



Vhodno izhodne naprave

Laboratorijska vaja 1 - AV 1
OE, signali, linije, dB, Nap. nivoji

Laboratorijska vaja 1 - AV 1 OE, Signali, Linije

Poudarki

- Osnove elektrotehnike (ponovitev?):
 - Ohmov zakon (R , U , I), Kirchoffova zakona
 - **Nalogi:**
 - Vezava uporov
 - Vezava upor in LED diode
- Signali (ponovitev?):
 - sinusni signal je ton (amplituda, fazni kot = „faza“)
 - pravokotni signal je sestavljen iz sinusnih komponent - tonov
 - časovna, frekvenčna domena
 - **slabljenje, SNR, [dB] - naloge**
- Prenosne povezave (linije):
 - **model prenosne linije in uporaba v praksi**
- **Napetostni nivoji – TTL, LV-TTL**

1.1 Osnovni pojmi elektrotehnike

Ponovitev – predavanja

■ Električna napetost - U [V]:

- DEF: razlika dveh električnih potencialov v dveh točkah
- »povzroči el. tok v sklenjenem tokokrogu«
- označena v dveh točkah s + (višji potencial) in – (nižji potencial)

■ Električni tok - I [A]:

- DEF: količina el. naboja (običajni nosilci so elektroni), ki preteče v nekem času
 - 1 Amper := $1A = 6.241 \cdot 10^{18}$ elektronov/sek = 1 Coulomb/sek
 - smer: definirana obratno od smeri gibanja elektronov (tok pozitivnega naboja)

■ Električna upornost - R [Ω]:

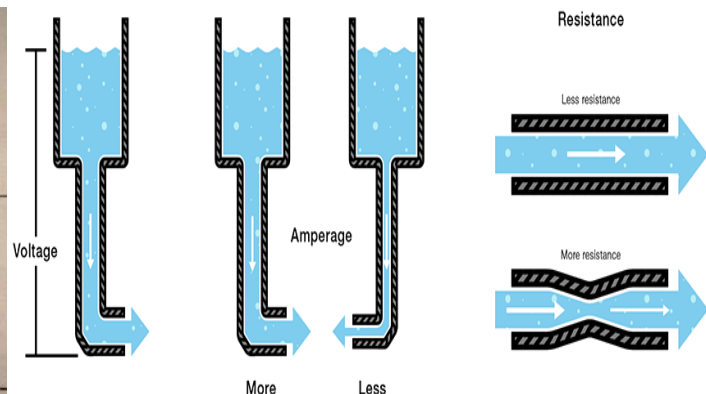
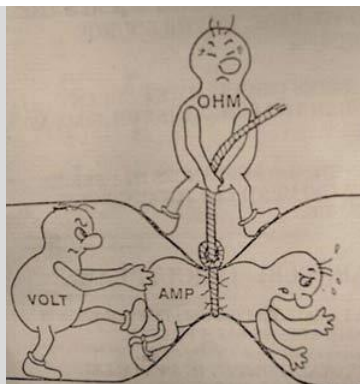
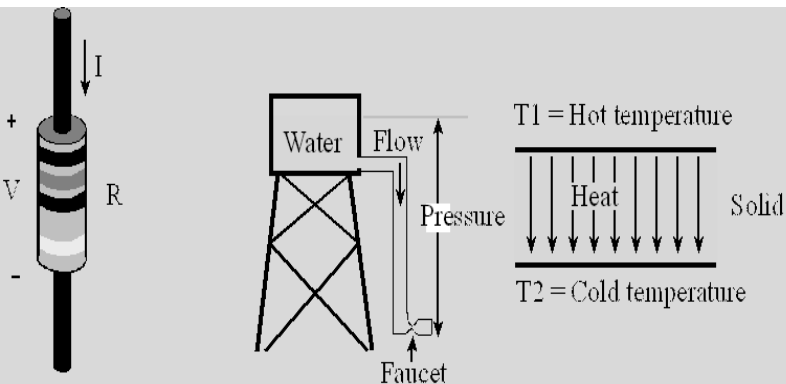
- „ovira pretok naboja“
- 2 tipa prevodnikov :

- žica:

zanemarljiva upornost ($\approx 0\Omega$)

- upor (upornik)

deklarirana upornost v Ω



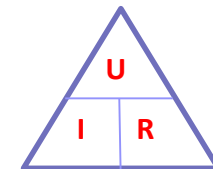
Osnovni zakoni elektrotehnike

Ponovitev – predavanja

■ Ohmov zakon:

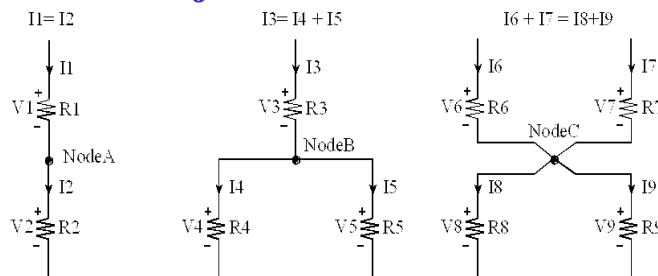
- izraža relacijo med napetostjo, tokom in upornostjo

■ U, I sorazmerna: $U = I R$, $I = U/R$, $R = U/I$



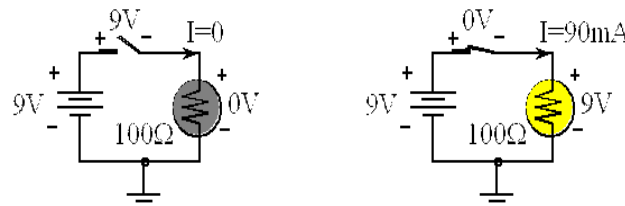
■ Kirchhoffov (tokovni) zakon (KCL - Kirchhoff's Current Law)

- DEF: Vsota tokov v vozlišče je enaka vsoti tokov iz vozlišča



■ Kirchhoffov (napetostni) zakon (KVL - Kirchhoff's Voltage Law)

