



Vhodno izhodne naprave

Laboratorijska vaja 10 - LV 3

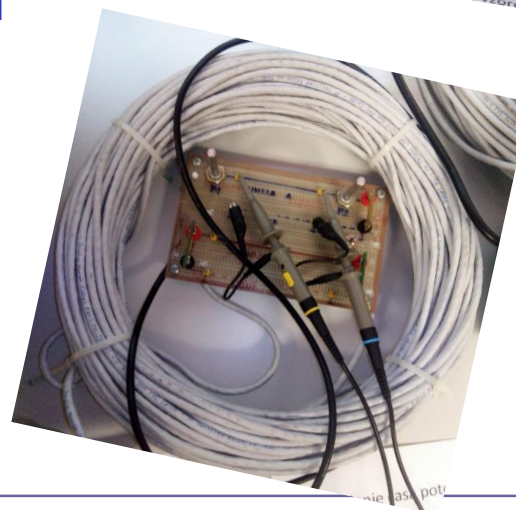
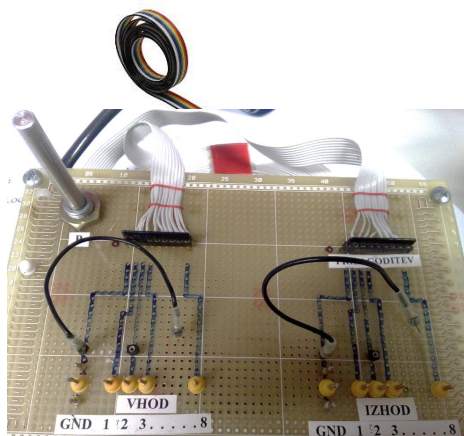
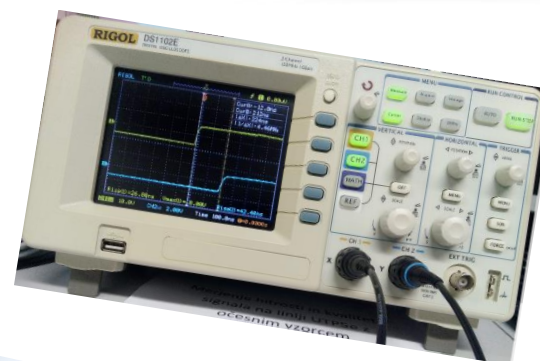
Meritve presluha (ploščati, UTP kabel)

Laboratorijska vaja 10 - LV3

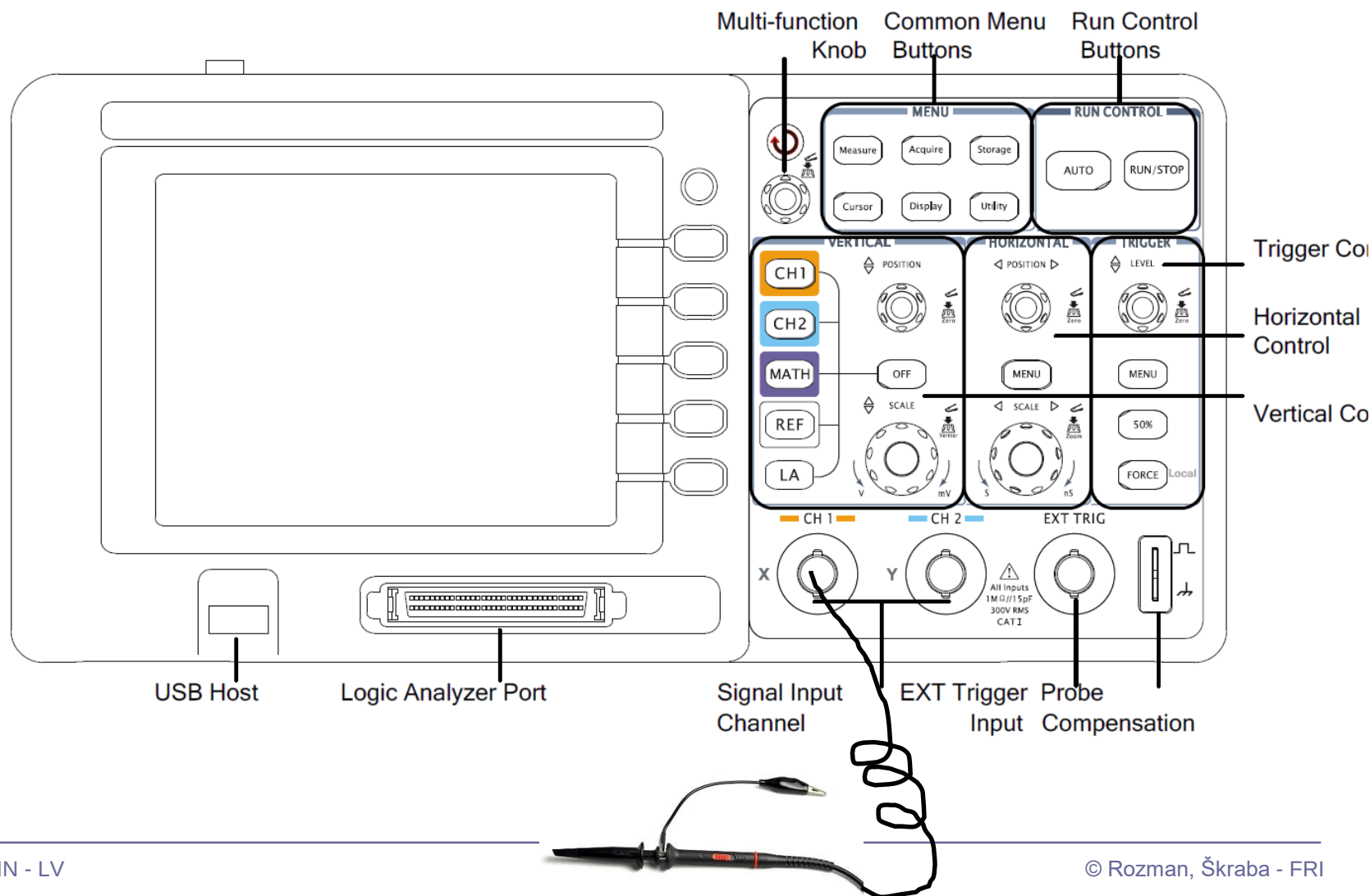
- 10.0: Presluh – uvod v meritve
- 10.1: Presluh – meritve na ploščatem kablu
- 10.2: Presluh – meritve na UTP kablu (dodatna vsebina)
- 10.3: Hitri predpregled preostale vsebine
 - Očesni vzorec, UZ, RS232, CANBUS

Seznam uporabljenih instrumentov:

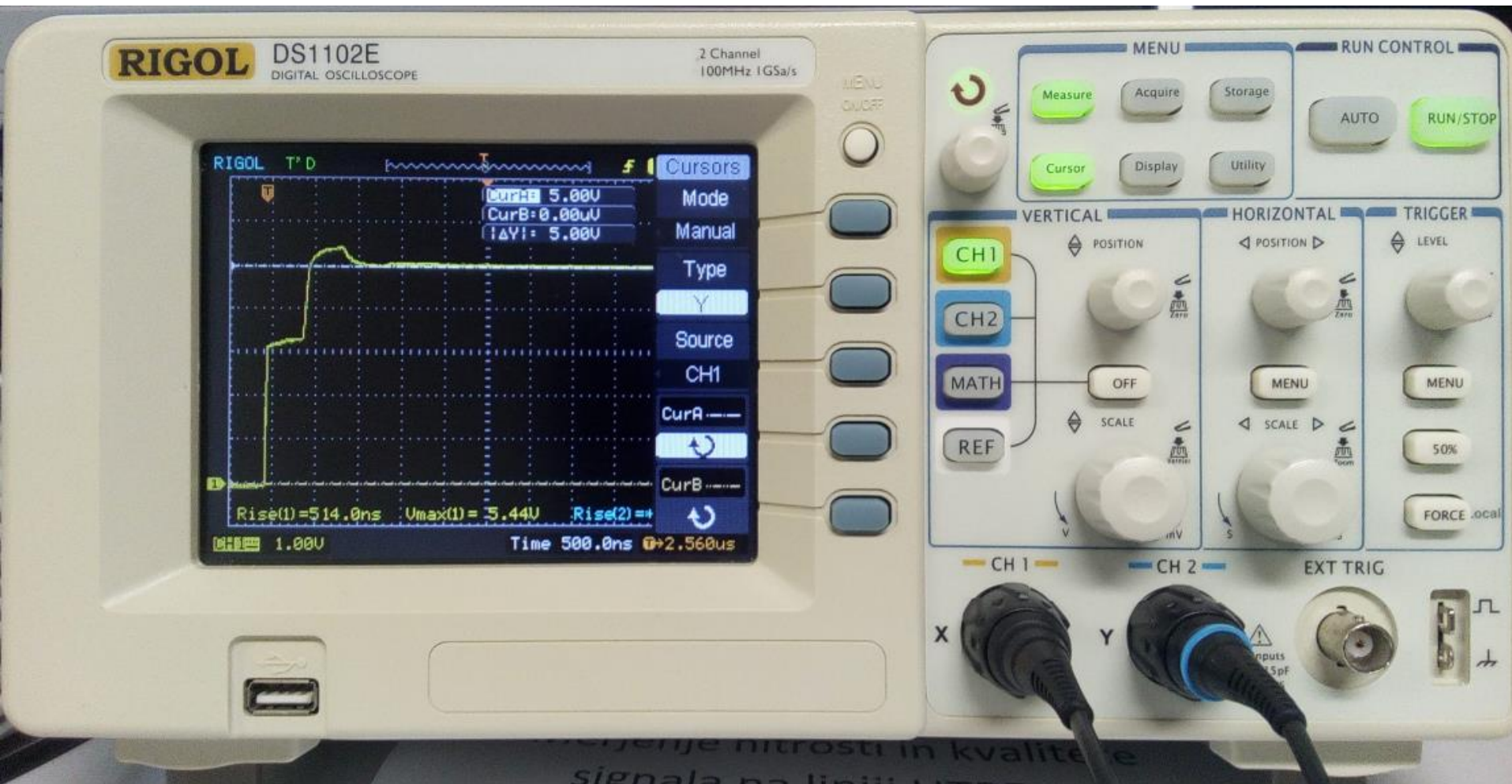
- Funkcijski generator RIGOL DG 4062
- Osciloskop RIGOL DS 1102E
- Linije
 - UTP Cat5e
 - Ploščati kabel z 9 vodniki



Prednja stran osciloskopa



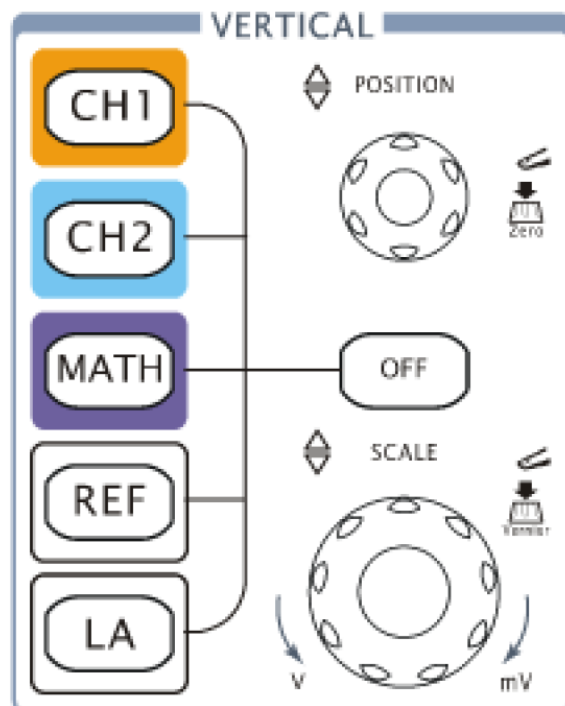
Prednja stran osciloskopa



Prednja stran osciloskopa - kontrole

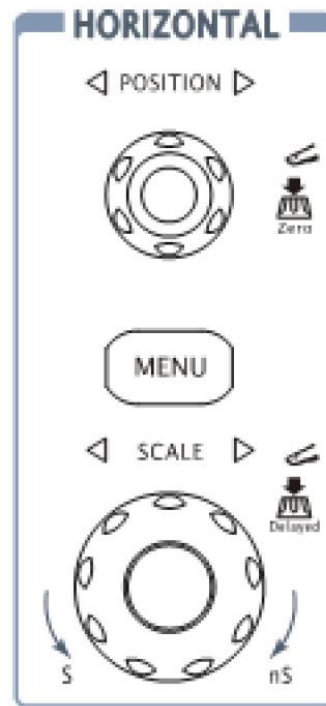
Y-os (el. napetost)

- nastavitev merila [V/razdelek]
- pozicioniranje



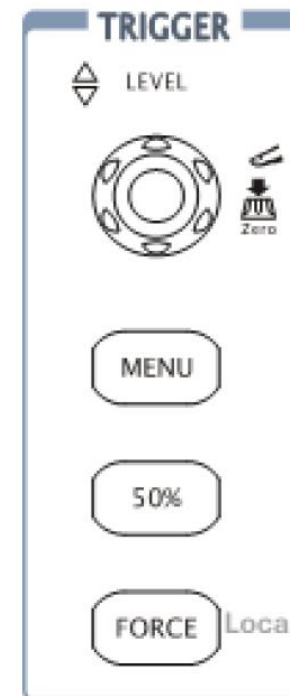
X-os (čas)

