



**ELEMENTI UREĐAJA Ee**

**ENERGETSKA ELEKTRONIKA**  
**Ee**

**Visoka škola elektrotehnike i računarstva**

**Neša Rašić**



# Elementi uređaja Ee

Sastavni elementi uređaja Ee su:

- - **otpornici,**
- - **kondenzatori,**
- - **zavojnice i transformatori,**
- - **poluprovodnički elementi (diode, tranzistori, tiristori i dr.)**

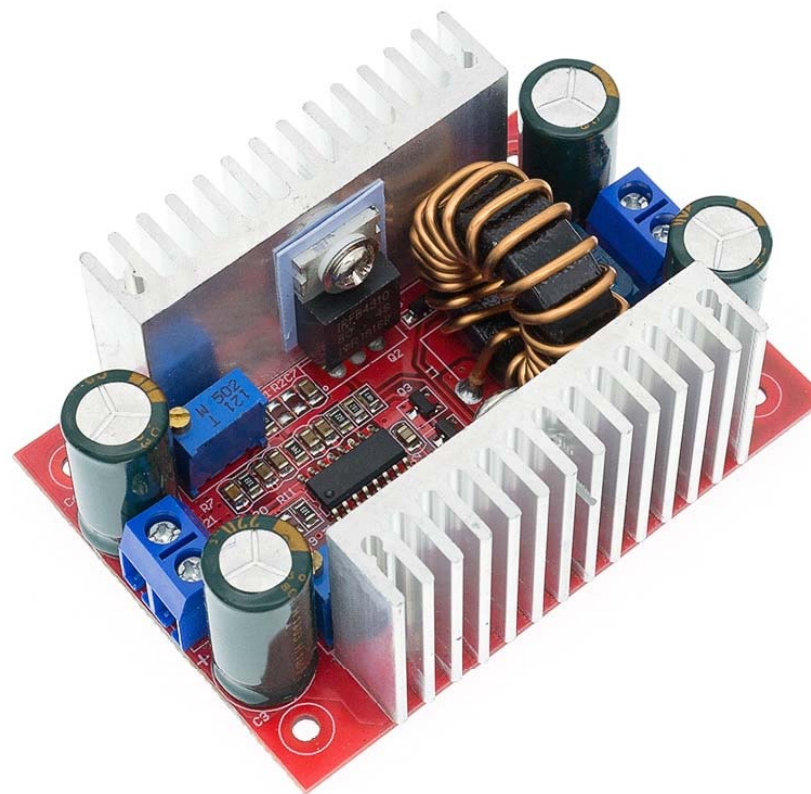
Poluprovodnički i magnetni elementi sa jezgrom su nelinearni elementi, dok su otpornici, kondenzatori i neki drugi elementi linearni elementi.



# Magnetni elementi

U energetsom delu pretvarača koriste se sledeći magnetski elementi:

- transformatori
- filterske prigušnice
- komutacioni transformatori
- komutacione prigušnice





# Transformatori

se koriste za promenu nivoa napona i za galvansko odvajanje dva sistema

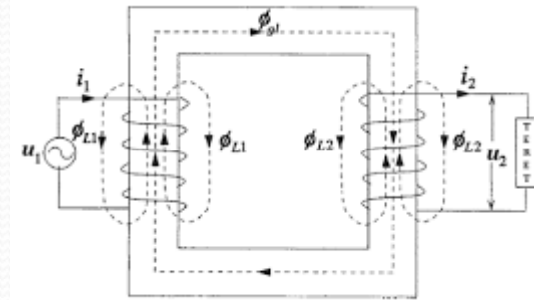
Za razliku od uobičajnih transformatora kod uređaja Ee oni su opterećeni nesinusnim naponima frekvencija od nekoliko Hz do nekoliko kHz. Zbog toga njihovi rasipni parametri (induktivnost i kapacitivnost) imaju različiti uticaj u različitim sklopovima. Njihov uticaj se povećava sa povećanjem frekvencije.

Radnu frekvenciju transformatora određuju: napon napajanja, potrošač, stepen korisnog delovanja i dimenzija i masa uređaja.