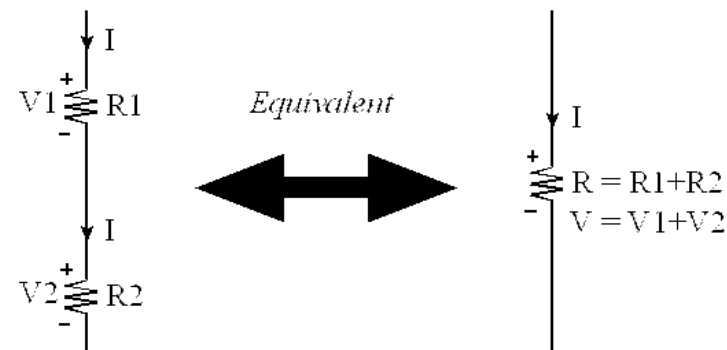
- DEF: Vsota vseh napetosti v zaključeni zanki je enaka 0
- Primer:



Osnovni pojmi elektrotehnike

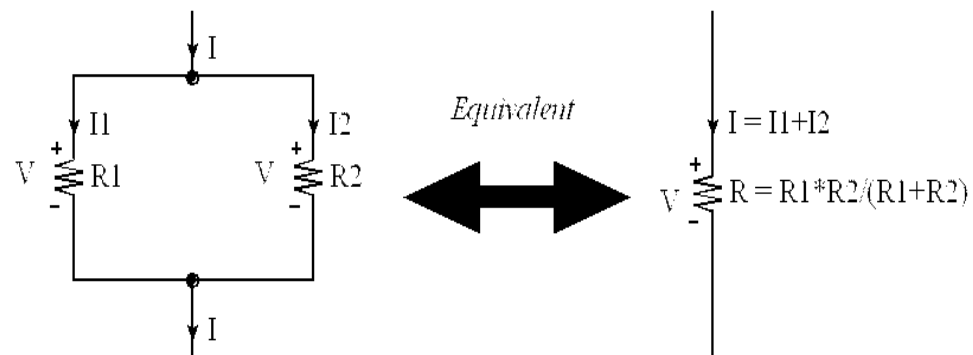
I. Zaporedna vezava uporov

- enak tok skozi upore
- upornosti in padci napetosti se seštevajo



II. Vzporedna vezava uporov

- enak padec napetosti na vseh
- različni tokovi skozi upore
- $1/R = 1/R1 + 1/R2 + \dots$



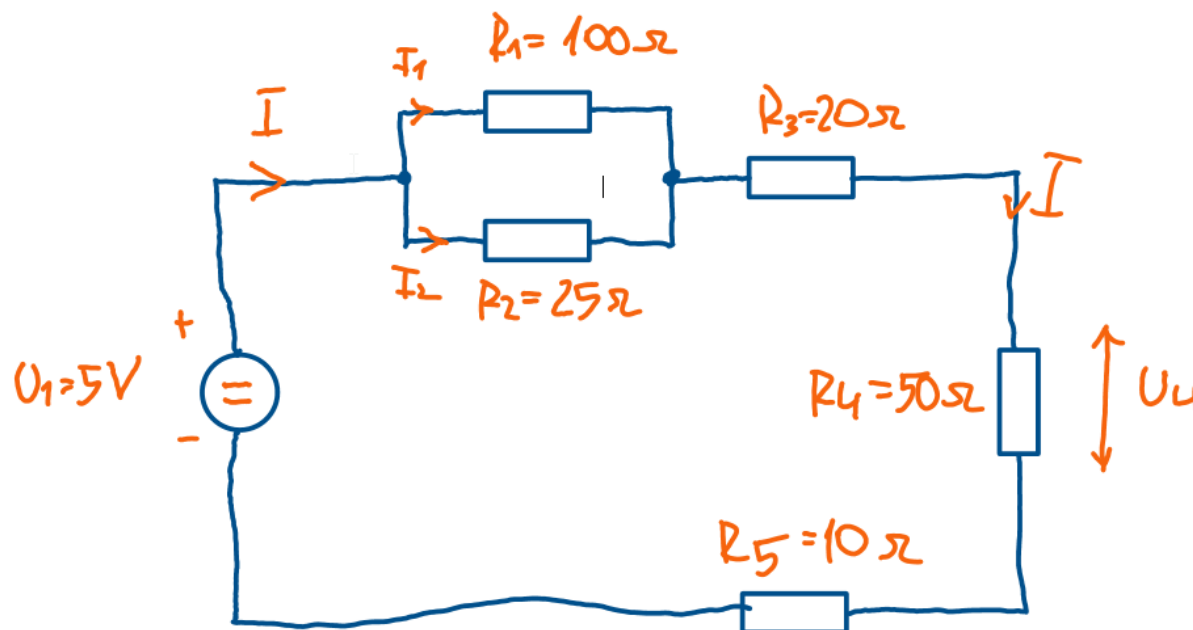
<http://www.falstad.com/circuit/e-resistors.html> (Javascript)

<http://www.lushprojects.com/circuitjs/circuitjs.html>

Osnovni pojmi elektrotehnike

Naloga 1.1 Vezje z upori

Izračunaj napetost na uporu R_4

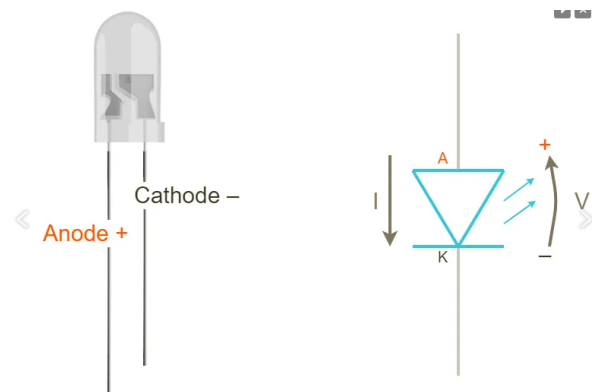


<http://www.falstad.com/circuit/e-resistors.html> (Javascript)

