

Zaštita životne sredine i zaštita na radu

Elektrotehnika, okolina i zaštita

Prvi deo kursa - 7 nedelja

dr Miodrag Milutinov

- kabinet 132 NTP
- miodragm@uns.ac.rs

Drugi deo kursa – 7 nedelja

dr Marko Vekić

20.11.2023.

Kolokvijum

1. Zaštita životne sredine u utorak 21.11.2023. u terminu vežbi u MI B4-3
2. Zaštita na radu u sredu 22.11.2023. u terminu vežbi u MI D5-1

Napomena

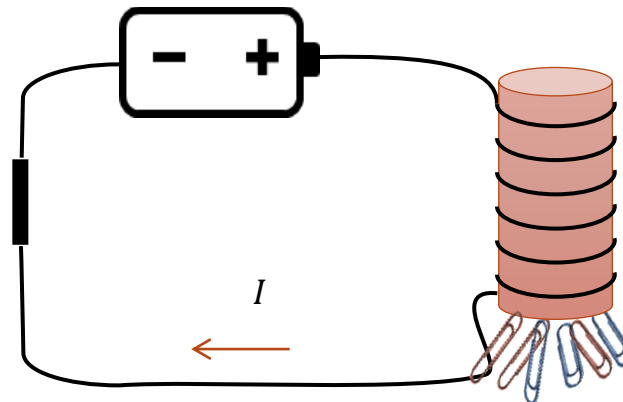
Poeni sa testova i vezbi
se racunaju samo na prvom kolokvijumu.

Nakon toga se brisu.

Magnetsko polje

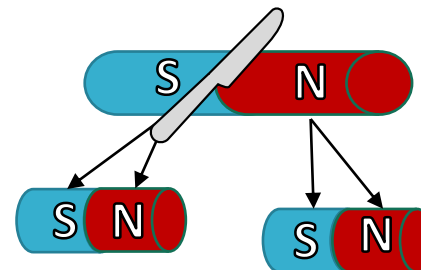
Izvori vremenski konstantnog magnetskog polja su:

- prirodni ili stalni magneti
- vremenski konstantne električne struje



Magnetsko polje

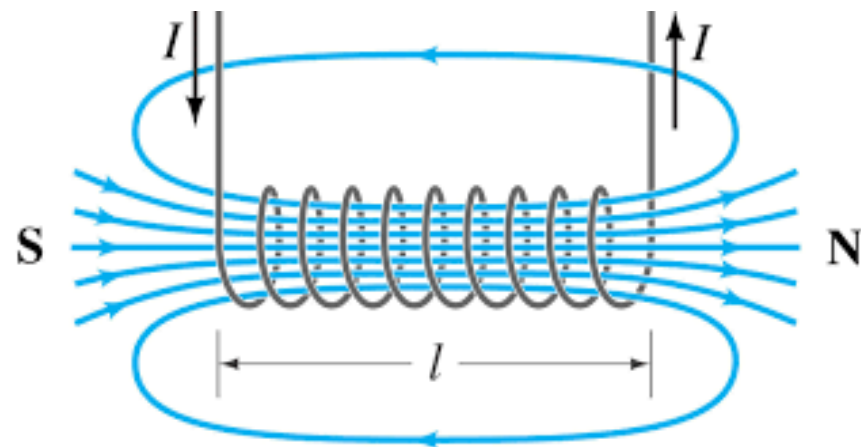
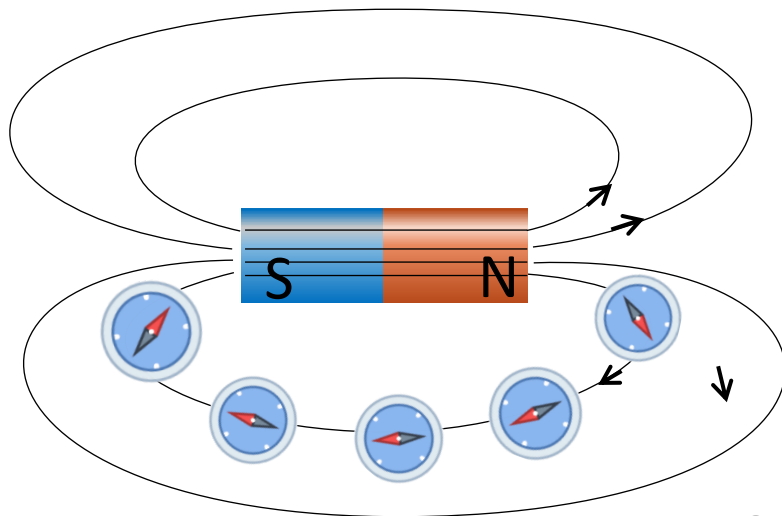
- Magnetsko delovanje je najizraženije na krajevima magneta koji se nazivaju polovi.
 - Severni magnetski pol (N – North),
 - Južni magnetski pol (S – South)
- Istoimeni polovi se odbijaju, raznoimeni se privlače.
- Polovi se ne mogu razdvojiti



