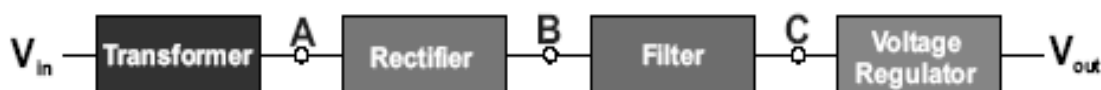
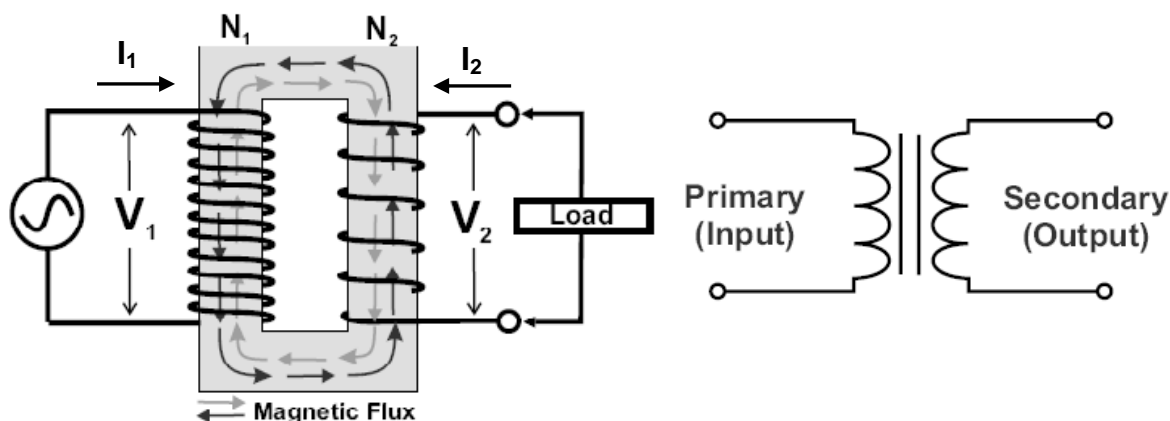


## 5. Izvori za napajanje - Usmerači

- Izvori za napajanje pretvaraju mrežni naizmenični napon (AC~230V/50Hz) u odgovarajući jednosmerni napon (DC – 2-20V) potreban za polarizaciju poluprovodničkih komponenti. Osnovni elementi izvora za napajanje su:
  - Transformator
  - Usmerač
  - Filtar
  - Stabilizator napona



- Transformator:**
  - smanjuje mrežni napon sa primarnog naizmeničnog ~230V na sekundarni naizmenični ~10-20V.
  - vrši galvansko razdvajanje mreže i elektronskog uređaja.



Osnovne relacije idealnog transformatora (efektivne vrednosti):

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}, \quad \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow \frac{V_2 \cdot I_2}{V_1 \cdot I_1} = \frac{N_2}{N_1} \cdot \frac{N_1}{N_2} = 1, \text{ dakle } P_2 = P_1.$$

Aktivna snaga na izlazu idealnog transformatora jednaka je ulaznoj snazi, nema gubitaka pri prenosu snage kroz transformator.

