

Deadlock

Zosilňovač audia pomocou LM386

Tento zosilňovač je využitý v schéme zosilňovača v projekte Deadlock. Tu vysvetlíme výber komponentov, ich funkčnosť a ako voliť hodnoty.

Charakteristika

Zosilňovač LM386 má minimálny počet externých častí, široký rozsah napätia (4 - 12V) a malý odber prúdu v stave nečinnosti. Poskytuje 20 až 200-násobné zosilnenie. Predvolené nastavenie zosilnenia je 20-násobné, ale pridaním rezistora alebo kondenzátora medzi piny 1 a 8 vieme túto hodnotu zmeniť na hociktorú z rozsahu.

Konfigurácia pinov LM386

Názov	Číslo pinu	Typ	Popis
Gain	1	-	pin na nastavenie zosilnenia
- Input	2	I	invertujúci vstup
+ Input	3	I	neinvertujúci vstup
GND	4	P	referencia na zem
V_{out}	5	O	výstup
V_S	6	P	napätie zdroja
Bypass	7	O	bypass decoupling path
Gain	8	-	pin na nastavenie zosilnenia

Pri type:

- I - Vstup
- O - Výstup
- P - Napájanie

Odporúčané operačné podmienky LM386

- Napätie zdroja: 4 až 12V
- Impedancia reproduktora: 4 až 32 Ω
- Vstupné napätie: -0.4 až 0.4V
- Teplota: 0 až 70°C

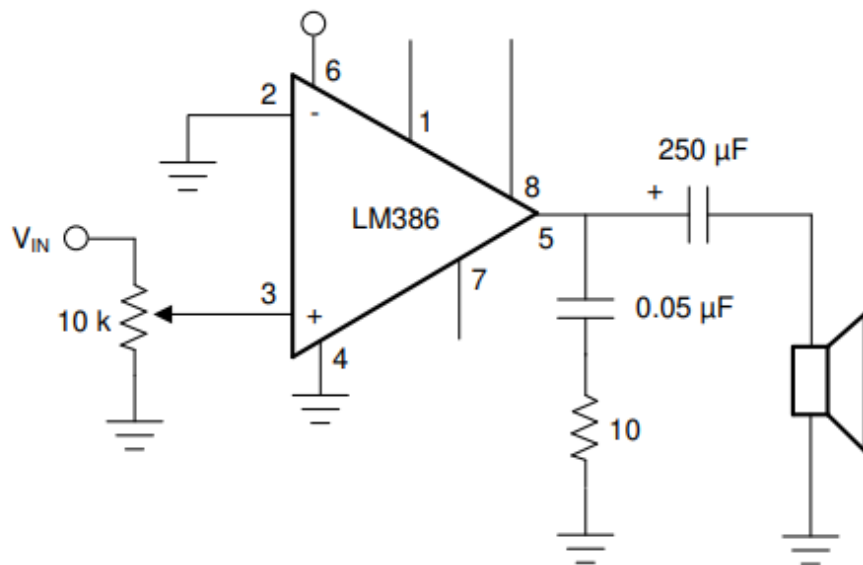
Schéma

Využívame schému 9.2.1 z dátového listu, ktorú sme si mierne prispôbili pridaním rezistora **R1**, ktorý spolu s potenciometrom **R2** tvorí napäťový delič a zaručuje, že vstupné napätie bude v odporúčanom rozsahu (maximálne 0.4V pri vstupnom napätí 3.3V).

