



Vhodno izhodne naprave

Laboratorijska vaja 8 - LV1

Meritve dolžine, karakteristične impedance linije

Laboratorijska vaja 8 - LV1

■ MS Teams – LAPSy Embedded Academy

The screenshot displays the MS Teams interface for the 'LAPSy Embedded Academy' channel. The left sidebar shows the channel name and a list of files under the 'Kanali' section. The main area shows a list of files for the '7. Vhodno izhodne naprave (VIN)' channel. The file 'VIN LAB 08.01 LV1 - Meritve lastnosti linij_Uvod v meritve prenosnih li...' is highlighted with a red dashed box.

7. Vhodno izhodne naprave (VIN)

Name	Modified
VIN LAB 07.01 AV1 - Simulacija vezij v orodju LTSpice_Uvod v LTSpice.mp4	April 13
VIN LAB 07.02 AV1 - Simulacija vezij v orodju LTSpice_Osnovno vezje s kondenzator...	April 13
VIN LAB 07.03 AV1 - Simulacija vezij v orodju LTSpice_Osnovno vezje s tuljavo.mp4	April 13
VIN LAB 07.04 AV1 - Simulacija vezij v orodju LTSpice_Osnovni model prenosne linij...	April 13
VIN LAB 07.05 AV1 - Simulacija vezij v orodju LTSpice_Simulacija in razrešitev proble...	April 13
VIN LAB 07.06 AV1 - Simulacija vezij v orodju LTSpice_Nalogi za reševanje.mp4	April 13
<input checked="" type="checkbox"/> VIN LAB 08.01 LV1 - Meritve lastnosti linij_Uvod v meritve prenosnih li...	April 8
VIN LAB 08.02 LV1 - Meritve lastnosti linij_Meritev dolžine prenosne linije.mp4	April 8
VIN LAB 08.03 LV1 - Meritve lastnosti linij_Meritev karakteristične upornosti prenos...	April 8
VIN LAB 09.01 LV2 - Meritve odbojev v linijah_Meritve odbojev v različnih razmerjih...	April 8
VIN LAB 09.02 LV2 - Meritve odbojev v linijah_Odboji v praksi.mp4	April 8
VIN LAB 10.00 LV3 - Meritve presluhov v linijah_Uvod v meritve presluha.mp4	April 8

Laboratorijska vaja 8 - LV1

- 8.0: Uvod v meritve prenosnih linij
- 8.1: LV1-1: Meritev dolžine linije (l)
- 8.2: LV1-2: Meritev karakteristične upornosti linije (R_0)
- DN2-LV1: DN2-LV1 Meritve dolžine linije in R_0

LV1: Izziv

- a) Meritev karakteristične upornosti linije (R_0) z multimetrom

LEA – Portal z vsebinami VIN

■ MS Teams – LAPSy Embedded Academy

The screenshot displays the MS Teams interface for the 'LAPSy Embedded Academy' channel. On the left, the channel navigation pane is visible, with the 'Dokumentacije, gradiva' link highlighted. The main area shows two document libraries. The first library, titled 'Osciloskopi', contains several PDF documents and a folder. The second library, titled 'Generatorji', contains a folder and several PDF documents. The interface includes a top navigation bar with options like '+ Novo', 'Naloži', 'Uredi v mrežnem pogledu', and 'Daj v skupno r...'. The document lists include columns for 'Name', 'Modified', and 'Modified By'.

LAPSy Embedded Academy

- Domača stran
- Zvezek za predavanja
- Classwork
- Dodeljene naloge
- Ocene
- Reflect
- Insights

Kanali

Splošno

1. Assembly programming ARM I (RA-LAB-ENG)
1. Programiranje v zbirniku ARM I (RA-LAB)
2. Programiranje v zbirniku ARM II (OR-LAB I)
3. Programiranje v zbirniku ARM III (Razv. plošče)
4. Programiranje v C (OR,VIN-LAB-STM32H7)
5. Računalniška arhitektura (RA)
6. Organizacija računalnikov (OR)
7. Vhodno izhodne naprave (VIN)
8. Projekti
9. Tečaji, diplome in ostale vsebine
98. TODO

Dokumentacije, gradiva > Laboratorijska oprema > Osciloskopi

Name	Modified	Modified By
DHO900_DataSheet_EN.pdf	Pred nekaj sekunda...	Rozman, Robert
DHO900_QuickGuide_EN.pdf	Pred nekaj sekunda...	Rozman, Robert
DHO900_UserGuide_EN.pdf	Pred nekaj sekunda...	Rozman, Robert
dho924s.png	Pred nekaj sekunda...	Rozman, Robert
Starejši	Pred približno eno ...	Rozman, Robert

Dokumentacije, gradiva > Laboratorijska oprema > Generatorji

Name	Modified	Modified By
Starejši	Pred 4 min	Rozman, Robert
DG900Pro_DataSheet_EN.pdf	Pred 3 min	Rozman, Robert
DG900Pro_QuickGuide_EN.pdf	Pred 3 min	Rozman, Robert
DG900Pro_UserGuide_EN.pdf	Pred 3 min	Rozman, Robert
dg902pro.png	Pred 3 min	Rozman, Robert

Seznam uporabljenih instrumentov:

- funkcijski generatorji:
 - RIGOL DG 902 Pro

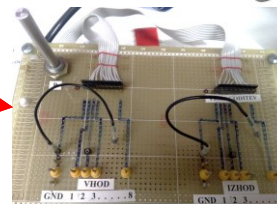
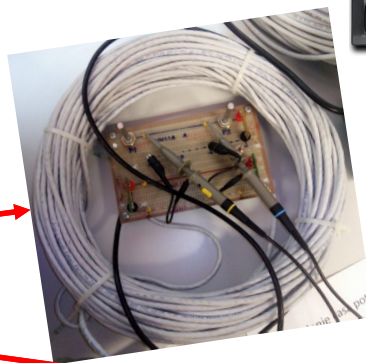


- osciloskopi RIGOL DH0914



Linije

- Koaksialni kabli
- UTP Cat5e
- Ploščati kabli

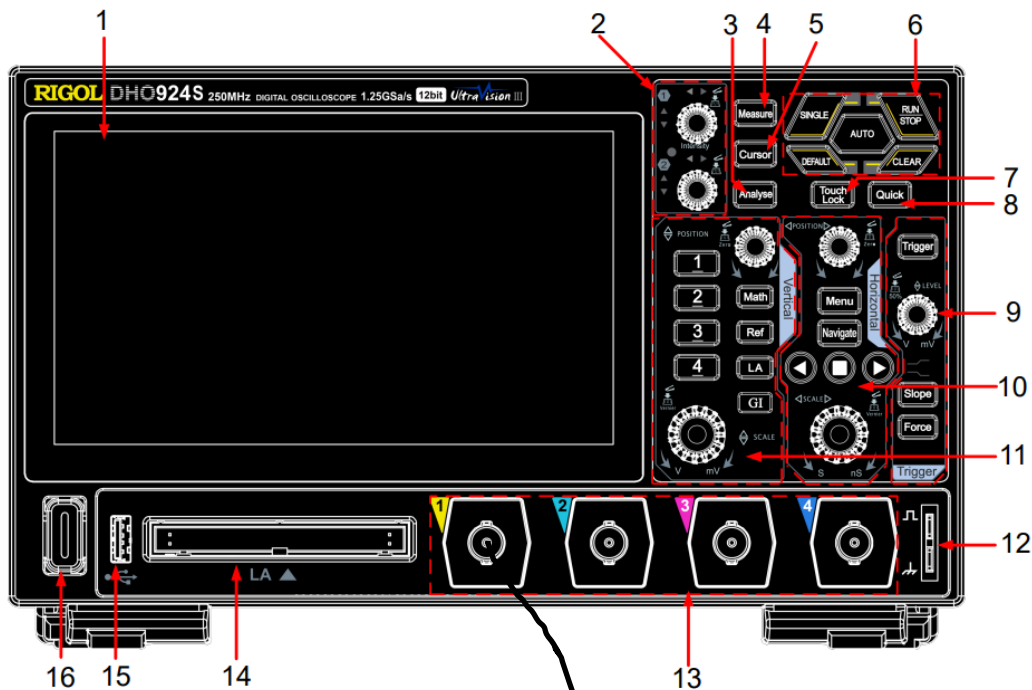


Spoznavanje merilne opreme...

