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 (21.01.2019.)	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!

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 (21.01.2019.)	50%	20%
	120%	60%

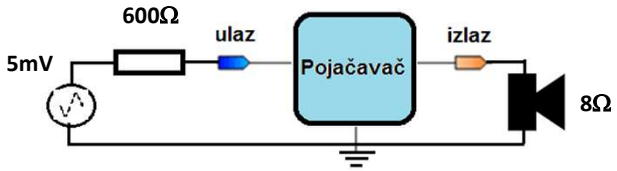


Ko nije izašao na I kolokvijum, a ide na lab i predavanja od 120, ima 70% (još nije kasno); ako ne ide na predavanja ima 60% (nije kasno); ali, ako na drugom kolokvijumu ima < 80% imaće <50% (e, tada je kasno)

II Kolokvijum

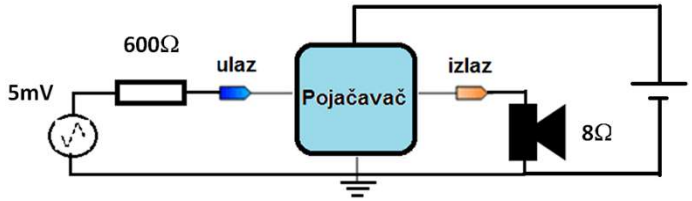
SUBOTA 21. 01. 2019.

Osnovi elektronike



Šta nedostaje da bi pojačavač radio?

Osnovi elektronike



Izvor jednosmernog napona za polarizaciju

Kako se realizuje?

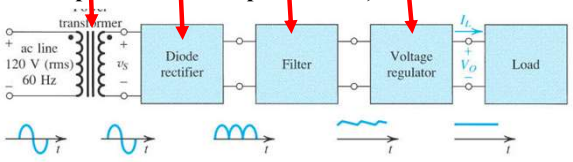
Izvori jednosmernog napona (nastavak)

- Stabilizatori - regulatori napona
  2. deo - redni regulatori

1. Uvod

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

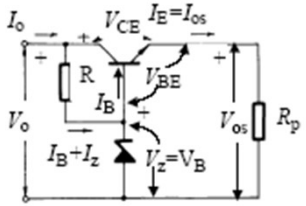
1. **smanjiti njegovu vrednost**
2. **usmeriti ga (napraviti jednosmerni napon)**
3. **ukloniti naizmeničnu komponentu ("ispeglati")**
4. **stabilisati ga (učiniti nezavisnim od promena uslova rada potrošača i/ili napona mreže)**



Sadržaj

1. Uvod
2. Usmerači napona
   2.1 Jednostrano usmeravanje
   2.2 Dvostrano usmeravanje
   2.3 Umnožavažavači 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



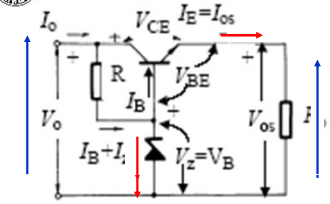
$V_{os}=V_o-V_{CE}$

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

$I_R=(V_o-V_z)/R$

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.

4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona



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

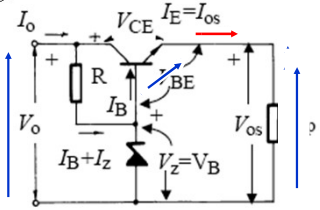
$V_{BE}=V_z-V_{os}$

$I_o=I_R+I_C$

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

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}.

4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona

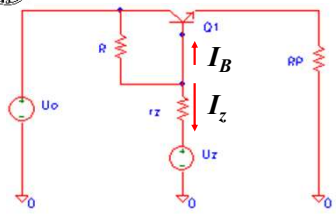


$V_{os}=V_o-U_{CE}$

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

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.

4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona



Znajući da je $I_B<<I_z$

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

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

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

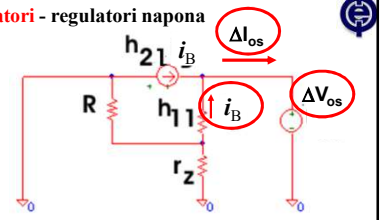
$$V_{os} \approx V_z+\frac{r_z}{R}V_o-V_{BE}$$

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

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 mnogo manji faktor stabilizacije

4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona

Model za naizmenični signal



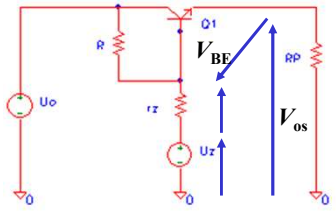
$$R_o = \frac{\Delta V_{os}}{\Delta I_{os}}$$

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

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

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

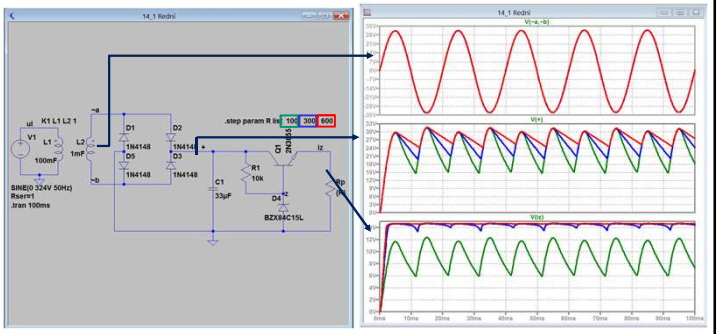
4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona



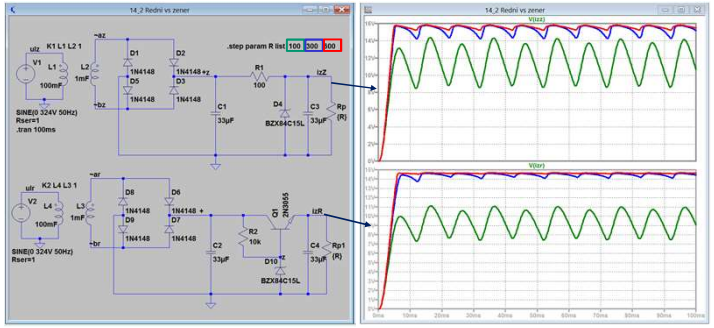
$$V_{OS} \approx V_Z + \frac{r_z}{R} V_o - V_{BE}$$

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

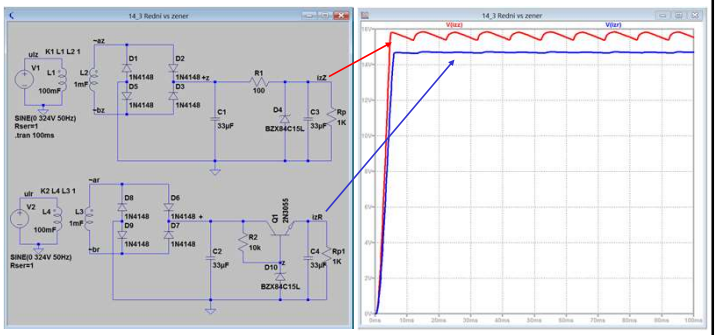
4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona



4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona

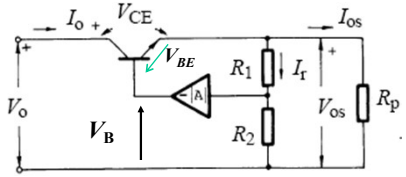


4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona



4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona

Karakteristike rednog stabilizatora mogu da se poboljšaju ako se "ubrza" reagovanje rednog tranzistora

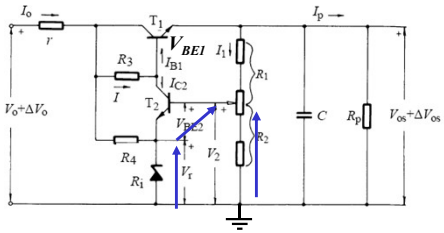


$$V_B = -A\frac{R_2}{R_1+R_2}V_{os}$$

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

4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona

Praktična realizacija u diskretnoj tehnici



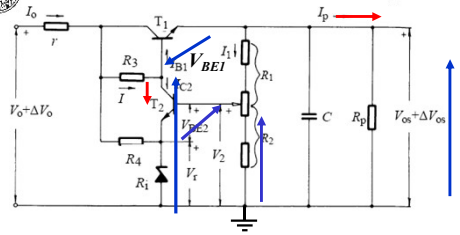
Promene za ΔV_{os} pojačavaju se tranzistorom T2 i prenose na ΔV_{BE1};

Za one koji žele da nauče više

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

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

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.

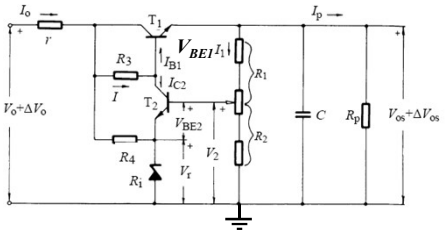
Za one koji žele da nauče više

4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona

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

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

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

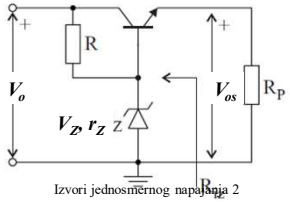


Za one koji žele da nauče više

4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona

Domaći 13.1:

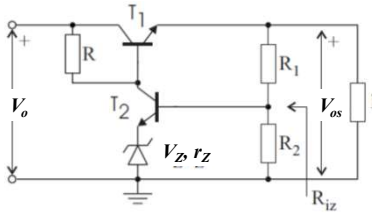
Za kolo rednog stabilizatora prikazanog na slici odrediti:
a) Izlazni napon V_{OS}
b) Faktor stabilizacije
c) Izlaznu otpornost R_{iz}
Poznato je: R =200Ω; R_P = 50Ω; V_O = 10V. Parametri diode su: V_Z = 6,8V ; r_Z = 10Ω. Parametri tranzistora su: V_{BE} = 0,7V; h_{11E} = 1kΩ; h_{12E} = 0 ; h_{21E} = β = 100 ; h_{22E} = 0..



4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona

Domaći 13.2:

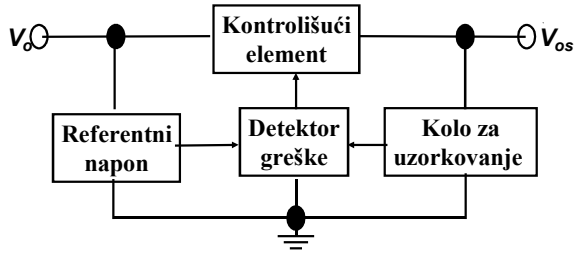
Za kolo rednog stabilizatora prikazanog na slici odrediti:
a) Izlazni napon V_{OS}
b) Faktor stabilizacije
c) Izlaznu otpornost R_{iz}
Poznato je: $R_1 = R_2 = 4kΩ$; R_P = 2Ω; R = 10kΩ , V_O = 40V.
Parametri diode su: V_Z = 10V ; r_Z = 0Ω. Parametri tranzistora su: V_{BE} = 0,7V; h_{11E} = 1kΩ; h_{12E} = 0 ; h_{12E} = β = 100 ; h_{22E} = 0..



Za one koji žele da nauče više

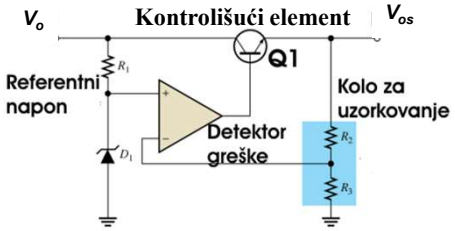
4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona

Integrisani redni stabilizatori - regulatori napona
Strukturna blok šema



Integrisani redni stabilizatori - regulatori napona

Osnovna šema



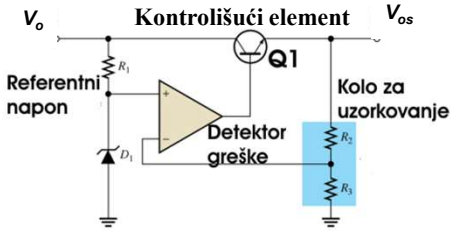
$$V_{os} \cong \left(1+\frac{R_2}{R_3}\right)V^-$$

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

(izvesti izraz)

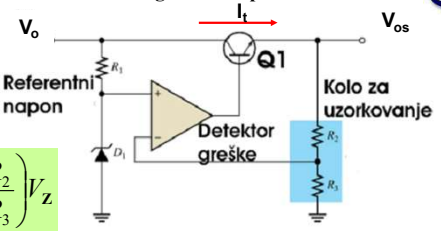
Integrisani redni stabilizatori - regulatori napona

Osnovna šema



- **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.**

Osnovna šema

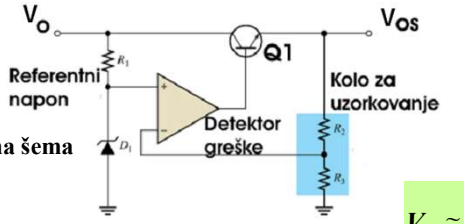


$$\boldsymbol{V_{os} \cong \left(1+\frac{R_2}{R_3}\right)V_Z}$$

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 $V_-=R_3V_{os}/(R_2+R_3)$.