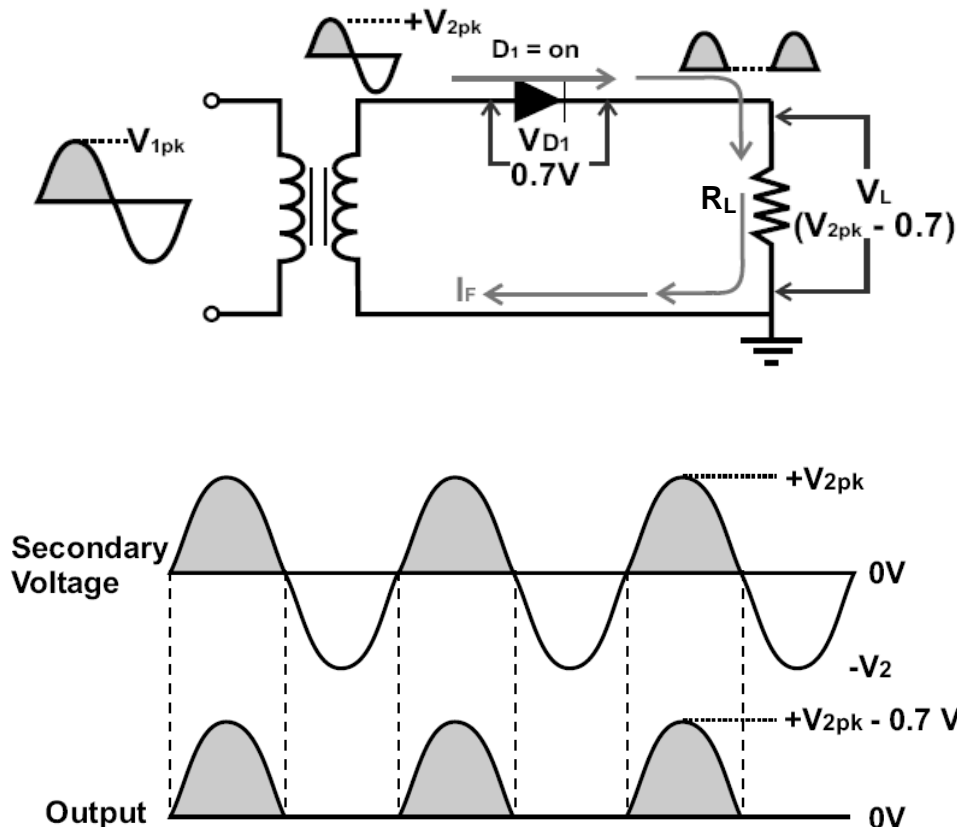
Transformacioni odnos izlaznog-sekundarnog napona ( $V_2$ ) i ulaznog-primarnog napona ( $V_1$ ) lako se kontroliše odnosom broja namotaja primarnog  $N_1$  i sekundarnog kalema  $N_2$ .

- Usmerač**

pretvara naizmenični sinusni (~AC) napon u pulsirajući jednosmerni (~DC) napon. U zavisnosti od vrste usmeravanja razlikuju se:

- polutalasno (jednostrano)
- punotalasni (dvostrano) usmeravanje.

## Polutalasno (jednostrano) usmeravanje

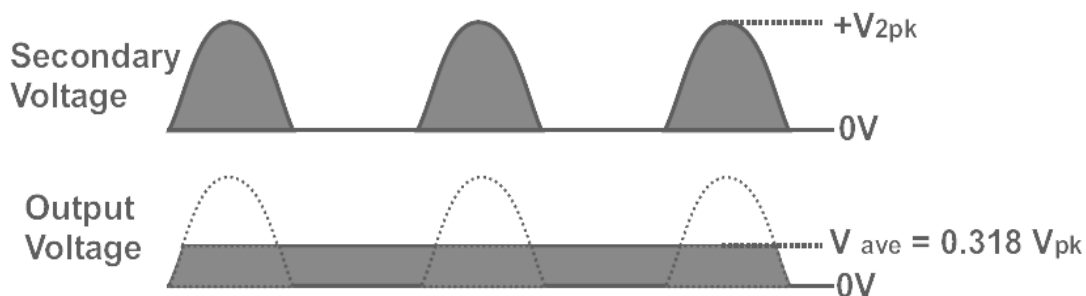


Poluprovodnička dioda provodi samo tokom pozitivne poluperiode napona na sekundaru, jer je samo tada direktno polarisana (anoda na višem potencijalu od katode). Napon na potrošaču  $R_L$  je tada  $v_L = v_2 - v_D = v_2 - 0.7$  [V], tj. umanjeno je za pad napona na provodnoj diodi.

Negativna poluperioda sinusnog napona se „odseca“ i ne dolazi do potrošača  $R_L$ . Maksimalni inverzni napon na diodi jednak je amplitudi sekundarnog napona  $V_{2m} = V_{2pk}$ . Da bi kolo radilo kao usmerač ovaj napon mora biti manji od probojnog napona upotrebene diode  $V_{2pk} < BV_D$  !

