

Osnovi elektronike

Predispitne obaveze:

	U JANUARU	OSTALO
Redovno pohađanje nastave (predavanja+vežbe)	10%	10%
Odbranjene laboratorijske vežbe	10%	10%
Kolokvijum I (26.11.2016.)	50%	20%
Kolokvijum II (21.01.2017.)	50%	20%



Ko nije izašao na I kolokvijum ima 70% (još nije kasno) i

ako ne ide na predavanja ima 60% (skoro da je kasno, jer da bi ih zardžao mora da uradi II kolokvijum sa 100%)

Osnovi elektronike

Predispitne obaveze:

	U JANUARU	OSTALO
Redovno pohađanje nastave (predavanja+vežbe)	10%	10%
Odbranjene laboratorijske vežbe	10%	10%
Kolokvijum I (26.11.2016.)	50%	20%
Kolokvijum II (21.01.2017.)	50%	20%



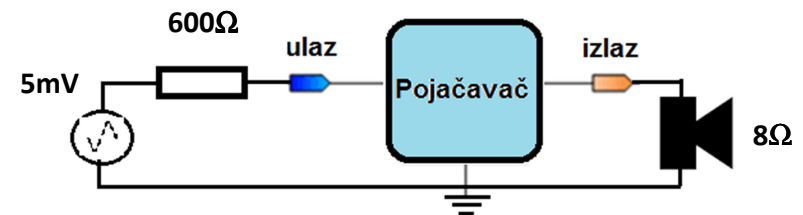
Izračunajte umanjenje broja poena posle I kolokvijuma:

$(100 - \text{broj_poena_na_I_kolokvijumu}) * 0.5$

II Kolokvijum

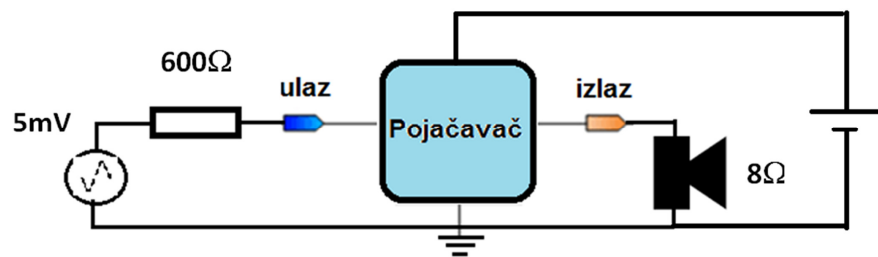
SUBOTA 21. 01. 2017.

Osnovi elektronike



Šta nedostaje da bi pojačavač radio?

Osnovi elektronike



Izvor jednosmernog napona za polarizaciju

Kako se realizuje?

Izvori jednosmernog napona (nastavak)

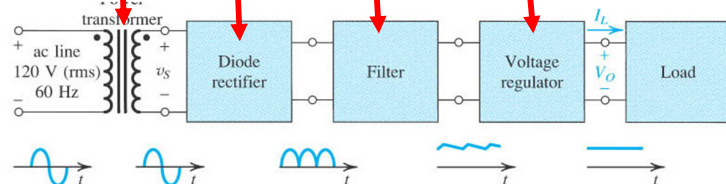
- Stabilizatori - regulatori napona
- 2. deo - redni regulatori

Izvori jednosmernog napajanja

1. Uvod

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

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



Izvori jednosmernog napajanja

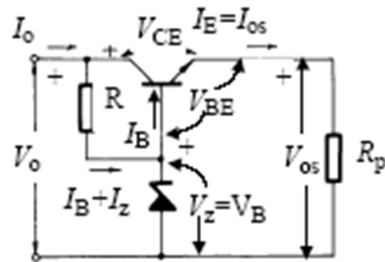


Sadržaj

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 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



4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona



$$V_{os} = V_o - V_{CE}$$

$$V_{BE} = V_z - V_{os}$$

$$I_R = (V_o - V_z) / R$$

Redni tranzistor koristi se kao izvor konstantne struje; radi u konfiguraciji sa zajedničkom bazom: ulaz pojačavača (emitor) je na izlazu stabilizatora, tako da je izlazna otpornost stabilizatora mala. Sve varijacije napona V_o , kompenzuju se preko V_{CE} , pri konstantnoj struji baze.

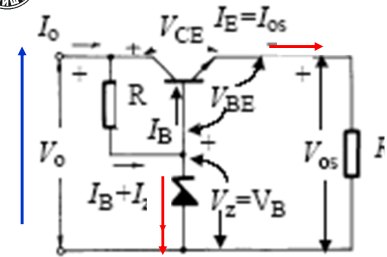
12. januar 2017.

Izvori jednosmernog napajanja 2

9



4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona



$$V_{os} = V_o - V_{CE}$$

$$V_{BE} = V_z - V_{os}$$

$$I_o = I_R + I_C$$

$$I_o = I_z + I_B + I_C = I_z + I_E = I_z + I_{os}$$

Porast V_o za ΔV_o teži da izazove porast V_{os} ; usled rasta V_o raste I_z , a I_B i I_C ostaju konstantne, tako da se sprečava promena V_{os} .

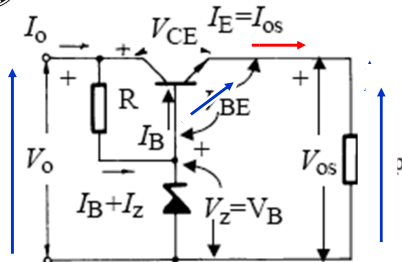
12. januar 2017.

Izvori jednosmernog napajanja 2

10



4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona



$$V_{os} = V_o - U_{CE}$$

$$V_{BE} = V_z - V_{os}$$

Ukoliko postoji težnja da se V_{os} poveća usled promena u kolu potrošača (dok se V_o ne menja) to izaziva i smanjenje napona V_{BE} , što dovodi do pada I_{os} , čime se napon V_{os} smanjuje.

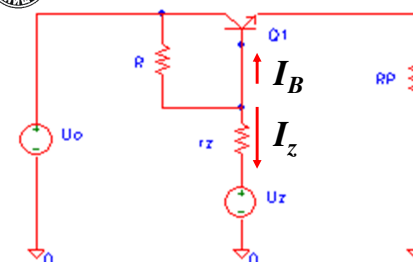
12. januar 2017.

Izvori jednosmernog napajanja 2

11



4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona



Znajući da je $I_B \ll I_z$

$$V_B \approx \frac{R}{R+r_z} V_z + \frac{r_z}{R+r_z} V_o$$

$$V_B \approx V_z + \frac{r_z}{R} V_o$$

$$V_{os} = V_B - V_{BE}$$

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

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

Iako je izraz za S isti kao kod stabilizatora sa zener diodom, R može da bude mnogo veće, jer I_z kontroliše samo baznu struju, tako da se ostvaruje **mного manji faktor stabilizacije**

12. januar 2017.

