



# TRANSFORMATORI

# Definicija

---

- ▶ Transformatori su statičke mašine koje transformišu električnu energiju jedne vrijednosti napona u električnu energiju druge vrijednosti napona i nepromijenjene vrijednosti frekvencije.
- ▶ Ukoliko se zanemare gubici, transformator ne mijenja vrijednost električne snage niti energije.
- ▶ Prema broju faza transformatori se dijele na:
  - ❖ Jednofazne transformatore
  - ❖ Trofazne (višefazne) transformatore



# Uloga transformatora na brodovima

---

- ▶ Uloga transformatora na brodovima je da prilagodi vrijednost napona onoj koju potrošači zahtijevaju.
- ▶ Na brodovima se pretežno nalaze transformatori koji spuštaju vrijednost napona (jer je napon koji proizvode sinhroni generatori veći od vrijednosti napona pri kojoj radi većina potrošača).



# Konstrukcija

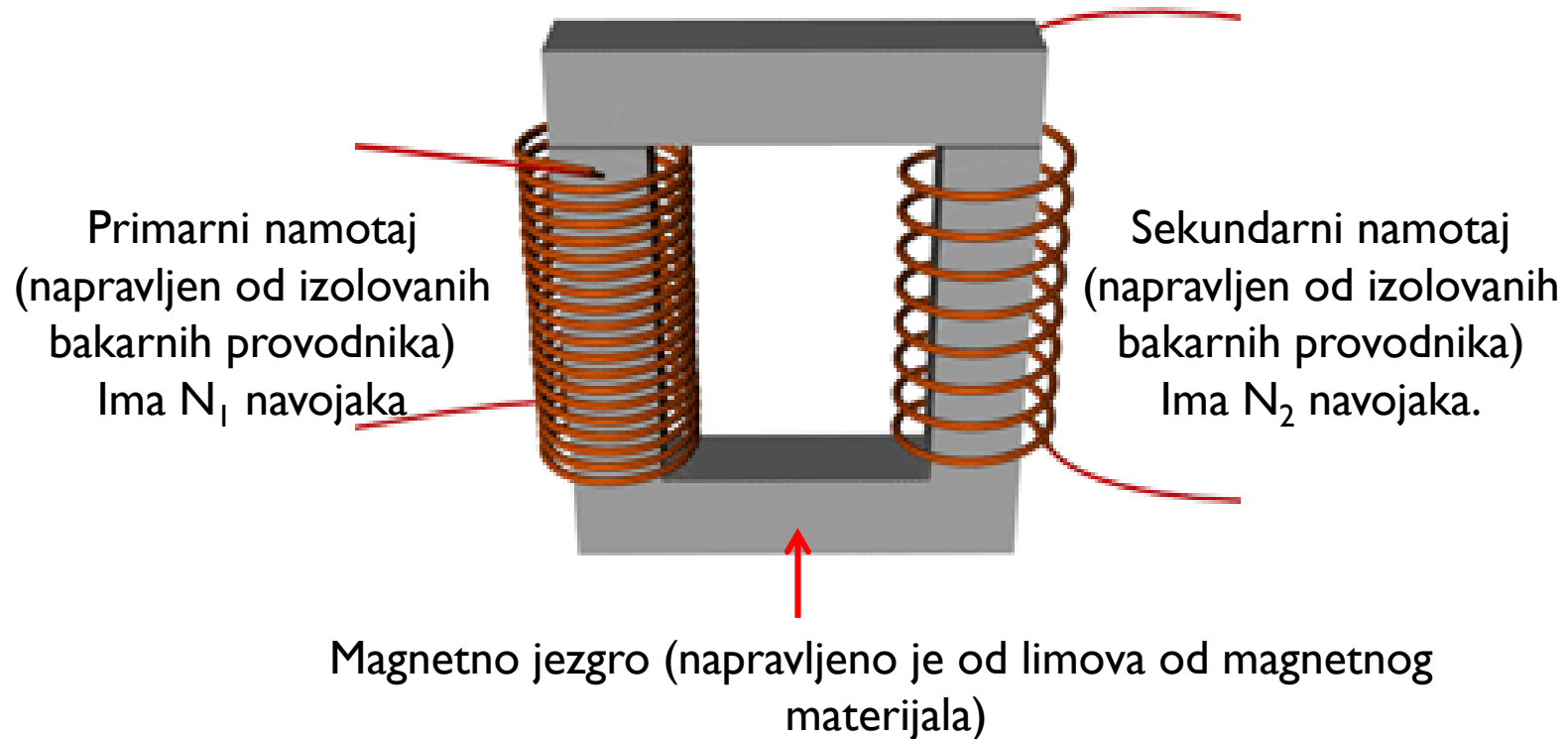
---

- ▶ Transformator se sastoji iz sledećih osnovnih delova:
  - magnetnog kola,
  - namotaja,
  - izolacije,
  - transformatorskog suda,
  - pomoćnih dijelova i pribora.



# Konstrukcija – pogled iznutra

---



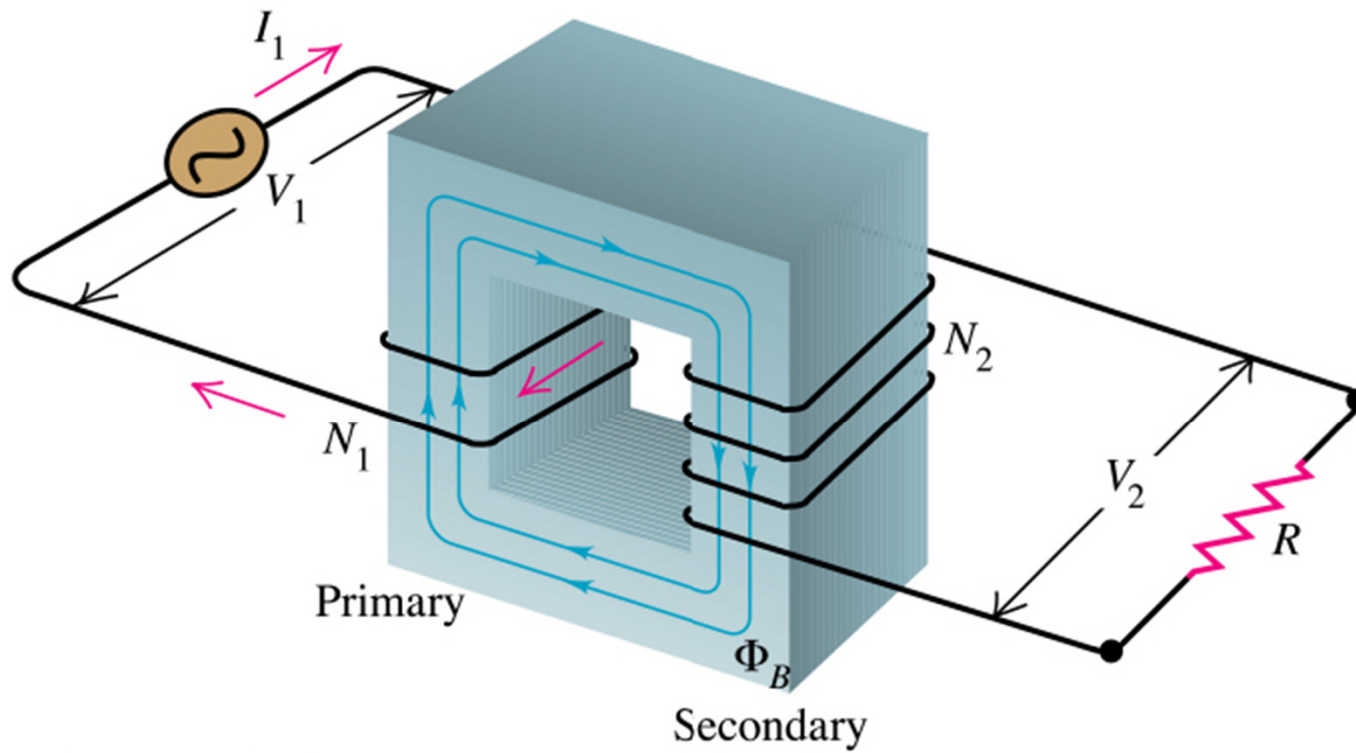
U cilju poboljšanja izolacije i poboljšanja odvođenja toplote, jezgro i namotaji se postavljaju u sud ispunjen uljem. U slučaju transformatora manjih snaga ulje nije potrebno nego se jezgro i namotaji nalaze u vazduhu ili gasu – suvi transformatori.