Jednosmerna (srednja) vrednost napona na potrošaču je data izrazom

$$V_L = V_{ave} = \frac{V_{2m} - 0.7}{\pi} \approx \frac{V_{2m}}{\pi}$$



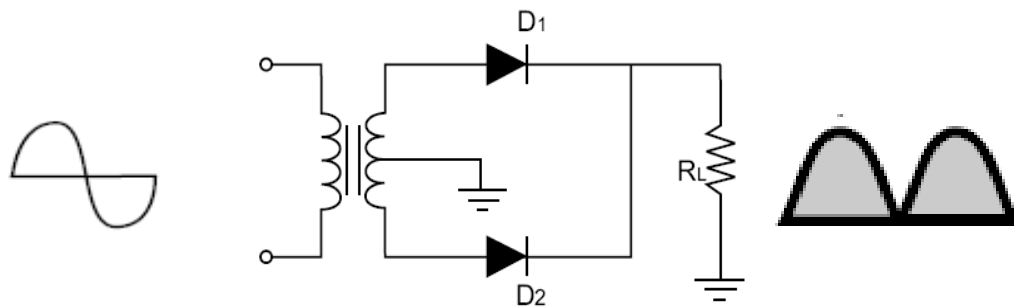
Srednja vrednost struje potošača je onda  $I_L = \frac{V_L}{R_L}$ .

Napomena:

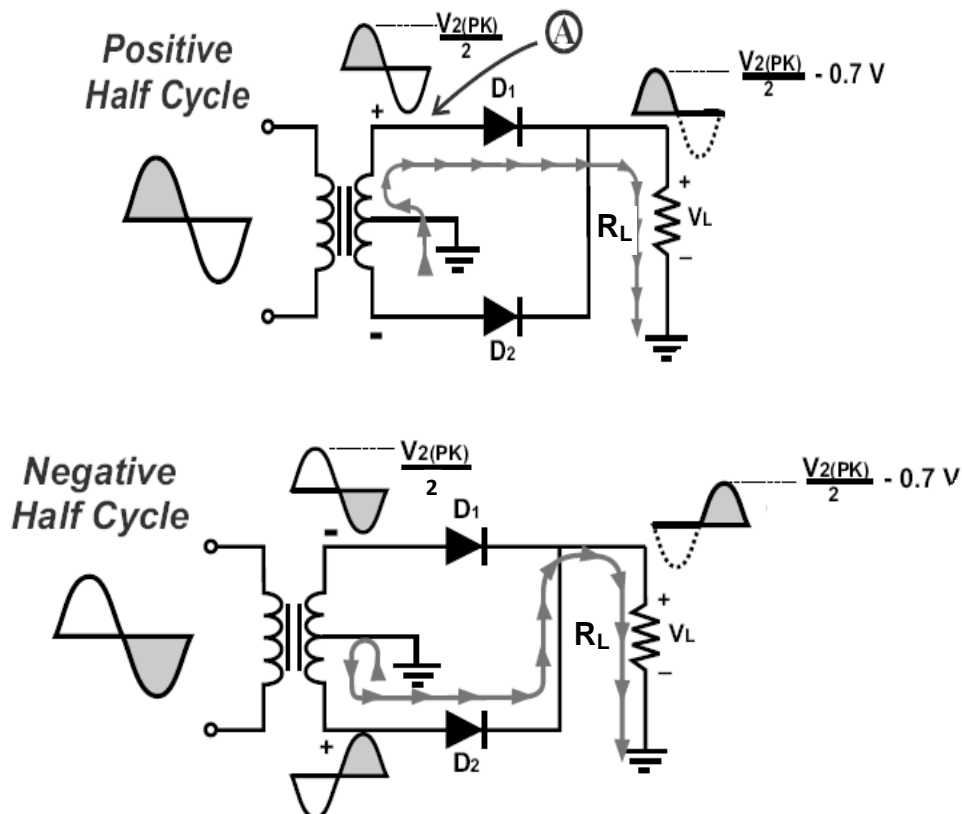
Ako se promeni orijentacija diode biće propuštena negativna poluperioda ulaznog napona, a blokirana pozitivna poluperioda. Izrazi za srednje vrednosti napona i struje ostaju na snazi.

