

Dobrodošli na drugu godinu studija

Osnovi elektronike

Prof. dr Predrag Petković, red. prof.
dr Srđan Đorđević, asistent
dr Marko Dimitrijević
M.S. Dejan Mirković, asistent

11. oktobar 2016.

Uvod
<http://leda.elfak.ni.ac.rs/>

1

Osnovi elektronike

Literatura:

Основна литература:

1. В. Литовски, *Основи електронике*, Академска мисао, 2006, ISBN: 86-7466-227-7
2. В. Павловић, et. al., *Практикум лабораторијских вежби из Основа електронике*, Електронски факултет Ниш, 2011.
3. Презентација са предавања
<http://leda.elfak.ni.ac.rs/?page=education/elektronika/elektronika.htm>

11. oktobar 2016.

Uvod
<http://leda.elfak.ni.ac.rs/>

2

Osnovi elektronike

Literatura:

Додатна литература:

1. A. Sedra, K. Smith, *Microelectronic Circuits*, Oxford University Press, New York, Oxford 2004, ISBN 0-19-514252-7.
2. T.Schubert, E.Kim, *Active Non-Linear Electronics*, Wiley, New York, 1996.

11. oktobar 2016.

Uvod
<http://leda.elfak.ni.ac.rs/>

3

Osnovi elektronike

Predispitne obaveze:

Redovno pohađanje nastave (predavanja+vežbe)	5%
Odbranjene laboratorijske vežbe	5%
Domaći	10%
Kolokvijum I (26.11.2016.)	20%
Kolokvijum II (21.01.2017.)	20%

Ispit:

Zadaci	20%
Teorija	20%

Bez 20% predispitnih – NE MOŽE DA SE POLOŽI



11. oktobar 2016.

Uvod
<http://leda.elfak.ni.ac.rs/>

Osnovi elektronike

Predispitne obaveze:

Redovno pohađanje nastave (predavanja+vežbe)	5%
Odbranjene laboratorijske vežbe	5%
Domaći	10%
Kolokvijum I (26.11.2016.)	20%
Kolokvijum II (21.01.2017.)	20%

U januarskom roku

Redovna nastava	10%
Odbranjene LAB. VEŽBE	10%
Kolokvijumi se boduju sa po	40%
Domaći sa	20%



11. oktobar 2016.

Uvod
<http://leda.elfak.ni.ac.rs/>

5

Osnovi elektronike

Predispitne obaveze:

Redovno pohađanje nastave (predavanja+vežbe)	10%
Odbranjene laboratorijske vežbe	10%
Domaći	20%
Kolokvijum I (26.11.2016.)	40%
Kolokvijum II (21.01.2017.)	40%



**Ukupan skor u januaru
može biti 120%
PRE ISPITA**

11. oktobar 2016.

Uvod
<http://leda.elfak.ni.ac.rs/>

6

Osnovi elektronike



Godina	slušalo	Položilo januara	Prijavilo do oktobra	Izašlo do oktobra	Položilo do oktobra
2014/15	44	15 (34%)	18	11	3
2015/16	56	31 (55%)	13	9	1

I dalje nešto treba menjati

Redovnost:		
Nastava		10%
Laboratorija		10%
U januarskom roku Kolokvijumi se boduju sa po		50%
NEMA DOMAĆI		

Ukupan skor u januaru može biti 120% pre ispita ALI

11. oktobar 2016.

Uvod
<http://leda.elfak.ni.ac.rs/>

7

Osnovi elektronike

To nije sve



**U ovom trenutku
Svi danas imate desetke
sa 120%**

ALI...

11. oktobar 2016.

Uvod
<http://leda.elfak.ni.ac.rs/>

8

Osnovi elektronike

Nedolaskom na nastavu gubite svake nedelje po

$$(10\%)/14=0.71\%$$

Neblagovremeno odbranjena lab. vežba, odbija se po

$$(10\%)/6=1.67\%$$

Svaki neurađeni (zadatak + teorija) na kolokvijumu odbija se

$$(50\%)/2=25\%$$

Konačna ocena dobija se po sledećoj tabeli:

Procenat	120-95	94-85	84-75	74-65	64-55
Ocena u januaru	10	9	8	7	6

11. oktobar 2016.

Uvod
<http://leda.elfak.ni.ac.rs/>

9

Osnovi elektronike

Da li postoji igde bolja ponuda?

To nije sve



Kolokvijumi i ispit imaju dva dela: Zadaci + Teorija

Za oba postoji jasan prag za prolaznu ocenu.

Za zadatke to je rešavanje zadataka poznatih sa predavanja ili vežbi (identični)

Za teoriju odgovori na pitanja:

elementarna = broju nastavnih nedelja (12-15)

obavezna = broju časova (36-45)

11. oktobar 2016.

Uvod
<http://leda.elfak.ni.ac.rs/>

10

Osnovi elektronike

Praktično:

Zadaci:

50% zadataka su poznati sa domaćih ili vežbi – identični (1/2)

Na ispitu

- 2 poznata (1/2) za 6
- 1 sličan onome što je rađeno na vežbama, za 7-8
- 1 potpuno nov, za 9-10

Teorija:

- elementarna (1/n=13) + obavezna (1/č=39) pitanja za 6
- ispitna pitanja (3 po času =108-120) za 7-10

11. oktobar 2016.

