


## Osnovi elektronike

Predispitne obaveze: U JANUARU OSTALO

Redovno pohađanje nastave (predavanja+vežbe.	10%	10%
Odbranjene laboratorijske vežbe	10%	10%
Kolokvijum I (Kasno za kajanje)	50%	20%
Kolokvijum II (20.01.2018.)	50%	20%
	120%	60%



Ukupan skor u januaru može biti 120% PRE ISPITA


Savet: Učite, konstantno po malo, **MNOGO JE LAKŠE** da **POLOŽITE** preko **KOLOKVIJUMA!**

26. decembar 2017. 1 1

## Osnovi elektronike

Predispitne obaveze: U JANUARU OSTALO

Redovno pohađanje nastave (predavanja+vežbe.	10%	10%
Odbranjene laboratorijske vežbe	10%	10%
Kolokvijum I (Kasno za kajanje)	50%	20%
Kolokvijum II (20.01.2018.)	50%	20%
	120%	60%



Ko nije izašao na I kolokvijum, a ide na lab i predavanja od 120, ima 70% (još nije kasno); ako ne ide na predavanja ima 60% (nije kasno); ali, ako na drugom kolokvijumu ima < 80% imaće <50% (e, tada je kasno)

26. decembar 2017. 2 2

## II Kolokvijum

**SUBOTA 20. 01. 2018.**

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja 3 3

## Izvori jednosmernog napona (nastavak)

- Stabilizatori - regulatori napona
- 1. deo - linearni regulatori

4 4

**Izvori jednosmernog napajanja**

**Sadržaj**

1. Uvod
2. Usmerači napona
  - 2.1 Jednostrano usmeravanje
  - 2.2 Dvostrano usmeravanje
  - 2.3 Umnožavačavači napona
3. Filtriranje usmerenog napona
4. Stabilizatori – regulatori napona
  - 4.1 Linearni stabilizatori napona
    - 4.1.1 Stabilizatori sa Zener diodom
    - 4.1.2 Redni stabilizatori napona
    - 4.1.3 Paralelni stabilizatori
  - 4.2 Prekidački stabilizatori napona
    - 4.2.1 Spuštači napona
    - 4.2.2 Podizači napona
    - 4.2.3 Invertori

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja

**4. Stabilizatori - regulatori napona**

Da bi se od mrežnog napona dobio jednosmerni napon željene vrednosti, potrebno je

1. smanjiti njegovu vrednost
2. usmeriti ga (napraviti jednosmerni napon)
3. ukloniti naizmjeničnu komponentu (“ispeglati”)
4. stabilisati – regulisati ga  
(učiniti nezavisnim od promena uslova rada potrošača i/ili napona mreže)

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja

**4. Stabilizatori - regulatori napona**

**Napon na izlazu usmerača i filtra zavisi od:**

- amplitude naizmjeničnog napona kojim se pobuđuju (na izlazu transformatora).
- Otpornosti potrošača

$$V_o = \frac{V_m}{\left(1 + \frac{\pi}{2\omega R_L C}\right)}$$

$$V_o = \frac{V_m}{\left(1 + \frac{1}{4fR_L}\right)}$$

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja

**4. Stabilizatori - regulatori napona**

Cilj je da jednosmerni napon bude konstantan, odnosno *stabilan*, nezavisan od promene napona na ulazu i/ili otpora potrošača

Elektronsko kolo koje obezbeđuje stabilan izlazni napon naziva se *stabilizator* ili *regulator napona (voltage regulator)*.