Talasnost izlaznog napona je velika za praktične primene.

**Punotalasno (dvostrano) usmeravanje**

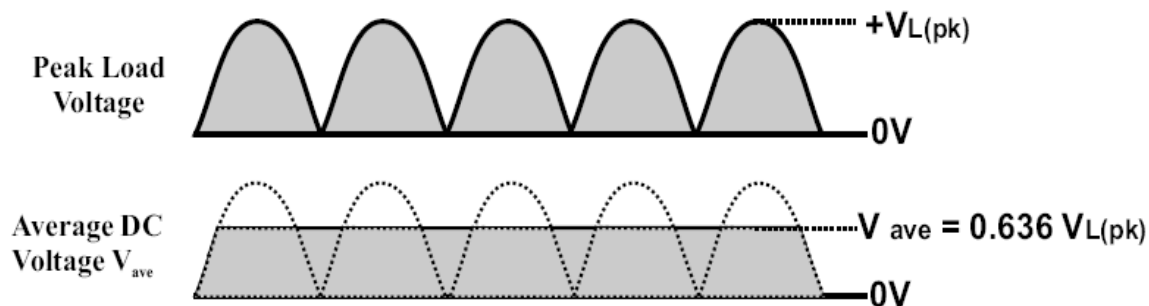


Koriste se dve diode i transformator sa srednjim izvodom (sa dva sekundara).



Tok struje kroz usmerač

Maksimalni inverzni napon na diodama iznosi  $V_{2pk} - 0.7[V]$  i mora biti manji od probojnog napona upotrebljenih dioda.



Jednosmerna (srednja) vrednost napona na potrošaču je data izrazom

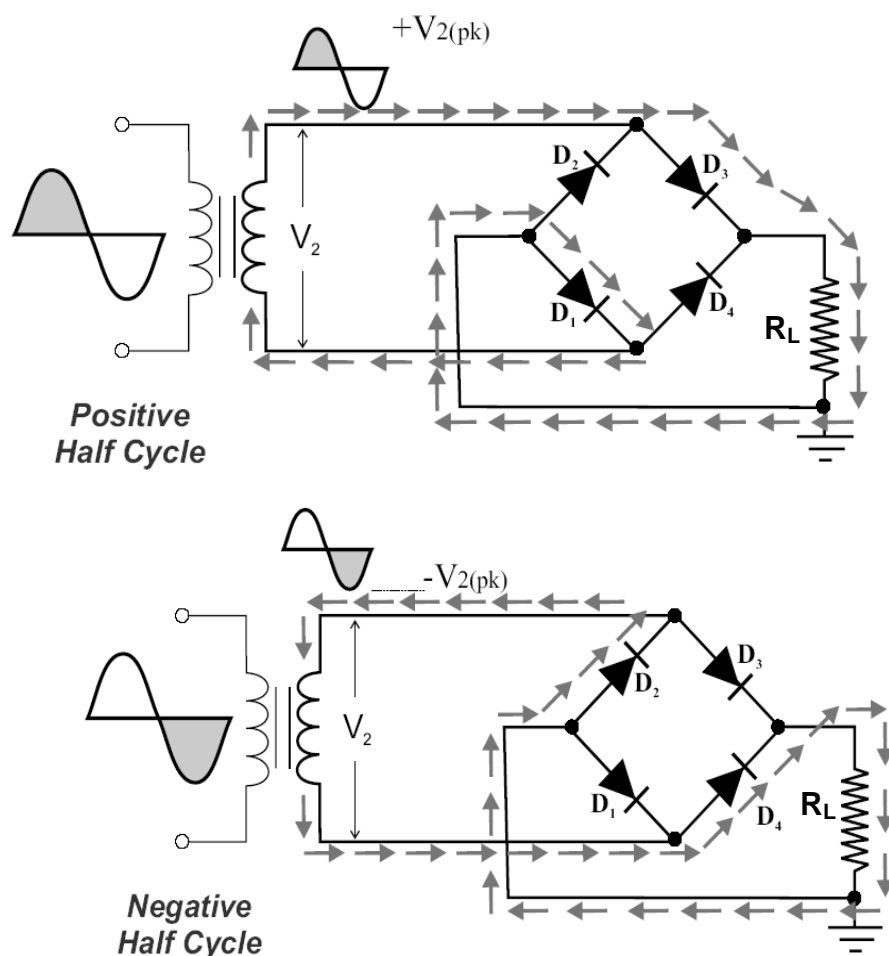
$$V_L = V_{ave} = \frac{2 \cdot \left( \frac{V_{2m}}{2} - 0.7 \right)}{\pi} \approx \frac{V_{2m}}{\pi}.$$

