



Vhodno izhodne naprave

Laboratorijska vaja 8 - LV1

Meritve dolžine, karakteristične impedance linije

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)

LV1: Izziv

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

Laboratorijska vaja 8 - LV1

■ MS Teams – LAPSy Embedded Academy

Vse skupine

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)**

7. Vhodno izhodne naprave (VIN) Meritve na LAB vajah (VIN-LAB II)

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 z multimetrom (R_0)

LEA – Portal z vsebinami VIN

■ MS Teams – LAPSy Embedded Academy

The screenshot displays the MS Teams interface for the 'LAPSy Embedded Academy' channel. The left sidebar contains the following items:

- 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**

The main area shows a file list with the following documents highlighted:

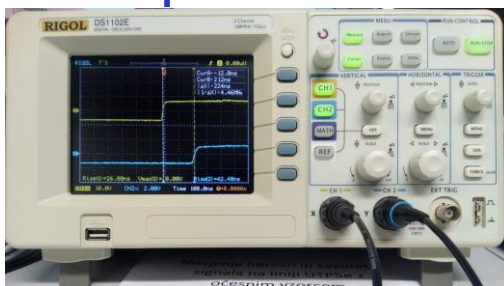
- Agilent_33120a_User_guide.pdf
- Agilent_33120a_User_guide_Konfiguracija izhoda.pdf
- DG4000 Quick Guide.pdf
- DG4000 UserGuide.pdf

Seznam uporabljenih instrumentov:

- funkcijski generatorji:
 - HP 33120A, RIGOL DG 3101A. RIGOL DG ????