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



Osnovna šema

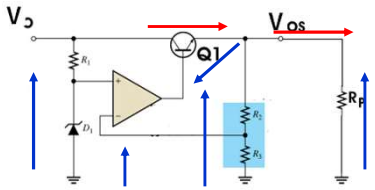
$$\boldsymbol{V_{os} \cong \left(1+\frac{R_2}{R_3}\right)V_Z}$$

- **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

Princip rada



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,

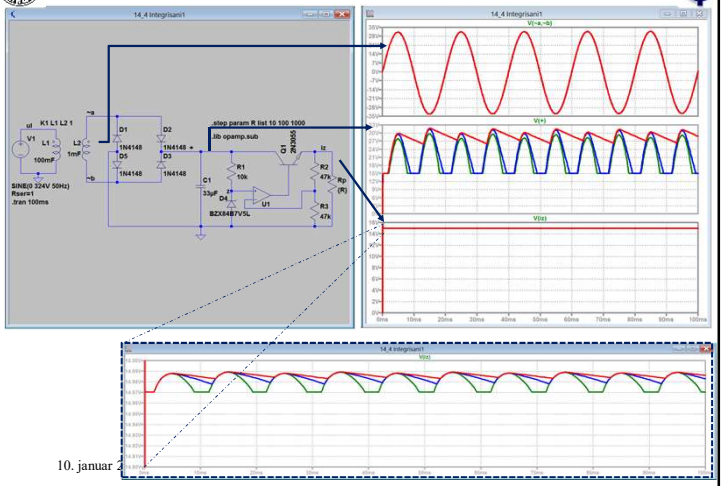
a onda se smanjuje V_{BE};

to izaziva smanjenje struje kroz tranzistor I_t,

što dovodi do smanjenja I_P,

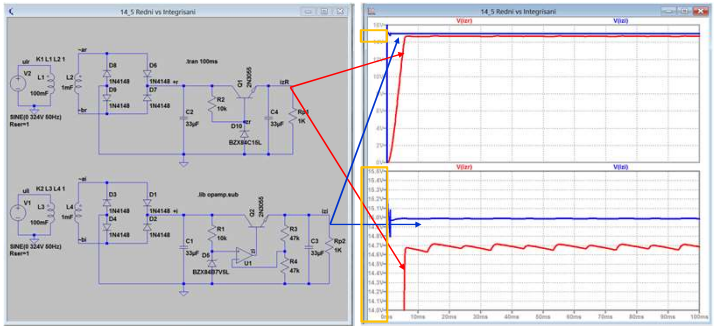
čime se napon V_{os} smanjuje: $V_{os} = R_P I_P$.

4.1.2 Integrisani redni stabilizatori - regulatori napona



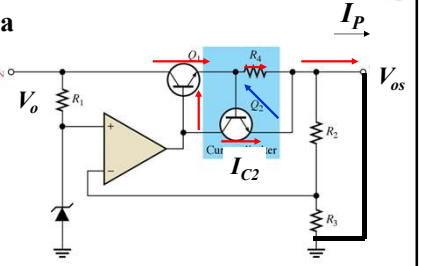
4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona

Integrisani v.s. diskretni regulatori



4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona

Zaštita od kratkog spoja



Tranzistor Q2 počinje da vodi tek kada je pad napona na *R4* 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

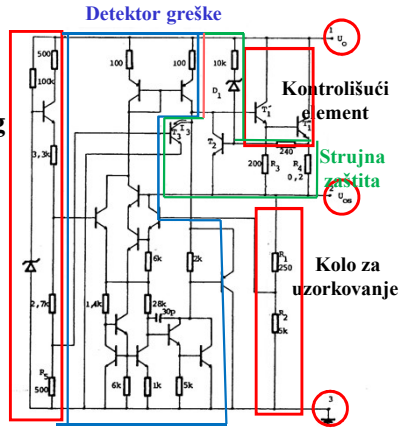
Maksimalna vrednost struje potrošača ograničena je na

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

4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona

Električna šema integrisanog rednog stabilizatora

NIC 7800C



4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona

Karakteristike integrisanih stabilizatora

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

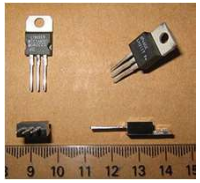
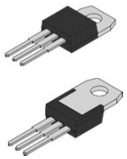
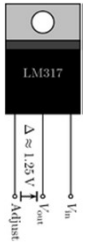




4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona

Karakteristike integrisanih stabilizatora

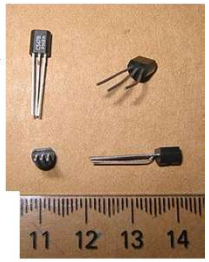
- **Pakuju se u standardnim kućištima**
- **TO-220 (15 W)**

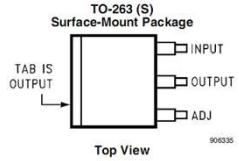




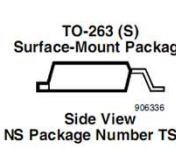
4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona

Karakteristike integrisanih stabilizatora

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





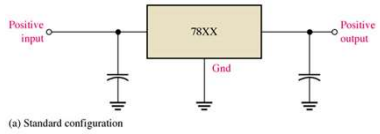


http://malaysia.rs-online.com/web/generalDisplay.html?id=centre/eem_techref_semipack

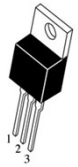
Karakteristike integrisanih stabilizatora

- 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

Karakteristike integrisanih stabilizatora



(a) Standard configuration



TO–220
T SUFFIX
CASE 221A

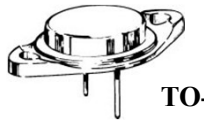
Pin 1. Input
2. Ground
3. Output

Heatsink surface connected to Pin 2.

(c) Typical packages

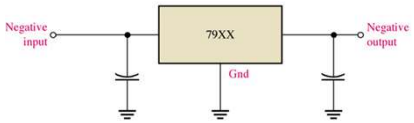
Type number	Output voltage
7805	+5.0 V
7806	+6.0 V
7808	+8.0 V
7809	+9.0 V
7812	+12.0 V
7815	+15.0 V
7818	+18.0 V
7824	+24.0 V

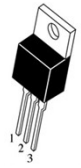
(b) The 7800 series



TO-3

Karakteristike integrisanih stabilizatora





TO–220
T SUFFIX
CASE 221A

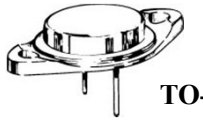
Pin 1. Input
2. Ground
3. Output

Heatsink surface connected to Pin 2.

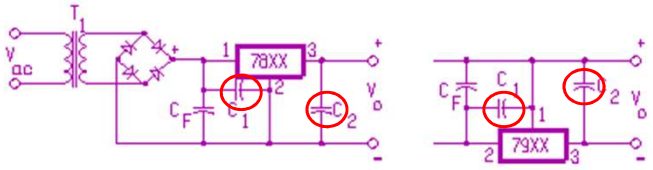
(c) Typical packages

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

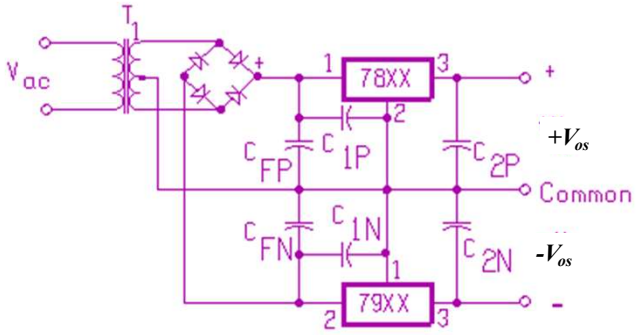


TO-3

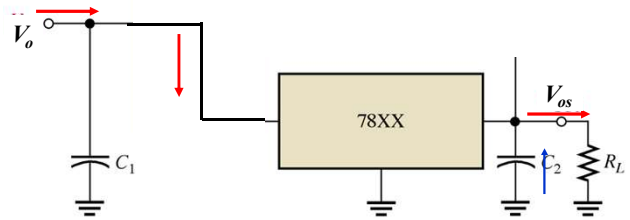


- C_1 i C_2 su opcioni kondenzatori.
- C_1 služi da neutrališe parazitne induktivnosti
- C_2 smanjuje šum (filtrira).