Komponenty a ich hodnoty

Rezistor R_1 a potenciometer R_2

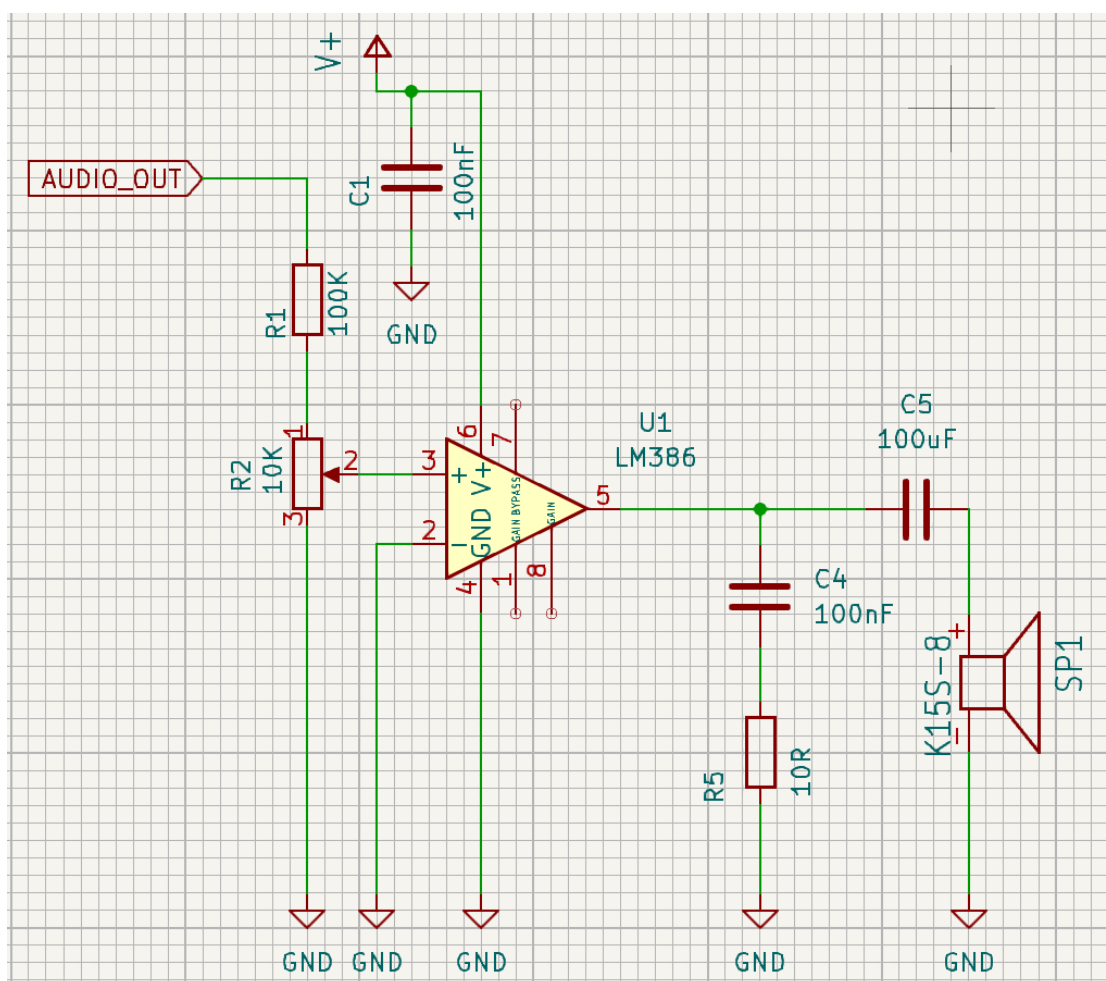
Potenciometer R2 bude slúžiť hlavne na nastavenie hlasitosti a použijeme hodnotu 10k Ω , ale jeho hodnota nie je veľmi dôležitá, kým je dostatočne vysoká. Hodnoty ako 22k Ω alebo 4.7k Ω by



Copyright © 2017, Texas Instruments Incorporated

Figure 9-1. LM386 with Gain = 20

Obr. 1: Schéma 9.2.1 z datového listu



Obr. 2: Upravená schéma

fungovali tiež. Ako už je vyššie spomenuté, tieto komponenty tvoria napäťový delič a ich hodnoty sú zvolené podľa vzorca pre napäťový delič za predpokladu, že $V_{AUDIO_OUT} = 3.3V$

$$V_{pin3} = \frac{V_{AUDIO_OUT} R_2}{(R_1 + R_2)}$$

ak chceme dostať hodnotu rezistora R_1 , tak si vieme vzorec upraviť nasledovne:

$$R_1 = \frac{V_{AUDIO_OUT} R_2}{V_{pin3}} + R_2$$

kde V_{AUDIO_OUT} je vstupný signál a V_{pin3} je napätie, ktoré nám potečie na pin 3, ktoré už je v odporúčanom rozsahu z dátového listu. Po dosadení hodnôt dostaneme $R_1 = 100k\Omega$.

môžeme overiť, či sme vybrali správnu hodnotu rezistoru dosadením do vzorca a overením, či V_{pin3} je v norme:

$$V_{pin3} = \frac{3.3 \times 10 \times 10^3}{(100 \times 10^3 + 10 \times 10^3)} = \frac{3}{10} V$$

Pre naše využitie to teda bude $R_1 = 100k\Omega$ a $R_2 = 10k\Omega$.