Generator signalov: pravokotni signal, 100 KHz, ampl. 5V, Offset 2.5V



Osciloskop - shema



- | | | | |
|---|--|----|---|
| 1 | 7" Capacitive Touch Screen | 9 | Trigger Controls |
| 2 | Multipurpose Knobs | 10 | Horizontal Controls |
| 3 | Analyse Key | 11 | Vertical Controls |
| 4 | Measure Key | 12 | Probe Compensation Signal Output Terminal/Ground Terminal |
| 5 | Cursor Key | 13 | Analog Channel Input Terminals |
| 6 | Common Tools Keys | 14 | Digital Channel Input Terminal |
| 7 | Touch Lock Key | 15 | USB HOST Port |
| 8 | Quick Action Key (Self-defined function) | 16 | Power Key |

https://download.rigol.com/en/Manual/Digital%20Oscilloscope/DHO900/DHO900_QuickGuide_EN.pdf



Prednja stran osciloskopa - kontrole

Y-os (el. napetost)

- nastavitve merila [V/razdelek]
- pozicioniranje y-os
- prikaz kanalov da/ne

X-os (čas)

- nastavitve merila [s/razdelek]
- pozicioniranje

Prožilnik

- začetek prikaza
- tipično: poz. fronta in 50%



Pozicija



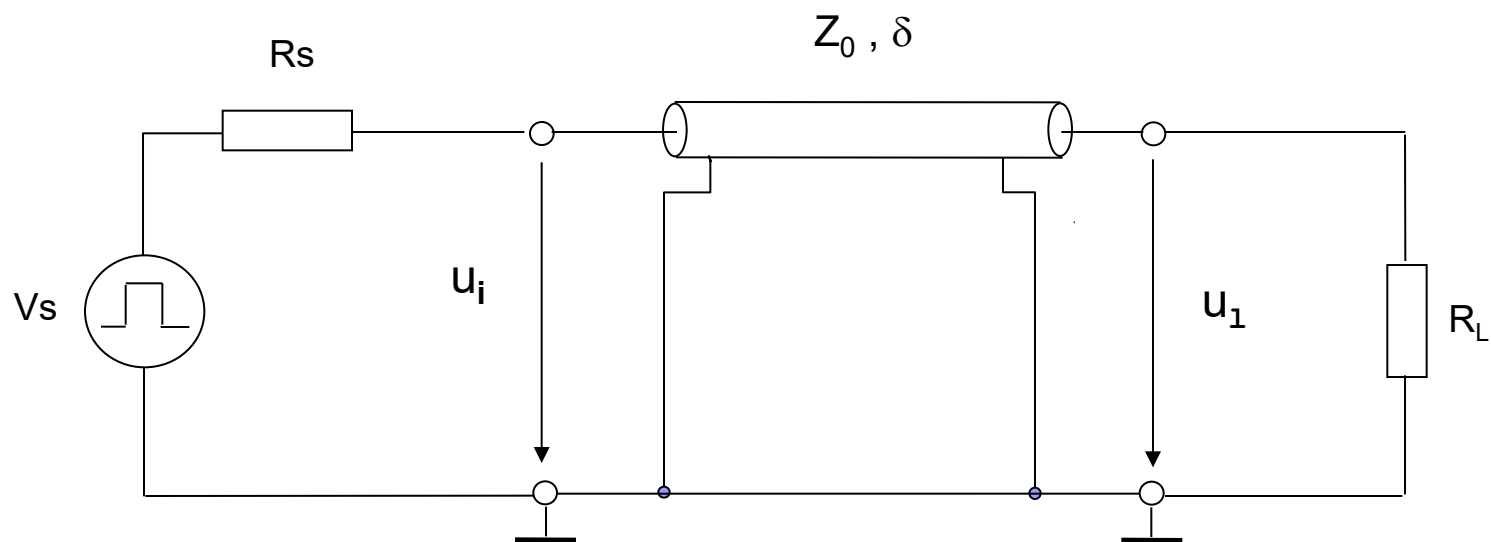
Skala



<https://rigolshop.eu/dho914.html>

Spoznavanje merilne opreme...

Model linije



V_s - Napetost izvora [V]

R_s - Upornost izvora - izhodna upornost oddajnika [Ω]

Z_0 - Karakteristična impedanca linije [Ω]

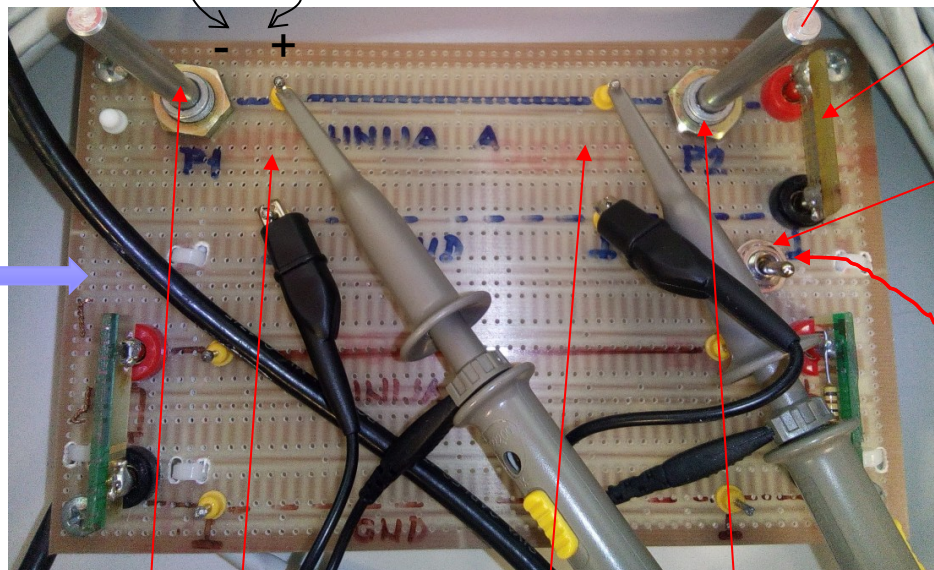
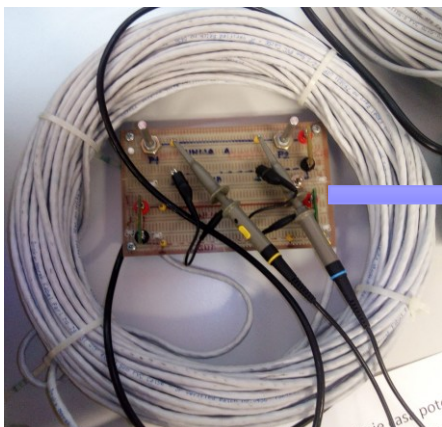
R_L - Upornost bremena - vhodna upornost sprejemnika [Ω]

δ - Zakasnitev signala na enoto dolžine [ns/m]

u_i - Napetost na vohodu v linijo [V]

u_1 - Napetost na izhodu linije [V]