Srednja vrednost struje potrošača je onda  $I_L = \frac{V_L}{R_L}$ .

#### Napomena:

Ako se promeni orijentacija dioda promeniće se i polaritet napona na potrošaču. Talasnost izlaznog napona je manja nego kod jednostranog usmerača.

#### Grecov mostni usmerač



Koriste se četiri diode u mostnoj sprezi. Maksimalni inverzni napon na diodama iznosi  $V_{2pk} - 0.7[V]$  i mora biti manji od probojnog napona upotrebljenih dioda.

Jednosmerna (srednja) vrednost napona na potrošaču je data izrazom

$$V_L = V_{ave} = \frac{2 \cdot (V_{2m} - 0.7)}{\pi} \approx \frac{2 \cdot V_{2m}}{\pi}.$$

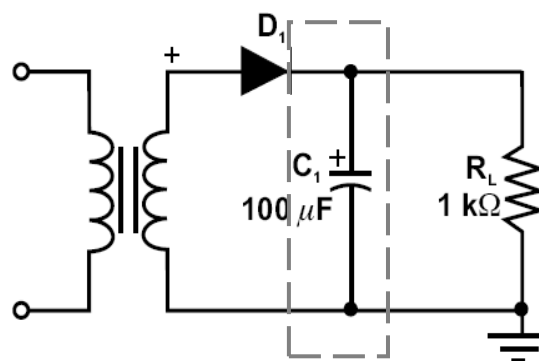
Srednja vrednost struje potrošača je onda  $I_L = \frac{V_L}{R_L}$ .

	Half Wave	Full Wave	Bridge
Schematic Diagram			
Waveform			
Peak Load Voltage $V_{L(pk)}$	$V_{2(pk)} - 0.7V$	$\frac{V_{2(pk)} - 0.7V}{2}$	$V_{2(pk)} - 1.4V$

Pregled usmerača

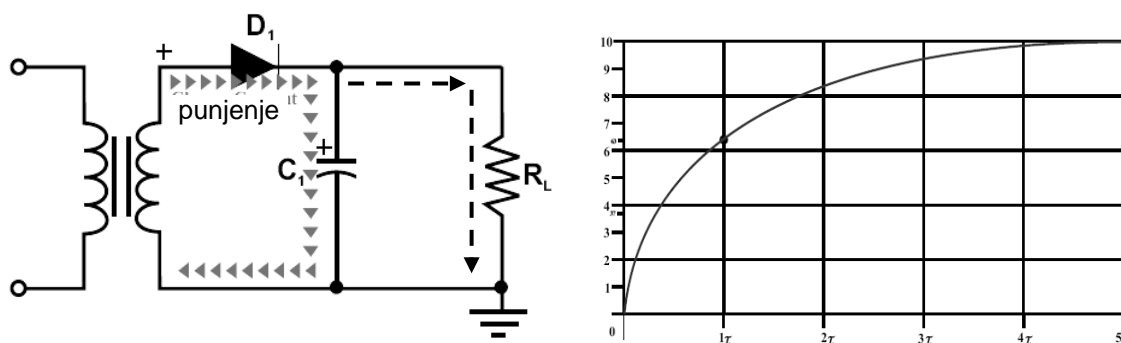
- **Filtar**

smanjuje talasnost izlaznog napona. Cilj je dobiti vremenski konstantan DC napon na izlazu izvora za napajanje.



Jednostavan filter sa jednim kondenzatorom vezanim paralelno potrošaču.