Integrovaný obvod IC_1

Toto je náš zosilňovač, ktorý zaručí funkčnosť reproduktora. Zosilnenie sa dá nastaviť nasledovne:

1. Predvolené (minimálne) zosilnenie- 20x - nič nie je pripojené medzi piny 1 a 8
2. Maximálne zosilnenie - 200x - medzi pinmi 1 a 8 pripojíme kondenzátor
3. Vlastné zosilnenie - medzi piny 1 a 8 pripojíme kondenzátor a rezistory

Na výpočet zosilnenia môžeme využiť nasledovný vzorec:

$$Gain = 2 \frac{Z_{1-5}}{150 + Z_{1-8}}$$

kde Z_{1-5} je impedancia medzi pinmi 1 a 5 a Z_{1-8} je impedancia medzi pinmi 1 a 8.

Pri vyššom zosilnení je potrebné na pin 7 pripojiť bypass kondenzátor - zvyčajne $0.1\mu F$, prípadne tento pin uzemniť. Pin 4 zapojíme na zem, rovnako ako aj invertujúci pin 2. Z pinu 5 nám pôjde výstup - zosilnený signál.

Kondenzátor C_4 a rezistor R_5

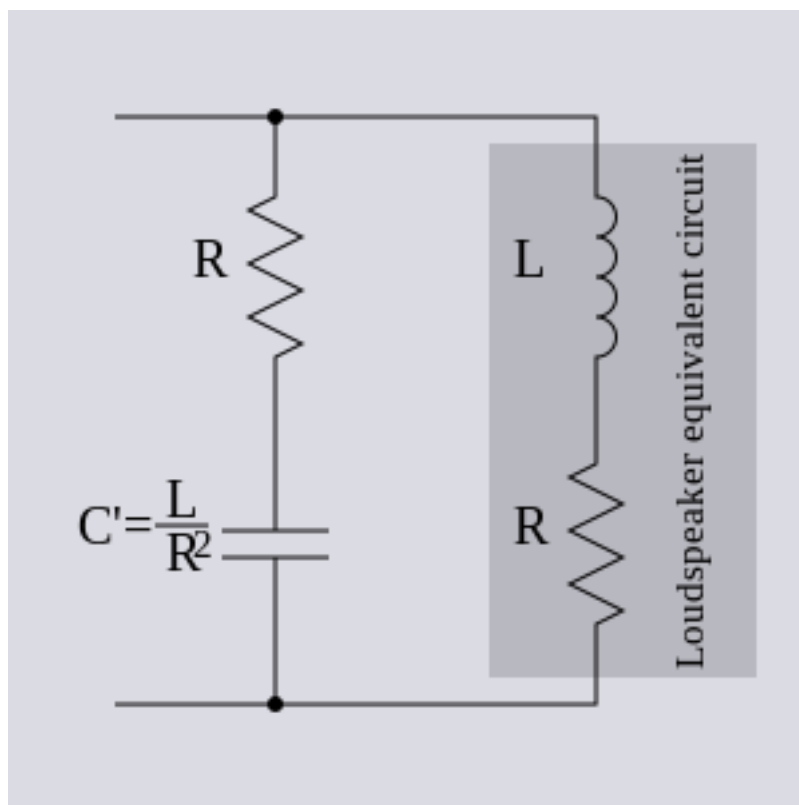
Spolu tvoria Boucherot cell - elektronický filter, ktorý tlmí vysokofrekvenčné oscilácie, ktoré sa môžu vyskytnúť pri vyšších frekvenciách. Je potrebný, pretože chceme zabezpečiť, aby mal zosilňovač ilúziu rovnakej impedancie zo strany reproduktora pri všetkých frekvenciách.