<http://www.lushprojects.com/circuitjs/circuitjs.html>

Osnovni pojmi elektrotehnike

Naloga 1.2 Določi ustrezen upor za vezavo z rdečo LED diodo



The scheme of a Light Emitting Diode Item 1 of 11

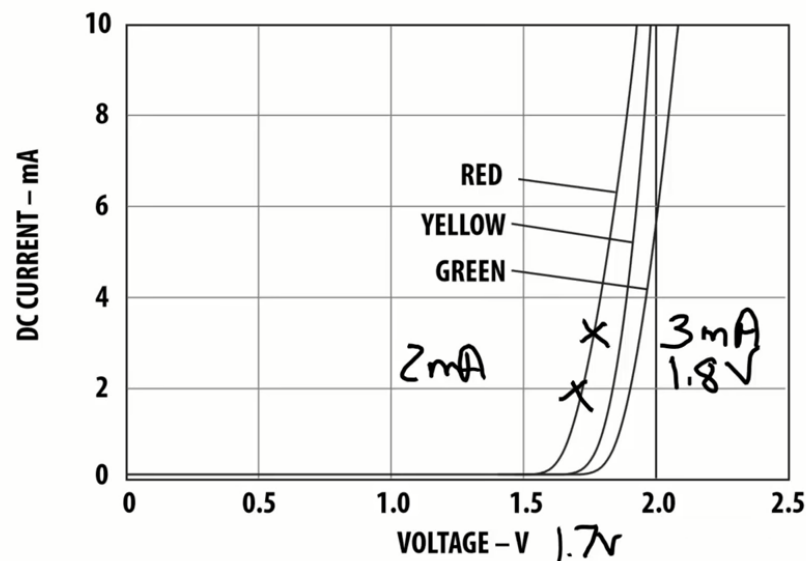
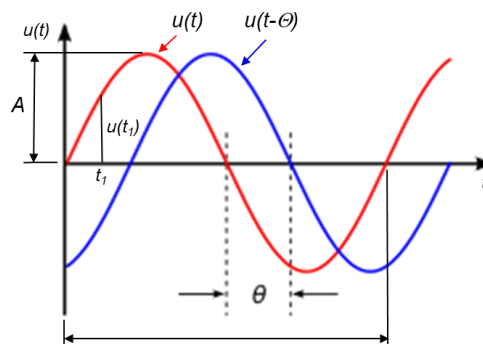


Figure 2. Forward current vs. forward voltage.

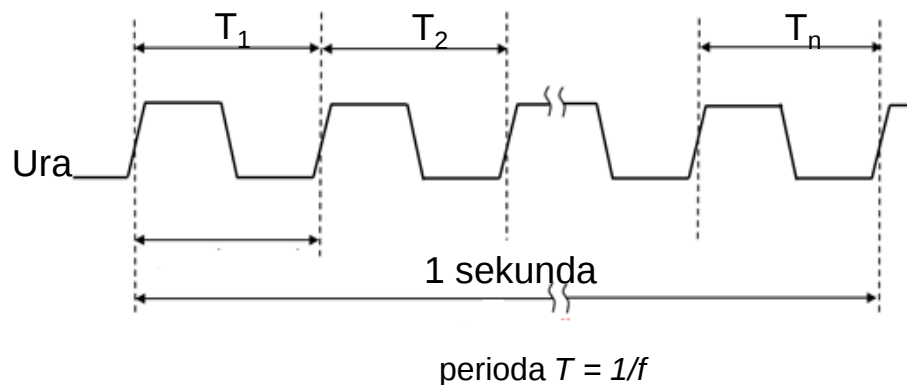
Vir: http://users.ece.utexas.edu/~valvano/Volume1/E-Book/C8_SwitchLED.htm

- Sinusni signal:

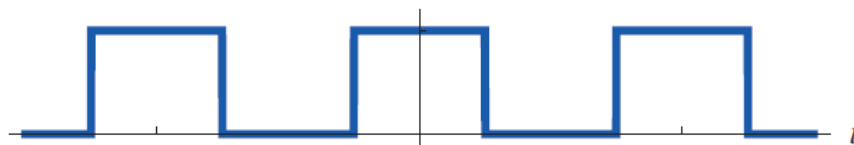
$$u(t) = A \cdot \sin(2\pi ft + \theta)$$



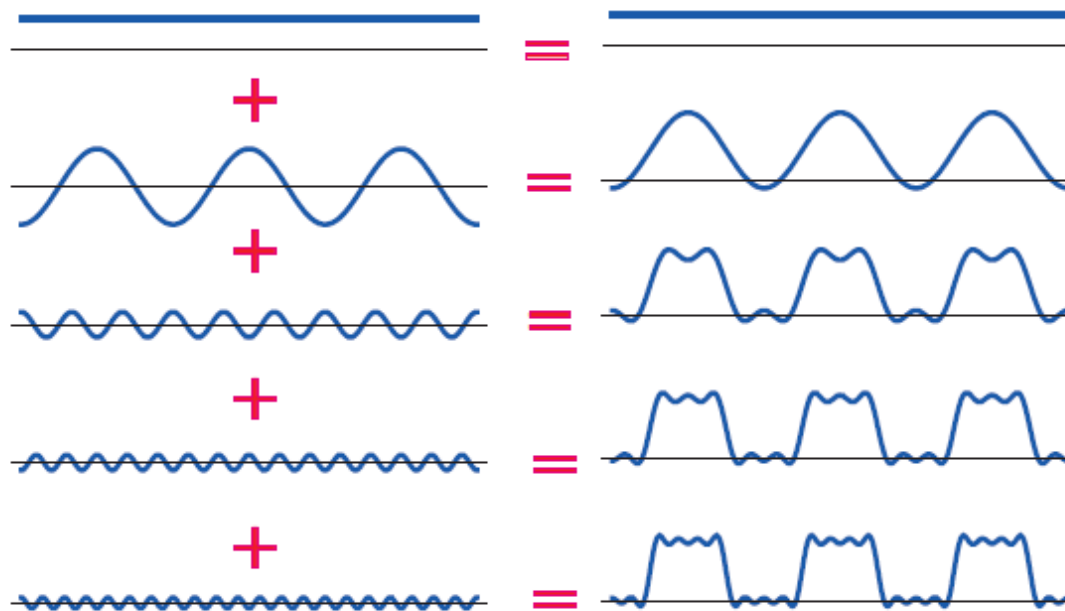
- Pravokotni (urin) signal:



- Kako sestavimo pravokoten periodični signal?