Magnetsko polje

Magnetsko polje može da se prikaže grafički pomoću linija

- Izvan magneta linije su usmerene od severnog ka južnom polu magneta.
- Gde su linije gušće, magnetsko polje je jače.



Magnetsko polje

Fizičke veličine kojima se iskazuje vrednost magnetskog polja

1. Vektor jačine magnetskog polja, $\vec{H}$ (A/m)
2. Vektor magnetske indukcije, $\vec{B}$ (T)

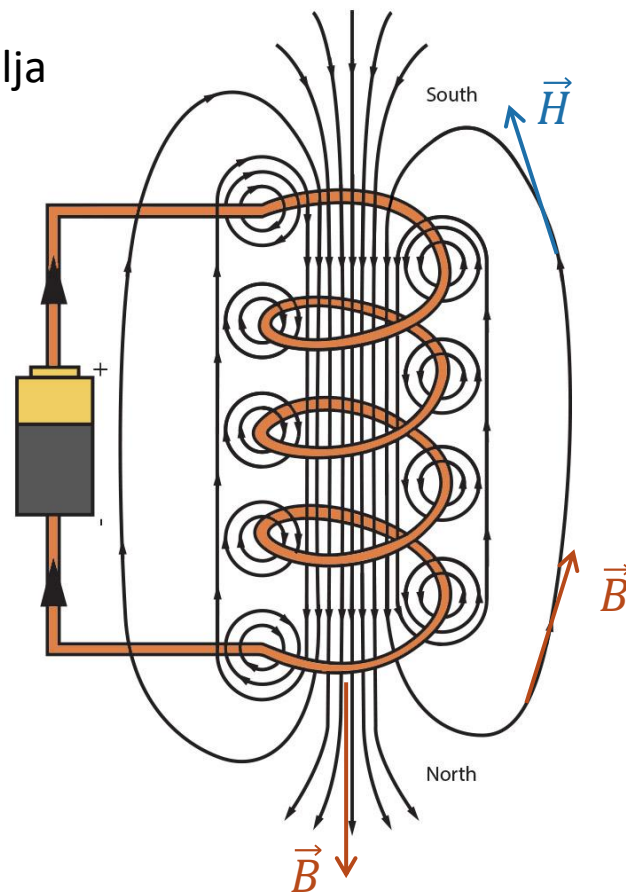
$\vec{H}$ - zavisi od jačine struje

$\vec{B}$ - zavisi od jačine struje i sredine (materijala)

Veza između $\vec{H}$ i $\vec{B}$ u vakuumu
ali vrlo približno i u vazduhu:

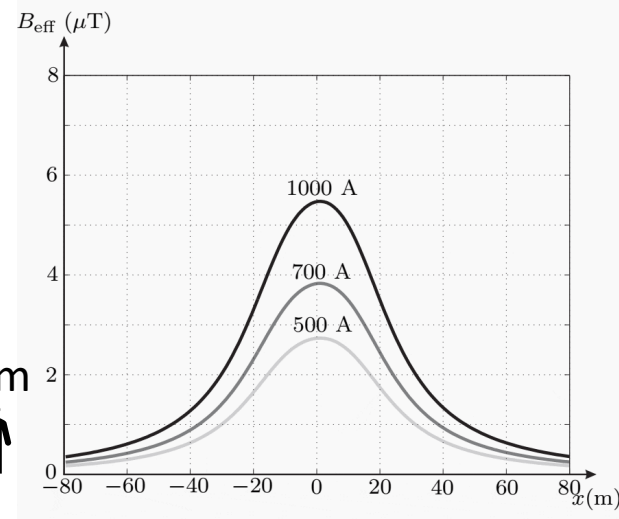
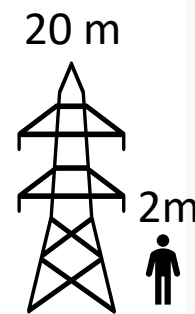
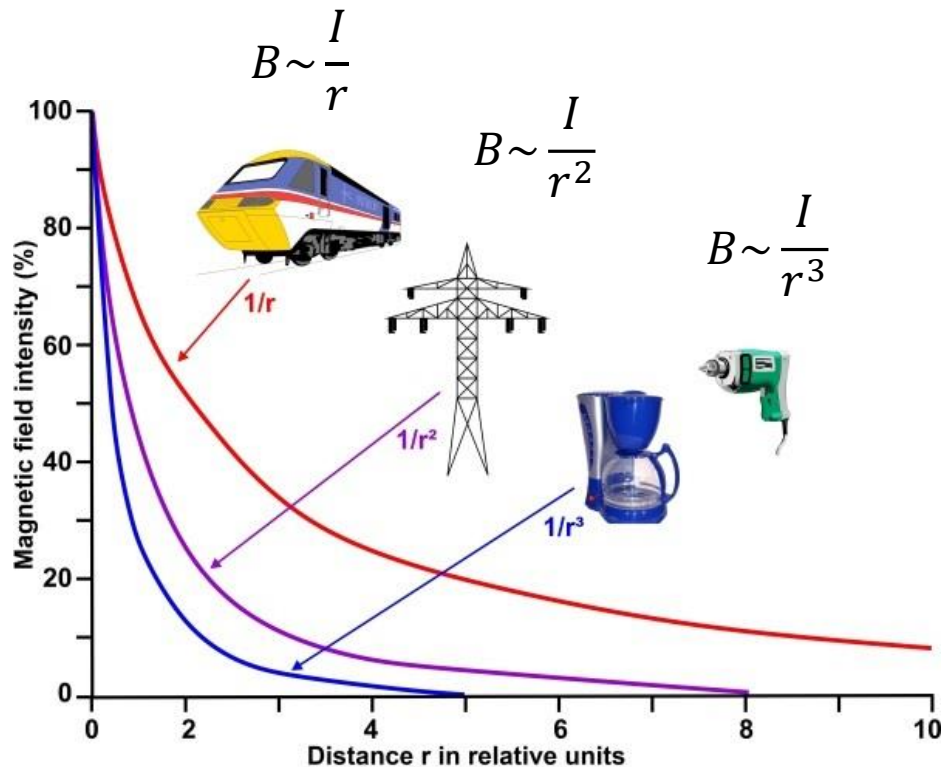
$$\vec{B} = \mu_0 \vec{H}$$

μ_0 permeabilnost vakuuma, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ H/m



Magnetsko polje

Magnetsko polje zavisi od jačine struje i rastojanja.
U zavisnosti od vrste izvora opada brže ili sporije.