Uvod
<http://leda.elfak.ni.ac.rs/>

11

Osnovi elektronike



Pitanja?

11. oktobar 2016.

Uvod
<http://leda.elfak.ni.ac.rs/>

12

Osnovi elektronike

Konsultacije:

utorak, sreda, petak 11-12h kabinet 207
najbolje da se najavite preko web sajta „pitanja profesoru“
ili preko e-mail adrese: predrag.petkovic@elfak.ni.ac.rs

sa asistentima – prema dogovoru sa njima

11. oktobar 2016.

Uvod
<http://leda.elfak.ni.ac.rs/>

13

Osnovi elektronike

Predispitne obaveze:

	U JANUARU	OSTALO
Redovno pohađanje nastave (predavanja+vežbe)	10%	10%
Odbranjene laboratorijske vežbe	10%	10%
Kolokvijum I (prva nedelja u decembru)	50%	20%
Kolokvijum II (poslednja nedelja predavanja)	50%	20%

120% 60%



Ukupan skor u januaru može biti 120% PRE ISPITA

Savet: Izadite na kolokvijum MNOOOOGO JE LAKŠE!

11. Oktobar 2016.

Uvod
<http://leda.elfak.ni.ac.rs/>

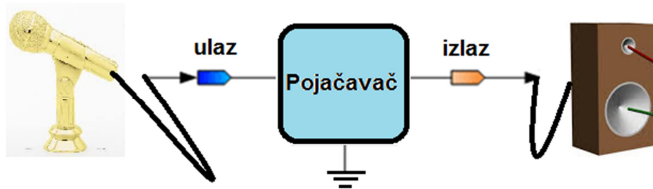
14

Osnovi elektronike

Šta će nam elektronika?

Prva asocijacija

Čemu služi pojačavač?



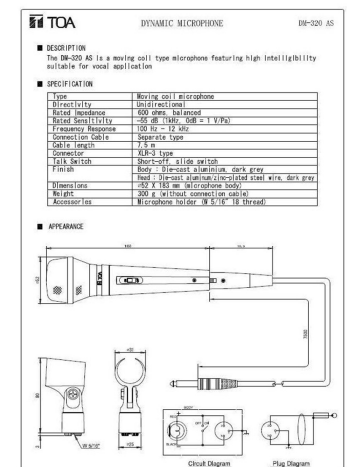
11. oktobar 2016.

Uvod
<http://leda.elfak.ni.ac.rs/>

15

Osnovi elektronike

Mikrofon?



11. oktobar 2016.

Uvod
<http://leda.elfak.ni.ac.rs/>

16

Osnovi elektronike

600 ohms?



DYNAMIC MICROPHONE

DM-320 AS

■ DESCRIPTION

The DM-320 AS is a moving coil type microphone featuring high intelligibility suitable for vocal application

■ SPECIFICATION

Type	Moving coil microphone
Directivity	Unidirectional
Rated Impedance	600 ohms, balanced
Rated Sensitivity	-55 dB (1kHz, 0dB = 1 V/Pa)
Frequency Response	100 Hz - 12 kHz
Connection Cable	Separate type
Cable length	7.5 m
Connector	XLR-3 type
Talk Switch	Short-off, slide switch
Finish	Body : Die-cast aluminium, dark grey Head : Die-cast aluminium/zinc-plated steel wire, dark grey
Dimensions	∅52 X 183 mm (microphone body)
Weight	300 g (without connection cable)
Accessories	Microphone holder (W 5/16" 18 thread)

Osnovi elektronike

-55dB (1kHz; 0dB=1V/Pa) ?



DYNAMIC MICROPHONE

DM-320 AS

■ DESCRIPTION

The DM-320 AS is a moving coil type microphone featuring high intelligibility suitable for vocal application

■ SPECIFICATION

Type	Moving coil microphone
Directivity	Unidirectional
Rated Impedance	600 ohms, balanced
Rated Sensitivity	-55 dB (1kHz, 0dB = 1 V/Pa)
Frequency Response	100 Hz - 12 kHz
Connection Cable	Separate type
Cable length	7.5 m
Connector	XLR-3 type
Talk Switch	Short-off, slide switch
Finish	Body : Die-cast aluminium, dark grey Head : Die-cast aluminium/zinc-plated steel wire, dark grey
Dimensions	∅52 X 183 mm (microphone body)
Weight	300 g (without connection cable)
Accessories	Microphone holder (W 5/16" 18 thread)

Osnovi elektronike

-55dB (1kHz; 0dB=1V/Pa) ?



dB – decibel logaritam odnosa dve istorodne veličine (napon/napon)

$20\log(V_x/V_n)$ za $V_n=1V$ koliko je V_x =-55dB u voltima?

$20\log(V_x/1) = -55\text{dB}$

$\log(V_x/1) = \log(V_x) = -55/20 = -2.75$

$V_x = 10^{-2.75} = 0.001778V = 1.778\text{mV}$

Osnovi elekt

Zvučnik?