Izvori jednosmernog napajanja 2

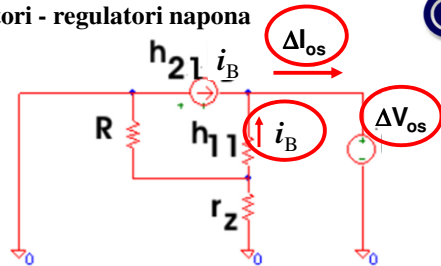
12



4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona



Model za naizmenični signal



$$R_o = \frac{\Delta V_{os}}{\Delta I_{os}}$$

$$i_b = -\frac{v_{os}}{h_{11} + R \parallel r_z} \approx -\frac{v_{os}}{h_{11} + r_z} \approx -\frac{v_{os}}{h_{11}} = -\frac{\Delta V_{OS}}{h_{11}}$$

$$\Delta I_{OS} = i_{os} = -(h_{21} + 1)i_B = -(h_{21} + 1)\left(-\frac{\Delta V_{OS}}{h_{11}}\right)$$

$$R_o = \frac{\Delta V_{OS}}{\Delta I_{OS}} \approx \frac{h_{11}}{h_{21} + 1}$$

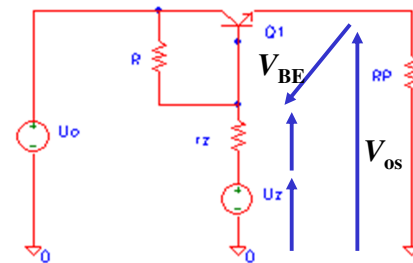
12. januar 2017.

Izvori jednosmernog napajanja 2

13



4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona



$$V_{OS} \approx V_Z + \frac{r_z}{R} V_o - V_{BE}$$

$$S_T = \frac{\partial V_{OS}}{\partial T} \approx \frac{\partial V_Z}{\partial T} - \frac{\partial V_{BE}}{\partial T}$$

12. januar 2017.

Izvori jednosmernog napajanja 2

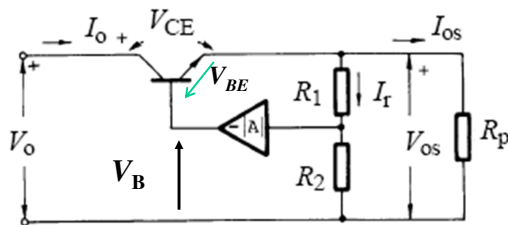
14



4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona



Karakteristike rednog stabilizatora mogu da se poboljšaju ako se “ubrza” reagovanje rednog tranzistora



$$V_B = -A \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{os}$$

$$V_{BE} = V_B - V_{os} = -\left(A \frac{R_2}{R_1 + R_2} + 1\right) V_{os}$$

12. januar 2017.

Izvori jednosmernog napajanja 2

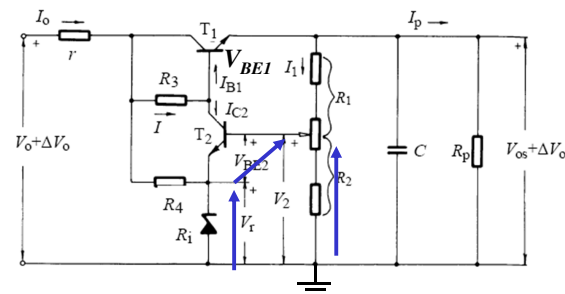
15



4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona



Praktična realizacija u diskretnoj tehnici



Promene za ΔV_{os} pojačavaju se tranzistorom T2 i prenose na ΔV_{BE1} ;

Za one koji žele da nauče više

$$V_{BE2} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{os} - V_z$$

$$V_{os} = (V_{BE2} + V_z) \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) \approx V_z \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)$$

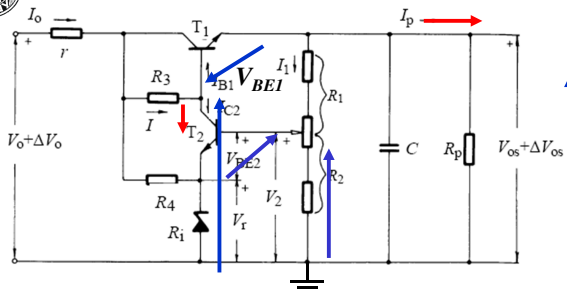
12. januar 2017.

Izvori jednosmernog napajanja 2

16



4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona

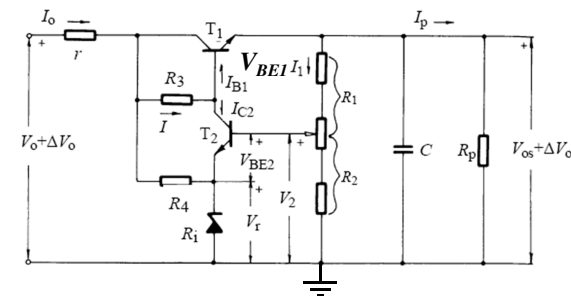


Porast V_{os} izazvaće porast V_{B2} , odnosno V_{BE2} ;
 tada raste I_{C2} i smanjuje se V_{C2} ,
 tako da se smanjuje napon V_{BE1} ,
 što dovodi do pada I_{C1} , a time i I_p ,
 čime se napon V_{os} smanjuje.

Za one koji
 žele da nauče
 više



4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona



$$S \approx \frac{R_1}{h_{21E} R_3}$$

$$R_o \approx \frac{R_1}{h_{21E}^2}$$

$$S_T \approx \left(\frac{\partial V_{BE2}}{\partial T} + \frac{\partial V_z}{\partial T} \right) \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right)$$

Za one koji
 žele da nauče
 više



4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona

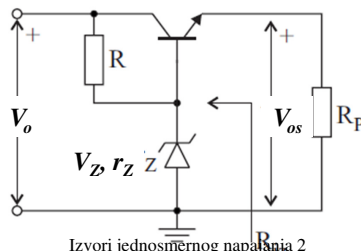


Domaći 12.1:

Za kolo rednog stabilizatora prikazanog na slici odrediti:

- a) Izlazni napon V_{OS}
- b) Faktor stabilizacije
- c) Izlaznu otpornost R_{iz}

Poznato je: $R = 200\Omega$; $R_p = 50\Omega$; $V_o = 10V$. Parametri diode su: $V_Z = 6,8V$; $r_z = 10\Omega$. Parametri tranzistora su: $V_{BE} = 0,7V$; $h_{11E} = 1k\Omega$; $h_{12E} = 0$; $h_{21E} = \beta = 100$; $h_{22E} = 0..$



4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona



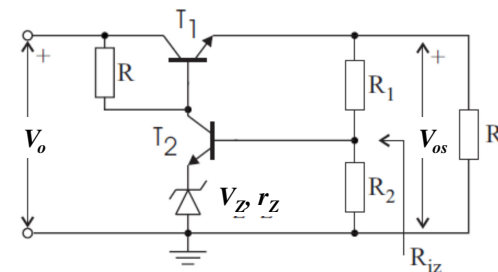
Domaći 12.2:

Za kolo rednog stabilizatora prikazanog na slici odrediti:

- a) Izlazni napon V_{OS}
- b) Faktor stabilizacije
- c) Izlaznu otpornost R_{iz}

Poznato je: $R_1 = R_2 = 4k\Omega$; $R_p = 2\Omega$; $R = 10k\Omega$, $V_o = 40V$.