# Rasipna induktivnost transformatora

zavisi od načina izvedbe.

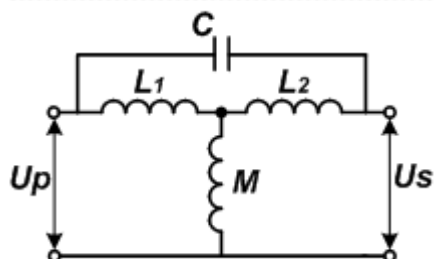


Dopuštena vrednost rasipne induktivnosti zavisi od sklopa u kome se koristi. Zbog rasipne induktivnosti nastaju padovi napona, komutacioni gubici, komutacioni prenaponi pa je zato poželjno da ona bude što manja.

Sa druge strane rasipna induktivnost ograničava struju kratkog spoja i brzinu porasta struje prekidača za vreme komutacije i tako smanjuje uticaj uređaja na mrežu ili opterećenje.

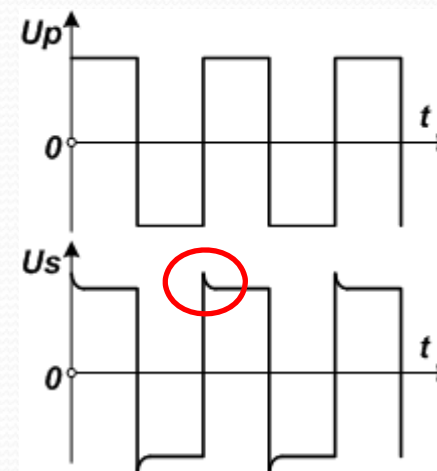
# Realni transformator

Realni transformator možemo predstaviti pomoću sledeće šeme:



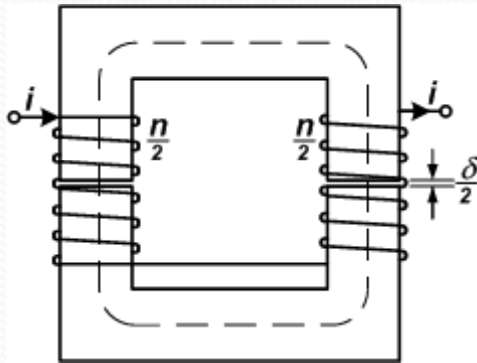
$C$  je parazitna kapacitivnost između namotaja, a  $L_1$ ,  $L_2$  i  $M$  odgovarajuće induktivnosti

Postojanje parazitne kapacitivnosti doprinosi talasnom izobličenju sekundarnog napona. Preko ove kapacitivnosti prenose se visokofrekventne komponente signala kao i smetnje, što se može umanjiti postavljanjem metalnog zaklona između primara i sekundara ili velikom kapacitivnošću na sekundaru.





# Filterske prigušnice



Filteri u energetska uređajima “pretvaraju” nesinusne naizmenične veličine u sinusne. Filterske prigušnice “ravnaju” pulsirajuće struje.

Najčešće se prave sa gvozdenim jezgrom, jer se tako smanjuju dimenzije, masa i cena. Induktivnost prigušnice sa gvozdenim jezgrom i vazдушnim procepom podešava se veličinom vazdušnog procepa.

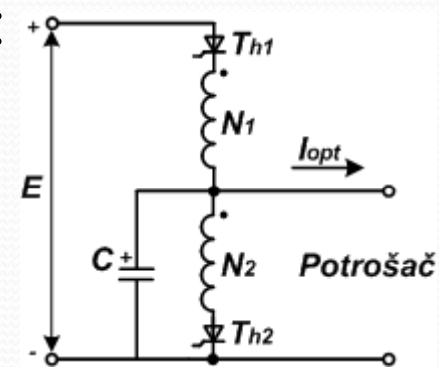
Materijal od koga se pravi magnetno jezgro bira se u zavisnosti od radne frekvencije.