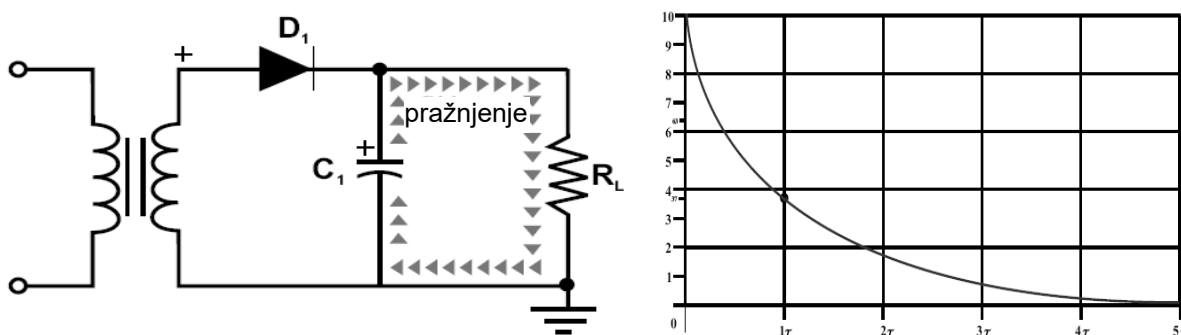
### Režim punjenja kondenzatora tokom pozitivne poluperiode sinusnog napona



Kondenzator se puni kroz usmeračku diodu, čija je otpornost tokom provođenja mala, reda nekoliko Oma. Za dinamičku otpornost diode  $r_d = 5[\Omega]$  vremenska konstanta punjenja kondenzatora je  $\tau = r_d \cdot C = 5 \cdot 100 \cdot 10^{-6} = 500[\mu s]$ , pa će se kondenzator sigurno napuniti tokom usponskog dela pozitivne poluperiode koji traje  $5[ms]$ . Tokom režima provodjenja diode struju kroz potrošač i kondenzator obezbeđuje sekundar transformatora. Napon na potrošaču određen je naponom na kondenzatoru.

***Prelazni procesi u električnim kolima mogu se smatrati završenim posle isteka 5 vremenskih konstanti  $\tau$ .***

### Režim pražnjenja kondenzatora tokom negativne poluperiode sinusnog napona



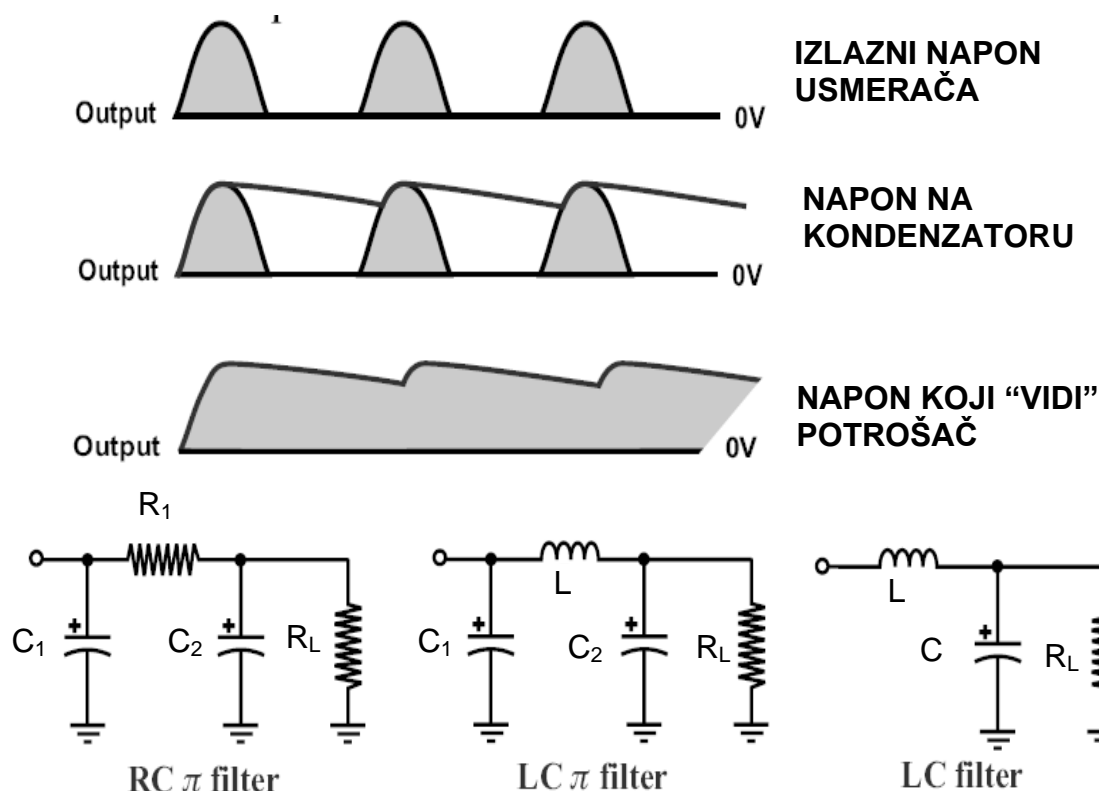
Kondenzator se prazni kroz potrošač, čija je otpornost reda KOma, pa je vremenska konstatna pražnjenja  $\tau = R_L \cdot C = 1 \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 10^{-6} = 100[ms]$ . Vremenska konstatnta je mnogo veća od trajanja negativne poluperiode (10 ms), pa se napon na kondenzatoru i potrošaču neće mnogo promeniti. Tokom neprovodnog režima diode struju kroz potrošač obezbeđuje kondenzator. Napon na potrošaču određen je ponovo naponom na kondenzatoru.