Realizacija simetričnog napajanja uz pomoć integrisanih stabilizatora

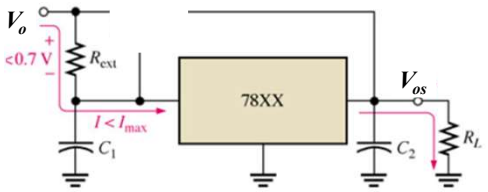


Povećanje struje potrošača



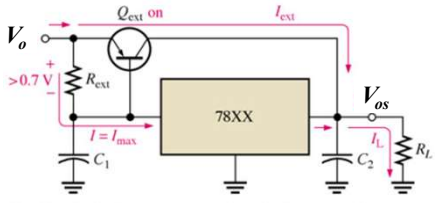
R_{ext} = 0.7 V/Imax

Povećanje struje potrošača



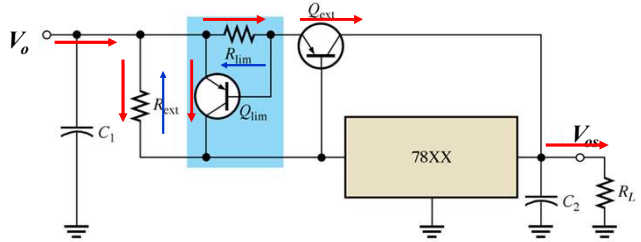
- U režimu malih struja kroz potrošač, Q_{ext} je zakočen

Povećanje struje potrošača



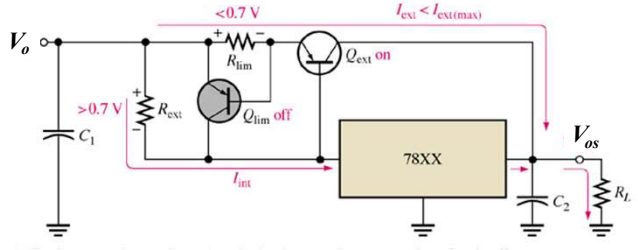
- Q_{ext} počinje da vodi kada je $V_{Rext} > 0.7$ V.
- vrednost R_{ext} bira se tako da je $I_{Rext} = I_{max} \approx 0.1$ A (najveća struja kroz IC).
- Disipacija na Q_{ext} je $P = (V_o - V_{os})I_{ext}$.

Zaštita od kratkog spoja



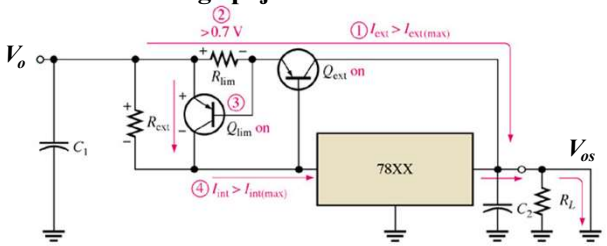
- Q_{lim} služi za zaštitu od kratkog spoja.

Zaštita od kratkog spoja



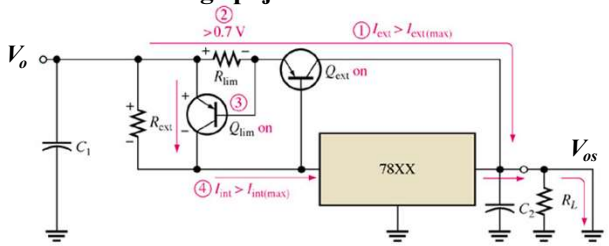
- Q_{lim} počinje da vodi pri ,$V_{Rlim} > 0.7$ V.

Zaštita od kratkog spoja



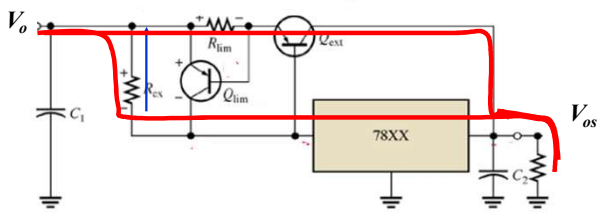
- Cilj je da Q_{lim} počne da vodi tek kada struja kroz Q_{ext} premaši maksimalnu dozvoljenu vrednost.
- Tada se struja kroz Q_{ext} smanjuje i usmerava kroz stabilizator.

Zaštita od kratkog spoja

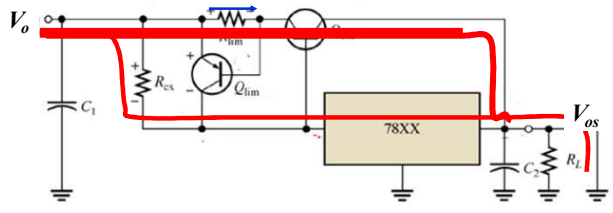


- Stabilizator ima internu zaštitu od pregorevanja
- Maksimalni $V_{CElim} < 1.4$ V.

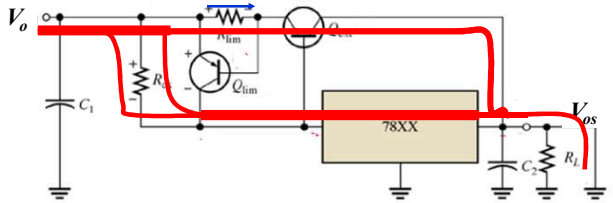
Zaštita od kratkog spoja



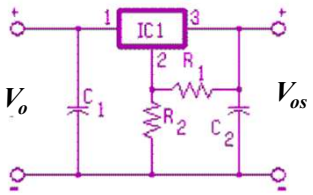
Zaštita od kratkog spoja



Zaštita od kratkog spoja



Povećanje izlaznog napona na potrošaču



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

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

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

odnosno

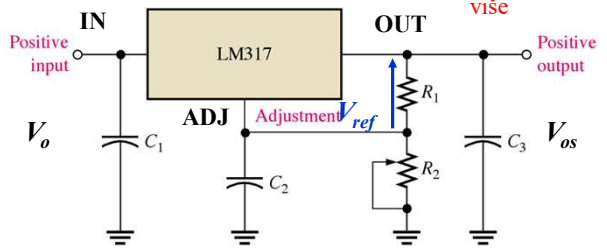
$$R_2 = \frac{R_1(V_{os} - V_{ref})}{V_{ref} + I_Q R_1}$$

Stabilizatori - regulatori napona promenljivog napona

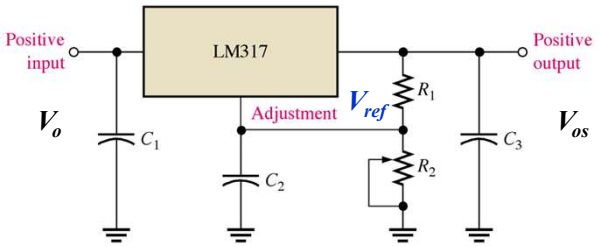
- **Moguće je realizovati stabilizator promenljivog napona ako se R_2 zameni potenciometrom. Međutim:**
  - **Minialni izlazni napon je V_{ref} (a ne 0 V).**
  - **I_Q je relativno veliko.**
  - **Disipacija na R_2 može da bude velika tako da zahteva glomazan potenciometar.**
- **Postoji više tipova 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