# Komutacioni transformatori

Komutacioni transformatori se koriste u strujnim krugovima za isključenje tiristora. Jedan takav strujni krug je:

Razlike komutacionog i običnog transformatora:

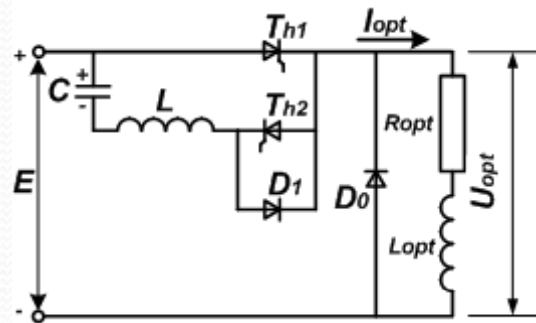
- prenos energije sa jednog namoja na drugi ne odvija se trenutno, nego se energija u jednom vremenskom intervalu gomila u jezgri transformatora, a u drugom se prazni
- induktivnosti namotaja moraju biti tačno definisane iako postoji vazdušni procep



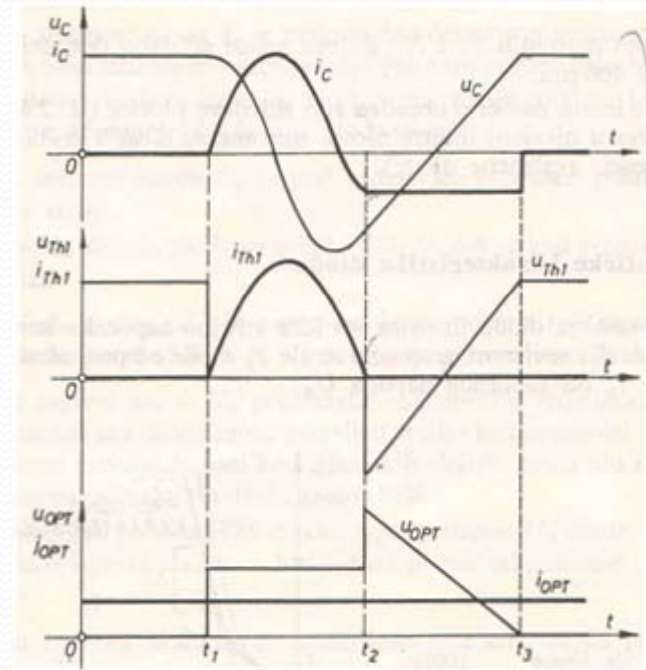


# Komutacione prigušnice

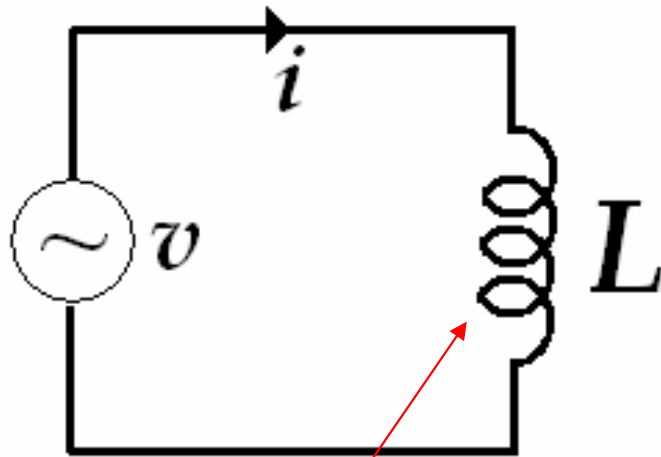
Imaju primenu u komutacionim krugovima energetskih pretvarača. Na donjoj slici prikazan je jedan sklop sa komutacionom prigušnicom



U grupu komutacionih prigušnica spadaju i prigušnice za ograničenje brzine porasta struje kroz poluprovodničke prekidače. Smanjenjem brzine porasta struje smanjuju se gubici uključenja.



