Komunikacijski vmesnik z galvansko ločitvijo z optičnimi vlakni

Timotej Benigar

E-pošta: tb5258@student.uni-lj.si

**Povzetek.** V članku sta predstavljeni sestava in rezultati testiranja komunikacijskega modula z galvansko ločitvijo izvedeno z optičnimi vlakni.

**Ključne besede:** komunikacijski vmesnik, optična vlakna

# Uvod

V sodobnih elektronskih sistemih se pogosto srečamo s potrebo po vzpostavitvi komunikacijskih povezav med napravami, ki so galvansko ločene. To pomeni, da napravi nimata fizične povezave med seboj, kar preprečuje pretok toka med njima, ker sta na različnih potencialih. Galvanska ločitev je pomembna iz več razlogov:

* Varnost: preprečuje električne udare in poškodbe naprav in elementov zaradi neželenih sprememb napetosti in toka
* Motnje: zmanjšuje širjenje EMI (elektromagnetnega hrupa/interference) na signal
* Združljivost: omogoča povezovanje naprav z različnimi ozemljitvenimi potenciali
* Funkcionalnost: omogoča prenos podatkov med napravami z različnimi napajalnimi napetostmi

Eden od načinov za dosego galvanske ločitve v komunikacijskih sistemih je uporaba optičnih vlaken. Optična vlakna so svetlobni vodniki, ki namesto električnih signalov prenašajo svetlobne impulze. To omogoča prenos podatkov med napravami brez fizične povezave, s čimer se izognemo prej omenjenim težavam.

Aplikacije takšnih vmesnikov so pomembne na številnih področjih, kot so telekomunikacije, pri medicinski opremi, industrijski avtomatizaciji in v računalniških omrežjih.

# Vezje

## Koncept

Vmesnik je sestavljen iz dveh identičnih tiskanih vezij, ki sta med seboj povezani preko dveh optičnih kablov, ki zagotavljata komunikacijo v obe smeri. Na vsakem vezju je uporabljen HFBR05 oddajnik in sprejemnik.

Slika, ki vsebuje besede besedilo, diagram, načrt, shematično

Opis je samodejno ustvarjen

Slika 1: KiCAD shema vmesnika

## Oddajnik

Notranje vezje oddajnika je prikazano na sliki 2 in ga sestavlja samo svetlobni vir. Maksimalen tok čez diodo ne sme presegati 80 mA, zato je v tokokrogu upor R1, izračunan po enačbi 1:

(1)

(ID – izbran tok čez diodo, maksimalen 80 mA, minimalen upor 44 Ω, US – napajalna napetost, UD – napetost na diodi )

Slika, ki vsebuje besede besedilo, diagram, pisava, oblikovanje

Opis je samodejno ustvarjen

Slika 2: HFBR05 oddajnik

Napajanje in signali so povezani preko TTL-232\_3v3 konektorja. Napajanje je na anodo oddajnika lahko peljano direktno če je napetost 5 V, ali pa prek DC/DC pretvornika, ki dvigne napetost iz 3,3 V na 5 V. To lahko izbiramo z mostičkom JP1 na sliki 1.

Signal, ki ga pošiljamo – TXD je povezan na vrata MOSFET tranzistorja BSP295. S tem se glede na signal tranzistor odpira in zapira in s tem spušča tok čez diodo, ki pošilja svetlobni signal čez optični kabel.

## Sprejemnik

Vezje sprejemnika, prikazano na sliki 3, sestavlja fotodioda vezana na vhod operacijskega ojačevalnika, izhod katerega krmili tranzistor. V ohišju je tudi 1 kΩ upor.

Slika, ki vsebuje besede besedilo, diagram, pisava, vrstica

Opis je samodejno ustvarjen

Slika 3: HFBR05 sprejemnik

Ko prek optičnega kabla dobimo signal 1, tranzistor prevaja in potencial izhoda VO postane 0. V obratnem primeru, ko dobimo signal 0, je napetost enaka napajalni napetosti VCC. Izhod je torej treba invertirati, kar naredimo z inverterjem 74LVC1G14.

Izhodna napetost je sedaj pogojena z napajanjem inverterja. Za primere, ko potrebujemo izhodni signal 3,3 V, lahko preko mostička JP2 izbiramo ali direktno povezavo na napajanje, če je dovoljen signal 5 V oziroma je napajalna napetost že 3,3 V, ali povezavo prek regulatorja napetosti TLV1117-33, ki na izhodu zagotavlja napetost 3,3 V.

## PCB shema

Na sliki 4 so prikazane realne povezave elementov na tiskanem vezju. To vezje ni še funkcionalno, ker pri načrtovanju ni bilo upoštevano, da bo bila plast bakra samo na eni strani, zato niso vse GND ploskve povezane med sabo. Napaka je bila naknadno popravljena, povezave so bile narejene z deli žic, kot kaže slika 5.

Slika, ki vsebuje besede besedilo, posnetek zaslona, zemljevid, diagram

Opis je samodejno ustvarjen

Slika 4: KiCAD PCB shema

Slika, ki vsebuje besede elektronika, vezje, elektronsko inženirstvo, elektronska komponenta

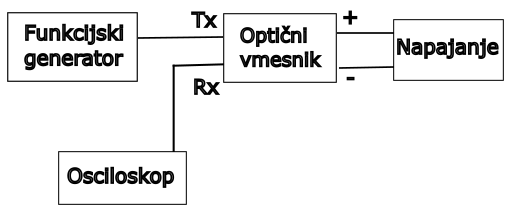
Opis je samodejno ustvarjen

Slika 5: Tiskano vezje

# Rezultati testiranja

## Testiranje s funkcijskim generatorjem

Najprej sem delovanje vezij preizkusil s funkcijskim generatorjem (FG).