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja

4. Stabilizatori - regulatori napona

Napon na izlazu stabilizatora ne treba da zavisi od promena:

- a) ulaznog napona (napona na izlazu iz filtra)
- b) otpornosti potrošača (struje kroz potrošač)
- c) temperature

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja 9

4. Stabilizatori - regulatori napona

Kvalitet stabilizatora određuje osetljivost izlaznog napona na promene:

- a) ulaznog napona (napona na izlazu iz filtra)

$$S = \frac{\Delta V_{os}}{\Delta V_o} \left| \begin{array}{l} I_{os} = C^{ta} \\ T = C^{ta} \end{array} \right.$$

ova veličina naziva se *faktor stabilizacije (line regulation)*

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja 10

4. Stabilizatori - regulatori napona

Stabilizator je idealan ako je *faktor stabilizacije=0*

Stabilizator je dobar ako je *faktor stabilizacije mali*

$$S < 0.1\%$$

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja 11

4. Stabilizatori - regulatori napona

Kvalitet stabilizatora određuje osetljivost izlaznog napona na promene:

- b) otpora potrošača (napona na izlazu iz filtra)

$$R_o = \frac{\Delta V_{os}}{\Delta I_{os}} \left| \begin{array}{l} V_o = C^{ta} \\ T = C^{ta} \end{array} \right. = \frac{\Delta V_{os}}{\Delta I_p} \left| \begin{array}{l} V_o = C^{ta} \\ T = C^{ta} \end{array} \right., \text{ jer je } I_{os} = I_p$$

ova veličina naziva se *dinamička izlazna otpornost*

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja 12

4. Stabilizatori - regulatori napona

**Kvalitet stabilizatora određuje osetljivost izlaznog napona na promene:**

- **b) otpora potrošača (napona na izlazu iz filtra)**

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja 13

4. Stabilizatori - regulatori napona

**Stabilizator je idealan ako je  $R_o=0$**

**Stabilizator je dobar ako je  $R_o < 10\Omega$**

Stabilizator Potrošač      Stabilizator Potrošač

$$V'_{os} = V_p = V_{os} - I_{os} \cdot R_o$$

$$V_{DD} = V_{os} - I_{DD} \cdot R_o$$

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja 14

4. Stabilizatori - regulatori napona

**Ako je potrošač operacioni pojačavač,**

$I_{DD} = \sum I_{DDi}$ ,

gde su  $I_{DDi}$  struje kroz svaku granu vezanu za  $V_{DD}$

$$V_{DD} = V_{os} - I_{DD} \cdot R_o$$

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja 15

4. Stabilizatori - regulatori napona

**Alternativno se definiše faktor opterećenja (load regulation)**

$$S_P = \frac{V_{os} - V'_{os \min}}{V'_{os \min}} = \frac{V_{os} - V'_{os} |_{I_{os} = I_{os \max}}}{V'_{os} |_{I_{os} = I_{os \max}}}$$

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja 16

**Stabilizatori - regulatori napona**

**Kvalitet stabilizatora određuje i osetljivost izlaznog napona na promene**

**- c) temperature**

$$S_T = \frac{\Delta V_{os}}{\Delta T} \left| \begin{array}{l} I_{os} = C^{ta} \\ V_{os} = C^{ta} \end{array} \right.$$

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja 17

**Stabilizatori - regulatori napona**

**Realizacija stabilizatora napona**

U osnovi postoje dva tipa realizacije stabilizatora

- 4.1. Linearni stabilizatori - regulatori napona
  - 4.1.1 Sa Zener diodom
  - 4.1.2 Paralelni stabilizatori - regulatori napona
  - 4.1.3 Redni stabilizatori - regulatori napona
- 4.2. Prekidački stabilizatori - regulatori napona
  - 4.2.1 Spuštači napona
  - 4.2.2 Podizači napona
  - 4.2.3 Invertori

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja 2 18

**Izvori jednosmernog napajanja**

**Sadržaj**

1. Uvod
2. Usmerači napona
  - 2.1 Jednostrano usmeravanje
  - 2.2 Dvostrano usmeravanje
  - 2.3 Umnožavačavači napona
4. Filtriranje usmerenog napona
- 4. Stabilizatori – regulatori napona**
  - 4.1 Linearni stabilizatori napona
    - 4.1.1 Stabilizatori sa Zener diodom
    - 4.1.2 Paralelni stabilizatori
    - 4.1.3 Redni stabilizatori napona
  - 4.2 Prekidački stabilizatori napona
    - 4.2.1 Spuštači napona
    - 4.2.2 Podizači napona
    - 4.2.3 Invertori