Na obrázku môžeme vidieť, že reproduktor je zložený z cievky a rezistora. Čím sa cievka viac zahrieva, tým je menej priepustná a obvod sa stáva menej stabilný. Ako protiváhu použijeme kondenzátor C_4 a rezistor R_5 , ktorých hodnoty sú zvolené podľa obrázka. Keďže náš reproduktor má impedanciu 8Ω , tak hodnota R_5 by mala byť tiež 8Ω , ale kvôli dostupnosti a cene súčiastok si postačíme s hodnotou 10Ω . Kondenzátor by mal mať zvolenú hodnotu podľa vzorca na obrázku:

$$C = \frac{L}{R^2}$$

kde:

- L je indukčnosť reproduktora SP_1
- R je impedancia reproduktora SP_1
- C je hodnota kondenzátoru C_4



Obr. 3: Boucherot cell

keďže indukčnosť nášho reproduktora nie je v dátovom liste spomenutá tak použijeme hodnotu 1mH, ktorá je bežná pre reproduktory v tejto kategórii. Po dosadení dostaneme $C_4 = 100nF$.

Táto dvojica komponentov zároveň odstraňuje šum a praskanie a robí celý obvod viac stabilný. Ak by sme ešte chceli zvýšiť basy nášho reproduktora, tak vieme hodnotu C_5 mierne zvýšiť. Pre naše využitie to bude $R_5 = 10\Omega$ a $C_4 = 100nF$.

Kondenzátor C_5

Je to takzvaný coupling kondenzátor, ktorý funguje ako high pass filter, ktorý narozdiel od low pass filtra vyfiltruje frekvencie pod počuteľné spektrum, teda menej ako 20Hz a zároveň odstráni DC zložku napätia zo signálu. Hodnotu C_5 chceme voliť vyššiu, rádovo v stovkách až tisíckach μF . Pre naše potreby bude stačiť $C_5 = 100\mu F$. Využijeme vzorec pre high pass filter:

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC}$$

kde:

- f_c je frekvencia, od ktorej nižšia frekvencia už bude vyfiltrovaná
- R je hodnota reproduktora SP_1
- C je hodnota kondenzátoru C_5

Ak poznáme impedanciu reproduktora a frekvenciu, ktorú chceme filtrovať, tak vieme použiť odvodený vzorec:

$$C = \frac{1}{2\pi R f_c}$$

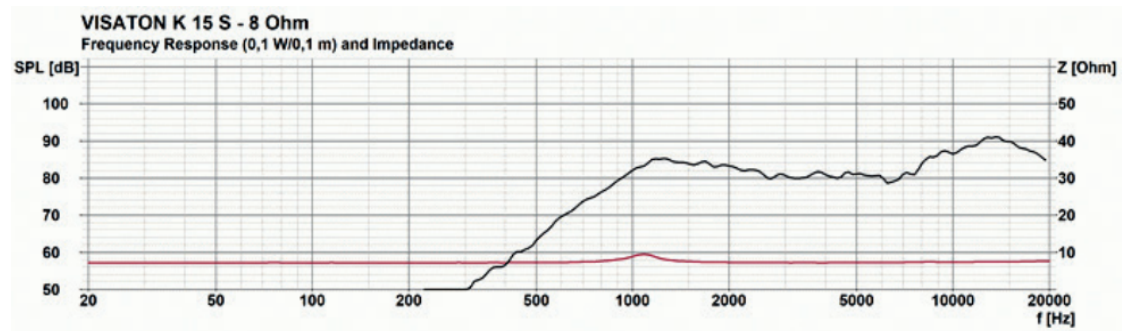
Je dobré spomenúť, že ak reproduktor nie je schopný nejakú frekvenciu prehrať, tak ak máme nastavený high pass filter nižšie, tak ju reproduktor aj tak neprehrá - stačí hodnotu nastaviť podľa dátového listu reproduktora - u nás to je približne 200Hz, takže bude stačiť hodnota $C_5 = 100\mu F$.

Kondenzátor C_1

V dátovom liste LM386 na strane 17 - časť 10 sa píše, že sa odporúča použiť uzemnený kondenzátor v blízkosti pinu 3.

Reproduktor SP_1

Na LM386 vieme pripojiť hociktorý reproduktor s impedanciou $4 - 32\Omega$, my sme si vybrali s hodnotou 8Ω . Ako je vyššie spomenuté a viditeľné v grafe nižšie, reproduktor nedokáže prehrať frekvenciu nižšiu ako približne 200Hz.