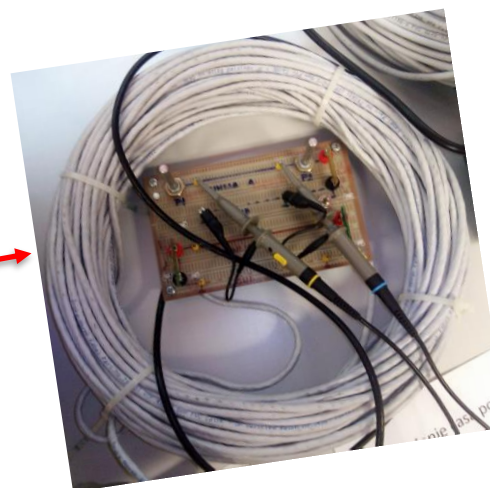


- osciloskopi RIGOL DS 1102E



Linije

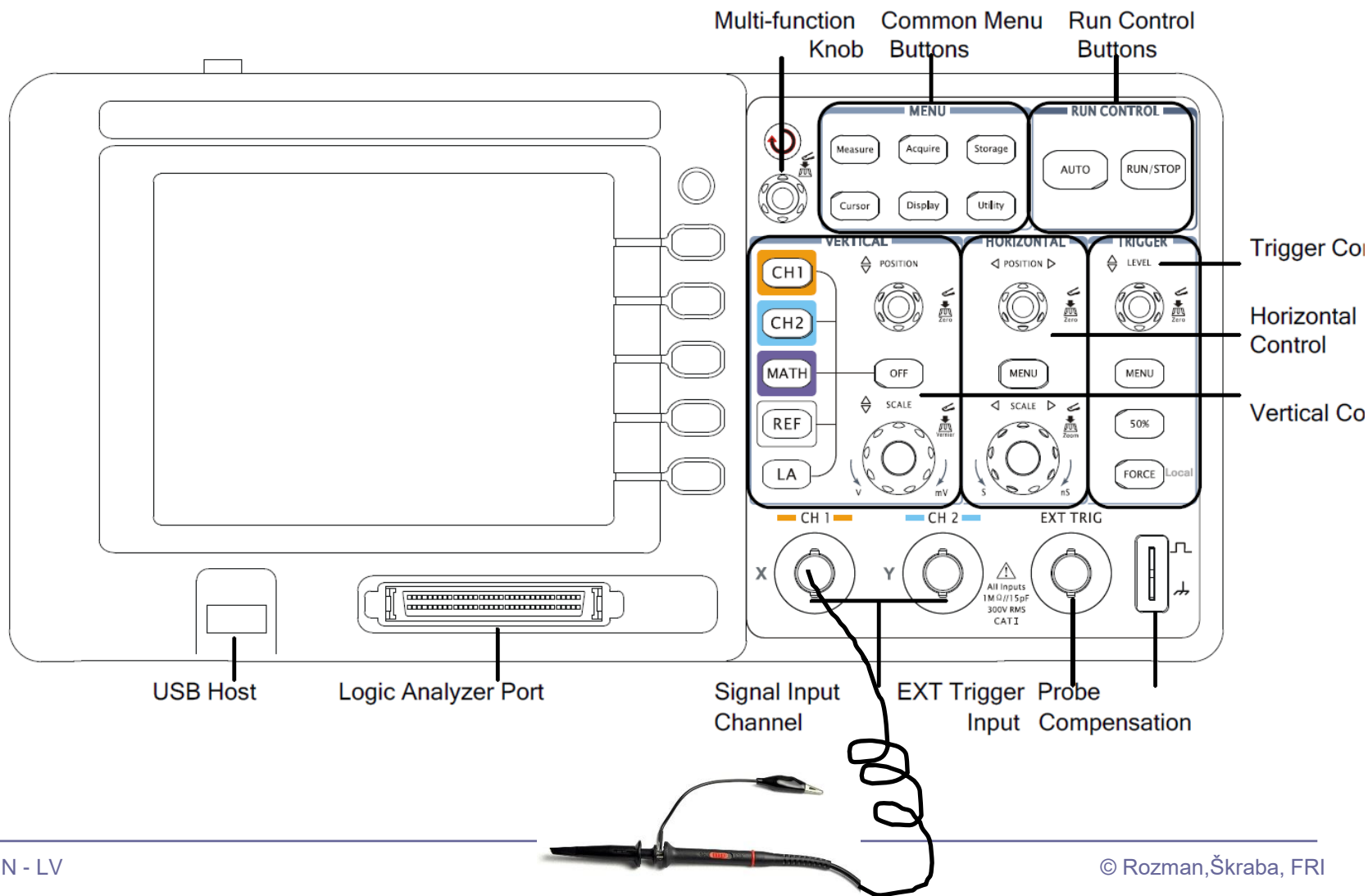
- Koaksialni kabli
- UTP Cat5e



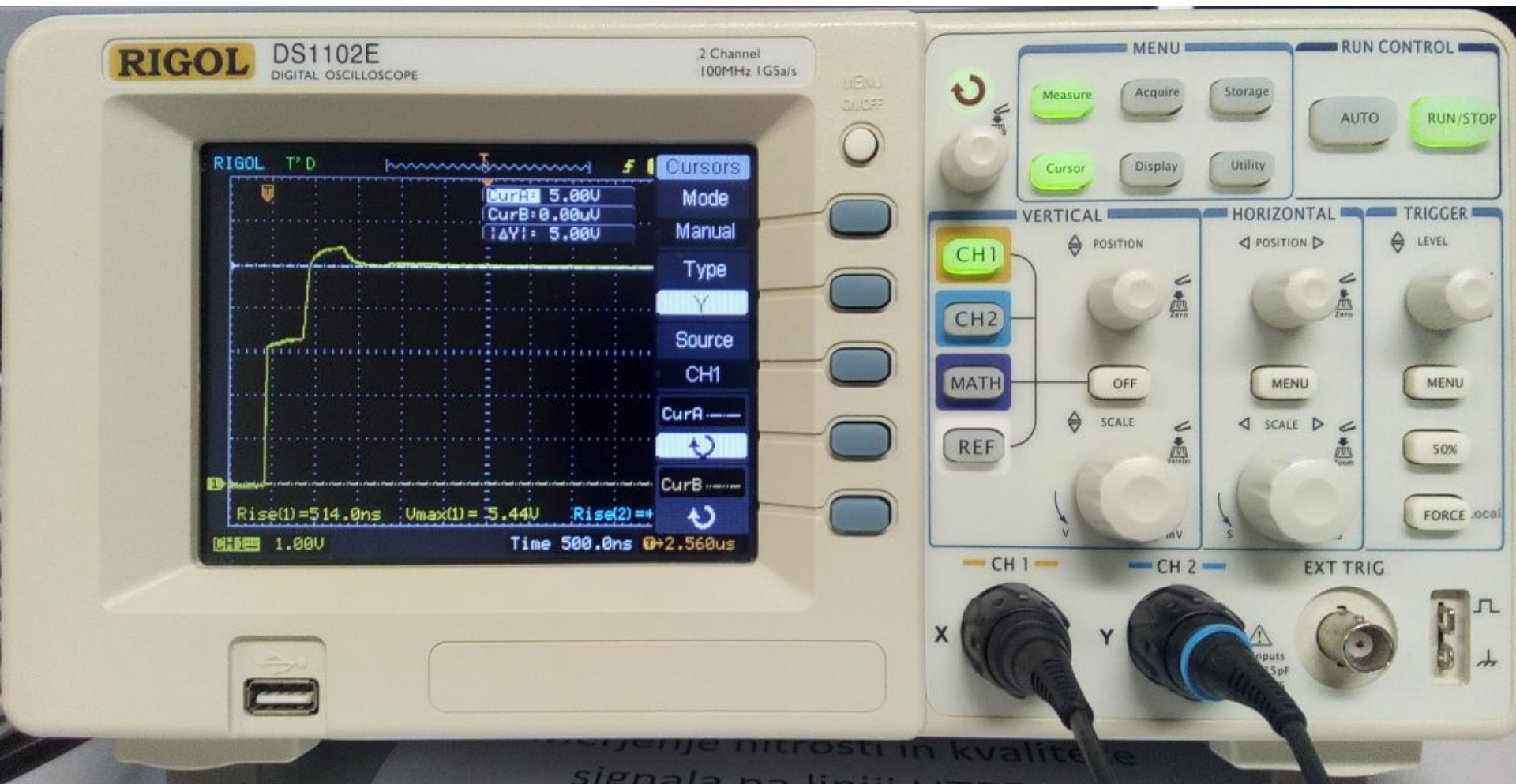
Generator signalov



Prednja stran osciloskopa - shema



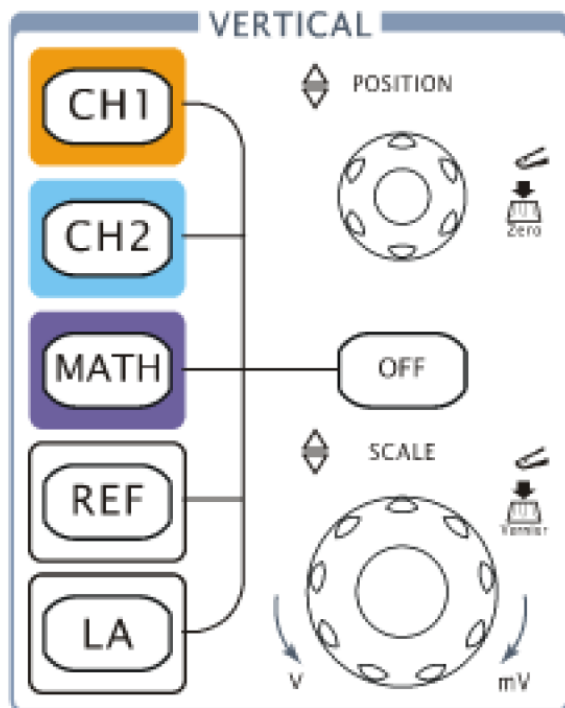
Prednja stran osciloskopa - realna



Prednja stran osciloscopa - kontrole

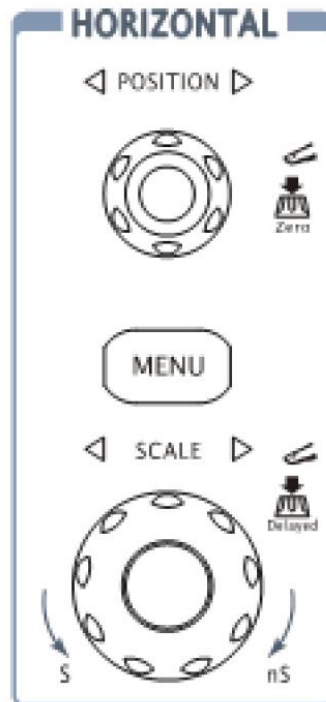
Y-os (el. napetost)

- nastavitve merila [V/razdelek]
- pozicioniranje



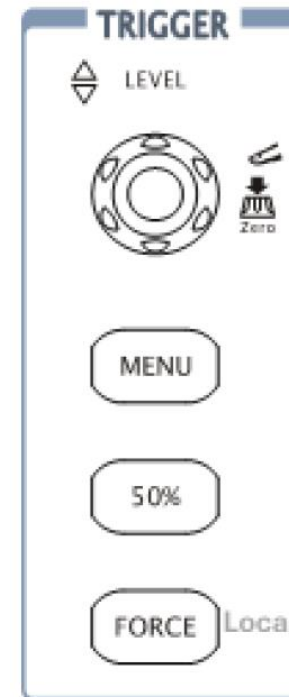
X-os (čas)

- nastavitve merila [s/razdelek]
- pozicioniranje



Prožilnik

- začetek dogodka
- običajno 50%



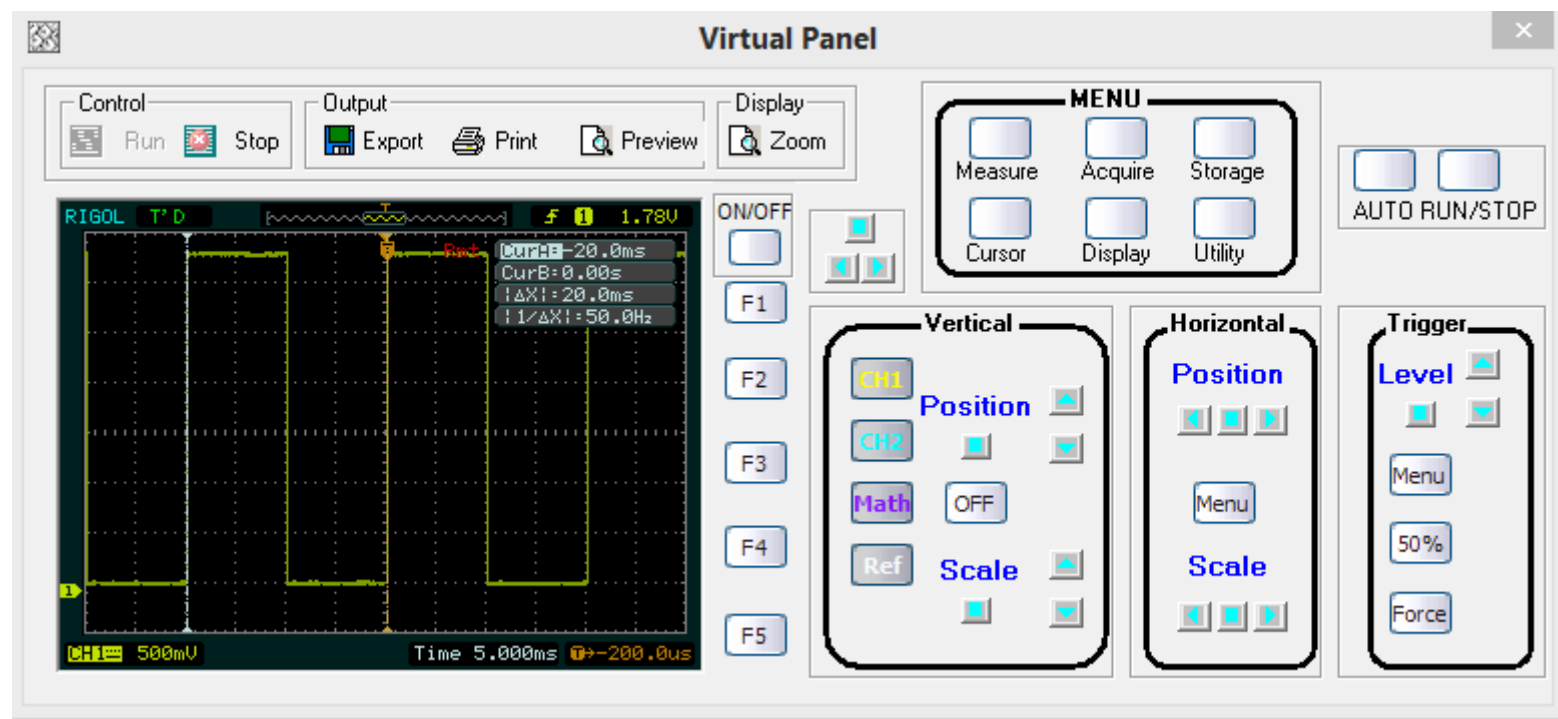
<https://www.rigolna.com/products/digital-oscilloscopes/1000/>

<https://www.youtube.com/watch?v=TAQfIYAa2VM>

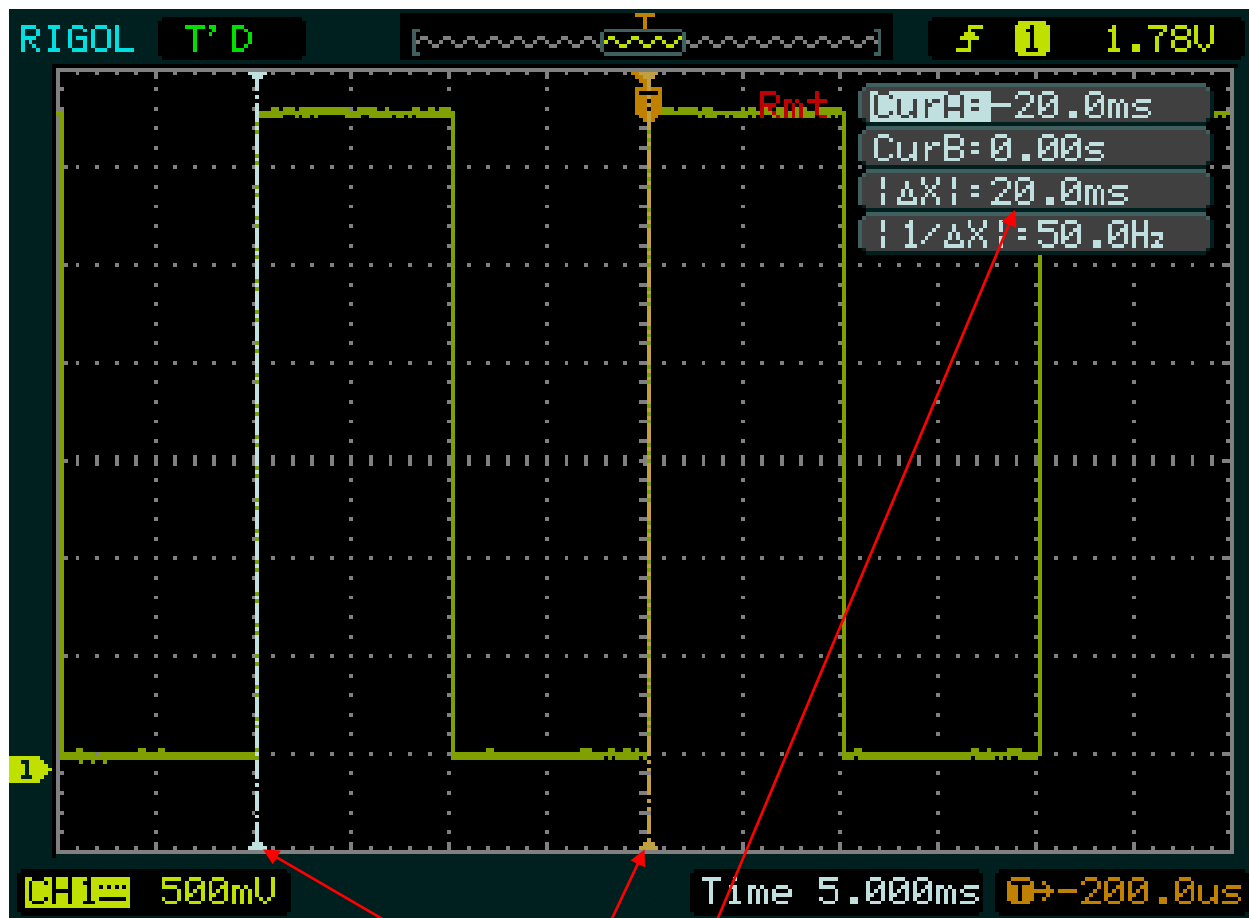
Spoznavanje merilne opreme...