19

**4.1.1 Stabilizatori - regulatori napona sa Zener diodom**

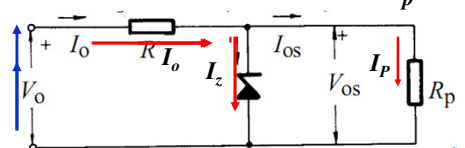
**Simbol**

**Model**

**Karakteristika pri inverznoj polarizaciji**

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja 20

**4.1.1 Stabilizatori - regulatori napona sa Zener diodom**

$$\frac{V_o - V_z}{R} = I_o = I_z + I_{os} = I_z + \frac{V_z}{R_p}$$


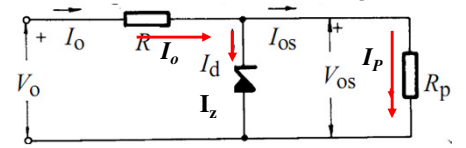
Pretpostavimo da napon  $V_o$  poraste.

Tada će struja  $I_o$  da poraste.

Ako je dioda idealna, biće  $V_{os} = V_z$ ,  
zato će struja kroz potrošač ostati ista  
 $I_{os} = I_p = V_z / R_p$ ,  
jer će “višak” struje da ide kroz diodu.

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja 21

**4.1.1 Stabilizatori - regulatori napona sa Zener diodom**

$$\frac{V_o - V_z}{R} = I_o = I_z + I_{os} = I_z + \frac{V_z}{R_p}$$


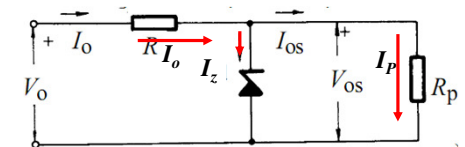
Pretpostavimo da struja  $I_p$  poraste zato što se smanji  $R_p$ .

Ako je dioda idealna, biće  $V_{os} = V_z$ .

Tada će struja  $I_o$  da zadrži vrednost, ali će struja kroz diodu da se smanji.

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja 22

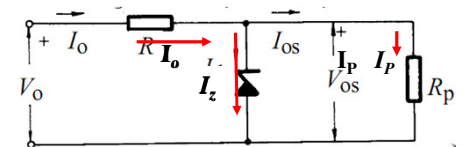
**4.1.1 Stabilizatori - regulatori napona sa Zener diodom**

$$\frac{V_o - V_z}{R} = I_o = I_z + I_{os} = I_z + \frac{V_z}{R}$$


Kroz diodu će proticati minimalna struja kada je struja kroz potrošač maksimalna.

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja 23

**4.1.1 Stabilizatori - regulatori napona sa Zener diodom**

$$\frac{V_o - V_z}{R} = I_o = I_z + I_{os} = I_z + \frac{V_z}{R_p}$$


Kroz diodu će proticati maksimalna struja kada je struja kroz potrošač minimalna.

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja 24

**4.1.1 Stabilizatori - regulatori napona sa Zener diodom**

$$\frac{V_o - V_z}{R} = I_o = I_z + I_{os} = I_z + \frac{V_z}{R_p}$$

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja 25

**4.1.1 Stabilizatori - regulatori napona sa Zener diodom**

$$V_{os} = \frac{r_z \parallel R_p}{r_z \parallel R_p + R} V_o + \frac{R \parallel R_p}{R \parallel R_p + r_z} V_z$$

Za  $r_z \ll R_p$  i  $R_p \ll R$

$$V_{os} \approx \frac{r_z}{r_z + R} V_o + \frac{R_p}{R_p + r_z} V_z \approx \frac{r_z}{R} V_o + V_z \approx V_z$$

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja 26

**4.1.1 Stabilizatori - regulatori napona sa Zener diodom**

$$\Delta V_{os} = \frac{r_z \parallel R_p}{r_z \parallel R_p + R} \Delta V_o$$

$$\Delta V_{os} \approx \frac{r_z}{r_z + R} \Delta V_o \approx \frac{r_z}{R} \Delta V_o$$

$$S = \frac{\Delta V_{os}}{\Delta V_o} \approx \frac{r_z}{R}$$

Za idealnu diodu,  $r_z=0$ :  
 $S=0$

26.12.2017.