Obr. 4: Frekvenčná charakteristika reproduktora

LED KAA-3528SRSGS

Tieto LED diódy sú využité v schéme readera v projekte Deadlock.

Schéma zapojenia

Používame odporúčanú schému zapojenia z dátového listu na strane 6

Komponenty v obvode

LED diódy LED_1 a LED_2

Skladajú sa z 2 diód - zelenej a červenej farby, ktoré sa dajú nezávisle na sebe ovládať.

Parameter	Červená	Zelená	Jednotka
Kapacita	45	15	pF
Forward Voltage	1.85	2.2	V
Max. forward Current	30	25	mA

V tabuľke vyššie vidíme pre nás dôležité parametre z tabuliek v dátovom liste na strane 3.

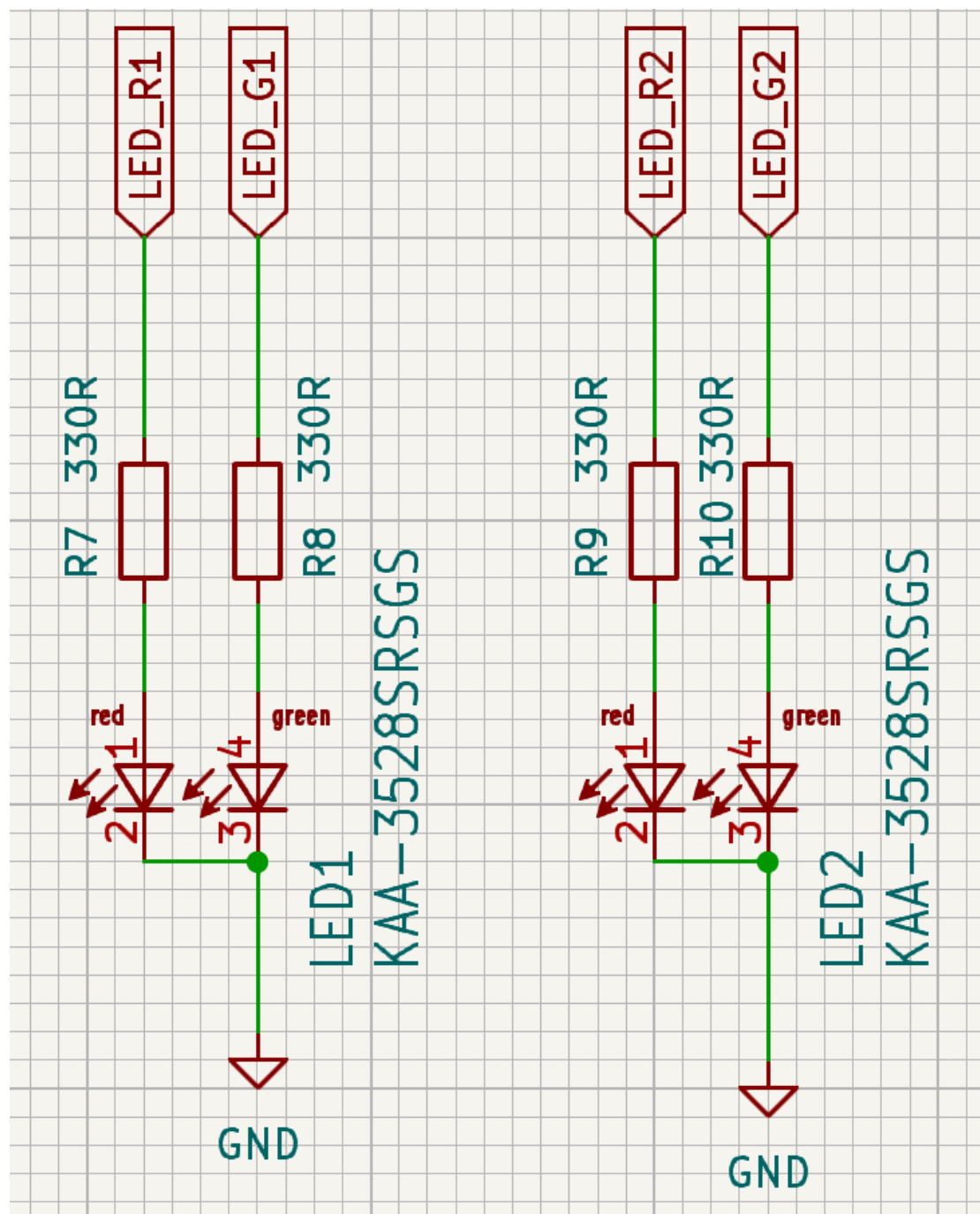
Rezistory

Vybrali sme si rezistory s hodnotou 330Ω , aby redukovali prúd ktorý tečie cez diódy, aby sa nezničili. Za predpokladu že napätie V_{in} , ktoré tečie do každého rezistoru je $5V$, tak vieme vypočítať prúd podľa tohto vzorca:

$$I = \frac{V_{in} - V_{fw}}{R}$$

kde: - V_{in} je vstupné napätie - V_{fw} je forward voltage konkrétnej diódy - R je impedancia rezistora pred diódou

Po dosadení hodnôt dostaneme pre červenú diódu hodnotu $9mA$. Výpočet:



Obr. 5: Schéma

$$I = \frac{V_{inRed} - V_{fwRed}}{R_{red}} = \frac{5 - 1.85}{330} = 9mA$$

Po dosadení hodnôt dostaneme pre zelenú diódu hodnotu $8.5mA$. Výpočet:

$$I = \frac{V_{inGreen} - V_{fwGreen}}{R_{green}} = \frac{5 - 2.2}{330} = 8.5mA$$

Tieto hodnoty sú nižšie ako max. forward current, takže nám vyhovujú.

V dátovom liste sa tiež píše, že sa odporúča použiť prúd $20mA$. Ak by sme sa chceli riadiť týmto odporúčaním, tak by sme pre výpočet rezistora použili vzorec:

$$R = \frac{V_{in} - V_{fw}}{I}$$

Pre červenú diódu to bude:

$$R = \frac{V_{in} - V_{fw}}{I} = \frac{5 - 1.85}{20 \times 10^{-3}} = 157.5\Omega$$

Pre zelenú diódu to bude:

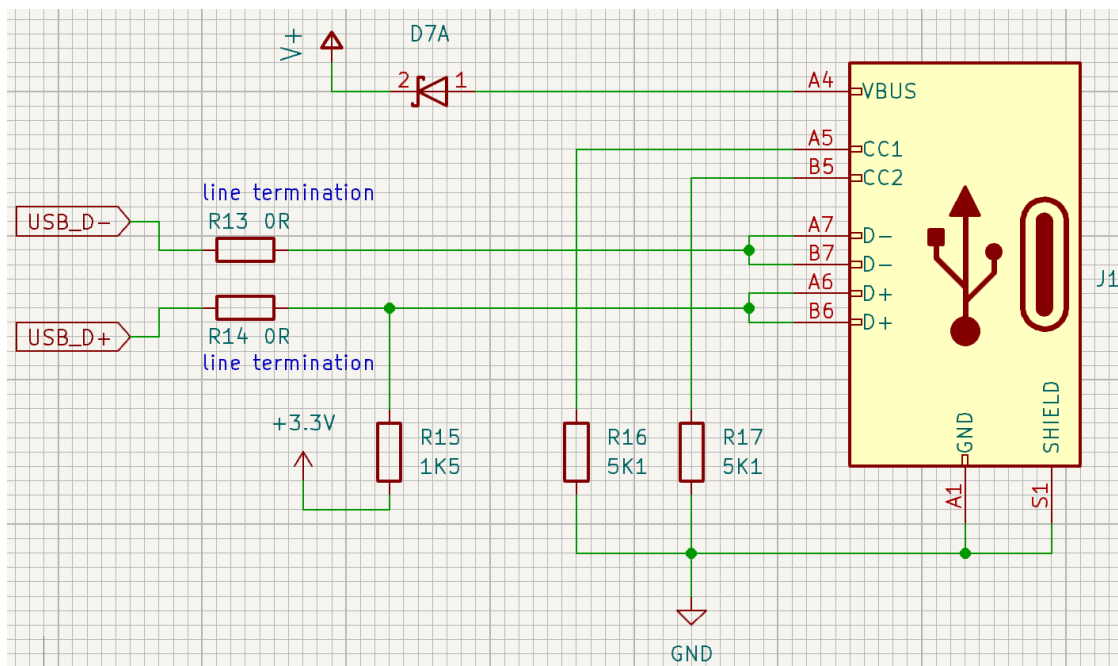
$$R = \frac{V_{in} - V_{fw}}{I} = \frac{5 - 2.2}{20 \times 10^{-3}} = 140\Omega$$

Vybrali by sme si teda rezistor so strednou hodnotou 150Ω , kde by cez červenú diódu tiekol prúd $21mA$ a cez zelenú $19mA$, čo sú hodnoty z rozsahu.

