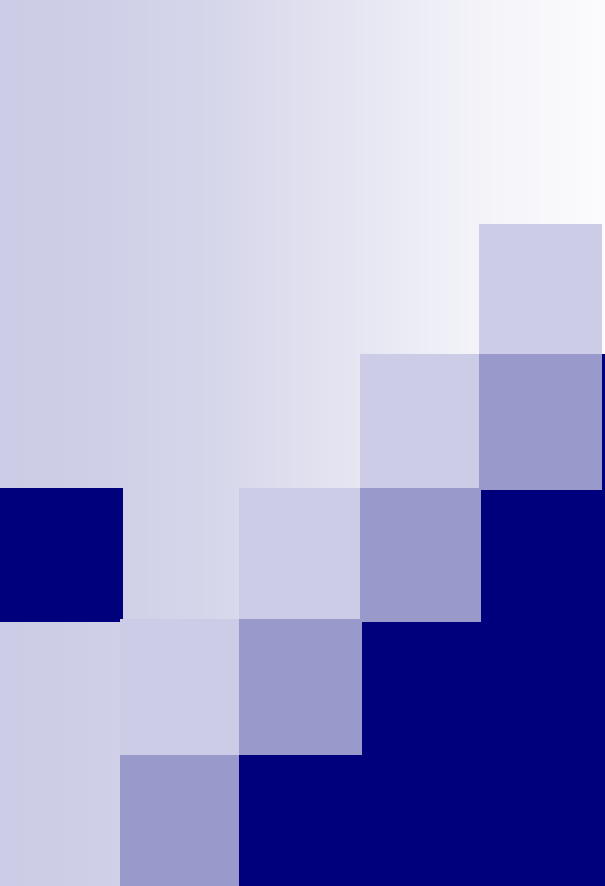




Vhodno-izhodne naprave (VIN)

Predavanja

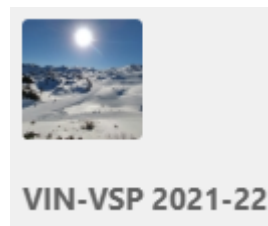
2. Prenosni mediji (DN1: V/I naprave)

Robert Rozman

rozman@fri.uni-lj.si

Vhodno-izhodne naprave – Predmet VIN

- Spletne strani: <https://ucilnica.fri.uni-lj.si/course/view.php?id=15>
- Hibridna predavanja, vaje:
 - MS Teams
 - Koda za vstop: **nvl4kuj**
- Moj e-naslov: rozman@fri.uni-lj.si
- Govorilne ure: trenutno v torek ob 14:15 v R2.40(50)
Občasne spremembe bodo pravočasno objavljene na učilnici
Prijava: email
- Tutorska pomoč: po potrebi in želji



Bisera Nikoloska
bn1872@student.uni-lj.si



Kiril Tofiloski
kt4908@student.uni-lj.si



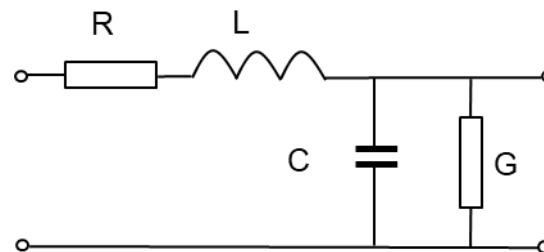
Robert Rozman
rozman@fri.uni-lj.si

Vedno dobrodošli (email, MSTeams, ...) !!!

2. Prenosni mediji

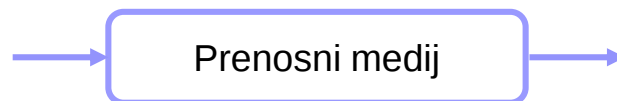
Poudarki poglavja :

- ❑ 2.2 Prenosni mediji
 - Žični (ang. wired): parica, optični kabel, koaksialni kabel
 - Brezžični (ang. wireless)
- ❑ 2.3 Lastnosti prenosnih medijev
 - Slabljenje (ang. Attenuation - Att)
 - Pasovna širina (ang. Bandwidth - BW)
 - Šum (ang. Noise)
 - Karakteristična impedanca (ang. Characteristic Impedance)
 - Zakasnitev (ang. Delay)
- ❑ 2.4 Osnovni model prenosne linije
- ❑ 2.5 Domača naloga: VI naprave

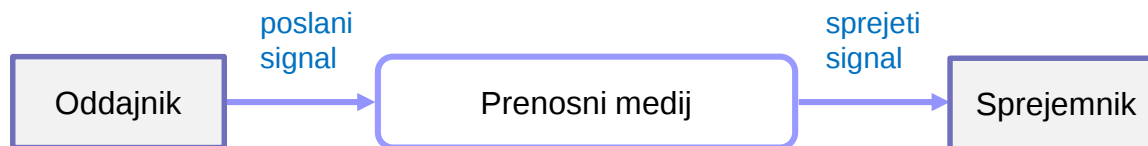


2.1 Uvod

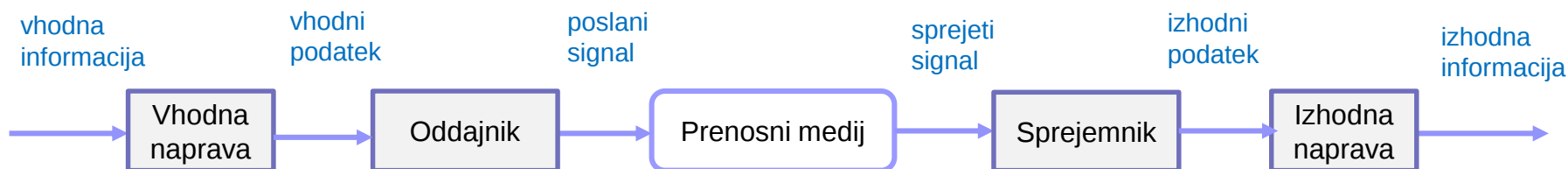
- ❑ Prenosni medij je sredstvo ali komunikacijski kanal za prenos informacije.
- ❑ Preučujemo odnos med vhodom (vhodni signal) in izhodom (izhodni signal) prenosnega medija.



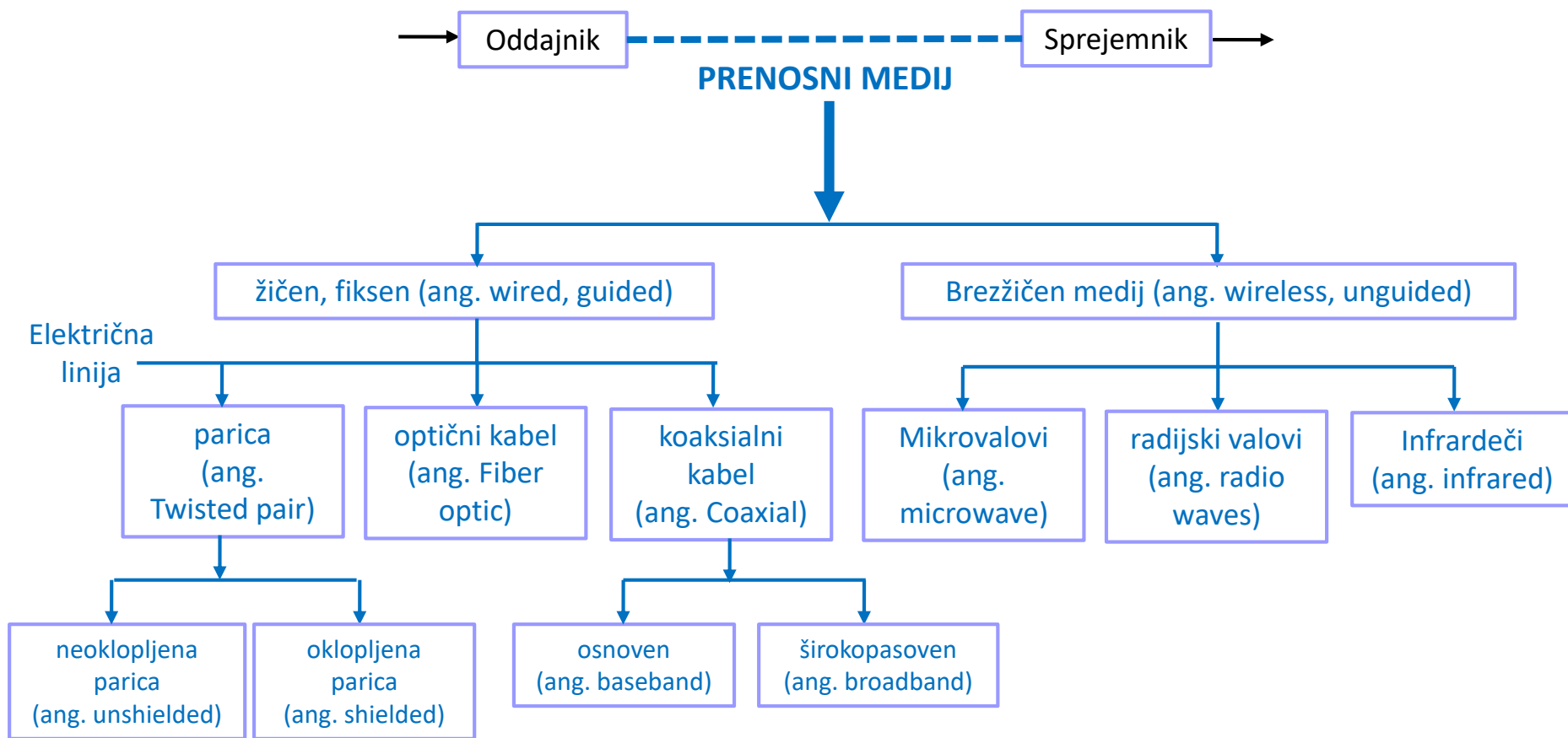
- ❑ Oddajnik zagotavlja vhodni signal, sprejemnik pa sprejme izhodni signal