Pravilnik o granicama izlaganja
nejonizujućim zračenjima,
"Sl. glasnik RS" br. 104/2009

Frekv.	Bref
50 Hz	40 uT

Magnetsko polje

Snaga signala

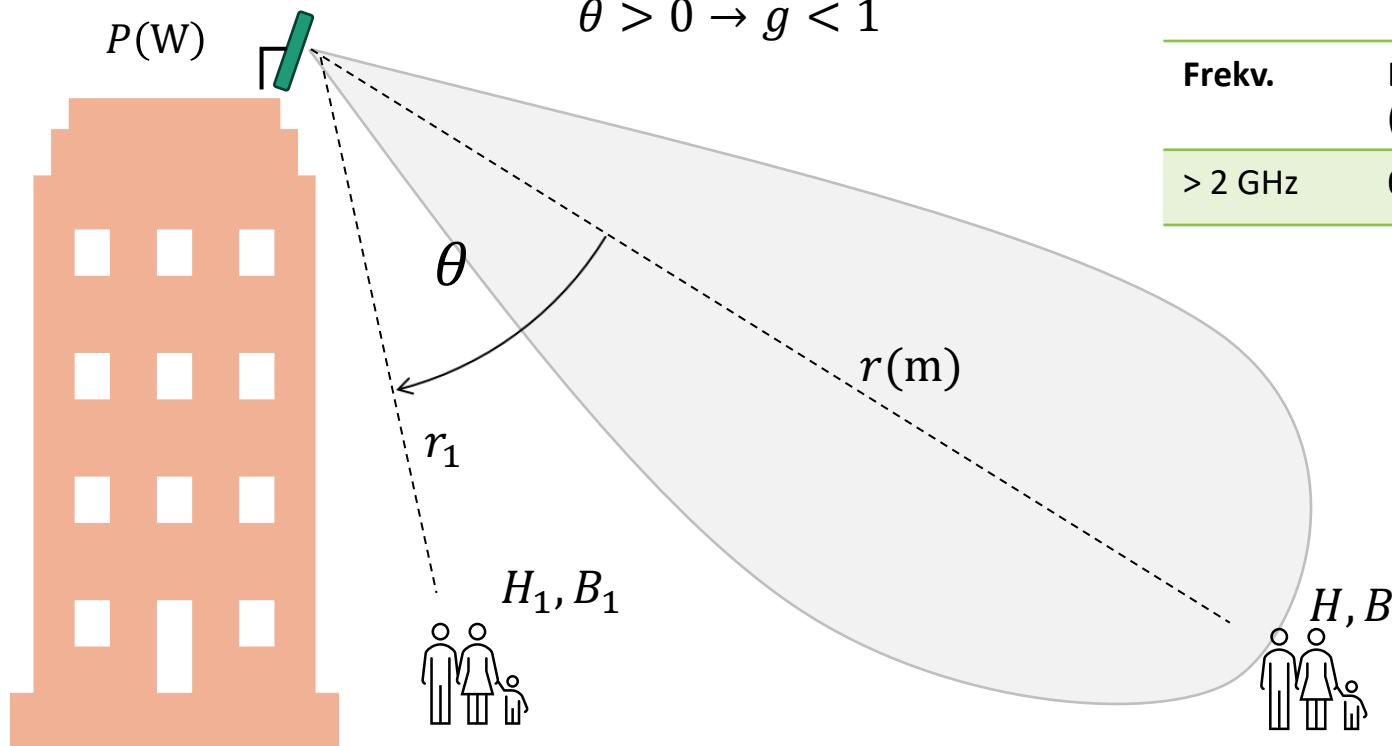
$P(W)$

$$\theta = 0 \rightarrow g = 1$$

$$\theta > 0 \rightarrow g < 1$$

$$H = \frac{\sqrt{30 \cdot P \cdot g}}{377 \cdot r} \quad \vec{B} = \mu_0 \vec{H}$$

Frekv.	H ref. (A/m)	B ref. (uT)
> 2 GHz	0,064	0,08



Pravilnik o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima,
"Sl. glasnik RS" br. 104/2009