---



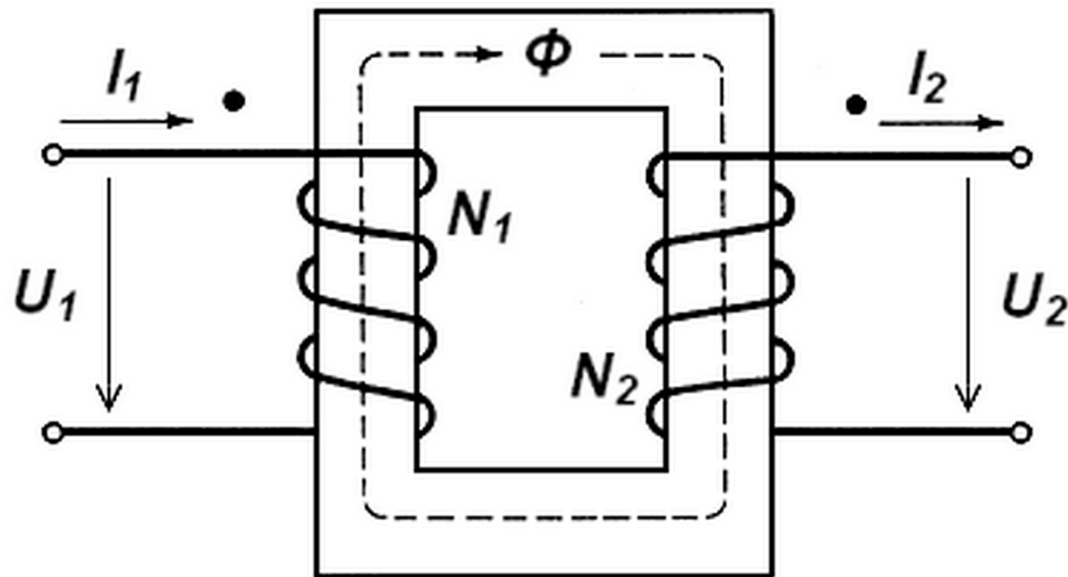
# Princip rada

---



# Princip rada

---



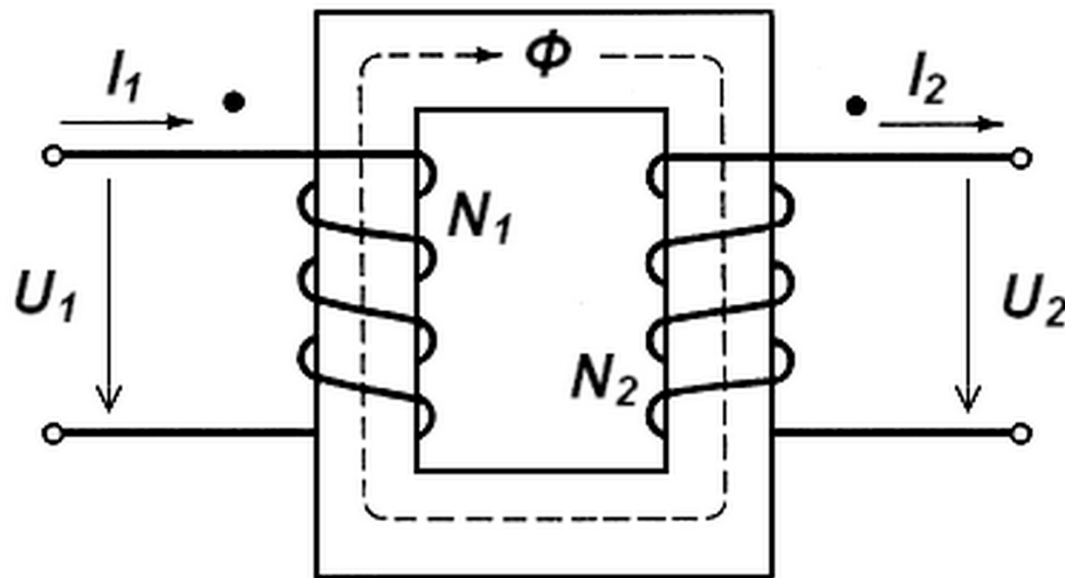
Ukoliko se posmatra idealni transformator (transformator bez gubitaka) i ako na njegov primarni namotaj dovedemo napon:

$$u_1 = U_{1\max} \cdot \sin(\omega \cdot t)$$



# Princip rada

---



$$i_1 = I_{1\max} \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

$$\phi = \Phi_{\max} \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

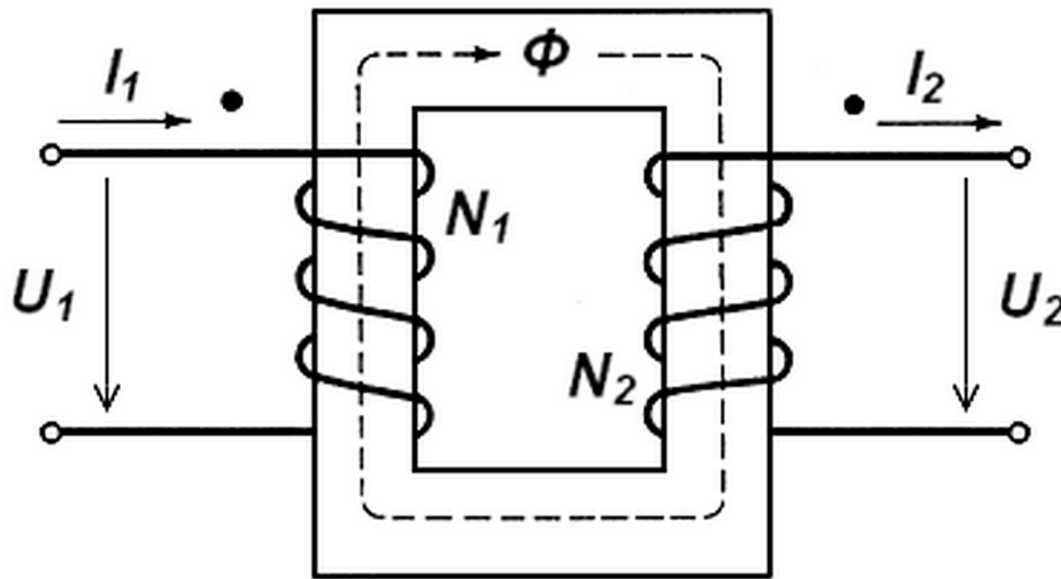
Indukovana ems u primarnom namotaju sa  $N_1$  navojaka je:

$$e_1 = -N_1 \frac{d\phi}{dt} = N_1 \cdot \omega \cdot \Phi_{\max} \cdot \sin(\omega \cdot t)$$





# Princip rada



$$\Phi_{\max} = B_{\max} \cdot S_{\text{FE}}$$

$S_{\text{FE}}$  – površina presjeka magnetnog jezgra

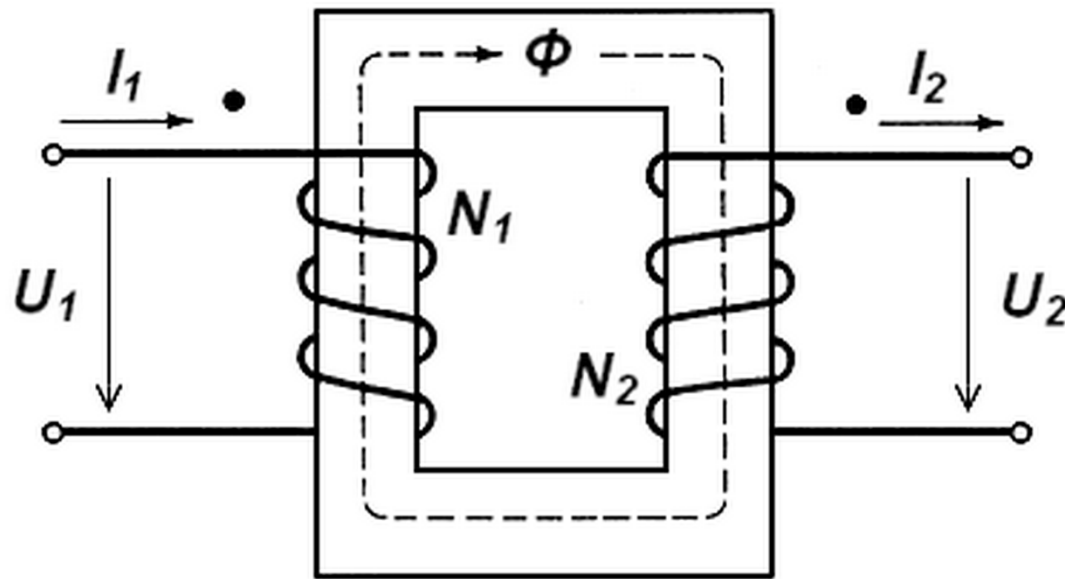
$B_{\max}$  – magnetna indukcija u jezgru