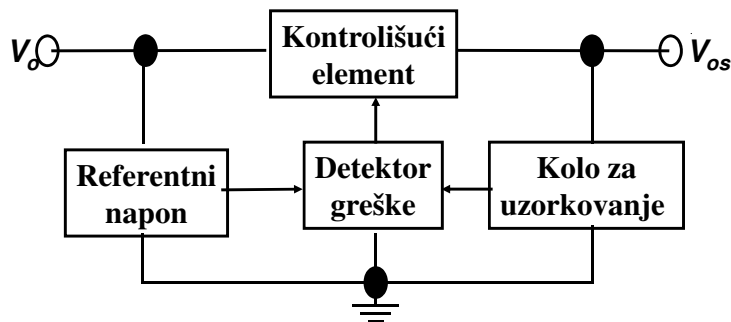
Parametri diode su: $V_Z = 10V$; $r_z = 0\Omega$. Parametri tranzistora su: $V_{BE} = 0,7V$; $h_{11E} = 1k\Omega$; $h_{12E} = 0$; $h_{21E} = \beta = 100$; $h_{22E} = 0..$



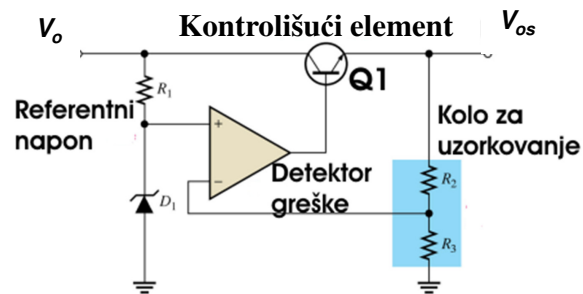
Za one koji
 žele da nauče
 više



Integrirani redni stabilizatori - regulatori napona



Integrirani redni stabilizatori - regulatori napona

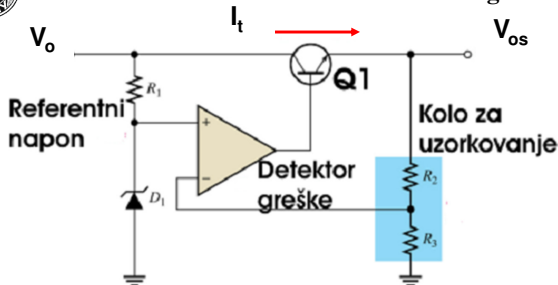


$$V_{os} \cong \left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right) V^-$$

$$V_{os} \cong \left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right) V_Z$$

(izvesti izraz)

- Q_1 je kontrolišući element vezan redno sa potrošačem.
- Deo izlaznog napona vraća se preko razdelnika R_2, R_3 .
- Referentni napon dobijen preko D_1 .
- Regulacija se postiže kontrolom struje kroz Q_1 .

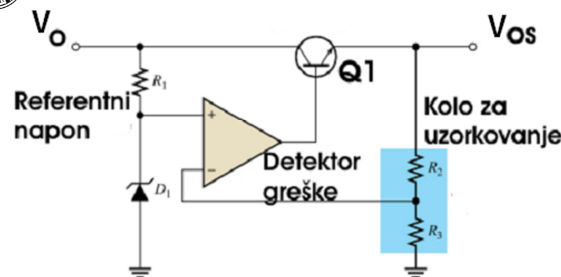


$$V_{os} \cong \left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right) V_Z$$

Preko Zener diode, na neinvertujući ulaz dovodi se referentni napon: V_Z

Svaka promena izlaznog napona V_{os} prenosi se na invertujući ulaz operacionog pojačavača $V_- = R_3 V_{os} / (R_2 + R_3)$.

Razlikom ovih napona kontroliše se V_{BE} tranzistora $\{V_B = A(V_Z - V_-)\}$, a time i struja kroz tranzistor I_t .



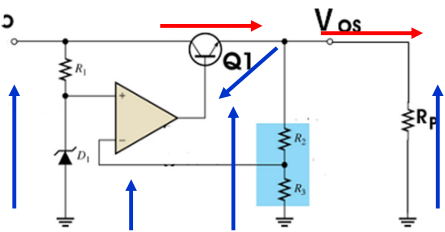
$$V_{os} \cong \left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right) V_Z$$

- R_1 služi da definiše struju diode $I_D = (V_o - V_Z) / R_1$
- Na operacionom pojačavaču poredi se referentni napon V_Z sa naponom iz razdelnika:

$$V_- = \frac{R_3}{R_2 + R_3} V_{os}$$



4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona



Porast V_o za ΔV_o teži da izazove porast ΔV_{os} ;

tada raste V_- i to za

$$\Delta V_- = \frac{R_3}{R_2 + R_3} \Delta V_{os} ;$$

zato opada napon na izlazu OpAmp,

a onda se smanjuje V_{BE} ;

to izaziva smanjenje struje kroz tranzistor I_T ,

što dovodi do smanjenja I_P ,

čime se napon V_{os} smanjuje: $V_{os} = R_P I_P$.



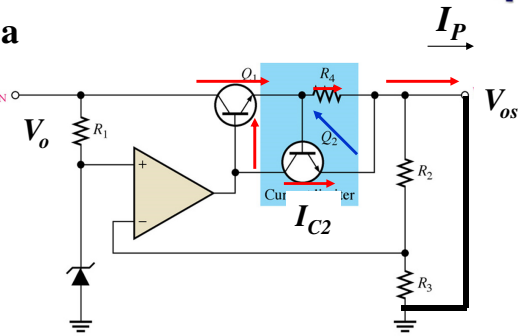
4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona



Zaštita od kratkog spoja

Tranzistor Q2 počinje da vodi tek kada je pad napona na R_4 dovoljno veliki.