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja 27

**4.1.1 Stabilizatori - regulatori napona sa Zener diodom**

$$R_o = \frac{\Delta V_{os}}{\Delta I_{os}} = \frac{r_z R}{r_z + R}$$

$$R_o \approx r_z$$

Za idealnu diodu,  $r_z=0$ :  
 $R_o=0$

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja 28

**4.1.1 Stabilizatori - regulatori napona sa Zener diodom**

$$S_T = \frac{\partial V_{os}}{\partial T} \approx \frac{\partial V_z}{\partial T}$$

**Za idealnu diodu:**  
 $S_T = 0$

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja 29

**4.1.1 Stabilizatori - regulatori napona sa Zener diodom**

**Izbor diode za zadate vrednosti  $V_o$ ,  $V_{os}$  i opseg promene  $R_p$**

**Izabere se vrednost  $R$  tako da radna tačka diode bude na sredini dinamičkog opsega između  $I_{zmin}$  i  $I_{zmax}$ .**  
**Pri tome je  $I_{zmax} = P_d / V_z$  ;**  
 **$I_{zmin}$ ,  $P_d$  i  $V_z$  dati su u katalogu.**

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja 30

**4.1.1 Stabilizatori - regulatori napona sa Zener diodom**

$$I_{zM} = (I_{zmin} + I_{zmax})/2 \approx I_{zmax}/2$$

$$R = (V_o - V_z) / I_{zM}$$

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja 31

**4.1.1 Stabilizatori - regulatori napona sa Zener diodom**

**Ako se otpornost potrošača smanji, povećaće se struja  $I_p$ , a smanjiće se strja  $I_z$ .**

**Napon  $V_{os}$  smanjiće se za  $\Delta V_{os}$**

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja 32



**4.1.1 Stabilizatori - regulatori napona sa Zener diodom**

Ako se otpornost potrošača poveća, smanjiće se struja  $I_p$ , a povećaće se struja  $I_z$

Napon  $V_{os}$  povećaće se za  $\Delta V_{os}$

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja 33

**4.1.1 Stabilizatori - regulatori napona sa Zener diodom**

Da bi se zaštitila dioda od pregorevanja,  $R$  može da se izabere tako da pri najnepovoljnijim uslovima, struja kroz diodu ne bude veća od  $I_{zmax}$ :

$$R = (V_o - V_z) / I_{zmax}$$

Tada postoji realna opasnost da se pri malim otpornostima potrošača izgubi stabilizaciono dejstvo, jer će struja kroz diodu da opadne ispod  $I_{zmin}$ .

$$R_{Pmin} = V_z / (I_{zmax} - I_{zmin}) \approx V_z / I_{zmax}$$

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja 34

**4.1.1 Stabilizatori - regulatori napona sa Zener diodom**

**Primer:**

PARAMETERS:  
 $C = 520\mu$   
 $R = 191$   
 $R_{load} = 100E6$   
 $R_s = 200$   
 $R_s = 0.5$

$V_{OFF} = 0$   
 $V_{AMPL} = 169$   
 $FREQ = 60$

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja 35

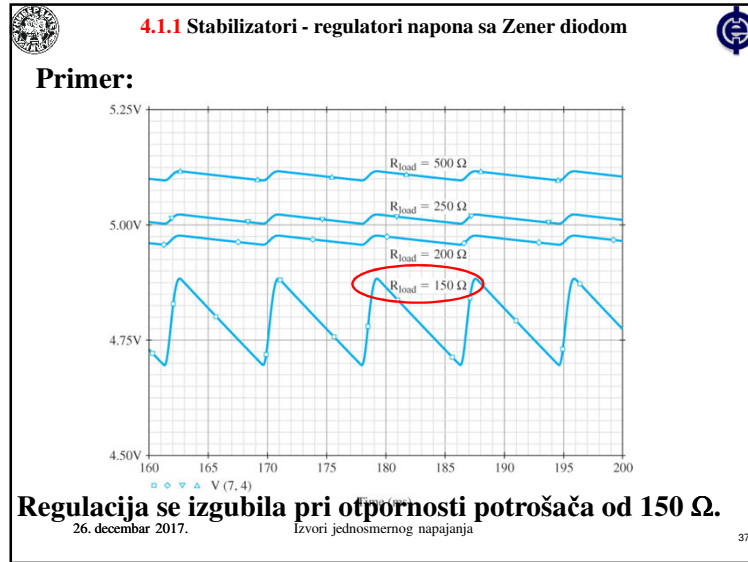
**4.1.1 Stabilizatori - regulatori napona sa Zener diodom**