$$e_1 = \underbrace{N_1 \cdot \omega \cdot B_{\max} \cdot S_{\text{FE}}}_{E_{1\max}} \cdot \sin(\omega \cdot t)$$

$$E_1 = \frac{E_{1\max}}{\sqrt{2}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot f}{\sqrt{2}} \cdot N_1 \cdot B_{\max} \cdot S_{\text{FE}} = 4.44 \cdot N_1 \cdot B_{\max} \cdot S_{\text{FE}}$$



# Princip rada



Analogno kao i za primarni namotaj dobija se i za sekundarni namotaj:

$$e_2 = -N_2 \frac{d\phi}{dt} = N_2 \cdot \omega \cdot \Phi_{\max} \cdot \sin(\omega \cdot t)$$

$$E_2 = \frac{E_{2\max}}{\sqrt{2}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot f}{\sqrt{2}} \cdot N_2 \cdot B_{\max} \cdot S_{FE} = 4.44 \cdot N_2 \cdot B_{\max} \cdot S_{FE}$$



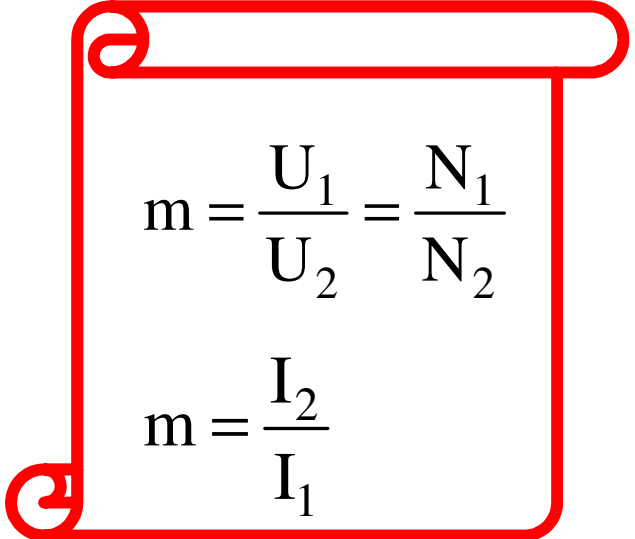
# Princip rada – odnos transformacije

---

Odnos transformacije je najvažnija karakteristika transformatora jer pokazuje koliki je odnos napona primara i sekundara:


$$m = \frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

Kod realnih transformatora važi da je:  $E_1 \approx U_1$   
 $E_2 \approx U_2$


$$m = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$m = \frac{I_2}{I_1}$$

---

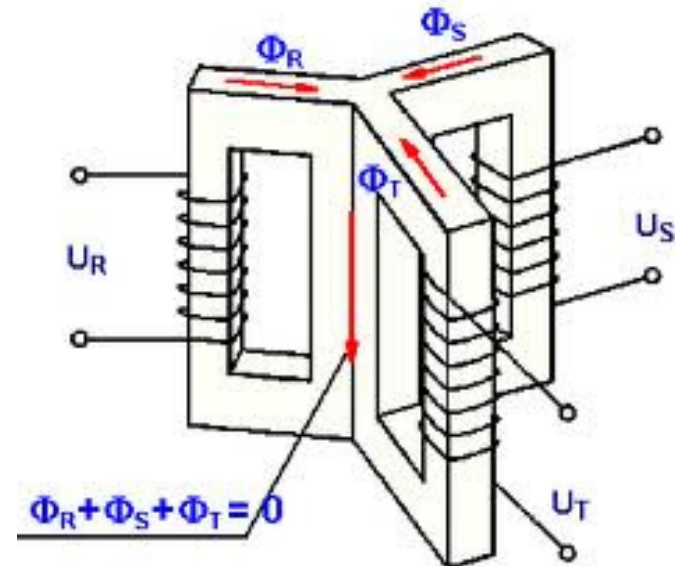


# Trofazni transformatori - konstrukcija

- ▶ Predstavljaju tri jednofazna transformatora čiji se primarni i sekundarni namotaji odvojeno povežu u odgovarajuće sprege.
- ▶ Npr. oznaka Dy znači da su primarni namotaji vezani u trougao, a sekundarni namotaji u zvijezdu.