850108

5.5" CSC-X Woofer



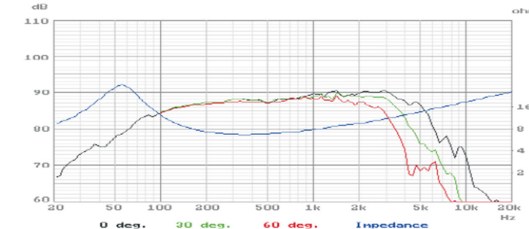
- Poly "Sandwich" cone
- Rubber surround
- Stamped frame
- Short circuiting ring
- 26mm Ø voice coil
- Good sealed or vented
- 145mm Ø flange
- 117mm Ø cut out
- 63.5mm depth

$Z_{nom} = 8 \text{ ohm}$

$Z_{nom} = 8 \text{ ohm}$

System Power=110W

Z_{nom}	8	ohm
R_e	6.1	ohm
L_e	0.9	mH
f_s	47.1	Hz
Q_{ms}	1.82	
Q_{es}	0.43	
Q_{ts}	0.35	
M_{ms}	10.4	g
C_{ms}	1.09	mm/N
S_d	91	cm ²
BL	6.6	N/A
V_{as}	12.5	ltrs
X_{max}	4.5	mm peak
Sensitivity	2.83V / 1m	87.5 dB
Longterm Max		
System Power	110	W
Magnet weight	9.4	kg



Osnovi elektronike

Snaga na otporniku ?



$$P = V \cdot I$$
$$P = V \cdot (V/R) = V^2/R$$

$$R = 8\text{ohm}; P = 110\text{W}$$

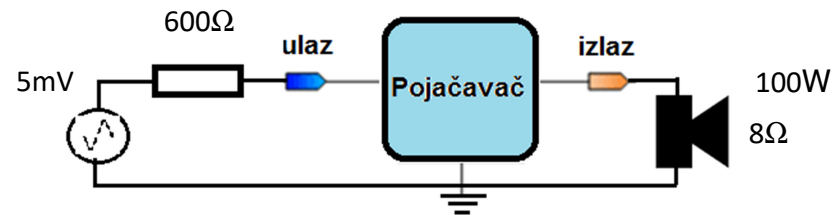
$$V = ?$$

$$V^2 = P \cdot R = 880$$

$$V = \sqrt{880} = 29.66\text{V}$$

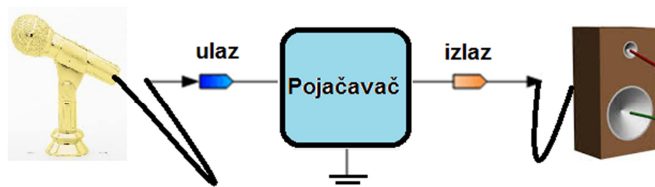
Koliki napon treba da bismo imali 10W?
(8.9V)

Osnovi elektronike



Osnovi elektronike

Čemu služi pojačavač?



Osnovi elektronike

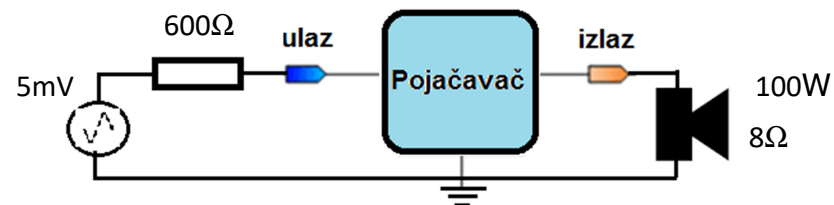
Da pojača signal.

Ali zašto?

Da bismo dobili željeni signal na izlazu.

Da li je samo važno pojačanje?

Ne!



Pojaćanje signala



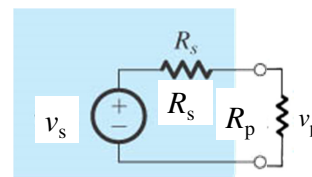
Primer 1.1: Mikrofon koji daje na izlazu napon efektivne vrednosti od 10mV i ima izlaznu otpornost od 600Ω treba priključiti na potrošač od 8Ω. Izračunati naponsko i pojaćanje snage kada se priključi:

- a) direktno
 b) preko pojaćavaća koji daje 100 puta veći napon na izlazu $A_o=100V/V$, $R_u=10\Omega$ i $R_{iz}=1M\Omega$
 c) preko **baferskog pojaćavaća** koji ima $A_o=1$, $R_u=1M\Omega$ i $R_{iz}=10\Omega$

Pojaćanje signala



a) direktno



$$v_p = \frac{R_p}{R_s + R_p} v_s \quad \text{za } R_s \gg R_p \approx \frac{R_p}{R_s} v_s$$

$$= \frac{8}{600} 10mV = 0.13mV \quad \text{Signal mnogo oslabljen!}$$

$$A = \frac{v_p}{v_s} = \frac{0.13mV}{10mV} = 0.013 \text{ V/V} \quad \text{Zašto?}$$

(a)
 Šta je sa snagom?

