

Linijski pojavi na tiskanem vezju

Naloga:

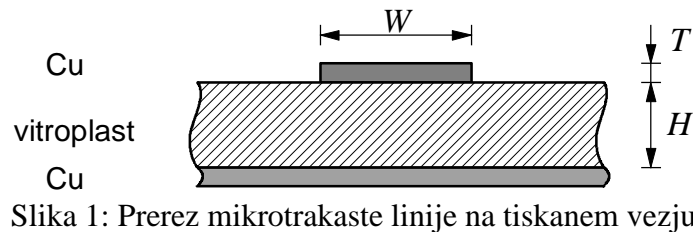
Izmerite dimenzije mikrotrakaste linije in zakasnitev linije. Iz teh podatkov izračunajte vse ostale parametre linije:

- Relativno dielektričnost substrata,
- Hitrost širjenja vala
- Karakteristično impedanco linije
- Kapacitivnost linije na dolžinsko enoto in
- Induktivnost linije na dolžinsko enoto.

Karakteristično impedanco izmerite še s pomočjo meritve odboja na bremenu. Da bo zanesljivost boljša, naredite štiri meritve z različnimi bremenskimi upornostmi: 47Ω , 120Ω , 360Ω in z odprtimi sponkami.

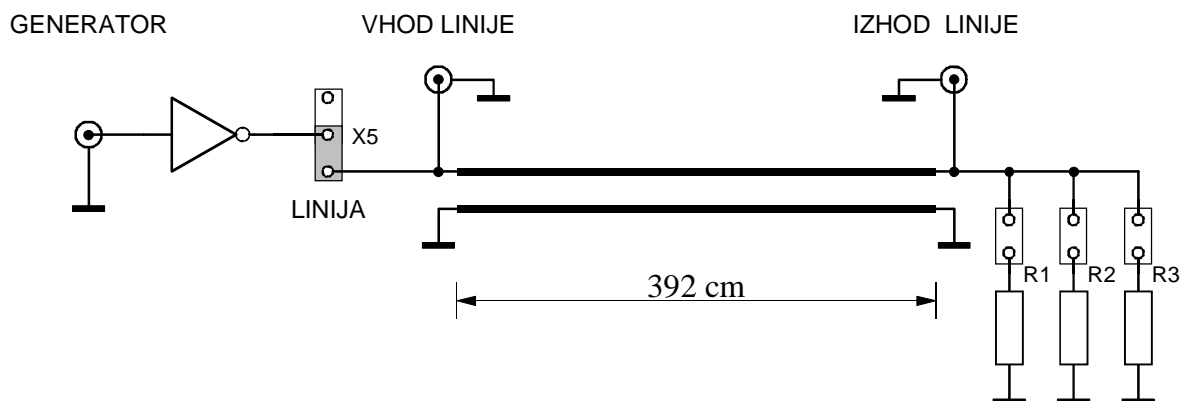
Navodila:

Lastnosti poljubne linije se lahko izračuna iz geometrije in snovnih lastnosti uporabljenih materialov. Za vse pogosto uporabljane geometrije so določene empirične formule, ki omogočajo enostaven izračun lastnosti linije. Na tiskanih vezjih so najpogosteje uporabljajo mikrotrakaste linije, ki so sestavljene iz vezi in ozemljitvene ravnine na drugi strani substrata (Slika 1).



Z merilnim mikroskopom izmerite dimenzije W , H in T mikrotrakaste linije na ploščici. Številke na merilu predstavljajo milimetre. Dolžina linije je 392 cm.

Na sliki 2 je prikazana shema merjenega vezja:



Slika 2: Shema merjenega vezja

Napajalna napetost vezja je 5V. Vezje vzbujamo s funkcijskim generatorjem. Signal mora biti pravokotni signal s frekvenco 1 kHz. Nizka napetost mora biti 0V in visoka 5V. **!!!Preden signal priključite na vezje preverite napetostne nivoje z osciloskopom!!!** Pri tem bodite pozorni na pravilno nastavitve delitvenega razmerja (če priključimo funkcijski generator na

osciloskop s koaksialnim kablom, mora biti delilno razmerje nastavljeno na 1:1) in na nastavitve sklopa (biti mora DC).