Kada provede Q2, proteče I_{C2} i smanjuje se I_{B1} , a tada se smanjuje i struja I_{C1} , a time i struja potrošača I_P



Maksimalna vrednost struje potrošača ograničena je na

$$I_{P(max)} = 0.7V/R_4$$

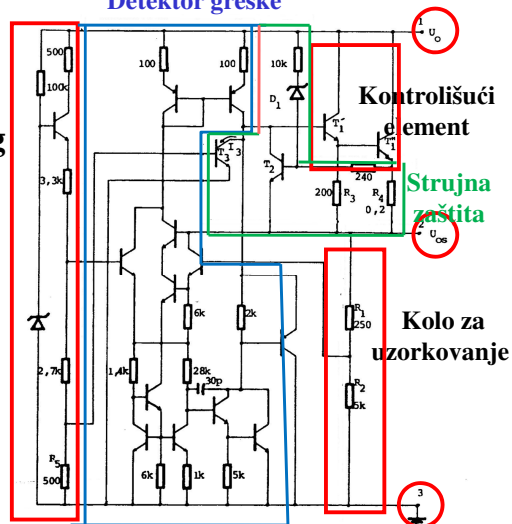
4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona

Detektor greške

Električna šema integrisanog rednog stabilizatora

NIC 7800C

Referentni napon



Kontrolišući element

Strujna zaštita

Kolo za uzorkovanje

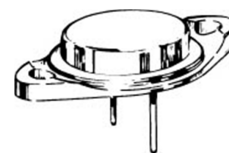


4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona



Karakteristike integrisanih stabilizatora

- Jednostavna upotreba
- Pakuju se u standardnim kućištima
- TO-3 (20 W)



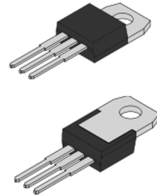
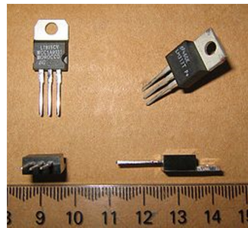


4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona



Karakteristike integrisanih stabilizatora

- Pakuju se u standardnim kućištima
- TO-220 (15 W)



12. januar 2017.

Izvori jednosmernog napajanja 2

29

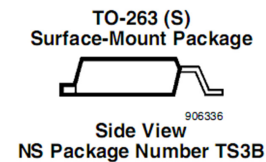
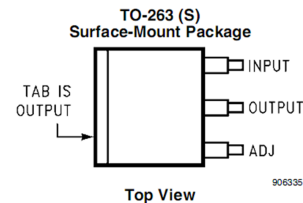
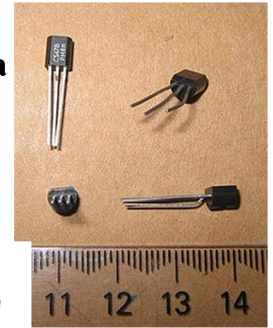


4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona



Karakteristike integrisanih stabilizatora

- Pakuju se u standardnim kućištima
- TO-92 (1 W)
- TO 263 (S)



http://malaysia.rs-online.com/web/generalDisplay.html?id=centre/eem_techref_semipack

12. januar 2017.

Izvori jednosmernog napajanja 2

30



4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona



Karakteristike integrisanih stabilizatora

- serije 78/79XX stabilizatora prave se obično za izlazne napone od 5, 6, 8, 12, 15, 18, ili 24 V
- Maksimalna struja 0,1A; 1A; 2A; 3A
- Ugrađena zaštita od pregrevanja
- Pad napona na stabilizatoru od 3V (prave se i za manje napone – LDO *Low DropOut* < 1V)
- http://www.analog.com/en/power-management/linear-regulators/products/index.html?gclid=CK_GsZ7or6YCFQY03wod4SIDnw

12. januar 2017.

Izvori jednosmernog napajanja 2

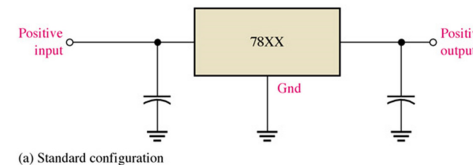
31



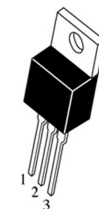
4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona



Karakteristike integrisanih stabilizatora



Type number	Output voltage
7805	+5.0 V
7806	+6.0 V
7808	+8.0 V
7809	+9.0 V
7812	+12.0 V
7815	+15.0 V
7818	+18.0 V
7824	+24.0 V



TO-220
T SUFFIX
CASE 221A

Pin 1. Input
2. Ground
3. Output

Heatsink surface connected to Pin 2.

(c) Typical packages

(b) The 7800 series



TO-3

12. januar 2017.

Izvori jednosmernog napajanja 2

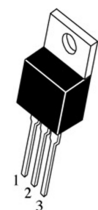
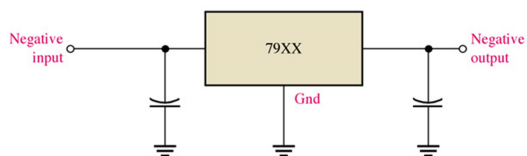
32



4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona



Karakteristike integrisanih stabilizatora



TO-220
T SUFFIX
CASE 221A

Pin 1. Input
2. Ground
3. Output

Heatsink surface
connected to Pin 2.

(c) Typical packages

Type number	Output voltage
7905	-5.0 V
7905.2	-5.2 V
7906	-6.0 V
7908	-8.0 V
7912	-12.0 V
7915	-15.0 V
7918	-18.0 V
7924	-24.0 V

(b) The 7900 series



TO-3

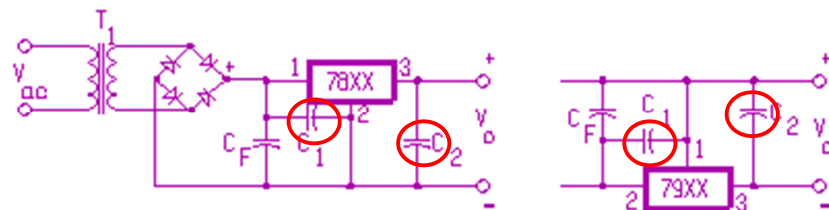
12. januar 2017.

Izvori jednosmernog napajanja 2

33



4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona



- C_1 i C_2 su opcioni kondenzatori.
- C_1 služi da neutrališe parazitne induktivnosti
- C_2 smanjuje šum (filtrira).

12. januar 2017.

Izvori jednosmernog napajanja 2

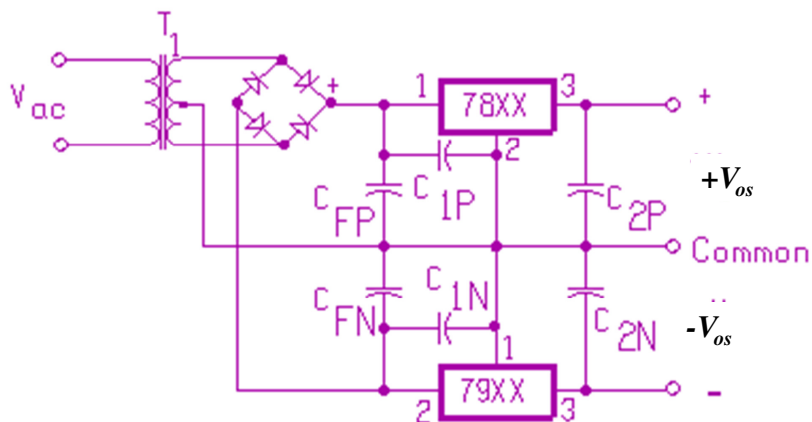
34



4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona



Realizacija simetričnog napajanja uz pomoć integrisanih stabilizatora



12. januar 2017.