$$P_p = \frac{v_p^2}{R_p} = \frac{(0.13 \cdot 10^{-3})^2}{8} = \frac{1.69 \cdot 10^{-8}}{8} = 2.11 \cdot 10^{-9} W \approx 2nW$$

$$P_s = v_s \cdot \frac{v_s}{R_s + R_p} = \frac{(10 \cdot 10^{-3})^2}{608} = \frac{100 \cdot 10^{-6}}{608} = 1.64 \cdot 10^{-7} = 164nW$$

$$A_p = \frac{P_p}{P_s} = \frac{2nW}{164nW} = 12.2 \cdot 10^{-3} \text{ W/W}$$

Pojaćanje signala



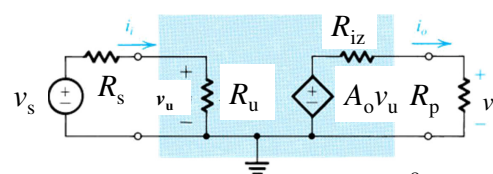
Primer 1.1: Mikrofon koji daje na izlazu napon efektivne vrednosti od 10mV i ima izlaznu otpornost od 600Ω treba priključiti na potrošač od 8Ω. Izračunati naponsko i pojaćanje snage kada se priključi:

- b) preko pojaćavaća koji daje 100 puta veći napon na izlazu $A_o=100V/V$, $R_u=10\Omega$ i $R_{iz}=1M\Omega$

Pojaćanje signala



b) preko pojaćavaća ($A_o=100$, $R_u=10\Omega$ i $R_{iz}=1M\Omega$)



$$v_p = \frac{R_p}{R_{iz} + R_p} \cdot (A_o v_u) = \frac{R_p}{R_{iz} + R_p} \cdot A_o \cdot \frac{R_u}{R_s + R_u} \cdot v_s$$

$$(b) \quad v_p = \frac{8}{1,000,000+8} \cdot 100 \cdot \frac{10}{600+10} \cdot v_s \approx \frac{8000}{610 \cdot 10^6} = 13.1\mu V$$

Šta je sa snagom?

$$P_p = \frac{v_p^2}{R_p} = \frac{(13.1 \cdot 10^{-6})^2}{8} = 21.4pW; \quad P_s = v_s \cdot \frac{v_s}{R_u + R_p} = \frac{(10 \cdot 10^{-3})^2}{610} \approx 163.9nW;$$

$$A_p = \frac{P_p}{P_s} = \frac{21.4pW}{163.9nW} = 130.5 \cdot 10^{-6} \text{ [W/W]}$$

Primer 1.1: Mikrofon koji daje na izlazu napon efektivne vrednosti od 10mV i ima izlaznu otpornost od 600Ω treba priključiti na potrošač od 8Ω. Izračunati naponsko i pojačanje snage kada se priključi:

c) preko **baferskog pojačavača** koji ima

$$A_o=1, R_u=1M\Omega \text{ i } R_{iz}=10\Omega$$

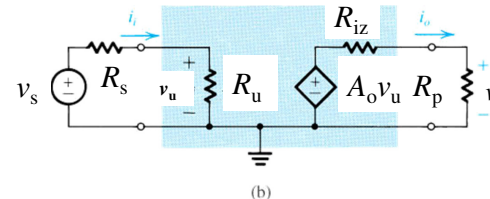
Pojačanje mu je 1!!!

Šta to znači?

On ne pojačava – ali ga i ne slabi!!!



b) preko **baferskog pojačavača** ($A_o=1, R_u=1M\Omega$ i $R_{iz}=10\Omega$)



$$v_p = \frac{R_p}{R_{iz} + R_p} \cdot (A_o v_u) =$$

$$= \frac{R_p}{R_{iz} + R_p} \cdot A_o \cdot \frac{R_u}{R_s + R_u} \cdot v_s = 4.4mV$$

$$A = \frac{v_p}{v_s} = \frac{4.4mV}{10mV} = 0.44 \text{ [V/V]}$$

Šta je sa snagom?

$$P_p = \frac{v_p^2}{R_p} = 2.42\mu W$$

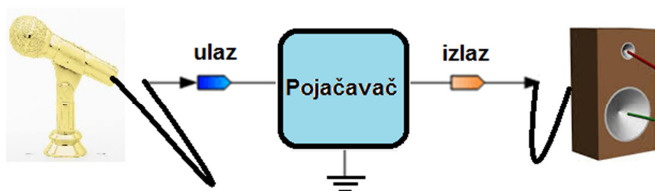
$$P_s = v_s \cdot \frac{v_s}{R_u + R_p} \approx 10pW$$

$$A_p = \frac{P_p}{P_s} = \frac{2.42\mu W}{10pW} = 242 \text{ [W/W]}$$

Napon oslabljen, samo 44% od v_s

Osnovi elektronike

Čemu služi pojačavač?



Da dobijemo potreban napon na potrošaču
(zvučniku)

KAKO RADI?