- ❑ Primer: Informacija je iz vhodne naprave posredovana na izhodno napravo



2.1 Uvod

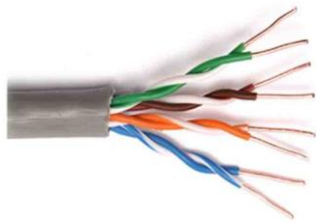


Vir: <https://www.javatpoint.com/transmission-media>

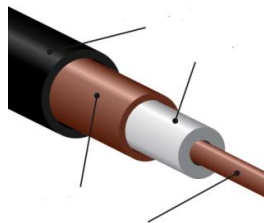
2.2 Prenosni mediji

Žični (ang. wired):

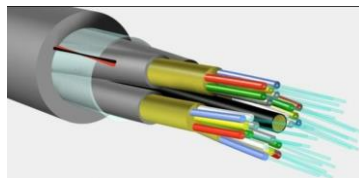
- parica



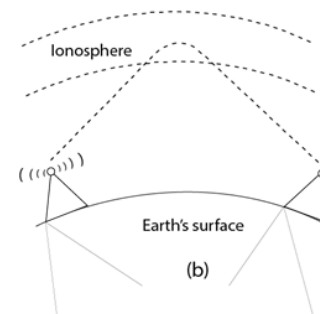
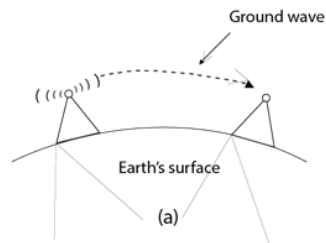
- koaksialni kabel



- optični kabel



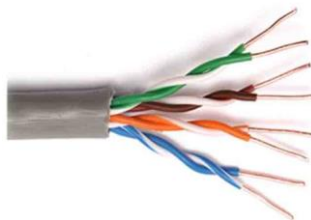
Brezžični (ang. wireless)



Parica – sukani par (ang. twisted pair)

- Komunikacijski bakreni prenosni medij (bakrena žica) - dva sukana vodnika.

a) **Neoklopljena parica** (ang. unshielded twisted pair - UTP) – dva izolirana prepletena vodnika.



b) **Oklopljena parica** (ang. shielded twisted pair – STP) – pletena mrežasta prevleka ali kovinska folija ovije prepletena vodnika in/ali vse pare skupaj



- Uporaba:
 - nizkofrekvenčne analogne telefonske povezave
 - računalniške povezave, ki zahtevajo hitrosti do Gbit

- Vir: <https://www.javatpoint.com/guided-transmission-media>

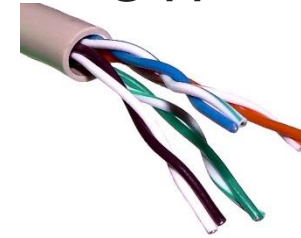
□ Vrste paric

Name	Typical construction	Bandwidth	Applications
Cat 3	UTP ^[16]	16 MHz ^[16]	10BASE-T , 100BASE-T4 ^[16]
Cat 4	UTP ^[16]	20 MHz ^[16]	16 Mbit/s Token Ring ^[16]
Cat 5	UTP ^[16]	100 MHz ^[16]	100BASE-TX , 1000BASE-T ^[16]
Cat 5e	UTP, ^[16] F/UTP, U/FTP ^[17]	100 MHz ^[16]	1000BASE-T , 2.5GBASE-T ^[16]
Cat 6	UTP, ^[16] F/UTP, U/FTP ^[18]	250 MHz ^[16]	5GBASE-T , 10GBASE-T
Cat 6A	UTP, F/UTP, U/FTP, S/FTP	500 MHz	5GBASE-T , 10GBASE-T
Cat 7	S/FTP, F/FTP	600 MHz	?
Cat 7A	S/FTP, F/FTP	1 GHz	?
Cat 8.1	F/UTP, U/FTP	2 GHz	25GBASE-T , 40GBASE-T
Cat 8.2	S/FTP, F/FTP	2 GHz	25GBASE-T , 40GBASE-T

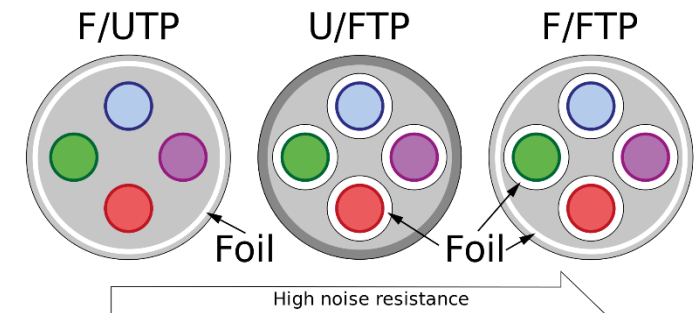
Common industry nomenclature for cable construction types

Industry abbreviations	ISO/IEC 11801 designation ^[A]	Cable shielding	Pair shielding	Illustration
UTP, TP	U/UTP	None	None	
STP, ScTP, PIMF	U/FTP	None	Foil	
FTP, STP, ScTP	F/UTP	Foil	None	
STP, ScTP	S/UTP	Braiding	None	
SFTP, S-FTP, STP	SF/UTP	Braiding and Foil	None	
FFTP, STP	F/FTP	Foil	Foil	
SSTP, SFTP, STP, STP PIMF	S/FTP	Braiding	Foil	
SSTP, SFTP, STP	SF/FTP	Braiding and Foil	Foil	

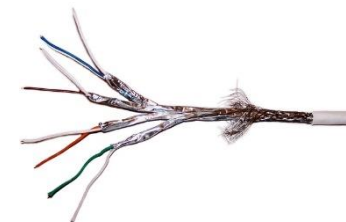
UTP



3 types of 10GBASE-T cables



S/FTP



□ Primer: Lastnosti parice UTP Cat 5e (podrobnejši pregled pri analizi odbojev in presluha)

- Frekvenčni pas: do 100MHz
- Slabljenje: pri $f = 1\text{MHz}$ je 1,8 dB/100m; pri $f = 100\text{ MHz}$ 20,7 dB/100m
- Hitrost prenosa: 100 Mb/s
- Karakteristična impedanca $Z_0 = 100\Omega \pm 15\Omega$
- Zakasnitev $\delta = 5,3\text{ ns/m}$



SuperCat5_24_U_UTP_Install
22.07.2009
Page 2 of 2

Nominal Transmission characteristics

F (MHz)	Attenuation (dB/100m)	NEXT (dB)	ACR (dB/100m)	Returnloss (dB)
1	1,8	77	75	-
4	3,6	70	66	27
10	6,0	65	59	30
16	7,6	64	56	30
20	8,6	62	53	30
31.25	11,0	59	48	30
62.50	16,0	55	39	30
100	20,7	48	27	25
125	23,8	48	24	25
175	28,8	45	16	24
200	31,2	40	9	23

SuperCat 5 24 Cat.5e

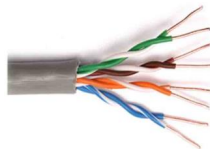
Electrical Properties

at 20°C

DC loop resistance		$\leq 188\ \Omega/\text{km}$
Resistance unbalance		$\leq 2\ \%$
Characteristic impedance	1 - 100MHz	$100 \pm 15\ \Omega$
Insulation resistance	(500V)	$\geq 5000\ \text{M}\Omega\text{xkm}$
Capacitance	at 800 Hz	Nom. 52 nF/km
Capacitance unbalance	(pair to ground)	Nom. < 300 pF/km
Nominal Characteristic impedance	at 100 MHz	$100 \pm 5\ \Omega$
Nominal velocity of propagation		0,64 c
Propagation delay	at 100MHz	Nominal 530 ns/100m
Delay skew	< 100 MHz	Nominal < 20 ns/100 m
Coupling attenuation		$\geq 40\ \text{dB}$

Vir: https://web.archive.org/web/20120316111058/http://communications.draka.com/sites/eu/Datasheets/SuperCat5_24_U_UTP_Install.pdf

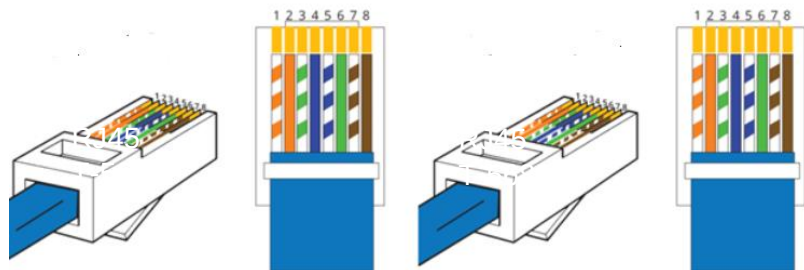
Parica – sukani par (ang. twisted pair)