Izvori jednosmernog napajanja 2

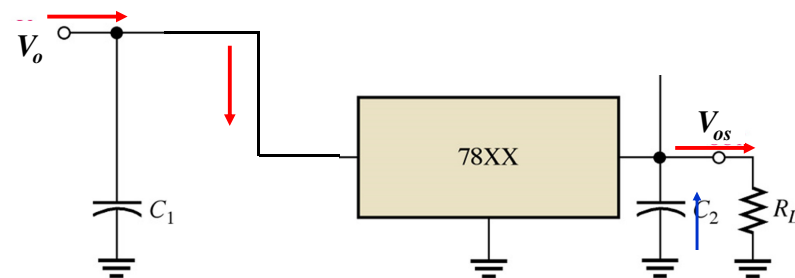
35



4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona



Povećanje struje potrošača



$$R_{\text{ext}} = 0.7 \text{ V}/I_{\text{max}}$$

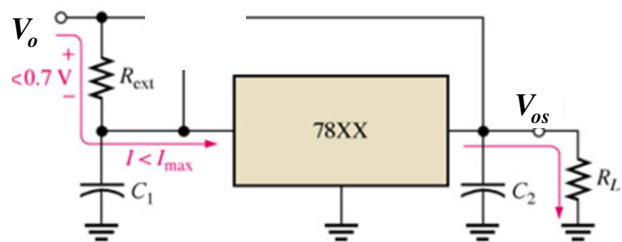
12. januar 2017.

Izvori jednosmernog napajanja 2

36



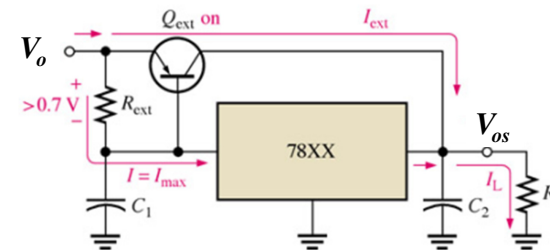
Povećanje struje potrošača



- U režimu malih struja kroz potrošač, Q_{ext} je zakočen



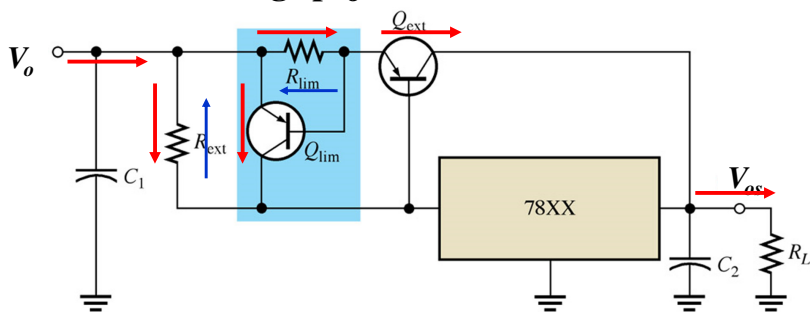
Povećanje struje potrošača



- Q_{ext} počinje da vodi kada je $V_{R_{ext}} > 0.7 \text{ V}$.
- vrednost R_{ext} bira se tako da je $I_{R_{ext}} = I_{max} \approx 0.1 \text{ A}$ (najveća struja kroz IC).
- Disipacija na Q_{ext} je $P = (V_o - V_{os})I_{ext}$.



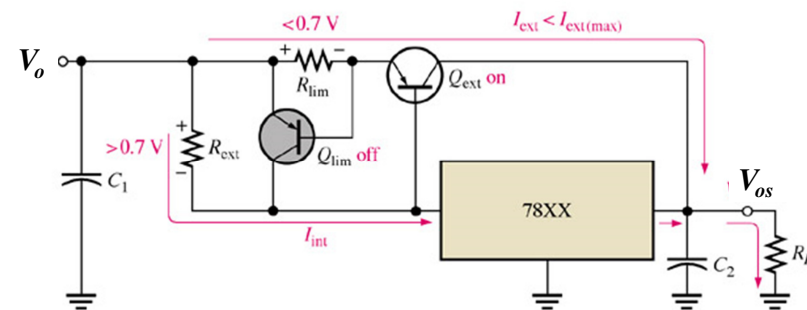
Zaštita od kratkog spoja



- Q_{lim} služi za zaštitu od kratkog spoja.



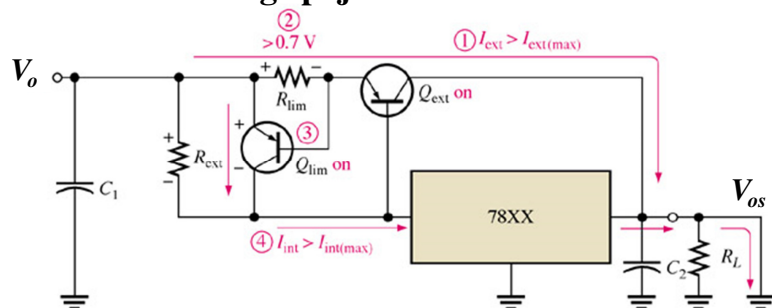
Zaštita od kratkog spoja



- Q_{lim} počinje da vodi pri $V_{R_{lim}} > 0.7 \text{ V}$.



Zaštita od kratkog spoja



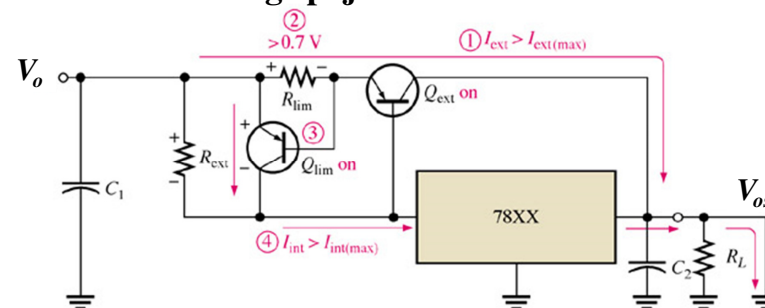
- Cilj je da Q_{lim} počne da vodi tek kada struja kroz Q_{ext} premaši maksimalnu dozvoljenu vrednost.
- Tada se struja kroz Q_{ext} smanjuje i usmerava kroz stabilizator.