PC aplikacija za osciloskop (USB povezava)

- „Ultrascope for DS1000E Series.zip“



Zaslón osciloskopa – meritev periode



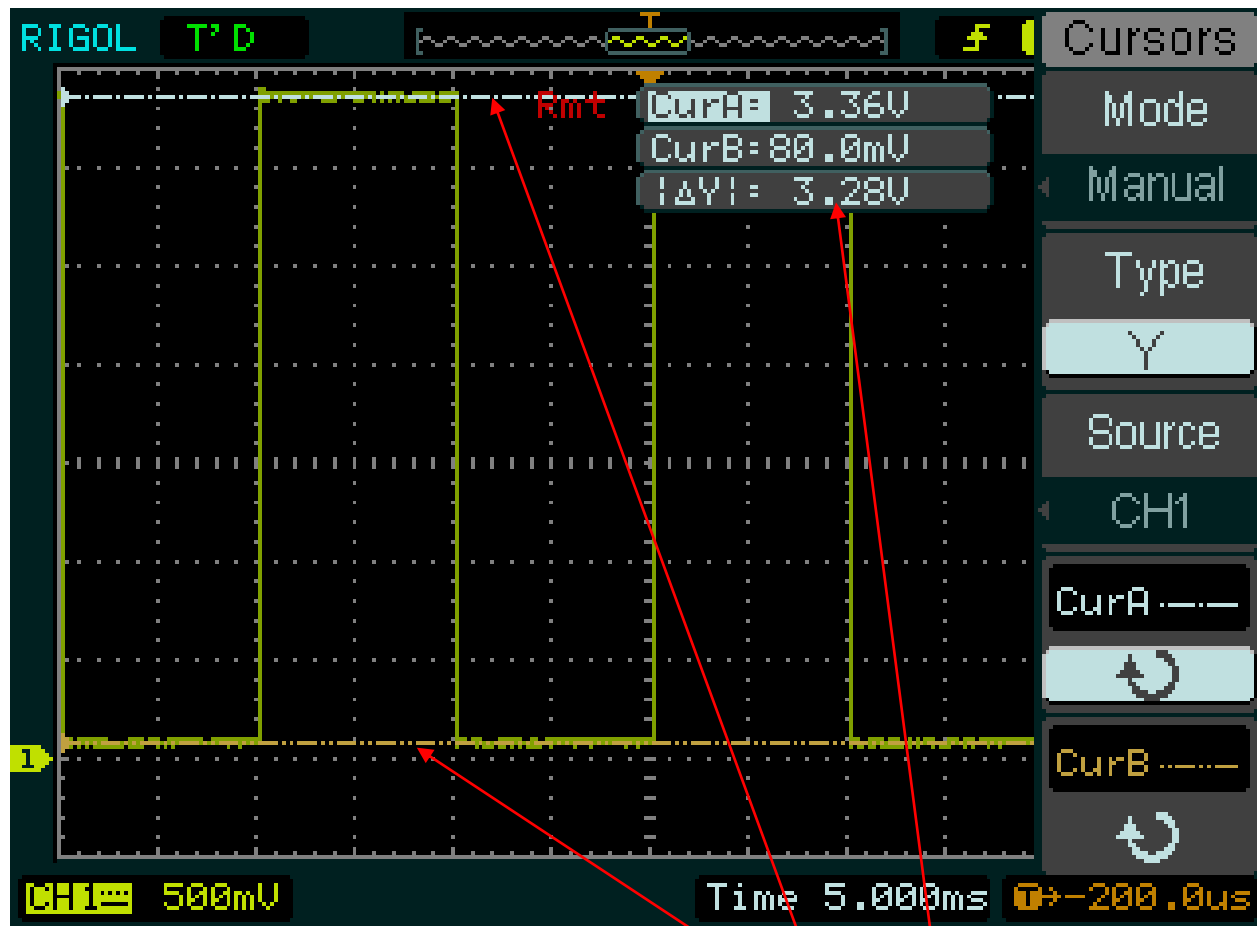
Programska nastavitve:

- Delay 10ms
- Perioda 20ms

Meritev periode signala:

- 20ms

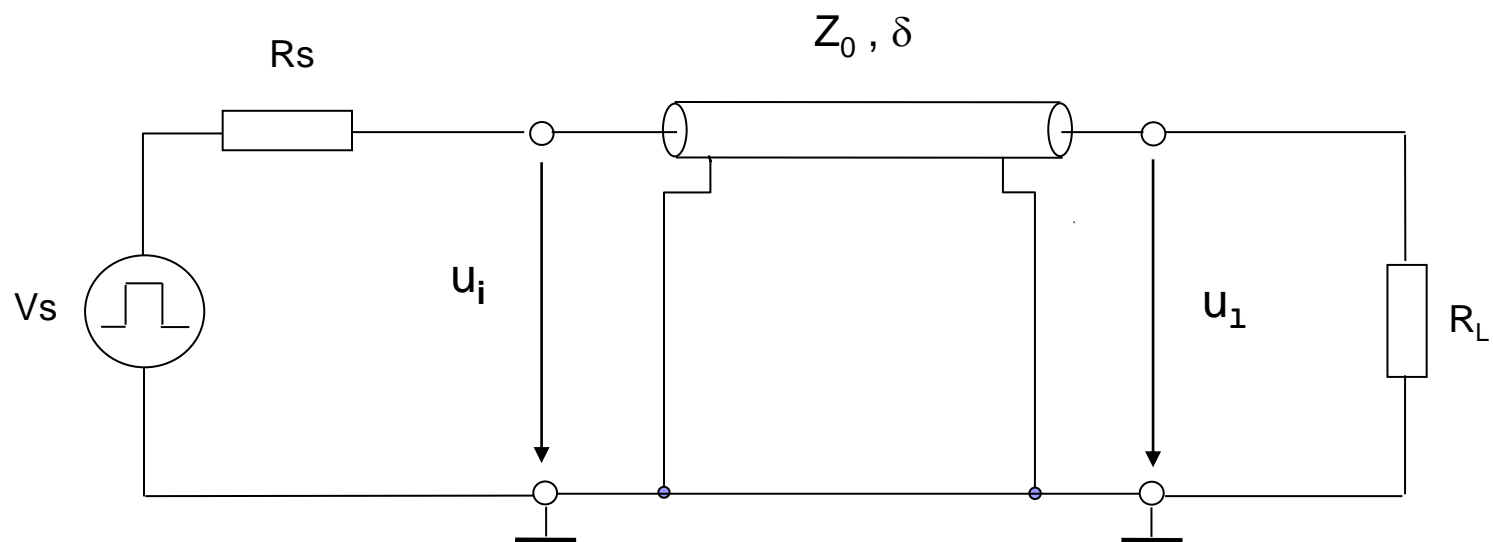
Zaslou osciloskopa – meritev amplitude



Meritev amplitude signala:

- **3.28V**

Model linije



V_s - Napetost izvora [V]

R_s - Upornost izvora - izhodna upornost oddajnika [Ω]

Z_0 - Karakteristična impedanca linije [Ω]

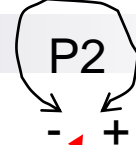
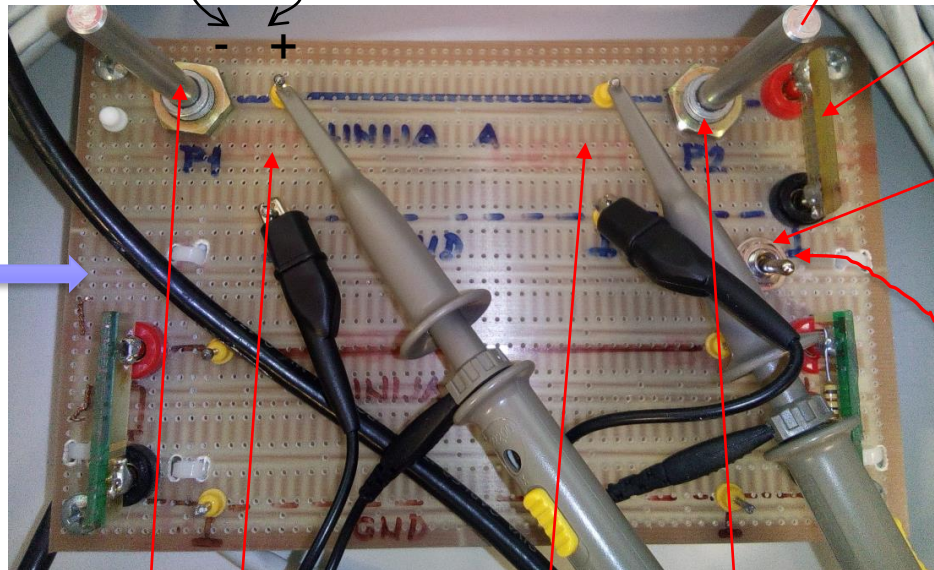
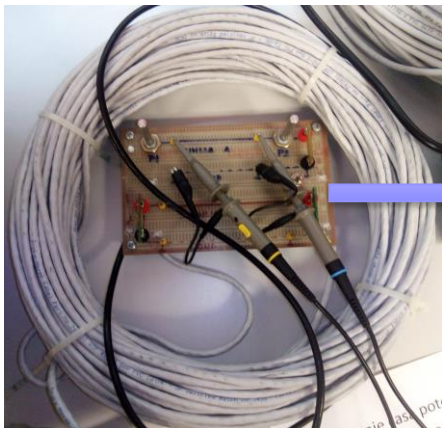
R_L - Upornost bremena - vhodna upornost sprejemnika [Ω]

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

u_i - Napetost na vohodu v linijo [V]