Meritve prenosne linije

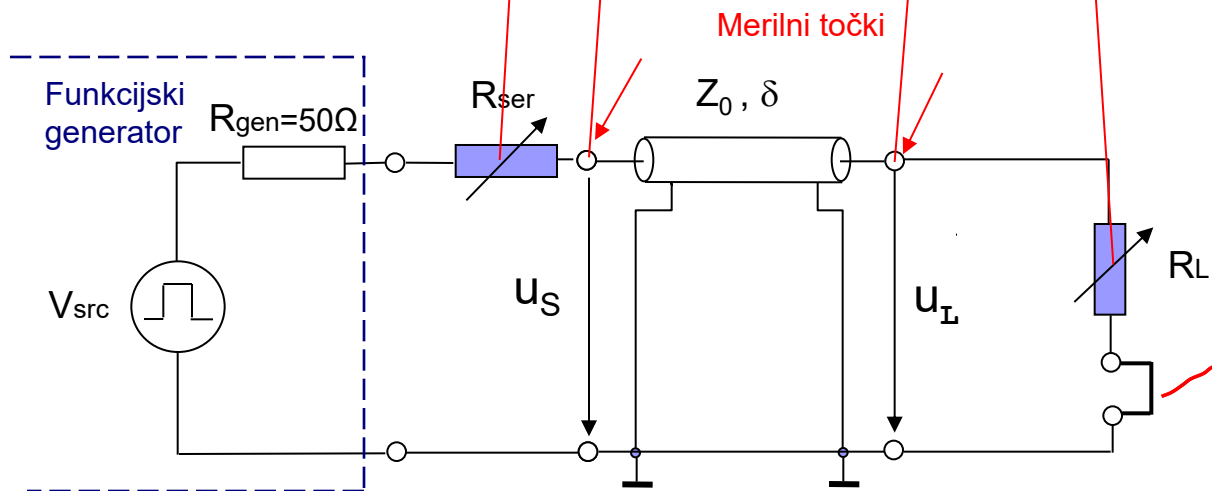


P1
- +

P2
- +

Zaključni upor

Srednji položaj:
Odrpte sponke!



Laboratorijska vaja 8 - LV1

- 8.0: Uvod v meritve prenosnih linij

- 8.1: LV1-1: Meritev dolžine linije (l)

- 8.2: LV1-2: Meritev karakteristične upornosti linije (R_0)

- DN2-LV1: DN2-LV1 Meritve dolžine linije in R_0

LV1: Izziv

- a) Meritev karakteristične upornosti linije z multimetrom (R_0)

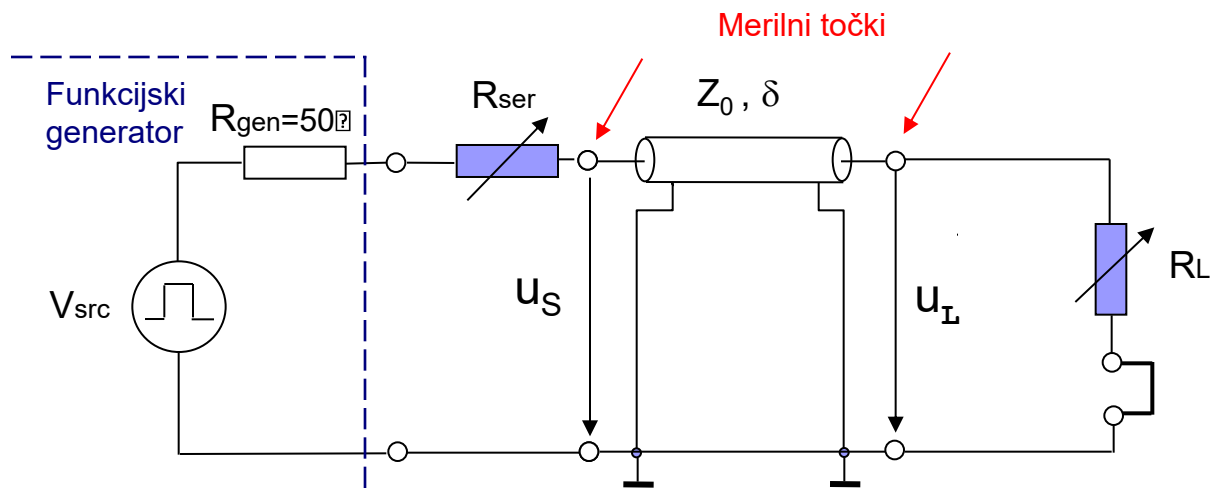
LV 1-1: Meritev dolžine prenosne linije

Impulzni generator uporabite kot izvor signala za napajanje linije, s pomočjo osciloskopa pa izmerite čas potovanja signala po liniji (τ).

Izračunajte še dolžino prenosne linije, če poznate zakasnitev na enoto dolžine:

- Koaksialni kabel $\delta = 5,1\text{ns/m}$ ($\approx 66\%$ svetlobne hitrosti)
- Parica (UTP Cat 5e) $\delta = 4,8\text{ns/m}$ ($\approx 69\%$ svetlobne hitrosti)
- Ploščat („Ribbon“) $\delta = 4,7\text{ns/m}$?? ($\approx 68\%$ svetlobne hitrosti) ??

Izračun dolžine še preverite z oznakami na kablu (če so)



LV 1-1: Meritev dolžine prenosne linije

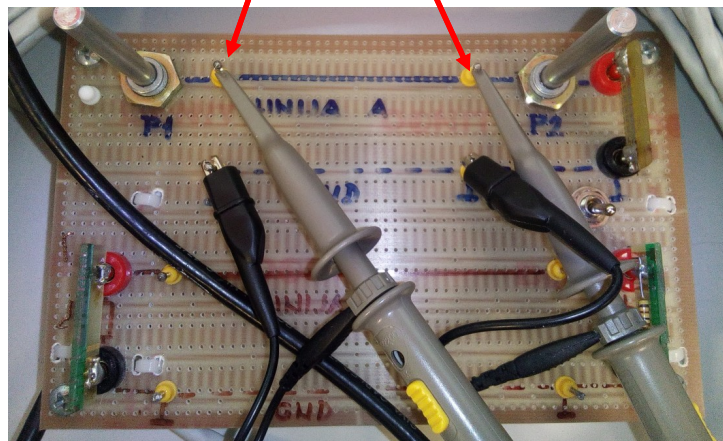
Nastavitve - generator signalov

- vklop generatorja
 - pravokotni signal („Square“)
 - frekvenca = 100 kHz
 - DC offset = 2.5V
- povezava
- vklop izhoda 1 („On/Off“)