12. januar 2017. Izvori jednosmernog napajanja 2

41



Zaštita od kratkog spoja



- Stabilizator ima internu zaštitu od pregorevanja
- Maksimalni $V_{CElim} < 1.4$ V.

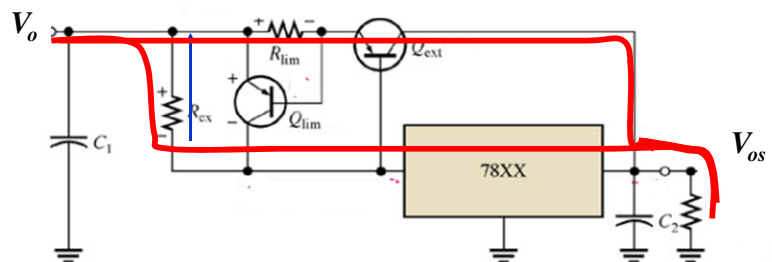
12. januar 2017.

Izvori jednosmernog napajanja 2

42



Zaštita od kratkog spoja



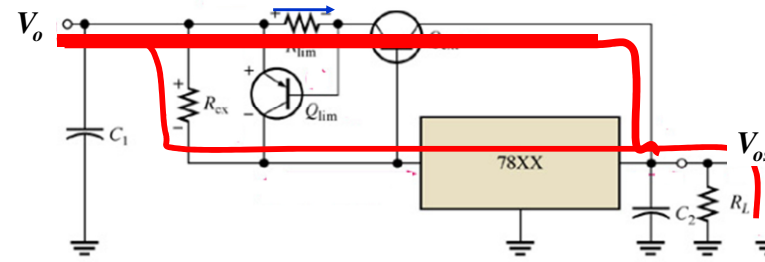
12. januar 2017.

Izvori jednosmernog napajanja 2

43



Zaštita od kratkog spoja



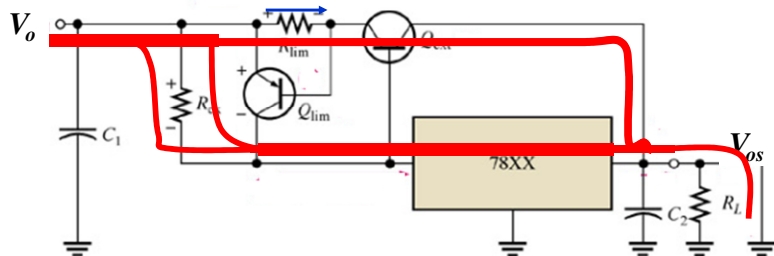
12. januar 2017.

Izvori jednosmernog napajanja 2

44

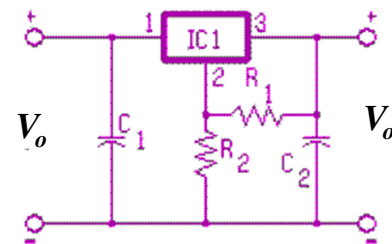


Zaštita od kratkog spoja



Povećanje izlaznog napona na potrošaču

Za one koji
žele da nauče
više



- R_1 se bira tako da je $R_1 \approx 0.1 V_{ref}/I_Q$, gde je I_Q mirna struja stabilizatora (neopterećenog).

- V_{os} može da bude i veći od nominalnog napona stabilizatora V_{ref}

$$V_{os} = V_{ref} + \left(\frac{V_{ref}}{R_1} + I_Q \right) R_2$$

odnosno

$$R_2 = \frac{R_1 (V_{os} - V_{ref})}{V_{ref} + I_Q R_1}$$



Stabilizatori - regulatori napona promenljivog napona

- Moguće je realizovati stabilizator promenljivog napona ako se R_2 zameni potencijetrom.

Međutim:

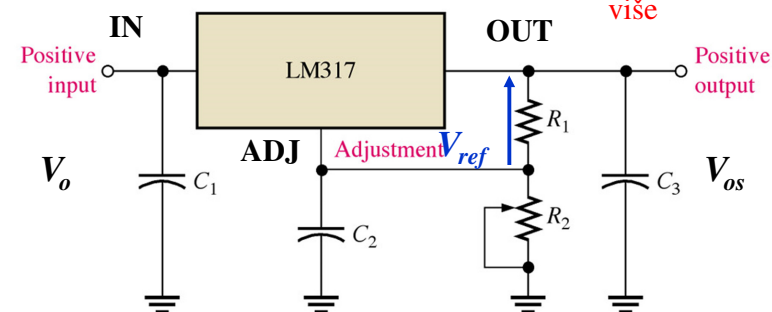
- Minimalni izlazni napon je V_{ref} (a ne 0 V),
- I_Q je relativno veliko.
- Disipacija na R_2 može da bude velika tako da zahteva glomazan potencijetar.

Za one koji
žele da nauče
više

- Postoji više tipova IC stabilizatora namenjenih za promenljive napone n.p.r. LM317 (za pozitivne) ili LM 337 (za negativne napone).



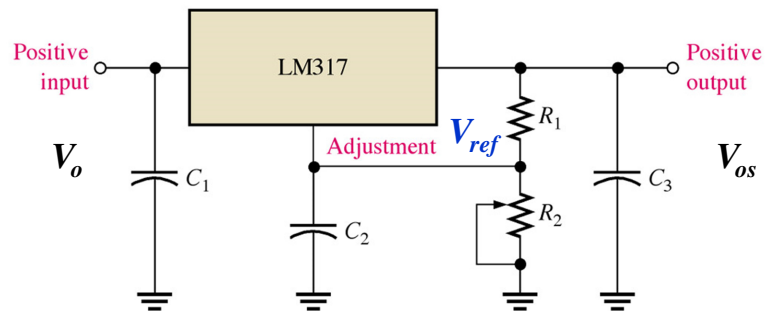
Za one koji
žele da nauče
više



Između OUT i ADJ pinova postoji referentni napon od $V_{ref}=1.25V$ (na $R_1=100-240\Omega$)



