# VHODNO – IZHODNE NAPRAVE

**POROČILO Z LABORATORIJSKIH VAJ**

PRIIMEK IN IME \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 VPISNA ŠTEVILKA \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 SKUPINA ŠT. \_\_\_\_\_

**Splošna navodila**

Opisi postopkov naj bodo kratki in jedrnati – vendar morajo iz njih biti razvidne vse podrobnosti, ki so potrebne za razumevanje in tudi ponovitev celotnega postopka. Dodajte tudi posnetke ekranov in ostale grafične prikaze kot podporo vsebini.

Vključite predvsem lastne ugotovitve, spoznanja in razlage dobljenih rezultatov in postopkov meritev. Pri večini vprašanj (če ni drugače zahtevano) odgovorite s prikazom ekranske slike in kratko razlago njene vsebine. Tudi opis merilnega postopka, oznaka merilnega kabla in nastavitve naprav so pomemben del odgovorov oziroma opisov merilnih postopkov.

**Posebna navodila za prehodno leto 2022/23**

Poročilo pač izpolnite z vsebinami, ki jih imate. Navodila so bila podana sproti pri vajah. Vkolikor ste manjkali na merilnih vajah LV1, LV2, LV3 ali LV4, lahko pridete meritve opraviti naknadno. Neobvezne (dodatne) vsebine so označene z zvezdico \*.

**Povabilo**

*Dobrodošli tudi na drugih tozadevnih izbirnih predmetih in v laboratoriju s kakršnokoli željo, idejo, pobudo ali pripravljenostjo nekaj narediti in se izpopolniti na tem področju. Kar nekaj praktičnih nalog trenutno rešujemo, skupaj z gospodarstvom.*

# DN2-VP1 Osnovno TinkerCad vezje – brez mikrokrmilnika Arduino

Naredite svoje vezje z uporabo osnovnih sestavnih elementov. Rešitev delite v skupnem OneNote zvezku (prostor za sodelovanje, sekcija DN2-1 TinkerCad) in kratko opišite tukaj (skupaj s sliko vezave).

# DN2-VP2 Napredno TinkerCad vezje – z mikrokrmilnikom Arduino

Naredite svoje vezje z uporabo osnovnih sestavnih elementov in mikrokrmilnika Arduino. Rešitev delite v skupnem OneNote zvezku (prostor za sodelovanje, sekcija DN2-2 TinkerCad+Arduino) in kratko opišite tukaj (skupaj s sliko vezave).

# DN2-VP3 Vezava »Breadboard« in -STM32 mikrokrmilnik

Naredite svoje osnovno vezje z uporabo osnovnih sestavnih elementov, prototipne plošče (»Breadboard«) in mikrokrmilnika STM32. Rešitev delite v skupnem OneNote zvezku (prostor za sodelovanje, sekcija DN2-B Breadboard+STM32) in kratko opišite tukaj (skupaj s sliko vezave).

**DN2-AV1.1** **Simulacija odbojev za lab. meritve**

Simulirajte delovanje prenosne linije v orodju LTSpice za vsa možna razmerja upornosti Rs, RL in R0 in prikažite potek napetosti na vhodu in izhodu iz linije. Parametre in simulacijo naredite tako, da bo čimbolj podobna realnim rezultatom meritev pri lab. vaji LV1. Dobljene poteke napetosti predstavite skupaj z rezultati realnih meritev v nalogi LV2 in jih primerjajte s komentarjem.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **----** | **RL > R0** | **RL = R0** | **RL < R0** |
| **RS < R0** |  |  |  |
| **RS = R0** |  |  |  |
| **RS > R0** |  |  |  |

# DN2-AV1.2 Simulacija odbojev na naslovni liniji

Na sliki je prikazana realna situacija vezave naslovnih linij. Z orodjem LTSpice simulirajte odboje na izbrani naslovni linji za različne, spodaj naštete scenarije zaključitev.

Različni možni načini zaključitve:

* Brez zaključitve:

 Rsrc = 24 Ω, Rb = 1M Ω

* Serijska zaključitev

 Rser + R3 = R0 = 70 Ω

* Paralelna AC zaključitev\*

 Rpar = 70 Ω = R0 , Cpar = 5 pF

* Obojestranska zaključitev\*

 Rser + R3 = R0 = 70 Ω

 Rpar = 70 Ω = R0 , Cpar = 5 pF

*\*Neobvezni del: primerjajte porabo (el.tok) z ostalimi; lahko tudi spreminjate Cpar.*



# DN2-LV1: Meritve dolžine linije in karakt. upornosti R0

**LV1-1 Meritev dolžine linije (l):**

S pomočjo meritve potovalnega časa in pridobljenih podatkov (specifikacij) o liniji izračunajte karseda točno dolžino linije. Če je mogoče, svoj izračun preverite tudi z merilnimi oznakami linije. Prikažite sliko meritve, opišite merilne pogoje, izračun in kratko razložite potek meritev in vašo intepretacijo dobljenih rezultatov ter vaše ugotovitve.