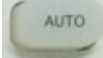


LV 1-1: Meritev dolžine prenosne linije

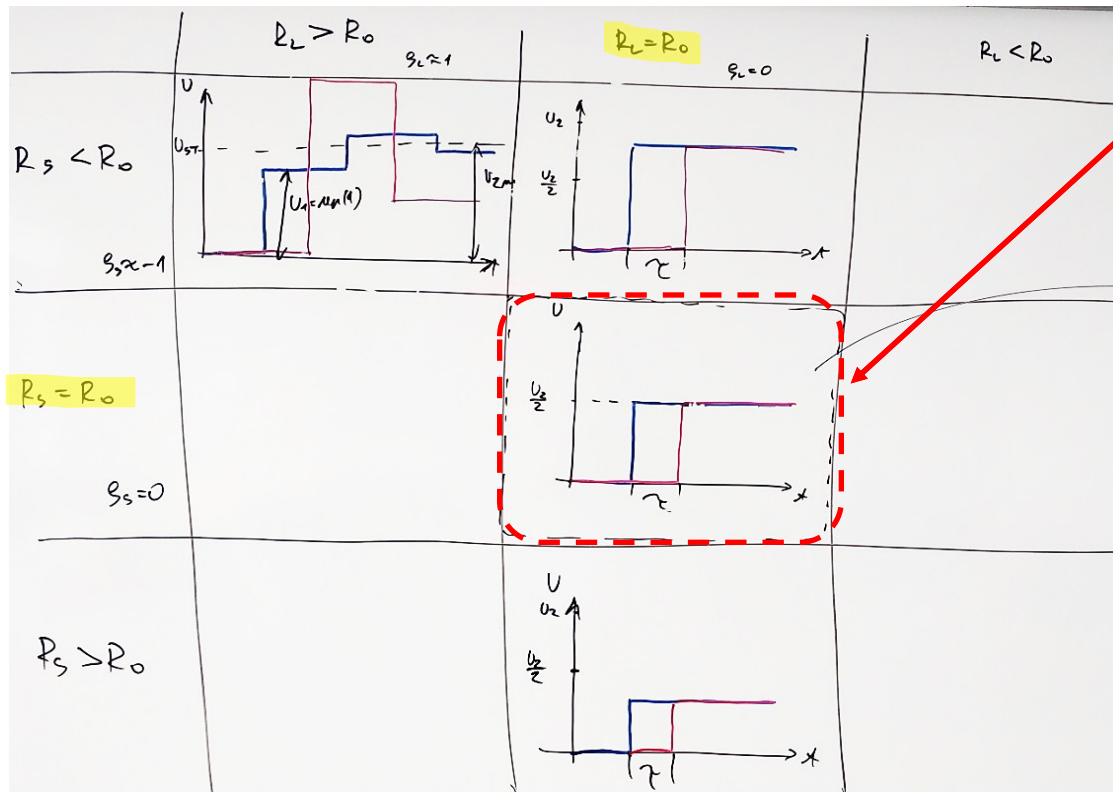
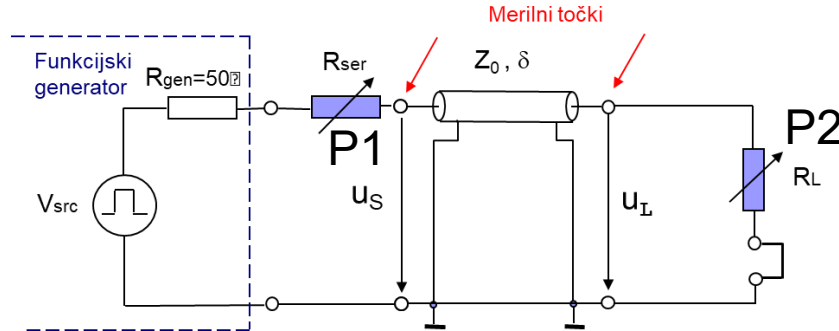
Nastavitve in povezave – osciloskop, linija



Osciloskop:

- vklop
- „AUTO“ gumb 
- kanala 1,2:
 - 1 (rumen) -> vhod
 - 2 (moder) -> izhod
- y: ≈ 1 V/razd.
- y: 0V izhodišče spodaj
- x: po potrebi

LV 1-1: Meritev dolžine prenosne linije

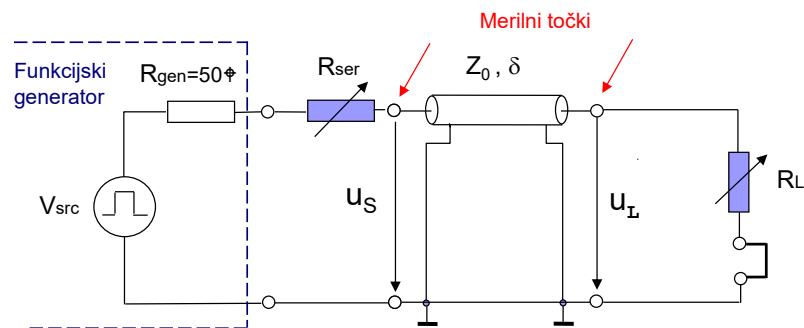
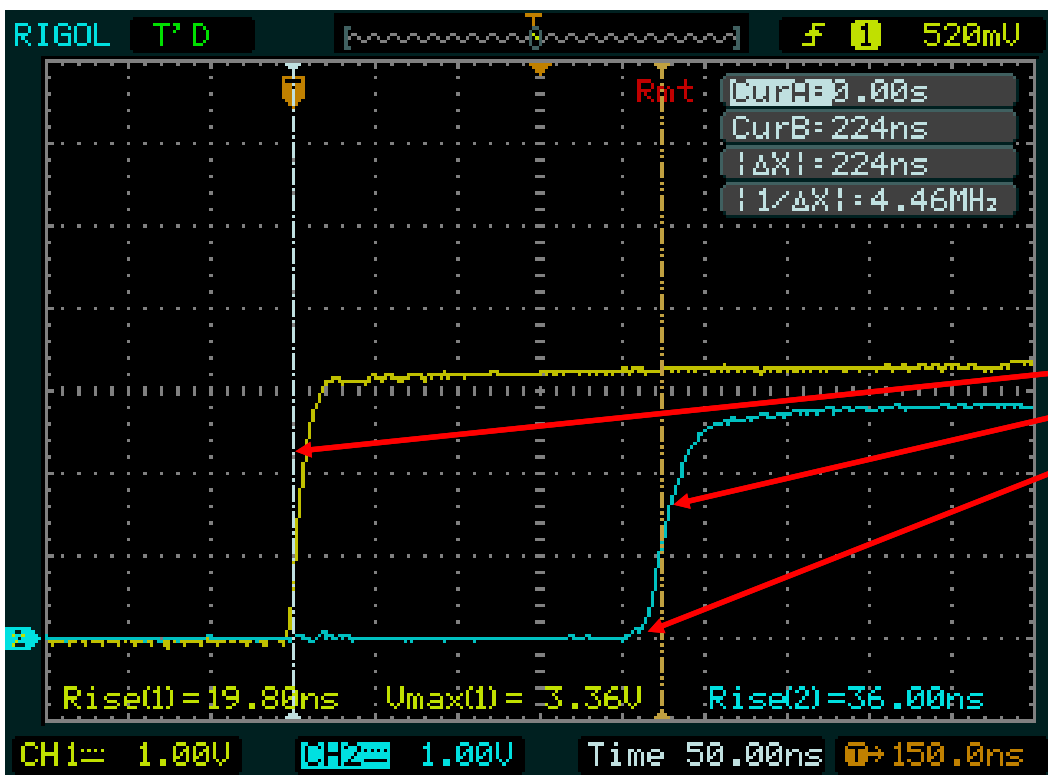


- Izberemo srednji kvadrant:
- P2: zaključimo (ni odbojev)
 - P1: srednji nivo napetosti na 2.5V

LV 1-1: Meritev dolžine prenosne linije

Izračunajte še dolžino prenosne linije, če poznate zakasnitev na enoto dolžine:

- Koaksialni kabel $\delta = 5,1\text{ns/m}$ ($\approx 66\%$ svetlobne hitrosti)
- Parica (UTP Cat 5e) $\delta = 4,8\text{ns/m}$ ($\approx 69\%$ svetlobne hitrosti)
- Ploščat („Ribbon“) $\delta = 4,7\text{ns/m}$?? ($\approx 68\%$ svetlobne hitrosti) ??



Različni strmini !

Točki meritve bolj spodaj (zakaj?):

- cursor -> X
- meritev $\Delta X =$ čas potovanja τ
- izračun dolžine
- preveritev izračuna z oznakami na kablju

LV 1-1: Meritev dolžine prenosne linije - protokol

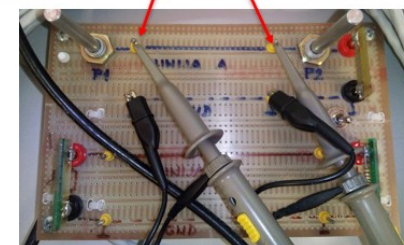
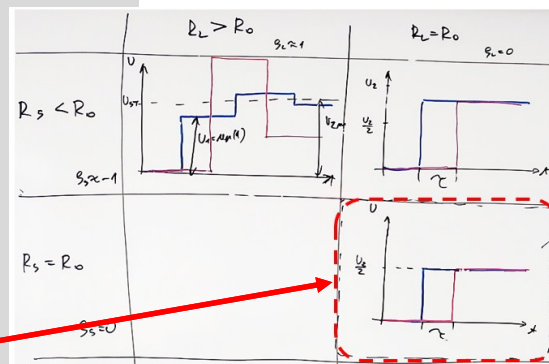
Generator