**Primer:**

Napon ispred stabilizatora

Napon iza stabilizatora

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja 36



### 4.1.1 Stabilizatori - regulatori napona sa Zener diodom

## Karakteristike Zener dioda

**DIODES INCORPORATED**

### 1N5221B - 1N5267B

500mW EPITAXIAL ZENER DIODE

SPICE MODELS: 1N5221B 1N5231B 1N5233B 1N5235B 1N5239B 1N5241B

**Features**

- 500mW Power Dissipation
- High Stability
- Low Noise
- Surface Mount Equivalents Available
- Hermetic Package
- V<sub>Z</sub> - Tolerance ±5%

**Mechanical Data**

- Case: DO-35, Glass
- Terminals: Solderable per MIL-STD-202, Method 2018
- Polarity: Cathode Band
- Marking: Type Number
- Weight: 0.13 grams (approx.)

DO-35		
Dim	Min	Max
A	25.40	—
B	—	4.00
C	—	0.60
D	—	2.00

All Dimensions in mm

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja

### 4.1.1 Stabilizatori - regulatori napona sa Zener diodom

## Karakteristike Zener dioda

**Tabela 1**

Type Number	Zener Voltage Range (Note 2)			Test Current I <sub>ZT</sub>	Maximum Zener Impedance		Maximum Reverse Current		Maximum Temperature Coefficient @ I <sub>ZT</sub>
	V <sub>Z</sub> @ I <sub>ZT</sub>				Z <sub>TK</sub> @ I <sub>ZK</sub> = 0.25mA	I <sub>R</sub>	@V <sub>R</sub>		
	Nom (V)	Min (V)	Max (V)		Ω	Ω	μA	V	
1N5221B	2.4	2.28	2.52	20	30	1200	100	1.0	+0.085
1N5227B	3.6	3.42	3.78	20	24	1700	15	1.0	-0.065
1N5228B	3.9	3.71	4.10	20	23	1900	10	1.0	-0.060
1N5229B	4.3	4.09	4.52	20	22	2000	5.0	1.0	+0.055
1N5230B	4.7	4.47	4.94	20	19	1900	5.0	2.0	+0.030
1N5231B	5.1	4.85	5.36	20	17	1600	5.0	2.0	+0.030
1N5232B	5.6	5.32	5.88	20	11	1600	5.0	3.0	+0.038
1N5233B	6.0	5.70	6.30	20	7.0	1600	5.0	3.5	+0.038
1N5234B	6.2	5.89	6.51	20	7.0	1000	5.0	4.0	+0.045
1N5235B	6.8	6.46	7.14	20	5.0	750	3.0	5.0	+0.050
1N5236B	7.5	7.13	7.88	20	6.0	500	3.0	6.0	+0.058
1N5237B	8.2	7.79	8.61	20	8.0	500	3.0	6.5	+0.062
1N5238B	8.7	8.27	9.14	20	8.0	600	3.0	6.5	+0.065
1N5239B	9.1	8.65	9.56	20	10	600	3.0	7.0	+0.068
1N5240B	10	9.50	10.50	20	17	600	3.0	8.0	+0.075

