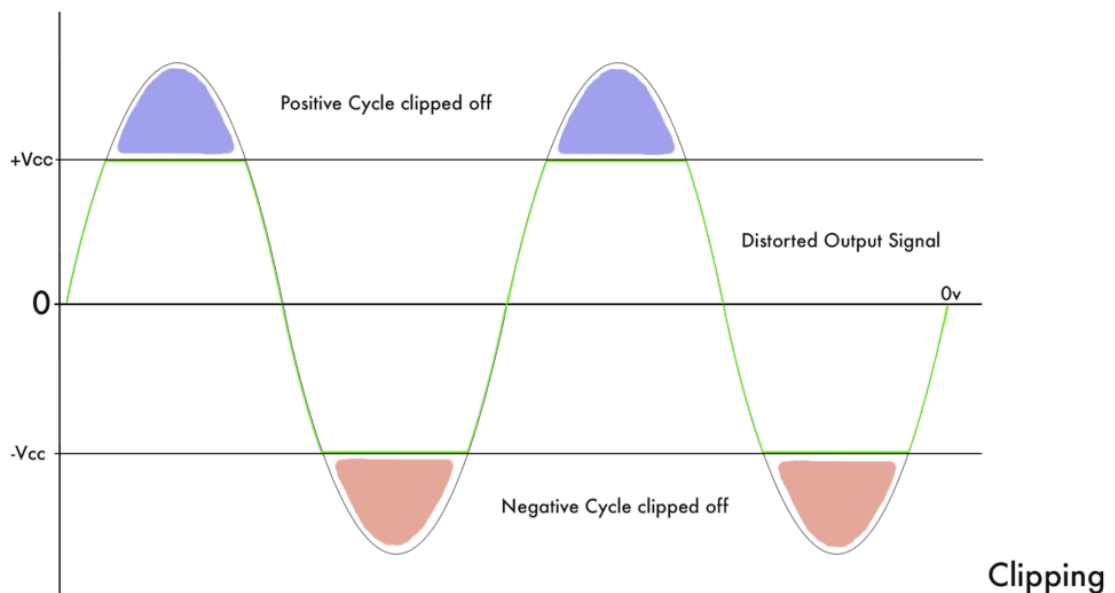
THD je najbežnejšia metrika skreslenia, s ktorou sa stretáme. Pojmy THD a skreslenie sa v skutočnosti často používajú zameniteľne, hoci ide o prílišné zjednodušenie, pretože existuje veľa druhov skreslenia.

Skreslenie orezaním

Skreslenie orezaním, známe aj ako orezanie amplitúdy, je forma skreslenia, ku ktorej dochádza, keď signál prekročí maximálne napätie alebo amplitúdu, ktorú dokáže systém alebo zariadenie zvládnuť. Keď je signál orezaný, tvar vlny je skrátený alebo "orezaný" na určitej úrovni, čo vedie k splošteniu alebo zaobleniu vrcholov signálu. [10]

Vyskytuje sa, keď je zosilňovač posunutý za maximálny limit, čo spôsobuje skreslenie signálu. Tu sú komponenty zariadenia nútené produkovať výstupné napätie nad ich schopnosti. Výsledkom je hlučný a nepríjemný prejav zvuku.

Obrázok znázorňuje časť signálu, ktorý sa oreže a tým sa zmení vstupný signál.



Obrázok 5 Skreslenie Orezaním

1.3 Prieskum používaných súčiastok

Elektronické súčiastky sú základné elektronické prvky, ktoré tvoria elektronické zariadenie. Tieto súčiastky sú navzájom spojené tak, aby vytvorili elektronický obvod, ktorý má určité funkcie určené v návrhu zariadenia.

Komponenty môžu byť diskkrétne, ako napríklad kondenzátor alebo rezistor. Alebo to môžu byť aj balíky komponentov v jednom puzdre, ako sú integrované obvody (IC), regulátory, čipy operačných zosilňovačov a podobne.

V nasledujúcich kapitolách preskúmame súčiastky potrebné pre výrobu zariadenia splňujúceho zadanie práce a ich vlastnosti.

1.3.1 Relé

Relé je elektromechanické zariadenie, ktoré funguje ako elektricky ovládaný spínač. Bežne sa používa na riadenie toku elektrického prúdu v obvode otváraním alebo zatváraním kontaktov spínača v reakcii na elektrický vstupný signál.

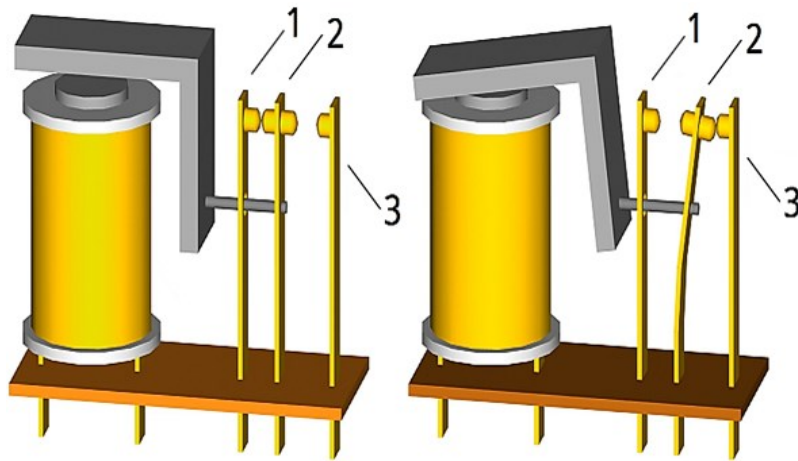
Relé poskytujú elektrickú izoláciu medzi riadiacim obvodom a riadeným obvodom, čo umožňuje bezpečné riadenie vyšších napäťových alebo prúdových záťaží pomocou riadiaceho signálu s nižším napätím.

Relé môžeme zaradiť do dvoch hlavných kategórii: [11]

- Pohyblivé, ktoré sa skladajú z mechanicky sa pohybujúcich častí
- Bez pohyblivých častí, tie sa prepínajú elektronicky napríklad pomocou MOS FET

Mechanické relé sa skladajú z niekoľkých kľúčových komponentov:

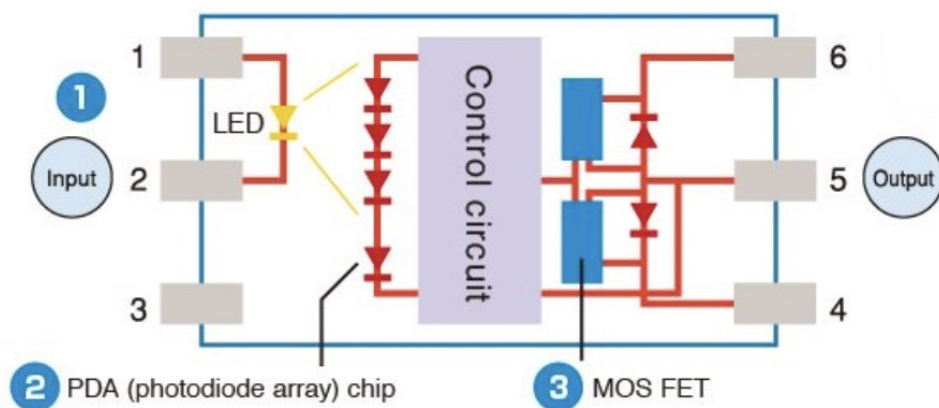
- **Cievka:** Cievka je elektromagnetické vinutie, ktoré vytvára magnetické pole, keď ňou preteká prúd. Slúži ako vstup pre ovládanie relé.
- **Kontakty:** Kontakty sú spínacími prvkami v rámci relé. Sú vyrobené z vodivých materiálov a sú buď normálne otvorené (NO) alebo normálne uzavreté (NC). Keď relé nie je pod napätím, kontakty sú v predvolenom stave. Keď je cievka pod napätím, kontakty zmenia svoj stav.



Obrázok 6 Vnútorňa stavba relé

MOS FET relé sa skladá z nasledujúcich komponentov zobrazených na obrázku:

- 1. LED čip na generovanie svetla
- 2. PDA čip skladajúci sa z fotosenzitívnych diód
- 3. MOS FET ovládaný fotosenzitívnym obvodom



Obrázok 7 Vnútorňa schéma MOSFET relé

LED dióda na vstupe dostane elektrický signál a rozsvieti sa. Fotosenzitívny obvod na tento svetelný signál zareaguje a zapne polovodičový prvok ovládajúci výstup. Vďaka LED dióde sú vstupný aj výstupný obvod oddelené. [11]

Mechanické relé používané v audio zariadeniach sa väčšinou nelíšia od bežných relé, nakoľko je to jednoduchý komponent. Dôležité je iba aby spĺňal požiadavky dané konkrétnym obvodom v ktorom sa používa. Nevýhodami relé je ich veľkosť a možné opotrebenie a zlyhanie po dlhšom čase.

1.3.2 Polovodičové prepínacie prvky

Polovodičový spínač je elektronické zariadenie, ktoré riadi tok elektrického prúdu v obvode pomocou polovodičových materiálov. Funguje ako polovodičový spínač, ktorý poskytuje rýchlu a presnú kontrolu nad tokom prúdu bez použitia mechanických komponentov.

Polovodičové spínače sú zvyčajne založené na polovodičových zariadeniach, ako sú tranzistory, tyristory alebo integrované obvody (IC). Tieto zariadenia využívajú jedinečné elektrické vlastnosti polovodičov, ako je ich schopnosť viesť alebo blokovat' prúd na základe aplikovaného napätia alebo prúdových podmienok.

Existuje niekoľko typov polovodičových spínačov, ktoré opíšeme v ďalších odsekoch:

Tranzistor

Tranzistor je trojpólové elektronické zariadenie, ktoré zosilňuje alebo spína elektronické signály. Jeho základnými zložkami sú vrstvy polovodičových materiálov s opačnými polaritami, známe ako p-typ a n-typ. Keď sú tieto dva materiály umiestnené spolu, tvoria bariéru vrstvy vyčerpania. Táto vrstva funguje ako spínač, ktorý umožňuje, aby elektrický prúd pretekal alebo nepreteká, v závislosti od napätia aplikovaného na tretí terminál, známy ako brána.

Tranzistory majú tri hlavné časti:

- Základňa (Base)
- Kolektor (Collector)
- Emitor (Emitter)

Základná svorka riadi tok prúdu medzi ďalšími dvoma svorkami. Kolektor zbiera prúd prichádzajúci zo základne a emitor vyžaruje prúd z kolektora.

Tranzistory môžu pracovať buď ako zosilňovače, alebo ako spínače. Tranzistor zvyšuje prúd, ktorý ním prechádza, keď sa používa ako zosilňovač. Tranzistory môžu zapnúť alebo vypnúť tok prúdu, keď sa používajú ako spínač. [12]

Tranzistory, ako sú bipolárne tranzistory (BJT) a tranzistory s efektom poľa (FET), sa bežne používajú ako spínače. Privedením riadiaceho napätia na svorku základne alebo hradla je možné tranzistor zapnúť alebo vypnúť, čo umožňuje alebo blokuje tok prúdu medzi svorkami.

Tyristor

Tyristory, ako sú kremíkom riadené usmerňovače alebo triaky, sú polovodičové spínače, ktoré môžu pri spustení viesť prúd v jednom smere. Často sa používajú v aplikáciách, ktoré vyžadujú ovládanie striedavého prúdu, ako je ovládanie motora, osvetlenie a napájacie zdroje.

Integrované prepínače

Integrované prepínače sú kombinácie ovládača s prepínacím FET (Field Effect Transistor) v rovnakom integrovanom obvode. Ponúkajú niekoľko výhod oproti riešeniu, ktoré pozostáva z ovládača so samostatným MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor). Medzi výhody patrí nižší počet komponentov, čo môže viesť k vyššej spoľahlivosti, nižším nákladom a nižšej spotrebe.

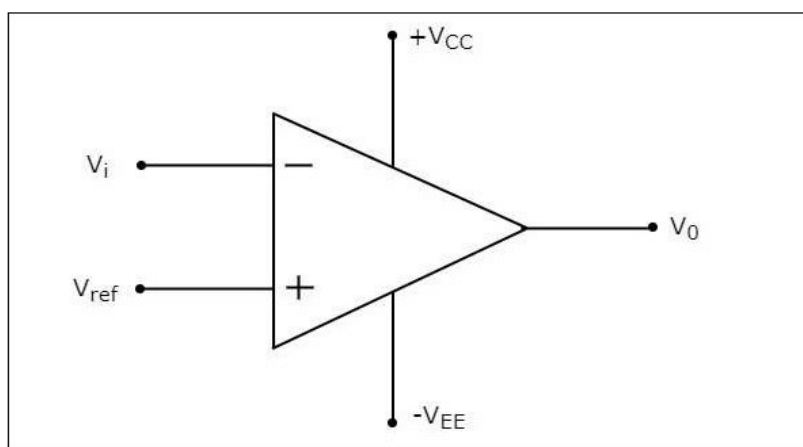
Riešenie integrovaného prepínača bude vo všeobecnosti vyžadovať menej miesta na doske, čo je zvyčajne mimoriadne drahé, pretože dnešné elektronické produkty sa zmenšujú.

Integrované prepínače sú praktickou voľbou na prepínanie vstupov audio zariadení pre ich malú spotrebu a dostupnosť na trhu. Dôležitým parametrom pre použitie v audio zariadení je skreslenie a oddelenie riadiaceho signálu.

1.3.3 Operačné zosilňovače

Operačný zosilňovač je dôležitým stavebným blokom analógového obvodu. Je široko používaný v rôznych aplikáciách, ako sú elektronické filtre, komparátory, oddeľovacie stupne, prevodníky alebo ako základ rôznych audio zariadení.

Obrázok znázorňuje symbol operačného zosilňovača a jeho pripojenia. Dôležité sú vstupy s označením plus a mínus. Podľa zapojenia týchto vstupov sa mení použitie, ako napríklad v prípade komparátora kde sa jeden vývod pripojí na referenčný signál. [13]



Obrázok 8 Symbol a popis kontaktov operačného zosilňovača

Operačné zosilňovače sú zosilňovače napätia, ktoré sa vyznačujú vysokou hodnotou napätového zosilnenia a používaním spätnej väzby.

Operačné zosilňovače sú pomerne lacné, ľahko použiteľné elektronické stavebné bloky s mnohostranným použitím v rozličných aplikáciách. [14]

1.3.4 Komparátory

Komparátor porovnáva dva vstupné signály, a vydáva binárny signál, ktorý indikuje ktorý z nich je väčší. Ak je neinvertujúci (+) vstup väčší ako invertujúci (-) vstup, na výstupe je logická jednotka. Ak je invertujúci vstup väčší ako neinvertujúci, výstup klesne na logickú nulu.

Najčastejšou aplikáciou komparátorov je porovnanie medzi napätím a stabilnou referenciou. Majú všestranné využitie, ako napríklad prahové detektory, detektory prechodu cez nulu. [15]

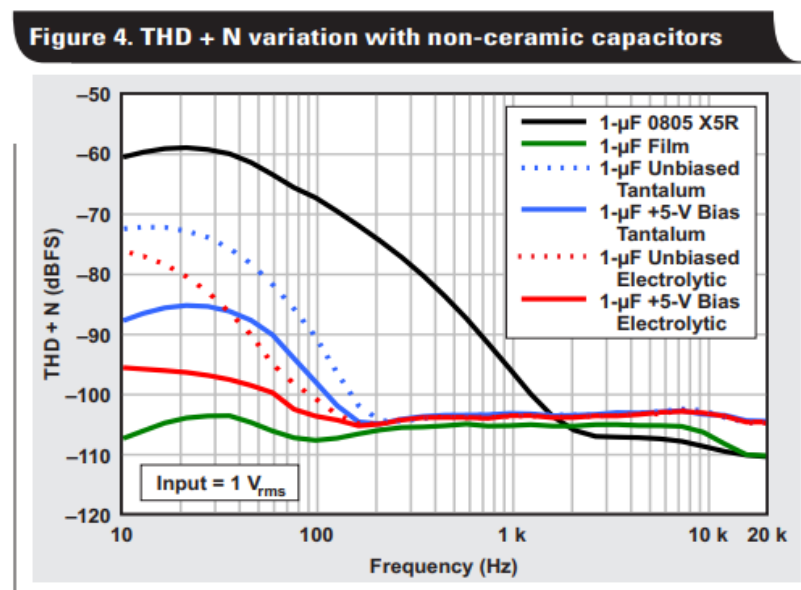
1.3.5 Kondenzátor

Kondenzátor uchováva a uvoľňuje elektrickú energiu. Pozostáva z dvoch vodivých dosiek oddelených izolačným materiálom, známym ako dielektrikum. Keď sa na doskách aplikuje rozdiel napätia, vytvorí sa elektrické pole, ktoré spôsobí, že kondenzátor ukladá elektrický náboj.

Mnoho kondenzátorov dostalo svoje mená podľa dielektrika, ktoré sa v nich používa. To však neplatí pre všetky kondenzátory, pretože niektoré staré elektrolytické kondenzátory sú pomenované podľa konštrukcie katódy.

Použitie kondenzátorov v reťazci audio signálov je často plný mystiky a malej kvantitatívnej analýzy odôvodniť výber kondenzátora. Pri cenách mnohých kondenzátorov, vyšších ako integrované obvody ktorým slúžia, je výzvou nájsť riešenie, ktoré vyvažuje náklady, veľkosť a výkon. [16]

Dôležitým parametrom je ich skreslenie, hlavne ak sa jedná o kondenzátory nachádzajúce sa v ceste audio signálu. Nasledujúci graf znázorňuje rôzne typy kondenzátorov a ich skreslenie.



Obrázok 9 Harmonické skreslenie rôznych typov kondenzátorov

1.3.6 Rezistor

Rezistory sú elektronické komponenty, ktoré riadia tok elektrického prúdu v obvode tým, že poskytujú špecifickú hodnotu odporu. Používajú sa napríklad na obmedzenie prúdu, delenie napätia, úpravu signálu alebo predpätie. Rezistory sa dodávajú v rôznych typoch, veľkostiach a výkonových hodnotách, čo umožňuje presné riadenie toku prúdu a úrovne napätia v elektronických obvodoch. Ich hodnota odporu, tolerancia a výkon sú kľúčové špecifikácie, ktoré je potrebné zvážiť pri výbere odporu pre konkrétnu aplikáciu.

Pre audio zariadenia je dôležitá aj ich stabilita. Preto sa uvádza aj ich tepelný koeficient, ktorý opisuje zmenu hodnoty odporu v závislosti od okolitej teploty. Preto sa oplatí zohnať odpor s menším koeficientom, ktoré nemenia svoje vlastnosti.

1.4 Výroba dosiek plošných spojov

Výroba dosky plošných spojov (DPS) vyžaduje prehľad postupu výroby, potrebné vybavenie a znalosti. Táto kapitola zhrňuje základné vedomosti potrebné pre vývoj zariadenia a tvorí tak nevyhnutný základ na pochopenie celkového procesu.

1.4.1 DPS

Doska plošných spojov je doska, ktorá má čiary a podložky, ktoré spájajú rôzne body dohromady. Čiary nazývané aj stopy alebo trasy, navzájom elektricky spájajú rôzne konektory a komponenty. Tieto trasy umožňujú smerovanie signálov a napájania medzi fyzickými komponentami zariadenia.