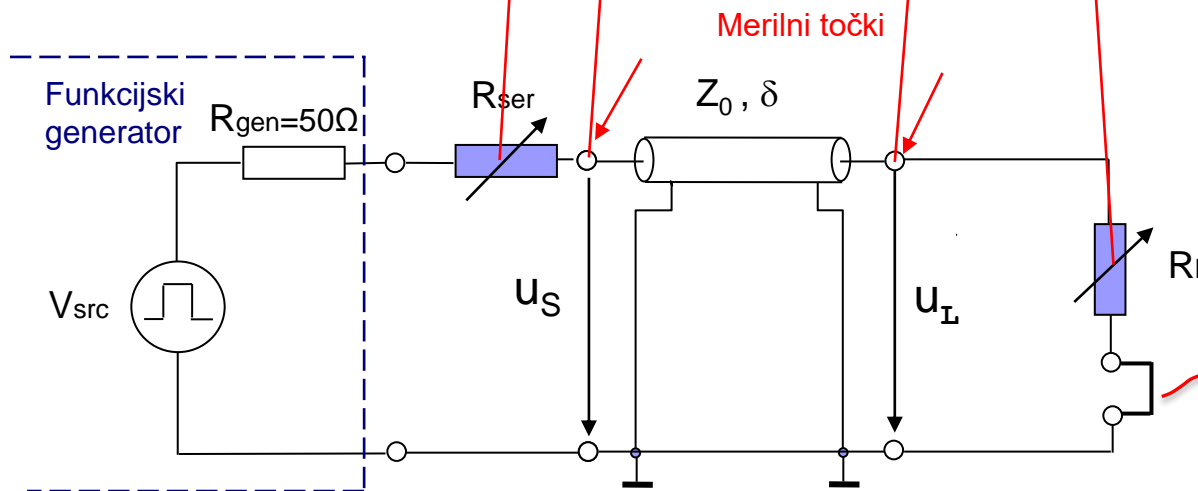
u_1 - Napetost na izhodu linije [V]

Meritve prenosne linije



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)

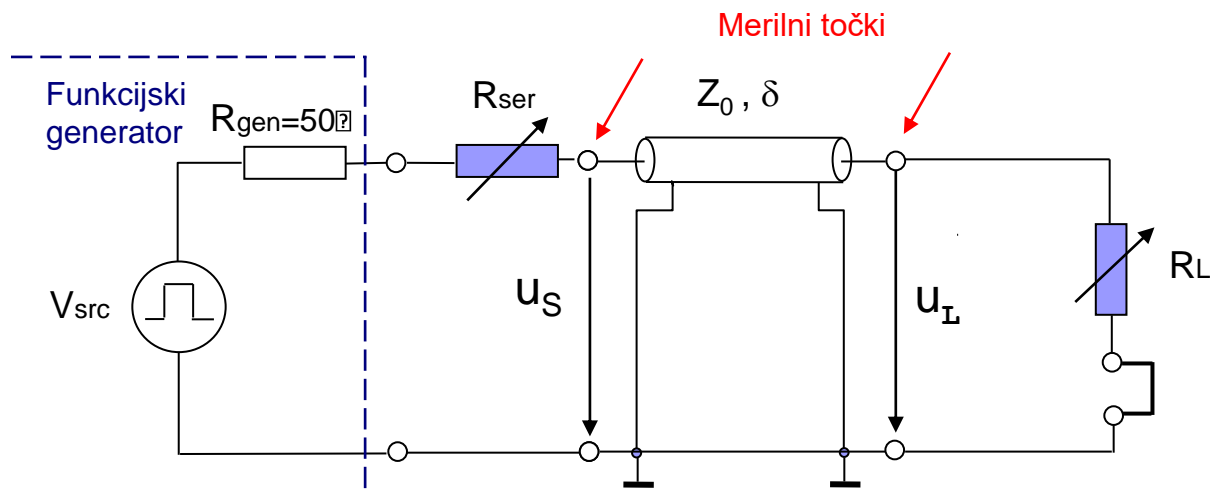
LV 1-1: Meritev dolžine prenosne linije

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)

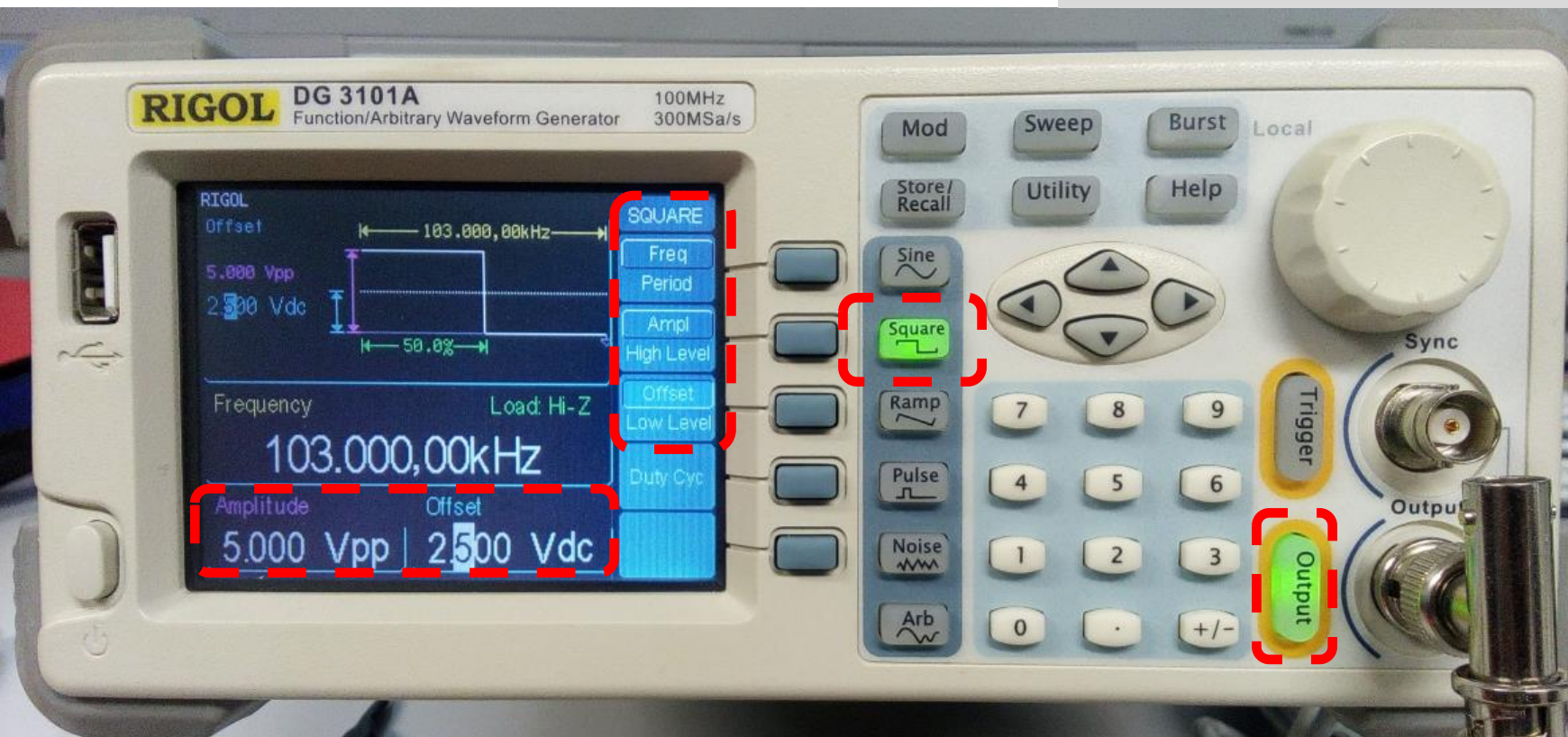
Izračun dolžine še preverite z oznakami na kablu



LV 1-1: Meritev dolžine prenosne linije


Nastavitve - generator signalov

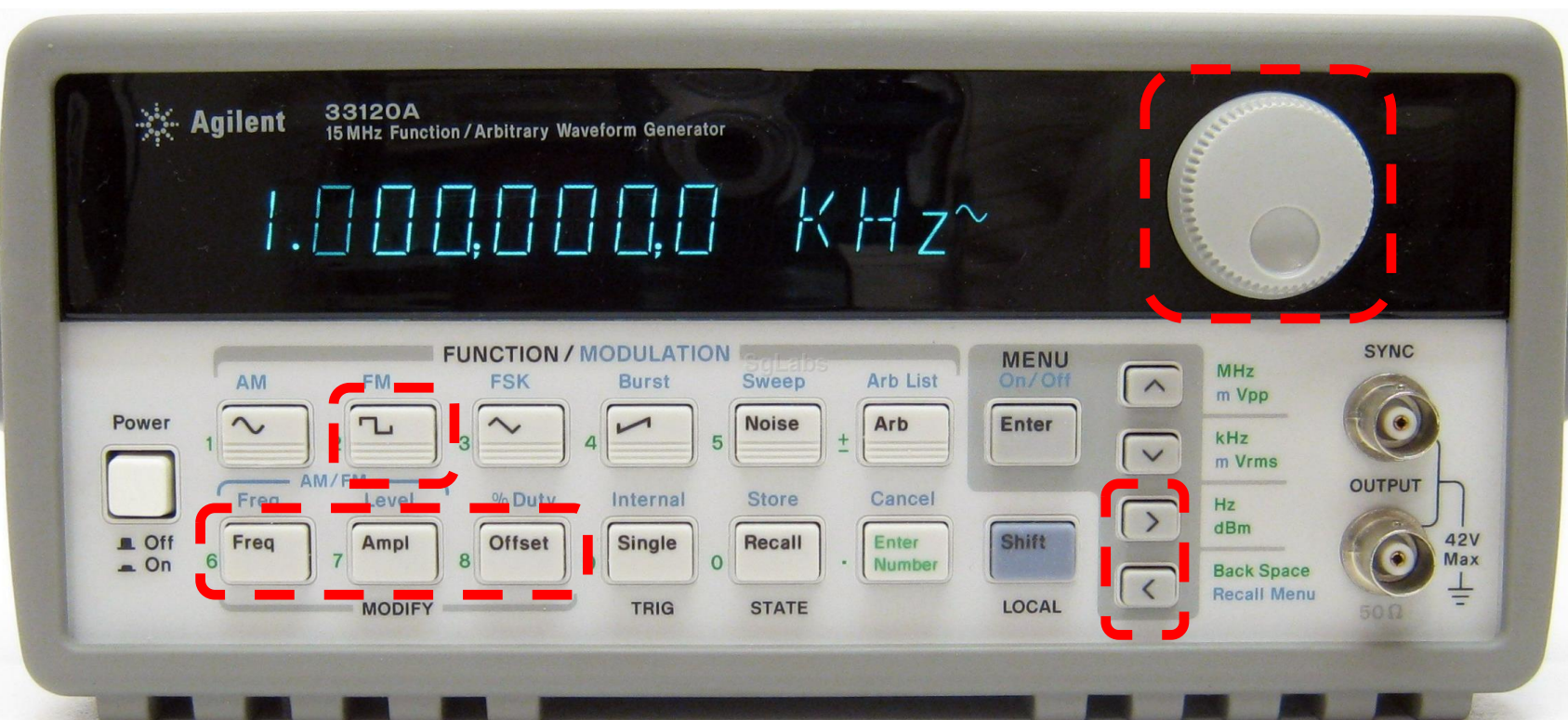
- vklop generatorja
 - pravokotni signal („Square“)
 - frekvenca ≈ 100 kHz
 - DC offset = 2.5V
- povezava
- vklop izhoda („Output“)