- nastavitev merila [s/razdelek]
- pozicioniranje



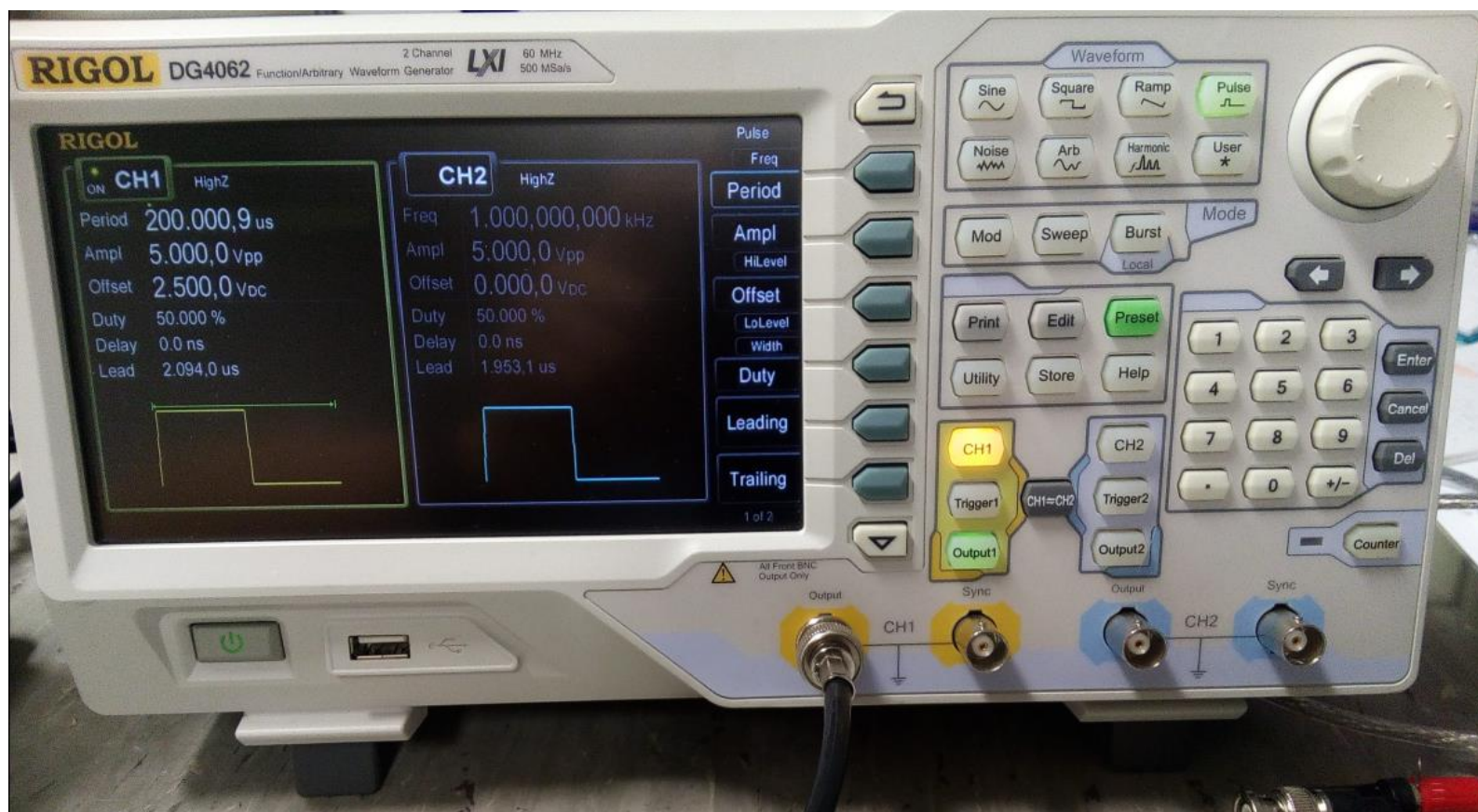
Prožilnik

- začetek dogodka
- običajno 50%



Spoznavanje merilne opreme...

Generator signalov



Lab. vaja 1,2 (LV1,2) - Merjenje dolžine, karakteristične upornosti in odbojev

...še s praktičnimi meritvami.

Potenciometri:

$R(P1) = 0 \dots 500\Omega$

$R(P2) = 0 \dots 500\Omega$

Slike osciloskopa: UTP kabel, $R_S = 50 \dots 550\Omega$, $R_L = 1 \dots 500\Omega$ ($R_{pen} = 50\Omega$) UTP

Napetost se že pravilno porazdeli, z zakasnitvijo 1τ se pojavi tudi na izhodu.

$R_0 = 100\Omega$
 $R_L, R_S = 0, 50, 500\Omega$

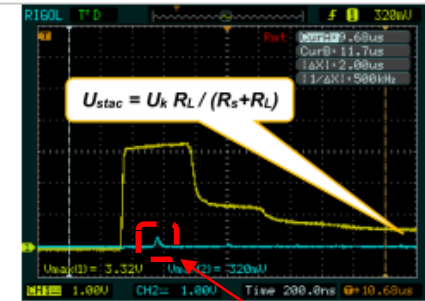
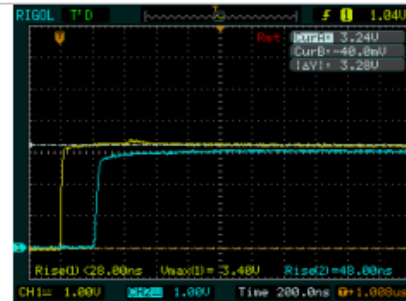
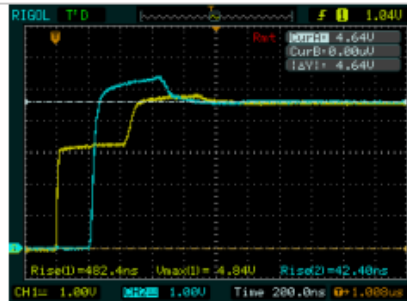
$R_L > R_0, R_L = 500\Omega$
 $\rho_L = 0.666$ (poz. odboj)

$R_L = R_0$
 $\rho_L = 0$ (ni odboja)

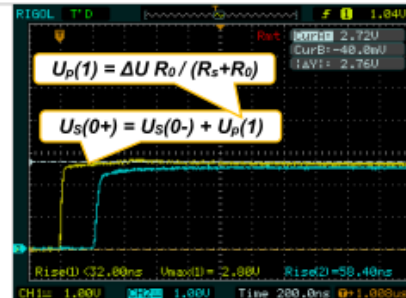
$R_L < R_0, R_L = 1\Omega$
 $\rho_L = -0.98$ (neg. odboj)

Višje potujoče napetosti

$R_S < R_0$
 $R_S = 50\Omega$
 $\rho_S = -0.333$
[1V/razdelek]



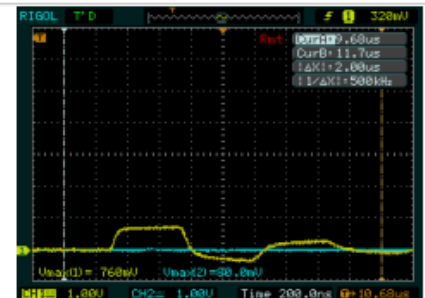
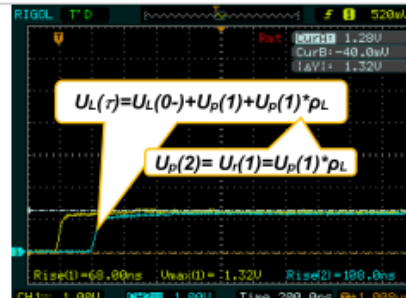
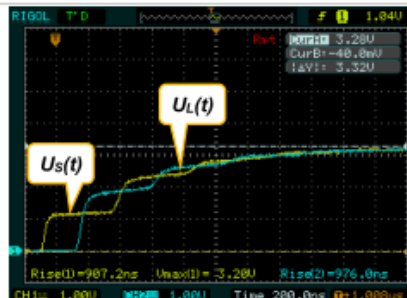
$R_S = R_0$
 $\rho_S = 0$
[1V/razdelek]



Odboj
 $\rho \approx -1$

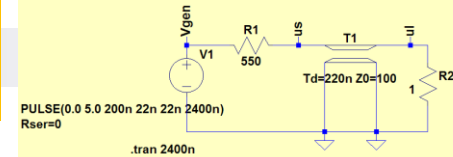
Nizke potujoče napetosti

$R_S > R_0$
 $R_S = 550\Omega$
 $\rho_S = 0.692$
[1V/razdelek]



Ponovitev

(LV2) - Merjenje odbojev na liniji



... Vse to ponovite tudi s simulacijo v programu SPICE.

SPICE Simulacije slik iz osciloskopa: UTP kabel, $R_S = 50 \dots 550 \Omega$, $R_L = 1 \dots 500 \Omega$

Napetost se že pravilno porazdeli, z zakasnitvijo 1τ se pojavi tudi na izhodu.

$R_0 = 100 \Omega$
 $R_L, R_S = 0, 50, 500 \Omega$

$R_L > R_0$, $R_L = 500 \Omega$
 $\rho_L = 0.666$ (poz. odboj)

$R_L = R_0$
 $\rho_L = 0$ (ni odboja)

$R_L < R_0$, $R_L = 1 \Omega$
 $\rho_L = -0.98$ (neg. odboj)

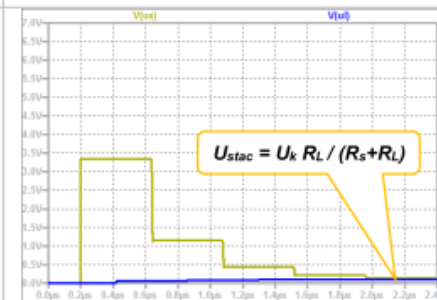
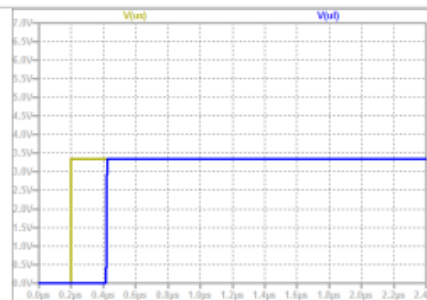
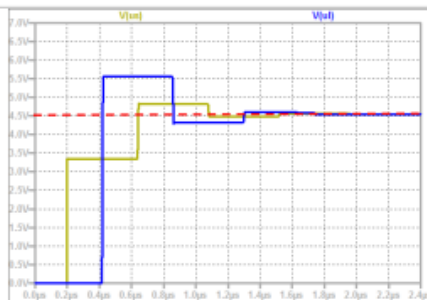
Višje potujoče napetosti

$R_S < R_0$

$R_S = 50 \Omega$

$\rho_S = -0.333$

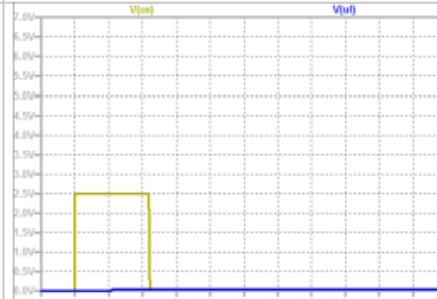
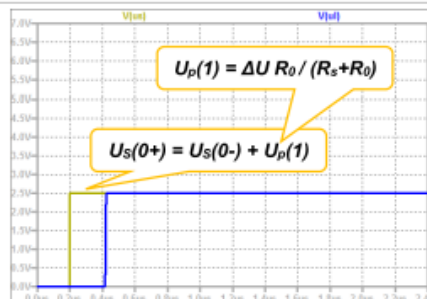
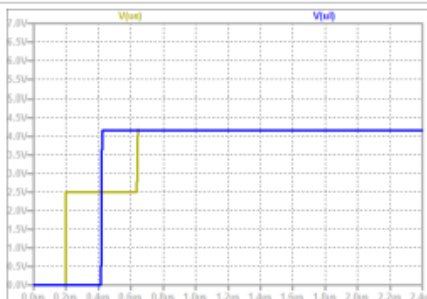
[0.5V/razdelek]



$R_S = R_0$

$\rho_S = 0$

[0.5V/razdelek]



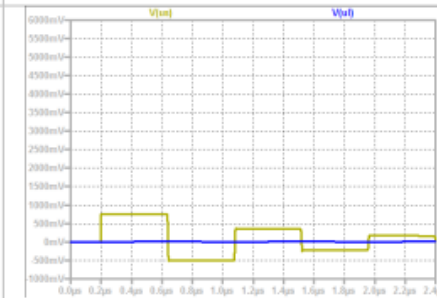
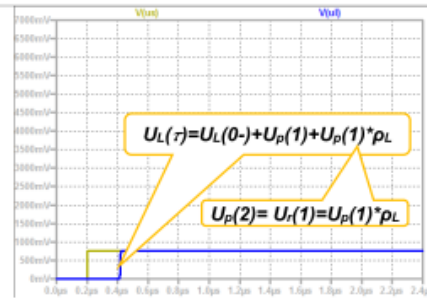
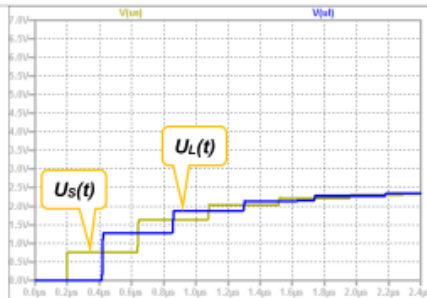
Nizke potujoče napetosti

$R_S > R_0$

$R_S = 550 \Omega$

$\rho_S = 0.692$

[0.5V/razdelek]



Presluh (crosstalk) Povzetek

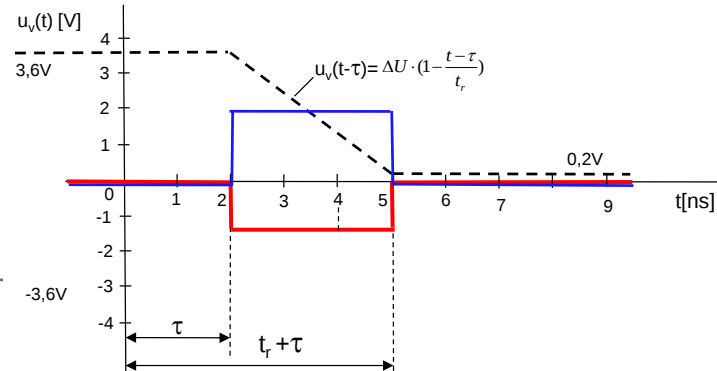
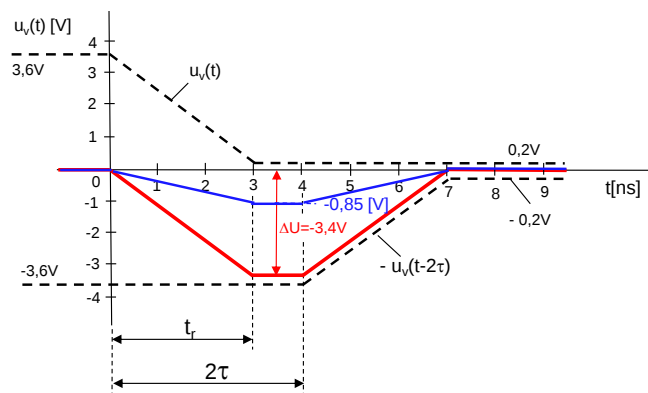
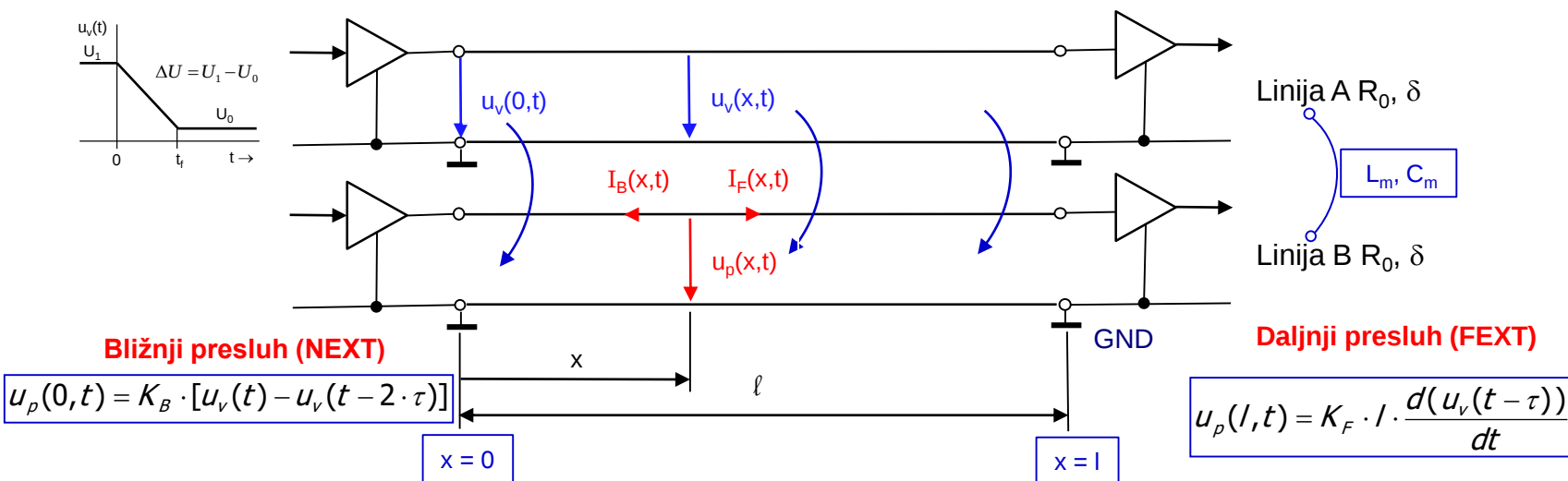
Preslušna (motilna) napetost $u_p(x,t)$ v točki x linije B:

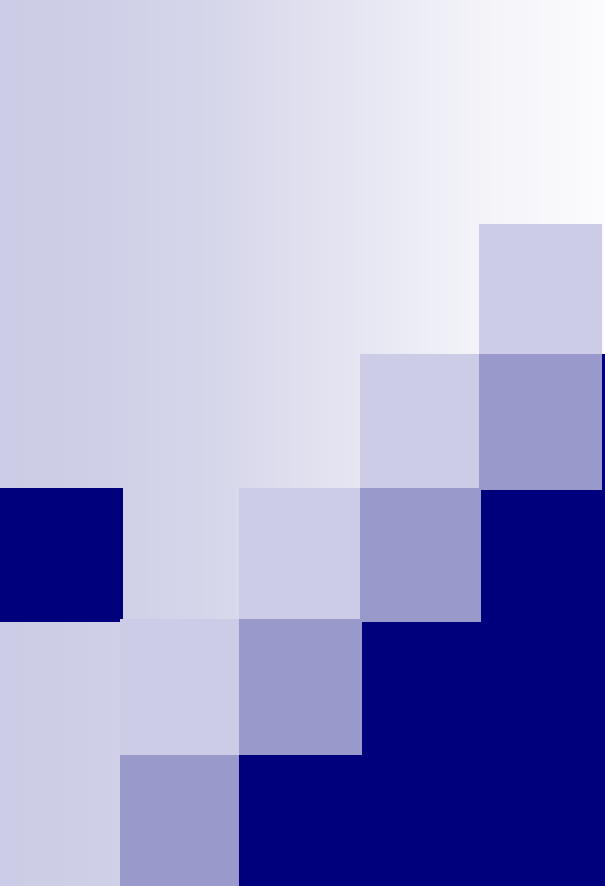
$$u_p(x,t) = R_0 \cdot [(I_F(x,t) + I_B(x,t))] =$$

$$= K_F \cdot x \cdot \frac{du_v(t - x \cdot \delta)}{dt} + K_B \cdot [(u_v(t - x \cdot \delta) - u_v(t - 2 \cdot l \cdot \delta + x \cdot \delta))]$$

$$K_F = \frac{1}{2} (C_m \cdot R_0 - \frac{L_m}{R_0}) \quad \text{Daljna presl. konst. } -0,1 \dots -0,3 \text{ [ns/m]}$$

$$K_B = \frac{1}{4\delta} (C_m \cdot R_0 + \frac{L_m}{R_0}) \quad \text{Bližnja presl. konst. } 0,04 \dots 0,4 \text{ [-]}$$





Vhodno izhodne naprave

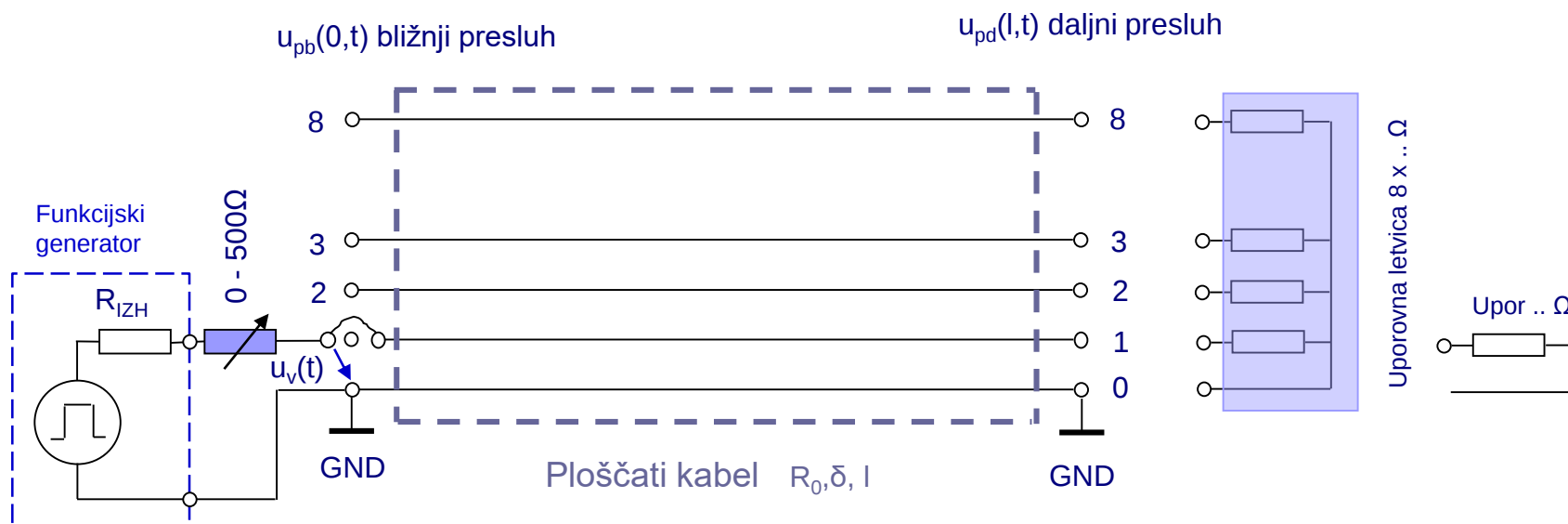
Laboratorijska vaja 10 - LV 3

10.1: Presluh – meritve na ploščatem
kablu



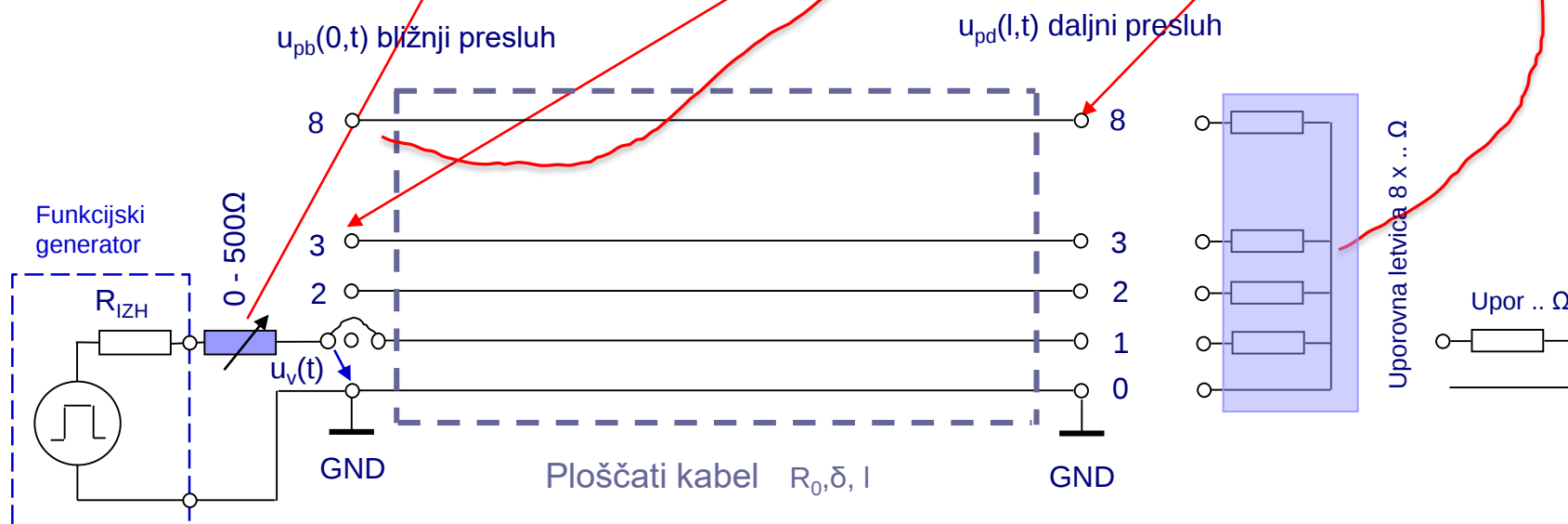
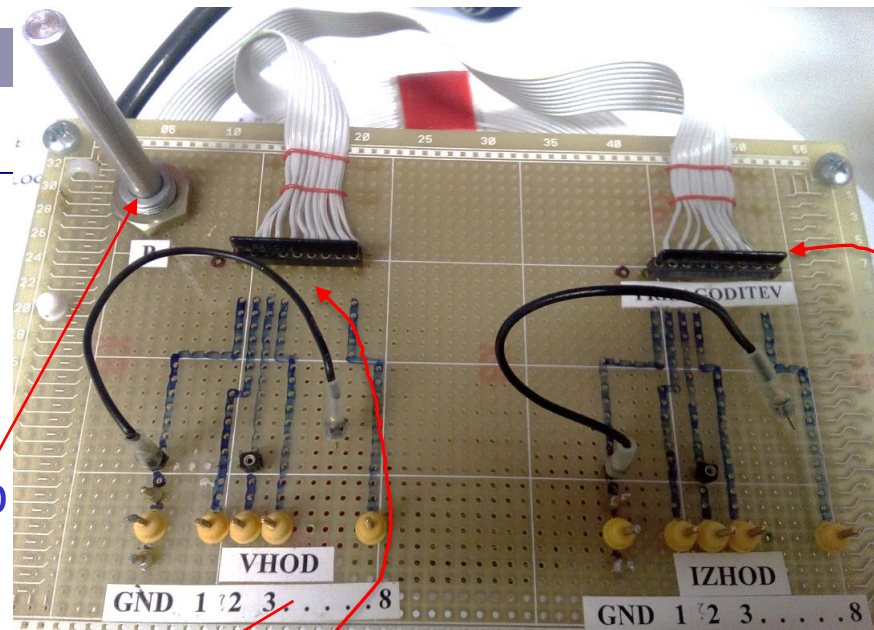
LV3: Merjenje presluha na ploščatem kabl

- Funkcijski generator priključite na vodnik 1, vodnik 0 pa uporabite kot skupni povratni vodnik GND in nastavite primerno obliko signala $u_v(t)$.



Merjenje presluha na ploščatem kabl

Funkcijski generator priključite na vodnik 1, vodnik 0 pa uporabite kot skupni povratni vodnik GND in nastavite primerno obliko signala $u_v(t)$.



PLOŠČATI KABELLINIJA 0-1:

- (a) • ČAS POTOVANJA - τ
- (b) • KARAKT. UPORNOST - R_0

- LIN. 0-2 ← GND

LINIJE 0-2, 0-3, 0-8:

- (d) $K_B = ? \leftarrow$ • BLIŽNJI PRESLUH
- DALJNI PRESLUH

MERITVE:

- ČASOVNI POTEK
- VPLIV ODBOSEV:
- BREZ

(c)

(d)

- ODBOS NA ISTI STRANI
- ODBOS NA OBEH STRANAH
- ZAKLJUČITEV 0-1 Z UPOROM!
(DEŠNA STRAN)

• OMEJEVANJE PRESLUHOV:

(f)

• OZEMLJITEV LINIJE 0-2

(g)

• DALJŠANJE x_m, t_d POROČILO:BLIŽNJI:

2T

DALJNI:

Izhodna upornost funkcijskega generatorja je $R_{IZH}=50\Omega$, zakasnitev ploščatega kabla $\delta=4,53\text{ns/m}$

- Izmerite čas potovanja po ploščatem kabl
- Izmerite in izračunajte karakteristično upornost ploščatega kabla in izberite primerno zaključitev za linije 2 do 8, da ne bo odbojev (podobno kot v LV 2-2, linijo 2 ozemljite)
 - Kaj se zgodi, če linije 2 ne ozemljite?
- Izmerite napetostne nivoje bližnjega presluha $u_{pb}(0,t)$ na vseh v linijah 2,3 in 8 in daljnega presluha $u_{pd}(l,t)$ na izhodih linij 2,3 in 8.
- Opazujte vpliv zaključitev na linijah 2 do 8 na amplitudo in potek bližnjega in daljnega presluha (brez odboja, odboj na isti in še na obeh straneh).
- Podajte postopek in izračun bližnje preslušne konstante K_B

PLOŠČATI KABEL

LINIJA 0-1:

- | | | | |
|-------------------|---|---|------------------|
| <p>Ⓐ</p> <p>Ⓑ</p> | <p>• ČAS POTOVANJA - τ</p> <p>• KARAKT. UPORNOST - R_0</p> | } | - LIN. 0-2 ← GND |
|-------------------|---|---|------------------|

LINIJ 0-2, 0-3, 0-8:

Ⓓ $K_B = ? \leftarrow$ • **BLIŽNJI PRESLUH**

• **DALJNI PRESLUH**

• OMEJEVANJE PRESLUHOV:

- | | | |
|---|-------------------|---|
| { | <p>Ⓕ</p> <p>Ⓖ</p> | <p>• OZEMLJITEV LINIJE 0-2</p> <p>• DALJŠANJE x_m, t_d</p> |
|---|-------------------|---|

MERITVE:

- ČASOVNI POTEK
- VPLIV ODBOSEV:
- BREZ

- Ⓖ {
- ODBOS NA ISTI STRANI
 - ODBOS NA OBEH STRANAH
- ZAKLJUČITEV 0-1 Z UPOROM!
(DEŠNA STRAN)

POROČILO:

BLIŽNJI:

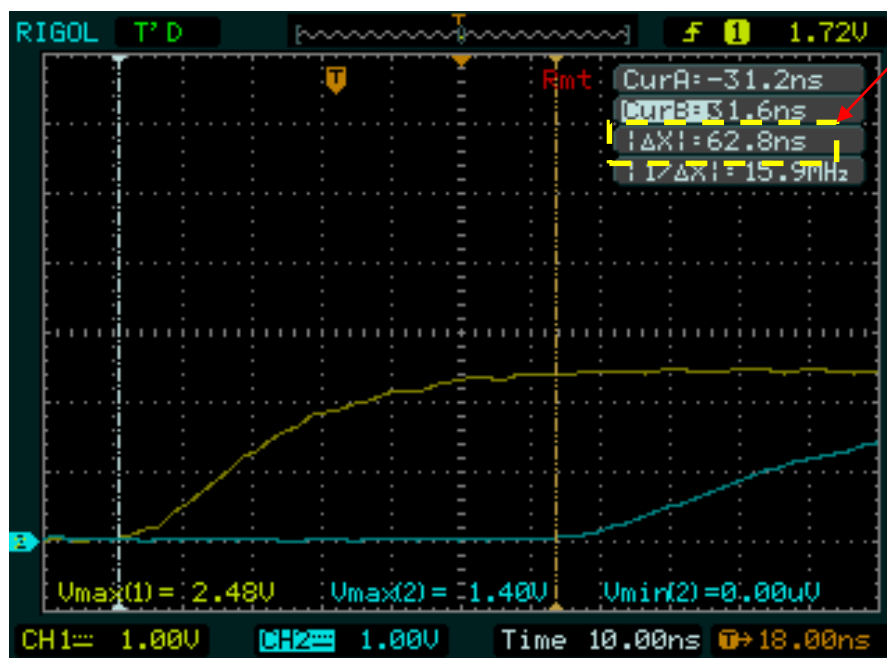
2T

DALJNI:

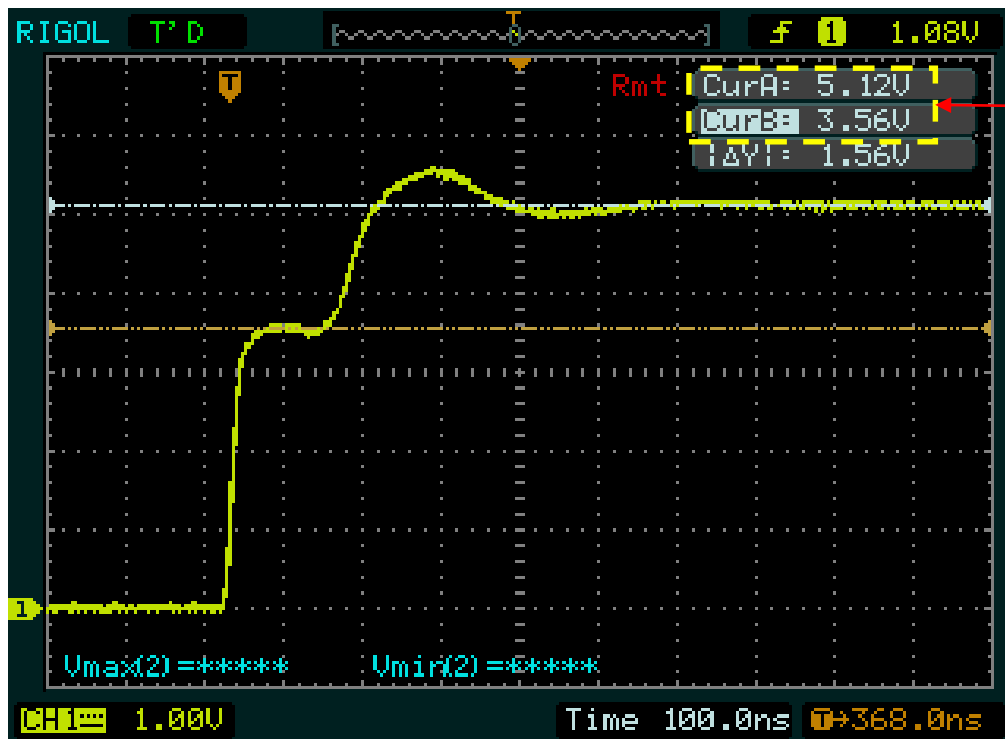
τ

Merjenje presluha na ploščatem kablu 1

- Izmerite čas potovanja po ploščatem kablu $\approx 62\text{ns}$



■ Določite karakteristično upornost ploščatega kabla – GND na #2 !



KABEL #1

$$\rightarrow 3.56 \cdot 50 / (5.12 - 3.56)$$
$$\text{ans} = 114.10256$$

Preverim tudi z modrim potenciometrom (109ohm)

Letvice pa so 100 ohm – dobim konsistentne slike

characteristic impedance ribbon

Simple, flat 0.05" IDC ribbon is generally around 95Ω to 110Ω. Some can go as high as 210Ω. I have seen jacketed cables down to 62Ω

The manufacturers' datasheets will tell you, if you are using surplus cable it might be hard to identify though.

Z naslova <<http://www.edaboard.com/thread41343.html>>

PLOŠČATI KABELLINIJA 0-1:

- Ⓐ . ČAS POTOVANJA - τ
 - Ⓑ . KARAKT. UPORNOST - R_0
- } - LIN. 0-2 ← GND

LINIJE 0-2, 0-3, 0-8:Ⓓ $K_B = ? \leftarrow$ • **BLIŽNJI PRESLUH**• **DALJNI PRESLUH**

• OMEJEVANJE PRESLUHOV:

- Ⓕ { • OZEMLJITEV LINIJE 0-2
- Ⓖ • DALJŠANJE x_n, t_d

MERITVE:

• ČASOVNI POTEK

• VPLIV ODBOSEV:

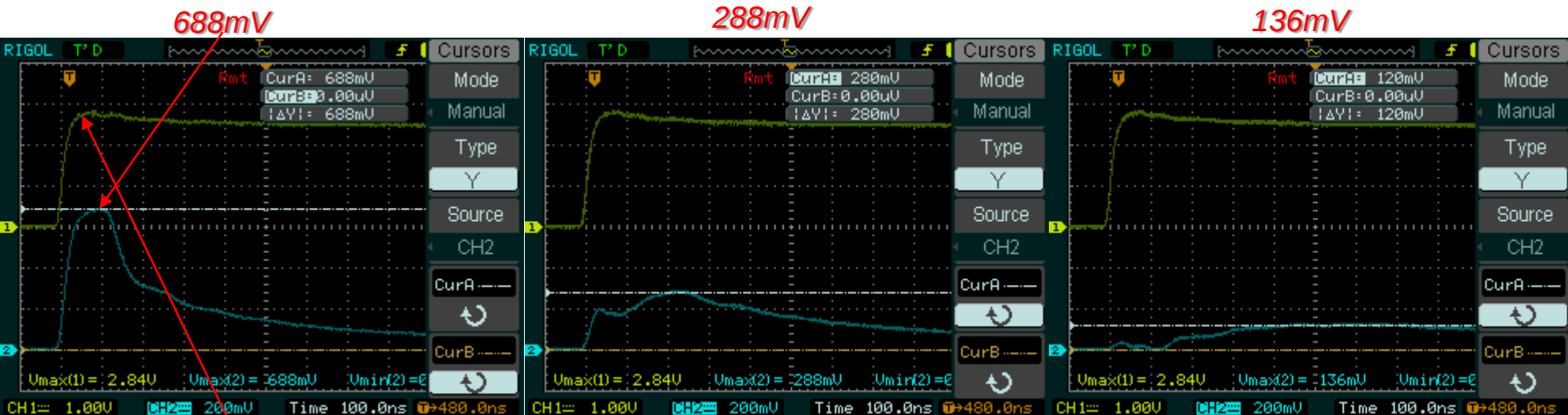
• BREZ

- Ⓒ { • ODBOS NA ISTI STRANI
- ODBOS NA OBEH STRANAH
- ZAKLJUČITEV 0-1 Z UPOROM! (DESNA STRAN)

BLIŽNJI: 2τ DALJNI:POROČILO:

REŠ: Merjenje presluha na ploščatem kablu : Bližnji presluh

- Izmerite napetostne nivoje bližnjega presluha $u_{pb}(0,t)$ na vloh v linije 2, 3 in 8



- Primer izračuna K_b (vstavljene zaključitve)

KABEL #N

--> $K_b = 0.688 / 2.86$

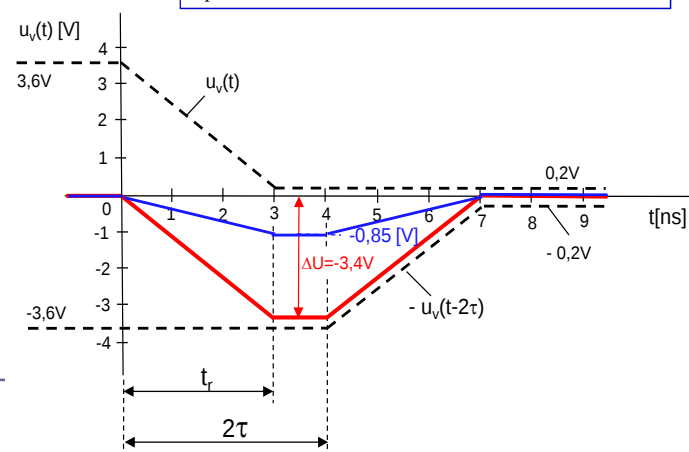
$K_b =$

0.240559

Komentar: 1.slika – vzamem max (2.86V) namesto V_{stac} (2.54V) za izračun

Bližnji presluh (NEXT)

$$u_p(0,t) = K_B \cdot [u_v(t) - u_v(t - 2 \cdot \tau)]$$

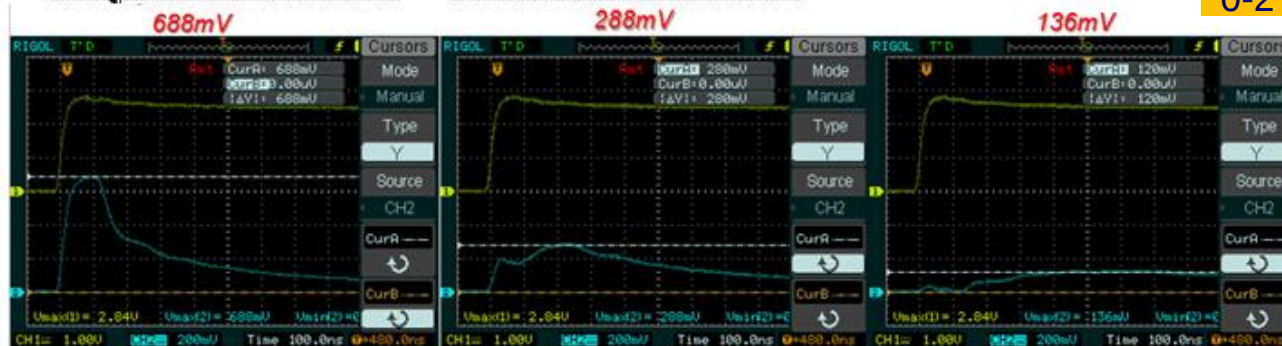


Vpliv zaključitev na linijah 2 do 8 na amplitudo in potek bližnjega presluha

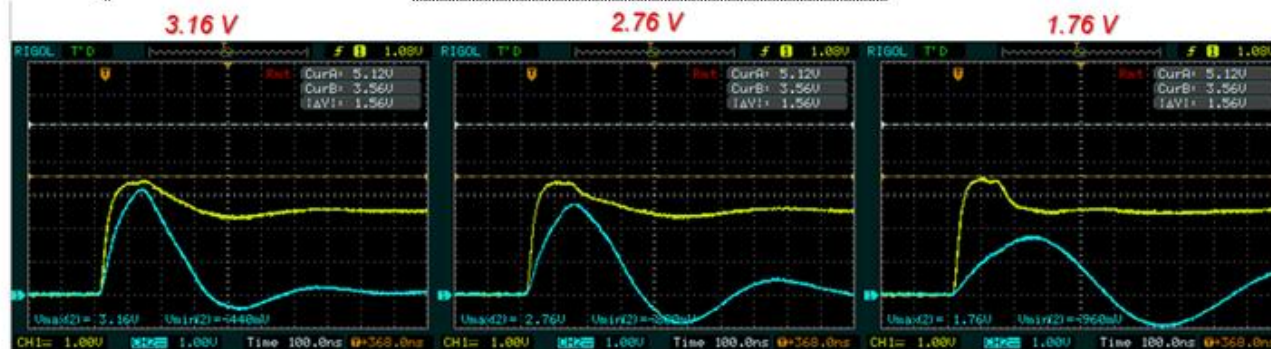
Bližnji-presluh

A) Vstavljene zaključitve

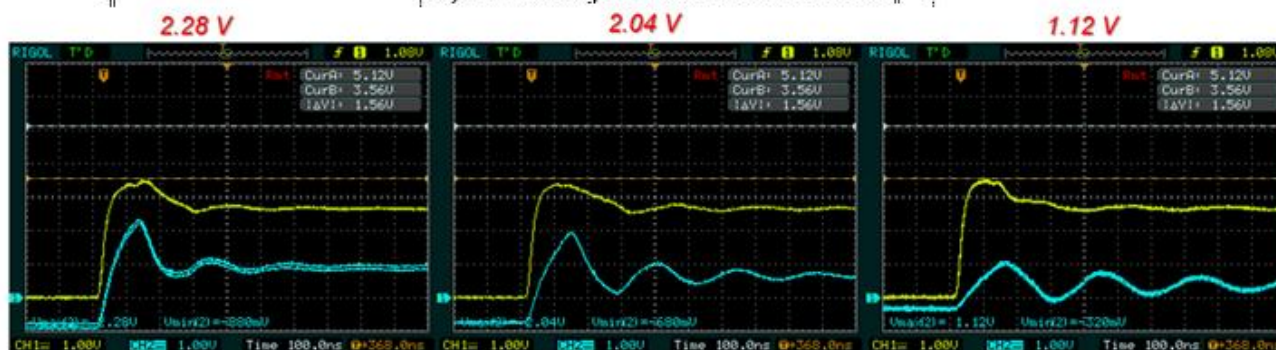
Stolpci prikazujejo povezave
0-2 0-3 0-8