Sadržaj

1. Uvod (Osnovi pojačavačke tehnike)
2. Operacioni pojačavači
3. Realni pojačavači
4. Pojačavači sa povratnom spregom
5. Oscilatori
6. Pojačavači velikih signala
7. Usmerači i stabilizatori
8. Šumovi

Sadržaj

1. Uvod

- a. Definicija pojačanja
- b. Osobine pojačavača
- c. Simbol pojačavača
- d. Klasifikacija pojačavača prema tipu signala
- e. Modeli pojačavača
- f. Uzroci izobličenja signala
- g. Frekvencijske karakteristike
- h. Polarizacija
- i. Prenosna karakteristika

Pojačanje signala

Elektronika

nastala iz potrebe da se **obrađuju električni signali**

Tipovi signala (fizički):

svetlost, zvuk, pritisak, temperatura,...

Zašto obraditi?

videti, čuti, osetiti – bolje/gore; dalje/bliže

Kako?

Transformisati različite fizičke signale u one kojima možemo da upravljamo – električne

Pojačanje signala

Konvertori u električne signale = transdžuseri
(*transducers*)

Npr. zvuk => mikrofon

svetlo => CCD ćelije

pritisak => piezo element

Nećemo se baviti time - učićete u kursu o

SENZORIMA

Za nas su oni **IZVORI SIGNALA**

Pojačanje signala

Svaki lanac za obradu signala počinje *izvorom signala*

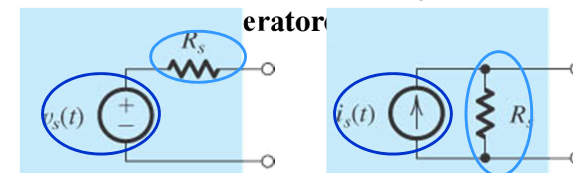
Signal dolazi iz izvora – *generatora signala* koje tretiramo kao

generator napona

generator struje

Svaki realni generator električnog signala može se predstaviti ekvivalentim

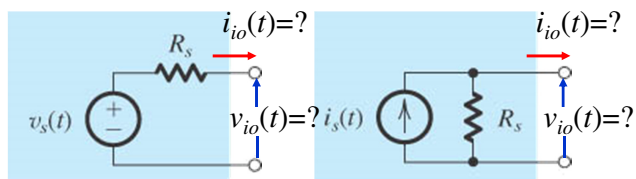
naponskim (Thevenen) ili strujnim (Norton)



Realni generator = idealni + unutrašnja otpornost

Pojačanje signala

Koliki su napon i struja na izlazu generatora sa slike ako su krajevi otvoreni?



(a)

$$v_{io}(t) = v_s(t)$$

$$i_{io}(t) = 0$$

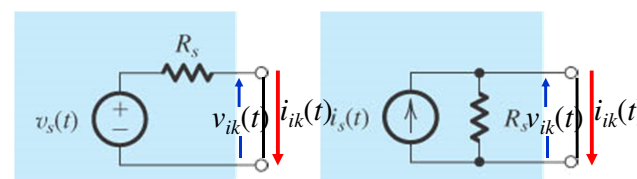
(b)

$$v_{io}(t) = R_s \cdot i_s(t)$$

$$i_{io}(t) = 0$$

Pojačanje signala

Koliki su napon i struja na izlazu generatora sa slike ako su krajevi kratkospojeni?



(a)

$$v_{ik}(t) = 0$$

$$i_{ik}(t) = \frac{v_s(t)}{R_s}$$

(b)

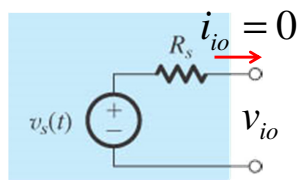
$$v_{ik}(t) = 0$$

$$i_{ik}(t) = i_s(t)$$

Pojačanje signala

Primer 1.2: Merenjem je utvrđeno da je napon praznog hoda generatora $v_{io}=10\text{mV}$ i da je struja kratkog spoja $i_{ik}=10\mu\text{A}$.

Odrediti vrednosti parametara modela ekvivalentnog Tevenenovog generatora.



(a)

$$v_s - R_s i_{io} - v_{io} = 0$$

$$v_s - v_{io} = 0$$

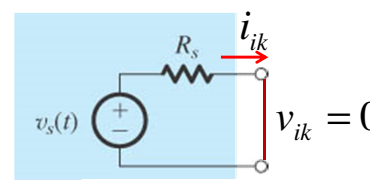
$$v_s = v_{io} = 10\text{mV}$$



Pojačanje signala

Primer 1.2: Merenjem je utvrđeno da je napon praznog hoda generatora $v_{io}=10\text{mV}$ i da je struja kratkog spoja $i_{ik}=10\mu\text{A}$.

Odrediti vrednosti parametara modela ekvivalentnog Tevenenovog generatora.



$$R_s = \frac{v_s(t)}{i_{ik}(t)} = \frac{v_{io}(t)}{i_{ik}(t)} = \frac{10\text{mV}}{10\mu\text{A}} = 1\text{k}\Omega$$

$$v_s - R_s i_{ik} - v_{ik} = 0$$

$$v_s - R_s i_{ik} = 0$$

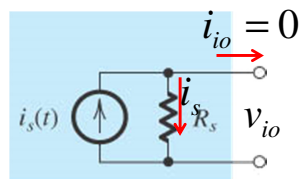


Pojačanje signala



Primer 1.3: Merenjem je utvrđeno da je napon praznog hoda generatora $v_{io}=10\text{mV}$ i da je struja kratkog spoja $i_{ik}=10\mu\text{A}$.