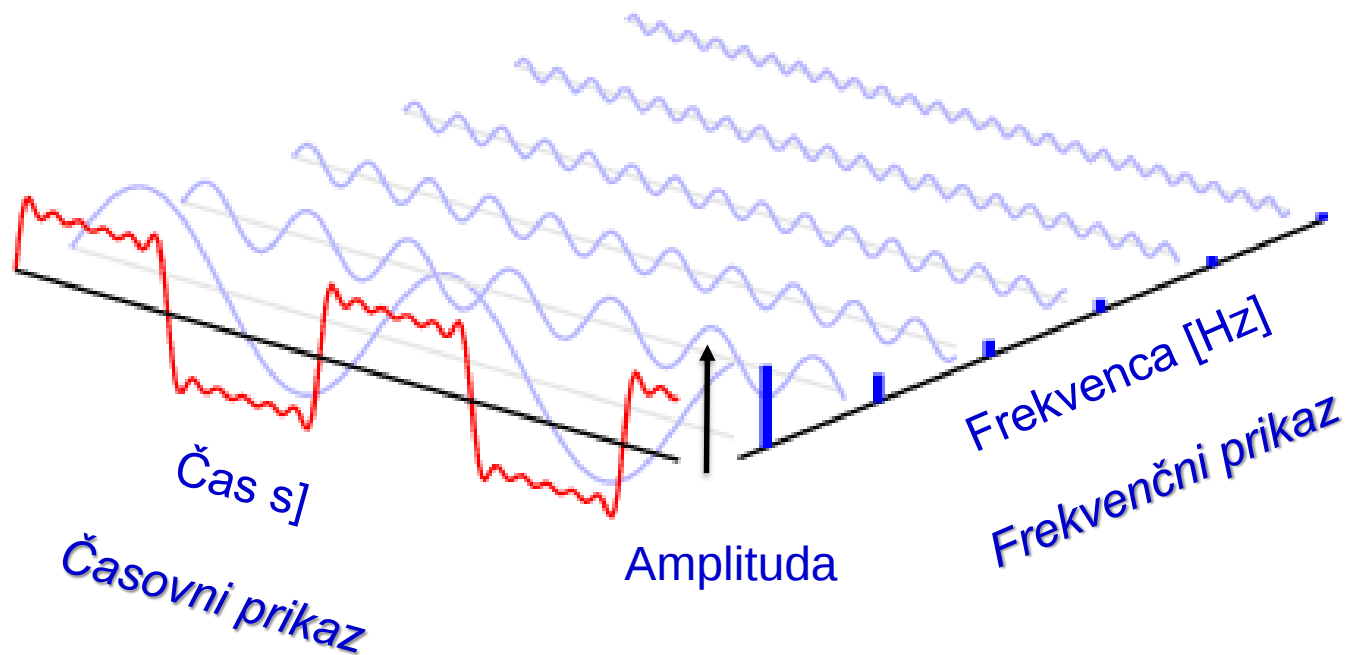


- Seštevanje harmonskih komponent pravokotnega signala



Sestava periodičnega pravokotnega signala

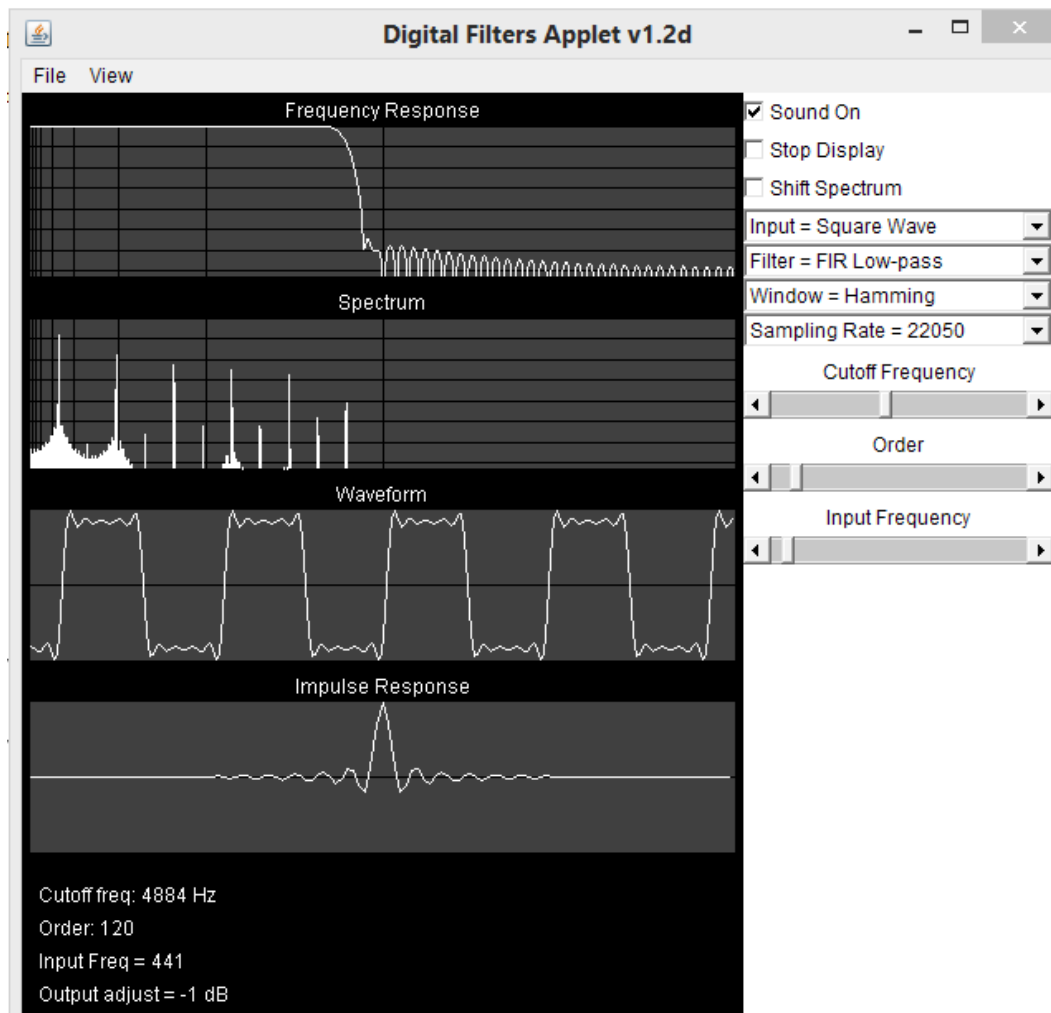
Ponovitev – predavanja



VIRI: https://en.wikipedia.org/wiki/Frequency_domain

Zvočna sestava periodičnega pravokotnega signala

Ponovitev – predavanja



VIR: <http://www.falstad.com/dfilter/>

□ Izračun slabljenja in kakovosti signala – A, SNR [dB]

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

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

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

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

□ Primer1:

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

- Razmerje napetosti:

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

$$A = -20 [dB]$$

□ Primer2:

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

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

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

$$A = -3 [dB]$$

Slabljenje, šum, ojačanje, dB

Razmerje napetosti $SNR[dB] = 20 \cdot \log_{10} \frac{U_{signal}[V]}{U_{sum}[V]}$ $A[dB] = 20 \cdot \log_{10} \frac{U_{oddana}[V]}{U_{sprejeta}[V]}$