B) Brez zaključitev na isti strani



C) Brez zaključitev na obeh straneh



PLOŠČATI KABELLINIJA 0-1:

(a) • ČAS POTOVANJA - τ

(b) • KARAKT. UPORNOST - R_0

- LIN. 0-2 ← GND

LINIJE 0-2, 0-3, 0-8:

(d) $K_B = ? \leftarrow$ • BLIŽNJI PRESLUH

• DALJNI PRESLUH

MERITVE:

• ČASOVNI POTEK

• VPLIV ODBOSEV:

• BREZ

(d)

• ODBOS NA ISTI STRANI

• ODBOS NA OBEH STRANAH

→ ZAJKLJUČEV 0-1 Z UPOROM!
(DEŠNA STRAN)

• OMEJEVANJE PRESLUHOV:

(f)

• OZEMLJITEV LINIJE 0-2

(g)

• DALJŠANJE x_m, t_d POROČILO:BLIŽNJI: 2τ DALJNI:

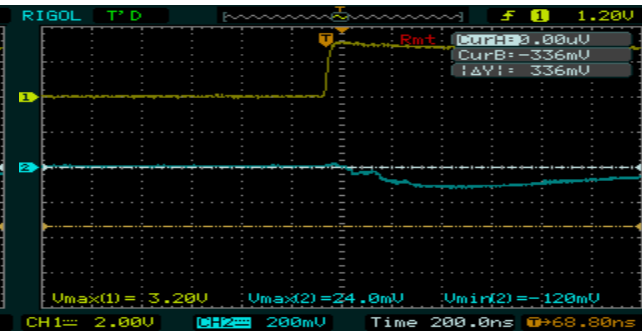
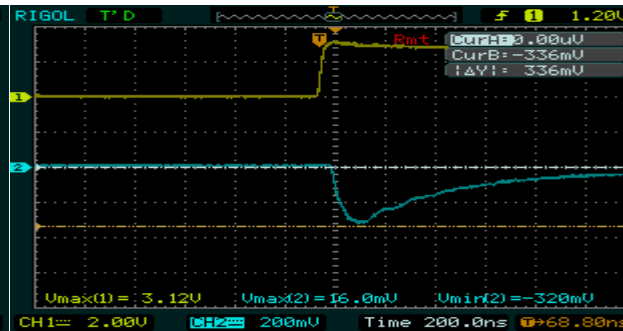
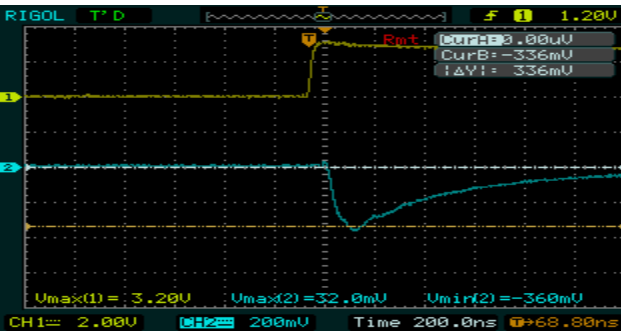
REŠ: Merjenje presluha na ploščatem kablu : Daljnji presluh

Izmerite napetostne nivoje daljnega presluha $u_{pd}(l,t)$ na izhodih linij 2,3 in 8.

-360mV

-320mV

-120mV

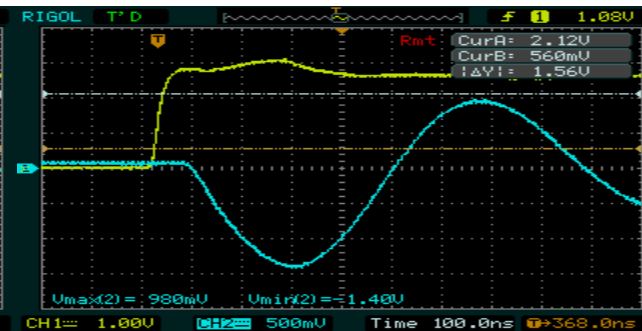
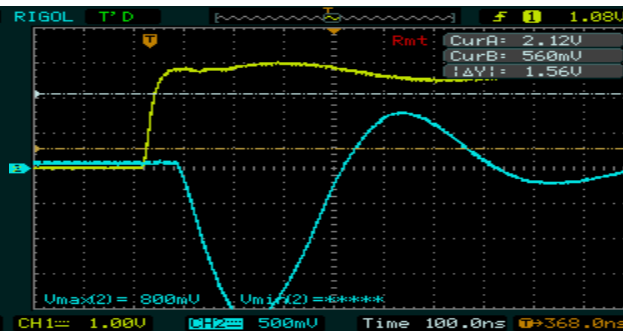
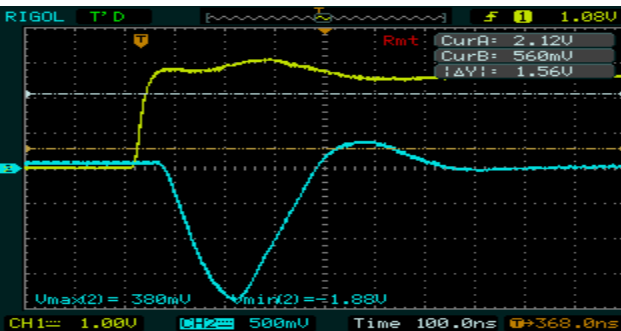


□ Brez zaključitve na daljnji strani (spodaj) in obeh straneh (čisto spodaj)

-1.88 V

< -2V

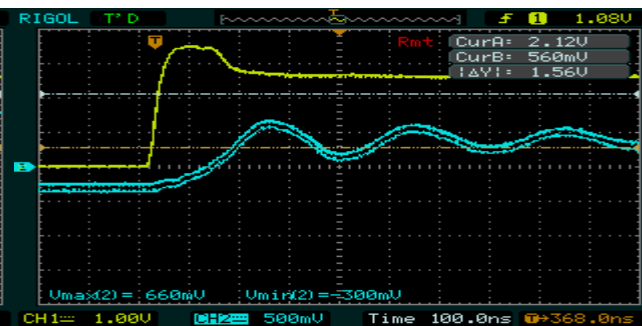
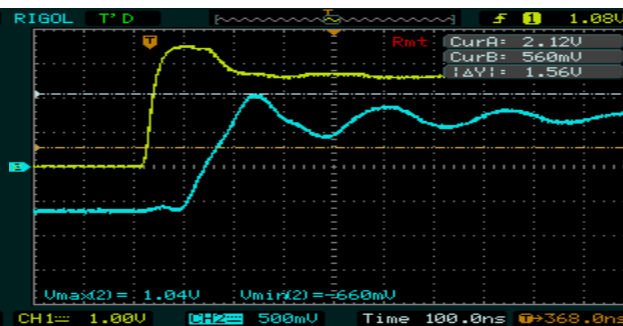
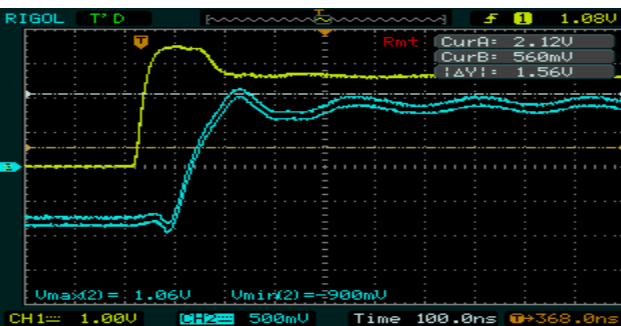
-1.4 V



1.06 V

1.04 V

0.66 V



Omejevanje presluha

■ Presluh lahko zmanjšamo z več različnimi ukrepi:

- Z večanjem razmerja t_r / τ (čas vzpona signala / čas potovanja signala po liniji)
- Z manjšanjem spremembe napetosti ΔU pri spremembi stanja ($0 \rightarrow 1$, $1 \rightarrow 0$)
- Z manjšanjem preslušnih konstant K_B in K_F :
 - Večplastna tiskana vezja
 - Večje število povratnih (ozemljitvenih) vodnikov
 - Prepleteni vodniki (parica)
 - Oklopljena parica
 - Koaksialni kabel
 - Simetrični (diferencialni) prenos
 - Optični vodniki
- Upoštevanje občutljivosti na presluh pri različnih vrstah signalov

PLOŠČATI KABELLINIJA 0-1:

- Ⓐ · ČAS POTOVANJA - τ
 - Ⓑ · KARAKT. UPORNOST - R_0
- } - LIN. 0-2 ← GND

LINIJE 0-2, 0-3, 0-8:

- Ⓓ $K_B = ? \leftarrow$ · BLIŽNJI PRESLUH
- DALJNI PRESLUH

MERITVE:

- ČASOVNI POTEK
- VPLIV ODBOSEV:
- BREZ

Ⓒ

Ⓐ

- ODBOS NA ISTI STRANI
- ODBOS NA OBEH STRANAH
- ZAJKLJUČEV 0-1 Z UPOROM!
(DEŠNA STRAN)

· OMEJEVANJE PRESLUHOV:

· OZEMLJITEV LINIJE 0-2

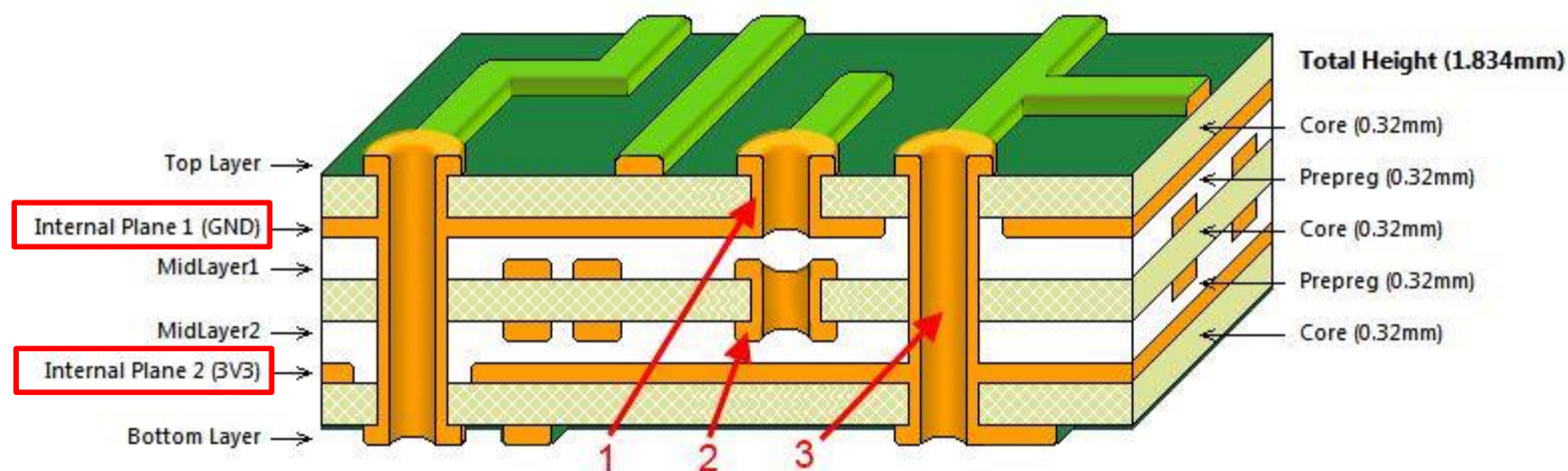
Ⓕ

Ⓖ

· DALJŠANJE x_n, t_n POROČILO:BLIŽNJI: 2τ DALJNI:

Manjšanje preslušnih konstant K_B in K_F

Večplastna tiskana vezja



Vmesna plast z ozemljitvenimi in napajalnimi povezavami zmanjšuje medsebojni vpliv povezav v plasti 1 in zgornji plasti ter povezav v plasti 2 in spodnji plasti.

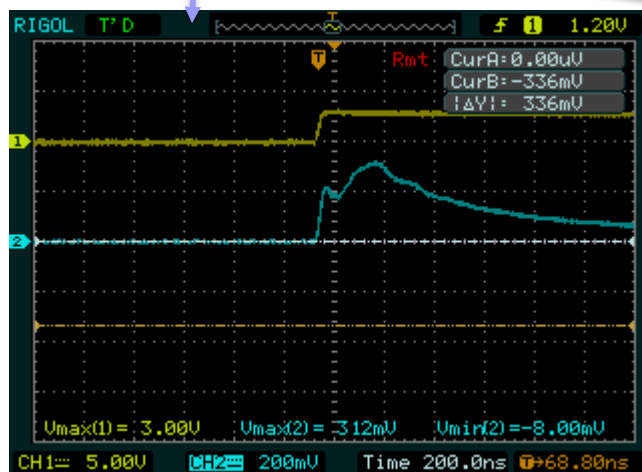
Omejevanje presluha na ploščatem kablu

- Opazujte **vpliv ozemljitve na liniji 2** (na enem ali obeh koncih) na amplitudo bližnjega in daljnega presluha na liniji 3.
- Na funkcijskem generatorju **spreminjajte čas vzpona t_r** in čas padca signala t_f in opazujte vpliv na presluh (bližnji in daljnji).
 - Pri kateri vrednosti t_r oziroma t_f se presluh začne manjšati ?
 - Kako se to vidi na osciloskopu ?