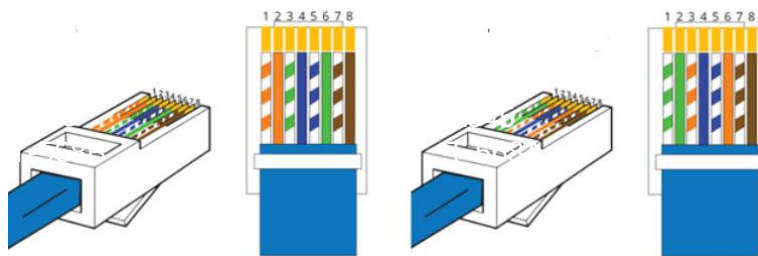
	UTP	STP
Prenos signala		+
Cena	+	
Lažja instalacija	+	
Slabljenje		+
Šum		+
Presluh		+
Razdalja		+

□ Vezave kablov UTP (konektor RJ45: povezave T-568A in T-568B):

- **Naravnost povezane parice** (ang. »straight trough«) – med končnimi elementi, kot so mrežne kartice in centralni omrežni elementi (omrežni usmerjevalnik-stikalo, stikalo-PC ali strežnik, razdelilnik-PC, ali strežnik)



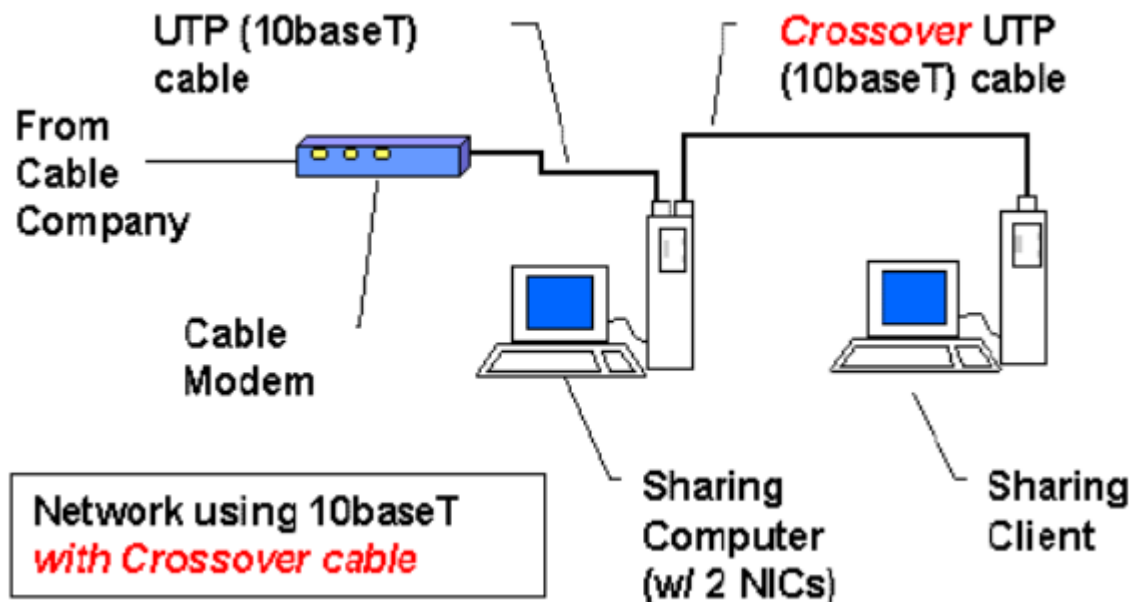
- **Navzkrižno povezane parice** (ang. »cross-over«) – uporabljene so za povezavo med dvema napravama istega tipa (stikalo-stikalo, PC-PC,...)



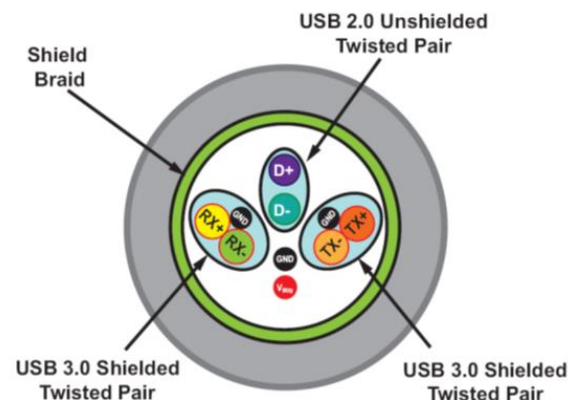
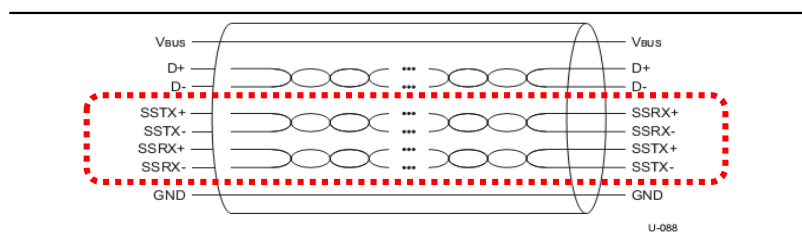
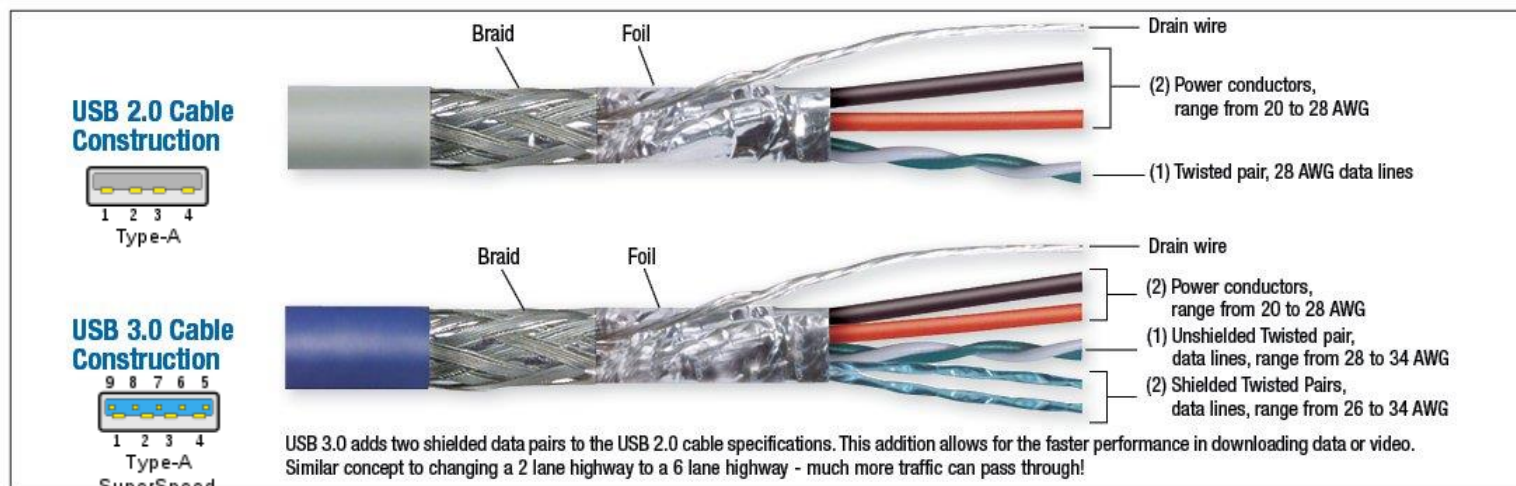
- Vir: <http://www.cables-solutions.com/difference-between-straight-through-and-crossover-cable.html>

□ Kabli UTP v lokalni mreži računalnikov (ang. local Area Network)

- V omrežju sta dva računalnika, brez vozlišča lahko uporabimo kabel UTP C5 (navzkrižno povezane parice). Kabel UTP 10BaseT je kabel UTP Category 5
- <http://www.practicallynetworked.com/sharing/lansetup.htm>



□ Primer parice v univerzalnem serijskem vodilu USB (ang. Universal Serial Bus)



Uporaba: povezovanje računalnikov z zunanji napravami

- kamere, videokamere,
- tiskalniki, optični bralniki
- diski, ključki, ...

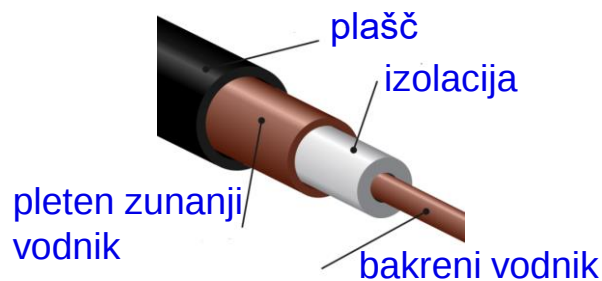
Koaksialni kabel (ang. Coaxial cable)

□ Opis

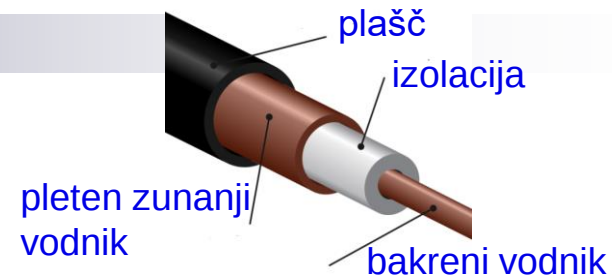
- Koaksialni kabel je električni kabel, ki prenaša radiofrekvenčne signale iz ene v drugo točko.

□ Sestavljajo ga:

- bakreni vodnik – bakrena žica skozi katero potujejo podatki in video.
- izolacija - električni izolator, ki ne prevaja električnega toka.
- pleten zunanji prevodnik preprečuje elektromagnetne motnje (EMI-electromagnetic interference).
- plašč je uporabljen za zaščito pred poškodbami.