Dosky plošných spojov sa skladajú z viacerých vrstiev, základom je substrát na ktorom sa nachádzajú medené vrstvy. Tieto vrstvy sa dajú upraviť tak, aby vznikli trasy, ktoré prepájajú komponenty. Na povrchu sa ďalej nachádzajú vrstvy na zakrytie spojov, ktoré nepotrebujú byť obnažené a popisná vrstva obsahujúca nákresy a popis.

Substrát

Základným materiálom alebo substrátom je zvyčajne sklolaminát. Historicky najbežnejším označením tohto sklolaminátu je „FR4“. Toto pevné jadro dodáva PCB tuhosť a hrúbku. Existujú tiež flexibilné dosky plošných spojov postavené na flexibilnom vysokoteplotnom plaste. [17]

Medená vrstva

Ďalšou vrstvou je tenká medená fólia, ktorá sa teplom a lepidlom nalaminuje na dosku. Na bežných obojstranných doskách plošných spojov je med' nanosená na obe strany substrátu. V lacnejších elektronických prístrojoch môže mať DPS med' iba na jednej strane. Keď hovoríme o obojstrannej alebo 2-vrstvovej doske, máme na mysli počet vrstiev medi. Môže to byť len 1 vrstva alebo až 16 vrstiev a viac. [17]

Maska

Vrstva na vrchu medenej fólie sa nazýva vrstva spájkovacej masky. Táto vrstva dáva DPS typickú zelenú farbu, ale existujú aj iné farby. Slúži na prekrytie medenej vrstvy, aby izolovala medené stopy pred náhodným kontaktom s iným kovom, spájkou alebo vodivými hrotmi. Táto vrstva pomáha používateľovi spájkovať na správne miesta a zabraňuje spájkovaniu prepojok. [17]

Sieťotlač

Biela sieťotlačová vrstva sa nanáša na vrchnú vrstvu spájkovacej masky. Sieťotlač pridáva na DPS písmená, čísla a symboly, ktoré umožňujú ľahšiu montáž a indikátory pre ľudí, aby lepšie porozumeli doske. Často používame sieťotlačové štítky na označenie funkcie každého kolíka alebo LED. [17]

Vývojár DPS navrhuje trasy, ktoré sa nachádzajú na medenej vrstve. Tieto trasy vychádzajú zo schémy zapojenia. Pri navrhovaní prepojovacích trás sa treba držať viacerých všeobecne uznávaných praktík na zaručenie správneho dizajnu.

Smerovanie trás

Veľká pozornosť pripadá smerovaniu trás, aby bola zachovaná integrita signálu a minimalizovalo sa rušenie. Je dôležité použiť správnu šírku stôp a vzdialenosť, aby sa predišlo skresleniu signálu a elektromagnetickému rušeniu. Pozornosť tiež treba venovať oddeleniu analógových a digitálnych signálov.

Uzemňovacia rovina

Slúži ako spätná cesta pre prúd z rôznych komponentov. Základná rovina sa často vyrába čo najväčšia, pokrývajúca väčšinu plochy DPS, ktorá nie je obsadená obvodovými trasami. Vo viacvrstvových DPS je to často samostatná vrstva pokrývajúca celú dosku. Slúži na uľahčenie rozloženia obvodu, čo umožňuje konštruktérom uzemniť akýkoľvek komponent bez potreby vytvárania ďalších trás.

Umiestnenie komponentov

Optimalizovať treba aj umiestnenie komponentov aby sa minimalizovalo rušenie signálu, skrátiť dĺžku stôp a zlepšiť odvod tepla. Komponenty sa štandardne zoskupia podľa logickej súvislosti v obvode a na ušetrenie miesta aj čo najbližšie k sebe. Dôležité sú signálové trasy, ktoré je vhodné udržiavať čo najkratšie.

1.4.2 Uzemnenie

Dôležitou témou pri návrhu zariadenia je navrhnuť správne uzemnenie. Uzemnenie je kriticným konceptom pre akýkoľvek elektronický obvod a akýkoľvek systém, ktorý sa zaoberá elektrickým prúdom. Všetko od elektrickej siete cez domov až po dosku s plošnými spojmi má uzemnenie. DPS sú rozhodujúce pre fungovanie takmer všetkej elektroniky a každá DPS potrebuje správne uzemnenie, aby správne fungovala. Nesprávne použitie uzemňovacích techník môže výrazne znížiť výkon systému. Je potrebné zvládnuť rôzne aspekty uzemnenia vrátane kontroly rušivého uzemnenia a spätného napätia signálu, čo môže zhoršiť celkový výkon. Externá signálová väzba, bežné prúdy a iné problémy môžu spôsobiť tieto spätné napätia. Správne smerovanie a dimenzovanie vodičov, využívanie diferenciálneho spracovania signálov a používanie techník izolácie zeme pomáhajú kontrolovať tieto nežiaduce efekty. [18]

Zemná slučka je stav v elektrickom systéme, ktorý obsahuje viacero vodivých ciest pre tok elektrického prúdu medzi dvoma uzlami. Nastáva keď sú viaceré cesty a komponenty spojené zo zemou obvodu. Uzemňovacie slučky môžu mať za následok šum signálu, komunikačné chyby alebo škodlivý tok zemného prúdu na dlhých kábloch. Ak je to možné, treba sa vyhnúť zemným slučkám. Keď sa v systéme vyskytnú problémy, zdrojom problémov môžu byť zemné slučky. [19]

Hviezdicové uzemnenie sa bežne používa na pripojenie viacerých modulov, prístrojov alebo iných zariadení k jedinému uzemňovaciemu bodu, takže všetky body majú rovnaký potenciál. Zástrčky používané v bytovej elektroinštalácii sú v podstate usporiadané do hviezdicovej konfigurácie so zemou ako bezpečnostným a konečným referenčným bodom. Rovnaká myšlienka sa často aplikuje na viacero modulov alebo prístrojov, ktoré sú pripojené k rovnakému napájaciemu obvodu, podobne ako pri bytovej elektroinštalácii.

Stratégia uzemnenia hviezdnicového bodu v doske plošných spojov je určená na poskytnutie jediného bodu, kde sa všetky spätné uzemňovacie cesty spájajú. Tento jediný bod je vo všeobecnosti záporná svorka napájacieho zdroja. Tento typ uzemnenia je často používaný pre obvody audio zariadení. [20]

1.4.3 Potrebné vybavenie

Pre zostrojenie zariadenia je potrebné základné vybavenie. Nasledujúce odseky v skratke popíšu prvky vývoja, ktoré budeme potrebovať na vývoj zariadenia.

Nespájkovacie kontaktné pole

Obrázok znázorňuje pohľad na typické nespájkové kontaktné pole. Otvory sú navrhnuté tak, aby prijali štandardné kolíky integrovaného obvodu na 0,1" stredoch. Vnútorňý pohľad ukazuje detaily spojov medzi kolíkmi. Stredná časť dosky je rozdelená na dva rady, ktoré sú rozdelené do niekoľkých vertikálnych stĺpcov. Dva vodorovne spojené rady v hornej a spodnej časti dosky tvoria pohodlné zbernice pre napájacie napätie a uzemnenie.

Samozrejmosťou súčasťou výbavy pre takéto kontaktné polia sú prepájacie káble.

Multimeter

Na overenie hodnôt komponentov alebo meranie základných elektronických vlastností je vhodné použiť multimeter. Spája niekoľko meracích funkcií do jedného zariadenia, čím sa stáva základným nástrojom pre elektroniku, elektrotechniku a riešenie problémov.

Multimeter sa zvyčajne skladá z digitálneho alebo analógového displeja, otočných gombíkov alebo tlačidiel na výber požadovaného režimu merania a testovacích káblov so sondami na vytváranie elektrických spojení. V našom prípade použijeme model od UNI-T UT89X

Laboratorný zdroj

Laboratorný napájací zdroj, tiež známy ako stolný napájací zdroj, je elektronické zariadenie používané na poskytovanie stabilného a nastaviteľného zdroja elektrickej energie v laboratóriu alebo dielni. Je navrhnutý tak, aby poskytoval presné a kontrolované výstupné napätie a prúd na napájanie a testovanie elektronických obvodov, komponentov a zariadení.

Osciloskop

Osciloskop je elektronický testovací prístroj používaný na vizualizáciu a analýzu elektrických vln. Zvyčajne pozostáva z obrazovky, ovládacích prvkov a vstupných konektorov. Osciloskop zachytáva a zobrazuje napätové signály v priebehu času, čo umožňuje používateľom sledovať tvar, amplitúdu, frekvenciu a časovanie elektrických signálov. Dokáže merať a zobrazovať rôzne parametre, ako je napätie, frekvencia, perióda, čas nábehu a ďalšie. Osciloskopy sú široko používané v elektronike, telekomunikáciách a vedeckom výskume na riešenie problémov, overovanie návrhu a analýzu. Existujú mnohé prevedenia a ponúkajú rôzne funkcie, šírky pásma a vzorkovacie frekvencie, aby vyhovovali širokému spektru aplikácií.

2 EXISTUJÚCE RIEŠENIA

Pred samotným návrhom riešenia práce si potrebujeme vykonať prehľad existujúcich riešení súvisiacich zo zadaním práce. Prieskum existujúcich riešení je užitočný na získanie všeobecného prehľadu, ale aj ako inšpirácia pre samotný návrh. V nasledujúcich kapitolách sa budeme venovať možnostiam ako vyrobiť prepínač vstupov a ďalšie potrebné časti obvodu, z ktorých vyberieme základ pre následný návrh v praktickej časti práce.

2.1 Existujúce riešenia pre hlavné časti obvodu

Pred pristúpením k realizácii vlastného návrhu potrebujeme získať prehľad o príkladoch z praxe pre lepšie pochopenie problematiky. Po preštudovaní viacerých implementácií prepínačov vstupu môžeme zosumarizovať hlavné časti obvodu, ktorými sú prepínač vstupného signálu riešený cez fyzický prepínač, relé, alebo pomocou polovodičového prepínača. Druhou časťou je výber konkrétneho vstupu. Táto časť určuje, ktorý vstup má prepínač prepojiť. Pre potreby tejto práce je ešte potrebné vyriešiť ďalšie časti prepínacieho obvodu na detekciu aktívneho vstupu, a blokovací obvod, aby mohol byť aktívny iba jeden vstup.

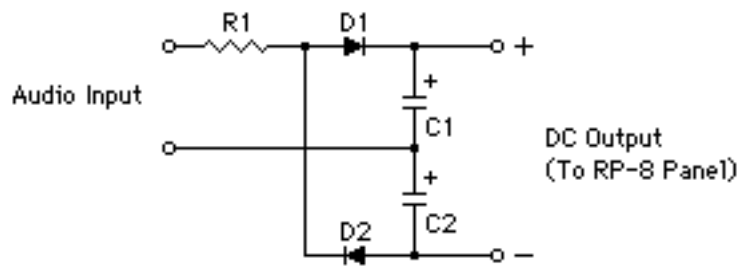
2.1.1 Detekcia prítomnosti signálu

Pre automatické prepínanie vstupov je potrebné zistiť, ktorý vstup je aktívny. Je dostupných viacero spôsobov ako tento stav zachytiť. Nasledujúce podkapitoly opíšu niektoré riešenia.

2.1.1.1 Jednoduchý obvod cez diódy

Jednoduchou možnosťou je použiť obvod s diódami, ktorý spôsobí výstup priameho napätia na výstupe.

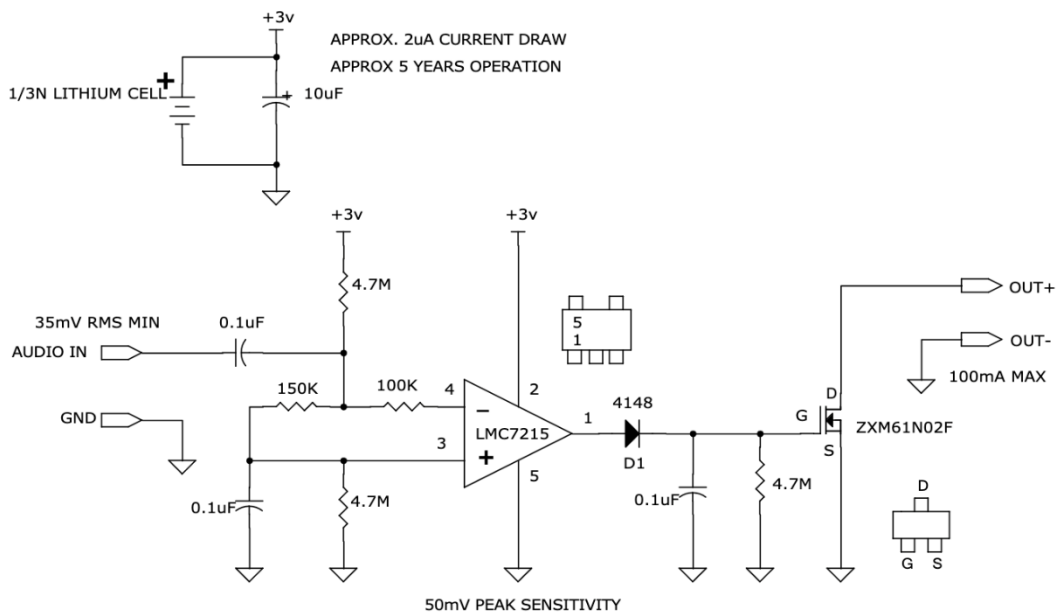
Schéma veľmi jednoduchého zvukového detektora je uvedená na nasledovnom obrázku. Akákoľvek úroveň zvuku -6 dBv alebo vyššia bude udržiavať na výstupe aspoň 0,5 V DC. Toto pokrýva väčšinu zvukových zdrojov „linkovej úrovne“. [21]



Obrázok 10 Detekčný obvod pomocou diód

2.1.1.2 Obvod realizovaný pomocou komparátora

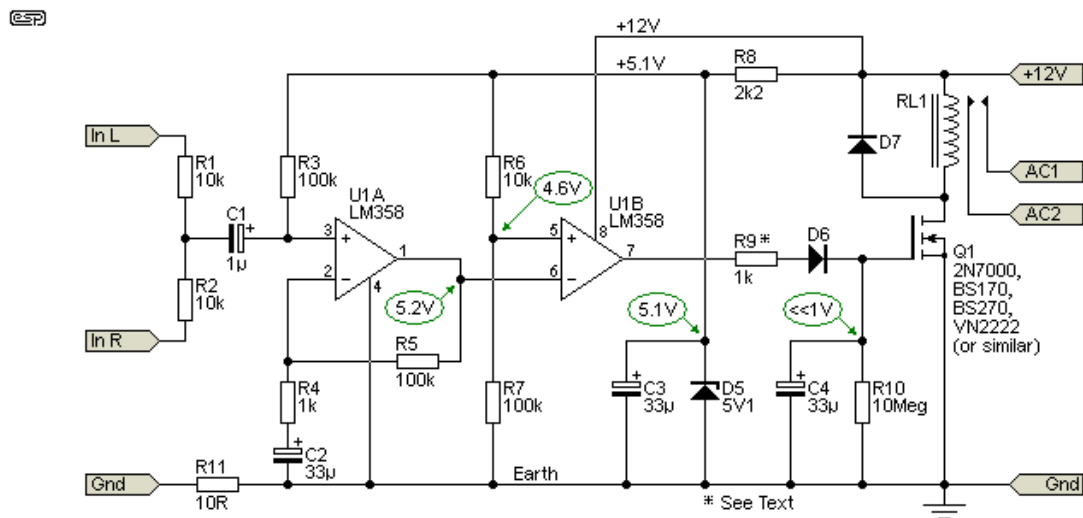
Pre niektoré audio systémy je žiadúce, aby obvod automatického spínania zapínal iné zariadenia, ako je napríklad zosilňovač, ak je na jednej linke detegovaný zvukový signál. Hobby obvod uvedený nižšie aktivuje tranzistorový spínač, keď deteguje aspoň 50 mV vrchol k vrcholu zvukového signálu. Prepínač by sa dal použiť na zapnutie relé, smerovanie signálu tam, kde je to potrebné. [22]



Obrázok 11 Detekčný obvod pomocou komparátora

2.1.1.3 Obvod realizovaný pomocou operačných zosilňovačov

Detektor spínača znázornený na obrázku nižšie používa duálny operačný zosilňovač LM358. Na spínanie sa používa MOSFET, zvolený z dôvodu takmer nekonečného vstupného odporu. Zobrazený 2N7000 sa odporúča, pretože má prahové napätie menšie ako 3 V a je pomerne lacný, ale prakticky každý MOSFET bude fungovať rovnako. Alternatívy sú BS170, BS270, VN2222, atď. Môže sa použiť aj MTP3055, ako je pôvodne zobrazené v tomto obvode. Všimnime si, že ak je prahové napätie brány MOSFET príliš nízke, môže zostať trvalo zapnuté. Operačný zosilňovač by mal byť LM358, aj keď je možné vybrať iný model. Odporúča sa LM358, pretože jeho výstupné napätie je nulové. [23]



Obrázok 12 Detekčný obvod pomocou operačných zosilňovačov

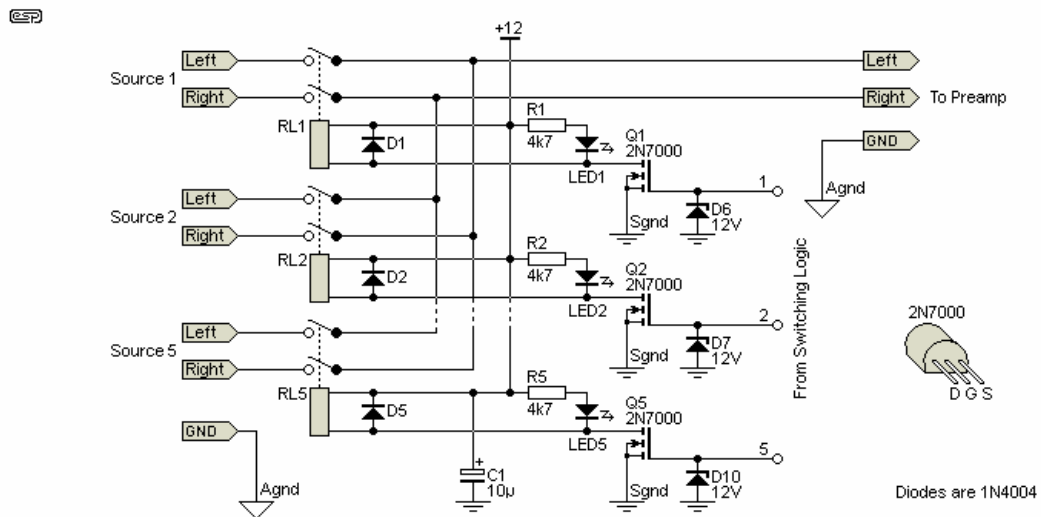
2.1.2 Prepínanie vstupov

Veľa predzosilňovačov používa jednoduchý otočný prepínač na výber požadovaného vstupu. Je to pohodlné a pomerne lacné, ale potrebujeme viacpolohový dvojpólový prepínač a zapojenie všetkých vašich vstupov k nemu môže byť zdĺhavé. Situácia je zložitejšia ak je spínač v prednej časti skrinky, pretože všetky káble musia byť tienené, aby sa zabránilo šumu. Preto sa využívajú elektronické spínacie prvky ako relé alebo polovodiče. [24]

2.1.2.1 Riešenia s Relé

Použitím relé na vykonanie prepínania potrebujeme iba jednopólový spínač, ktorý je ľahko dostupný. Pri použití relé môžeme použiť elektronické spínanie, ktoré poskytuje možnosť použiť diaľkové ovládanie, dotykové spínače alebo akékoľvek iné usporiadanie, ktoré sa dá prispôbiť spínaniu relé. Existuje veľa tranzistorov, ktoré možno použiť na spínanie relé, ale nízko výkonové MOSFET majú niekoľko výhod. Medzi ich hlavné výhody patrí fakt, že neodvádzajú žiadny prúd.