Omejevanje presluha na ploščatem kablu - ozemljitev

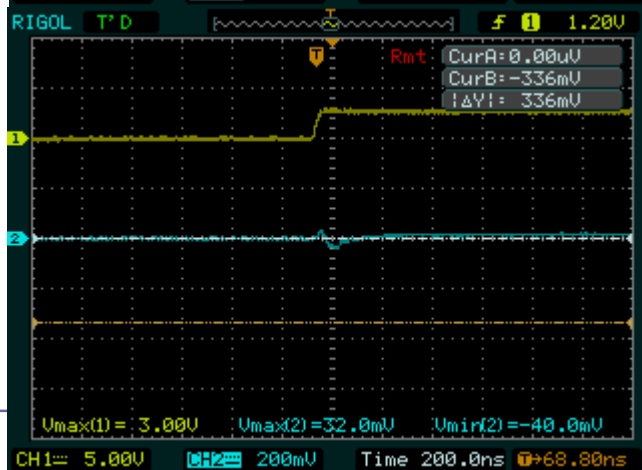
- Opazujte vpliv ozemljitve na liniji 2 (na enem ali obeh koncih) na amplitudo bližnjega in daljnega presluha na liniji 3.

brez
ozemljitve
312 mV

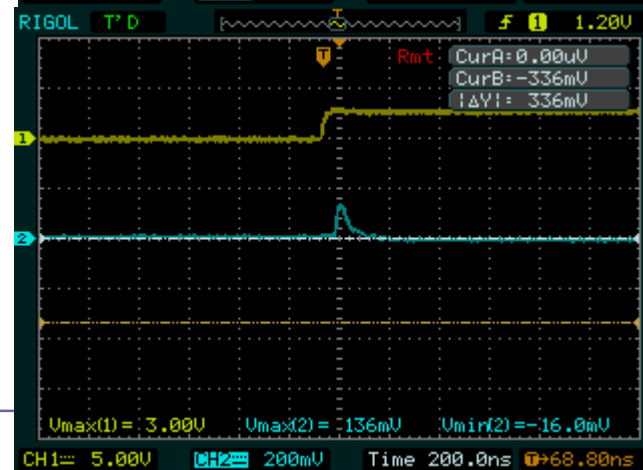
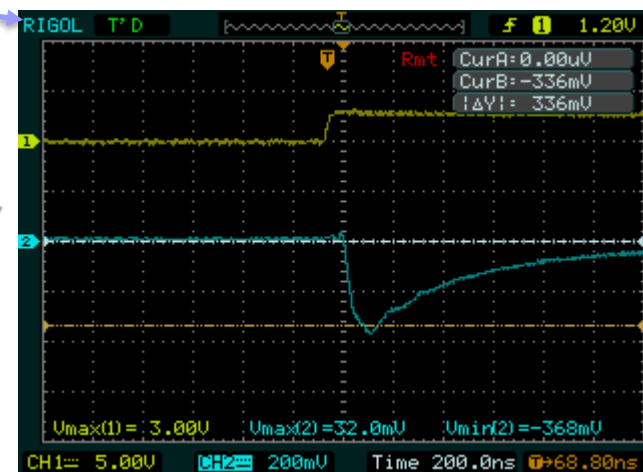


-368mV

ozemljitev
2 - GND
32 mV



136mV



Bližnji presluh

Daljnji presluh

PLOŠČATI KABELLINIJA 0-1:

- Ⓐ • ČAS POTOVANJA - τ
 - Ⓑ • KARAKT. UPORNOST - R_0
- } - LIN. 0-2 ← GND

LINIJE 0-2, 0-3, 0-8:

- Ⓓ $K_B = ? \leftarrow$ • BLIŽNJI PRESLUH
- DALJNI PRESLUH

MERITVE:

- ČASOVNI POTEK
- VPLIV ODBOSEV:
- BREZ

Ⓒ

Ⓐ

- ODBOS NA ISTI STRANI
- ODBOS NA OBEH STRANAH
- ZAKLJUČEK 0-1 Z UPOROM! (DESNA STRAN)

• OMEJEVANJE PRESLUHOV:

Ⓕ

• OZEMLJITEV LINIJE 0-2

Ⓖ

• DALJŠANJE x_m, t_d

BLIŽNJI:

 2τ

DALJNI:

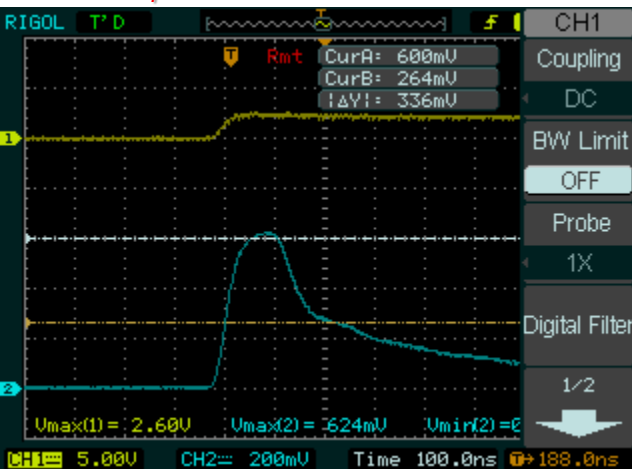
POROČILO:

REŠ: Merjenje presluha na ploščatem kablu

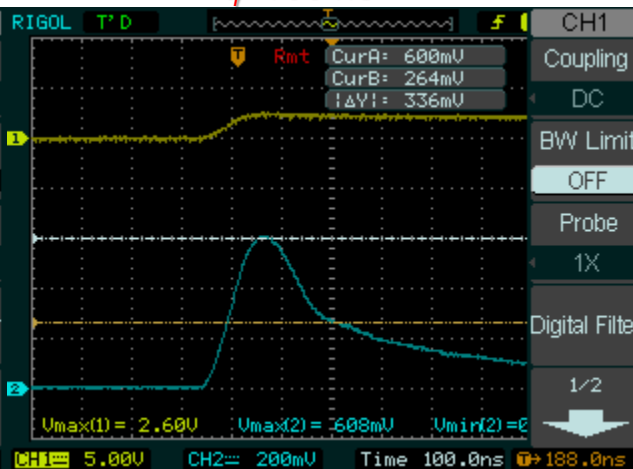
Omejevanje presluha na ploščatem kablu – čas vzpona

- Na funkcijskem generatorju spreminjajte čas vzpona t_r in čas padca signala t_f in opazujte vpliv na presluh.
- Pri kateri vrednosti t_r oziroma t_f se presluh začne manjšati?
- Kako se to vidi na osciloskopu ?

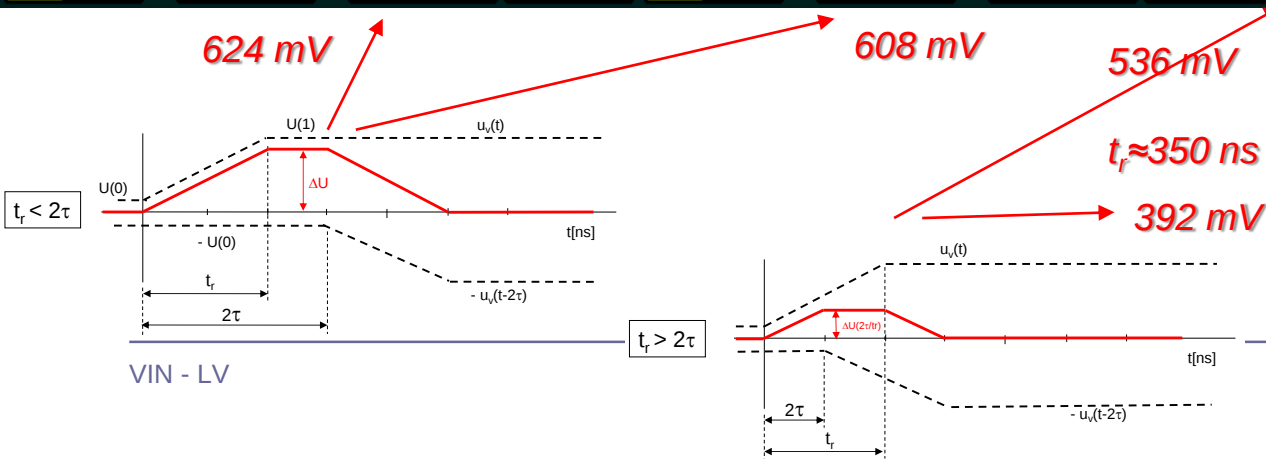
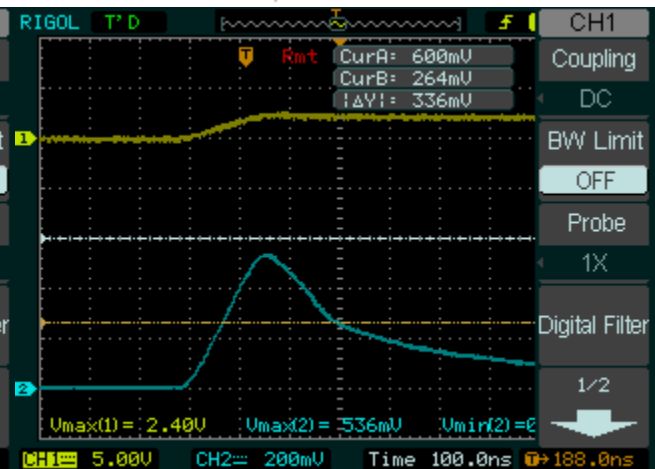
$t_r \approx 62 \text{ ns}$

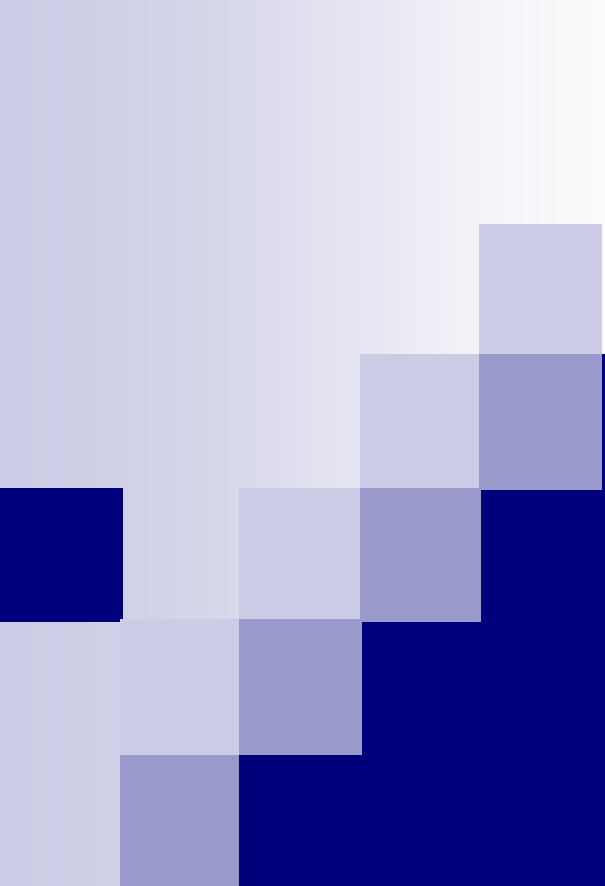


$t_r \approx 100 \text{ ns}$



$t_r \approx 150 \text{ ns}$



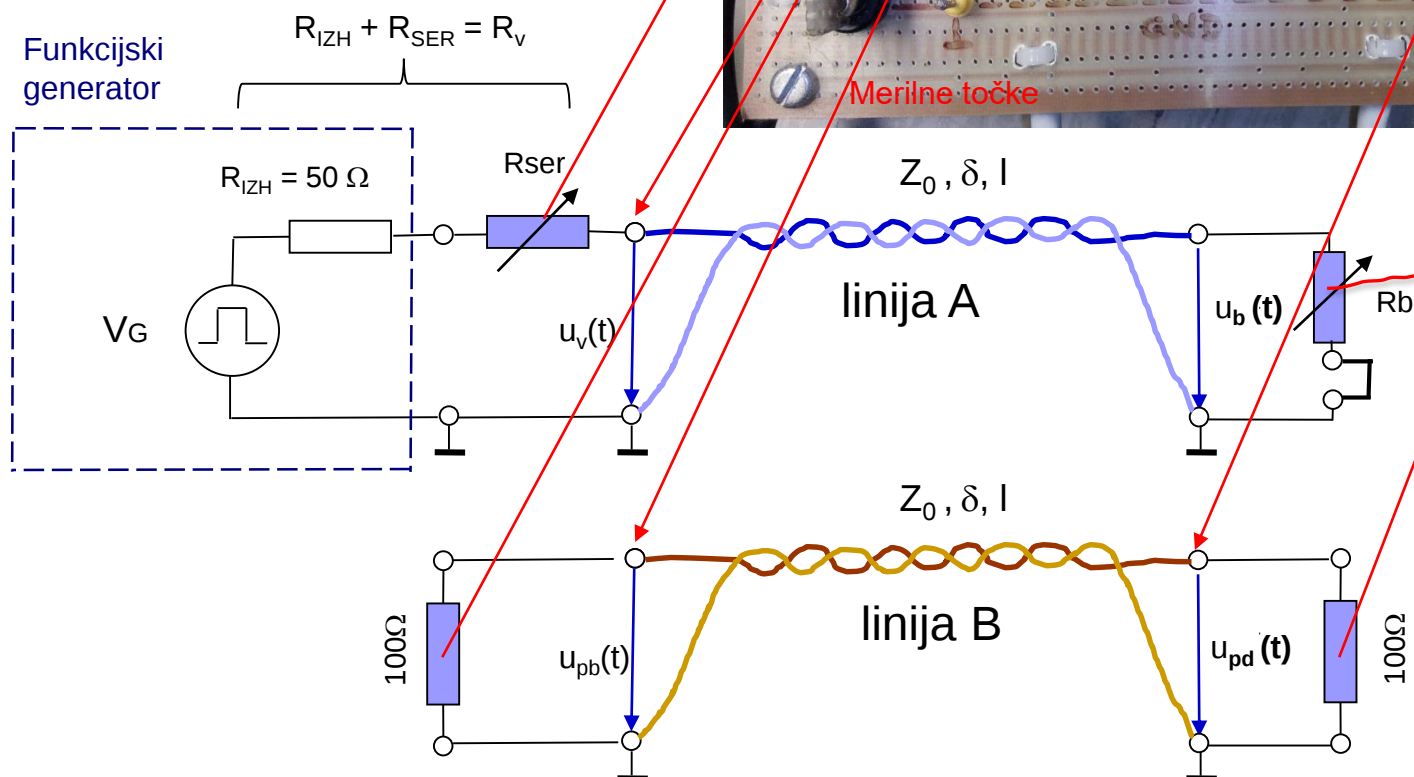
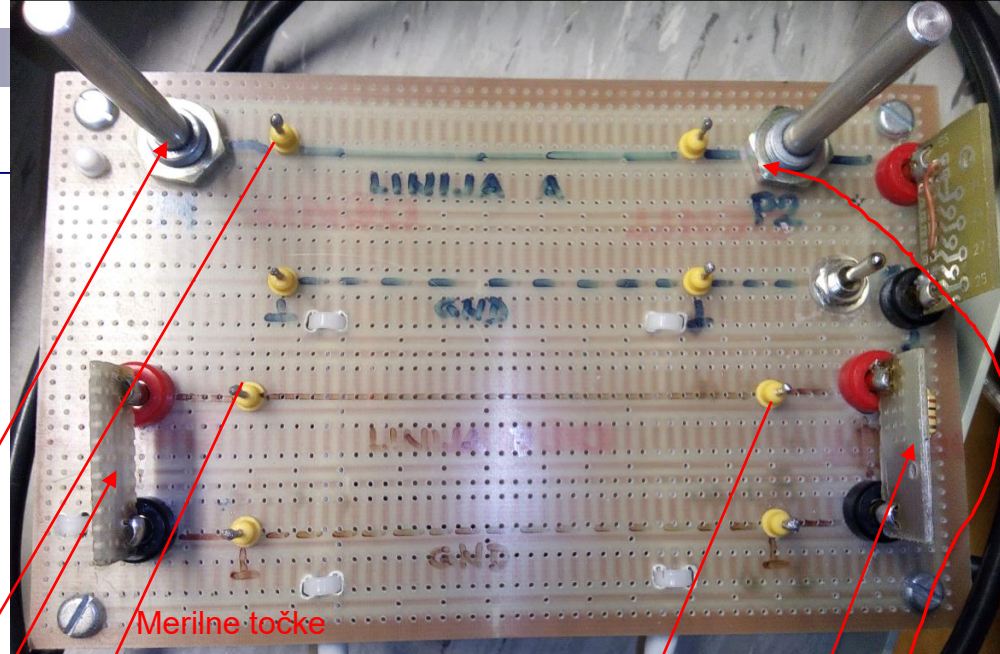