USB interface

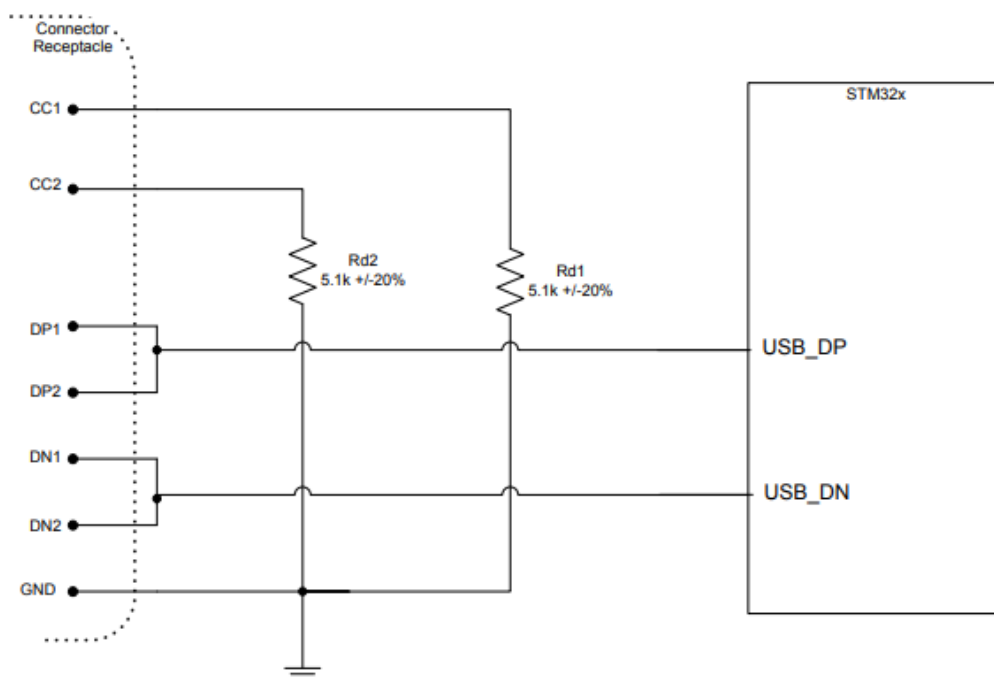
Tento USB interface je využitý v schéme readera v projekte Deadlock.

Schéma zapojenia



Obr. 6: Schéma

Schéma je z aplikačnej poznámky na strane 19, Figure 10.



Obr. 7: Figure 10

Rozdelenie pinov

Tieto piny využívame v našej schéme, ostatné sa nachádzajú v tabuľke 2 na strane 6 a 7.

Pin	Názov	Popis
A4	VBUS	Bus power
A5, B5	CC1 alebo VCONN	Configuration channel or power for active or electronically marked cable
A6, B6	D+	USB2.0 Data line
A7, B7	D-	USB2.0 Data line
A1	GND	Ground return

Komponenty a ich hodnoty

Rezistory R_{13} a R_{14}

Tieto rezistory nie sú potrebné, ale slúžia ako ukončovacie rezistory, ktoré zabráňujú odražaniu signálu a tým zvyšujú jeho kvalitu.

Rezistor R_{15}

Kvôli splneniu USB2.0 full-speed electrical špecifikácie, D+ pin musí byť pripojený s $1.5k\Omega$ pull up rezistorom na napätie v rozsahu 3.0 až 3.6V. Tento rezistor je niekedy zabudovaný na D+ linke, dá sa to overiť podľa tabuľky 4 na strane 3 a 4 v poslednom stĺpci.

Rezistory R_{16} a R_{17}

Podľa tabuľky 6 na strane 10 potrebujeme pripojiť na piny CC1 aj CC2 $5.1k\Omega$ pull-down rezistory