- vklop generatorja
 - pravokotni signal
 - frekvenca ≈ 100 kHz (vrtljiv gumb in $\langle \rangle$)
 - amplituda = 5V
 - DC offset = 2.5V
- povezava
- vklop izhoda („On/Off“)



Osciloskop:

- vklop
- „AUTO“ gumb
- kanala 1,2:
 - 1 (rumen) -> vhod
 - 2 (moder) -> izhod
 - y: ≈ 1 V/razd.
 - y: 0V izhodišče spodaj
 - x: po potrebi



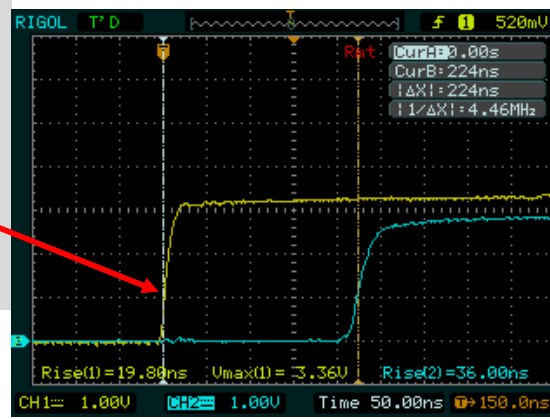
Meritev LV 1-1:

I. Izberemo srednji kvadrant:

- P2: zaključimo (ni odbojev)
- P1: srednji nivo napetosti na 2.5V

II. Točki meritve bolj spodaj:

- cursor -> X
- meritev ΔX = čas potovanja τ
- izračun dolžine
- preveritev izračuna z oznakami na kabl



Laboratorijska vaja 8 - LV1

- 8.0: Uvod v meritve prenosnih linij
- 8.1: LV1-1: Meritev dolžine linije (l)
- 8.2: LV1-2: Meritev karakteristične upornosti linije (R_0)
- DN2-LV1: DN2-LV1 Meritve dolžine linije in R_0

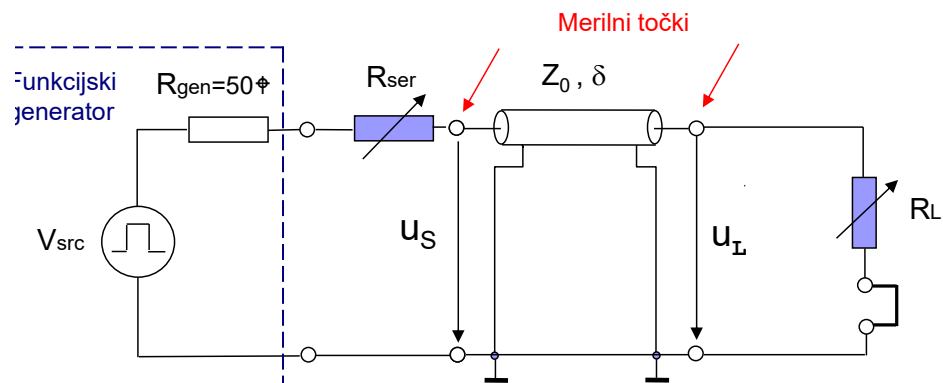
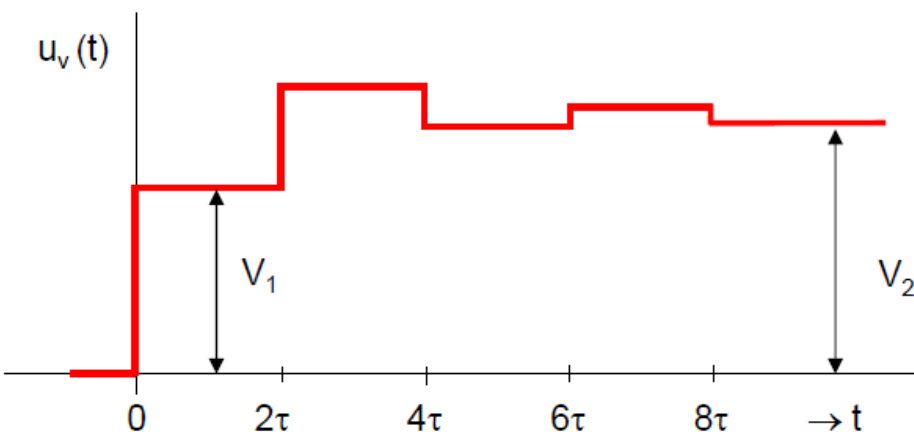
LV1: Izziv

- a) Meritev karakteristične upornosti linije z multimetrom (R_0)

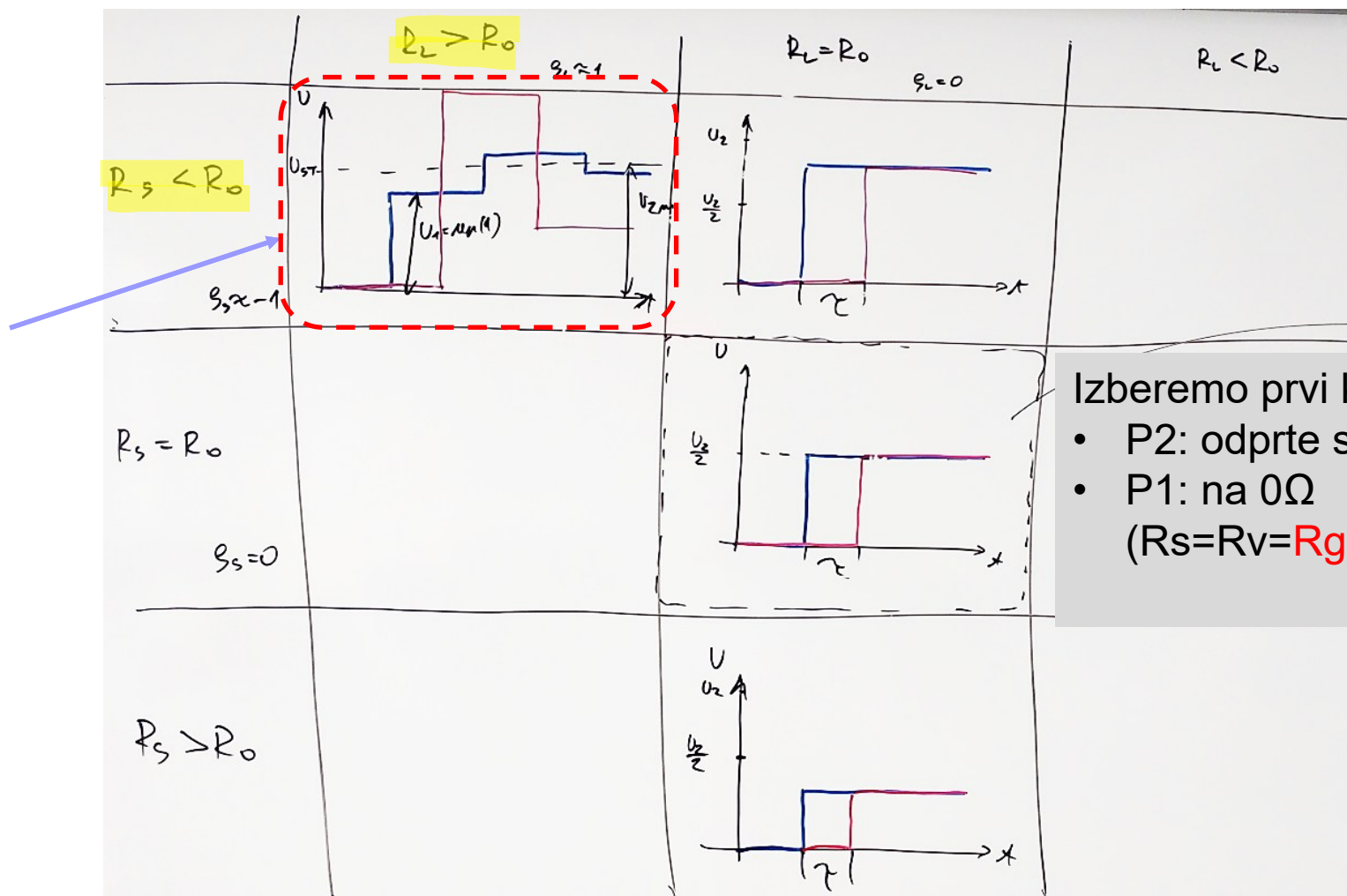
LV 1-2: Meritev karakteristične upornosti prenosne linije

Izhodna upornost funkcijskega generatorja je $R_{IZH}=50\Omega$, na izhodu linije pa pustite odprte sponke $R_b = \infty$.