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja

### 4.1.1 Stabilizatori - regulatori napona sa Zener diodom

## Karakteristike Zener dioda

**Tabela 1 nastavak**

Type Number	Zener Voltage Range (Note 2)			Test Current I <sub>ZT</sub>	Maximum Zener Impedance		Maximum Reverse Current		Maximum Temperature Coefficient @ I <sub>ZT</sub>
	V <sub>Z</sub> @ I <sub>ZT</sub>				Z <sub>TK</sub> @ I <sub>ZK</sub> = 0.25mA	I <sub>R</sub>	@V <sub>R</sub>		
	Nom (V)	Min (V)	Max (V)		Ω	Ω	μA	V	
1N5262B	51	48.45	53.55	2.5	125	1100	0.1	39	+0.006
1N5263B	56	53.20	58.80	2.2	150	1300	0.1	43	+0.006
1N5264B	60	57.00	63.00	2.1	170	1400	0.1	46	+0.007
1N5265B	62	58.90	65.10	2.0	185	1400	0.1	47	+0.007
1N5266B	68	64.60	71.40	1.8	230	1600	0.1	52	+0.007
1N5267B	75	71.25	78.75	1.7	270	1700	0.1	56	+0.008

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja

**4.1.1 Stabilizatori - regulatori napona sa Zener diodom**

**Domaći 13.1:**  
 Odrediti  $R$  i  $C$  u stabilizatoru sa slike tako da jednosmerni napon na potrošaču  $R_p$  bude  $5V$ , a  $\Delta V_{Cmax}=0.5V$ . Upotrebiti zener diodu 1N5231B iz Tabele 1. Usvojiti da je efektivna vrednost napona na izlazu transformatora  $2 \times 12V$  i da je na diodama 1N4148 pad napona  $V_D=0,7V$  kada vode.

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja 41

**4.1.1 Stabilizatori - regulatori napona sa Zener diodom**

**Karakteristike stabilizatora sa Zener diodom**

-za  $S < 0.1\%$ , potrebno je  $R=10^3 r_z \approx X10k\Omega$   
 to znači da će za  $I_{os}=I_p=10mA$  pad napona na  $R$  biti reda veličine  $X100V!!!$   
 Za toliko treba da bude veći napon  $V_o$  od  $V_{os}$ .  
 Ako se ograniči vrednost  $R$ , povećaće se  $S!$

**Kako dobiti bolji stabilizator?**

26. decembar 2017. Izvori jednosmernog napajanja 2 42

**Izvori jednosmernog napajanja**

**Sadržaj**

1. Uvod
2. Usmerači napona
  - 2.1 Jednostrano usmeravanje
  - 2.2 Dvostrano usmeravanje
  - 2.3 Umnožavačavači napona
4. Filtriranje usmerenog napona
- 4. Stabilizatori – regulatori napona**
  - 4.1 Linearni stabilizatori napona**
    - 4.1.1 Stabilizatori sa Zener diodom
    - 4.1.2 Paralelni stabilizatori
    - 4.1.3 Redni stabilizatori napona
  - 4.2 Prekidački stabilizatori napona**
    - 4.2.1 Spuštači napona
    - 4.2.2 Podizači napona
    - 4.2.3 Invertori

15. januar 2013. Izvori jednosmernog napajanja 2 44

**Šta smo naučili?**

- **Uloga i osnovne karakteristike stabilizatora (regulatora) napona.**
- **Skicirati el. šemu stabilizatora sa Zener diodom i objasniti kako se ostvaruje stabilizacija (regulacija) napona.**

15. januar 2013. Izvori jednosmernog napajanja 2 44

Ispitna pitanja



1. Stabilizator jednosmernog napona (namena, princip rada, parametri i njihove idealne vrednosti).
2. Faktor stabilizacije.
3. Stabilizator sa Zenerovom diodom (šema, princip rada, jednosmerni napon, faktor stabilizacije, izlazna otpornost i dimenzionisanje otpornika).

26. decembar 2017.