Dioda provodi samo kada je napon na anodi (napon na sekundaru transformatora) veći od napona na katodi (napon na potrošaču) barem za prag provodjenja. Tokom provodnog režima diode dopunjava se kondenzator. Brzina promene napona na sekundaru transformatora je određena frekvencijom ulaznog napona, a na potrošaču vremenskom konstantom izlaznog RC kola.

### Ograničenja u izboru otpornosti potrošača i kapacitivnosti kondenzatora:

Otpornost potrošača  $R_L$  je određena osobinama elektronskog kola koje se napaja i ne može se proizvoljno menjati. Povećanje  $R_L$  smanjuje talasnost izlaznog napona ali i izlaznu struju, što je najčešće neprihvatljivo.

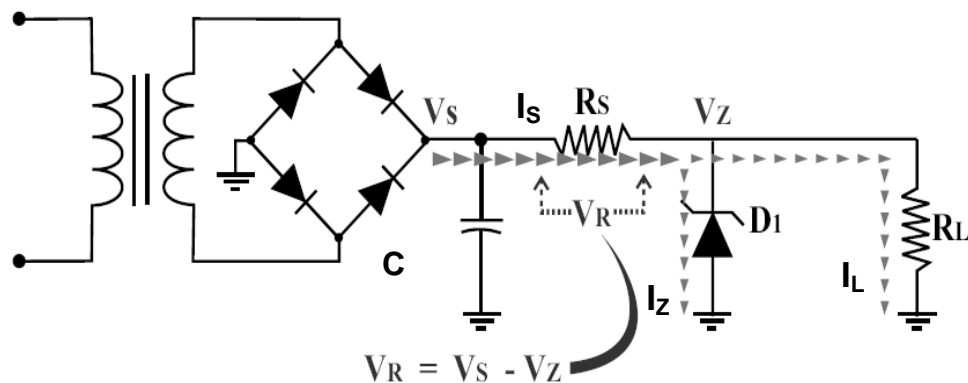
Povećanje kapaciteta filtarskog kondenzatora  $C$  smanjuje talasnost izlaznog napona, ali i produžava vreme punjenja kondenzatora – postoji opasnost da se kondenzator ne napuni tokom pozitivne poluperiode.