Slika : Diagram testiranja vezja s funkcijskim generatorjem

Slika, ki vsebuje besede besedilo, posnetek zaslona, programska oprema, večpredstavnostna programska oprema

Opis je samodejno ustvarjen

Slika 7: Signala Tx (modra) in Rx (črna), FG frekvenca 100 kHz

Na sliki 7 sta prikazana poslani signal Tx in sprejeti signal Rx. Vidimo da že pri frekvenci 100 kHz generiran signal ni čisto pravokoten. Možen razlog je izhodna impedanca funkcijskega generatorja. To pride še bolj v izraz pri frekvenci 1 MHz, kot kaže slika 8, kjer generiran signal sploh ni več pravokoten.

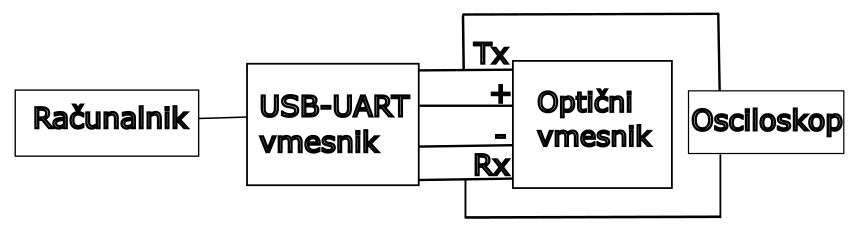
Slika, ki vsebuje besede besedilo, posnetek zaslona, programska oprema, večpredstavnostna programska oprema

Opis je samodejno ustvarjen

Slika 8: Signala Tx (modra) in Rx (črna), FG frekvenca 1 MHz

Signali zaradi nezamerljive izhodne impedance FG pri vedno višjih frekvencah bili vedno manj pravokotni.

## Testiranje z računalnikom



Slika 9: Diagram testiranja vezja z računalnikom

Za testiranje prek računalnika je bil uporabljen program *Br@y terminal*. V programu se izbere *baud rate* (BR), torej hitrost prenosa in simbole iz ASCII tabele, ki jih pošiljamo. Za hitrejše testiranje sem testiral vsako PCB ploščico posebej, eno vezje je oddajalo in sprejemalo isti signal.

Na slikah 10, 11 in 12 so prikazani zajeti signali Tx in Rx pri hitrostih prenosa podatkov 9600, 115200 in 256000.

Slika, ki vsebuje besede besedilo, posnetek zaslona, programska oprema, večpredstavnostna programska oprema

Opis je samodejno ustvarjen

Slika 10: Signala Tx (modra) in Rx (črna) pri BR 9600

Slika, ki vsebuje besede besedilo, posnetek zaslona, programska oprema, večpredstavnostna programska oprema

Opis je samodejno ustvarjen

Slika 11: Signala Tx (modra) in Rx (črna) pri BR 115200

Slika, ki vsebuje besede besedilo, posnetek zaslona, programska oprema, večpredstavnostna programska oprema

Opis je samodejno ustvarjen

Slika 12: Signala Tx (modra) in Rx (črna) pri BR 256000

Opazimo lahko, da tudi v teh primerih poslani signal ni čisto pravokoten, kar se pri nižjih hitrostih prenosa ne opazi (slika 10), pri višjih hitrostih pa je popačenje že bolj vidno (sliki 11, 12). Do BR 256000, limite uporabljenega programa, so bili prebrani znaki ASCII tabele enaki poslanim. Izkazalo se je, da je bila zakasnitev med začetkom naraščanja signala Tx in preklopom signala Rx iz 0 na 1 za vse merjene vrednosti približno enaka – tabela 1. Če bi se to ponovilo tudi pri BR višjih od 256000, komunikacija preko izdelanega vmesnika ne bi bila zanesljiva.

Tabela 1: Rezultati testiranja preko računalnika

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| BR | Ton | Tperioda | Zakasnitev (med zač. vzpona Tx in preklop. Rx) |
| 9600 | 104,15 µs | 208 µs | 266,5 ns |
| 19200 | 52,291 µs | 104,358 µs | 266,5 ns |
| 56000 | 18,09 µs | 35,73 µs | 266,5 ns |
| 115200 | 8,92 µs | 17,3 µs | 248,58 ns |
| 256000 | 4,14 µs | 7,82 µs | 252,96 ns |

# Zaključek

Predstavljen je bil vmesnik za galvansko ločeno komunikacijo med napravami z uporabo optičnih vlaken. Razvit vmesnik je sposoben prenašati podatke s hitrostjo, ki je zadostna za številne aplikacije.

Testiranje s funkcijskim generatorjem je pri frekvencah višjih od 100 kHz pokazalo vedno bolj popačen vhodni signal, kar pomeni tudi naraščajočo nezanesljivost s frekvenco.

Testiranje z računalnikom je pokazalo zanesljivo komunikacijo do 256000 BR. Vhodni signal je tudi v tem primeru kazal bolj izrazito popačenje z višanjem hitrosti prenosa.

V prihodnjih raziskavah bi bilo potrebno preučiti delovanje vmesnika pri višjih hitrostih prenosa in testirati vmesnik v okoljih z izrazito elektromagnetno interferenco in s tem preveriti odpornost na hrup.