Za one koji žele da nauče više



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

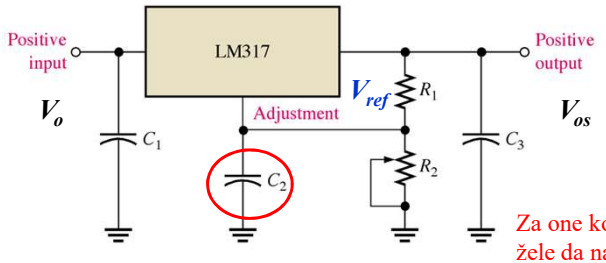


Izborom R_2 moguća regulacija u opsegu 1.25V-30V

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

I_{adj}=50μA

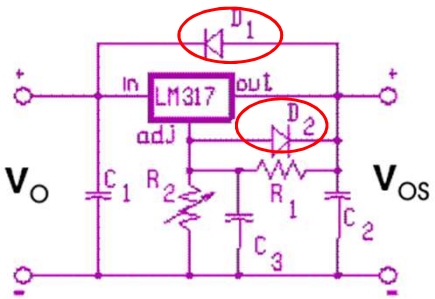
Za one koji žele da nauče više



Kondenzator C_2 smanjuje šumove (10μF)

Za one koji žele da nauče više

4.1.2 Redni stabilizatori - regulatori napona



Za one koji žele da nauče više

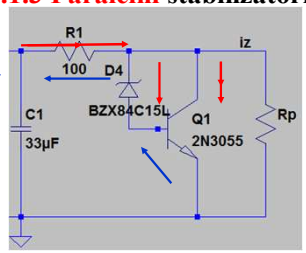
D_1 i D_2 štite kolo od prenapona
u primenama sa većim strujama i naponima

Izvori jednosmernog napajanja

Sadržaj

1. Uvod
2. Usmerači napona
   - 2.1 Jednostrano usmeravanje
   - 2.2 Dvostrano usmeravanje
   - 2.3 Umnožavažavači 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

4.1.3 Paralelni stabilizatori - regulatori napona

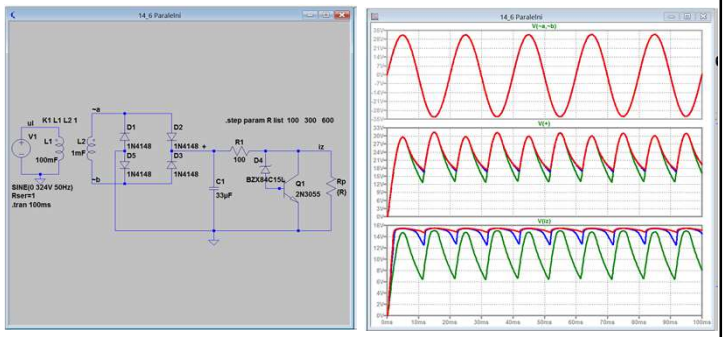


$V_{os}=V_o-RI_o$.

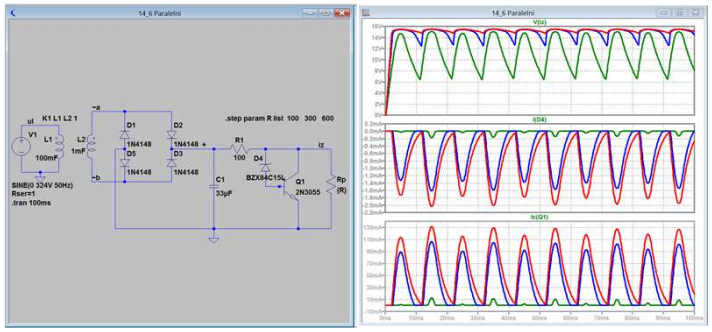
$I_o=I_z+I_C+I_{os}$.

Porast V_o za ΔV_o izaziva
porast struje kroz Zener diodu $I_z=I_B$,
što dovodi do povećanja $I_c=\beta I_B$, a time i I_0,
Što izaziva veći pad napona na R: (RI_o),
čime se napon V_{os} smanjuje. ($V_{os} = V_o - R\,I_o$)

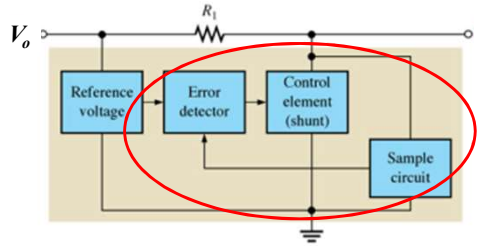
4.1.3 Paralelni stabilizatori - regulatori napona



4.1.3 Paralelni stabilizatori - regulatori napona



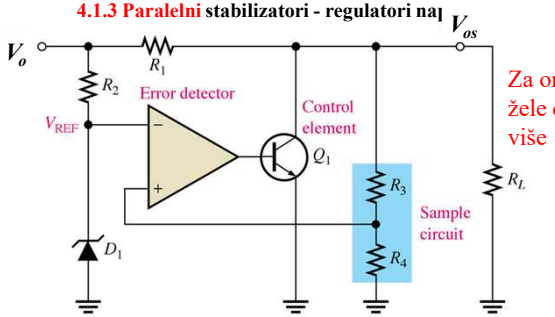
Integrisani paralelni stabilizatori - regulatori napona



Za one koji žele da nauče više

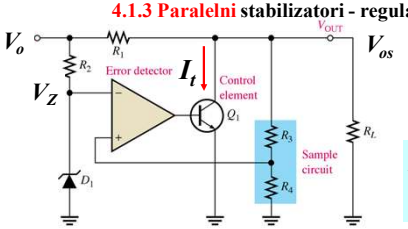
Da bi se ostvarila bolja stabilizacija, potrebno je "ubrzati" reagovanje na promenu V_{os}.

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



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.**



Za one koji žele da nauče više

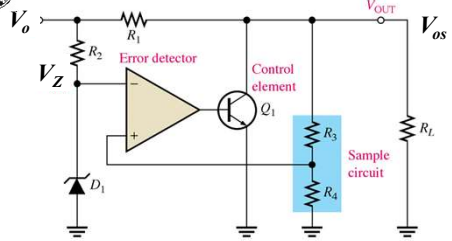
$$V_{os} \cong \left(1 + \frac{R_3}{R_4}\right) V_Z$$

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.

4.1.3 Paralelni stabilizatori - regulatori napona

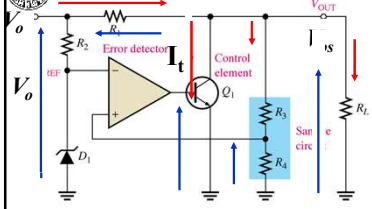


Za one koji žele da nauče više

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

- 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 stabilizatori - regulatori napona



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

tada raste V_+ i to za

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

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: $V_{os} = V_o - RI_o$.