Razmerje moči $SNR[dB] = 10 \cdot \log_{10} \frac{P_{signal}[W]}{P_{sum}[W]}$ $A[dB] = 10 \cdot \log_{10} \frac{P_{oddana}[W]}{P_{sprejeta}[W]}$

2 nalogi ...

1. Izhodno moč oddajnika povečamo za 5 db. Kolikšna bo moč po povečanju, če je bila pred povečanjem 1 W ?

Rešitev: 3.16 W

2. Kakšno je razmerje signal/šum na komunikacijskih povezavi, če je moč signala 100 mW, moč šuma pa 5 mW ?

Rešitev: 13 dB

Na koliko mW se zmanjša šum, če se poveča razmerje signal/šum za 1 dB ?

Rešitev: 3.98 mW

Kolikšna je lahko moč šuma, če želimo razmerje signal/šum= 36db ?

Rešitev: 25.12 μ W

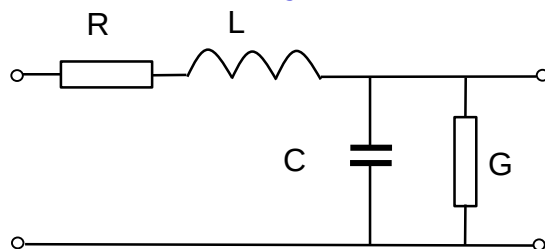
1.3 Osnovni model prenosne linije

Ponovitev – predavanja

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)

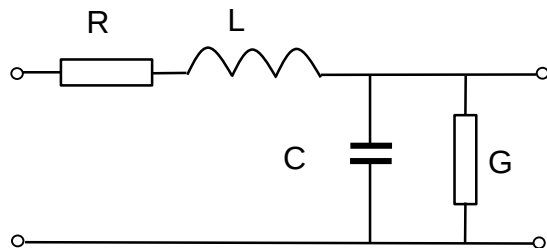
(izolacija med vodnikoma)

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

Prenosna linija: Slabljenje signala v odvisnosti od frekvence ?

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)

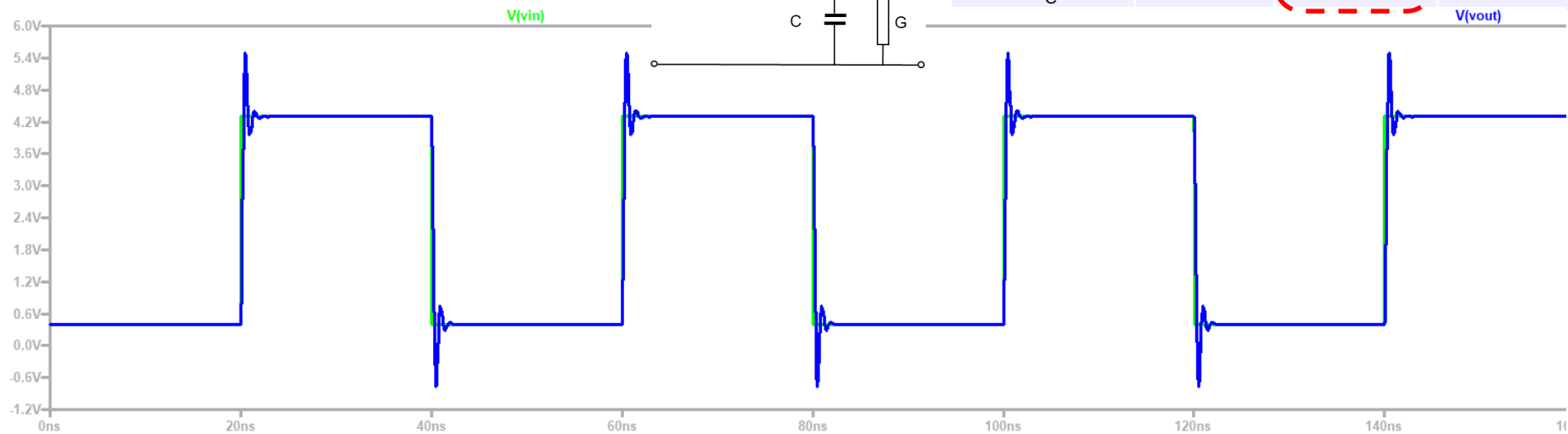
(izolacija med vodnikoma)