S pomočjo osciloskopa izmerite napetost prvega vala $V_1 = u_V(0+)$ in napetost v stacionarnem stanju $V_2 = u_V(t > 10\tau)$ na vhodu linije ter izračunajte karakteristično upornost linije R_0 .



LV 1-2: Meritev karakteristične upornosti prenosne linije



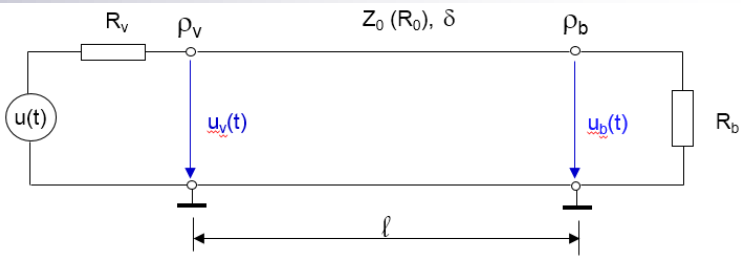
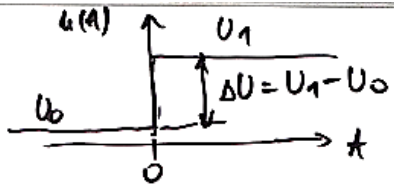
Izberemo prvi kvadrant:

- P2: odprte sponke
- P1: na 0Ω

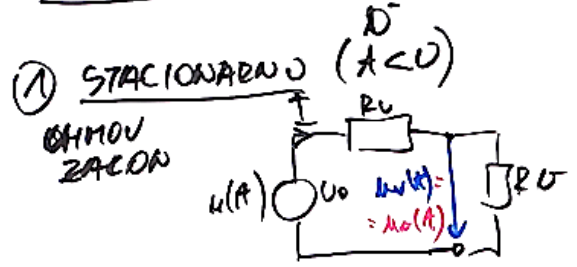
($R_s=R_v=R_{gen}=50\Omega$)

Recept analize odbojev

ODBOJ

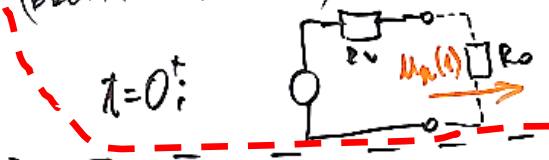


DAŽE:



$$u_v(0^-) = u_{Bv}(0^-) = \frac{U_0}{R_v + R_{Bv}} \cdot R_{Bv}$$

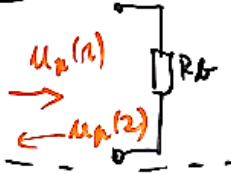
② SPREMENBA ΔU ($t = 0$)
(PREH. POJAVI - ODBOJ) $\Delta U = U_1 - U_0$



STAC ↓

$$u_v(0^+) = u_v(0^-) + \frac{\Delta U}{R_v + R_0} \cdot R_0$$

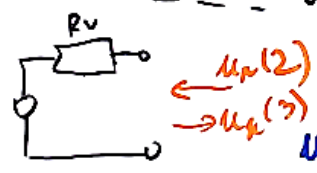
$t = \tau$:



STAC ↓ PRIPOTOJE ↓ ODBOJ

$$u_{Bv}(\tau) = u_{Bv}(0^-) + u_{Bv}(1) + u_{Bv}(1) \cdot S_{Bv}$$

$t = 2\tau$:



PRIDE ↓ ODBOJ

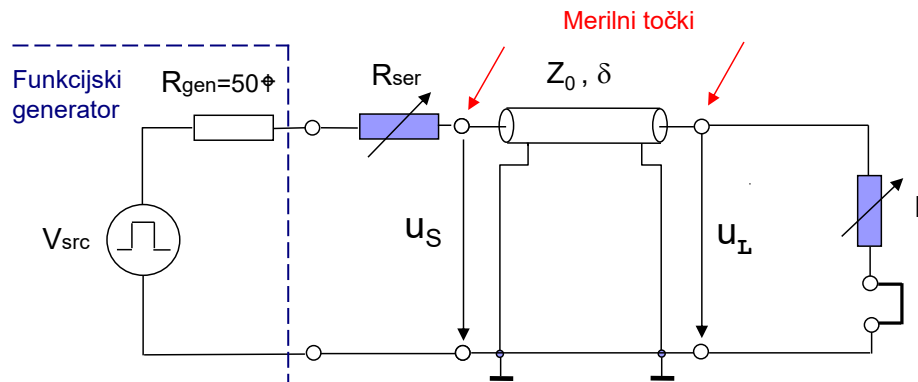
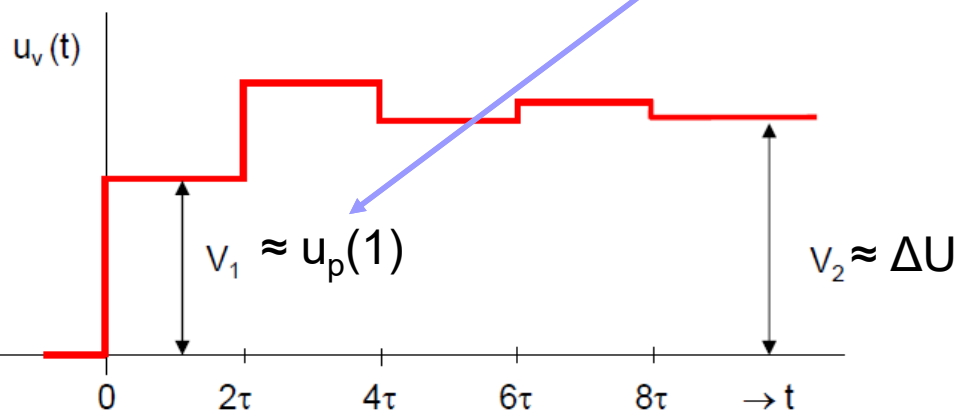
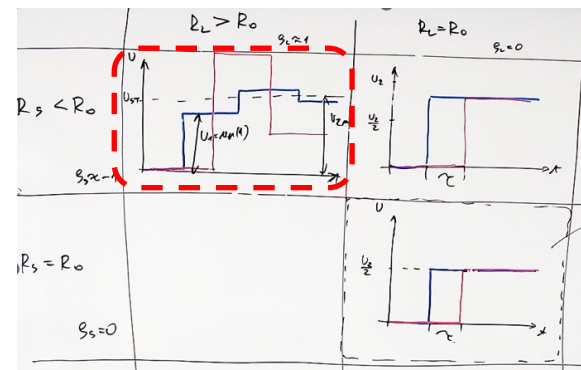
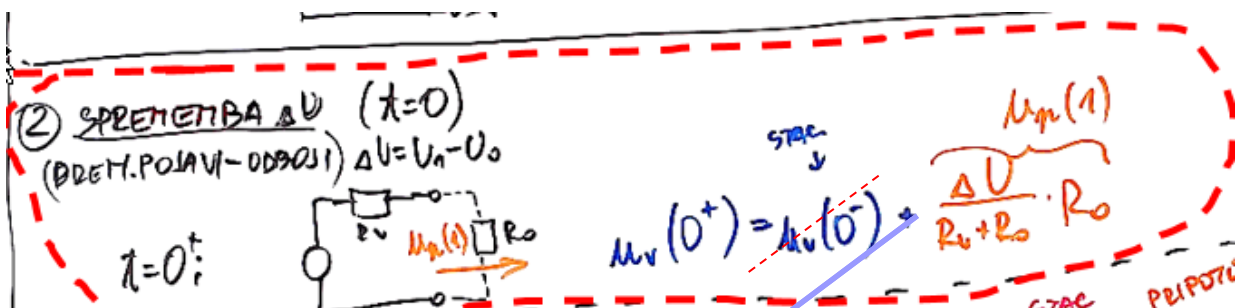
$$u_v(2\tau) = u_v(0^+) + u_{Bv}(2) + u_{Bv}(2) \cdot S_{Bv}$$