Za meritve linijskih pojavov je zelo pomembno, da je osciloskop pravilno nastavljen:

- DC sklop,
- delilno razmerje 10:1,
- povprečenje izklopljeno,
- omejevanje pasovne širine izklopljeno,

in da so sonde kalibrirane. Sonde kalibrirate tako, da jih priključite na osciloskopov izhod za kalibracijo (HP: hakeljček pod ekranom zraven katerega je narisana pravokotni signal, LeCroy: hakeljček na desni strani spodaj, tik pod USB priključkom, zraven katerega piše CAL) in z izvijačem toliko časa spreminjate kapacitivnost sonde, da postane signal na ekranu zares pravokoten.

Sonde priključite na vhod in izhod linije z vmesniki, ki omogočajo direktno vstavitve v BNC priključke.

Časovno bazo osciloskopa nastavite na 10 ns/div. S kurzorji odčitajte zakasnitev med vhodnim in izhodnim signalom linije.

S pomočjo empiričnih formul za mikrotrakasto linijo izračunajte karakteristične lastnosti linije:

$$t_{pd} = 0,033\sqrt{0,475\epsilon_r + 0,67} \text{ [ns/cm]} \quad (1)$$

$$Z_K = \frac{87}{\sqrt{\epsilon_r + 1,414}} \ln\left(\frac{5,98H}{0,8W + T}\right) \text{ [\Omega]} \quad (2)$$

$$C' = \frac{0,264(\epsilon_r + 1,414)}{\ln\left(\frac{5,98H}{0,8W + T}\right)} \text{ [pF/cm]} \quad (3)$$

Karakteristična impedanca brez-izgubne linije je določena s kapacitivnostjo in induktivnostjo linije na dolžinsko enoto:

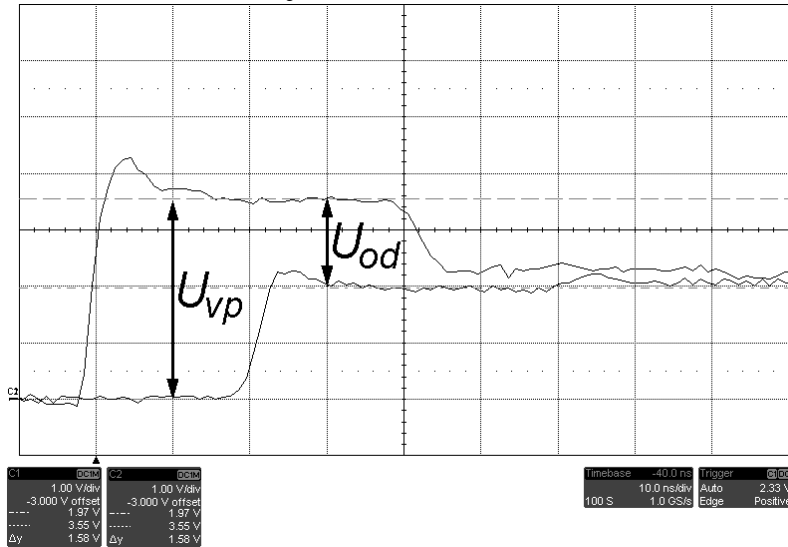
$$Z_K = \sqrt{\frac{L'}{C'}} \quad (4)$$

Odbojnost na koncu ali začetku linije je določena s karakteristično impedanco linije in impedanco zaključitve (upornostjo bremena ali generatorja):

$$\Gamma = \frac{Z - Z_K}{Z + Z_K} \quad (5)$$

Karakteristično impedanco linije lahko izračunamo iz odbojnosti in impedance zaključitve. Iz slike signalov določite odbojnost linije in izračunajte karakteristično impedanco linije za vsako od štirih zaključitev linije.