Nasledujúci obrázok znázorňuje jednoduchý obvod, kde sú relé ovládané pomocou tranzistorov ktoré prepájajú dvanásť voltový zdroj potrebný na zopnutie relé. [24]



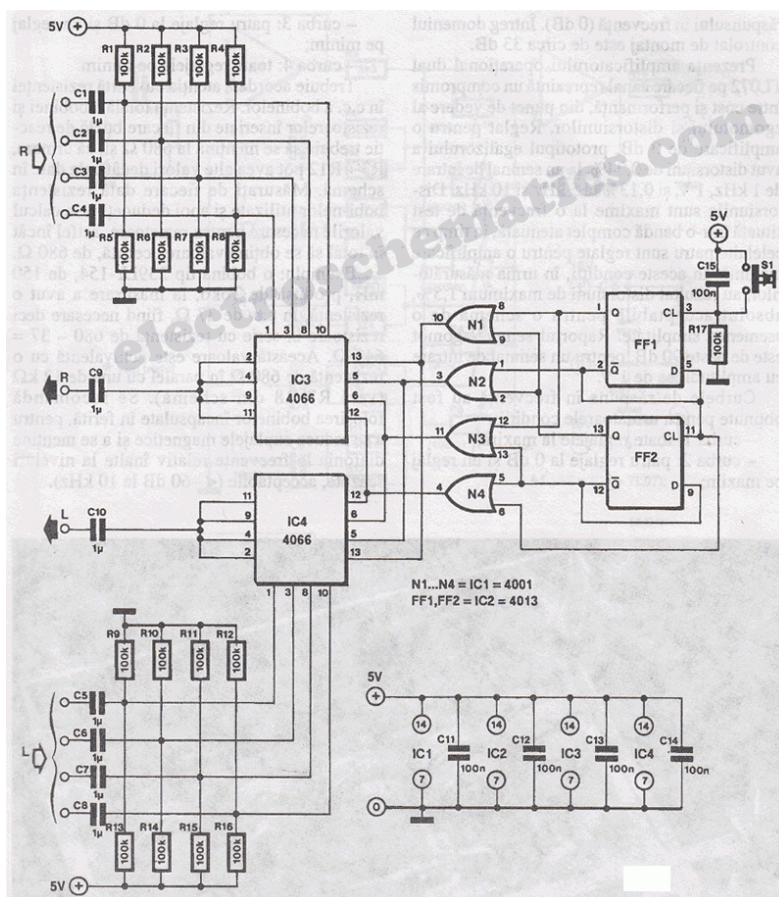
Obrázok 13 Obvod na prepínanie s relé

2.1.2.2 Riešenia cez Audio switch

Existuje množstvo integrovaných obvodov, ktoré dokážu prepínať analógový zvukový signál. Populárne sú napríklad 4016, 4053 a 4066, ktoré sú súčasťou rodiny digitálnych logík, ale v skutočnosti sú analógové.

Polovodičové prepínače sú zložitejšie komponenty ako relé a majú viac potenciálnych problémov, no ich hlavná výhoda je nízka spotreba, nakoľko stačí nízke napätie na ich ovládanie oproti relé, ktoré musia držať zopnutú cievku. [25]

Nasledujúci obrázok obsahuje obvod stereo audio prepínača, ktorý umožňuje výber jedného zo štyroch stereo kanálov. Vnútorne prepínanie je možné pomocou komponentov CMOS. [26]



Obrázok 14 Obvod na prepínanie cez audio switch

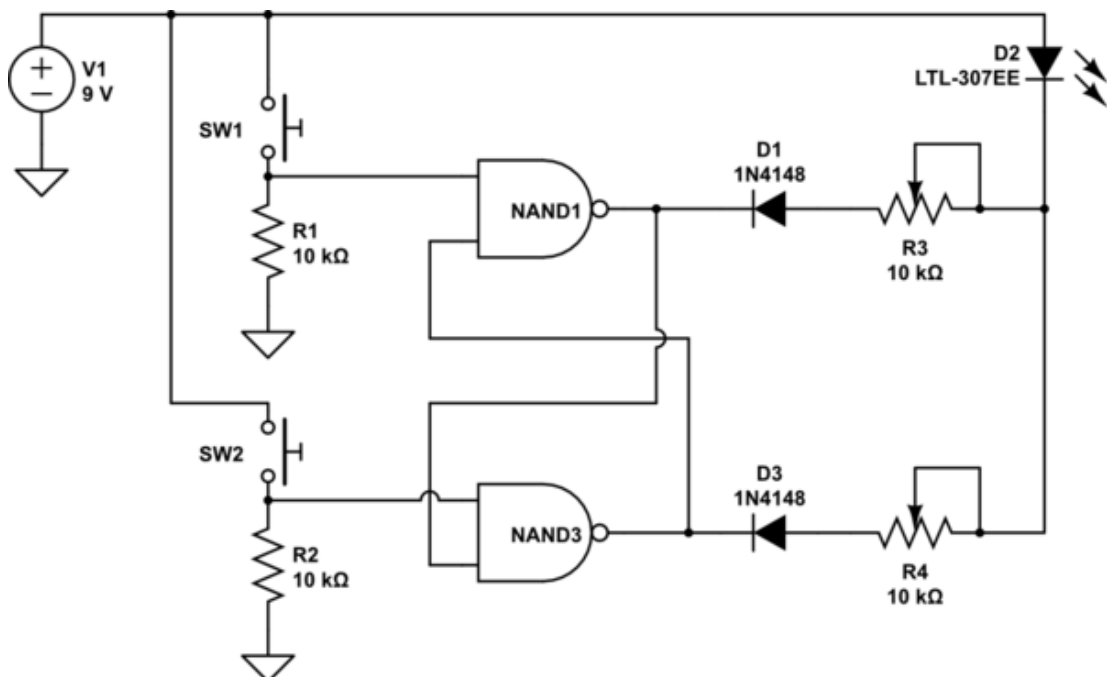
2.1.3 Riadiaci obvod

Riadiaci obvod slúži na ovládanie prepínania vstupov. Možností na výber je viacero, no použitie štandardnej logiky CMOS je praktické aj z hľadiska životnosti. Použitie mikrokontroléra je v dnešnej dobe v komerčných produktoch do značnej miery štandardom. Problém však môže nastať v prípade poruchy, kedy je zložitú po rokoch získať náhradný diel. Mikrokontrolér nám tiež dáva možnosť používať digitálne „potenciometre“ – ovládanie hlasitosti na báze integrovaného obvodu. Tu je praktické použiť displej na zobrazenie nastavenia úrovne hlasitosti alebo iných nastavení, ktoré by sa inak zobrazovali pomocou gombíka s ukazovateľom.

Samostatné tlačidlá pre každý vstup sú jednoduché, ale na prednom paneli môžeme skončiť s niekoľkými tlačidlami. Použitie jediného tlačidla, ktoré postupne prechádza cez vstupy, je jednoduché, avšak nie veľmi ergonomické v prípade mnohých vstupov.

V našom prípade bude použitý obvod na detekciu vstupov. Ten však potrebuje ďalší obvod na blokovanie ostatných vstupov, aby bol aktívny vždy maximálne jeden vstup.

Na tento účel sa dá použiť jednoduchý obvod používajúci logické hradlá. Príklad takéhoto obvodu je na obrázku nižšie.



Obrázok 15 Blokovanie pomocou NAND

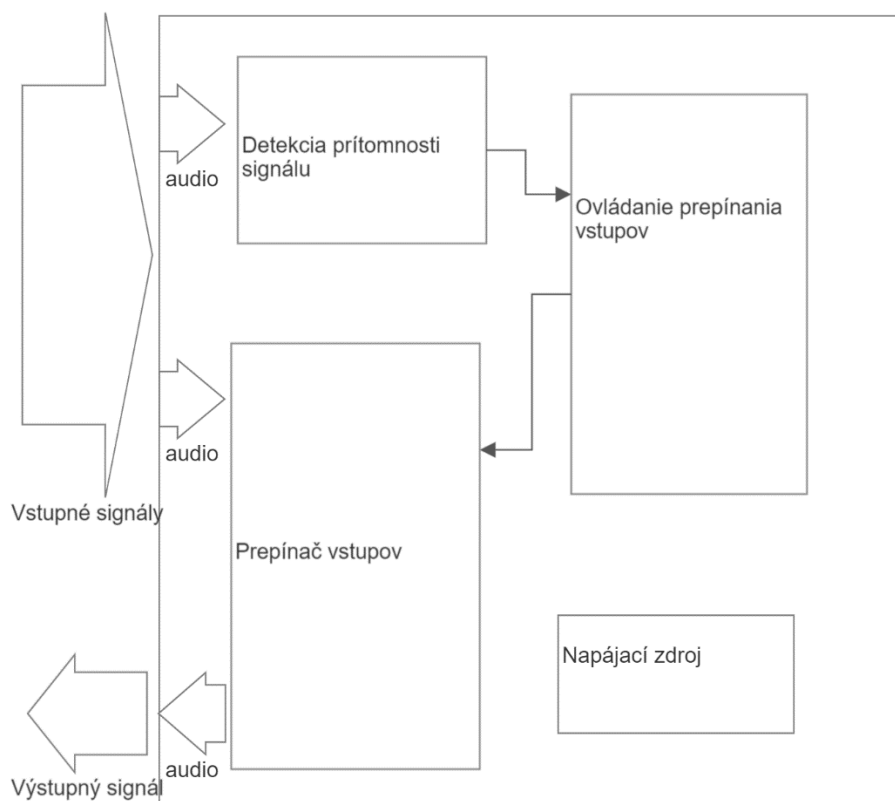
2.2 Závěr prieskumu existujúcich riešení

Prieskum existujúcich riešení poskytol základ informácii potrebných pre návrh riešenia. Popísali sme základné rozdiely medzi hlavnými prístupmi k realizácii prepínacieho zariadenia. Podľa zamerania sa na niektoré parametre ako napríklad spotreba elektrickej energie, sme schopní rozhodnúť sa ktoré riešenie je vhodnejšie.

II. PRAKTICKÁ ČASŤ

3 VÝVOJ ZARIADENIA

Na základe vedomostí získaných v teoretickej časti práce sme schopní navrhnuť vlastné zariadenie. Zistili sme, ako sa dá prepínať medzi vstupmi jednotlivých zdrojov audio signálu, a možnosti ako zistiť prítomnosť signálu aktívneho zdroja. Vďaka identifikácii kľúčových častí obvodu bolo možné navrhnuť jednoduchú blokovú schému znázorňujúcu všetky kľúčové časti obvodu.



Obrázok 16 Bloková schéma zariadenia

Jednou z vlastností zariadenia, dohodnutých s vedúcim práce je možnosť napájania z batérie, vďaka čomu by zariadenie nemuselo byť pripojené na externý zdroj elektrickej energie. To však znamená, že potrebujeme použiť komponenty fungujúce na malom napätí a s malou spotrebou.

Pre riešenie obvodu s nízkym odberom elektrickej energie sme v prehľade existujúcich riešení analyzovali aj obvod na detekciu audio signálu obsahujúci polovodičové prvky,

ktoré ako bolo aj v analýze spomenuté, majú nižší odber energie ako mechanické spínače. Preto budeme pre realizáciu tohto zariadenia používať polovodičové spínacie prvky.

3.1 Návrh jednotlivých častí zariadenia

V predchádzajúcej kapitole sme spomenuli, že budeme v návrhu používať polovodičové spínacie prvky. Táto kapitola bude nadväzovať na tento fakt, a pomocou vedomostí z teoretickej časti budú v nasledujúcich podkapitolách navrhnuté možné riešenia jednotlivých obvodov.

3.1.1 Prepínanie vstupov

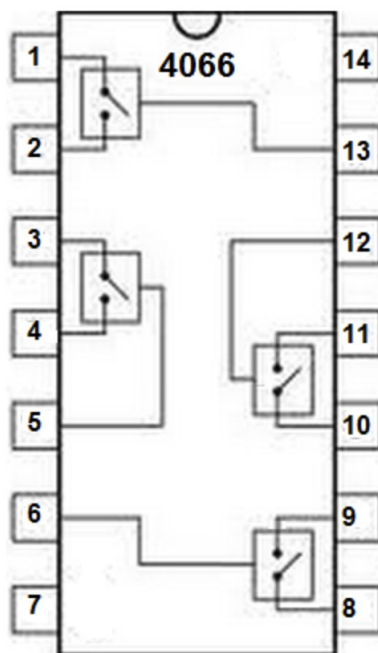
Na prepínanie vstupov bol zvolený integrovaný obvod 4066, pretože funguje ako analógový prepínač. Je od dodávateľov ľahko dostupný, a tiež vďaka jeho mnohostrannému využitiu je k dispozícii veľa informácií o jeho použití. Napriek tomu že sa jedná o starší komponent, stále sa vyrába a používa aj pre audio zariadenia. Existujú aj modernejšie prepínače s lepšími parametrami, ale hlavnou nevýhodou je ich ťažšia dostupnosť a tiež i vyššia cena. Parametre zvoleného prepínača spĺňajú požiadavky na kvalitný prenos audio signálu, a tak je vhodným komponentom pre vyhotovenie zadania diplomovej práce.

Prepínač 4066 je integrovaný obvod od firmy Texas Instruments a je zložený zo spínačov, ktoré sú určené na prepínanie analógových signálov prostredníctvom digitálneho ovládania. To znamená, že na vstup prepínača privádzame analógový signál a na výstup sa dostane iba vtedy, ak sa do riadiaceho (alebo aktivačného) terminálu privedie digitálny signál HIGH. Takže digitálnym signálom HIGH privádzaným do riadiacej svorky môžeme preniesť analógový signál zo vstupnej svorky na výstupnú svorku spínača.

Je označený ako takzvaný obojstranný spínač, čo znamená že signál môže prúdiť oboma smermi.

Tento integrovaný obvod obsahuje štyri spínače. Pre naše zadanie autor práce zvolil prepínanie medzi 4 vstupmi, čo pri stereo zdroji signálu znamená, že potrebujeme osem prepínačov, štyri pre každú stranu stereo zvuku.

Nasledující obrázok popisuje vnútornú schému zapojenia prepínačov a ich ovládacích vstupov.



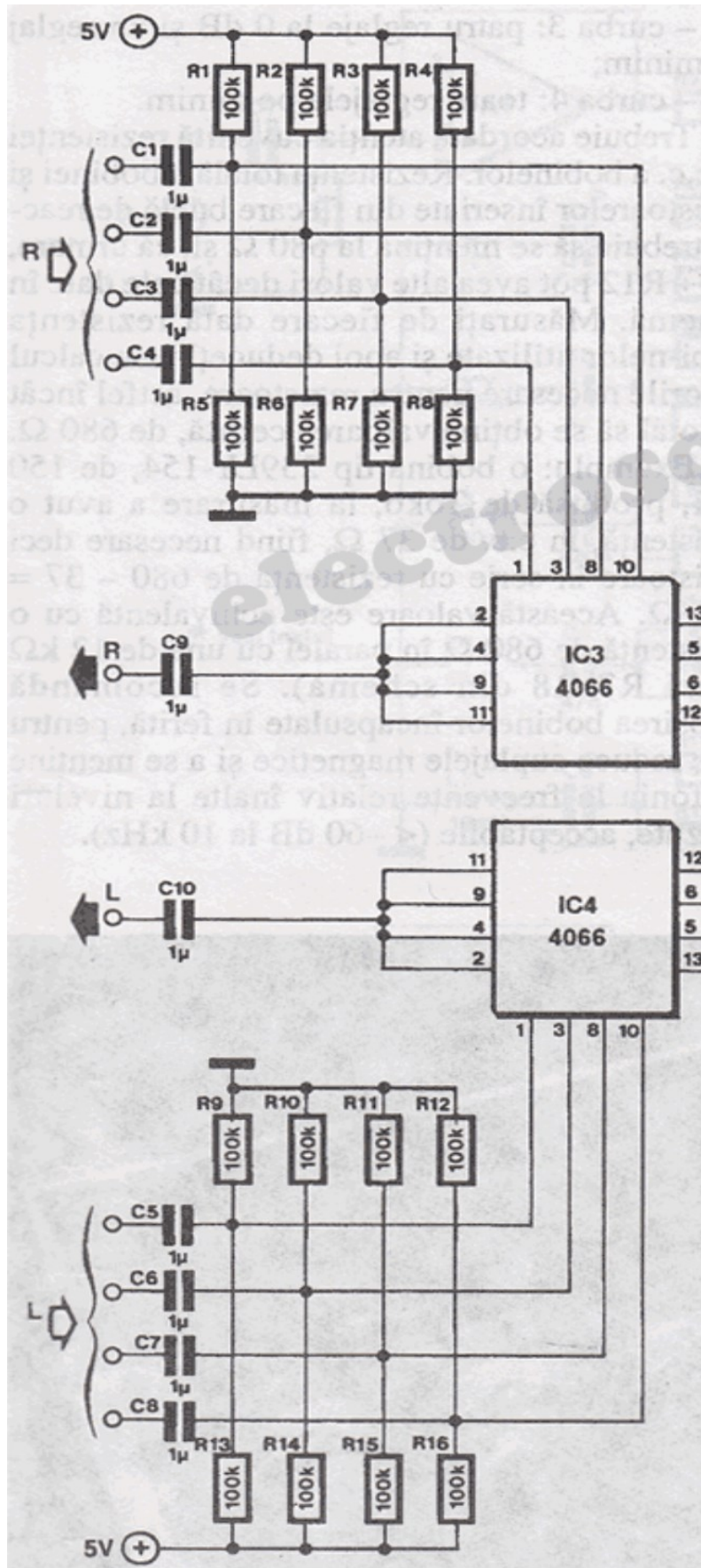
Obrázok 17 Vnútorná schéma
Obvodu 4066

Pre naše potreby použijeme obvod obsahujúci dva takéto prepínače, kde jeden bude prepínať pravý kanál a druhý bude prepínať ľavý kanál.

Dôležitým parametrom pre kvalitu preneseného signálu je harmonické skreslenie zariadenia. V dokumentácii sa uvádza THD 0.05 percent pri frekvencii 1kHz. Ide o dostatočne nízku hodnotu, ktorú človek nezachytí pri počúvaní.

Okrem kvality sme sa rozhodli zamerať aj na spotrebu energie, aby bolo možné zariadenie používať pomocou batérie. Pre tento účel sme sa z mnohých dostupných verzii rozhodli použiť model SN74HC4066D, ktorý má spotrebu iba 2 uA a funguje na rozsahu od dvoch do šiestich voltov. [27]

V analýze riešení sme ako príklad ukázali obvod obsahujúci tento integrovaný prepínač. Časť uvedeného riešenia zobrazená na obrázku posluži ako základ na vyhotovenie navrhovaného zariadenia.