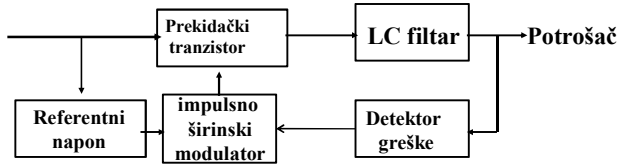
Za one koji žele da nauče više

Izvori jednosmernog napajanja

Sadržaj

1. Uvod
2. Usmerači napona
   - 2.1 Jednostrano usmeravanje
   - 2.2 Dvostrano usmeravanje
   - 2.3 Umnožavažavači 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 napona
   - 4.2 Prekidački stabilizatori napona
     - 4.2.1 Spuštači napona
     - 4.2.2 Podizači napona
     - 4.2.3 Invertori

4.2 Prekidački stabilizatori - regulatori napona



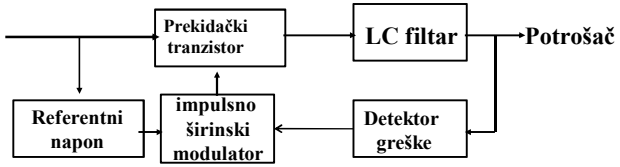
- Kontrolišući element (tranzistor) radi u prekidačkom režimu tako da je disipacija na njemu mala
- Kada je tranzistor zakočen I_C=0A, a kada vodi, onda radi u zasićenju sa $V_{CE}=V_{CES} \approx 0.2$V).

Prednosti

- Bar dva puta veća efikasnost od linearnih, (10.01.2018) stepen iskorišćenja 70%-90%.
- Idealni su za primene u kojima se traže velike struje (zbog male disipacije).
- Izlazni napon može biti i veći od ulaznog
- Mogu da invertuju ulazni napon (V_{os}=-kV_o)
- Realizacija ne zahteva glomazne komponente.

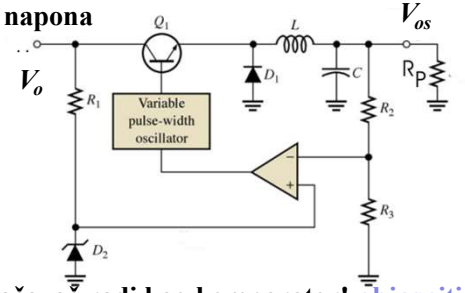
Nedostaci

- Znatno su složeniji.
- Unose VF šum.
- Problemi sa EMC
- "Zagađuju" mrežni napon harmonicima

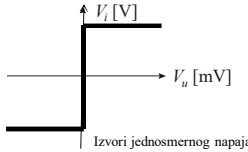


- Mogu da se realizuju kao
  - spuštači napona V_{os}<V_o (*Step-Down)*
  - podizači napona V_{os}>V_o *(Step-Up, boost)*
  - invertori napona V_{os}=-V_o *(Inverter, fly-back; podizači/spuštači)*

4.2.1 Spuštači napona

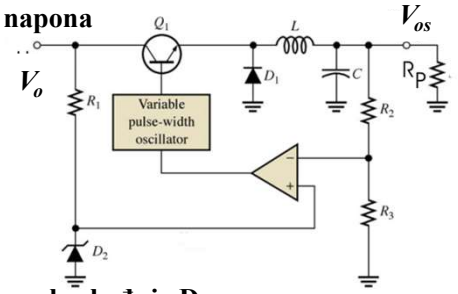


- Operacioni pojačavač radi kao komparator! objasniti



4.2. Prekidački stabilizatori - regulatori napona

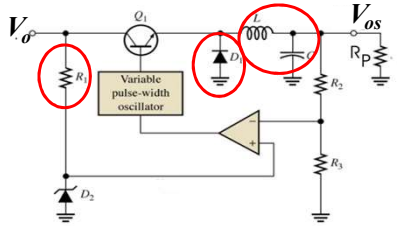
4.2.1 Spuštači napona



- Referentni napon obezbeđuje D_z.
- Razdelnik R_2 i R_3 definiše izlazni napon u odnosu na V_z.

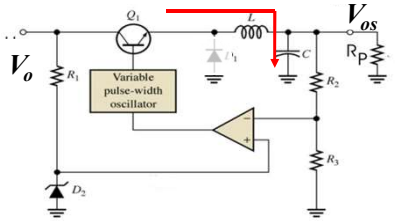
$$V_{os} \cong \left(1+\frac{R_2}{R_3}\right)V_Z$$

4.2.1 Spuštači napona



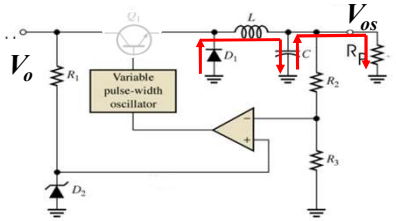
- R_1 služi da polariše D_z.
- L i C čine filtar. Kako radi kalem u prekidačkom režimu i na https://www.youtube.com/watch?v=LXGtE3X2k7Y
- D_1 sprečava da napon na emitoru bude V_E < <0 kada se tranzistor zakoči (napon na L menja polaritet), jer bi tranzitor tada proveo (V_{BE}>V_γ) ; obezbeđuje put struji kada je T zakočen.

4.2.1 Spuštači napona



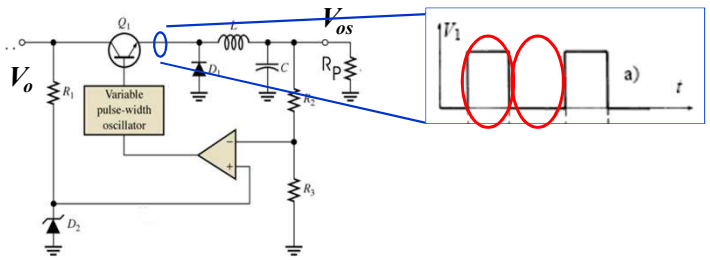
- Kada je V_{R3}<V_z, izlaz OP je u pozitivnom zasićenju (+V_{CC}) i tranzistor vodi, a D1 zakočena.

4.2.1 Spuštači napona



•Kada je V_{R3}>V_z, izlaz komparatora (OP) je u negativnom zasićenju (-V_{CC}) i tranzistor je zakočen, kondenzator se prazni. Kroz kalem nastavlja da teče struja (lencov zakon) i kada je T zakočen. Polaritet se menja na kalemu i D1 provede, a kroz kalem se dopunjuje C.