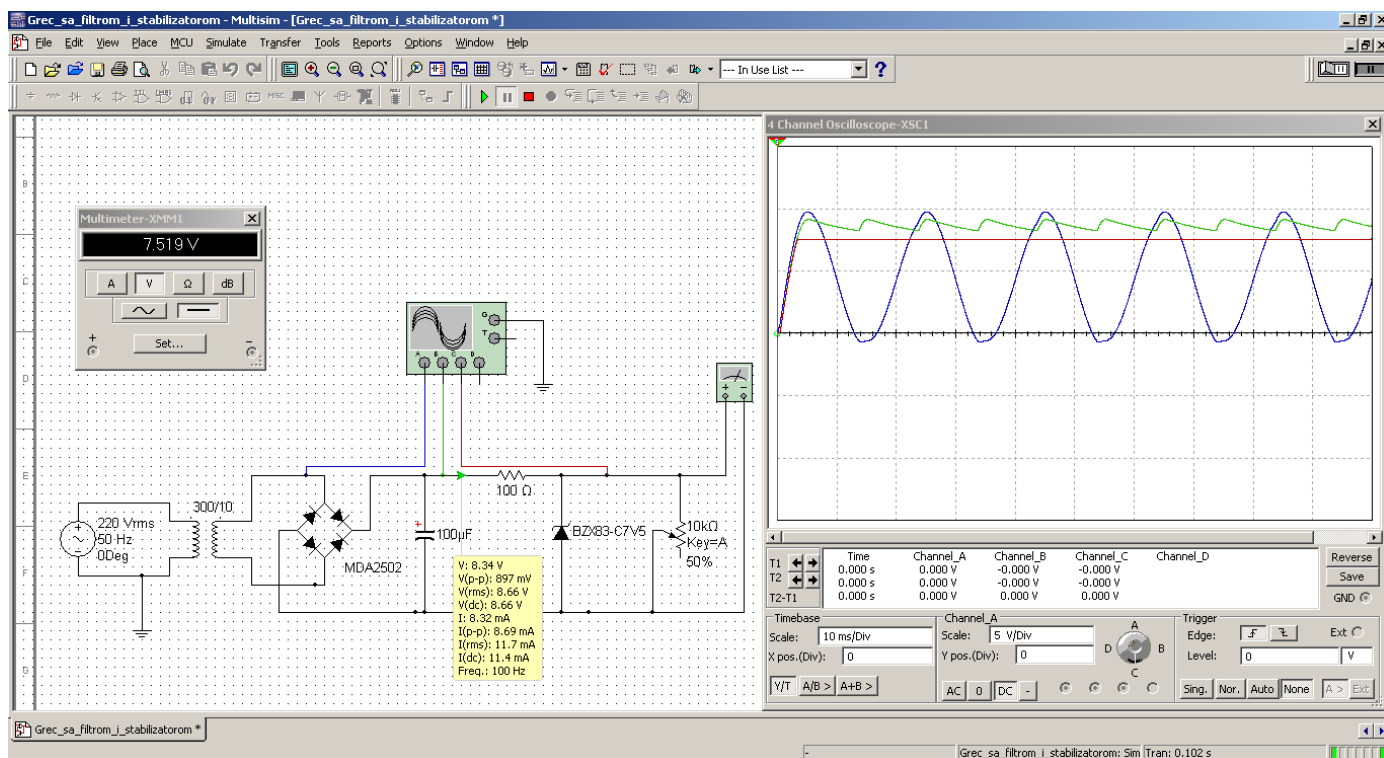


Filtri drugog reda koji se primenjuju u kolima za napajanje

### • Stabilizator napona

služi da izlazni napon učini nezavisnim od varijacije otpornosti potrošača i fluktuacije ulaznog mrežnog napona. Najjednostavnija realizacija je pomoću Zener diode koja radi u režimu proboja.





Izgled ekrana programskog paketa NI Multisim sa simulacijom kola sa slike

### Napomene:

Pad napona na otporniku  $R_S$  ne sme biti suviše veliki, jer onda Zener dioda ne bi radila u režimu proboja.

Problem sa kratkim spojem  $R_L = 0$  i prekidom u kolu potrošača  $R_L \rightarrow \infty$ . Ovi problemi će biti detaljno razmatrani u okviru Analogne elektronike. Za sada napomenimo samo da struja kroz Zener diodu mora biti veća od „struje držanja“ diode i manja od maksimalne struje uslovljene maksimalnom termičkom disipacijom na diodi. Očigledno je  $I_Z = I_S - I_L$ . Struja potrošača je  $I_L = V_Z / R_L$ .