Obrázok 18 Stereo obvod na prepínanie pomocou 4066

3.1.2 Detekcia aktívneho vstupu

Na detekciu prítomnosti signálu bol použitý obvod, ktorý sme analyzovali v teoretickej časti práce pre jeho nízku spotrebu. Základom detekcie signálu je komparátor lmc7215 označený výrobcom ako ULP(Ultra Low Power) čo v preklade znamená že používa veľmi málo elektrickej energie. Je určený pre zariadenia s nízkou spotrebou a výrobca zaručuje správne fungovanie v rozpätí od 2.75V do 5V a vďaka spotrebe len 1uA je ideálny pre obvody napájané z batérie [28]

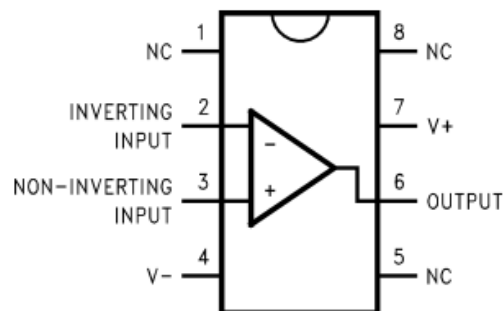
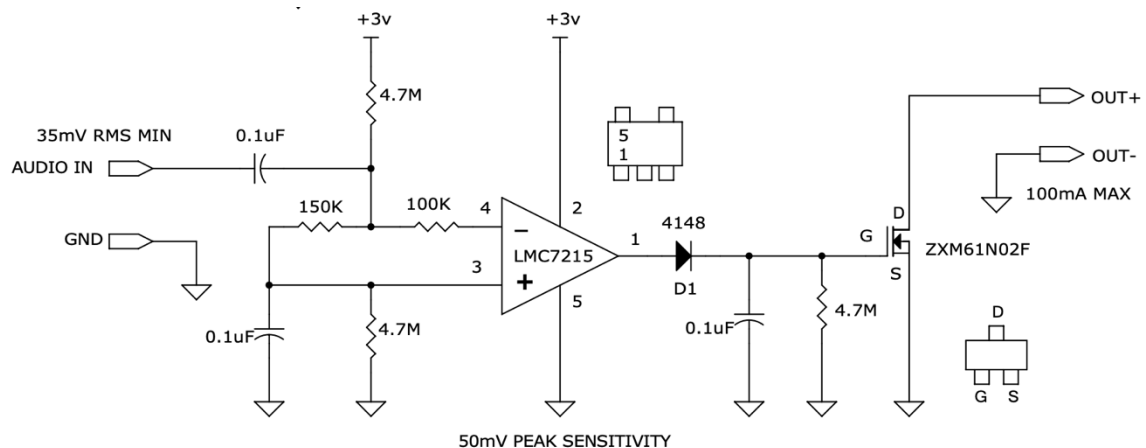


Figure 1. 8-Pin SOIC (Top View)

Obrázok 19 Vnútorná schéma komparátora

Navrhovaný obvod je založený na obvode na obrázku, ale obsahuje niekoľko úprav, ktoré sú potrebné pre naše riešenie. Jednou z úprav je doba počas ktorej bude výstupný tranzistor aktivovaný. Pretože pri hudbe často nastáva situácia, kedy je hudba veľmi potichu alebo sú v piesni prestávky, pri pôvodnom obvode by pri tejto situácii detekčný obvod vypol a následne znova zapol, čo by poslucháčovi pokazilo zážitok z počúvania.



Obrázok 20 Obvod na detekciu vstupu

Spomínané podržanie výstupu sa dá dosiahnuť pomocou zmeny pomeru kondenzátora a rezistora medzi diódou na výstupe komparátora a tranzistorom. V našom prípade bude použitý kondenzátor s vyššou hodnotou.

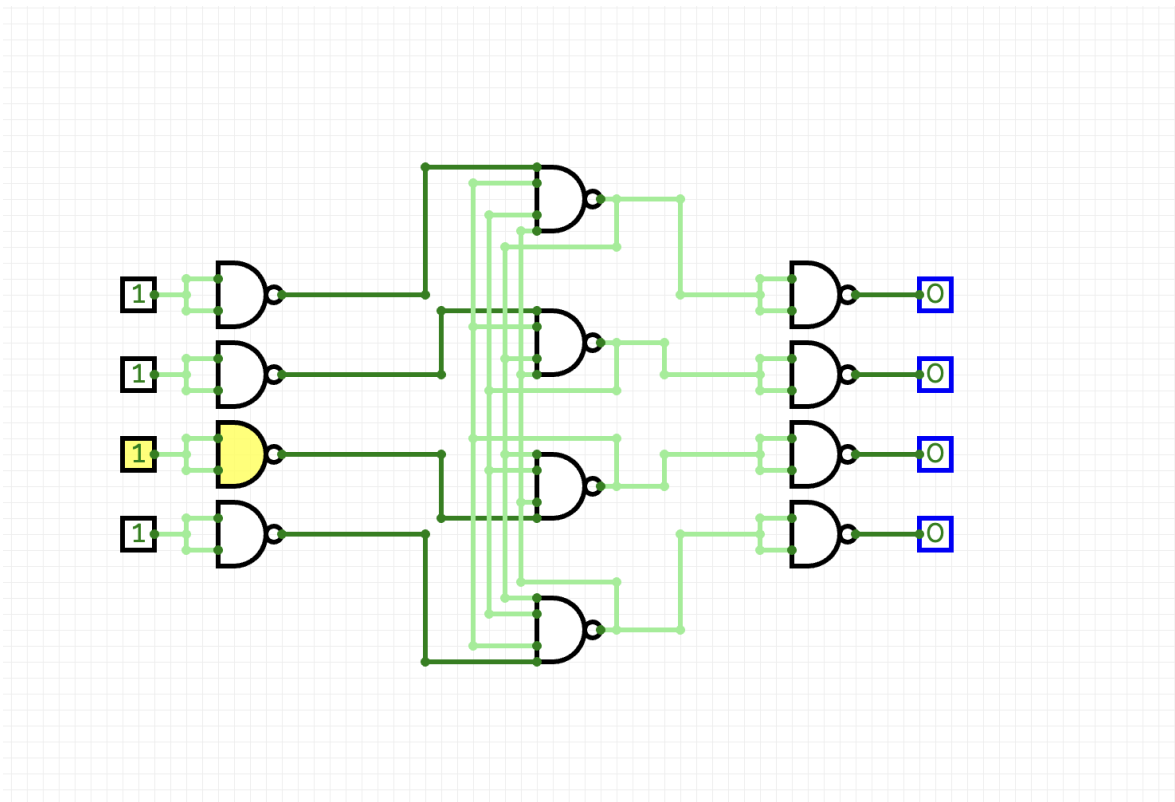
Okrem kondenzátora zmeníme aj použitý tranzistor a navrhované riešenie bude používať tranzistor BS170, ktorý je veľmi rozšírený a je vhodnou alternatívou.

Pretože používame štyri audio vstupy signálu, potrebujeme aj štyri detekčné obvody. Každý detekčný obvod signalizuje aktivitu na príslušnom vstupe

3.1.3 Riadenie prepínania vstupov

Výstup z detekčných obvodov by bol schopný riadiť vstupný signál polovodičového prepínača vstupov. Ale ako je aj v zadaní uvedené, je potrebné vyriešiť situáciu, ktorá nastane v prípade viacerých aktívnych vstupov, pretože potrebujeme mať v jednej chvíli iba jeden aktívny vstup prepojený na výstup zariadenia.

Na základe obvodu z prieskumu existujúcich riešení bol pomocou logických hradiel vytvorený jednoduchý obvod, ktorý zabezpečí, aby bol na výstupe maximálne jeden aktívny signál.



Obrázok 21 Blokovací obvod

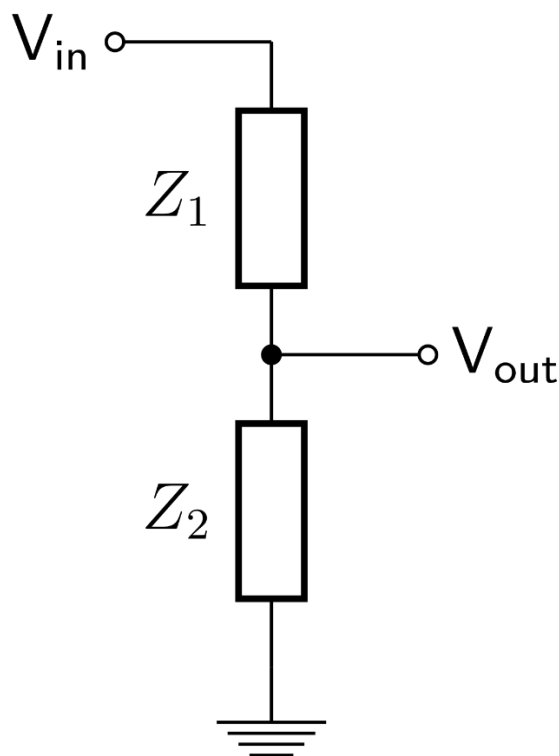
3.1.4 Ošetrenie vstupného signálu

Vstupný signál je potrebné ošetriť, aby sme zabezpečili kvalitný prenos signálu. V signálovej ceste sa štandardne blokujú nežiaduce signály a napätia kondenzátormi. Tieto boli vhodne pomenované blokovacie kondenzátory, navrhnuté tak, aby chránili obvod pred jednosmerným prúdom.

V analýze sme porovnávali vplyv kondenzátorov na kvalitu audia. Zistili sme, že najlepšie vlastnosti čo sa týka skreslenia majú fóliové kondenzátory, preto na vstupe použijeme kvalitné fóliové kondenzátory, ktoré boli výrobcom označené ako audio komponent.

Každý vstup spínača bude obsahovať okrem blokovacieho kondenzátora aj delič napätia, ktorý umožňuje spínaču pracovať v lineárnej zóne charakteristík, čo zaisťuje nízke skreslenie zvukového signálu.

Obrázok znázorňuje jednoduchý delič napätia. Pre naše potreby použijeme 100k rezistory, ktoré vytvárajú posun jednosmerného prúdu o polovicu hodnoty napájacieho zdroja. Takýmto posunom odstránime záporné napätie zo zvukových signálov, ktoré by mohli poškodiť CMOS komponenty.

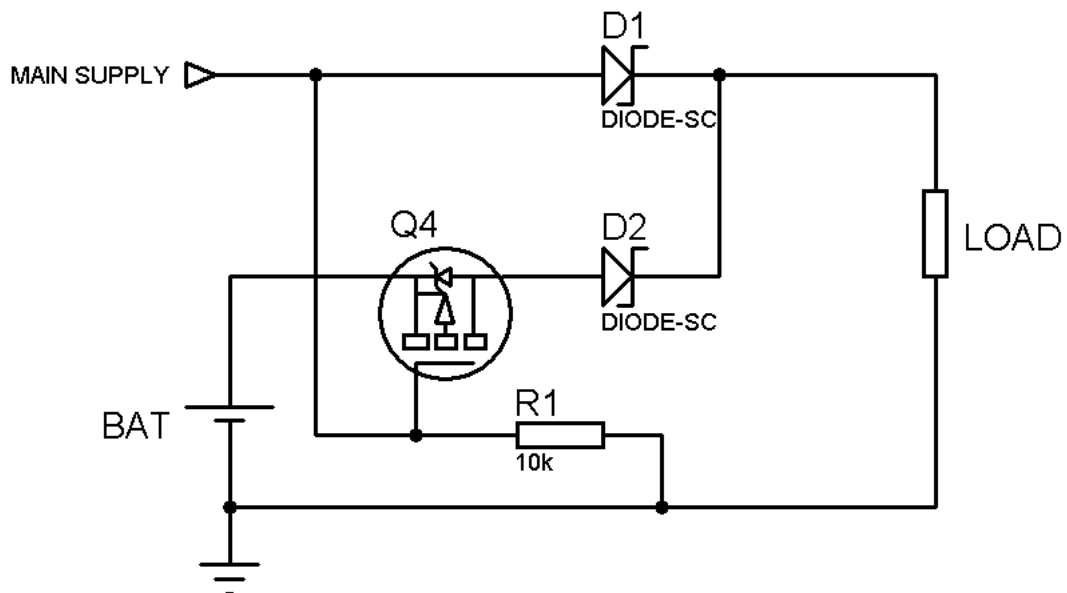


Obrázok 22 Delička napätia

3.1.5 Napájanie

Hlavným spôsobom napájania je batéria, lebo poskytuje kvalitný zdroj energie, ktorý nie je ovplyvnený rušením nachádzajúcim sa v elektrickej sieti. Aby však bolo možné napájať zariadenie aj z externého zdroja, navrhované riešenie bude zahrňovať aj usb port, na ktorý je možné priviesť externé napájanie 5V.

Obvod na obrázku umožňuje jednoducho prepínať medzi batériou alebo zdrojom z USB. Pri USB je však potrebné použiť kvalitný zdroj 5V napájania nakoľko USB napájanie z počítača často obsahuje veľa neželaného šumu.



Obrázok 23 Obvod na prepínanie zdrojov

3.2 Prototyp

Vývoj hardvéru je proces, ktorý vyžaduje okrem návrhu aj testovanie a overenie návrhu. Na testovanie je praktické použiť prototyp.

Prototyp obvodu je fyzická reprezentácia elektronického obvodu, ktorý je vytvorený na testovanie a overovanie jeho funkčnosti a dizajnu. Umožňuje inžinierom, dizajnérom a nadšencom elektroniky experimentovať a hodnotiť správanie obvodu pred jeho implementáciou do konečného produktu.

Môže mať rôzne formy v závislosti od zložitosti a účelu obvodu. Môže siahť od jednoduchého prototypu na nespájkovacom kontaktnom poli, kde sú komponenty prepojené pomocou prepojovacích vodičov, až po pokročilejší prototyp na zákazkovo navrhutej doske s plošnými spojmi (DPS), ktorá sa veľmi podobá konečnému rozloženiu obvodu.

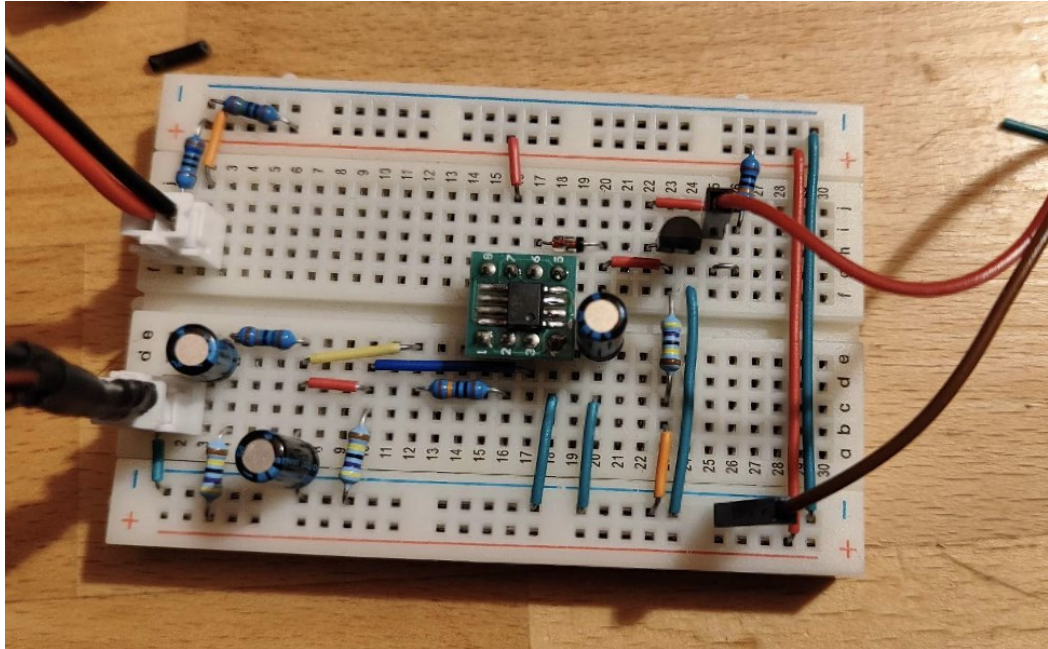
Medzi primárne účely prototypovania patrí testovanie. Pri testovaní prototyp pomáha overiť, či obvod funguje tak ako má, a plní požadované funkcie. Umožňuje skontrolovať, či elektronické komponenty správne spolupracujú. Takto sa dizajn dá overiť, či splňuje zadané parametre a pomáha odhaliť nečakané chyby.

Prototypy obvodov podporujú proces iteračného vývoja, kde sa vytvárajú, testujú a vylepšujú následné verzie prototypu, aby sa dosiahol požadovaný výkon a funkčnosť obvodu. Prototypy sú často vyrábané tak, aby obsahovali prídavné vývody od kritických častí obvodu pre jednoduchosť testovania, používajú moduly, a sú prepojené odpojiteľnými káblami aby zabezpečili jednoduchú zmenu.

Proces prototypovania je teda nevyhnutný aj na realizáciu našej práce a následné podkapi-
toly opíšu ako tento proces prebiehal.

3.2.1 Detekčný obvod

Ako prvé potrebujeme vyskúšať detekčný obvod uvedený v predchádzajúcej kapitole. Tento obvod bol zapojený na nespájkovacie kontaktné pole.

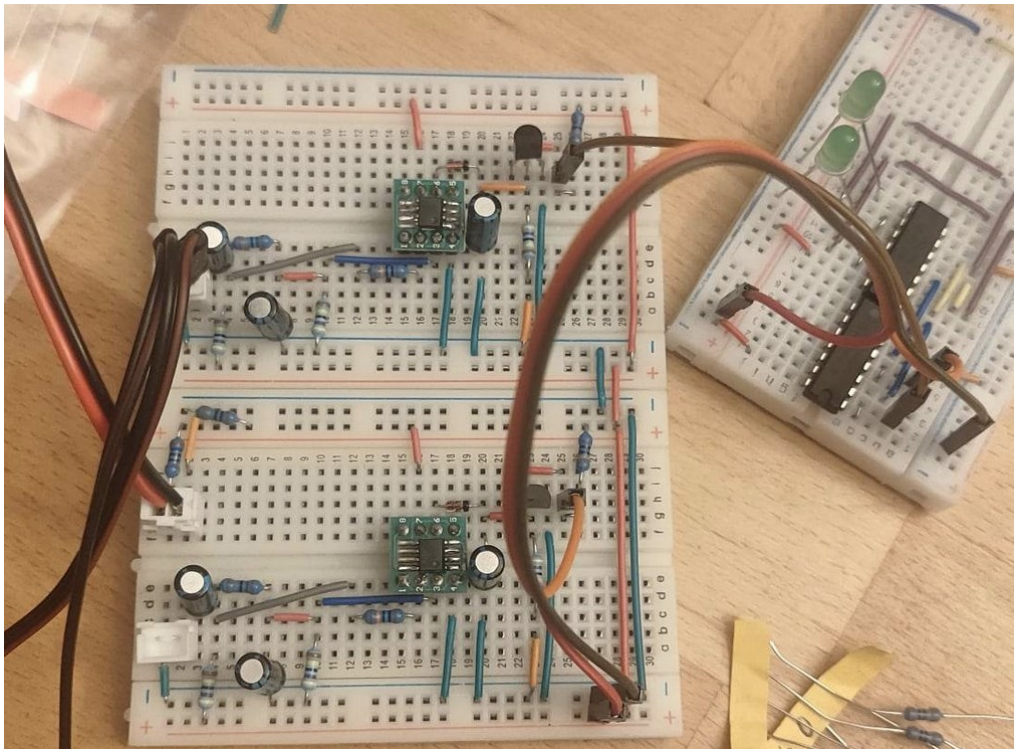


Obrázok 24 Prototyp detekčného obvodu

Takto zapojený obvod bol otestovaný púšťaním sínusového signálu na vstup a meraním výstupu pomocou multimetra. Navrhnutý obvod fungoval správne a reagoval na vstupné signály podľa očakávania.