Izvori jednosmernog napajanja 2

45

45

Rešenje 12.1:

4. Filtriranje usmerenog napona



Potrošač  $R=100\Omega$  priključen je preko usmerača sa Grecovim spojem na naizmenični napon frekvencije 50Hz i amplitude 12V. Ako je pad napona na diodama  $V_d=0.8V$  odrediti:

- a) vrednost C kapacitivnog filtra priključenog paralelno potrošaču koja će obezbediti odstupanje napona  $\Delta V < 1V$ ;
- b) vrednost jednosmernog napona na potrošaču;
- c) vrednost jednosmerne struje kroz potrošač;

$$a) \Delta V_o = \frac{V_m - 2V_d}{2 \cdot f \cdot R \cdot C} \Rightarrow C = \frac{V_m - 2V_d}{2 \cdot f \cdot R \cdot \Delta V_o} = \frac{12 - 1,6}{2 \cdot 50 \cdot 100 \cdot 1} = 1,04 \mu F$$

$$b) V_o = \frac{V_m'}{\left(1 + \frac{\pi}{\omega RC}\right)} = \frac{(V_m - 2V_d)}{\left(1 + \frac{1}{2fRC}\right)} = \frac{10,4}{\left(1 + \frac{1}{2 \cdot 50 \text{Hz} \cdot 100\Omega \cdot 1,04 \mu F}\right)} =$$

$$V_o = (V_m - 2V_d) \cdot \frac{\Delta V_o}{2} = 12 - 1,6 - 1 = 9,4V$$

$$c) I_o = \frac{V_o}{R} = 94 \text{mA}$$

46

Rešenje 12.2:

4. Filtriranje usmerenog napona



Za usmerač sa kapacitivnim filtrom iz prethodnog primera odrediti:

- a) ugao provođenja diode i iskazati ga u % u odnosu na periodu ulaznog signala (50Hz);
- b) srednju struju kroz diodu;
- c) maksimalnu struju kroz diodu;
- d) maksimalni inverzni napon na diodi;
- e) predložiti tip diode koji se može primeniti za ovu namenu

$$a) \omega \Delta t \approx \sqrt{2\Delta V/V_m'} \Rightarrow \Delta t = \frac{\sqrt{2\Delta V/V_m'}}{\omega} = \frac{\sqrt{2\Delta V/V_m'}}{2\pi} T$$

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{\sqrt{2\Delta V/(V_m - 2V_d)}}{2\pi} \cdot 100 = \frac{\sqrt{2 \cdot 1/10,4}}{2 \cdot 3,14} \cdot 100 = 5,9\%$$

$$b) I_D \approx I_o \left(1 + \pi \sqrt{\frac{V_m'}{2\Delta V}}\right) = I_o \left(1 + \pi \sqrt{\frac{(V_m - 2V_d)}{2\Delta V}}\right) = 94 \text{mA} \cdot 7,16 = 673,4 \text{mA}$$

$$c) I_{D\max} \approx I_o \left(1 + 2\pi \sqrt{\frac{V_m'}{2\Delta V}}\right) = I_o \left(1 + 2\pi \sqrt{\frac{(V_m - 2V_d)}{2\Delta V}}\right) = 94 \text{mA} \cdot 15,33 = 1,534 \text{A}$$

26. decembar 2017.

Izvori jednosmernog napajanja

47

Rešenje 12.2:

4. Filtriranje usmerenog napona



Za usmerač sa kapacitivnim filtrom iz prethodnog primera odrediti:

- a) ugao provođenja diode i iskazati ga u % u odnosu na periodu ulaznog signala (50Hz);
- b) srednju struju kroz diodu;
- c) maksimalnu struju kroz diodu;
- d) maksimalni inverzni napon na diodi;
- e) predložiti tip diode koji se može primeniti za ovu namenu

$$d) -V_{d\max} = \frac{V_m - 2V_d - (-V_m)}{2} = \frac{2V_m - 2V_d}{2} = V_m - V_d = 11,2V > 12V$$

$$e) P_d = V_d I_D = 0,8V \cdot 673,4 \text{mA} = 538,7 \text{mW}$$

Videti: pod Silicon Rectifier Diodes na

<http://www.fagorelectronica.com/semi/pdf/producto/1n4000.pdf>

**1N4001** zadovoljava jer je

Peak recurrent reverse voltage (V)  $V_{RRM} = 30V > 12V$

Forward current at  $T_{amb} = 75^\circ C$   $I_{F(AV)} = 1A > 0,673A$

Recurrent peak forward current  $I_{FRM} = 10A > 1,53A$

48