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

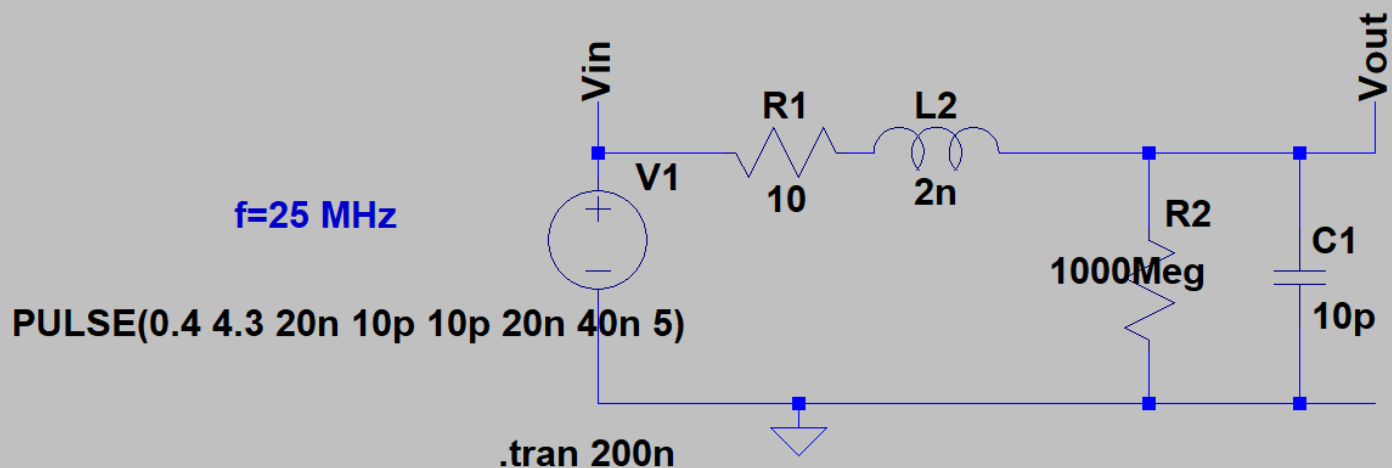
Prenosna linija: Slabljenje signala v odvisnosti od frekvence ?