③ STACIONARNO ($t \gg 10\tau$)
OHMOV ZAKON

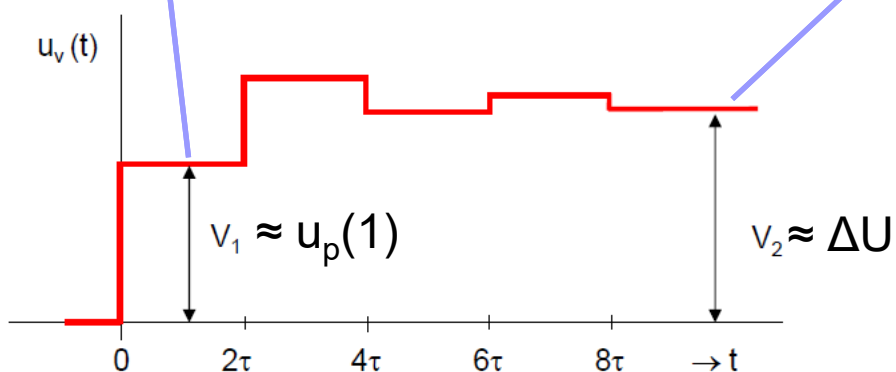
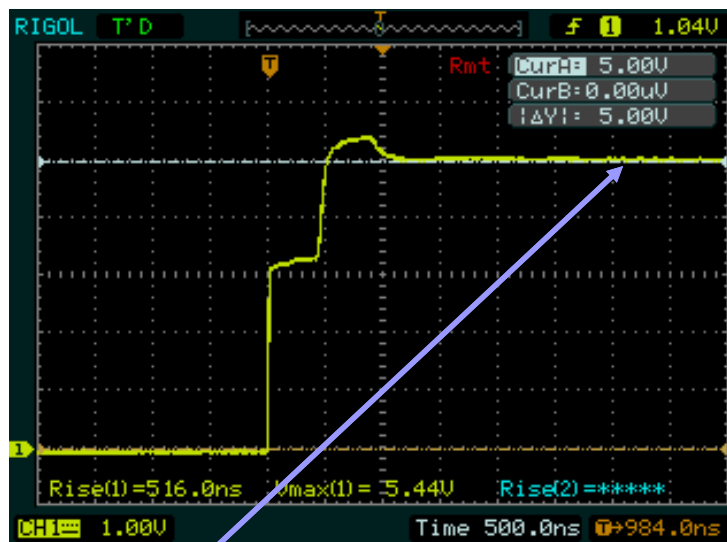
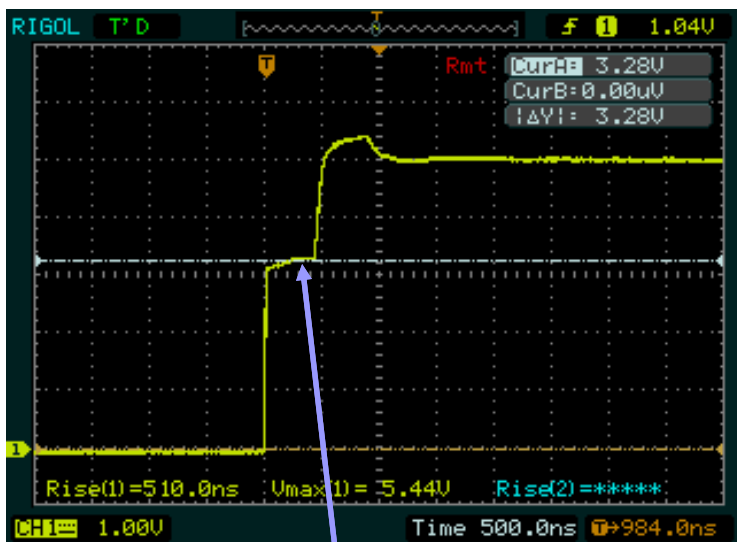


$$u_v(10\tau^+) = u_{Bv}(10\tau^+) = \frac{U_1}{R_v + R_{Bv}} \cdot R_{Bv}$$

LV 1-2: Meritev karakteristične upornosti prenosne linije



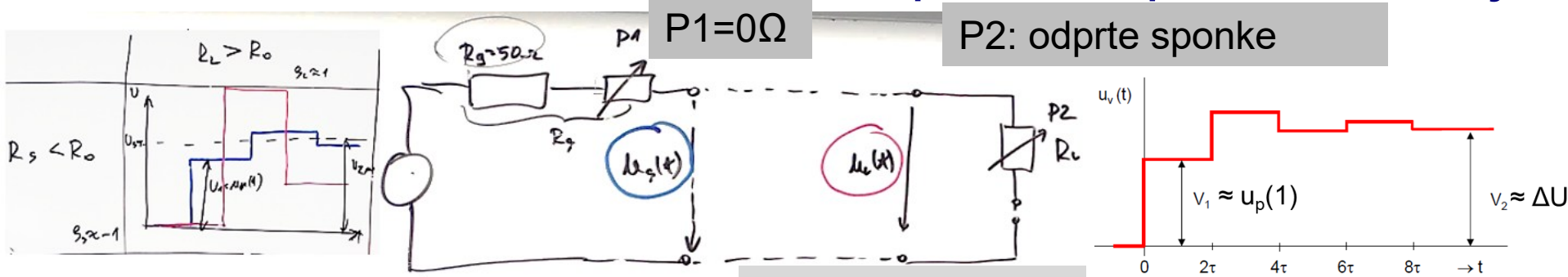
LV 1-2: Meritev karakteristične upornosti prenosne linije



Meritve in izračun:

- cursor -> Y, meritvi:
- $V1 = u_p(1)$ (1. stopnička),
- $V2 = \Delta U$ (konvergentna napet.)
- izračun karakt. upornosti R_0
- preveritev izračuna s specifikacijo

LV 1-2: Meritev karakteristične upornosti prenosne linije



$$u_v(t^+) = u_v(t^-) + \left(\frac{\Delta U}{R_v + R_0} \cdot R_0 \right) \cdot u_v(t) \approx V_1 \approx U_1$$

$$u_v(t^+) = U_1 = \frac{\Delta U}{R_v + R_0} \cdot R_0 \quad R_v = 50 \Omega$$

ΔU : SPONKE ODPRTE $\Rightarrow V_2 = U_2 = \Delta U = 5V$

$$U_1 \cdot (R_v + R_0) = \Delta U \cdot R_0$$

$$U_1 \cdot R_v + U_1 \cdot R_0 = \Delta U \cdot R_0$$

$$U_1 \cdot R_v = \Delta U \cdot R_0 - U_1 \cdot R_0$$

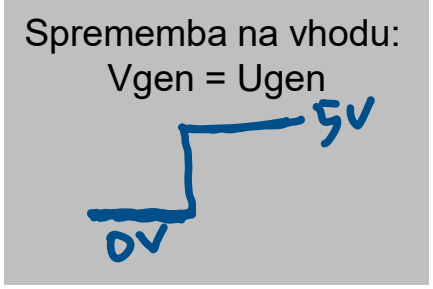
$$U_1 \cdot R_v = R_0 (\Delta U - U_1) \quad | : ()$$

$$R_0 = \frac{U_1 \cdot R_v}{(\Delta U - U_1)}$$

$$R_0 = \frac{U_1 \cdot 50 \Omega}{(U_2 - U_1)}$$

$$V_1 = U_1 = u_p(1)$$

$$V_2 = U_2 = \Delta U$$



- Meritve in izračun:
- cursor -> Y
 - meritvi
 - $V_1 = u_p(1)$ (1. stopnička),
 - $V_2 = \Delta U$ (konvergentna napet.)
 - izračun karakt. upornosti R_0
 - preveritev izračuna s specifikacijo