Koaksialni kabel (ang. Coaxial cable)



	Prednost	Slabost
Pasovna širina (vs parica)	+	
Cena	+	
EMI odpornost	+	
Enostavnost instalacije	+	
Prekinitev kabla?		+

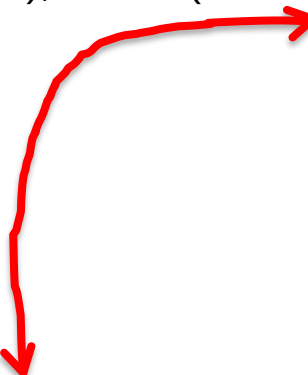


□ Oblike in debeline koaksialnih kablov.



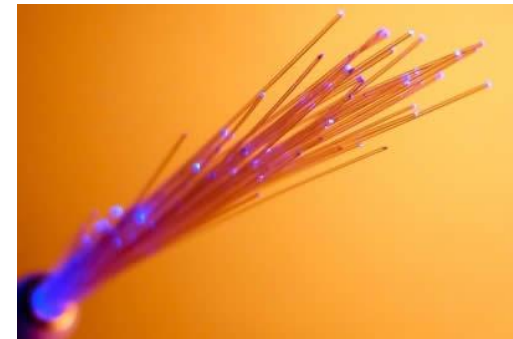
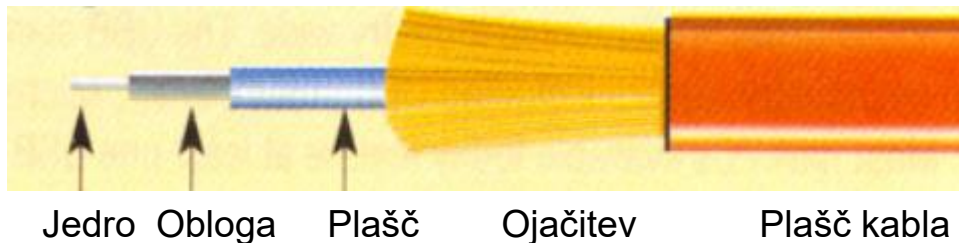
□ Hitrost prenosa je enaka 10Mb/s (10 mega bitov na sekundo).

□ Uporaba:

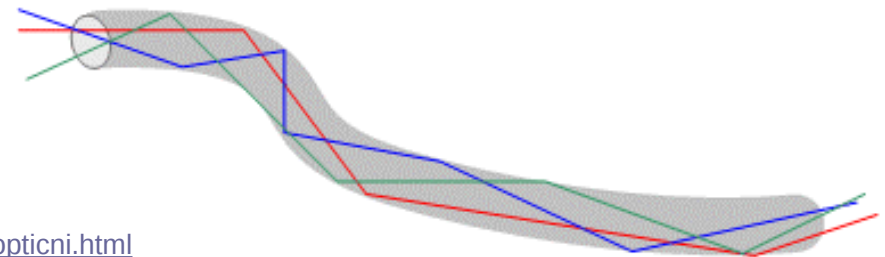
- TV in HDTV (high-definition TV): —————→ RG-6(TV), RG-11 (HDTV)
 - Internet, digitalni video : —————→ RG-6
 - CCTV (closed-circuit television – „video nadzor“): —————→ RG-59
- 

Optični kabel

- Optično vlakno (ang. optical fibre) ali
- Optični vodnik ali kabel (ang. Fiber optic cable)
<https://www.arcelect.com/fibercable.htm>



- Jedro je čisto kremenčevo steklo ali plastika – zagotavlja potovanje svetlobe.
- Obloga je druga plast stekla, ki preprečuje izgubo signala
- Optična vlakna izkoriščajo pojav popolnega notranjega odboja.
- Svetlobni impulzi omogočajo prenos informacij po optičnih vlaknih (svetloba ne more iz stekla, ampak se odbija).
 - https://www.youtube.com/watch?v=0MwMkBET_5I
 - <https://www.youtube.com/watch?v=jZOg39v73c4%2C>

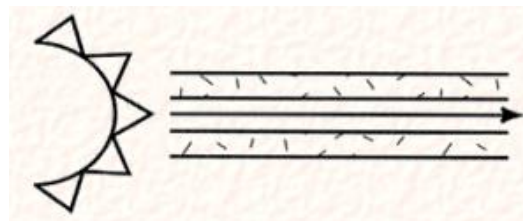


http://www.s-sers.mb.edus.si/gradiva/w3/omrezja/12_mediji/opticni.html

□ Vrsta optičnih vlaken:

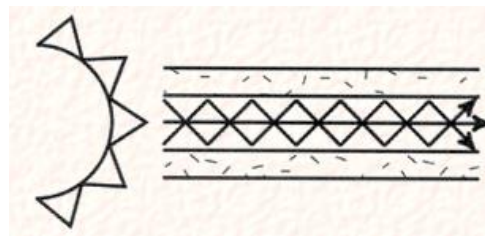
▪ **Enorodni optični kabel** (ang. Single-Mode cable)

- stekleno vlakno s premerom 8,3 do 10 mikronov,
- svetloba potuje naravnost z valovno dolžino 1310 nm ali 1550 nm.
- omogoča višje prenosne hitrosti, na dolge razdalje,
- pojavi se majhno slabljenje signala



▪ **Mnogorodni optični kabel** (ang. Multi-Mode cable)

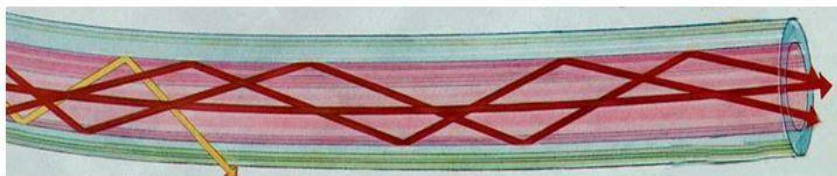
- stekleno vlakno s premerom 50 do 100 mikronov,
- svetloba potuje z odbijanjem z valovno dolžino 850 nm ali 1300 nm.
- omogoča višje prenosne hitrosti na srednje razdalje,
- pojavi se popačenje signala na izhodu



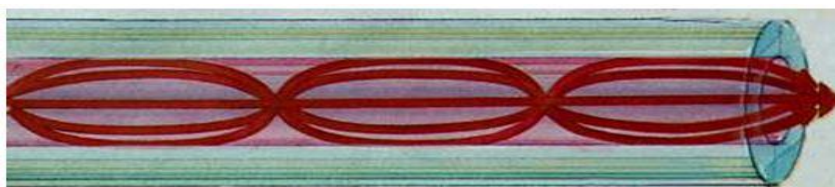
https://www.youtube.com/watch?v=35JE3dIAAnNA&ab_channel=GalcoTV

□ Primeri potovanja signala po optičnem vlaknu

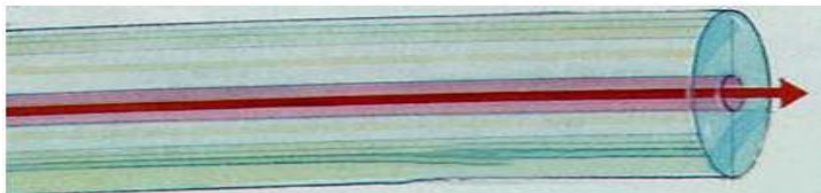
- **Mnogorodni optični kabel s stopničastim lomnim količnikom** (ang. step-index multimode fiber). Rumeni žarek zaradi prevelikega vstopnega kota "uide" iz kabla. Zato bolj primeren za krajše razdalje (endoskopija).



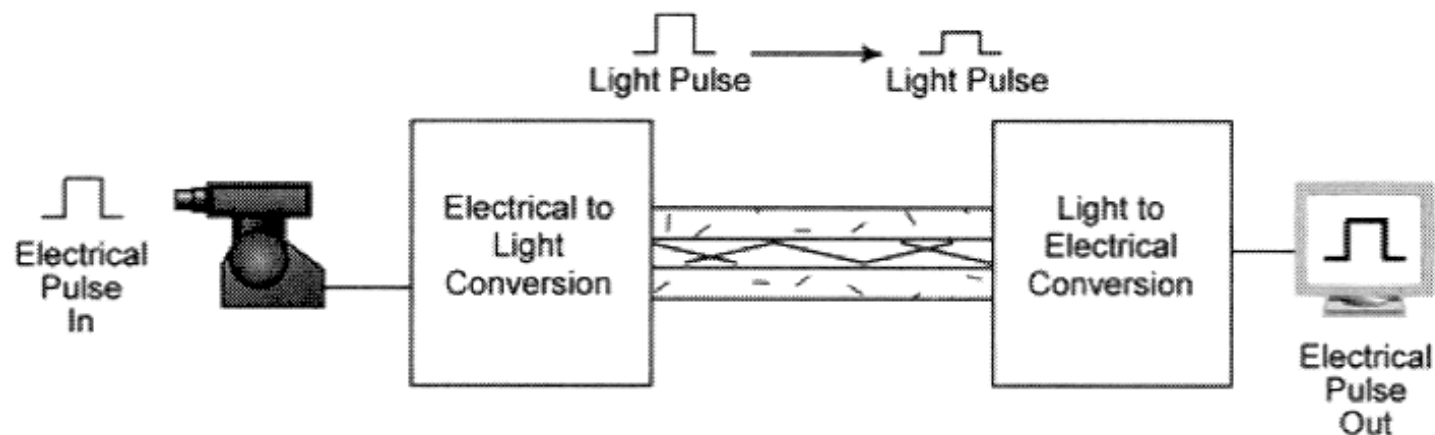
- **Mnogorodni optični kabel z gradientnim** (zvezno spreminjajočim) lomnim količnikom (ang. graded-index multimode fiber). Manj disperzije



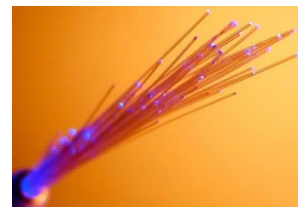
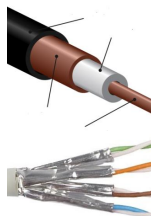
- **Enorodni optični kabel** (ang. Single-Mode cable)



- Električni impulz se na vходу pretvori v svetlobnega, ta se prenese po optičnem vlaknu, na izhodu se svetlobni impulz pretvori v električnega.