4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona



Izborom R_2 moguća regulacija u opsegu 1.25V-30V

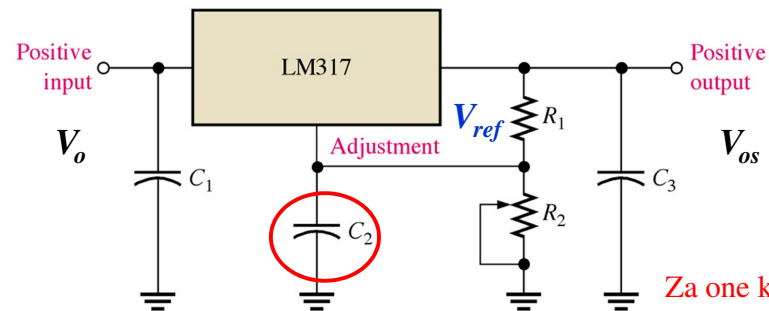
$$V_{os} = V_{ref} + \left(\frac{V_{ref}}{R_1} + I_{adj} \right) R_2$$

$$I_{adj} = 50 \mu A$$

Za one koji
žele da nauče
više



4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona

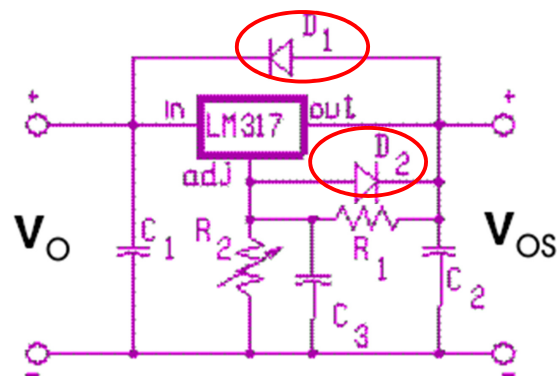


Kondenzator C_2 smanjuje šumove (10 μ F)

Za one koji
žele da nauče
više



4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona



D_1 i D_2 štite kolo od prenapona
u primenama sa većim strujama i naponima

Za one koji
žele da nauče
više



Izvori jednosmernog napajanja

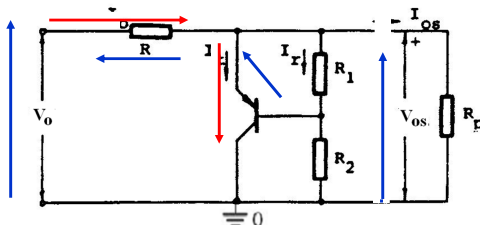


Sadržaj

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
 - https://www.youtube.com/watch?v=GSzVs7_aW-Y
 - https://www.youtube.com/watch?v=BZmn_HKPx7Y&spfreload=10
 - 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



4.1.3 Paralelni stabilizatori - regulatori napona



Za one koji žele da nauče više

$$V_{os} = V_o - R I_{os}$$

$$I_o = I_t + I_r + I_{os}$$

Porast V_o za ΔV_o teži da izazove porast ΔV_{os} ; tada raste V_{BE} i to približno za $\Delta V_{BE} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \Delta V_{os}$

To izaziva porast struje kroz tranzistor I_t , što dovodi do povećanja I_o , a time i do većeg pada napona na R ($R I_o$), čime se napon V_{os} smanjuje. ($V_{os} = V_o - R I_o$)

12. januar 2017.

Izvori jednosmernog napajanja 2

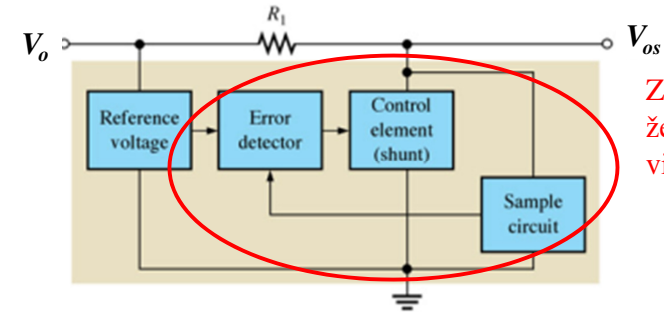
53



4.1.3 Paralelni stabilizatori - regulatori napona



Integrirani paralelni stabilizatori - regulatori napona



Za one koji žele da nauče više

Da bi se ostvarila bolja stabilizacija, potrebno je “ubrzati” reagovanje na promenu V_{os} .

Za dobru stabilizaciju napona potrebno je uvesti dodatnu negativnu povratnu spregu.

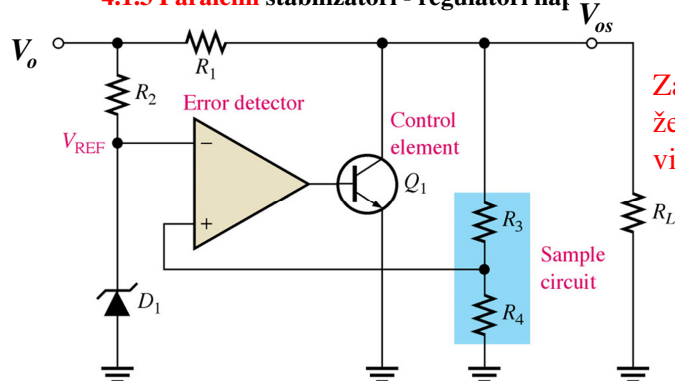
12. januar 2017.

Izvori jednosmernog napajanja 2

54



4.1.3 Paralelni stabilizatori - regulatori napona



Za one koji žele da nauče više

- Q_1 je kontrolišući element vezan paralelno sa potrošačem.
- Deo izlaznog napona vraća se preko razdelnika R_3 , R_4 .
- Referentni napon dobijen preko D_1 .
- Regulacija se postiže kontrolom struje kroz Q_1 .

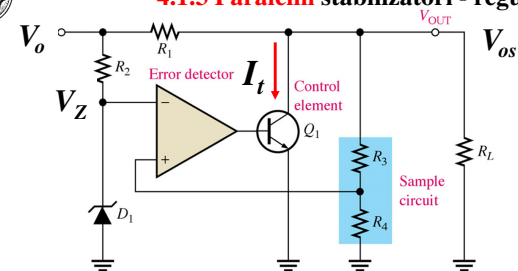
12. januar 2017.

Izvori jednosmernog napajanja 2

55



4.1.3 Paralelni stabilizatori - regulatori napona



Za one koji žele da nauče više

$$V_{os} \cong \left(1 + \frac{R_3}{R_4} \right) V_Z$$

Preko Zener diode na invertujući ulaz dovodi se referentni napon.

Svaka promena izlaznog napona prenosi se preko R_3 i R_4 na neinvertujući ulaz operacionog pojačavača.

Razlikom ovih napona kontroliše se V_{BE} tranzistora, a time i struja kroz tranzistor I_t .

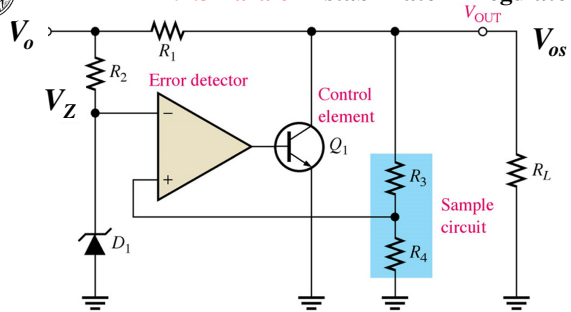
12. januar 2017.