PRIMER:

$$U_1 = 3,28 V$$

$$U_2 = 5 V$$

$$R_0 = \frac{3,28 \cdot 5}{5 - 3,28} = \underline{\underline{93,5 \Omega}}$$

LV 1-2: Meritev karakteristične upornosti prenosne linije - protokol

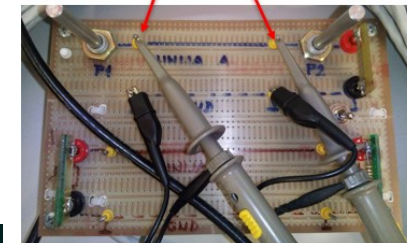
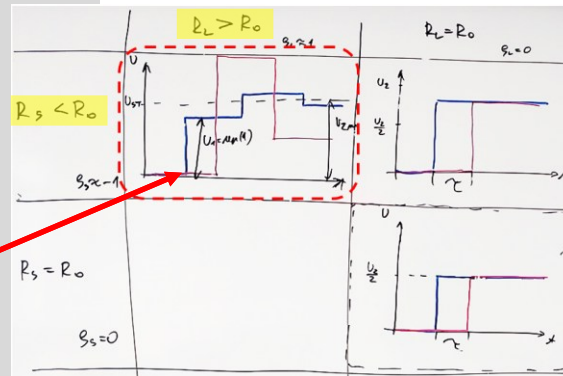
Generator

- vklop generatorja
 - pravokotni signal
 - frekvenca ≈ 100 kHz (vrtljiv gumb)
 - amplituda = 5V
 - DC offset = 2.5V
- povezava
- vklop izhoda („Output“)



Osciloskop:

- vklop
- „AUTO“ gumb
- kanala 1,2:
 - 1 (rumen) -> vhod
 - 2 (moder) -> izhod
 - y: ≈ 1 V/razd.
 - y: 0V izhodišče spodaj
 - x: po potrebi



Meritev LV 1-2:

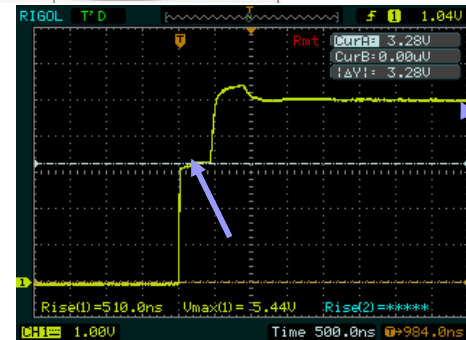
I. Izberemo prvi kvadrant:

- P2: odprte sponke (stikalo srednji položaj)
- P1: na 0Ω ($R_s = R_v = R_{gen} = 50\Omega$)

II. Meritev in izračun:

- cursor -> Y, meritvi:
 - $V1 = u_p(1)$ (1. stopnička),
 - $V2 = \Delta U$ (konvergentna napet.)
- izračun karakt. upornosti R_0
- preveritev izračuna s specifikacijo kabla

$$R_0 = \frac{U_1 \cdot 50\Omega}{(U_2 - U_1)}$$



LV 1-2: Meritev karakteristične upornosti prenosne linije

Izhodna upornost funkcijskega generatorja je $R_{I_{ZH}}=50\Omega$, na izhodu linije pa pustite odprte sponke $R_b= \infty$.

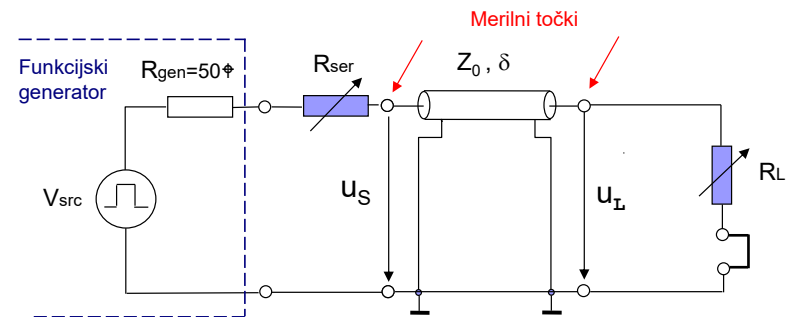
Nastavitev generatorja

DG900 Pro Series

Function/Arbitrary Waveform Generator

12. CH1 Output Connector

BNC type connector with 50Ω nominal output impedance. When the CH1 output is enabled, the CH1 output connector outputs the waveform in the current configuration.



Laboratorijska vaja 8 - LV1

- 8.0: Uvod v meritve prenosnih linij
- 8.1: LV1-1: Meritev dolžine linije (l)
- 8.2: LV1-2: Meritev karakteristične upornosti linije (R_0)
- DN2-LV1: DN2-LV1 Meritve dolžine linije in R_0

LV1: Izziv

- a) Meritev karakteristične upornosti linije z multimetrom (R_0)

DN2-LV1:

- Spada v sklop poročila z LAB vaj (DN2)

DN2-LV1 Meritve dolžine linije in karakt. upornosti R_0

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.

LV1.2 Meritev karakteristične upornosti linije (R_0)

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 ter vašo intepretacijo dobljenih rezultatov.

*LV1.N: Neobvezni izzivi

- Meritev karakteristične upornosti linije še na drugih merilnih kabljih
- Meritev karakteristične upornosti linije z multimetrom (R_0)

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.

Laboratorijska vaja 8 - LV1

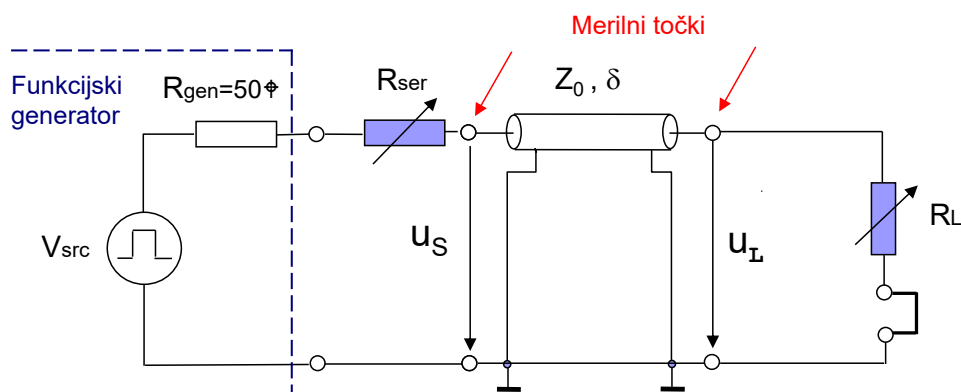
- 8.0: Uvod v meritve prenosnih linij
- 8.1: LV1-1: Meritev dolžine linije (l)
- 8.2: LV1-2: Meritev karakteristične upornosti linije (R_0)
- DN2-LV1: DN2-LV1 Meritve dolžine linije in R_0

LV1: Izziv

b) Meritev karakteristične upornosti linije z multimetrom (R_0)

LV1: Meritev karakteristične upornosti prenosne linije

Izziv: ali bi lahko z multimetrom in podano opremo lahko določili karakteristično upornost linije ?



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**.