3.2.2 Ovládanie NAND

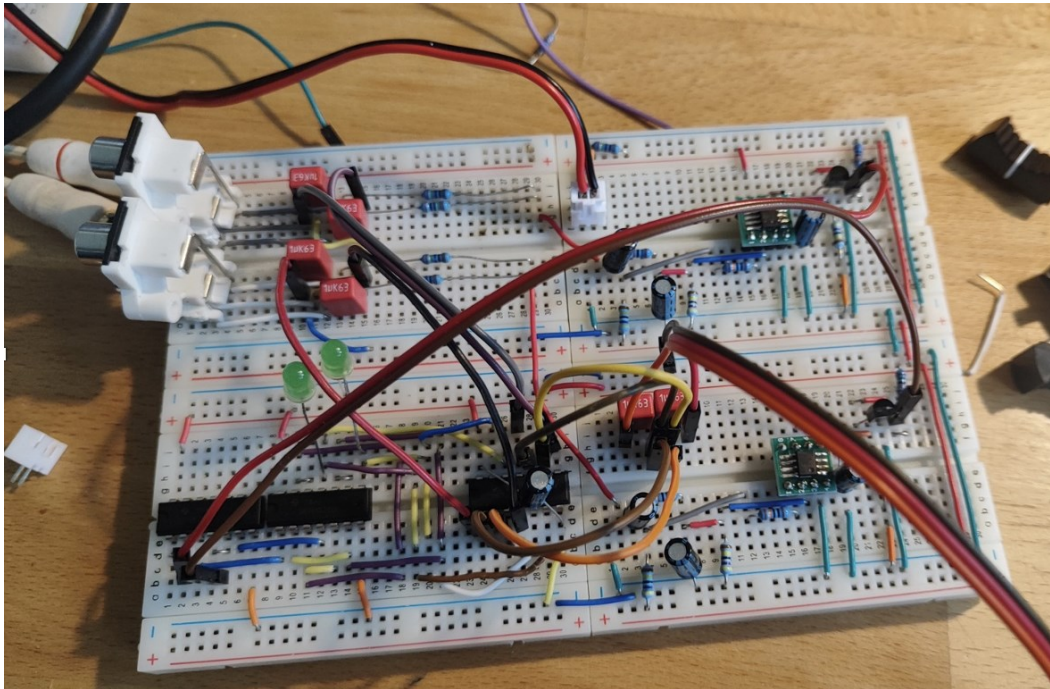
Pre otestovanie blokovacieho obvodu bol zostrojený zjednodušený obvod na základe obvodu z časti práce venujúcej sa návrhu obvodov. Pre overenie bol zostrojený aj druhý detekčný obvod. Takto zapojené obvody boli otestované púšťaním audio signálu na detektory prítomnosti signálu, a výstup NAND obvodu napojený na led diódy signalizoval, ktorý vstup je aktívny. Obvod fungoval podľa očakávaní a zablokoval druhý výstup tak aby naraz svietila maximálne jedna led. Na nasledujúcej fotke vidno výhody používania kontaktných polí, ktoré sa dajú jednoducho zapojiť a tiež umožňujú jednoduché pridanie častí obvodu v každej iterácii.



Obrázok 25 Prototyp blokovacieho obvodu

3.2.3 Prototyp celého zariadenia

Takto pripravený obvod na ovládanie polovodičového prepínača bol následne doplnený o samotný spínač. Celé zapojenie je na nasledujúcej fotografii. Tento prototyp funguje rovnako, ako by malo fungovať finálne zariadenia len s rozdielnym počtom vstupov.



Obrázok 26 Prototyp celého zariadenia

3.2.4 Overenie prototypu

Funkčný prototyp je funkčná a hmatateľná reprezentácia zariadenia, ktorý bol vyvinutý s cieľom demonštrovať jeho základné funkcie a vlastnosti. Služi ako dôkaz koncepcie a umožňuje zhodnotiť produkt v kontexte skutočného sveta predtým, ako prejde do fázy výroby.

Zhotovený prototyp splňal podmienky uvedené v zadaní práce. Prepínal vstupy podľa aktuálne prehrávaného zdroja audio signálu a zablokoval druhý vstupný signál. Tento prototyp bol otestovaný aj reálnym použitím, kde po pripojení na štúdiové monitory bola pustená kvalitná hudobná nahrávka. Posluchový test bol úspešný a kvalitatívny prednes nahrávky bol na vysokej úrovni bez poslucháčom poznateľnej straty na kvalite.

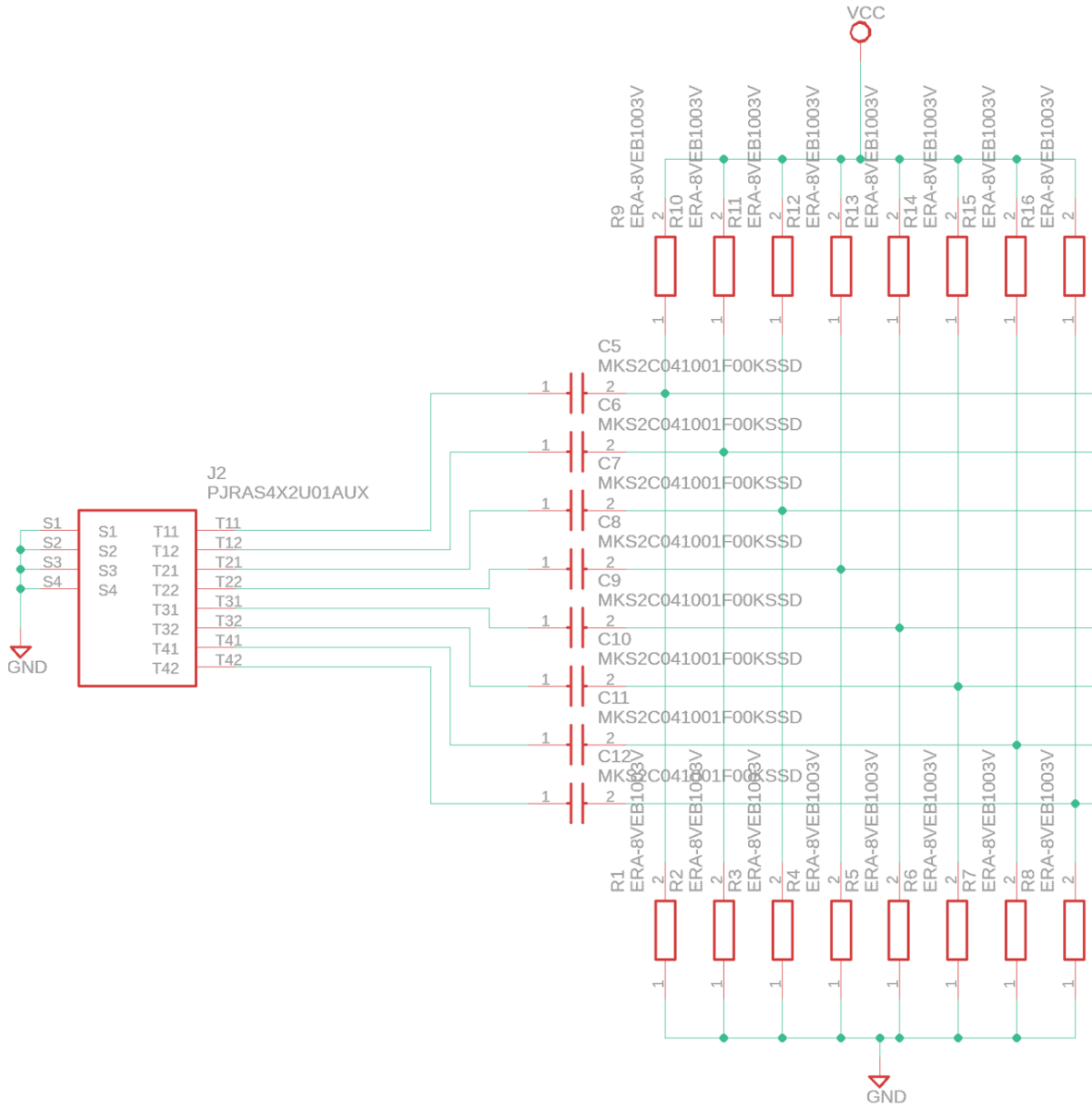
3.3 Zhotovenie schém zapojenia

Dobre navrhnutá schéma je rozhodujúca pre celkový proces návrhu DPS. Pomôže nám zachytiť chyby skôr ako je doska vyrobená, alebo odladiť návrh ak niečo nefunguje. Výroba plošných spojov pre potreby tejto práce bude prebiehať v aplikácii EAGLE od firmy Autodesk. V uvedenej aplikácii je veľmi dobre fungujúce prepojenie medzi prostredím na úpravu schém a prostredím na úpravu dizajnu dosky plošných spojov. Preto je správny návrh schémy veľmi dôležitý.

Skôr ako sme sa pustili do samotného zakresľovania schém bolo potrebné identifikovať vybrané komponenty a nájsť ich rozmery. Aplikácia EAGLE obsahuje základné knižnice komponentov no pre potreby tejto práce bolo výhodné nájsť komponenty, ktoré majú svoje vlastné modely dostupné na vloženie do knižnice. Aby komponenty pasovali na ich umiestnenie na DPS tieto modely musia zodpovedať reálnym rozmerom zariadenia. V nasledujúcich podkapitolách ukážeme navrhnuté schémy, ktoré zodpovedajú implementácii finálnej verzie prototypu s rozdielom pridaných vstupov.

3.3.1 Vstup signálu

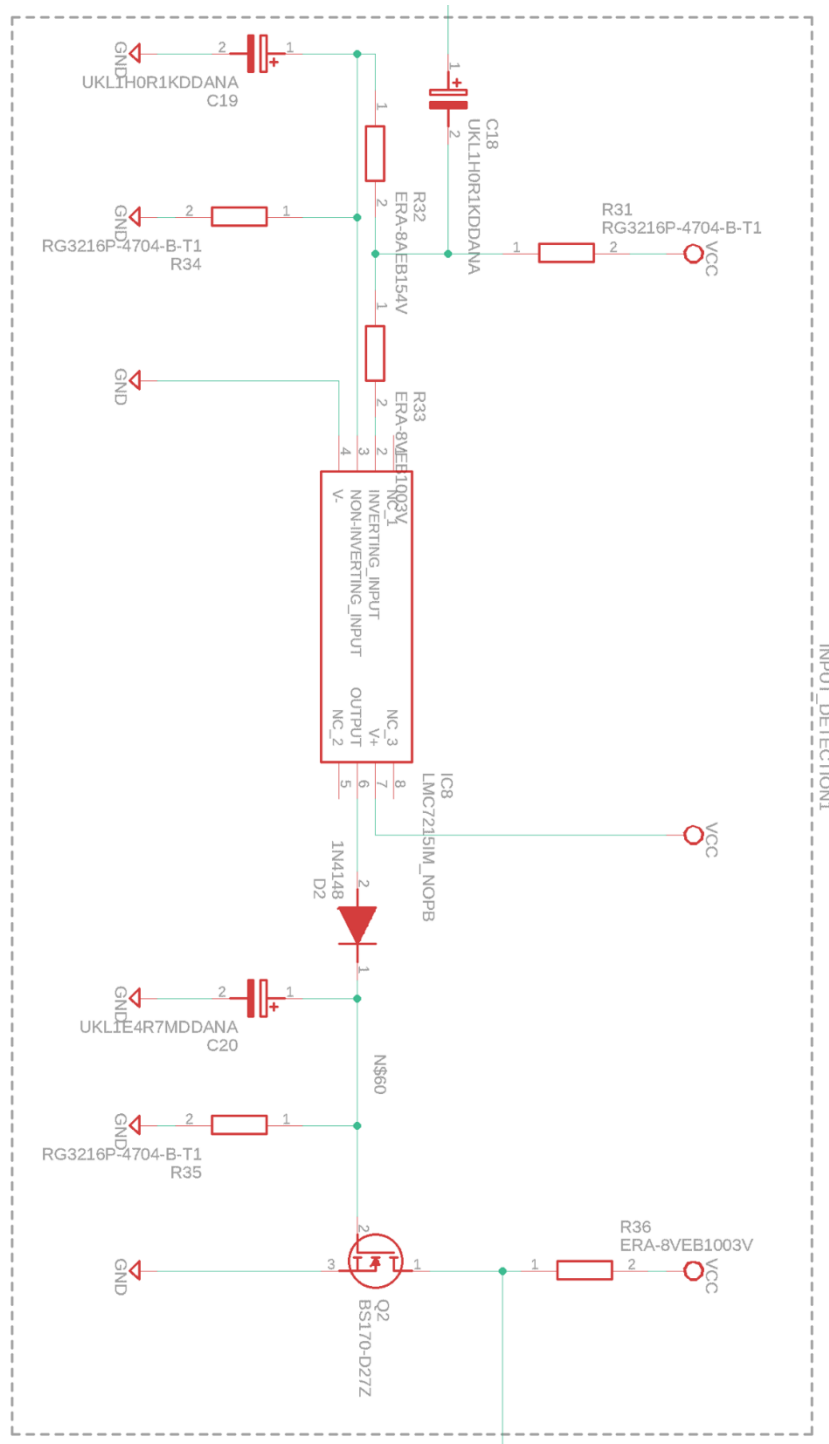
Vstupná časť obvodu obsahuje spomínaný delič napätia pre každý vstup a blokovací kondenzátor.



Obrázok 27 Schéma oštetrenia vstupu

3.3.2 Detekcia signálu

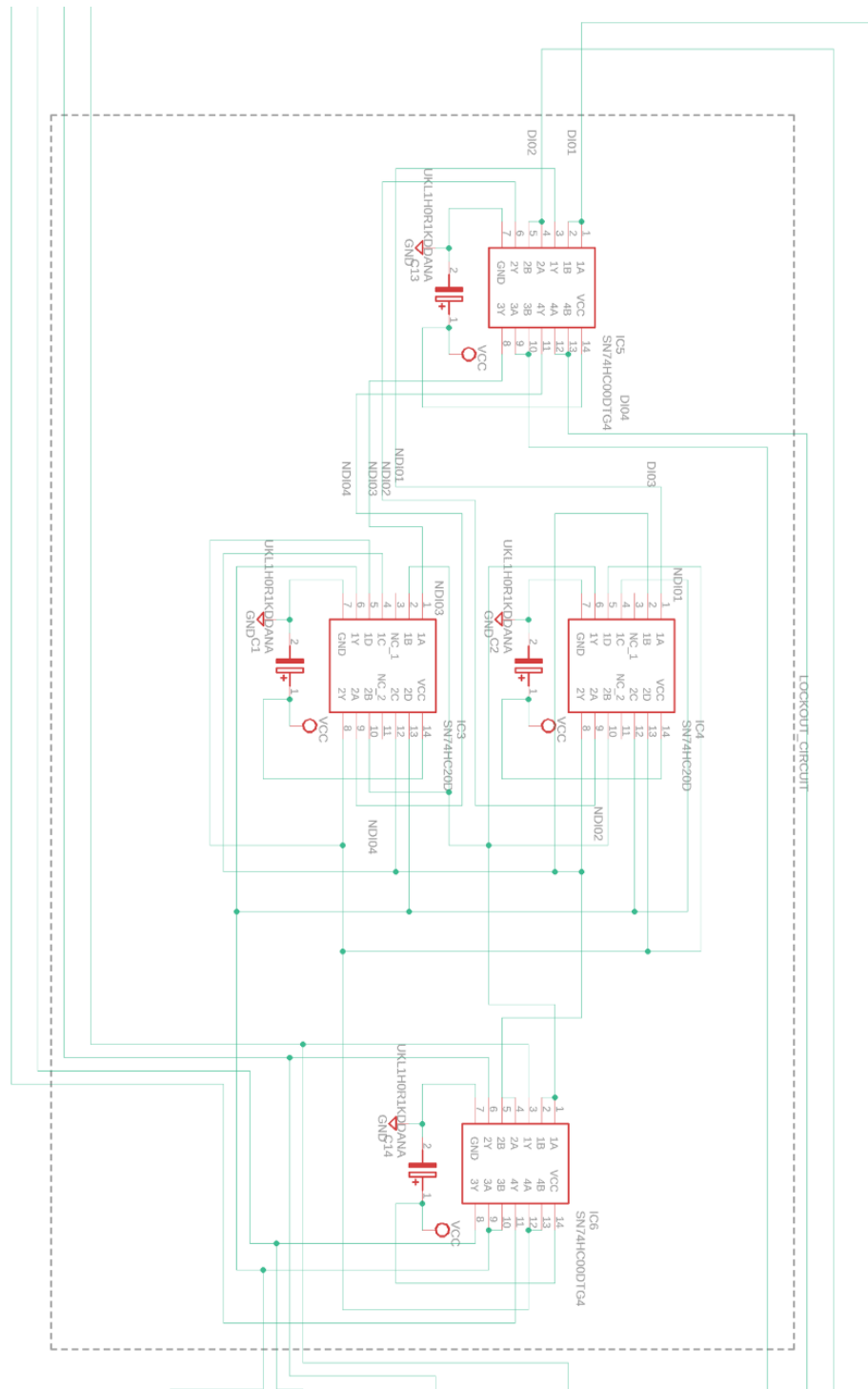
Obvod na detekciu signálu si môžeme predstaviť ako samostatný modul. Pre každý vstup je potrebné implementovať jeden detekčný obvod. Nasledujúca schéma zobrazuje jeden takýto obvod.



Obrázok 28 Schéma detekcie signálu

3.3.3 Riadiaci obvod na prepínanie vstupov

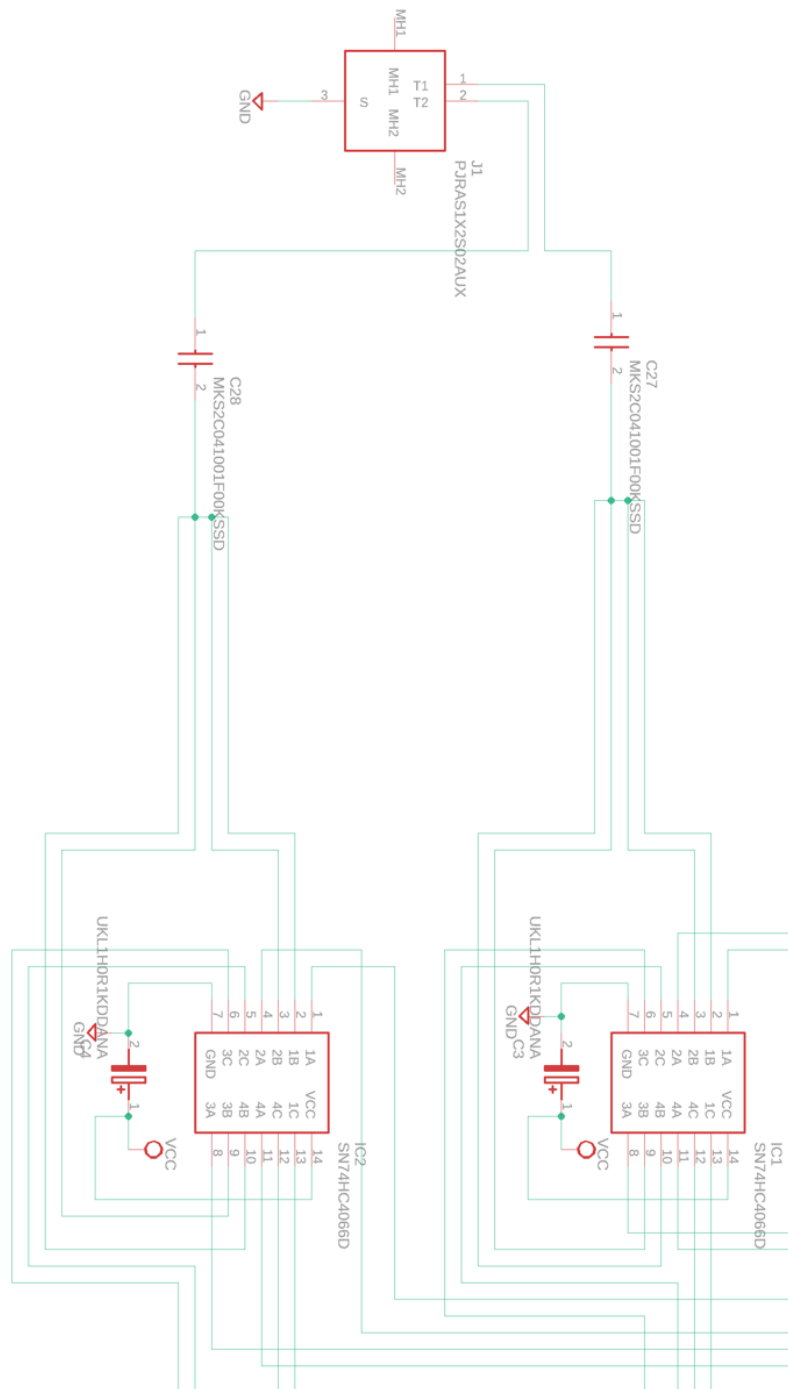
Na nasledujúcom obrázku vidíme schému pre riadiaci obvod na prepínanie pozostávajúci z NAND logických hradieľ. Táto časť obvodu bola náročnejšia na implementáciu pretože obsahovala veľa prepojení medzi jednotlivými komponentami, správne prepojenie je kritické pre korektné správanie obvodu.