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

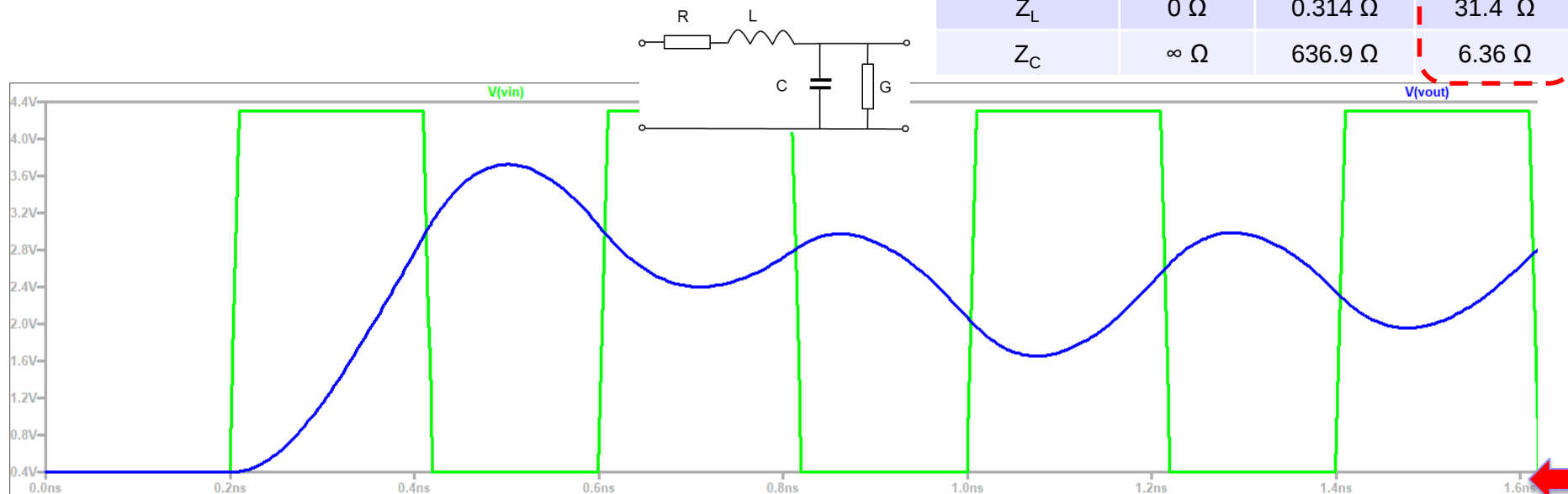


P3_model_prenosne_linije_naloga_25_MHz.asc

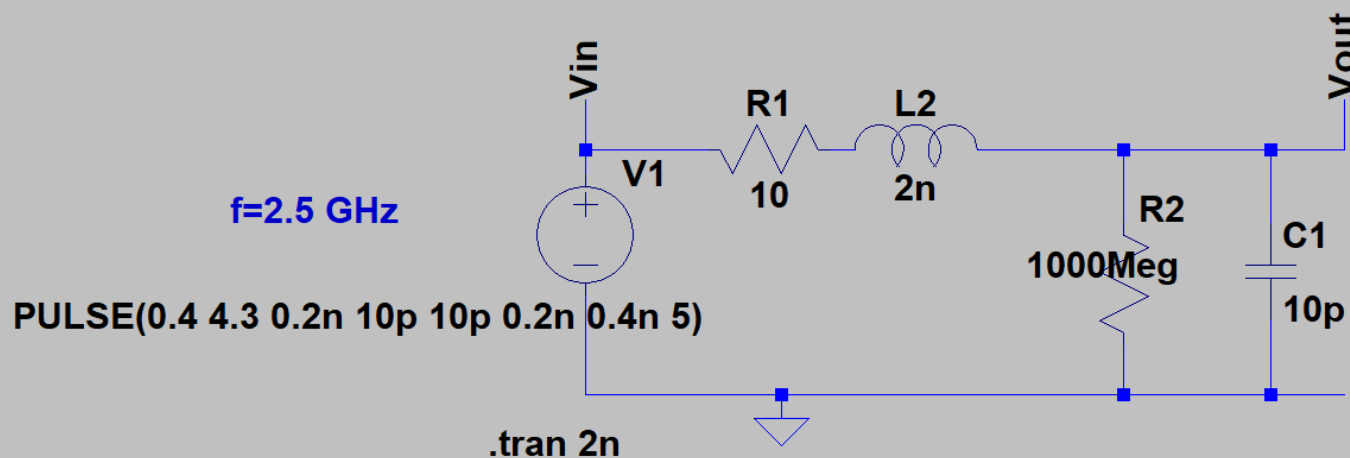


Osnovni model električne linije – 2.5GHz

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

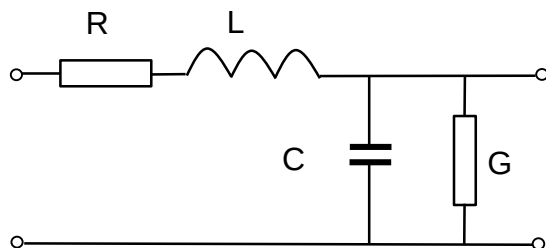


Prenosna linija: Slabljenje signala v odvisnosti od frekvence ?

Kdaj to moramo upoštevati ?

Navodilo :

- Vsako povezavo, ki
 - je daljša od šestine razdalje,
 - ki jo prepotuje signal v času vzpona (t_r)
 - se „obravna kot prenosna linija“



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

Urin signal na vodilu med CPE in RAM moduli z oznako DDR3 1600 ima frekvenco $f_{I/O}=800$ MHz in čas vzpona 200 ps.

Pri kateri dolžini take povezave jo moramo obravnavati kot prenosno linijo?

Rešitev: ?

Urin signal na vodilu med CPE in RAM moduli z oznako DDR3 1600 ima frekvenco $f_{I/O}=800$ MHz in čas vzpona 200 ps.

Pri kateri dolžini take povezave jo moramo obravnavati kot prenosno linijo?