Primer določitve odbojnosti:



Vpadni val je visok 3,55 V. Ko val pride do druge strni linije se odbije in odbiti val se prišteje vpadnemu. Na sliki je napetost na izhodu linije 1,97 V, kar je za 1,58 V manj kot vpadni val. To pomeni, da je odbiti val -1,58V. Odbojnost je torej:

$$\Gamma = \frac{U_{od}}{U_{vp}} = \frac{-1,58 \text{ V}}{3,55 \text{ V}} = -0,45$$

Barvno kodiranje uporov:

Barva	Vrednost	Večkratnik	Toleranca
Srebrna		0,01	10%
Zlata		0,1	5%
Črna	0	1	
Rjava	1	10	1%
Rdeča	2	100	2%
Oranžna	3	1K	
Rumena	4	10K	
Zelena	5	100K	0,5%
Modra	6	1M	0,25%
Vijolična	7	10M	0,10%
Siva	8		0,05%
Bela	9		

Rezultati meritev:

L [cm]	392
W [mm]	
H [mm]	
T [mm]	
t_d [ns]	

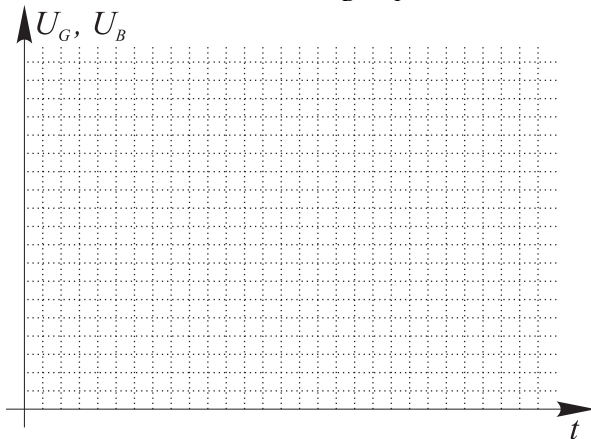
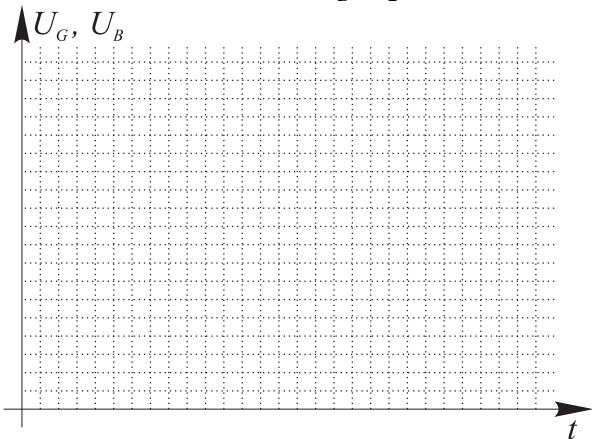
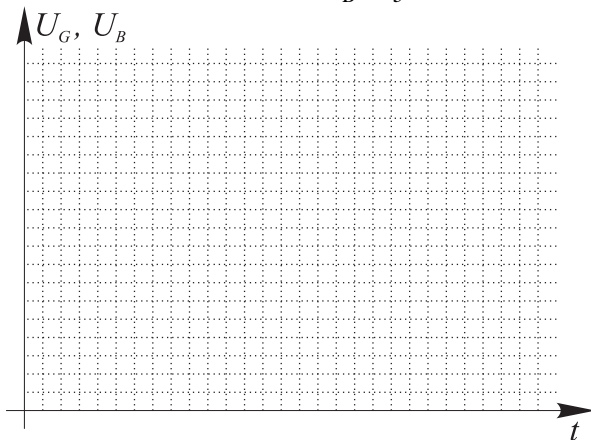
Izračunani rezultati:

t_{pd} [ns/cm]	
v [cm/s]	
ϵ_r []	
Z_K [Ω]	
C' [pF/cm]	
L' [nH/cm]	

Meritev karakteristične impedance s pomočjo odbojnosti:

R_B	Γ_B	Z_K
$R_1 = 47 \Omega$		
$R_2 = 120 \Omega$		
$R_3 = 360 \Omega$		
Odpрте sponke		

Meritve odbojnosti skicirajte in na skicah označite odčitane napetosti:

Skica za $R_B=R_1$ Skica za $R_B=R_2$ Skica za $R_B=R_3$ Skica za $R_B=O.C.$ 