LV 1-1: Meritev dolžine prenosne linije

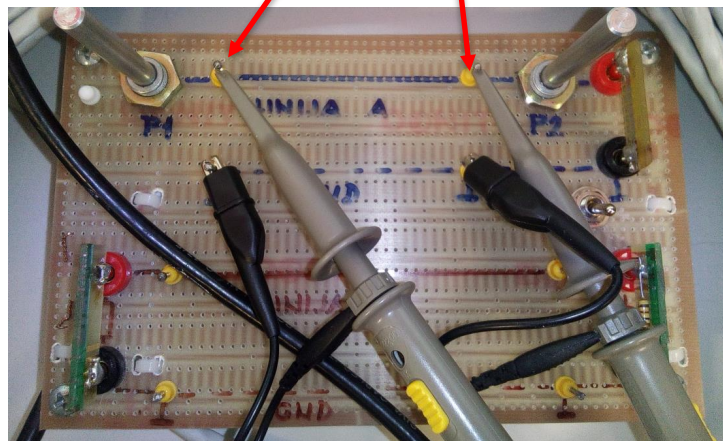
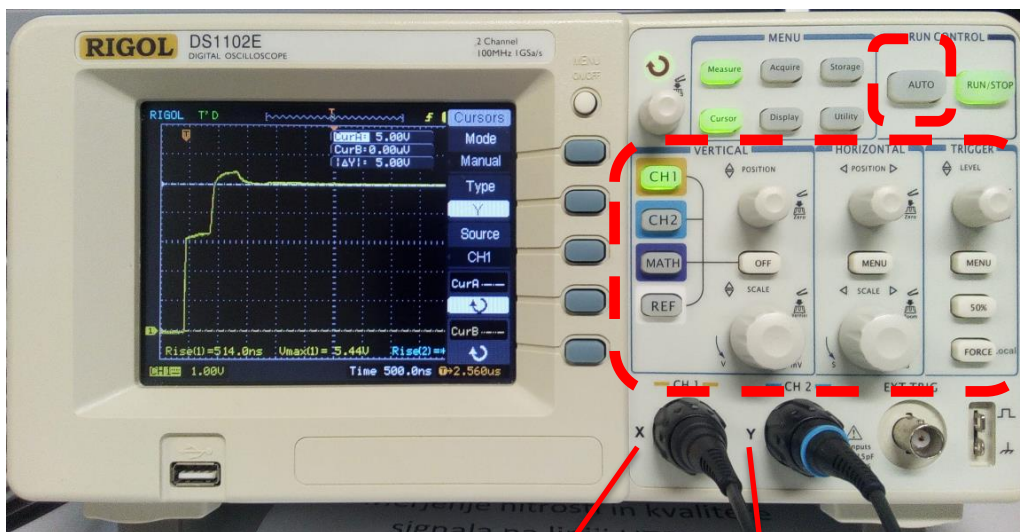
Nastavitve - generator signalov

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

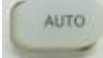


LV 1-1: Meritev dolžine prenosne linije

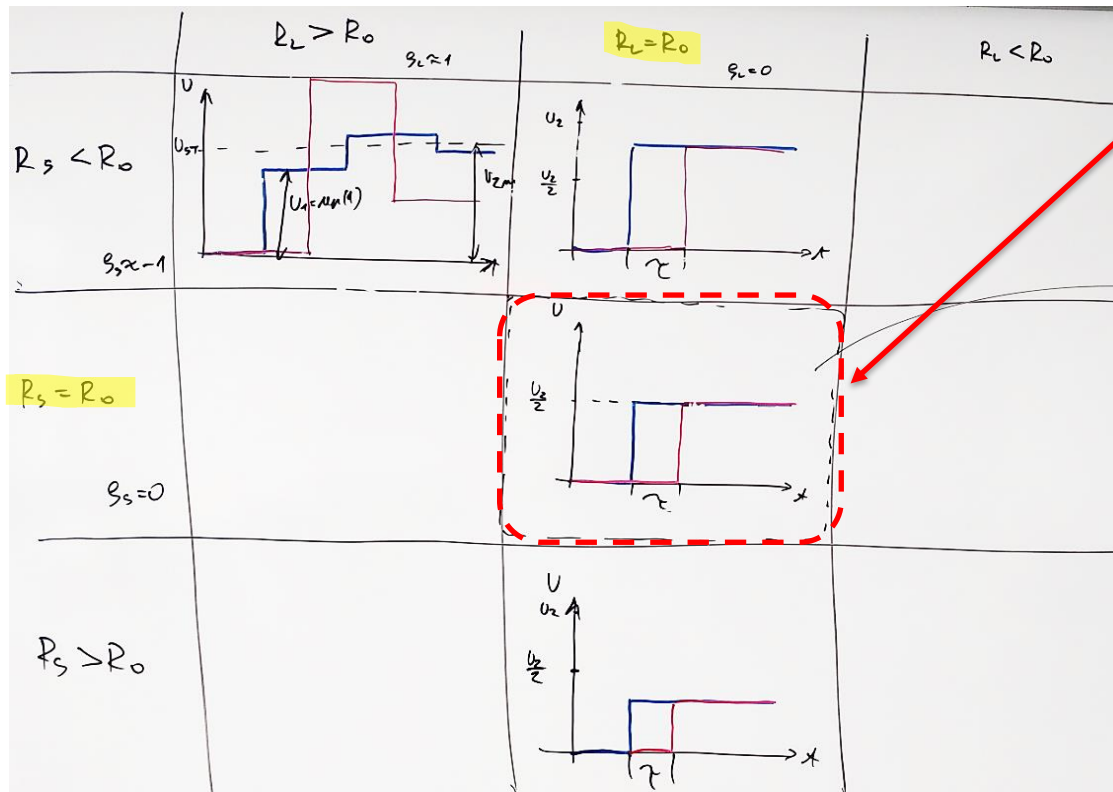
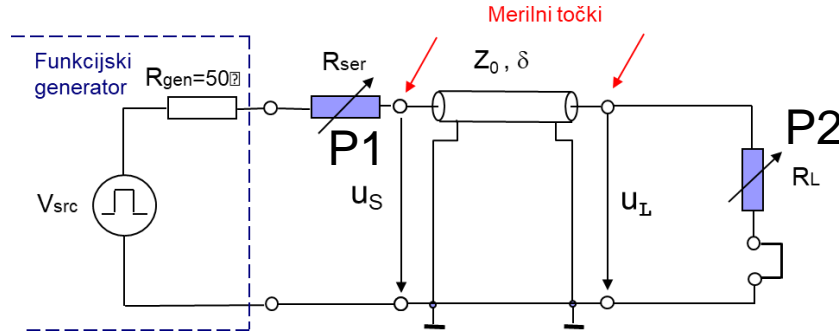
Nastavitve in povezave – osciloskop, linija



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

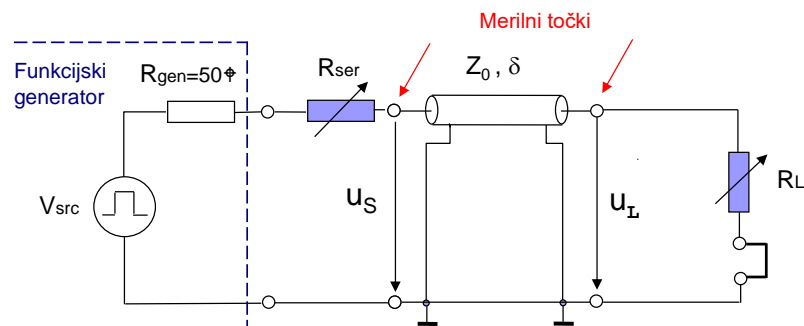
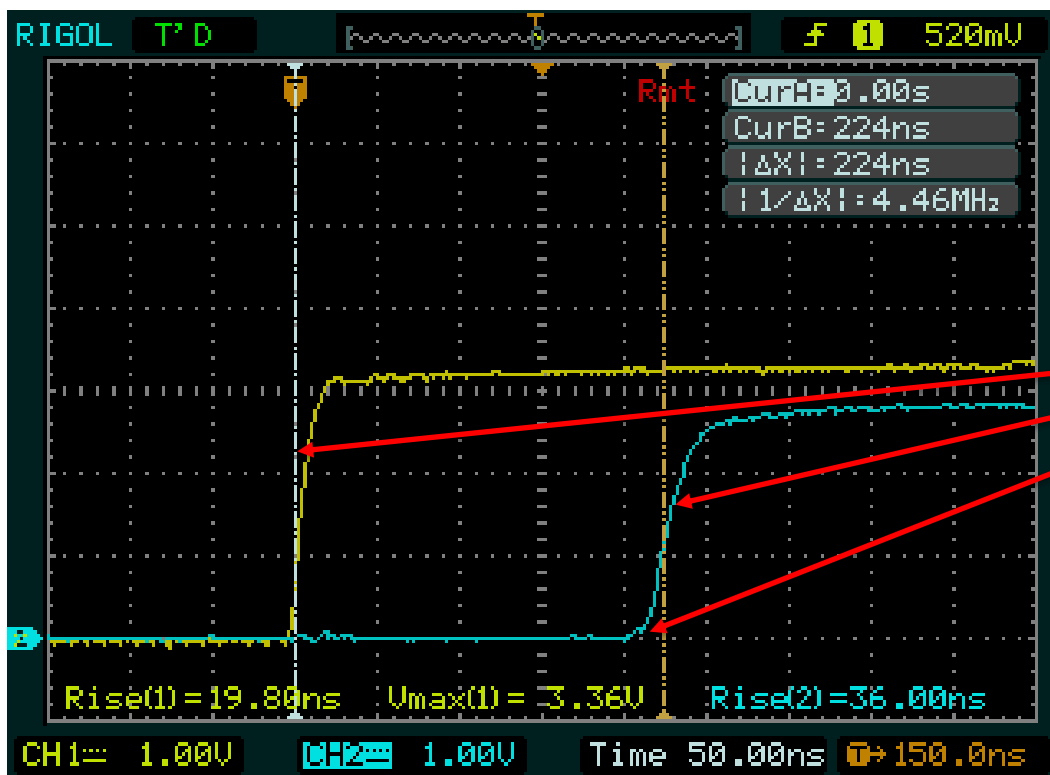


- Izberemo srednji kvadrant:
- P2: zaključimo (ni odbojev)
 - P1: srednji nivo napetosti na 2.5V

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)



Različni strmini !