Obrázok 29 Schéma blokovania vstupov

3.3.4 Prepínanie na výstup

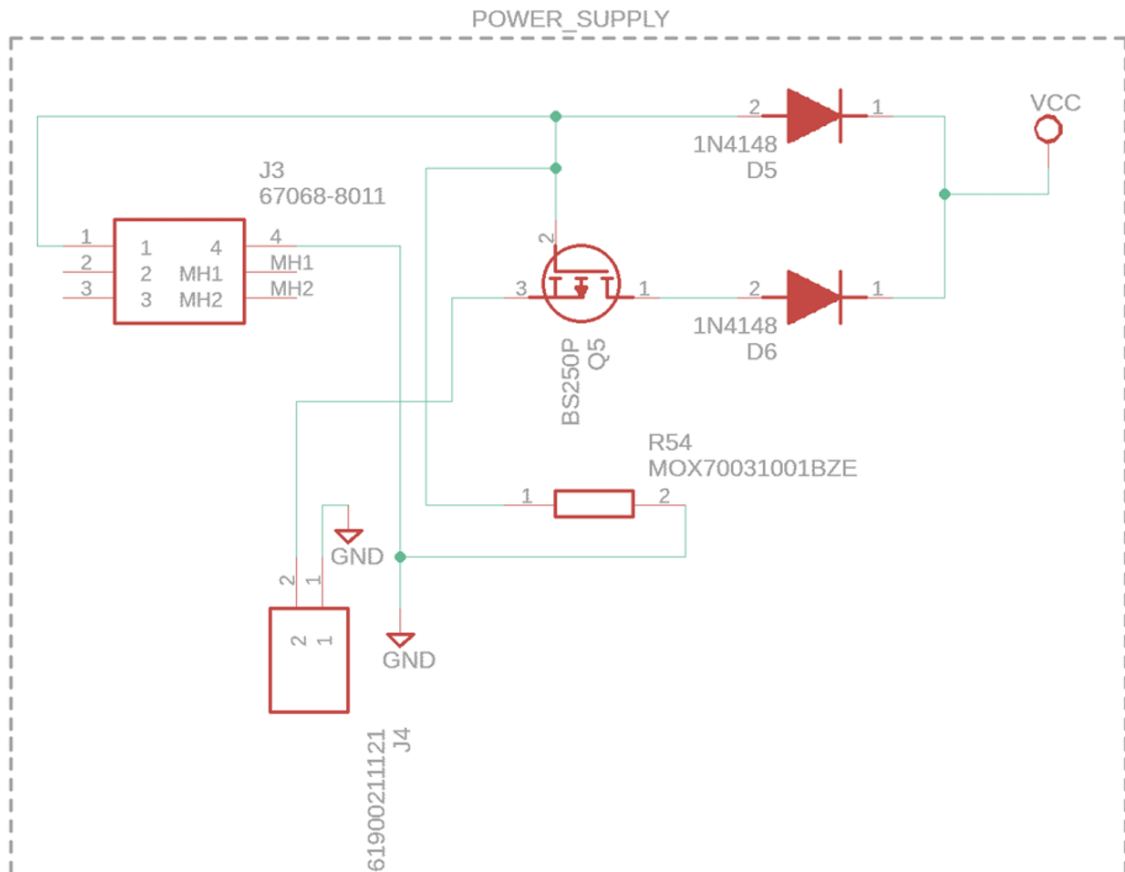
Veľmi dôležitá časť obvodu je zapojenie samotných polovodičových prepínačov vstupu. Vstupný signál je napojený na prepínač tak aby bolo v signálovej ceste čo najmenej komponentov.



Obrázok 30 Schéma prepínania vstupov

3.3.5 Napájanie

Obvod na prepínanie medzi batériou alebo usb vstupom funguje pomocou tranzistora, ktorý pustí iba jeden vstup v prípade že sú pripojené oba.



Obrázok 31 Prepínanie napájania

3.4 Návrh dizajnu DPS

Návrh dosky s plošných spojov (DPS) zahŕňa systematický proces prekladu schémy obvodu do fyzického rozloženia komponentov, ktoré je možné vyrobiť a zostaviť. Tento proces zahŕňa niekoľko kľúčových krokov, počnúc schematickým návrhom, výberom komponentov a vytvorením stopy.

Komponenty sú umiestnené na plošnom spoji a prepojené pomocou stôp, rovín a priechodov. Aplikácia EAGLE používa prepojenie medzi schémou a dizajnom na vygenerovanie prepojení medzi komponentami zvané „airwires“ v preklade vzdušné káble. Ich účelom je

ukázat vývojárovi prepojenia medzi komponentami. Zároveň používateľské prostredie bráni vývojárovi prepojiť nesprávne komponenty.

Smerovanie trás je dôležité na zabezpečenie správnych elektrických vlastností ako je integrita signálu, distribúcia energie a tepelné riadenie. Rozloženie PCB sa potom overí, optimalizuje a pripraví na výrobu vrátane generovania výrobných súborov, ako sú súbory Gerber.

Počas procesu navrhovania sa dodržiavajú pravidlá a obmedzenia návrhu, aby sa splnili elektrické, mechanické a výrobné požiadavky. V konečnom dôsledku dobre navrhnutá doska plošných spojov zabezpečuje správnu funkčnosť, integritu signálu, spoľahlivosť a jednoduchú montáž pre elektronický obvod, ktorý podporuje.

Aplikácia EAGLE obsahuje aj funkcionality na kontrolu hotového dizajnu.

Príkaz ratsnest je veľmi praktický na overenie či sú všetky prepojenia natrasované. Ak príkaz vypíše že nemá čo spraviť, vieme že sme zapojili všetky komponenty.

Po dokončení smerovania je potrebné vykonať ešte jednu kontrolu: kontrolu pravidiel návrhu (DRC).

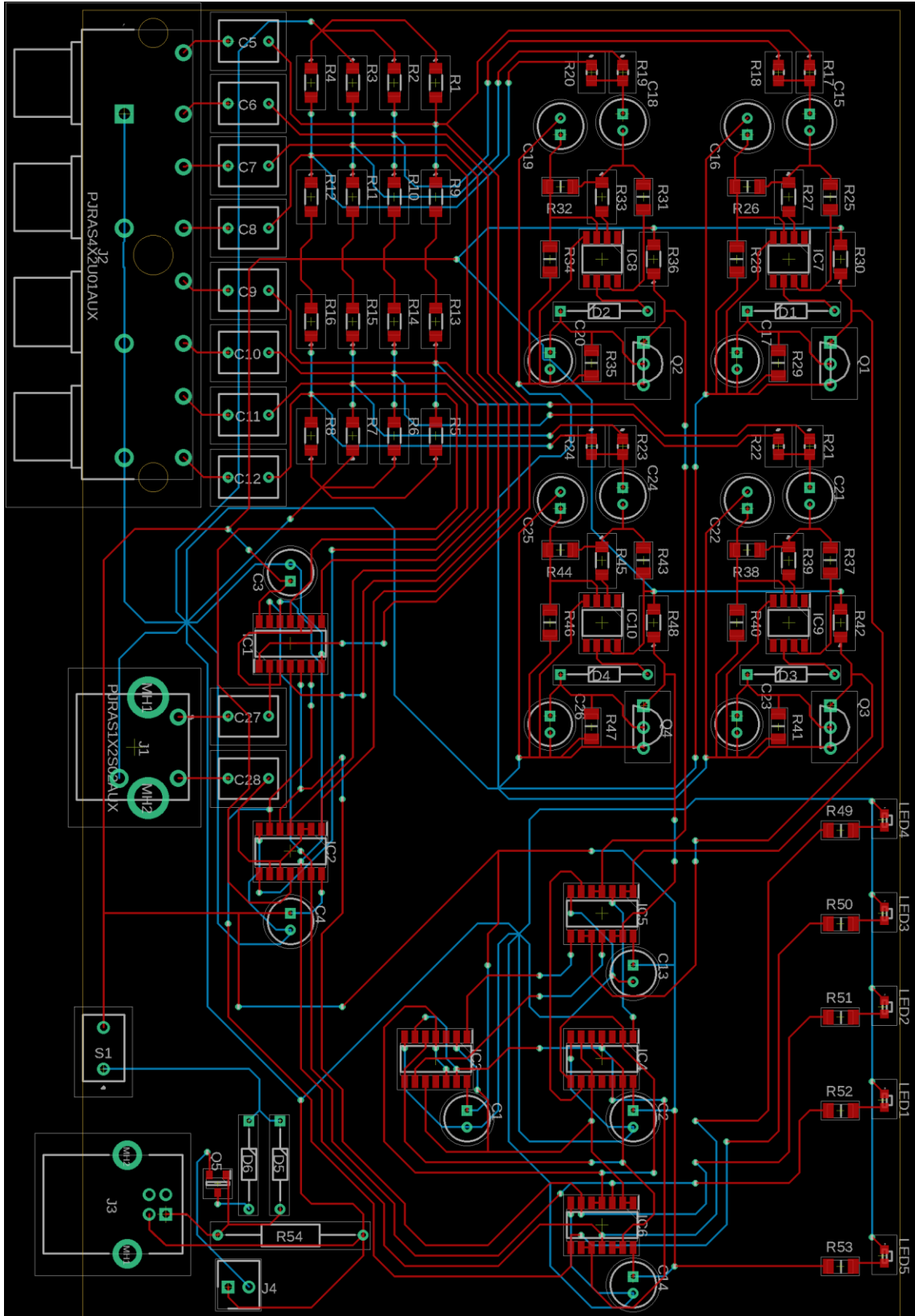
Existujú rôzne druhy chýb, ktoré môže DRC nájsť, tu sú niektoré z najbežnejších:

Clearance (vzdialenosť): Stopa je príliš blízko k inej stope alebo k priechodu. Pravdepodobne budete musieť posunúť stopu pomocou nástroja MOVE.

Overlap (prekrytie): Dve rôzne stopy signálu sa navzájom prekrývajú. Tento stav vytvorí skrat, ak nie je opravený. Možno budete musieť použiť nástroj na RIPUP jednu stopu a skúsiť ju natrasovať iným spôsobom alebo na druhú stranu dosky.

Dimension (Rozmer): Trasa, podložka alebo priechod sa prelína (alebo je príliš blízko) okrajovej čiary. Ak to nie je opravené, časť dosky sa jednoducho odreže. [29]

Počas vývoja sa autor pri trasovaní zameriaval na niekoľko vlastností. Jedna z priorit bola čo najkratšia trasa audio signálu a správne uzemnenie. Na uzemnenie audio zariadení sa autor zameriaval na implementáciu star-ground metódy.



Obrázok 32 Finálny dizajn DPS

4 REALIZÁCIA

Záverečná časť práce je samotná realizácia navrhnutého zariadenia. Hotový dizajn treba zadať do výroby. To sa robí vygenerovaním gerber súborov a vŕtacích súborov. Tieto súbory obsahujú informácie pre výrobné stroje.

Na výrobu bolo potrebné zvoliť výrobnú firmu, nakoľko tlač v domácich podmienkach by bola veľmi náročná a zariadenie by muselo byť väčšie nakoľko domáca výroba je výrazne menej presná.

Okrem zadania výrobných súborov a objednania dosiek plošných spojov je potrebné sa zamerať na zručnosti potrebné na osadenie komponentami. Viaceré komponenty sú typu SMD čo znamená že sú malé a ťažšie sa spájajú.

4.1 Tlač DPS

Proces tlače DPS zahŕňa niekoľko fáz, ktoré transformujú dizajn DPS na fyzickú dosku pripravenú na montáž elektronických komponentov.

Proces výroby začína procesom, kedy sa med'ou pokrytý laminát leptá, aby sa vytvorili požadované obvody a medené vrstvy. Výrobný proces zahŕňa aj vŕtanie otvorov pre montáž komponentov a priechodov.

Po výrobe, DPS prechádza sériou výrobných krokov. To zahŕňa nanášanie vrstiev spájko-vej masky a sieťotlače na ochranu medených stôp a nákres komponentov a textových označení. Tieto vrstvy sa zvyčajne nanášajú pomocou procesu tlače alebo sieťotlače.

Po dokončení procesu výroby sa DPS skontroluje, aby sa zabezpečila kvalita spojov. Vybraná firma používa na overenie automatický test prepojení pomocou sond pripevnených na pohyblivých ramenách. Ďalšia kontrola môže zahŕňať vizuálnu kontrolu, automatizovanú optickú kontrolu alebo iné testovacie metódy na identifikáciu potenciálnych defektov alebo problémov.

4.2 Výroba zariadenia

Po doručení DPS z továrne treba tieto dosky osadiť komponentami, v nasledujúcich kapitolách je stručne uvedené ako sa pri výrobe postupovalo.

4.2.1 Potrebné vybavenie

Okrem vybavenia spomenutého v teoretickej časti je potrebné mať aj kvalitnú spájkovaciu stanicu, poprípade horko vzdušnú stanicu, ktorá je užitočná pre spájkovanie SMD komponentov.

Spájkovacia stanica je špecializovaný nástroj používaný na spájkovanie elektronických súčiastok a vodičov. Zvyčajne sa skladá zo spájkovačky s nastaviteľnou reguláciou teploty a samostatnej stanice, v ktorej je umiestnená elektronika potrebná na dodanie výkonu a poskytuje ďalšie funkcie, ako je zobrazenie teploty, držiak spájkovačky a špongia na čistenie spájkovačky. Spájkovacia stanica umožňuje presnú reguláciu teploty, rýchle časy zahrievania a vylepšené bezpečnostné prvky, vďaka čomu je základným nástrojom pri osadzovaní elektrických komponentov.

4.2.2 Použité komponenty

Na osadenie dosky plošných spojov boli objednané komponenty na zozname uvedenom nižšie.

Zoznam použitých komponentov:

		sériové číslo	výrobca	počet
1	RCA konektor	PJRS4X2U01AUX	Switchcraft	1
2	USB konektor	67068-8011	Molex	1
3	Analógový prepínač	SN74HC4066D	Texas Instruments	2
4	NAND hradlo	SN74HC20D	Texas Instruments	2
5	NAND hradlo	SN74HC00DTG4	Texas Instruments	2
6	LED	597-2323-507F	Dialight	1
7	LED	LTST-S270TBKT-5A	Lite-On	4
8	Komparátor	LMC7215IM/NOPB	Texas Instruments	4
9	Rezistor	ERA-6AED241V	Panasonic	8
10	Rezistor	RG3216P-4704-B-T1	Susumu	12
11	Rezistor	ERA-8VEB1003V	Panasonic	24
12	Rezistor	ERA-8AEB154V	Panasonic	4

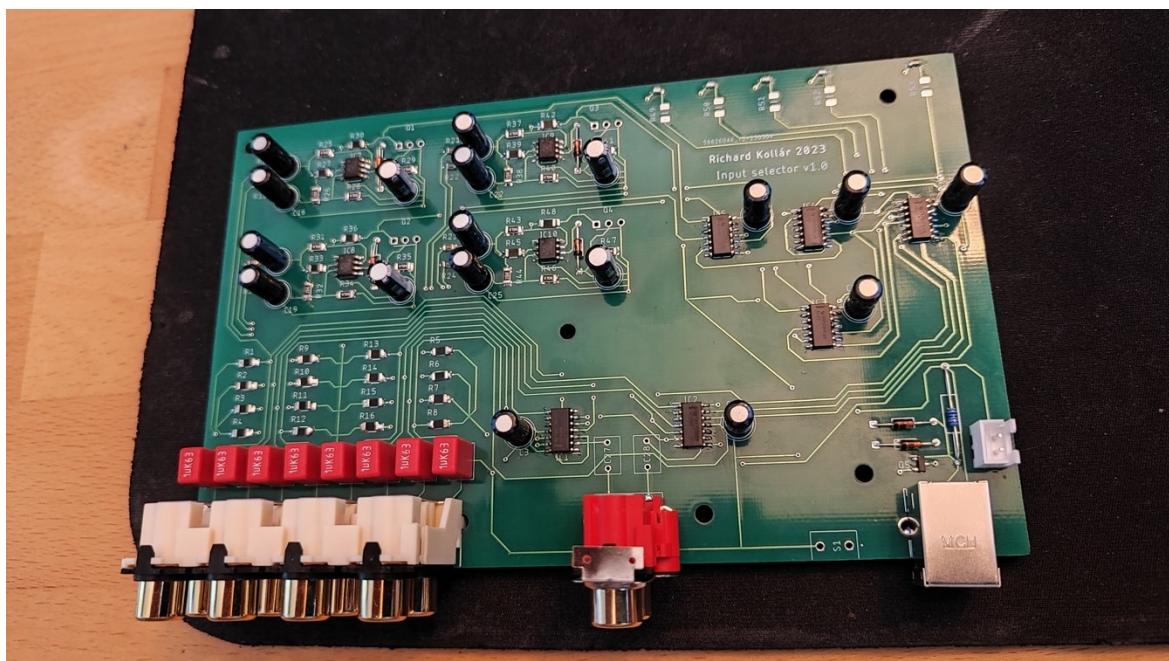
13	MOSSFET	BSS84-7-F	Diodes Incorporated	1
14	Kondenzátor	UKL1E4R7MDDANA	Nichicon	16
15	RCA konektor	PJRS1X2S01AUX	Switchcraft	1
16	MOSFET	BS170-D26Z	onsemi	4
17	Kondenzátor	MKS2C041001F00JA00	WIMA	10
18	Držiak batérie	PRT-10891	SparkFun Electronics	1
19	Dióda	1N4148TR	onsemi	6
20	Rezistor	ROX9J10K	TE Connectivity	1
21	Kondenzátor	UKL1H0R1MDDANA	Nichicon	12

Tabuľka 1 Zoznam použitých komponentov

4.2.3 Osadzovanie a oživovanie

Počas osadzovania komponentov treba aj myslieť na správny postup pridávania komponentov a ich vyskúšanie alebo oživovanie.