Bakreni vs optični - primerjava



	Bakreni	Optični
Pasovna širina		++
EMI odpornost		+
Vzdrževanje		+
Razdalja		++
Cena	+	
Hitrost širjenja	≈	≈

Brezžičen medij

- ❑ Brezžični prenos (ang. wireless transmission)

- ❑ Razvrstitev v različne vrste glede na
 - razdaljo komunikacije,
 - obseg podatkov in
 - vrsto uporabljenih naprav.

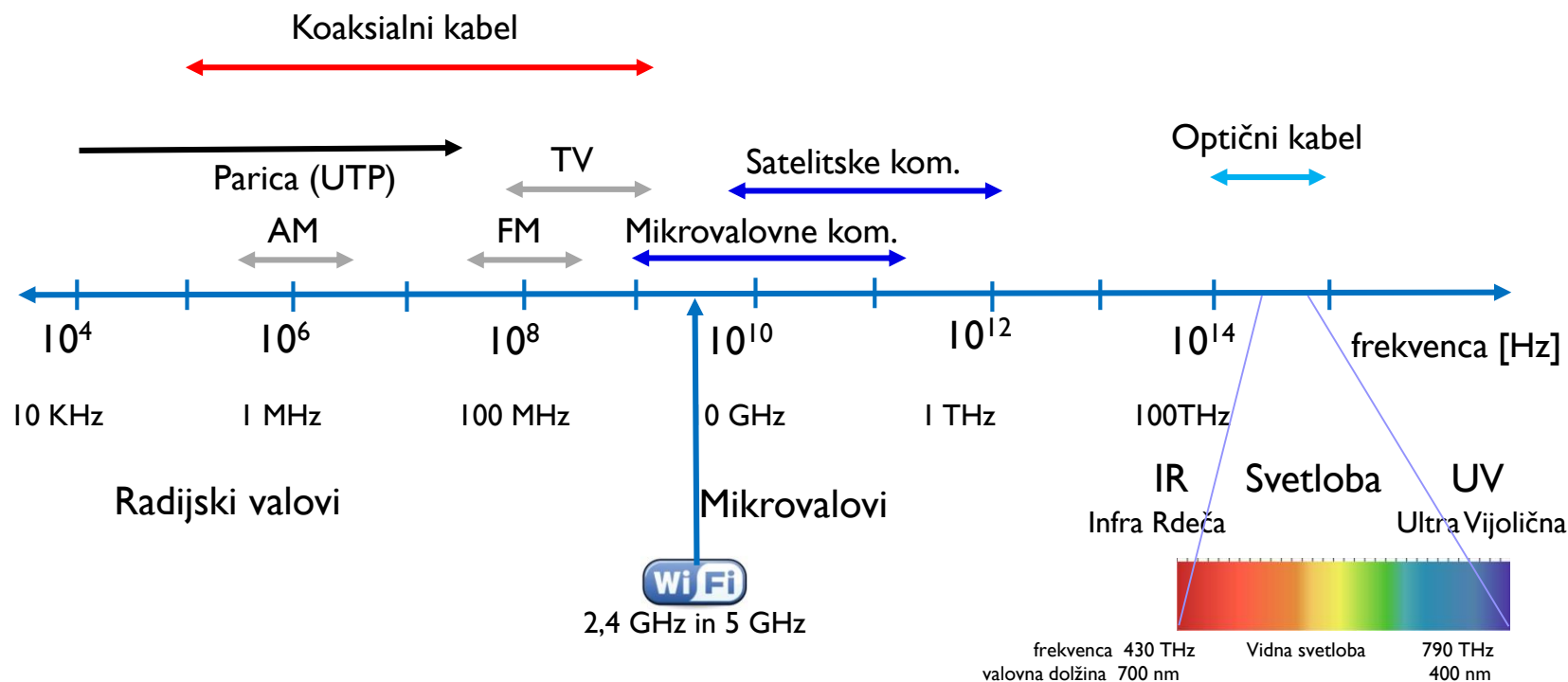
- ❑ Vrste brezžičnih komunikacijskih tehnologij
 - Radijsko in televizijsko oddajanje
 - Radarska komunikacija
 - Satelitska komunikacija
 - Celična komunikacija
 - Globalni sistem za določanje položaja
 - Wifi
 - Bluetooth
 - Radiofrekvenčna identifikacija (RFID), NFC

- ❑ Signali se po brezžičnem mediju razširjajo z elektromagnetnim valovanjem.
- ❑ Elektromagnetni valovi različnih frekvenc (različnih valovnih dolžin) imajo različne lastnosti razširjanja.
- ❑ Višja kot je frekvenca valovanja (krajša valovna dolžina) manjši je obseg „pokritosti“ s signalom pri enaki moči oddajnika.
- ❑ Elektromagnetni signali so podvrženi atmosferskim vplivom in vplivom okolja.
- ❑ Wi-Fi je poceni tehnologija brezžične komunikacije (GHz):
 - Nižja frekvenca signala - Manjša hitrost in večji domet
 - Višja frekvenca signala - Večja hitrost in manjši domet



- Vir: <https://www.typesnuses.com/different-types-wireless-communication-technologies/>
- Video: Transmission Media, <https://www.youtube.com/watch?v=X2infMqOoEA>

□ Frekvenčna območja (informativna shema)



2.3 Lastnosti prenosnih medijev

- Slabljenje (ang. Attenuation - Att)
- Pasovna širina (ang. Bandwidth - BW)
- Šum (ang. Noise)
- Karakteristična impedanca (ang. Characteristic Impedance)
- Zakasnitev (ang. Delay)