Izvori jednosmernog napajanja 2

56



4.1.3 Paralelni stabilizatorji - regulatori napona



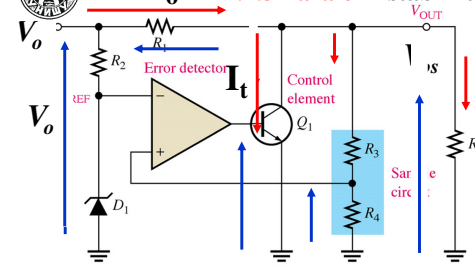
Za one koji
žele da nauče
više

$$V_o \cong \left(1 + \frac{R_3}{R_4}\right) V_Z$$

- R_1 je redno vezan sa potrošačem i na njemu se "ublažavaju" sve promene napona ΔV_o .
- R_2 služi da definiše struju diode $I_D = (V_o - V_Z)/R_2$
- Na operacionom pojačavaču poredi se referentni napon V_Z sa naponom iz razdelnika $(R_4 V_{os})/(R_3 + R_4)$.



4.1.3 Paralelni stabilizatorji - regulatori napona



Porast V_o za ΔV_o teži da izazove porast ΔV_{os} ; tada raste V_+ i to za

$$\Delta V_+ = \frac{R_4}{R_3 + R_4} \Delta V_{os} ;$$

zato raste napon na izlazu OpAmp, a time i V_{BE} ; to izaziva porast struje kroz tranzistor I_t , što dovodi do povećanja I_o , a time i do većeg pada napona na R (RI_o), čime se napon V_{os} smanjuje: $V_{os} = V_o - RI_o$.

Za one koji
žele da nauče
više

Šta smo naučili?



Uloga i osnovne karakteristike stabilizatora (regulatora) napona.

- Skicirati el. šemu rednog stabilizatora objasniti kako se ostvaruje stabilizacija (regulacija) napona.
- Strukturna blok šema integrisanog rednog stabilizatora (regulatora) napona
- Skicirati osnovnu el. šemu stabilizatora (regulatora) napona realizovanog sa integrisanim stabilizatorom 78XX

Ispitna pitanja



1. Faktor stabilizacije rednog stabilizatora (regulatora) napona.
2. Uporediti faktor stabilizacije stabilizatora (regulatora) sa zener diodom i rednog stabilizatora (regulatora) napona
3. Osnovna šema integrisanog rednog stabilizatora (regulatora) napona
4. Princip rada integrisanog rednog stabilizatora (regulatora) napona
5. Skicirati osnovnu el. šemu stabilizatora (regulatora) napona realizovanog sa integrisanim stabilizatorom 79XX
6. Električna šema realizacije simetričnog napajanja na osnovu integrisanih stabilizatora (regulatora) napona 78XX i 79XX.
7. Princip povećanja struje potrošača kod integrisanog stabilizatora (regulatora) napona.
8. Princip zaštite integrisanih stabilizatora (regulatora) napona od kratkog spoja.
9. Osnovna šema i princip rada paralelnih stabilizatora (regulatora) napona

Rešenje Domaći 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 $\Delta V < 1V$;

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

- b) vrednost jednosmernog napona na potrošaču;

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

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

- c) vrednost jednosmerne struje kroz potrošač;

$$I_o = \frac{V_o}{R} = 94mA$$

12. januar 2017.

Izvori jednosmernog napajanja

61

Rešenje Domaći 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);

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

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

- b) srednju struju kroz diodu;

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

- c) maksimalnu struju kroz diodu;

$$I_{Dmax} \approx I_o \left(1 + 2\pi \sqrt{\frac{V_m'}{2\Delta V}}\right) = I_o \left(1 + 2\pi \sqrt{\frac{(V_m - 2V_d)}{2\Delta V}}\right) = 94mA \cdot 15,33 = 1,53A$$

- d) maksimalni inverzni napon na diodi;

- e) predložiti tip diode koji se može primeniti za ovu namenu

12. januar 2017.

Izvori jednosmernog napajanja

62

Rešenje Domaći 12.2:

4. Filtriranje usmerenog napona



Za usmerač sa kapacitivnim filtrom iz prethodnog primera odrediti:

- d) maksimalni inverzni napon na diodi;

$$P_d = V_d I_D = 0,8V \cdot 673,4mA = 538,7mW$$

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

- e) predložiti tip diode koji se može primeniti za ovu namenu

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 $I_{FRM} = 10A > 1,53A$

12. januar 2017.

Izvori jednosmernog napajanja

63

Rešenje Domaći 12.3:

Odrediti R i C u stabilizatoru sa slike tako da jednosmerni napon na potrošaču R_{pmin} 200Ω bude 5V, a $\Delta V_{Cmax} = 0.5V$. Upotrebiti zener diodu 1N5231B iz Tabele 1. Usvojit će da je efektivna vrednost napona na izlazu transformatora 2x12V i da je na diodama 1N4148 pad napona $V_D = 0,7V$ kada vode.



$$V_{Z0} = 5,1V @ I_{Z0} = 20mA$$

$$r_z = 17\Omega @ I_{Z0} = 20mA$$

$$\Delta V_Z = V_{Z0} - V_{os} = 5,1 - 5 = 0,1V$$

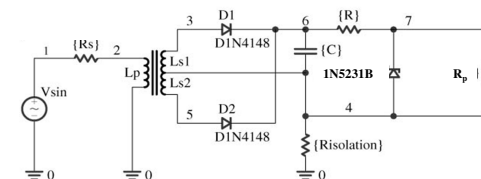
$$\Delta I_Z = \frac{\Delta V_Z}{r_z} = \frac{0,1V}{17\Omega} = 5,88 \approx 6mA$$

$$I_{Zmin} = I_{Z0} - \Delta I_Z = 20 - 6 = 14mA$$

$$I_{pmax} = \frac{V_{os}}{R_{pmin}} = \frac{5V}{200\Omega} = 25mA$$

$$R = \frac{V_{Cmin} - V_{os}}{I_{Zmin} + I_{pmax}} = \frac{(V_m - V_D) - \Delta V - V_{os}}{I_{Zmin} + I_{pmax}}$$

$$R = \frac{(\sqrt{2} \cdot 12 - 0,7) - 0,5 - 5}{14mA + 25mA} = \frac{10,77V}{39mA} = 276\Omega \approx 280\Omega$$



Dvostranosmeravarij:

$$\Delta V_{Cmax} = \frac{V_m - V_D}{2fCR}$$

$$C = \frac{V_m - V_D}{2f \cdot R \cdot \Delta V}$$

$$C = \frac{\sqrt{2} \cdot 12 - 0,7}{2 \cdot 50 \cdot 276 \cdot 0,5} = \frac{16,27}{1380} = 1,18mF \approx 1,2mF$$

12. januar 2017.

Izvori jednosmernog napajanja

64