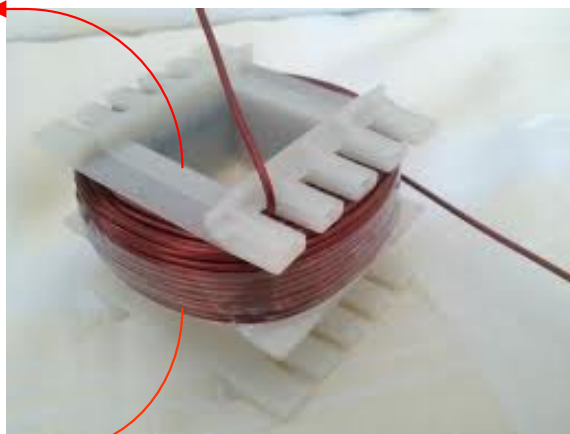
# ČISTO INDUKTIVNO OPTEREĆENJE



ZA SINUSNI TALASNI OBLIK  
NAPONA  $v$  KAKAV JE TALASNI  
OBLIK STRUJE OPTEREĆENJA  $i$ ?

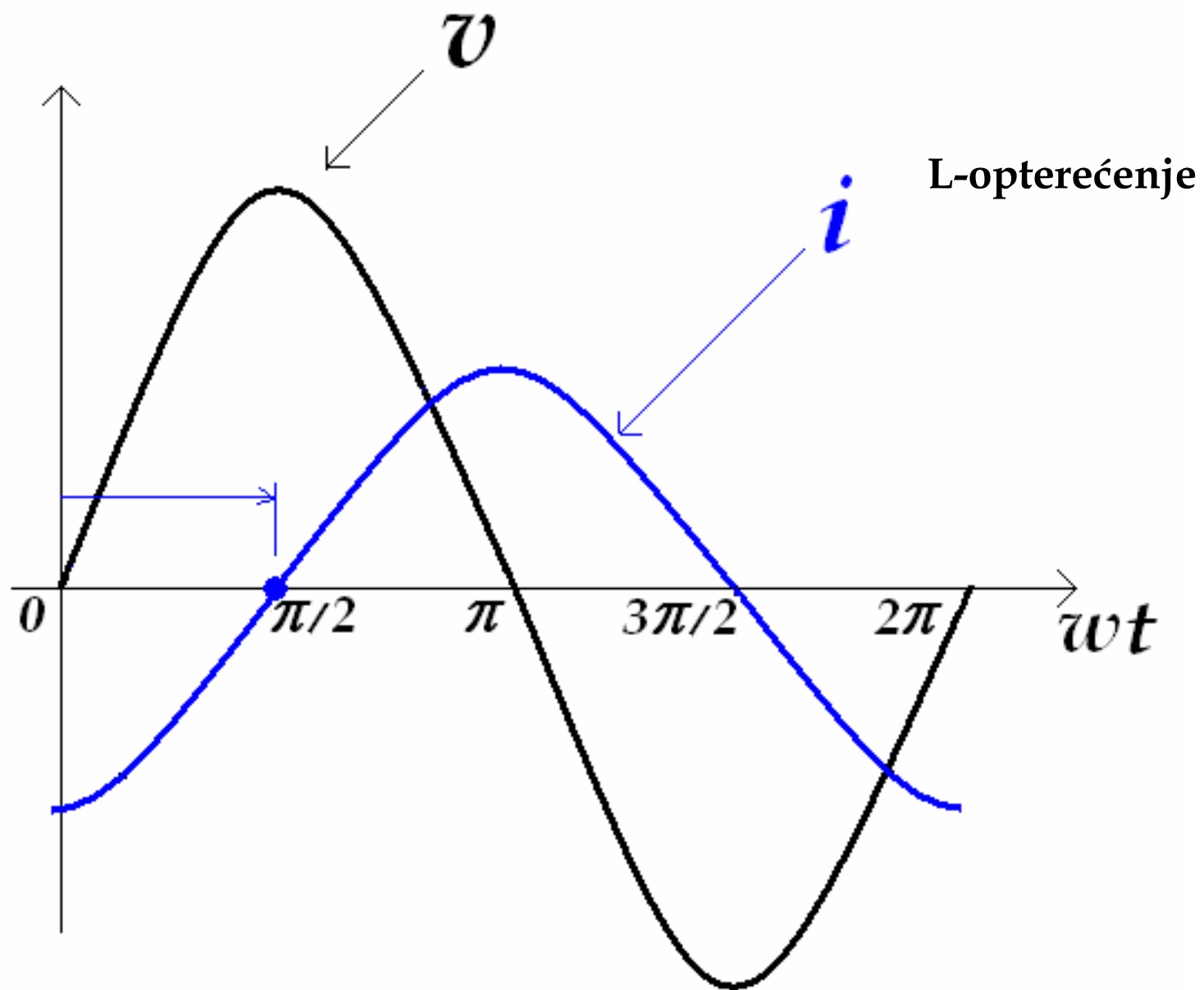
PRETPOSTAVKA : U električnom kolu  
je uspostavljen stacionarni režim