2.3 Lastnosti prenosnih medijev

□ Oddajnik

01001101

Podatki za pošiljanje

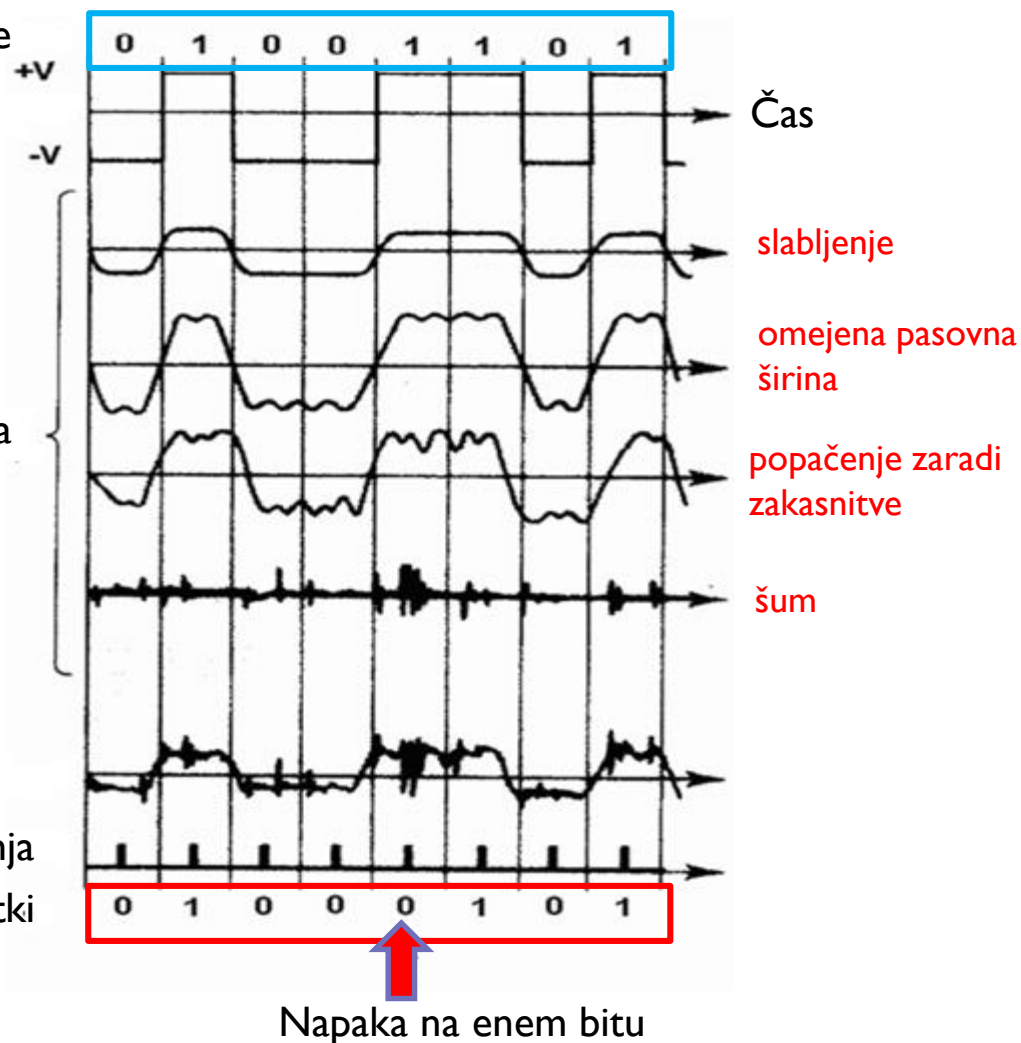
Oddajni signal

Popačenje signala

Prejeti signal

Trenutki vzorčenja

Prejeti podatki



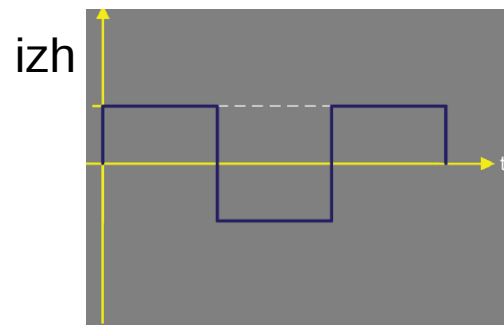
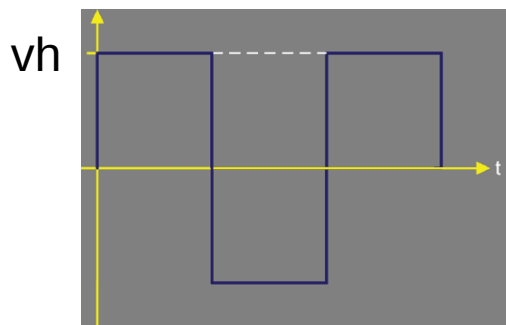
□ Sprejemnik

01000101

Slabljenje signala – A [dB] (ang. Attenuation)

- Nanaša se na zmanjšanje moči signala po prenosni liniji od ene do druge točke.

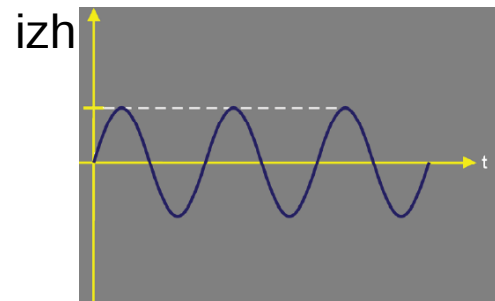
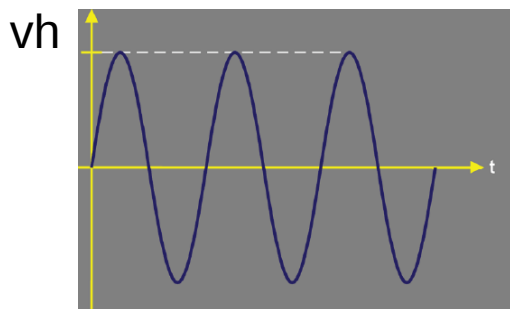
- Pravokotni signal



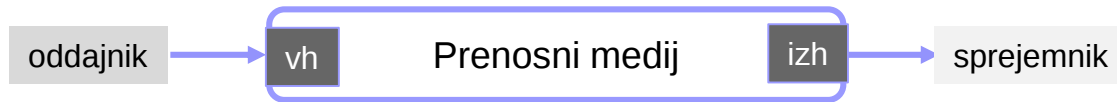
Nominal Transmission characteristics

F (MHZ)	Attenuation (dB/100m)	NEXT (dB)	A (dB)
1	1,8	77	
4	3,6	70	
10	6,0	65	
16	7,6	64	
20	8,6	62	
31.25	11,0	59	
62.50	16,0	55	
100	20,7	48	
125	23,8	48	
175	28,8	45	
200	31,2	40	

- Sinusni signal



□ Izračun slabljenja signala – A [dB]



- Slabljenje narašča z razdaljo in s frekvenco signala (večja je razdalja ali večja je frekvenca – manjši je signal).
- Na prenosnem mediju se izračuna z logaritemskim razmerjem moči ali napetosti signala na izhodu prenosnega medija (oddani signal - izh) in signala na vhodu prenosnega medija (sprejeti signal (vh)).
- Slabljenje je podano v decibelih [dB] (Decibel – razmerje med spremenljivo količino in fiksno referenco (Bell Labs, 1928))

Razmerje moči:
$$A[dB] = 10 \cdot \log_{10} \frac{P_{izh}[W]}{P_{vh}[W]}$$

Razmerje napetosti:
$$A[dB] = 20 \cdot \log_{10} \frac{U_{izh}[V]}{U_{vh}[V]}$$

□ Primer1:

Za prenos signala sta podani napetosti na vhodu linije $U_{vh} = 1 \text{ [V]}$ in na izhodu linije $U_{izh} = 0.1 \text{ [V]}$. Izračunajte slabljenje signala - $A = ? \text{ [dB]}$

- Razmerje napetosti:

$$A[\text{dB}] = 20 \cdot \log_{10} \frac{U_{izh}[\text{V}]}{U_{vh}[\text{V}]} = 20 \cdot \log_{10} \frac{0.1 \text{ [V]}}{1 \text{ [V]}} = 20 \cdot \log_{10} 10^{-1} = 20 \cdot (-1) = -20$$

$$A = -20 \text{ [dB]}$$

□ Primer2:

Kakšno je slabljenje signala $A \text{ [dB]}$, če pride na koncu linije do zmanjšanja začetne moči na polovico.

- Razmerje moči, kjer je $P_{izh} = 0.5 P_{vh}$

$$A[\text{dB}] = 10 \cdot \log_{10} \frac{P_{izh}[\text{W}]}{P_{vh}[\text{W}]} = 10 \cdot \log_{10} \frac{0.5 P_{vh}[\text{W}]}{P_{vh}[\text{W}]} = 10 \cdot \log_{10}(0.5) = 10 \cdot (-0.3) = -3$$

$$A = -3 \text{ [dB]}$$

□ Pasovna širina – B [Hz] (ang. Bandwidth - BW)

- je v teoriji signalov in v elektronskih komunikacijah **frekvenčno območje**, ki ga signali uporabljajo na določenem prenosnem mediju.
 - razlika med najvišjo ($f_{\max}$) in najnižjo frekvenco ($f_{\min}$), ki jo medij še lahko prenaša.

$$B \text{ [Hz]} = f_{\max} - f_{\min}$$

Primer:

Podan je periodičen signal, ki je sestavljen iz štirih sinusnih valovanj s frekvencami 200 Hz, 400 Hz, 500 Hz in 800 Hz. Izračunajte pasovno širino za prenos signala.

$$B = f_{\max} - f_{\min} = 800 \text{ Hz} - 200 \text{ Hz} = 600 \text{ Hz}$$

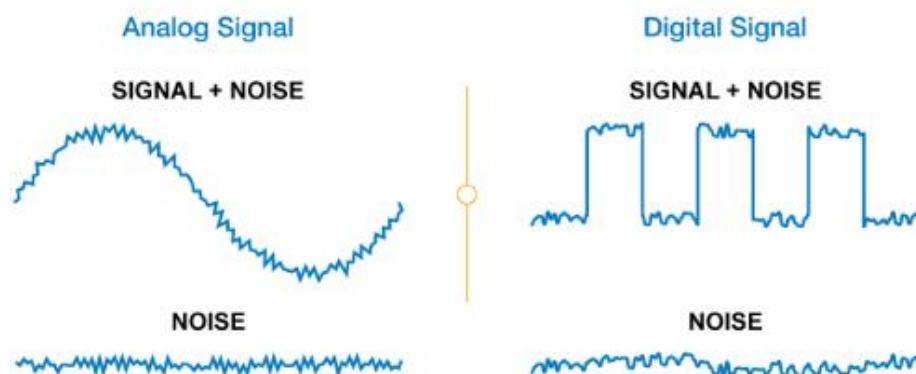
- je v računalništvu in računalniških komunikacijah **količina podatkov**, ki se lahko prenesejo od ene do druge točke v določenem času.

Enota: [biti/s = b/s] ali [bajti/s = B/s] ali [prenosi/s = T/s (Transfer/s)].

- sinonim za **HITROST PRENOSA PODATKOV** v bitih na sekundo je **BITNA HITROST** (angl. bit rate).

□ Šum (ang. Noise)

- označuje motilne vplive, ki se pojavijo na prenosnem mediju
- je neželen električni signal, ki poslabša kvaliteto signala ali podatkov
- se običajno prišteva koristnemu signalu
- viri so lahko „notranji“ ali „zunanji“



- se podaja kot razmerje **Signal/Šum** (ang. Signal to Noise Ratio) – **SNR** [dB]

Razmerje moči:
$$SNR[dB] = 10 \cdot \log_{10} \cdot \frac{P_{signal}[W]}{P_{\text{šum}}[W]}$$

Razmerje napetosti:
$$SNR[dB] = 20 \cdot \log_{10} \cdot \frac{U_{signal}[V]}{U_{\text{šum}}[V]}$$

□ Karakteristična impedanca - Z_0 [Ω] (angl. Characteristic Impedance)

▪ Kaj je impedanca?

- Poenostavljeno povedano je to neke vrste upornost, tj. razmerje med napetostjo in tokom.
- Impedanca je „upornost“, ki jo čuti signal, ko potuje po liniji.

▪ Kaj je karakteristična impedanca Z_0 [Ω] ?

- Z_0 je vhodna impedanca neskončno dolge linije.
 - Podrobneje jo bomo spoznali pri opisu lastnosti električnih linij.