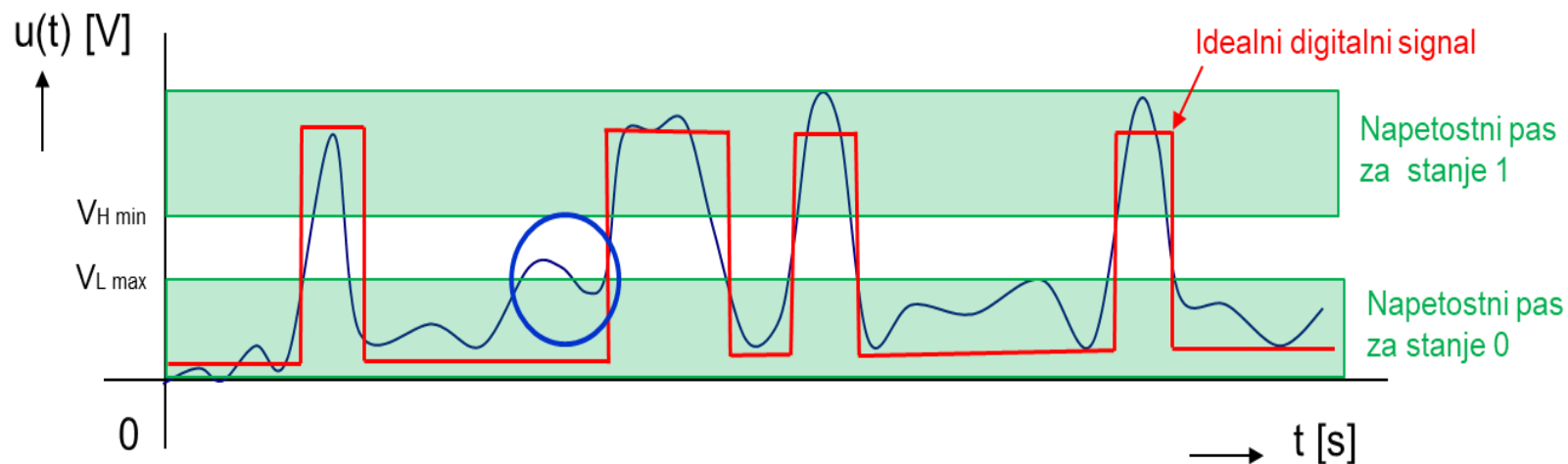
Rešitev: 5.5 mm

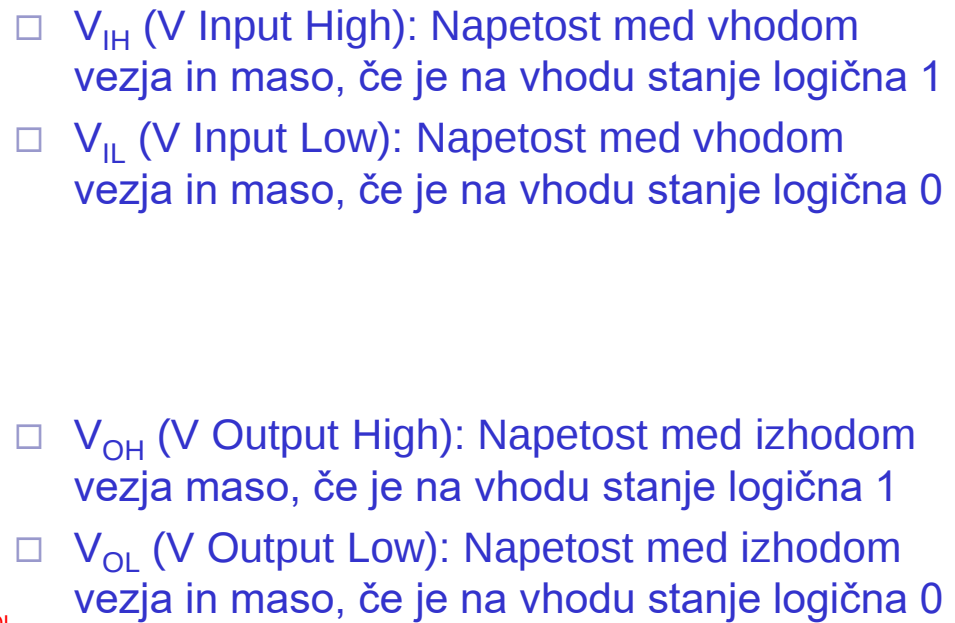
Lastnosti električnih linij v praksi

- 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.

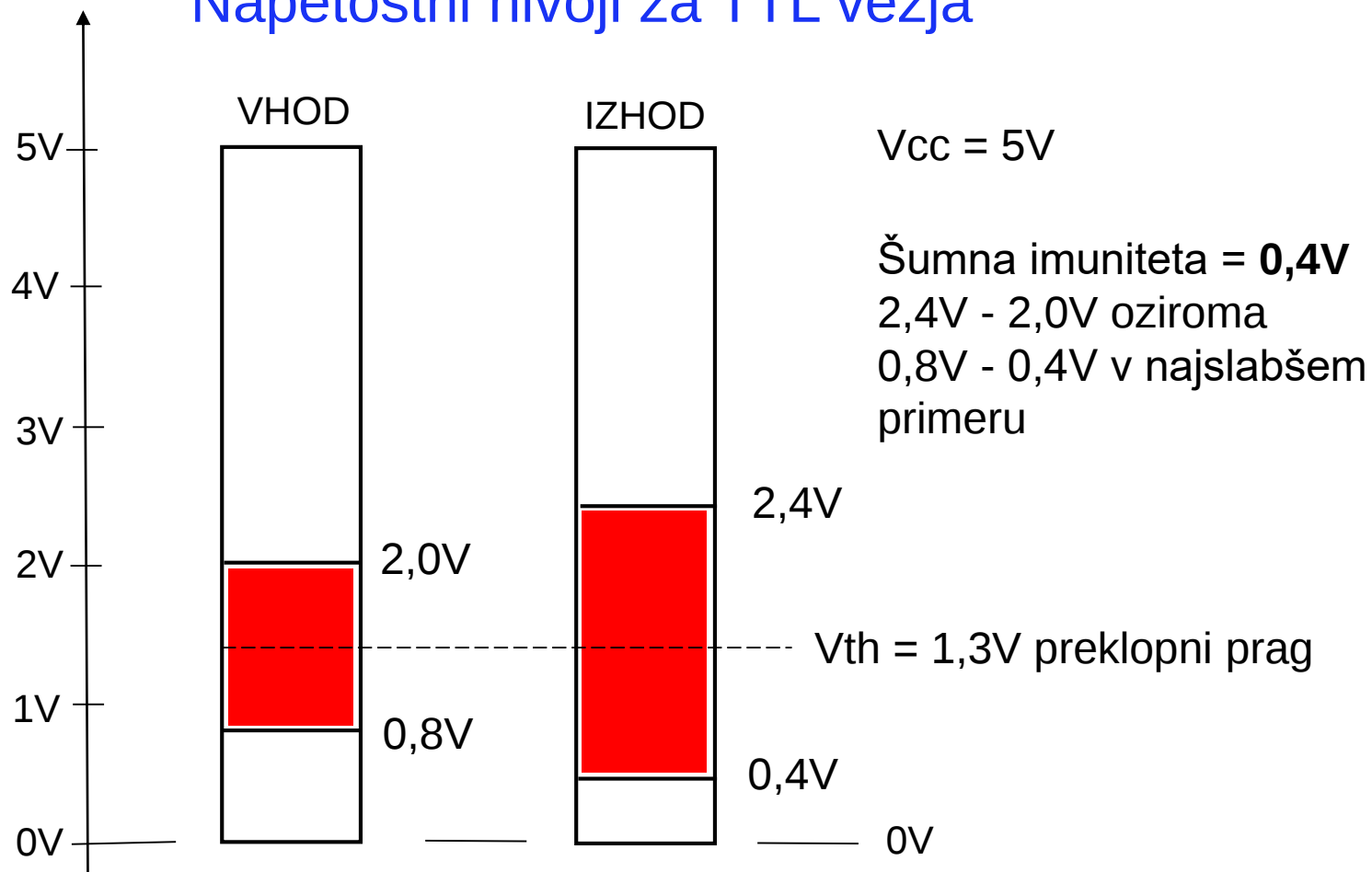
Signal

- je **fizikalna veličina**, ki se spreminja v odvisnosti od časa.
- električni signal z napetostnimi pasovi za stanji 0 in 1 ter **idealni digitalni signal**.





Napetostni nivoji za TTL vezja



Napetostni nivoji za LV-TTL vezja