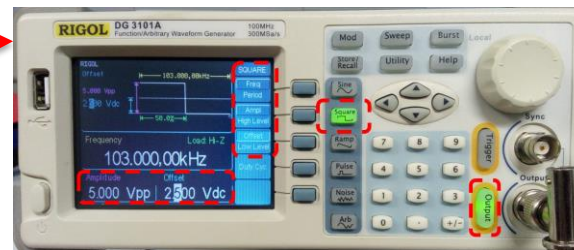
Točki meritve bolj spodaj (zakaj?):

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

LV 1-1: Meritev dolžine prenosne linije - protokol

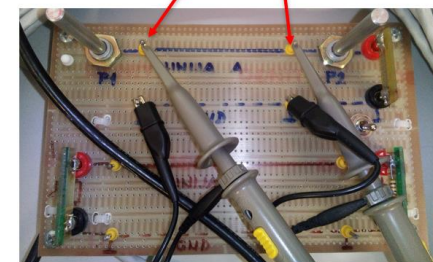
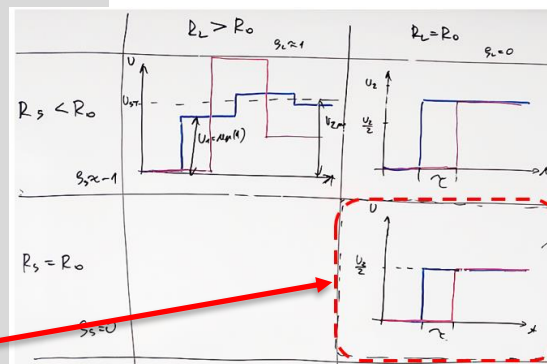
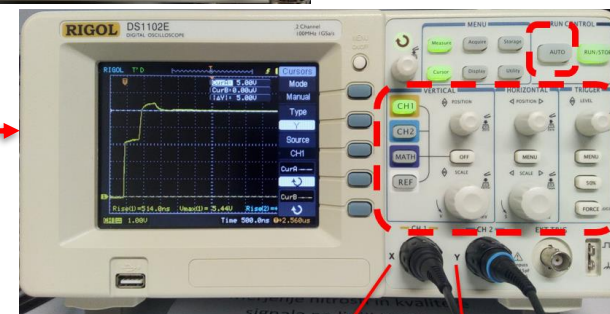
Generator

- vklop generatorja
 - pravokotni signal
 - frekvenca ≈ 100 kHz (vrtljiv gumb)
 - 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



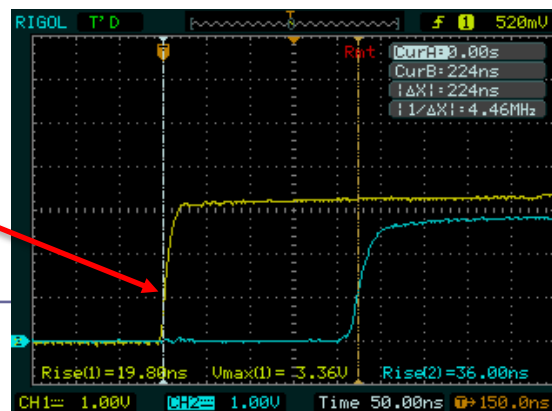
Meritev LV 1-1:

I. Izberemo srednji kvadrant:

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

II. Točki meritve bolj spodaj:

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



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

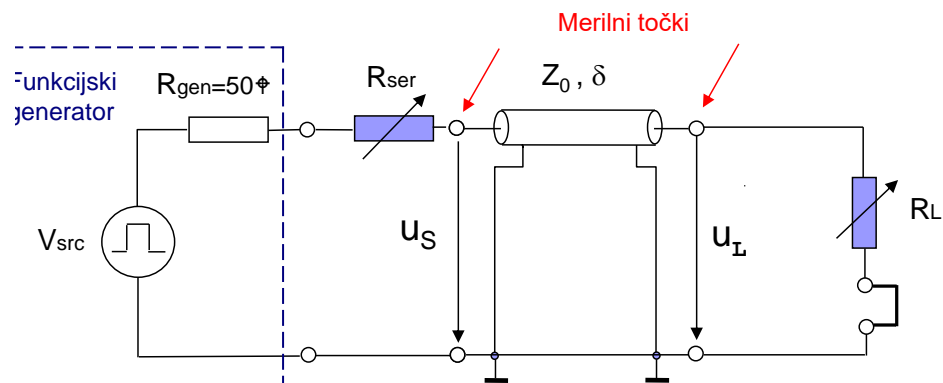
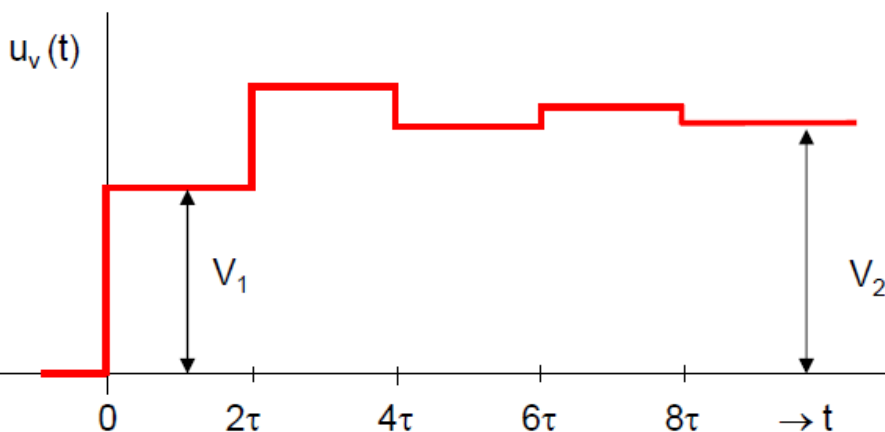
LV1: Izziv

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

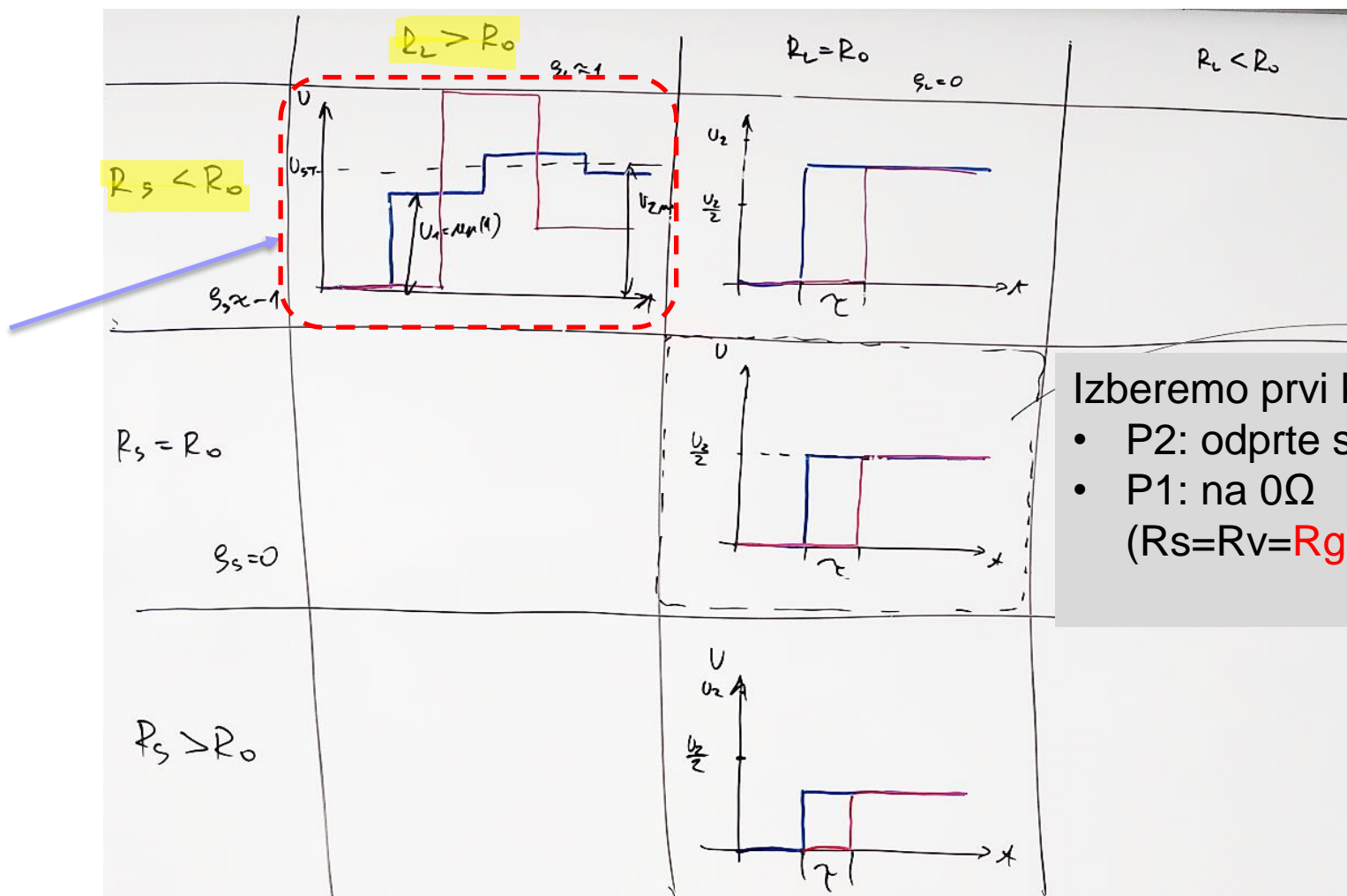
LV 1-2: Meritev karakteristične upornosti prenosne linije

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 vohu linije ter izračunajte karakteristično upornost linije R_0 .