Odrediti vrednosti parametara modela ekvivalentnog Nortonovog generatora.



(b)

$$R_s i_s - v_{io} = 0$$

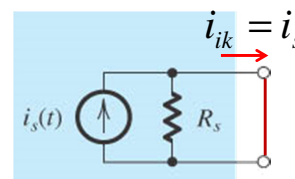
$$R_s = \frac{v_{io}(t)}{i_s(t)} = \frac{10\text{mV}}{10\mu\text{A}} = 1\text{k}\Omega$$

Pojačanje signala



Primer 1.3: Merenjem je utvrđeno da je napon praznog hoda generatora $v_{io}=10\text{mV}$ i da je struja kratkog spoja $i_{ik}=10\mu\text{A}$.

Odrediti vrednosti parametara modela ekvivalentnog Nortonovog generatora.

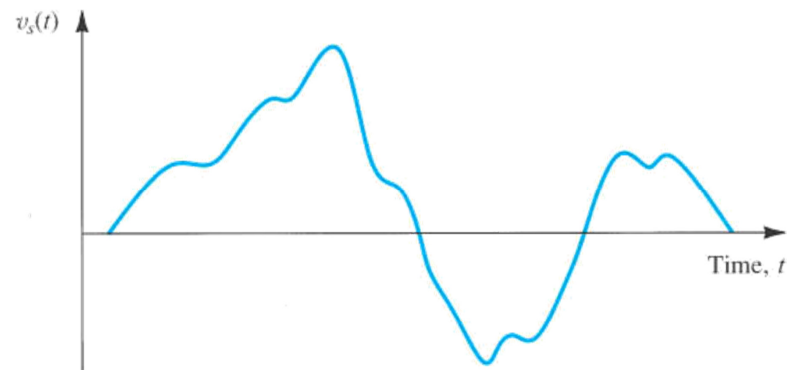


(b)

$$i_s = i_{ik} = 10\mu\text{A}$$

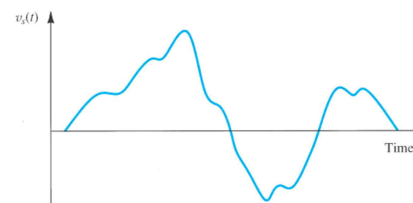
Pojačanje signala

Kako izgleda proizvoljni električni signal?



Promenljiv i nepredvidljiv u vremenu

Pojačanje signala



Može li drugačije?
Kako?

Teško je obrađivati ovakav signal u vremenskom domenu, još teže je projektovati kolo koje će to da radi.



Jean Baptiste Joseph Fourier
(1768 –1830)

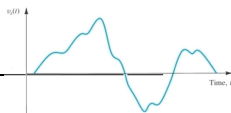


Pierre-Simon, marquis de Laplace
(1749 –1827)

Prelaz iz vremenskog u frekvencijski domen:

Furijeova transformacija

Pojačanje signala



Metod: Furijeov red

Svaki **periodični** vremenski promenljiv signal može se prikazati kao zbir **prostoperiodičnih** signala različitih amplituda i frekvencija.

Pojačanje signala

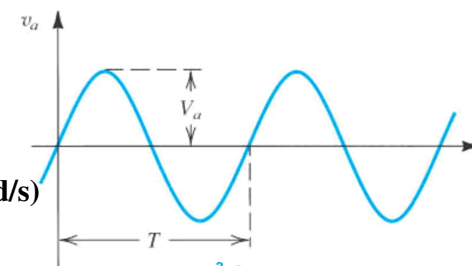
Šta je prostoperiodični signal?

Amplituda: $V_a = \max.$ vrednost

Frekvencija: $f=1/T$ (Hz)

Kružna frekvencija $\omega=2\pi f$ (rad/s)

Faza $\phi=0$ (za slučaj sa slike)



Kako bi izgledao za $\phi=\pi/2$? 🤔

Trenutna vrednost; u trenutku t $v_a(t) = V_a \sin(\omega t + \phi) = V_a \sin(\omega t)$

Efektivna vrednost

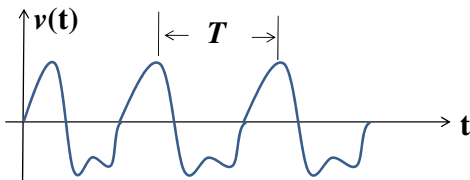
$$V_{aeff} = V_a / \sqrt{2}$$

Srednja vrednost

$$V_A = 0$$

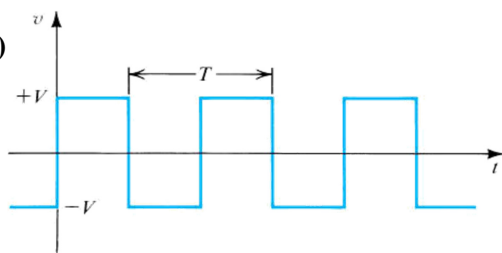
Pojačanje signala

(Složeno) Periodični signal $v(t)$ - periodično se ponavlja u vremenu, ima definisanu periodu, a time i frekvenciju:



Amplituda: V

Frekvencija: $f_0=1/T$ (Hz)

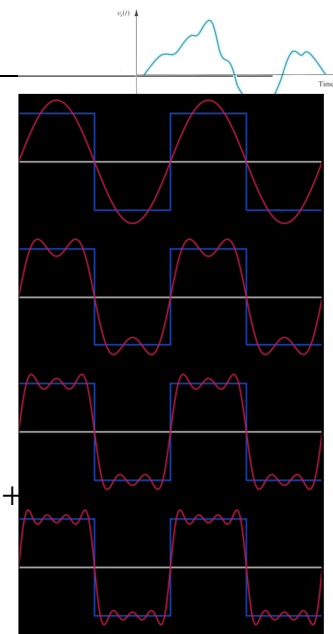


Pojačanje signala

Metod: Furijeov red

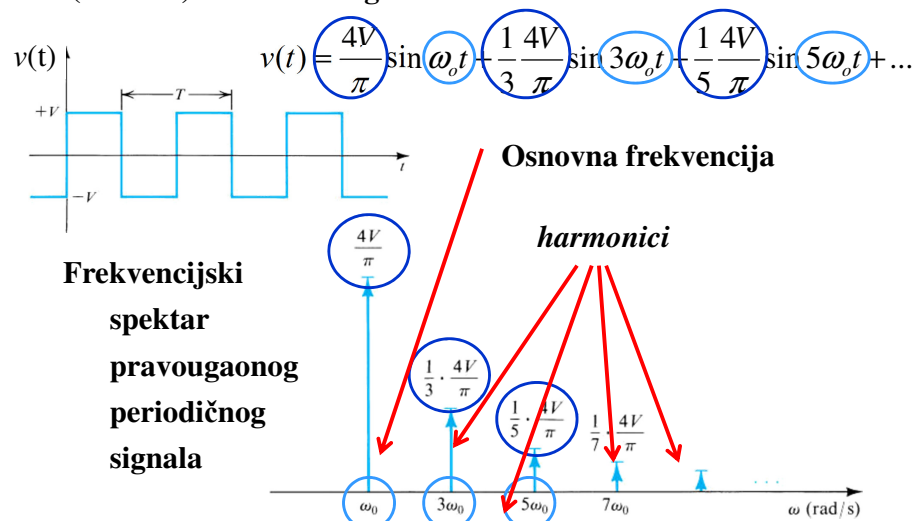
Svaki periodični vremenski promenljiv signal može se prikazati kao zbir **prostoperiodičnih** signala različitih amplituda i frekvencija.

$$v(t) = \frac{4V}{\pi} \left(\sin \omega_0 t + \frac{1}{3} \sin 3\omega_0 t + \frac{1}{5} \sin 5\omega_0 t + \dots \right)$$



Pojačanje signala

(Složeno) Periodični signal



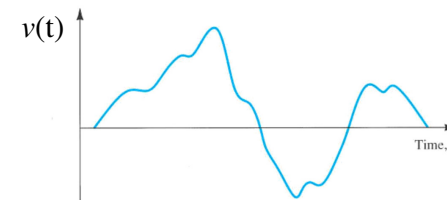
11. oktobar 2016.

Uvod
<http://leda.elfak.ni.ac.rs/>

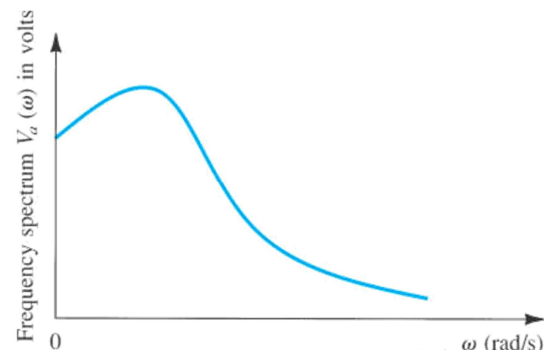
49

Pojačanje signala

Aperiodični signal



Frekvencijski spektar



KONTINUALAN

dalje

11. oktobar 2016.

Uvod
<http://leda.elfak.ni.ac.rs/>

50

Pojačanje signala

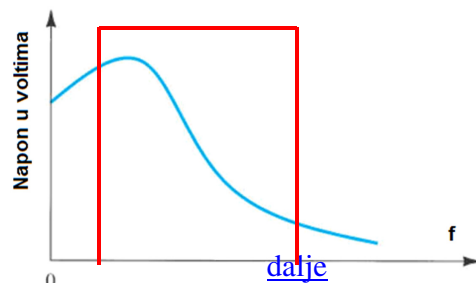
Zašto je ovo važno?

Svaki signal ima „sliku“ u frekvencijskom domenu

Mi neke frekvencije čujemo, a neke ne čujemo.

Za audio pojačavač, treba da posmatramo samo frekvencije koje čujemo.