→  
B



ČISTO INDUKTIVNO OPTEREĆENJE tj.  
IDEALNA INDUKTIVNOST NE POSTOJI  
ONO ŠTO JE BLISKO IDEALNOM  
SLUČAJU JE KALEM SA VRLO MALOM  
OMSKOM OTPORNOŠĆU



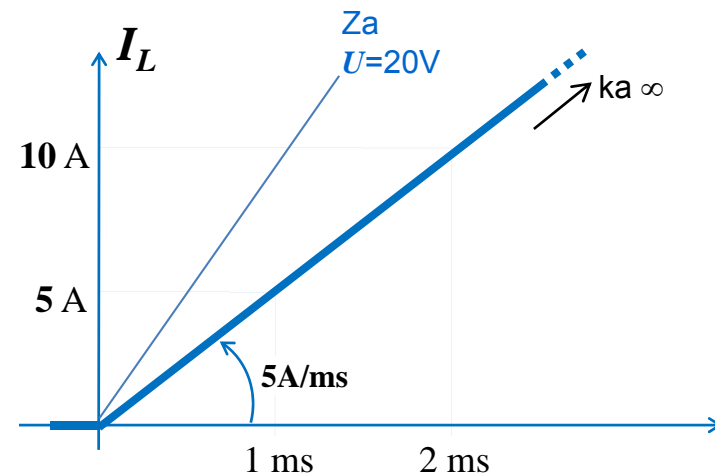
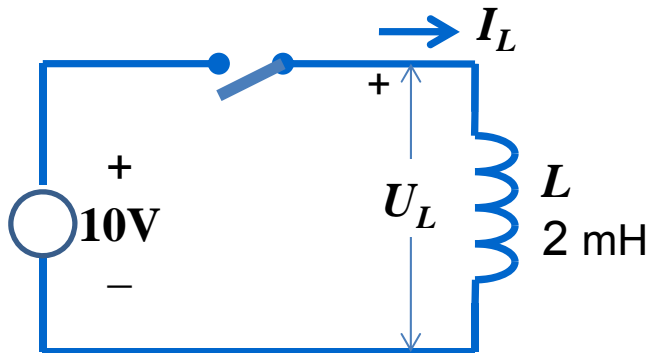


Struja kasni u odnosu na napon za ugao  $\pi/2$

# AKUMULACIONE KOMPONENTE

## Induktivnost (kalem)

- Čuva energiju “održavajući struju”



$$U_L = L \frac{dI_L}{dt} \Rightarrow \boxed{\frac{dI_L}{dt} = \frac{U_L}{L}} = \frac{10\text{V}}{2\text{mH}} = 5000\text{A/s} = 5\text{A/ms}$$

- Za jednosmernu struju predstavlja **kratak spoj!**
- Šta ako isključimo prekidač?