LV 1-2: Meritev karakteristične upornosti prenosne linije



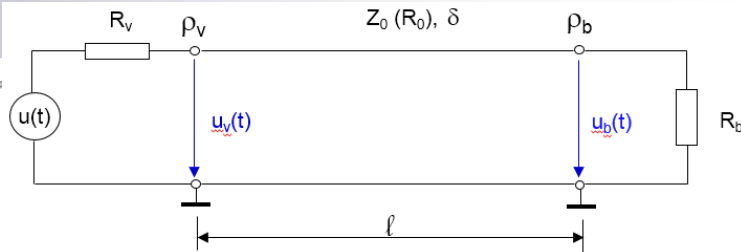
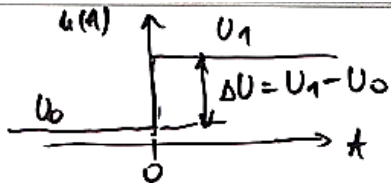
Izberemo prvi kvadrant:

- P2: odprte sponke
- P1: na 0Ω

($R_S = R_V = R_{gen} = 50\Omega$)

Recept analize odbojev

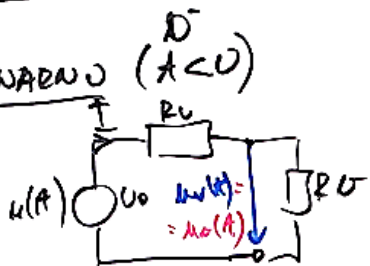
ODBOJ



DAŽE:

① STACIONARNO ($t < 0$)

OHMOV ZAKON

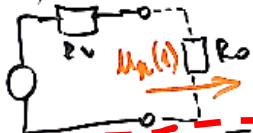


$$u_v(0^-) = u_{ob}(0^-) = \frac{U_0}{R_v + R_{ob}} \cdot R_{ob}$$

② SPREMENBA ΔU ($t = 0$)

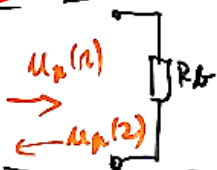
(PREH. POJAVI - ODBOJ) $\Delta U = U_1 - U_0$

$t = 0^+$:



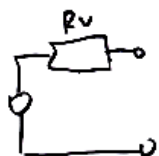
$$u_v(0^+) = u_v(0^-) + \frac{\Delta U}{R_v + R_{ob}} \cdot R_{ob}$$

$t = \tau$:



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

$t = 2\tau$:



$$u_v(2\tau) = u_v(0^+) + u_{pr(2)} + u_{pr(2)} \cdot S_v$$

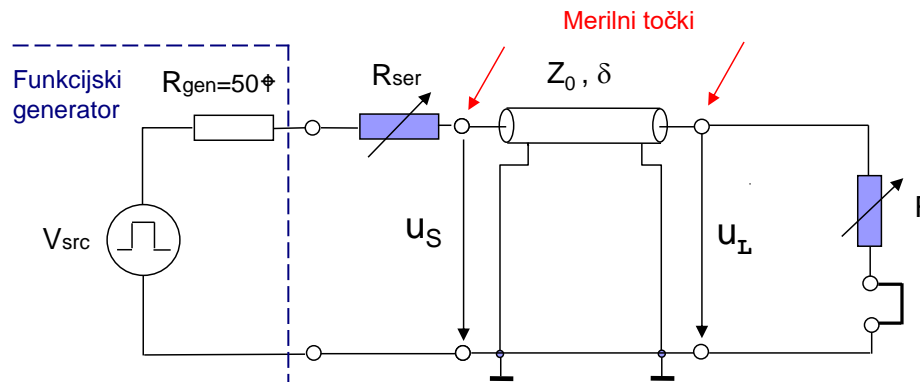
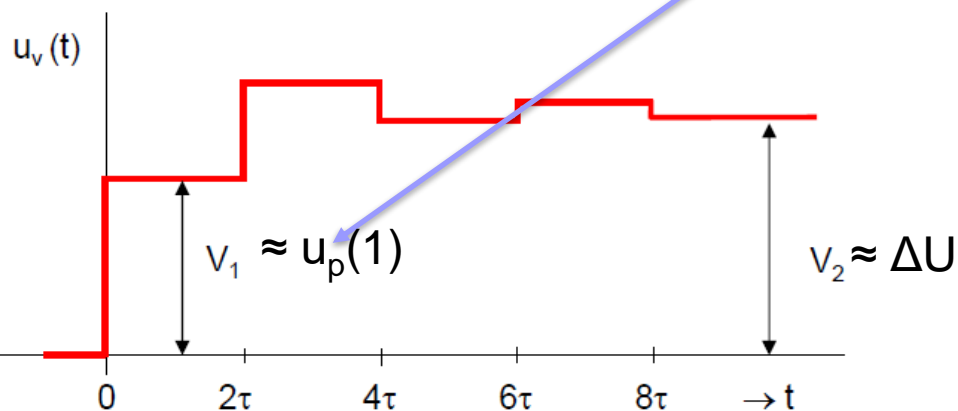
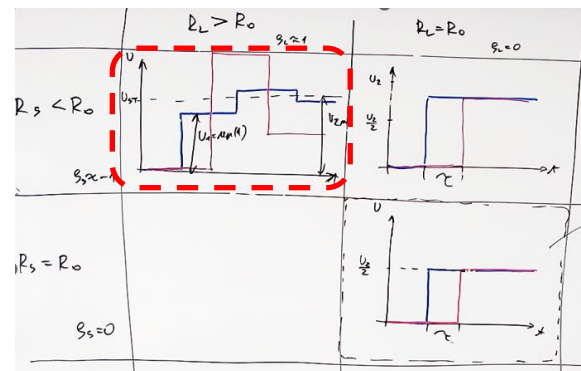
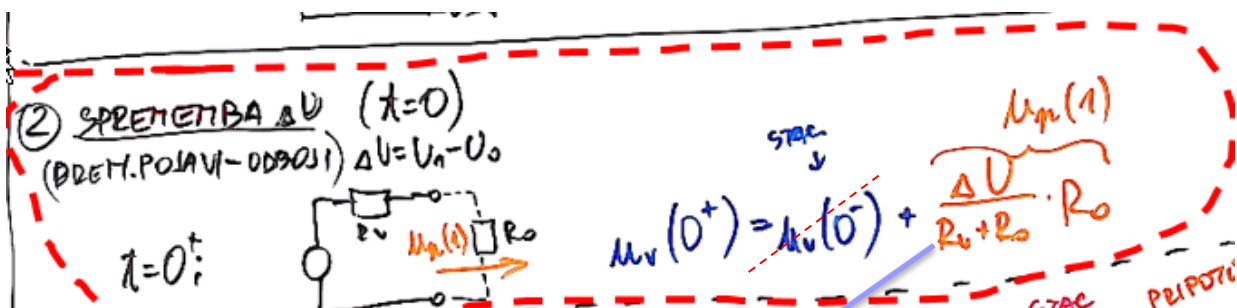
③ STACIONARNO ($t \gg 10\tau$)

OHMOV ZAKON

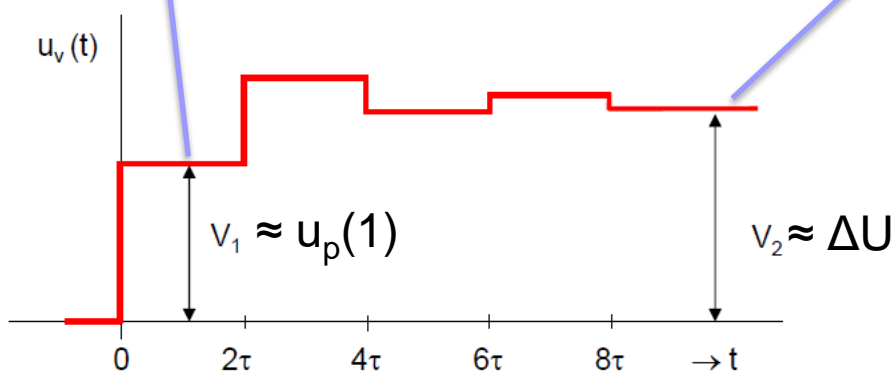
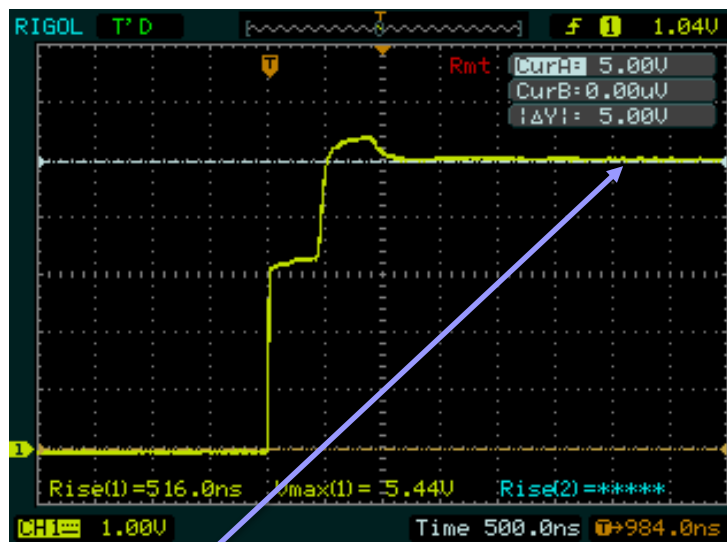
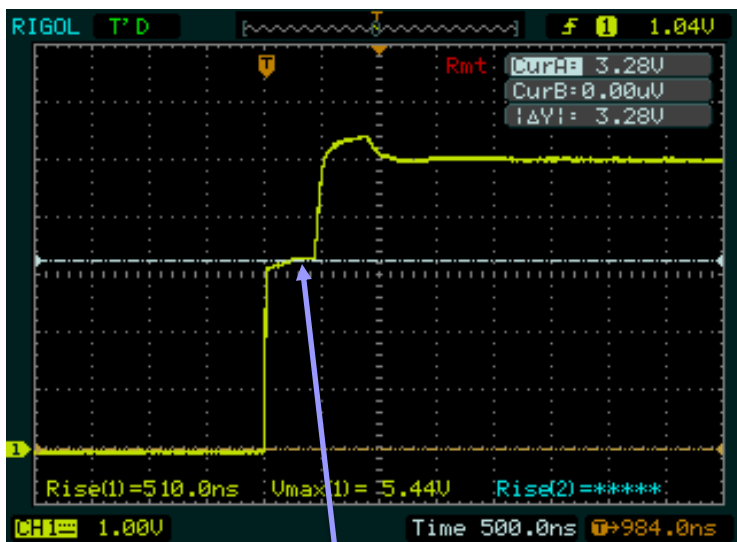