Magnetsko polje

NEMAGNETSKI

- Većina materijala u prirodi
- Ne reaguju na magnetsko polje
- Ne menjaju magnetsko polje

Bakar



Aluminijum



Svi nemetali
i poneki metali

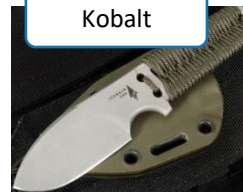
MAGNETSKI

- Gvožđe, kobalt, nikl, i njihove legure
- Reaguju na magnetsko polje
- Menjaju magnetsko polje

Gvožđe



Kobalt



Nikl



Nazivaju se i feromagnetski materijali

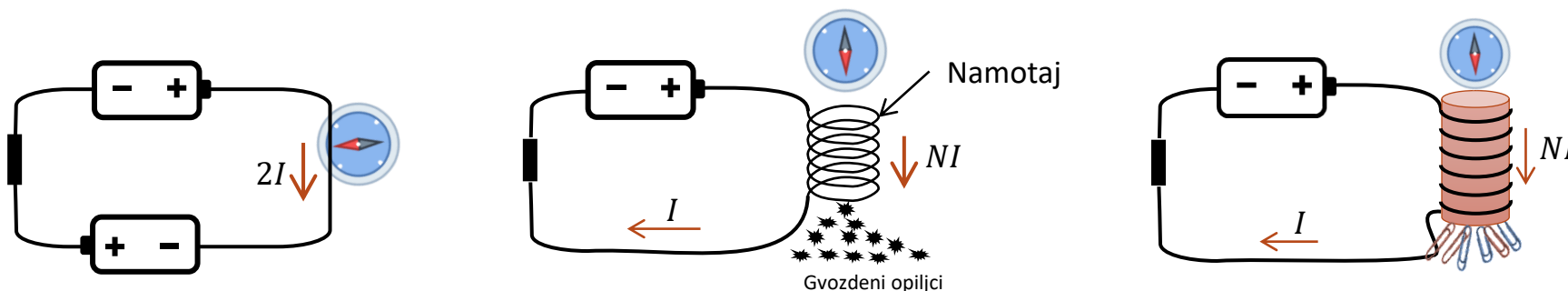
Magnetsko polje

Magnetsko polje električnih struja može da se poveća na više načina

1. Povećanjem struje
2. Povećanjem broja zavoja, N – broj zavoja
3. Dodavanjem jezgra od gvožđa - **elektromagnet**.

Elektromagnet – namotaj žice na feromagnetskom jezgru.

Koriste se kao sastavni delovi generatora i električnih motora. Za odvojanje gvožđa od drugih materijala (npr. u proizvodnji, ili pri recikliranju). Kotve kod elektronskih brava.



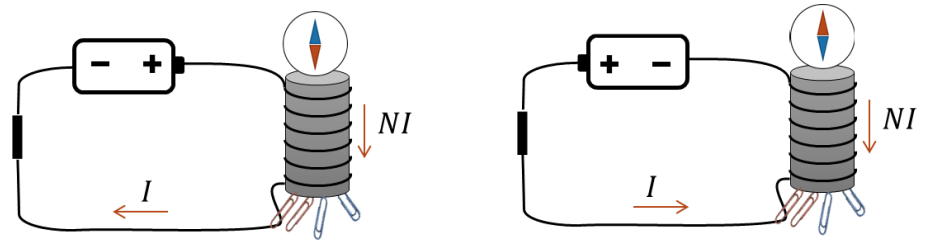
Magnetsko polje

- Stalni magnet



- + Ne treba im el. izvor
- Glomazni
- Ne mogu da se isključe
- Mogu da se razmagnetišu (vibracije)
- Smer polja može da se promeni jedino okretanjem magneta

- Elektromagneti



- Treba im el. izvor
- + Manjih dimenzija
- + Mogu da se isključe
- + Ne smeta im vibracija
- + Smer polja može da se promeni promenom smera struje.