Ako prvé bola doska plošných spojov premeraná multimetrom na overenie priechodnosti vytlačených ciest pre prípad poškodenia pri preprave. Podobným spôsobom boli premerané napájacie cesty a bolo aj pripojené testovacie napájanie a overenie či do obvodu prúdi všetko tak ako má. Po otestovaní boli ako ďalšie pridané obvody na detekciu vstupu, ich správnosť bola overená pomocou napojenia napájania a testovacieho signálu. Následne bol pridaný zvyšok obvodu a premeraný multimetrom. Na nasledujúcej fotografii je vidno hotové zariadenie.

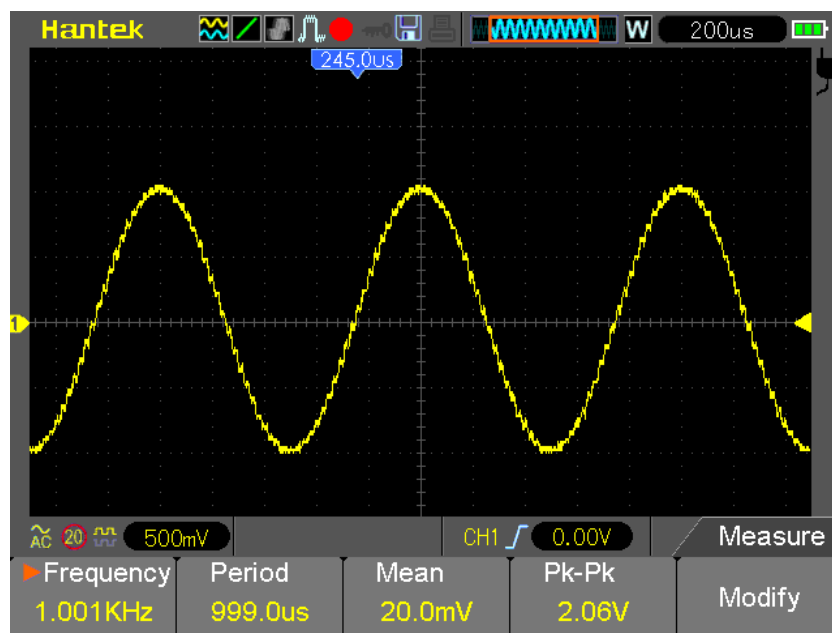


Obrázok 33 Hotové zariadenie

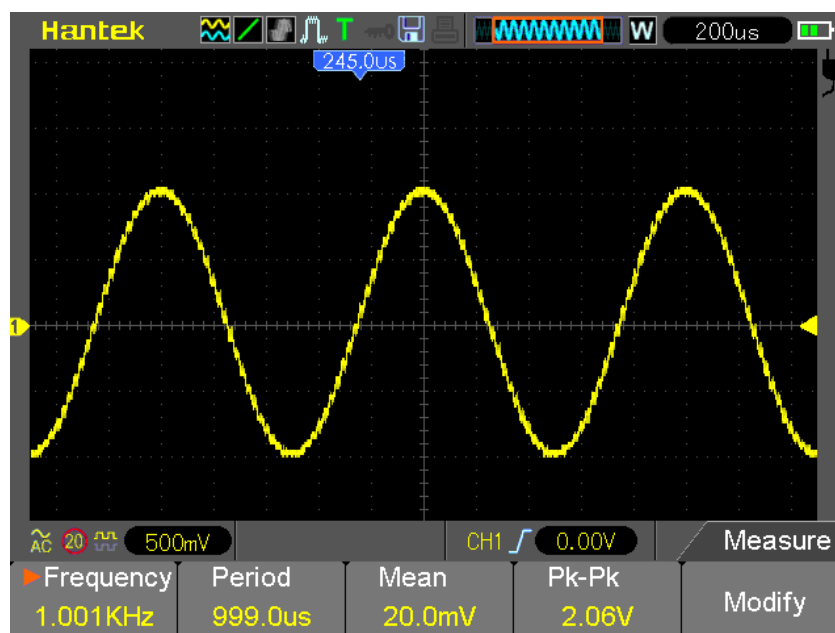
4.3 Overenie riešenia

Zhotovené zariadenie bolo potrebné overiť aby sa zabezpečila správna funkčnosť a splnenie cieľov zadaných na začiatku práce. Overené boli tri kľúčové oblasti: kvalita prenosu signálu, spotreba zariadenia a samotné správanie počas používania.

Kvalita preneseného signálu bola overená pomocou osciloskopu. Na vstup zariadenia bol prinesený sínusový signál o hodnote 1kHz. Nasledujúce obrázky ukazujú porovnanie výstupu zo zdroja testovacieho signálu a preneseného signálu na výstupe testovaného zariadenia.



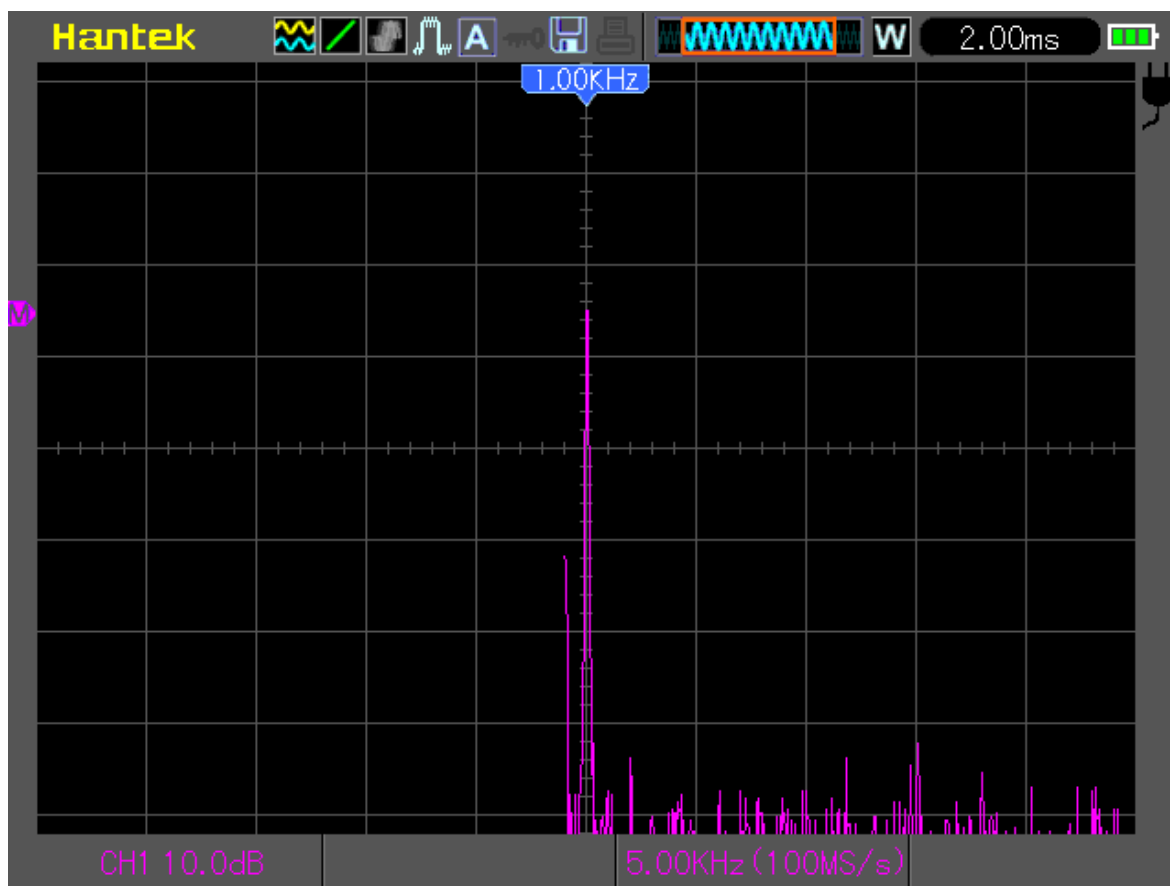
Obrázok 35 Vstupná vlna z generátora



Obrázok 34 Výstupná vlna zo zariadenia

Z porovnania grafov vyplýva, že nami vyrobené zariadenie testovací signál prenieslo bez zmeny a v rovnakej kvalite. Dôležitým výsledkom merania je bezstratovosť a hlavne neprítomnosť šumu.

Ďalšie prevedené meranie sa zameriavalo na vznik harmonických frekvencií pomocou matematickej funkcie oscilátora na výpočet fourierových transformácií. Zmiený kilohertzový signál bol použitý aj na overenie prítomnosti harmonických frekvencií. Nasledujúci graf ukazuje výsledok merania.



Obrázok 36 Meranie FFT na oscilátore

Toto meranie bolo prevedené aj na zdroji testovacieho signálu, kde graf vyzeral rovnako, čím sa potvrdzuje prenos signálu bez zmeny kvality vstupného signálu.

Vyrobené zariadenie malo nameranú nízku spotrebu. Pri neaktívnych vstupoch zariadenia celý obvod spotrebúva len 0.13 mA a pri aktívnom stave spotreba stúpne na 1.6 mA, čo spôsobuje najmä indikačná LED dióda. V závislosti od kapacity použitých batérií je možné používať toto zariadenie nepretržite aj niekoľko mesiacov.

Po premeraní zariadenia bolo nevyhnutné taktiež otestovať funkčnosť zariadenia použitím ako súčasť audio sústavy. Zariadenie bolo pripojené na domácu audio sústavu, na vstup zosilňovača, a na vstupy zariadenia boli privedené ostatné audio zariadenia. Takto zapojené zariadenie bolo otestované pomocou testovacích signálov a počúvaním hudby z nahrávok vo vysokej kvalite.

Po privedení signálu na vstup sa na zariadení rozsvieti LED indikujúca, ktorý vstup je aktívny a že zariadenie prepojilo aktívny vstup audio signálu na výstup zariadenia. Po ukončení prehrávania a zapnutí iného vstupu sa zariadenie automaticky prepne na aktívny vstup. Rovnako bola otestovaná aj funkčnosť blokovania ostatných vstupov, a to pustením viacerých prehrávacích zariadení naraz. Blokovanie ostatných vstupov bolo zaistené a zariadenie fungovalo tak ako bolo špecifikované.

ZÁVER

V tejto práci sme si dali za cieľ navrhnuť, vyrobiť a otestovať zariadenie schopné automaticky prepínať medzi viacerými vstupmi audio signálu. Požiadavka na existenciu takéhoto zariadenia vyplýva z existencie narastajúceho množstva zdrojov signálu, ktoré užívatelia majú k dispozícii. Pri navrhovaní riešenia sme si stanovili podmienku zachovania kvality signálu a energetickú nenáročnosť.

Pre získanie komplexnejšieho pohľadu na problematiku sme si priblížili teóriu zosilňovačov, polovodičových spínacích prvkov, audio zariadení a ich hlavných parametrov. Pozornosť sme venovali tiež pojmom ako sú impedancia, frekvenčný rozsah a skreslenie. Nadobudnutie poznatkov zo spomínaných oblastí bolo potrebné na správny výber komponentov a vhodný návrh obvodov.

Realizácii vlastného návrhu predchádzalo tiež štúdium existujúcich riešení. Výraznou časťou práce bol prieskum vývoja audio zariadení, pri ktorom bolo získaných veľa praktických vedomostí pre vývoj audio zariadení. Na základe získaných vedomostí bolo navrhnuté zariadenie schopné automaticky prepínať medzi rôznymi zdrojmi audio signálu.

Výsledkom bolo zhotovenie zariadenia, ktoré bolo vyrobené osadením komponentov na dosku plošných spojov. Na základe návrhu bola zadaná objednávka a následne realizovaná profesionálna výroba dosiek plošných spojov. Rozmery objednaných dosiek by sa dali zredukovať, avšak na účely vývoja a testovania je praktické použiť väčší priestor medzi komponentami. Komponenty, ktoré boli vybrané na realizáciu finálneho zariadenia majú nízku úroveň skreslenia a sú vhodné na realizáciu audio zariadení. Ďalším parametrom pri výbere komponentov bola aj spotreba elektrickej energie, dôsledkom čoho je, že všetky integrované obvody použité v obvode majú veľmi nízku spotrebu. Najväčším spotrebiteľom energie sú indikačné LED diódy, ktoré však slúžia na zvýšenie komfortu používateľa.

Toto zariadenie je schopné prepínať medzi štyrmi vstupmi stereo signálu. Tento signál si zachováva pôvodnú kvalitu vďaka sústreďeniu sa na kvalitu prenosu, udržiavaniu čo najkratších signálových ciest na doske plošných spojov a použitiu minimálneho počtu komponentov v signálovej ceste.

Testovanie frekvenčných vlastností pomocou osciloskopu ukázalo, že testovací signál prešiel cez zariadenie bez straty na kvalite a bez vzniku harmonických frekvencií. Týmto sme dosiahli cieľ kvalitného prenosu signálu. Tieto merania boli potvrdené aj praktickým skú-

šaním formou dlhodobého zapojenia zariadenia do audio sústavy a striedaním počtu a druhov zapojených zdrojov signálu. Zariadenie bolo schopné spoľahlivo prepínať medzi zdrojmi signálu a blokovat' ostatné vstupy podľa očakávaní. Zároveň bol prenos audio signálu kvalitný a prítomnosť zariadenia nebola akusticky pozorovateľná, to znamená že kvalita signálu na vstupe ostala zachovaná aj pri nízkej spotrebe energie. Zariadenie používa len malé množstvo elektrickej energie a na jednu batériu vydrží aj mesiace.

Zariadenie by bolo možné vylepšiť ďalšími iteráciami návrhu, kde by sa dali optimalizovať niektoré časti obvodu. Napájanie pomocou USB je náchylné na rušenie zavedené cez elektrickú sieť alebo generované komponentami v počítači, tento problém je častý pri výkonných zostavách kde napríklad grafická karta pri plnom výkone zavedie vysokofrekvenčné rušenie. Toto rušenie môže byť náročné na vstupe odfiltrovať. Pre pridanie podpory vstupov s vyšším napätím by bolo vhodné pridať ďalší napájací okruh, ktorý by sa pri aktívnom vstupe zapol a dodal na vstupnú deličku vyššie napätie.

Získanie teoretických poznatkov, zároveň porovnanie kladov a záporov súčasne dostupných existujúcich riešení danej problematiky bolo východiskom na návrh a realizáciu vlastného zariadenia na automatické prepínanie signálových vstupov. Výsledné zariadenie splňuje ciele určené zadaním a pri pár vyrobených kusoch pre účely tejto práce sú náklady na jedno zariadenie nižšie ako pri dostupných zariadeniach na trhu ako sú napríklad predzosilňovače.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- [1] electronics-tutorials, „electronics-tutorials,“ [Online]. Available: https://www.electronics-tutorials.ws/amplifier/amp_1.html. [Cit. 2023].
- [2] 12 may 2019. [Online]. Available: <https://www.ahifi.sk/clanky/detail/rozdelenie-zosilnovacov-podla-triedy-a-ab-d-g-h.htm>. [Cit. 2023].
- [3] J. Doleček, Moderní Učebnice Elektroniky, Praha: BEN-technická literatura, 2005.
- [4] V. Pur, „<http://digilib.k.utb.cz>,“ 2013. [Online]. Available: http://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/24886/pur_2013_bp.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [Cit. 2023].
- [5] Z. Raida, „radio.feec.vutbr.cz,“ 2020. [Online]. Available: https://www.radio.feec.vutbr.cz/raida/beva/lectures/B_ANT_06.pdf. [Cit. 2023].
- [6] AuthorCadence System Analysis, „<https://resources.system-analysis.cadence.com>,“ [Online]. Available: <https://resources.system-analysis.cadence.com/blog/msa2021-impedance-matching-in-amplifiers-for-minimum-power-loss>. [Cit. 2023].
- [7] Digi-Key's North American Editors, „digikey.sk,“ 21 July 2021. [Online]. Available: <https://www.digikey.sk/en/articles/a-look-at-audio-frequency-range-and-audio-components>. [Cit. 2023].
- [8] C. Thomas, „soundguys.com,“ 30 June 2021. [Online]. Available: <https://www.soundguys.com/frequency-response-explained-16507>. [Cit. 2023].
- [9] A. Wykes, „soundguys.com,“ 2021 November 2021. [Online]. Available: <https://www.soundguys.com/what-is-distortion-thd-47149/>.
- [10] ilovemusic, „ilovemusic.in,“ 19 March 2022. [Online]. Available: <https://ilovemusic.in/blog/what-is-audio-clipping/>. [Cit. 2023].
- [11] omron, „omron.com,“ [Online]. Available: <https://components.omron.com/eu-en/products/basic-knowledge/relays/basics>. [Cit. 2023].
- [12] J. Awa-Abuon, „makeuseof.com,“ 5 July 2022. [Online]. Available:

- <https://www.makeuseof.com/what-is-a-transistor-used-for/>. [Cit. 2023].
- [13] tutorialspoint, „tutorialspoint.com.com,“ [Online]. Available: https://www.tutorialspoint.com/linear_integrated_circuits_applications/linear_integrated_circuits_applications_comparators.htm. [Cit. 2023].
- [14] J. Doleček, Moderní učebnice Elektroniky, Ptaha: BEN - Technická Literatura, 2007.
- [15] analog devices, „analog.com,“ [Online]. Available: <https://www.analog.com/en/design-center/glossary/comparator.html>. [Cit. 2023].
- [16] Z. Kaye, „ti.com,“ 2020. [Online]. Available: <https://www.ti.com/lit/an/slyt796a/slyt796a.pdf?ts=1684355320623>. [Cit. 2023].
- [17] sparkfun editor, „learn.sparkfun.com,“ [Online]. Available: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/pcb-basics/all>. [Cit. 2023].
- [18] Millenium Circuits Limited, „mclpcb.com,“ [Online]. Available: <https://www.mclpcb.com/blog/guide-to-pcb-grounding-techniques/>. [Cit. 2023].
- [19] campbell scientific, „campbellsci.com,“ [Online]. Available: <https://help.campbellsci.com/CR350/shared/maintain/troubleshooting/ground-loops.htm>. [Cit. 2023].
- [20] Z. Peterson, „nwengineeringllc.com,“ 27 september 2021. [Online]. Available: <https://www.nwengineeringllc.com/article/should-you-use-star-point-grounding-in-a-pcb.php>. [Cit. 2023].
- [21] sinesys, „sinesys.com,“ 2011. [Online]. Available: https://www.sinesys.com/support/rfc1/rfc1_diy_audiodetect.shtml. [Cit. 2023].
- [22] D. A. Johnson, „discovercircuits.com,“ 9 July 2006. [Online]. Available: <http://www.discovercircuits.com/H-Corner/audiosignal%20detector%20switch.htm>. [Cit. 2023].
- [23] R. Elliott, „https://sound-au.com,“ may 2023. [Online]. Available: <https://sound-au.com/project38.htm>. [Cit. 2023].
- [24] R. Elliott, „https://sound-au.com,“ 2016. [Online]. Available: <https://sound->

- au.com/project163.htm. [Cit. 2023].
- [25] thetonegod, „thetonegod.com,“ [Online]. Available: <https://www.thetonegod.com/tech/switches/switches.html?fbclid=IwAR1C-t6Uq9cnSv95JlhOrVdxKpdAeyJzi9cdwkkZM5obENfhuedG13flnXc>. [Cit. 2023].
- [26] electroschematics, „<https://www.electroschematics.com>,“ 4 October 2009. [Online]. Available: <https://www.electroschematics.com/stereo-switch/?fbclid=IwAR2SP7fLvkPGP7AO9serIdROIjQQRVp086vupx8aAXhRtMdhTZPX6e7fwqw>. [Cit. 2023].
- [27] texas instruments, „ti.com,“ March 2019. [Online]. Available: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/sn74hc4066.pdf?HQS=dis-mous-null-mousermode-dsf-pf-null-wwe&ts=1684403289892>. [Cit. 2023].
- [28] texas instruments, „ti.com,“ March 2013. [Online]. Available: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lmc7225.pdf?HQS=dis-mous-null-mousermode-dsf-pf-null-wwe&ts=1684408228539>. [Cit. 2023].
- [29] sparkfun, „learn.sparkfun.com,“ [Online]. Available: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/using-eagle-board-layout>. [Cit. 2023].