Time se problem pojednostavljuje – ograničeni frekvencijski opseg



14. oktobar 2016.

Uvod
<http://leda.elfak.ni.ac.rs/>

51

Pojačanje signala



Zadaci:

1. Odrediti frekvenciju i kružnu frekvenciju sinusnog signala periode 1ms. ($f=1\text{kHz}$, $\omega=2000\pi$)
2. Odrediti periode sinusnih signala frekvencija: 50Hz, 1MHz, 1GHz. ($0.02s$, $1\mu s$, $1ns$)

11. oktobar 2016.

Uvod
<http://leda.elfak.ni.ac.rs/>

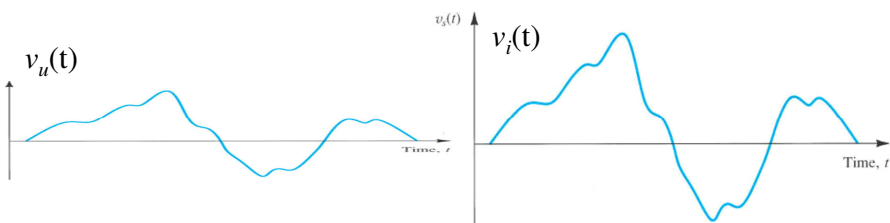
52

Pojačanje signala

Pojačanje signala – neophodno u svakom sistemu za obradu signala

Zadatak:

Pojačati signal bez izobličenja – isti oblik veća amplituda



$$v_i(t) = A \cdot v_u(t)$$

Pojačanje $A = \text{const.}$

11. oktobar 2016.

Uvod
<http://leda.elfak.ni.ac.rs/>

53

Pojačanje signala

Uloga pojačavača:

Da *pojača* ulazni signal

(napon, struja)

BEZ IZOBLIČENJA!

Kakve karakteristike treba da ima da bi obavio tu ulogu?

Odgovor kasnije - tokom kursa

dalje



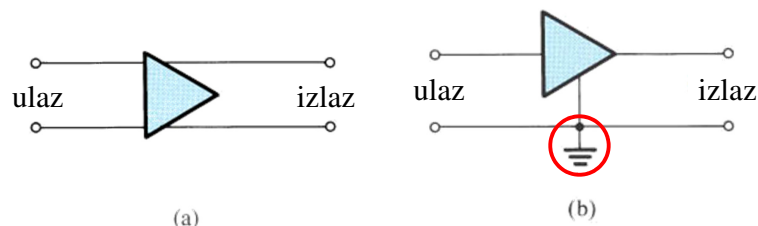
dal

11. oktobar 2016.

Uvod
<http://leda.elfak.ni.ac.rs/>

Pojačanje signala

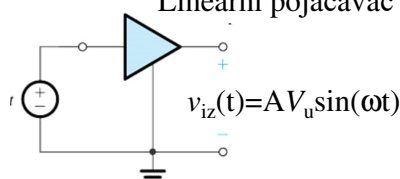
Simbol pojačavača



Uzemljenje, masa, referentni čvor

Linearni pojačavač

$$v_u(t) = V_u \sin(\omega t)$$



11. oktobar 2016.

Uvod
<http://leda.elfak.ni.ac.rs/>

55

Šta smo naučili?

- **Koja je uloga pojačavača?**
 - Karakteristike prostoperiodičnog signala u vremenskom i frekvenzijskom domenu (amplituda, efektivna vrednost, perioda, faza, frekvencija, kružna frekvencija, frekvenzijski spektar).
 - Simbol pojačavača

Na web adresi <http://leda.elfak.ni.ac.rs>

> EDUCATION > OSNOVI ELEKTRONIKE

slajdovi u pdf formatu

11. oktobar 2016.

Uvod
<http://leda.elfak.ni.ac.rs/>

56

Ispitna pitanja

1. Šta su transdjuseri?
2. Odrediti vrednosti parametara ekvivalentnog Tevenenovog i Nortonovog modela generatora na kome je izmeren napon praznog hoda od 10V i struja kratkog spoja od 500mA.
3. Koliki je napon na izlazu neopterećenog realnog generatora nominalnog napona 10V koji ima unutrašnju otpornost 10Ω (praznog hoda)? Koliko iznosi struja kratkog spoja?
4. Koliki je napon na izlazu generatora nominalnog napona 10V koji ima unutrašnju otpornost 100Ω , ako je opterećen otpornošću od 100Ω ?
5. Skicirati talasni oblik složenoperiodičnog signala u vremenskom domenu i njegov frekvencisjki spektar.
6. Skicirati talasni oblik aperiodičnog signala u vremenskom domenu i njegov frekvencisjki spektar.

Sledeće nedelje:

Osnovi pojačavačke tehnike (nastavak)

- Uzroci izobličenja signala
- Frekvencijske karakteristike pojačavača
- Jednosmerno napajanje i prenosna karakteristika pojačavača
- Klasifikacija pojačavača

Na web adresi <http://leda.elfak.ni.ac.rs>

> EDUCATION > OSNOVI ELEKTRONIKE

slajdovi u pdf formatu