Electrical Properties

DC loop resistance
Resistance unbalance
Characteristic impedance
Insulation resistance
Capacitance
Capacitance unbalance
Nominal Characteristic impedance
Nominal velocity of propagation
Propagation delay

□ Zakasnitev - δ [ns/m] (angl. Delay)

- Čas v katerem signal prepotuje razdaljo en meter (1m).
- Teoretična vrednost potovanja električnega signala je enaka svetlobni hitrosti to je

$$300\,000\text{ km/s} = 300 \cdot 10^6\text{ m/s.}$$

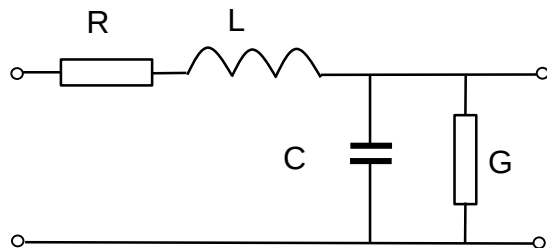
Signal bi s to hitrostjo prepotoval razdaljo 1m v času 3,3 ns.

Resnična hitrost je odvisna od vrste povezave in je približno **2/3 svetlobne hitrosti**.

2.4 Osnovni model prenosne linije

Lastnosti električnih linij – model električne linije

Prenosno električno linijo lahko predstavimo s poenostavljenim modelom:



Pri idealni liniji je upornost $R = 0$ in tudi prevodnost med vodnikoma $G = 0$ (upornost med vodnikoma je $R = \infty$).

R je upornost linije

L je induktivnost linije

C je kapacitivnost med obema vodnikoma linije

G je prevodnost med obema vodnikoma linije

(določena z materialom vodnikov)

(določena z materialom vodnikov)

(razdalja med vodnikoma)

(izolacija med vodnikoma)

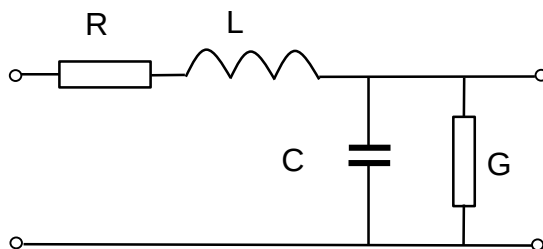
<http://www.falstad.com/circuit/e-cap.html>

<http://www.falstad.com/circuit/e-induct.html>

2.4 Osnovni model prenosne linije

Lastnosti električnih linij – model električne linije

Prenosna linija: Slabljenje signala v odvisnosti od frekvence ?



Frekvenca/ Impedanca	0 Hz	25 MHz	2.5 GHz
Z_L	..	..	..
Z_C	..	..	..

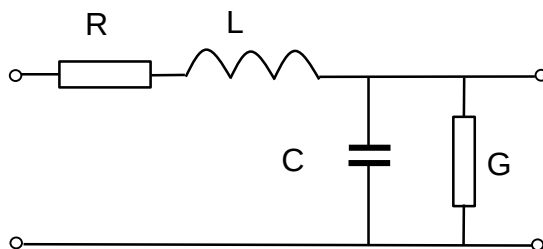
<http://www.falstad.com/circuit/e-cap.html>

<http://www.falstad.com/circuit/e-induct.html>

2.4 Osnovni model prenosne linije

Lastnosti električnih linij – model električne linije

Prenosna linija: Slabljenje signala v odvisnosti od frekvence ?



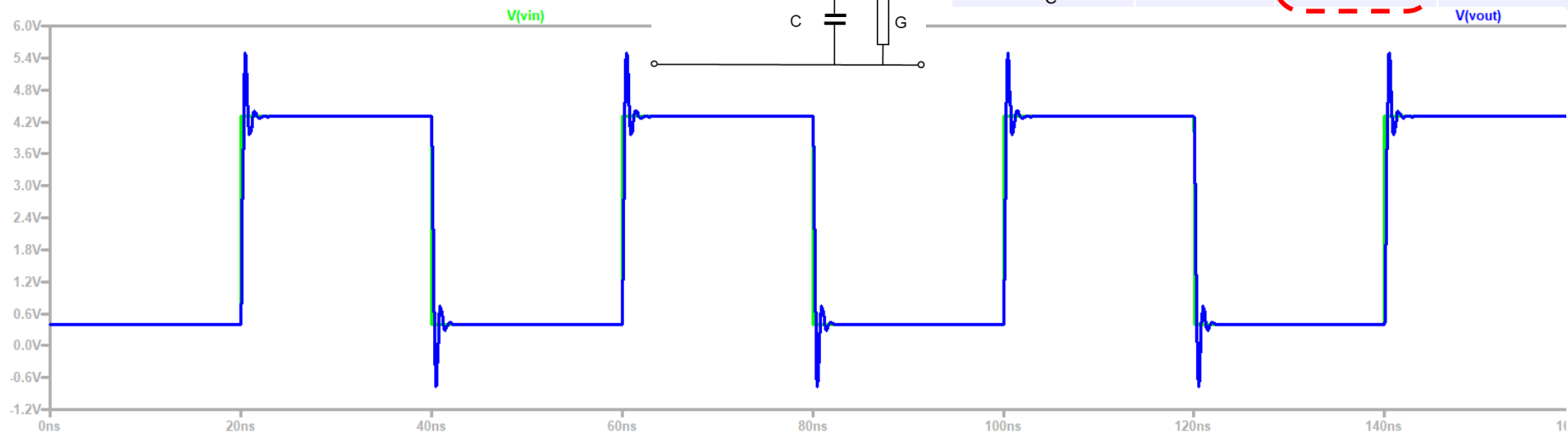
Frekvenca/ Impedanca	0 Hz	25 MHz	2.5 GHz
Z_L	0 Ω	0.314 Ω	31.4 Ω
Z_C	∞ Ω	636.9 Ω	6.36 Ω

<http://www.falstad.com/circuit/e-cap.html>

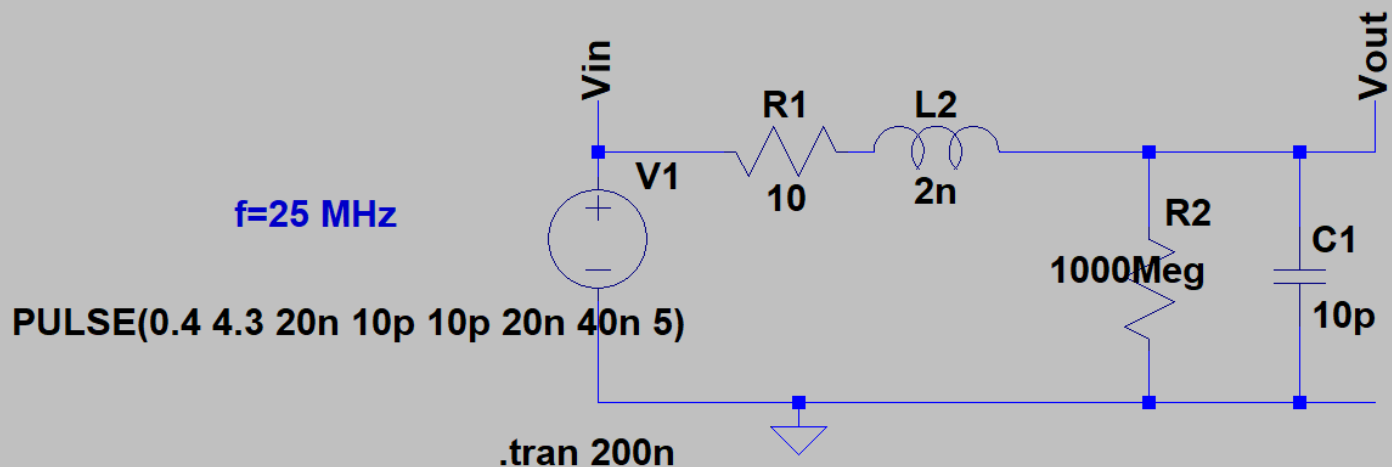
<http://www.falstad.com/circuit/e-induct.html>

Osnovni model električne linije – 25MHz

Frekvenca/ Impedanca	0 Hz	25 MHz	2.5 GHz
Z_L	0 Ω	0.314 Ω	31.4 Ω
Z_C	∞ Ω	636.9 Ω	6.36 Ω