Vhodno izhodne naprave

Laboratorijska vaja 10 - LV 3

10.2: Presluh – meritve na UTP kablju

LV3-D: Merjenje presluha na UTP kablu



LV3-1: Merjenje presluha na sosednjih paricah UTP kabla

- Uporabite kabel UTP Cat5e, $R_0=100\Omega$, $\delta=6,7\text{ns/m}$
- Na prvo parico (linija A) priključite funkcijski generator in nastavite primerno obliko signala $u_v(t)$.
 - Nastavitve za funkcijski generator RIGOL
 - Square: ampl=5V, offset=2.5V, frekv=100kHz
- Vhod in izhod linije A prilagodite karakteristični upornosti R_0 z nastavitvijo potenciometrov tako, da ne bo odbojev (ponovitev iz LV1,2).
- Izmerite in določite :
 - čas potovanja signala po liniji
 - karakteristično upornost linije (R_0)

UTP:

LINIJA A:

- ① a. ČAS POTOVANJA - τ ?
 . OBOJESTRANSKA ZAKLJ. LINIJE A
- b. KARAKTERISTIČNA UPORNOST - R_0 ?

LINIJA B:

- ② K_B ? ← • BLIŽNJI PRESLUH
- d • DALJNJI PRESLUH

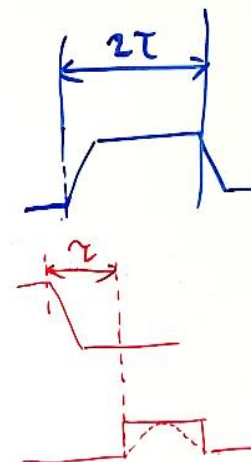
POROČILO

MERITVE:

- ČASOVNI POTEK a
- VPLIV ODBOJEV: c
- BREZ
- ODBOJ NA ISTI STRANI
- ODBOJ NA OBEH STRANEH
- ONEJEVANJE PRESLUHA S X_L e

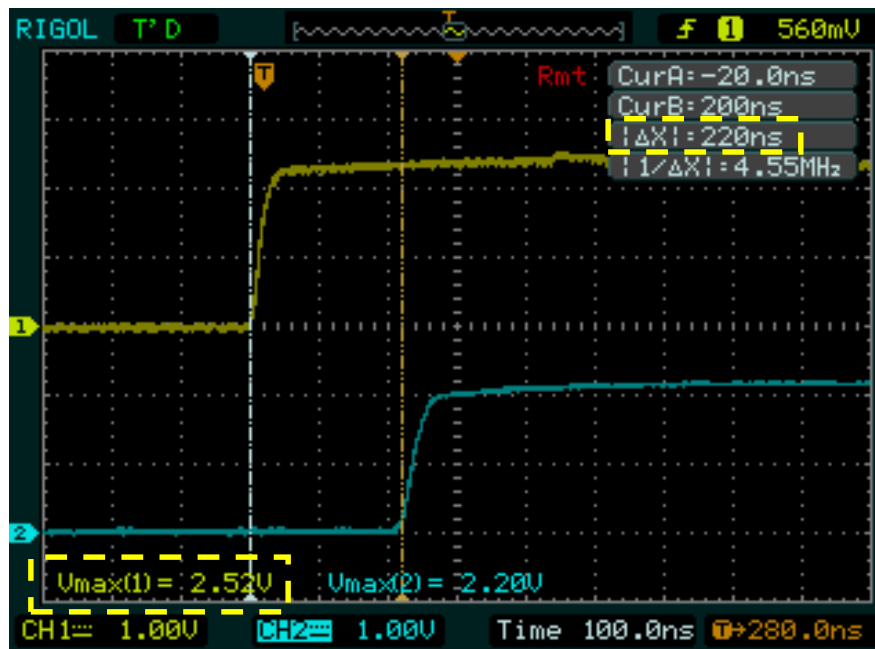
BLIŽNJI:

DALJNJI



REŠ: LV3-1: Merjenje presluha na sosednjih paricah UTP kabla1

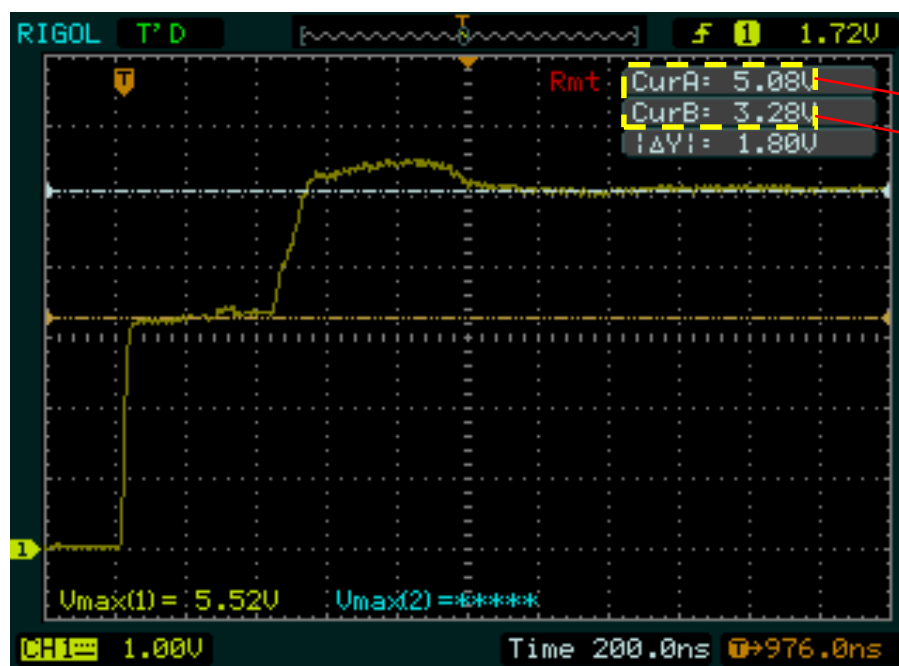
- Vhod in izhod linije A prilagodite prilagodite karakteristični upornosti R_0 z nastavitvijo potenciometrov tako, da ne bo odbojev (ponovitev iz LV1,2).
- Izmerite čas potovanja signala po liniji



$t \approx 220 ns$

REŠ: LV3-1: Merjenje presluha na sosednjih paricah UTP kabla1

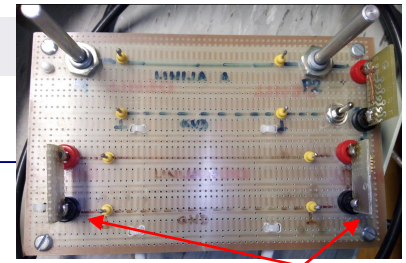
- (opcija za vajo) Določite **karakteristično upornost** UTP kabla



$$\rightarrow 3.28 \cdot 50 / (5.08 - 3.28)$$

ans =

91.111111



- Sosednja parica (linija B) je na vhodu in izhodu zaključena s $100\ \Omega = R_0$, tako da **se presluh ne odbije** (upora sta odstranljiva).
- Na sosednji parici (linija B) izmerite napetostne nivoje
 - **bližnjega presluha** $u_p(0,t) = u_{pb}(t)$ na vhodu linije in
 - **daljnjega presluha** $u_p(l,t) = u_{pd}(t)$ na izhodu linije,
 - če **ni odbojev**
 - če je odboj na istem koncu
 - če je na obeh koncih **odboj**
- Izmerite **čas trajanja preslušnih signalov** in ga primerjajte s časom potovanja signala po liniji.
- Preskusite omejevanje presluha s spreminjanjem **razmerja** t_r/τ .
- Podajte postopek in izračun **bližnje preslušne konstante** K_B

UTP:

LINIJA A:

- ① a. ČAS POTOUVANJA - τ ?
 . OBOJESTRANSKA ZAKLJ. LINIJE A
- b. KARAKTERISTIČNA UPORNOST - R_0 ?

LINIJA B:

- ② K_B ? ← • BLIŽNJI PRESLUH
- d • DALJNJI PRESLUH

MERTVE:

• ČASOVNI POTEK d

• VPLIV ODBOJEV: c

• BREZ

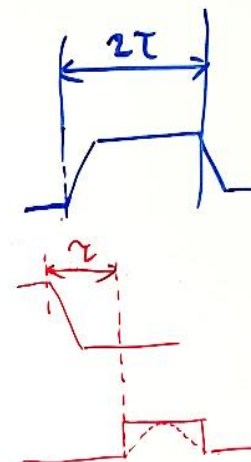
• ODBOJ NA ISTI STRANI

• ODBOJ NA OBEH STRANAH

• ONEJEVANJE PRESLUHA S X_L e

BLIŽNJI:

DALJNJI

POROČILO

REŠ: Merjenje presluha na UTP kablu 1

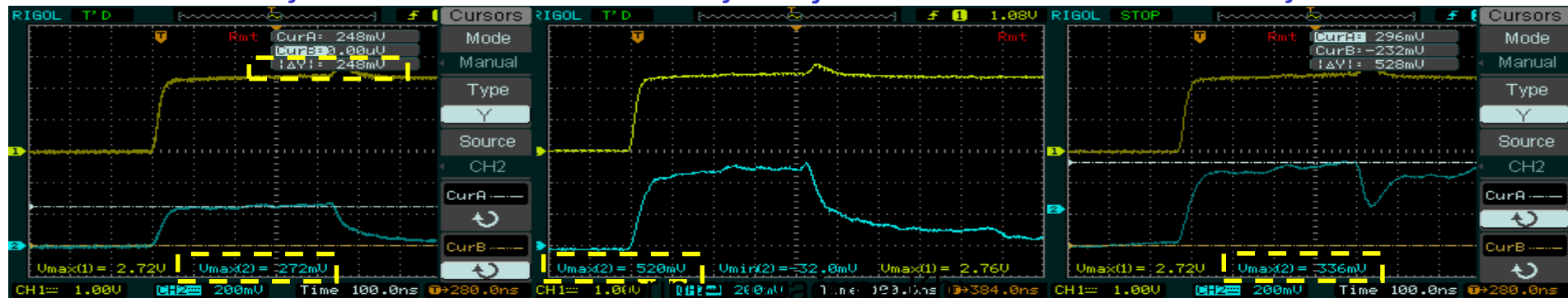
--> $K_b = 0.272 / 2.72$

■ Na sosednji parici (linija B) izmerite napetostne nivoje

□ bližnjega presluha $u_p(0,t) = u_{pb}(t)$ na vhodu linije in

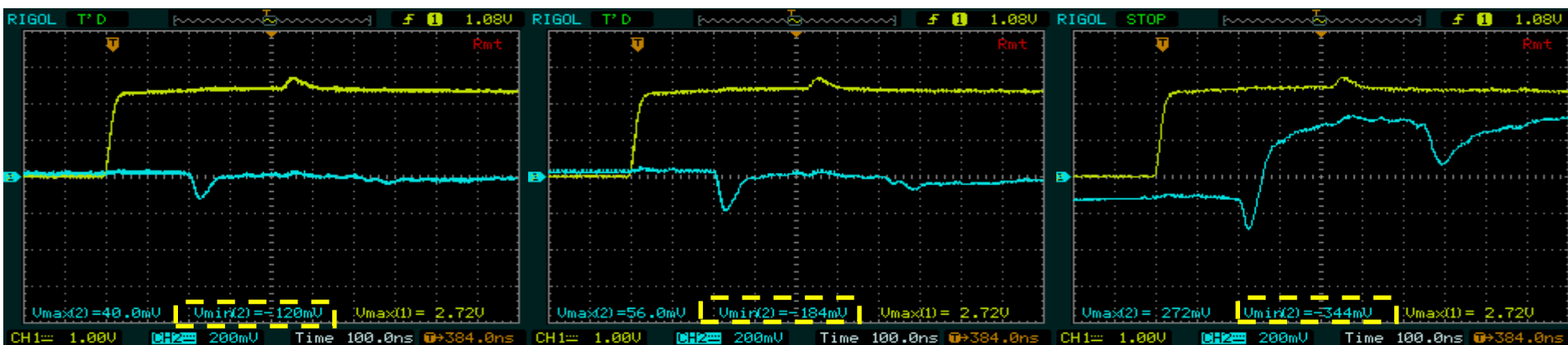
ni odbojev **248 mV** brez zaklj. bližja stran **520 mV** brez zaklj. obe **336 mV**

$K_b =$
0.1



□ daljnega presluha $u_p(l,t) = u_{pd}(t)$ na izhodu linije,

ni odbojev **-120 mV** brez zaklj. daljna stran **-184 mV** brez zaklj. obe **-344 mV**



VIN - LV

41

© Rozman, Skraba - FRI

UTP:

LINIJA A:

- ①
- ⓐ · ČAS POTOUVANJA - τ ?
· OBOJESTRANSKA ZAKLJ. LINIJE A
 - ⓑ · KARAKTERISTIČNA UPORNOST - R_0 ?