4.2.1 Spuštač napona

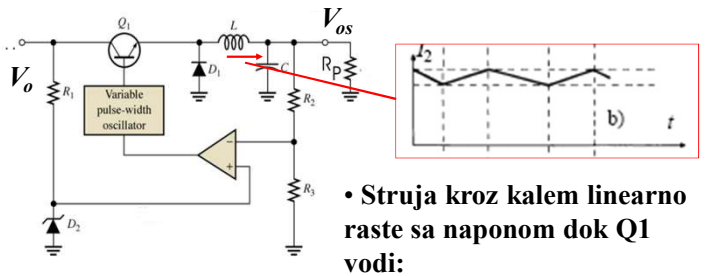


- **Napon na emitoru biće**
  $V_E = V_o - V_{CES} \approx V_o$ **kada tranzistor radi u zasićenju**

ili

$V_{D1} \approx 0$**, kada tranzistor ne vodi.**

4.2.1 Spuštač napona

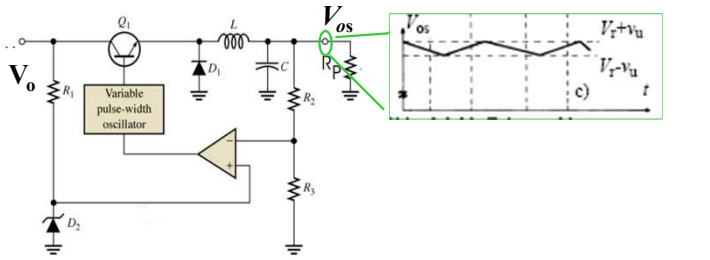


- **Struja kroz kalem linearno raste sa naponom dok Q1 vodi:**

$$i_L \approx \frac{1}{L}\int (V_o - V_{os}) \cdot dt = \frac{(V_o - V_{os})}{L} t$$

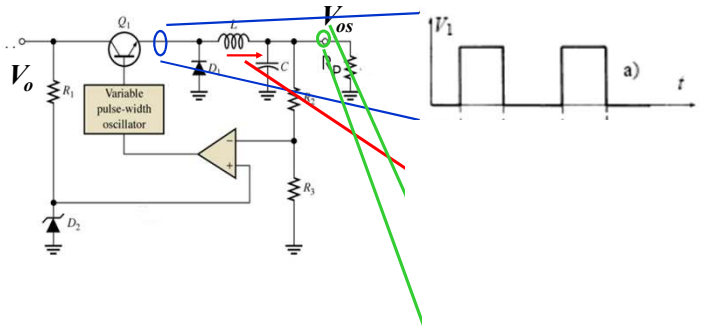
- **Struja kroz kalem nastavlja da teče i kada tranzistor prestane da vodi, jer D1 provede i dopunjuje *C*.**

4.2.1 Spuštač napona

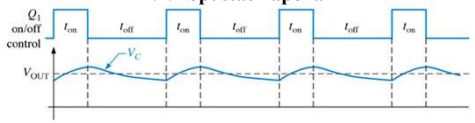


- **Napon na izlazu nalazi se u granicama** $V_{ref} \pm v_u$

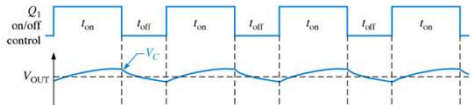
4.2.1 Spuštač napona



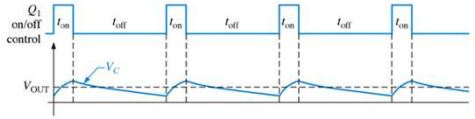
4.2.1 Spuštač napona



(a) V_{OUT} depends on the duty cycle.

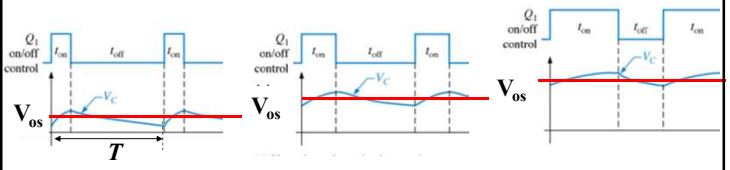


(b) Increase the duty cycle and V_{OUT} increases.



(c) Decrease the duty cycle and V_{OUT} decreases.

4.2.1 Spuštač napona



$$V_{os} = \frac{t_{on}}{T} V_o < V_o$$

videti!

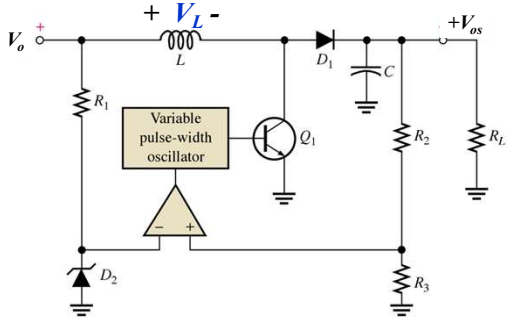
Izvori jednosmernog napajanja

Sadržaj

1. Uvod
2. Usmerači napona
   - 2.1 Jednostrano usmeravanje
   - 2.2 Dvostrano usmeravanje
   - 2.3 Umnožavažavači 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**

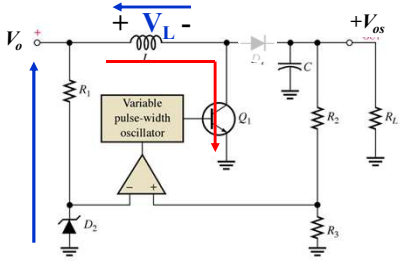
4.2 Prekidački stabilizatori - regulatori napona

4.2.2 Podizači napona



- **Napon na izlazu (V_{0S}) veći je od ulaznog napona (V_0) za V_L.**
- **Osnovna razlika odnosi se na funkciju Q_1 i L.**

4.2.2 Podizači napona

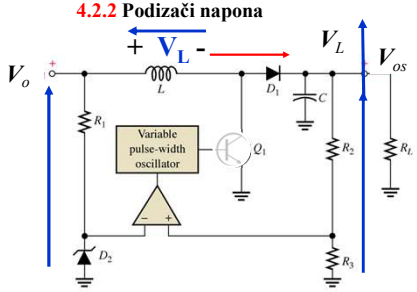


• Kada Q_1 vodi (u zasićenju) => D_1 je zakočena.

$$v_L = L\frac{di_L}{dt} \quad \Rightarrow \quad i_L = \frac{1}{L}\int (V_o - V_{CEs})\cdot dt = \frac{(V_o - V_{CEs})}{L}t$$

$$V_L \approx V_o \cdot \frac{t_{on}}{T}$$

4.2.2 Podizači napona

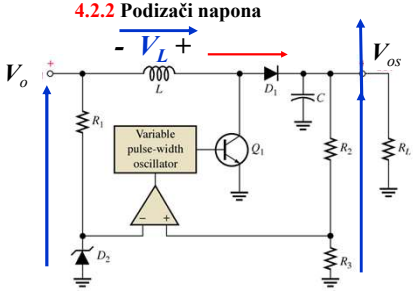


• Kada je Q_1 zakočen => D_1 vodi,

energija se iz *L* prenosi u *C*.

• Napon na *C* veći je za V_L od ulaznog napona.