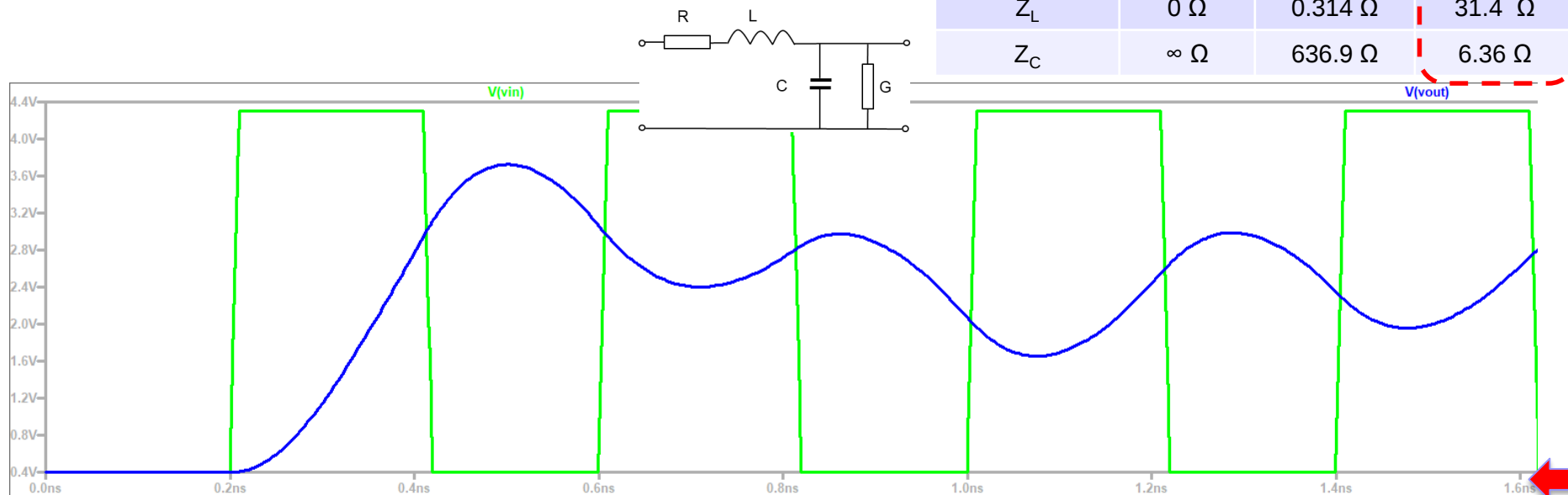


P3_model_prenosne_linije_naloga_25_MHz.asc

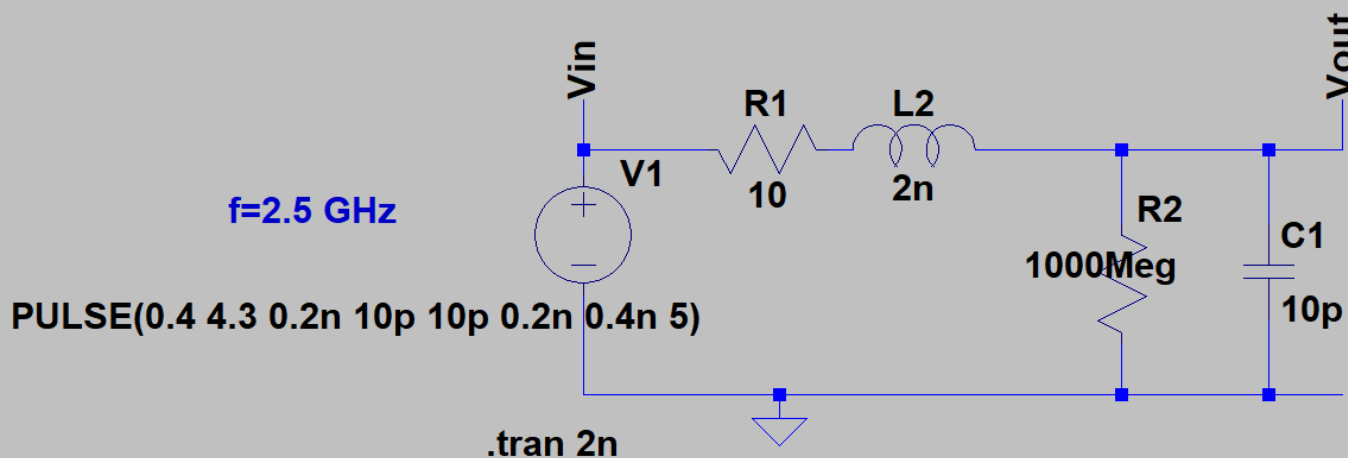


Osnovni model električne linije – 2.5GHz

Frekvenca/ Impedanca	0 Hz	25 MHz	2.5 GHz
Z_L	0 Ω	0.314 Ω	31.4 Ω
Z_C	∞ Ω	636.9 Ω	6.36 Ω



P3_model_prenosne_linije_naloga_25_GHz.asc



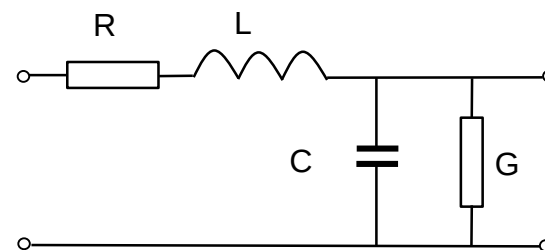
Prenosna linija:

- Slabljenje signala v odvisnosti od frekvence ?

Kdaj to moramo upoštevati ?

Navodilo :

- Vsako povezavo, ki
 - je daljša od ... razdalje,
 - ki jo prepotuje ... v času ... (?)
 - se „obravnavava kot prenosna linija“

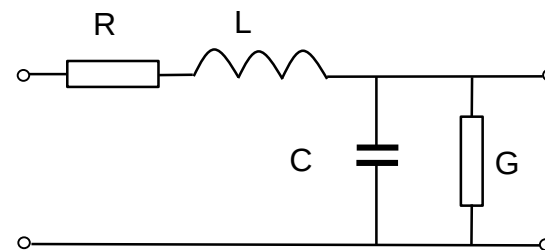


Prenosna linija:

- Slabljenje signala v odvisnosti od frekvence ?

Kdaj to moramo upoštevati ?

Praktično navodilo:



Vsako povezavo, ki

*je daljša od šestine razdalje, ki jo prepotuje
signal v času vzpona (t_r)*

se „obravnava kot prenosna linija“

Lastnosti električnih linij v praksi

- Pred leti so bile najvišje frekvence signalov v digitalnih vezjih **pod 20MHz** (1983: Intel 8088 $f_{CPE} = 4,77\text{MHz}$)
- Povezave v vezjih se pri teh frekvencah obnašajo kot prenosne linije ali antene šele pri dolžinah okrog enega metra ali več.
- Pri višjih frekvencah (nad **300 MHz**) pa se povezave med elementi obnašajo kot prenosne linije že pri dolžinah nekaj deset mm.
- Pri frekvencah signalov, ki so običajne danes (**1 GHz in več**), pa je potrebno vse povezave brez izjeme (tudi znotraj integriranih vezij) obravnavati kot prenosne linije.

1. Vhodno/izhodna organizacija računalnika

- ## 2. Najbolj pogoste V/I naprave:

3. Vhodno izhodni vmesnik (ang. Input-Output Interface) - ponuja način za prenos informacij med notranjimi shranjevalnimi in zunanji napravami.

- [illegible]

Razrešiti je potrebno **razlike**, ki obstajajo med osrednjim računalnikom in posamezno zunanjo napravo.

■ Prilagoditev signalov

- Periferne naprave so 'elektromehanične' in 'elektromagnetne' naprave, CPE in pomnilnik so elektronske naprave. Zato je potrebna **prilagoditev in pretvorba vrednosti signala**.

■ Prilagoditev hitrosti

- **Hitrost prenosa podatkov** zunanjih naprav je običajno počasnejša od hitrosti prenosa CPE, posledično bo morda potreben sinhronizacijski mehanizem.

■ Prilagoditev kodiranja in formatov

- **Kodiranje in formati podatkov** v zunanjih napravah se razlikujejo od podatkov v CPE in pomnilniku.

■ Prilagoditev načina delovanja

- **Načini delovanja zunanjih naprav** se med seboj razlikujejo, zato se morajo razlikovati njihova krmiljenja tako, da se ne moti delovanja drugih zunanjih naprav, ki so priključene na CPE.

2.5 Domača naloga

- ❑ Poročilo in predstavitev: Vhodno/Izhodne naprave
- ❑ Navodila in prijava:
 - ❑ e-učilnica, datumi in podrobnosti v objavi na forumu
 - ❑ temo lahko tudi sami predlagate
 - ❑ skupine 2-3
- ❑ Pregled virov (spletne objave, članki, drugi dokumenti)
- ❑ Vsaj 3 vire uporabite za poročilo in predstavitev
- ❑ Poročilo (do 5 strani):
 - Naslov s podatki: VIN Predavanja – 1. DN (2021/22, Naprava:..., Avtorji: ..., Datum: ...)
 - Predstavitev naprave: slika in razvoj
 - Arhitektura in tehnologije
 - Opis delovanja
 - Uporaba s kratkim opisom delovanja
 - Zaključek
 - **Grafični povzetek – info grafika – „poster“**
 - Literatura
- Oddaja poročila: e-učilnica
- Predstavitev (5 min): bo potekala na predavanjih (zadnja ura) po predhodnem razporedu na učilnici

2.5 Domača naloga – Primeri tem

■ Podan je seznam naprav (vhodna, izhodna, vhodno/izhodna):

1. Tipkovnica (ang. keyboard)
2. Optična miška (angl. optic mouse)
3. Optični skener (ang. scanner)
4. Biometrični skener prstnih odtisov (ang. biometric fingerprint scanner)
5. Zaslon LCD (ang. liquid crystal display)
6. Zaslon na dotik (ang. touchscreen)
7. Projektor (ang. projector)
8. Brizgalni tiskalnik (ang. inkjet printer)
9. Laserski tiskalnik (ang. laser printer)
10. 3D tiskalnik (ang. 3D printer)
11. Bliskovni pomnilnik (ang. flash pomnilnik)
12. Zunanji pomnilnik HDD (ang. Hard Disk Drive)
13. Zunanji pomnilnik SSD (ang. Solid State Drive),
14. Čitalnik črtne kode (ang. barcode reader)
15. Mobilni čitalnik RFID (ang. RFID reader)
16. Fiksni čitalnik RFID (ang. RFID reader),
17. Spletna kamera (ang. webcam)
18. Mikrofon (angl. microphone)
19. Zvočnik (angl. speaker)