Zbog uštede u materijalu, hlađenja i drugih radnih stanja jezgro trofaznih transformatora se različito izvodi.

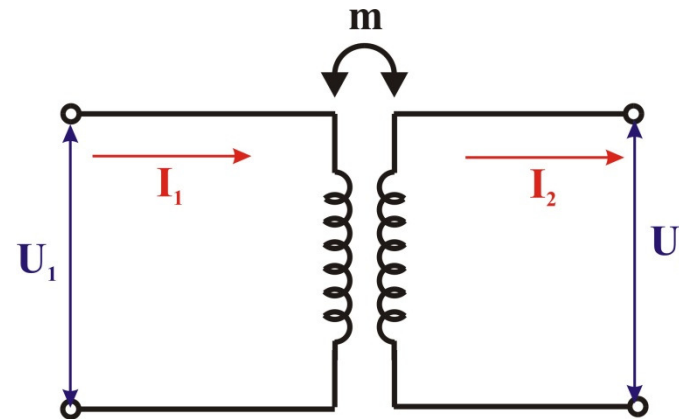
Na slici je prikazan samo jedan namotaj (primarni ili sekundarni). Drugi namotaj se postavlja na istom jezgru.



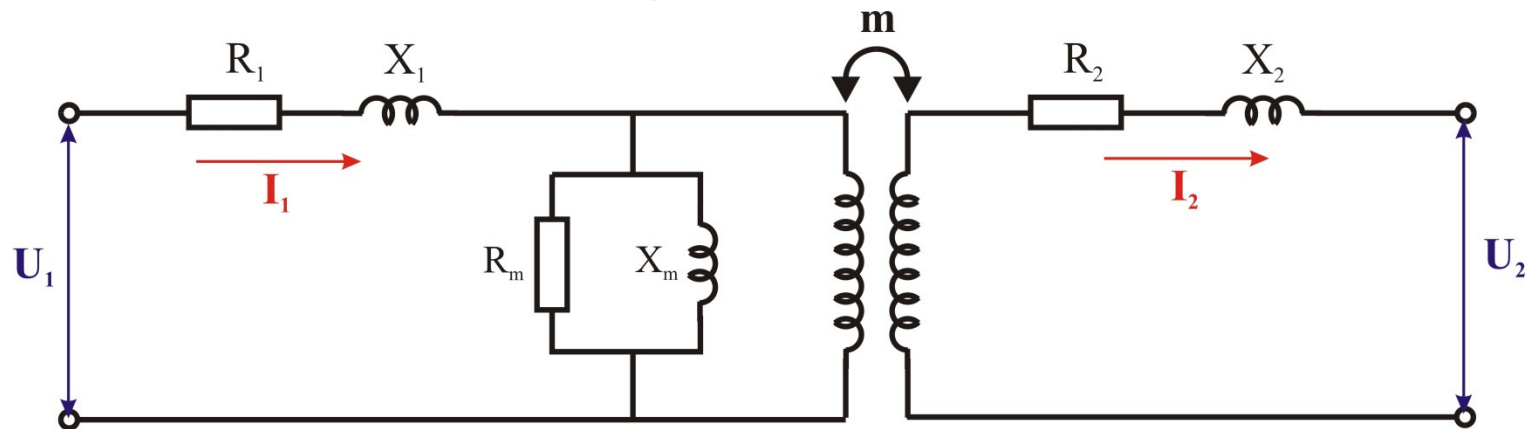
# Zamjenska šema transformatora

---

Zamjenska šema idealnog transformatora



Zamjenska šema realnog transformatora:



```
ERROR: undefined
OFFENDING COMMAND: f'~
STACK:
```