LINIJA B:

- ② K_B ? ← · BLIŽNJI PRESLUH
- ⓓ · DALJNJI PRESLUH

MERTVE:

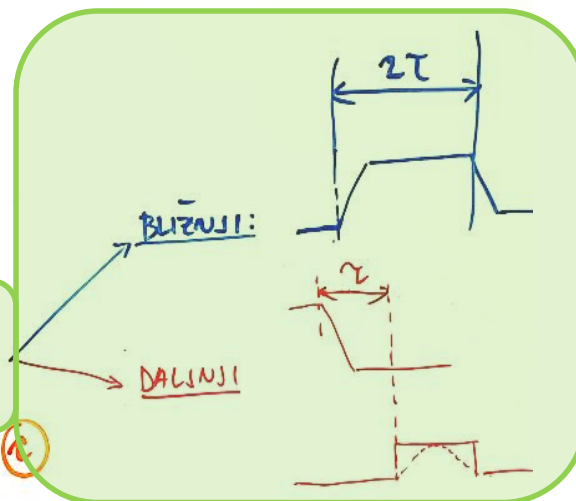
· ČASOVNI POTEK

· VPLIV ODBOJEV:

· BREZ

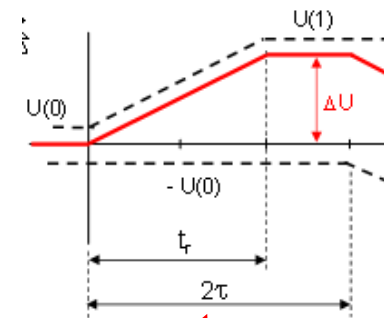
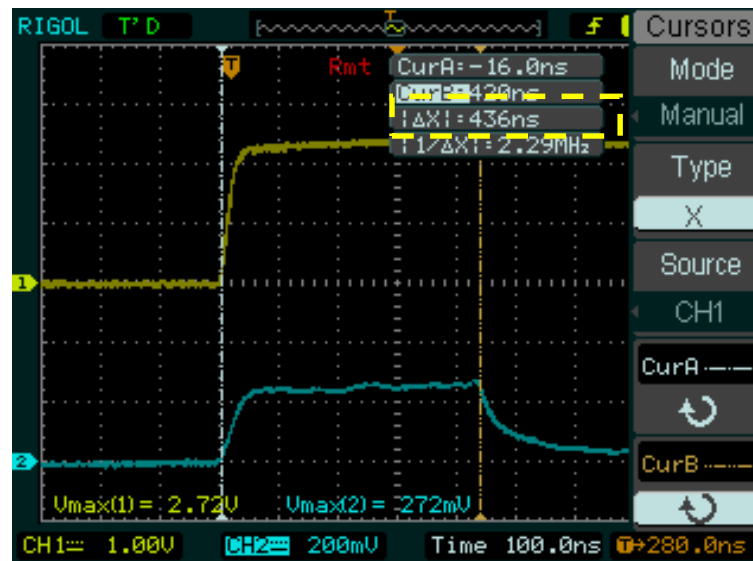
· ODBOJ NA ISTI STRANI

· ODBOJ NA OBEH STRANAH

· ONEJEVANJE PRESLUHA S X_L ⓔPOROČILO

REŠ: Merjenje presluha na UTP kablu 1

- Na sosednji parici (linija B) izmerite napetostne nivoje
 - bližnjega presluha $u_p(0,t) = u_{pb}(t)$ na vhodu linije in
- Izmerite čas trajanja preslušnih signalov – bližnji $2\tau \approx 436 \text{ ns}$



- Bližnji presluh
 - trajanje do konca vrhnjega dela „trapeza“ = 2τ

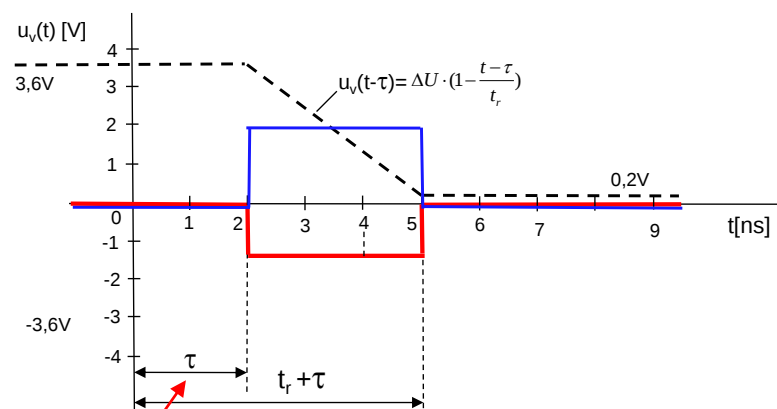
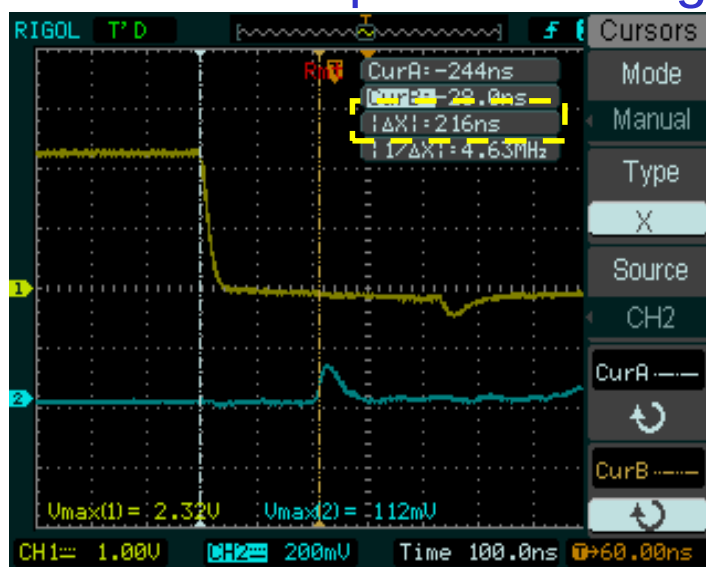
REŠ: Merjenje presluha na UTP kablu

- Na sosednji parici (linija B) izmerite napetostne nivoje

- ☐ daljnega presluha $u_p(l,t) = u_{pd}(t)$ na izhodu linije,

- Izmerite zakasnitev preslušnih signalov – daljni

$\tau \approx 216 \text{ ns}$



- ☐ Daljnji presluh

- Zakasnitev daljnega presluha = 1τ

2.8 Omejevanje presluha

■ Presluh lahko zmanjšamo z več različnimi ukrepi:

- Z večanjem razmerja t_r / τ (čas vzpona signala / čas potovanja signala po liniji)
- Z manjšanjem spremembe napetosti ΔU pri spremembi stanja ($0 \rightarrow 1$, $1 \rightarrow 0$)
- Z manjšanjem preslušnih konstant K_B in K_F :
 - Večplastna tiskana vezja
 - Večje število povratnih (ozemljitvenih) vodnikov
 - Prepleteni vodniki (parica)
 - Oklopljena parica
 - Koaksialni kabel
 - Simetrični (diferencialni) prenos
 - Optični vodniki
- Upoštevanje občutljivosti na presluh pri različnih vrstah signalov

UTP:

LINIJA A:

- ①
- ⓐ · ČAS POTOUVANJA - τ ?
· OBOJESTRANSKA ZAKLJ. LINIJE A
 - ⓑ · KARAKTERISTIČNA UPORNOST - R_0 ?

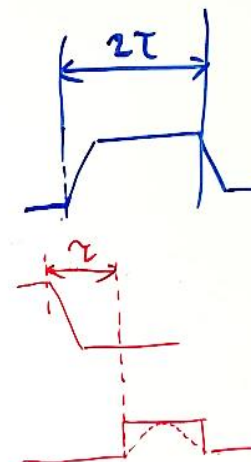
LINIJA B:

- ② $K_B = ?$ ← · BLIŽNJI PRESLUH
- ⓓ · DALJNJI PRESLUH

MERITVE:

- ČASOVNI POTEK ⓐ
- VPLIV ODBOJEV: ⓐ
- BREZ
- ODBOJ NA ISTI STRANI
- ODBOJ NA OBEH STRANAH

· ONEJEVANJE PRESLUHA S X_L ⓐ

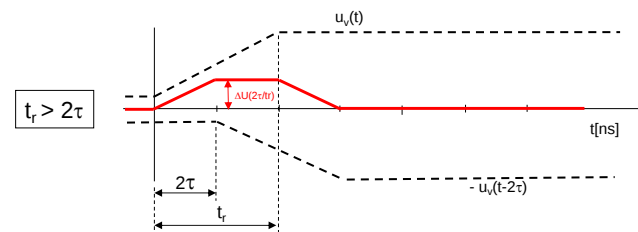
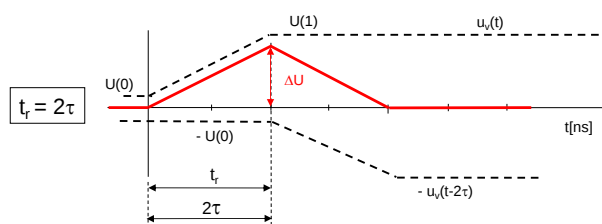
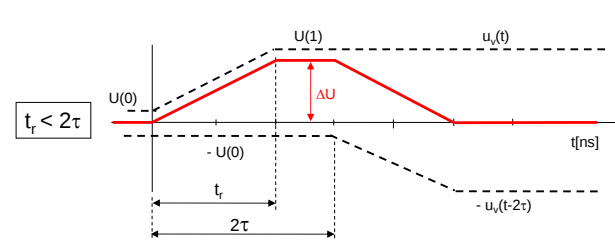
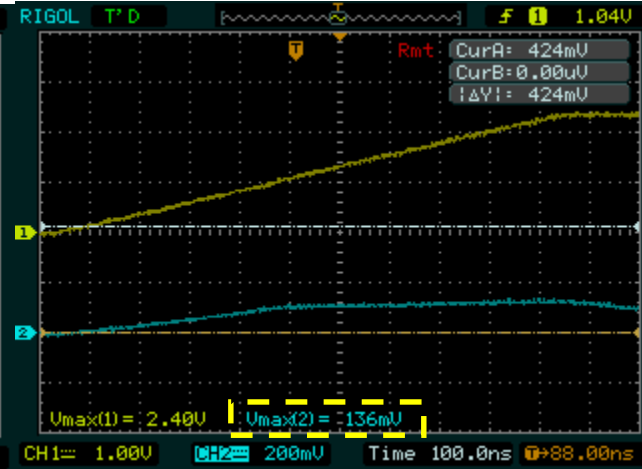
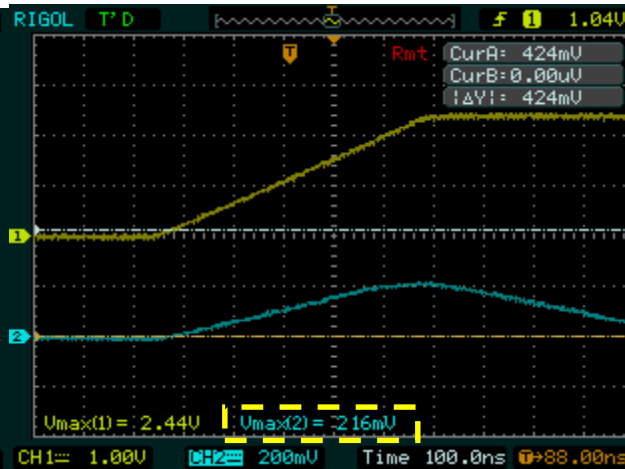
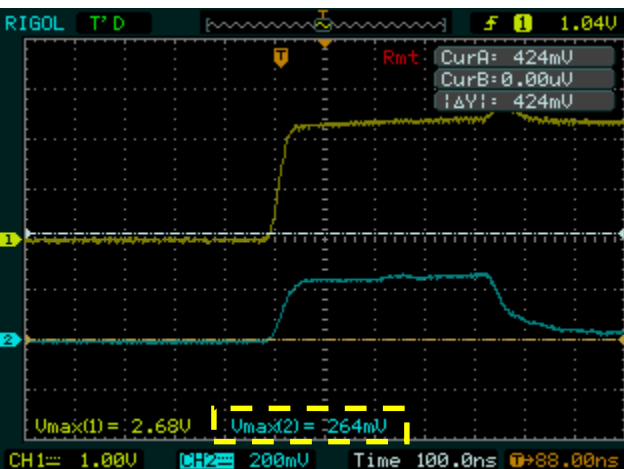
POROČILO

REŠ: Merjenje presluha na UTP kablju: BLIŽNJI : Omejevanje presluha s spreminjanjem razmerja t_r/τ .

$t_r = 25\text{ns}$ $\tau = 220\text{ns}$. **264 mV**

$t_r = 500\text{ns}$ $\tau = 220\text{ns}$. **216 mV**

$t_r = 800\text{ns}$ $\tau = 220\text{ns}$. **136 mV**

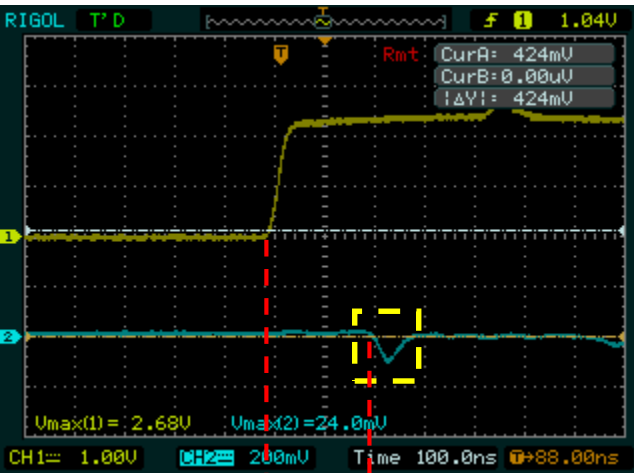


Nastavitve za funkcijski generator RIGOL:

Pulse: ampl=5V, offset=2.5V, frekv=100kHz

REŠ: Merjenje presluha na UTP kablju: DALJNJI : Omejevanje presluha s spreminjanjem razmerja t_r/τ .

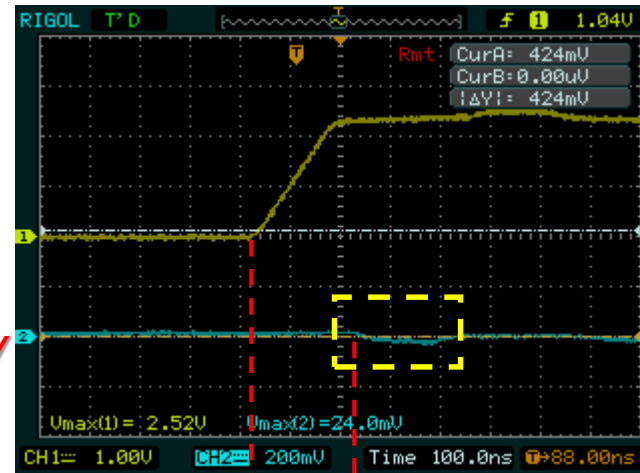
$t_r = 25\text{ns}$ $\tau = 220\text{ns}$.



$\approx -100\text{ mV}$

$\approx 220\text{ ns}$

$t_r = 175\text{ns}$ $\tau = 220\text{ns}$.



$\approx -40\text{ mV}$

$\approx 220\text{ ns}$