4.2.2 Podizači napona



• Napon na *C*:

$$V_{os} = \frac{V_o}{1 - \frac{t_{on}}{T}} > V_o$$

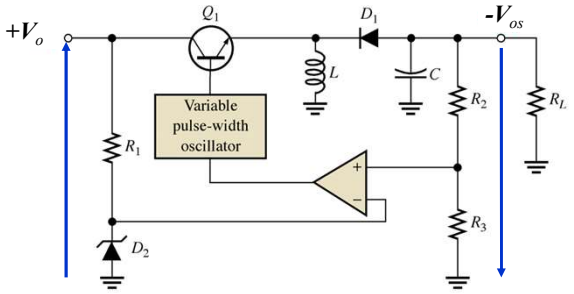
Izvori jednosmernog napajanja

Sadržaj

1. Uvod
2. Usmerači napona
    2.1 Jednostrano usmeravanje
    2.2 Dvostrano usmeravanje
    2.3 Umnožavažavači 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

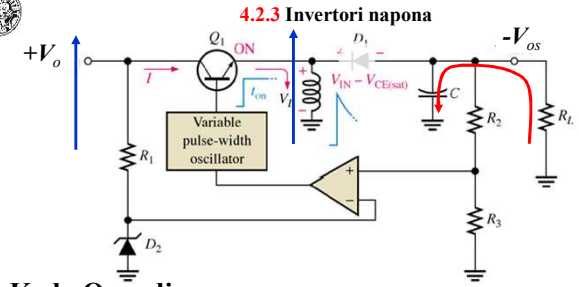
4.2 Prekidački stabilizatori - regulatori napona

4.2.3 Invertori napona



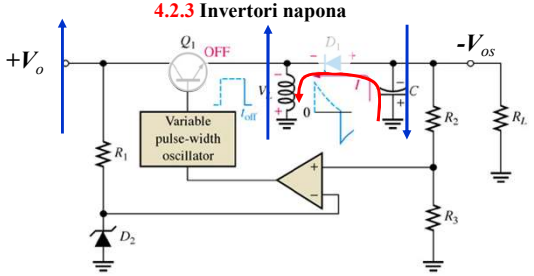
- Izlazni napon ima suprotan polaritet od ulaznog

4.2.3 Invertori napona



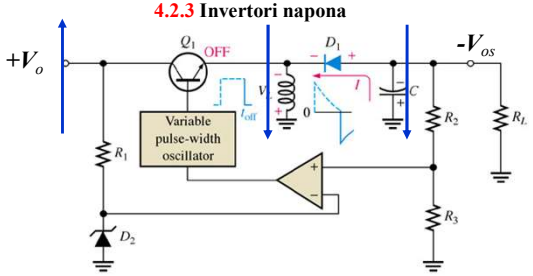
- Kada Q_1 vodi,
- D1 je inverzno polarisana
- napon na kalemu jednak je ulaznom naponu (umanjenom za V_{CES}),
- napon na C zadržava vrednost (sporo se prazni kroz R_L)

4.2.3 Invertori napona



- Kada je Q_1 zakočen,
- napon na L menja polaritet,
- D_1 vodi,
- C se preko r_d puni na V_L=-V_{os}

4.2.3 Invertori napona



- Zavisno od odnosa vremena uključivanja tranzistora napon na izlazu može biti (po apsolutnoj vrednosti)
  - manji , (t_{on}/T)<0.5
  - veći, (t_{on}/T)>0.5 ili
  - jednak ulaznom naponu, (t_{on}/T)=0.5

$$V_{os} = -\frac{\left(t_{on}/T\right)}{1-\left(t_{on}/T\right)}V_o$$

Zaključak

Stabilizatori - regulatori napona napona

- **Obezbeđuju konstantni DC napon na izlazu, nezavisno od promena napona na ulazu i struje kroz potrošač.**
- **Osnovni tipovi stabilizatora su linearni i prekidački**
- **Linearni se realizuju kao redni i paralelni**
- **Prekidački mogu biti spuštači, podizači ili invertori napona**

Zaključak

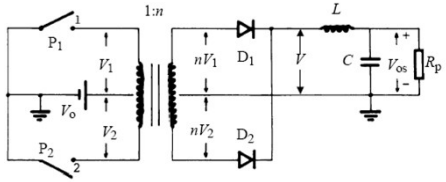
- **Prekidački stabilizatori - regulatori napona znatno su efikasniji od linearnih i pogodni za primene koje zahtevaju veće struje**
- **Prekidački i linearni stabilizatori-regulatori napona realizuju se u integrisanoj tehnici**
- **Postoje *integrisani* stabilizatori – regulatori napona za *fiksne* i *promenljive* pozitivne ili negativne napone**
- **Mogućnosti integrisanih stabilizatora mogu da se prošire ubacivanjem spoljašnjih tranzistora.**

Pretvarači jednosmernog u jednosmerni napon (DC to DC converter) mogu se realizovati na istim principima kao prekidački stabilizatori - regulatori napona.

https://www.youtube.com/watch?v=CEhBN5_fO5o&spfreload=10
Pretvarači jednosmernog u jednosmerni napon

Za one koji žele da nauče više

Alt



Više o ovoj temi na kursu "Energetska elektronika"

Sledi:

-Rekapitulacija (pitanja/odgovori)

Šta smo naučili?

- **Uloga i osnovne karakteristike stabilizatora (regulatora) napona.**
  - **Skicirati strukturnu blok šemu integrisanog rednog stabilizatora (regulatora) napona i objasniti kako se ostvaruje stabilizacija (regulacija) napona.**
  - **Skicirati osnovnu el. šemu stabilizatora (regulatora) napona realizovanog sa integrisanim stabilizatorom 78XX**
  - **Osnovna blok šema i klasifikacija prekidačkih stabilizatora (regulatora) napona.**

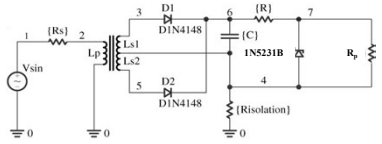
Ispitna pitanja

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

Rešenje Domaći 13.1:

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

$$V_{Z0}=5.1V@I_{Z0}=20mA$$
$$r_z=17\Omega@I_{Z0}=20mA$$
$$\Delta V_Z=V_{Z0}-V_{os}=5{,}1-5=0{,}1V$$
$$\Delta I_Z=\frac{\Delta V_Z}{r_Z}=\frac{0{,}1V}{17\Omega}=5{,}88\approx 6mA$$
$$I_Z\min=I_{Z0}-\Delta I_Z=20-6=14mA$$
$$I_{pmax}=\frac{V_{os}}{R_{pmin}}=\frac{5V}{200\Omega}=25mA$$
$$R=\frac{V_{Cmin}-V_{os}}{I_{Zmin}+I_{pmax}}=\frac{(V_m-V_D)-\Delta V-V_{os}}{I_{Zmin}+I_{pmax}}$$
$$R=\frac{(\sqrt{2}\cdot 12-0{,}7)-0{,}5-5}{14mA+25mA}=\frac{10{,}77V}{39mA}=276\Omega\approx 280\Omega$$



Dvostrano usmeravanje:

$$\Delta V_{C\max}=\frac{V_m-V_D}{2fCR}$$
$$C=\frac{V_m-V_D}{2f\cdot R\cdot\Delta V}$$
$$C=\frac{\sqrt{2}\cdot 12-0{,}7}{2\cdot 50\cdot 276\cdot 0{,}5}=\frac{16{,}27}{1380}=1{,}18mF\approx 1{,}2mF$$