$$u_v(10\tau^+) = u_{ob}(10\tau^+) = \frac{U_1}{R_v + R_{ob}} \cdot R_{ob}$$

LV 1-2: Meritev karakteristične upornosti prenosne linije



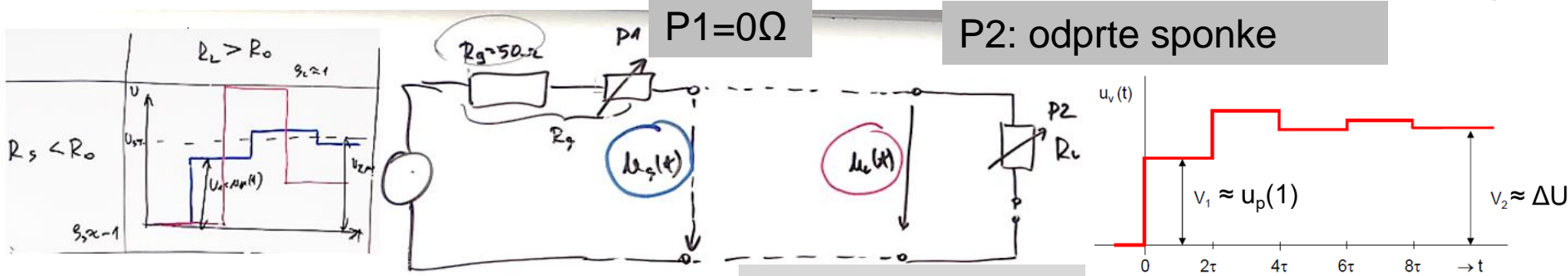
LV 1-2: Meritev karakteristične upornosti prenosne linije



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

LV 1-2: Meritev karakteristične upornosti prenosne linije



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

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

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

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

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

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

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

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

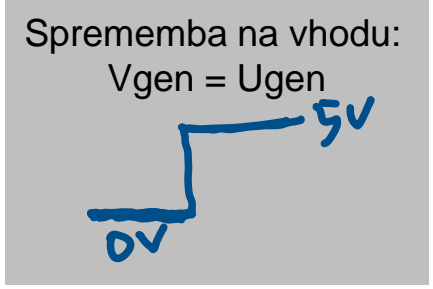
$$R_0 = \frac{U_1 \cdot 50\Omega}{(U_2 - U_1)}$$

PRIMER:
 $U_1 = 3.28V$
 $U_2 = 5V$

$$R_0 = \frac{3.28 \cdot 5}{5 - 3.28} = \underline{\underline{93.5\Omega}}$$

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

$$V_2 = U_2 = \Delta U$$

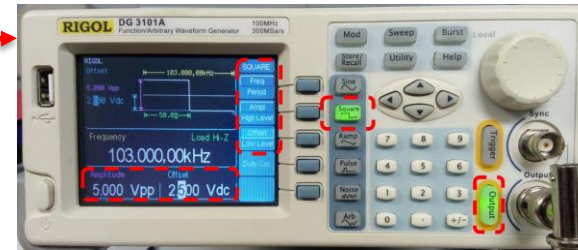


- Meritve in izračun:
- cursor $\rightarrow Y$
 - meritvi
 - $V1 = u_p(1)$ (1. stopnička),
 - $V2 = \Delta U$ (konvergentna napet.)
 - izračun karakt. upornosti R_0
 - preveritev izračuna s specifikacijo

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

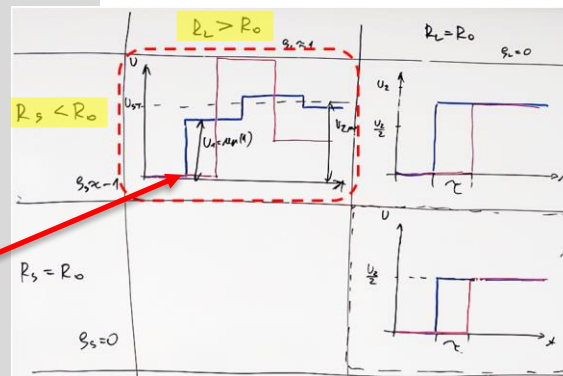
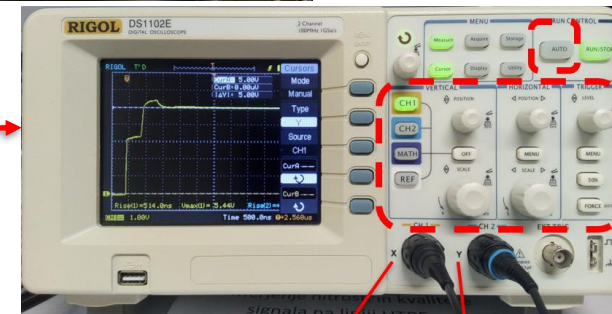
Generator

- 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:

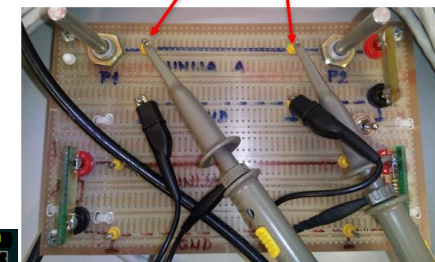
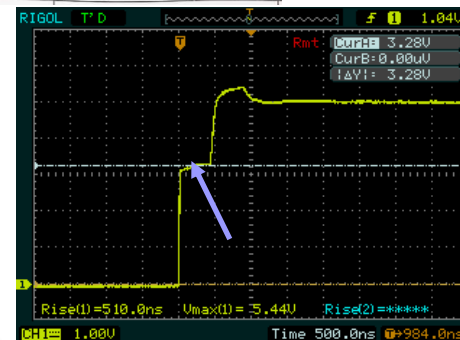
I. Izberemo prvi kvadrant:

- 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 $R_{IZH}=50\Omega$, na izhodu linije pa pustite odprte sponke $R_b = \infty$.

Nastavitev generatorja

RIGOL

DG4000 Series

User's Guide

Function/Arbitrary Waveform Generator

5. CH1 Output

BNC connector with 50Ω nominal output impedance.

When **Output1** is enabled (the backlight turns on), this connector output waveform according to the current configuration of CH1.



RIGOL

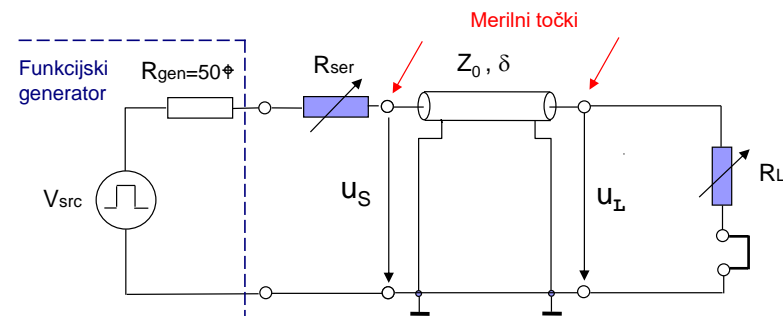
DG3000 Series Function/Arbitrary

User's Guide

Waveform Generator

1. To Set the Output Load

For the [Output] Connector on the Front panel, the Generator has a built-in 50Ω series impedance. If the actual load does not match the set one, the displayed amplitude and offset are incorrect. This function is used to match the displayed voltage with the expected one.



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 ter vaše ugotovitve.

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 in vašo intepretacijo dobljenih rezultatov ter vaše ugotovitve.

*LV1.N: Neobvezni izzivi

a) 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

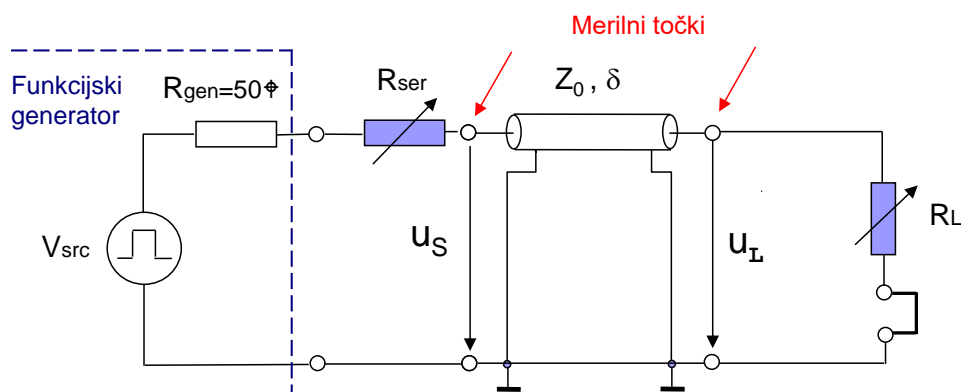
- 8.0: Uvod v meritve prenosnih linij
- 8.1: LV1-1: Meritev dolžine linije (l)
- 8.2: LV1-2: Meritev karakteristične upornosti linije (R_0)
- DN2-LV1: DN2-LV1 Meritve dolžine linije in R_0

LV1: Izziv

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

LV1: Meritev karakteristične upornosti prenosne linije

izziv: ali bi lahko z multimetrom in dano 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.