**LV1-2 Meritev karakteristične upornosti linije (R0)**

S pomočjo meritev napetosti v dveh točkah v t.i. 1. kvadrantu matrike odbojev 3x3 izračunajte karseda točno karakteristično upornost linije. Prikažite sliko meritve, opišite merilne pogoje, izračun in kratko razložite potek meritev in vašo intepretacijo dobljenih rezultatov ter vaše ugotovitve.

**\*LV1-N: Neobvezni izzivi**

1. Meritev karakteristične upornosti linije z multimetrom (R0)

Podan je komplet kablov in opreme z multimetrom. Razmislite ali je mogoče s tem kompletom določiti karakteristično upornost linije in če je mogoče, opišite vse podrobnosti. Sicer utemeljite nasprotni odgovor.

# DN2-LV2: Meritve odbojev in presluhov

# LV2-1 Meritve odbojev (razl. razmerja Rv, Rb–matrika 3x3)

Izmerite in skicirajte potek uS (t) in u**L**(t) za vseh devet mogočih kombinacij razmerij RS in RL v primerjavi z R0.

* Prikažite ustrezne **posnetke ekranov osciloskopa in simulacij (DN2-3)**
* **s simulacijo v programu LTSPICE (DN2-AV1.1)** poskusite biti **čim bližje realnim meritvam**
* Preverite in komentirajte: **ujemanje** simulacije pravih meritev, **pravilnost** delovanja, **prednosti/slabosti različnih kombinacij.**

# LV2-2 - Vpliv časa vzpona/padca – omejevanje odbojev

**Kratko razložite, pri kateri vrednosti za čas vzpona ( tr ) se začne manjšati vpliv odbojev.**

Vse odgovore utemeljite s pomočjo teoretičnega znanja in rezultatov realnih meritev z zaslonskimi slikami ter oboje povežite z ustrezno razlago.

# LV2-3 - Presluh – meritve na UTP kablu

**LV2-3a Meritve bližnjega in daljnega presluha**

Podajte **izmerjene vrednosti napetostnih nivojev** bližnjega presluha upb(0,t) na vhodu linije in daljnega presluha upd(l,t) na izhodu linije.

Preverite in komentirajte tudi **pravilnost časovnega poteka** glede na prej izmerjen čas potovanja po povezavi (LV1-1).

**LV2-3b Vpliv zaključitev linij na bližnji in daljni presluh**

Opazujte vpliv zaključitev na liniji B na amplitudo in potek bližnjega in daljnega presluha (najprej **obojestranska zaključitev**, potem pa **zaključitev iztaknite na isti strani**, kjer merite presluh in nato še **na obeh straneh**).

**\*Izziv:** Kratko pojasnite, ali in kako bi lahko izračunali bližnjo preslušno konstanto KB.

**LV2-3c Omejevanje presluhov v UTP kablu**

Opišite in v praksi izvedite postopek za omejevanje presluha na UTP kablu. Opišite in prikažite ekranske slike za obe vrsti presluha ter za vsakega analizirajte učinkovitost postopka.

Kako se (bližnji, daljni) presluh spremeni s **spremembo razmerja tr/τ?** Kako spremenjen čas vzpona vpliva na bližnji in daljni presluh? Kako se to vidi na osciloskopu?

# \*LV2-4 Neobvezno: Meritve presluhov na ploščatem kablu

**LV2-4a Meritev časa potovanja**

Izmerite čas potovanja signala po ploščatem kablu (opišite postopek in rezultat). Meritev izvedite ob zaključenih linijah in ozemljeni povezavi št. 2.

**LV2-4b Meritev karakteristične upornosti**

Izmerite in podajte izračun za karakteristično upornost ploščatega kabla (opišite postopek in rezultat). Meritev izvedite podobno kot smo to naredili v podobnih prejšnjih primerih - ob primerno zaključenih linijah (50Ω, ∞Ω) in ozemljeni povezavi št. 2.

**LV2-4c Meritve bližnjega in daljnega presluha**

Podajte izmerjene vrednosti napetostnih nivojev bližnjega presluha upb(0,t) na vhodu linije in daljnega presluha upd(l,t) na izhodu linije (priključki 2,3,8).

Preverite in komentirajte tudi pravilnost časovnega poteka glede na izmerjen čas potovanja po povezavi (LV3-1a).