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

PA	Public-address (system)
RF	Radio frequency
PWM	Pulse width modulation
PSV	Pomer stojatých vln
Z	Impedancia
V	Volt
Ω	Ohm
A	Amper
mA	mili amper
THD	Total harmonic distortion
IC	Integrated Circuit
MOS	Metal oxide semiconductor
FET	Field effect transistor
LED	Light emitting diode
PDA	Photodiode array
ULP	Ultra low power
USB	Universal serial bus
DPS	Doska plošných spojov
NAND	Negovaný AND
CMOS	Complementary metal oxide semiconductor
DRC	Design rule check
RCA	Radio Corporation of America

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1 Grafické znázornenie impedancie	17
Obrázok 2 Frekvenčná odozva	21
Obrázok 3 Nelineárne skreslenie	23
Obrázok 4 Celkové harmonické skreslenie	24
Obrázok 5 Skreslenie Orezaním	25
Obrázok 6 Vnútoraná stavba relé	27
Obrázok 7 Vnútoraná schéma MOSFET relé	27
Obrázok 8 Symbol a popis kontaktov operačného zosilňovača	30
Obrázok 9 Harmonické skreslenie rôznych typov kondenzátorov	32
Obrázok 10 Detekčný obvod pomocou diód	39
Obrázok 11 Detekčný obvod pomocou komparátora	39
Obrázok 12 Detekčný obvod pomocou operačných zosilňovačov	40
Obrázok 13 Obvod na prepínanie s relé	41
Obrázok 14 Obvod na prepínanie cez audio switch	42
Obrázok 15 Blokovanie pomocou NAND	43
Obrázok 16 Blokovaná schéma zariadenia	46
Obrázok 17 Vnútoraná schéma Obvodu 4066	48
Obrázok 18 Stereo obvod na prepínanie pomocou 4066	49
Obrázok 19 Vnútoraná schéma komparátora	50
Obrázok 20 Obvod na detekciu vstupu	50
Obrázok 21 Blokovací obvod	51
Obrázok 22 Delička napätia	52
Obrázok 23 Obvod na prepínanie zdrojov	53
Obrázok 24 Prototyp detekčného obvodu	55
Obrázok 25 Prototyp blokovacieho obvodu	56
Obrázok 26 Prototyp celého zariadenia	57
Obrázok 27 Schéma ošetrovania vstupu	59
Obrázok 28 Schéma detekcie signálu	60
Obrázok 29 Schéma blokovania vstupov	61
Obrázok 30 Schéma prepínania vstupov	62
Obrázok 31 Prepínanie napájania	63
Obrázok 32 Finálny dizajn DPS	65

Obrázok 33 Hotové zariadenie	68
Obrázok 34 Výstupná vlna zo zariadenia	69
Obrázok 35 Vstupná vlna z generátora	69
Obrázok 36 Meranie FFT na oscilátore	70

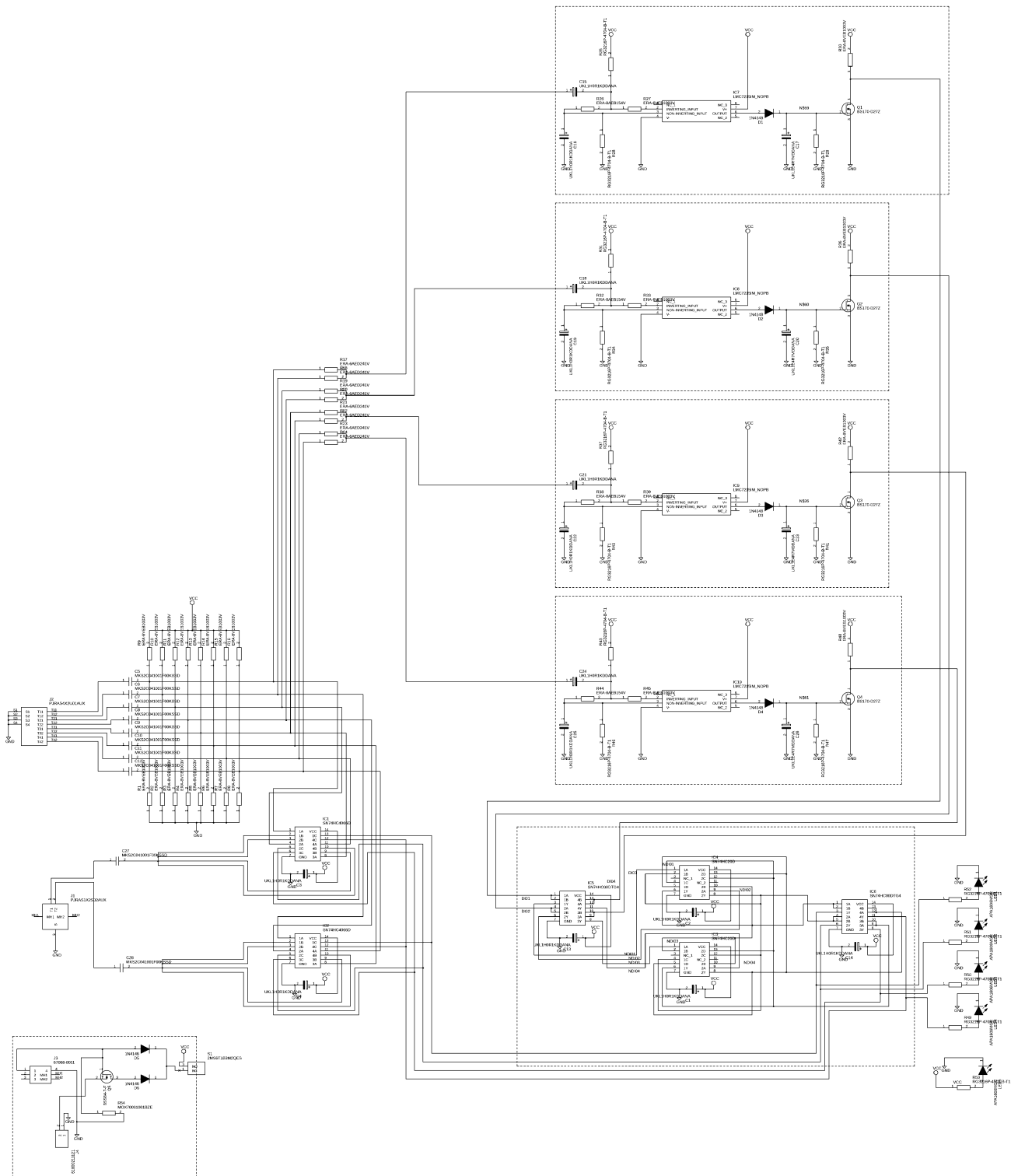
ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1 Zoznam použitých komponentov	68
--	----

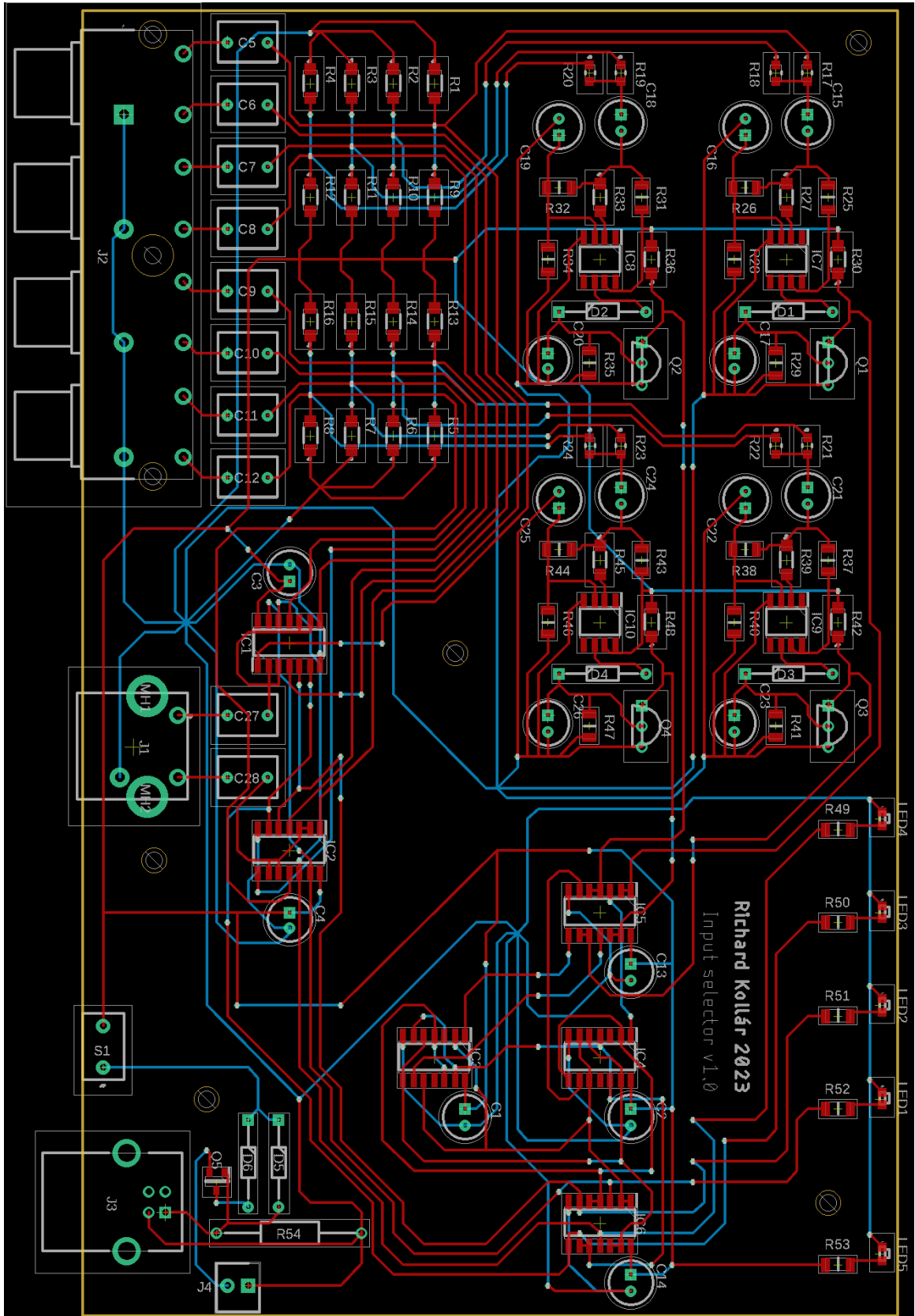
ZOZNAM PRÍLOH

- I. Schéma zariadenia
- II. Dizajn DPS
- III. Medené vrstvy DPS
- IV. CD/DVD Nosič

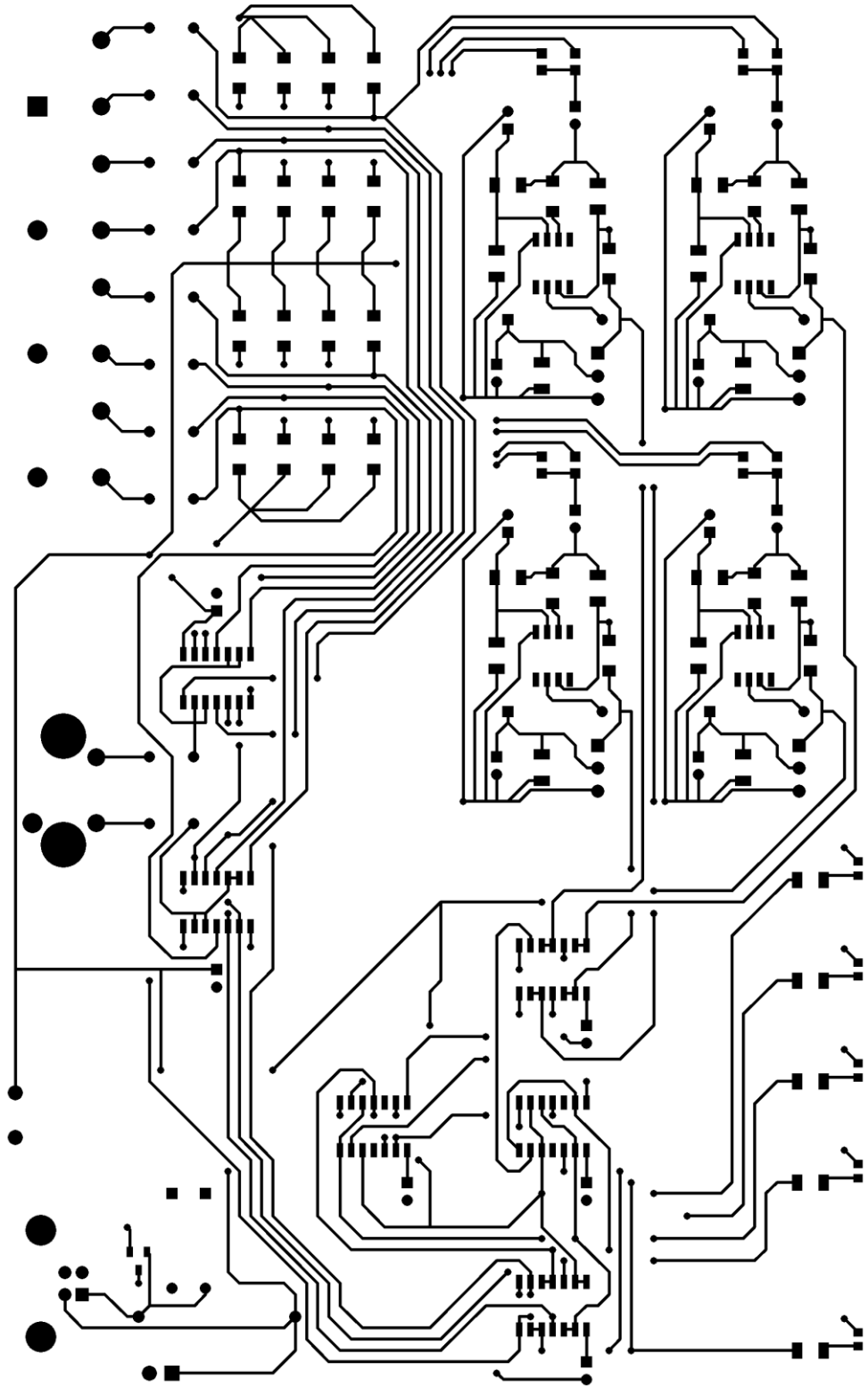
PRÍLOHA P I: SCHÉMA ZARIADENIA

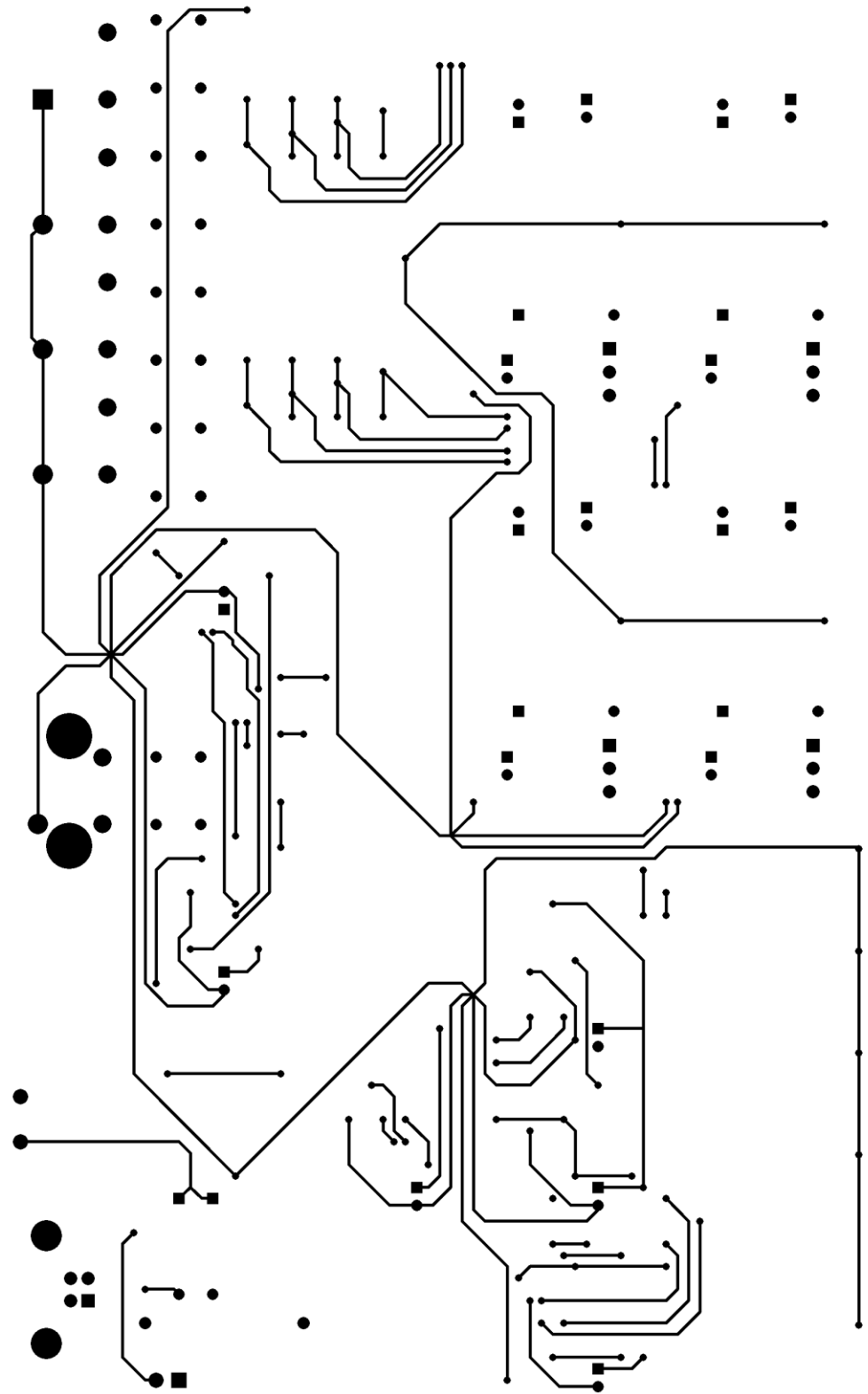


PRÍLOHA P II: DIZAJN DPS



PRÍLOHA P III: MEDENÉ VRSTVY DPS





PRÍLOHA P IV: CD/DVD NOSIČ

Súčasťou práce je aj digitálny nosič súborov obsahujúci okrem práce aj priečinky obsahujúce gerber a drill súbory na výrobu DPS, fotografie vyrobeného zariadenia a projekt z programu eagle.