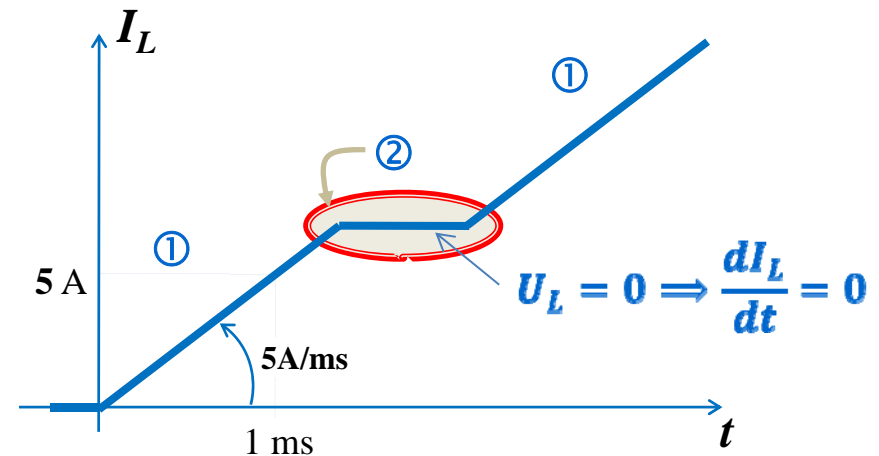
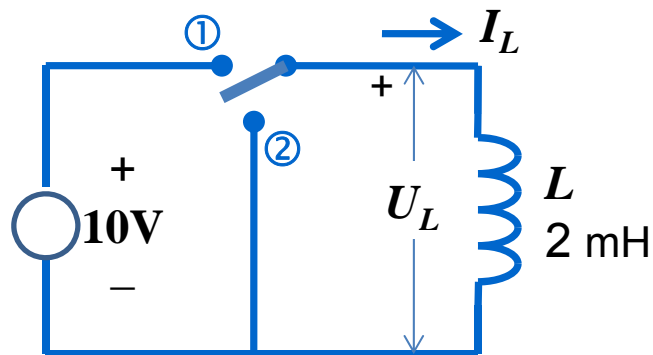




# AKUMULACIONE KOMPONENTE

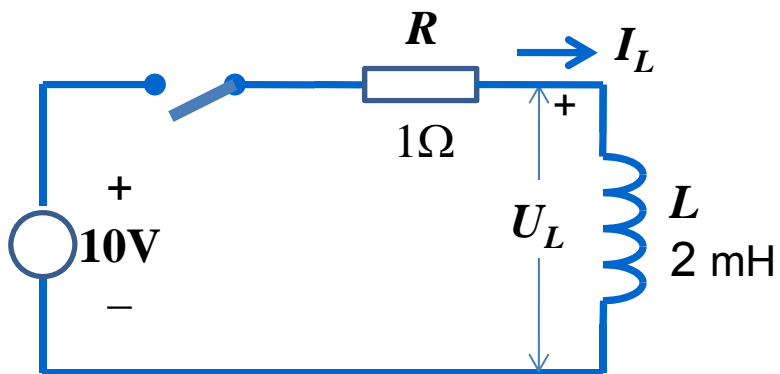
## Induktivnost (kalem)

- Struja se ne može naglo promeniti!

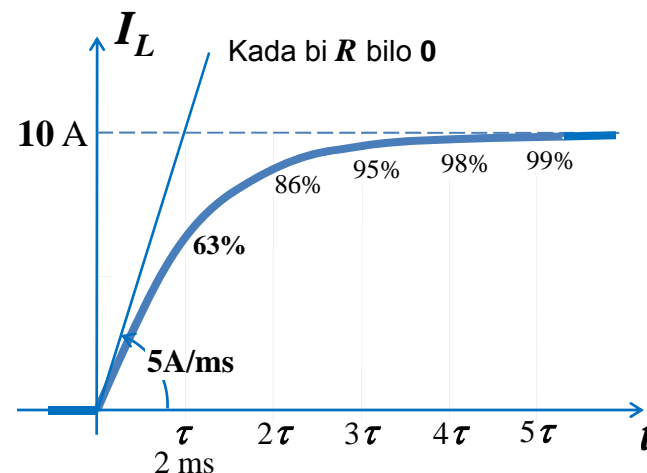


- Kratko-spojena induktivnost zadržava struju kojom je prethodno “napunjena”.
- Ako je  $L$  dovoljno veliko, igra ulogu strujnog izvora

# Realna induktivnost



$$\tau = \frac{L}{R} = \frac{2\text{mH}}{1\Omega} = 2\text{ ms}$$



- Struja u stacionarnom stanju je  $10\text{V}/1\Omega = 10\text{A}$ 
  - Kao da je umesto induktivnosti kratak spoj
- Nagib u trenutku zatvaranja prekidača je ponovo  $5\text{A/ms}$ 
  - Kao da je  $R = 0$