**LV2-4d Vpliv zaključitev linij na bližnji in daljni presluh**

Opazujte vpliv zaključitev na linijah 2 do 8 (uporovne letvice) na amplitudo in potek bližnjega in daljnega presluha (najprej obojestranska zaključitev, potem pa zaključitev iztaknite na isti strani, kjer merite presluh in nato še na obeh straneh).

**\* Izziv:** Kratko pojasnite, ali in kako bi lahko izračunali bližnjo preslušno konstanto KB.

**LV2-4e Omejevanje presluhov v ploščatem kablu**

Opišite in v praksi izvedite dva postopka za omejevanje presluha na ploščatem kablu. Opišite in prikažite ekranske slike ter analizirajte njuno učinkovitost.

1. Opazujte **vpliv ozemljitve na liniji 2** (na enem ali obeh koncih, izberite bolj izrazito situacijo) na amplitudo bližnjega in daljnega presluha na liniji 3.
2. Kako se presluh spremeni s **spremembo razmerja tr/τ?** Kako spremenjen čas vzpona vpliva na bližnji in daljni presluh? Kako se to vidi na osciloskopu?

# LV3 Meritve očesnega vzorca in ostalih signalov

**LV3-1,2,3,4 Meritve očesnega vzorca**

**LV3-1 Meritev časa potovanja**

Izmerite čas potovanja signala po kablu (opišite postopek in rezultat). Meritev izvedite ob zaključenih linijah. Določite tudi dolžino linije karseda natančno.

**LV3-2 Meritev strmine vzpona/padca signala**

Izmerite in izračunajte strmino prehoda signala (»slew rate«) iz RS232 in CMOS oddajnika. Preverite, ali je vrednost pri RS232 znotraj omejitve maksimalne hitrosti spremembe po RS232 standardu (30V/µs).

**LV3-3 Meritev očesnega vzorca ob zaključeni liniji**

Pri pravilno zaključeni liniji s FRI-SMS (izhod SPI) generirajte psevdonaključni pravokotni signal in opazujte sliko očesnega vzorca na izhodu linije pri različnih frekvencah signala (glejte tabelo v spodaj), ekranske slike podajte za „prelomno“ frekvenco):

1. Iz oddajnika RS-232
2. Iz oddajnika CMOS

**LV3-4 Meritev očesnega vzorca ob nezaključeni liniji**

Pri nezaključeni liniji (na vhodu manjša upornost in izhodu odprte sponke) s FRI-SMS (izhod SPI) generirajte psevdonaključni pravokotni signal in opazujte sliko očesnega vzorca na izhodu linije pri različnih frekvencah signala (izpolnite tabelo v spodaj), ekranske slike podajte za „prelomno“ frekvenco):

1. Iz oddajnika RS-232
2. Iz oddajnika CMOS

*Nasveta za podnaloge (a) in (b):*

* *meritve izvedite z naraščanjem frekvence signala in predvsem določite mejo, kjer očesni vzorec postane nesprejemljiv (ekranske slike podajte za najvišjo frekvenco, kjer je očesni vzorec še sprejemljiv). Nadaljnje višanje frekvence ni več potrebno.*
* *vkolikor napetostni nivo ne ustreza že pri prvi meritvi (f=187.5kHz), potem s potenciometroma subjektivno popravite napetostne nivoje, da bodo bolj vidni (ustrezni), določite napetostne meje spodnjega in zgornjega nivoja (»Cursor«) in nadaljujete meritev s povečevanjem frekvence (seveda vse nastavitve in to posebnost omenite tudi v poročilu)*

Zaključna tabela izvedenih meritev – STM32H7:

|  |
| --- |
| **Meritev očesnega vzorca Merilna linija št. [1-4] vrsta kabla** |
| **Linija** | **Zaključena linija** | **Nezaključena linija** |  |
| **Oddajnik** | **CMOS** | **RS232** | **CMOS** | **RS232** |  |
| **Frekvenca****[kHz]** | **VHOD\*** | **IZHOD** | **VHOD\*** | **IZHOD** | **VHOD\*** | **IZHOD** | **VHOD\*** | **IZHOD** | **Komentar** |
| **187.5** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **375** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **750** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **1500** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **3000** |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |
| **Fmax** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Komentar** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Zaključna tabela izvedenih meritev – FRI SMS:

|  |
| --- |
| **Meritev očesnega vzorca Merilna linija št. [1-4] vrsta kabla** |
| **Linija** | **Zaključena linija** | **Nezaključena linija** |  |
| **Oddajnik** | **CMOS** | **RS232** | **CMOS** | **RS232** |  |
| **Frekvenca****[kHz]** | **VHOD\*** | **IZHOD** | **VHOD\*** | **IZHOD** | **VHOD\*** | **IZHOD** | **VHOD\*** | **IZHOD** | **Komentar** |
| **200** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **480** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **600** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **800** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **1200** |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |
| **1600** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **2400** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **4800** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Fmax** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Komentar** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Pomen morebitnih oznak:

++ očesni vzorec zadošča obema kriterijema

+ očesni vzorec zadošča vizualnemu kriteriju (npr. odprtost očesa in ne formalnim napetostnim nivojem)

* očesni vzorec ne ustreza

\* … Meritve na vhodu niso obvezne (lahko kot dodatna naloga)

***\*Neobvezno/dodatno:*** *lahko izvedete meritve še na drug(em/ih) kablih. Za te dodatne meritve lahko dodate manj (le nekaj izbranih) ekranskih slik in nekaj razlage dobljenih rezultatov.*

# LV4 CANBUS - Meritve in programiranje IEX modula

**LV4-1 Meritev CANBUS signalov**

Izmerite stanje signalov ob izbranem CANBUS sporočilu v primeru nezaključene in zaključene linije. Izračunajte bitno hitrost CANBUS komunikacije. Prikažite slike in opišite postopke.

**LV4-2 Cypro IDE in IEX Modul**

Na STM32H7 naložite program za osnovni IEX modul (pri tem spremenite njegov naslov NAD na unikatno številko). Na COM portu opazujte izpise prejetih/oddanih sporočil. Povežite ga s CANBUS vodilom in preverite v Cypro IDE, ali ga je zaznal. Dokumentirajte in opišite postopek.

<https://github.com/LAPSyLAB/STM32H7_Discovery_VIN_Projects/tree/main/STM32H750B-DK_C_CAN_IEX_Module_Base>

***\*Neobvezno/dodatno:* LV4-3 IEX Modul na STM32H7**

*Dopolnite osnovni program za IEX modul na STM32H7 vsaj s sprejemom QX sporočil in oddajo IX sporočil, da se bo na modulu lahko uporabilo tudi tipke in LED diode. Program lahko razširite še na PWM izhoda in ADC vhoda.*

# LV5 Meritve tipal in signalov (PWM,I2C,SPI,UART)

*Izberite in rešite čimveč izzivov in ustrezno dokumentirajte postopke.*

**LV5a: Izzivi LV1-LV4**

**Neobvezni izzivi**

1. Meritev karakteristične upornosti linije z multimetrom (R0)
2. Preizkusi različnih tipal (IR,UZ razdalja, PIR, Hall, …)
3. Meritve deformacij UTP kabla
4. \*LV2-4 - Presluh – meritve na ploščatem kablu

***\**LV4-3 IEX Modul na STM32H7**

*Dopolnite osnovni program za IEX modul na STM32H7 vsaj s sprejemom QX sporočil in oddajo IX sporočil, da se bo na modulu lahko uporabilo tudi tipke in LED diode. Program lahko razširite še na PWM izhoda in ADC vhoda.*

**LV5b Meritve signalov – STM32H7 Signal generator - izziv**

**Neobvezni izzivi**

1. UART PB14
2. PWM PA3
3. SPI PD3(SCK), PI3 (MOSI)
4. I2C PD12(SCL), PD13(SDA)
5. CANBUS CN1 (FDCAN1: CAN-L, CAN-H

**Meritve UART signala**

Določite bitno hitrost in znak(e), ki se prenašajo po UART TTL povezavi.

**Meritve PWM signala**

Določite periodo, frekvenco PWM signala in ustrezno glasbeno noto.

**Meritve SPI signala**

Določite bitno hitrost prenosa in ugotovite vsebino signala SPI2 z nastavitvami: CPOL=0, CPHA=0, naprava LIS3DSH, …

**Meritve I2C signala**

Določite bitno hitrost prenosa in ugotovite vsebino signala I2C4.

**Meritve CANBUS signala**

Določite bitno hitrost prenosa in določite vsebino signala CANBUS, ki se prenaša ob nastavitvah: 11b ID = 0x555, 2 bajta 0xCC, bit-stuff (po 5 enakih bitih), …

# Primer reševanja izziva: Ultrazvočni senzor razdalje

Uporabite generator in osciloskop ter preizkusite delovanje UZ tipala oddaljenosti. Generator ima vlogo vzbujanja UZ senzorja (Trig vhod); določite frekvenco pravokotnega signala in pazite, da bo izhodni signal med 0 in 5V (senzor višjih napetosti ne dovoljuje). Na osciloskopu spremljajte stanje vhoda Trig in izhoda Echo hkrati. Spremljajte dogajanje pri približevanju in oddaljevanju objekta (uporabite večjo površino, da bodo odboji izraziti) ter analizirajte delovanje senzorja

Prikažite ekranski sliki pri 2 različnih oddaljenostih objekta. Razdaljo izmerite in izračunajte ter primerjajte dobljene rezultate. Dodajte tudi svoje ugotovitve o delovanju UZ senzorja.