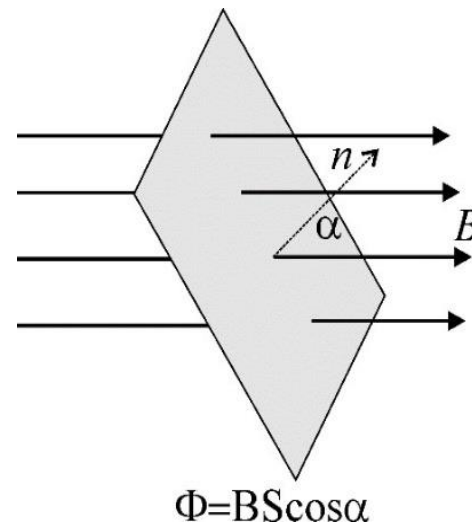
Magnetski fluks, Φ [Wb]

Skalarna veličina koja pokazuje koliko linija magnetskog polja prolazi kroz površinu koja se oslanja na zatvorenu konturu.

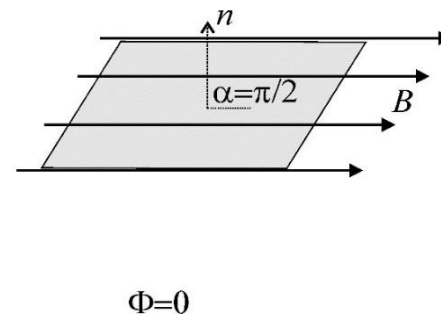
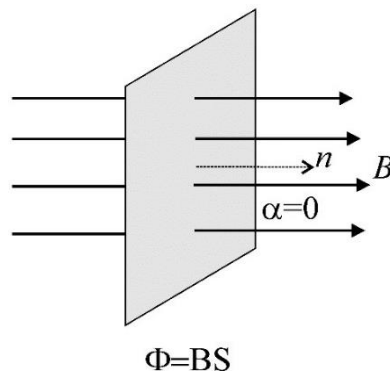
$$\Phi = BS \cos \alpha \quad [\text{Wb}], \text{ veber}$$

S - površina

α - ugao između B i normale na površinu (n)



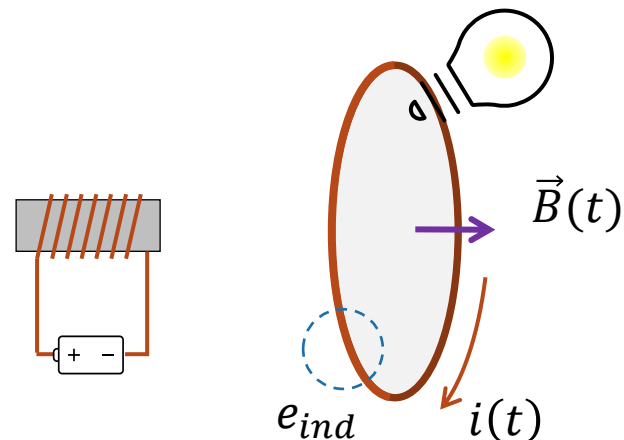
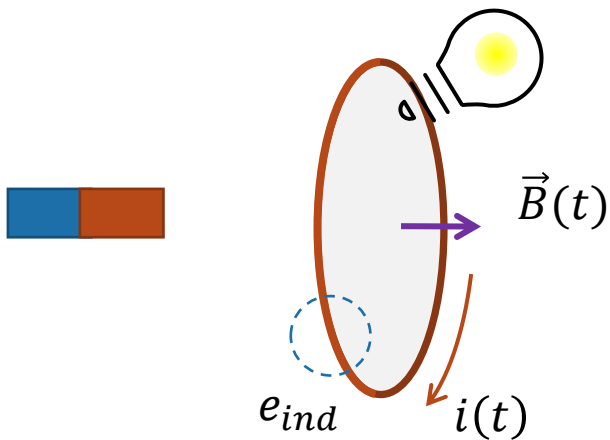
- Položaj konture se meri pomoću ugla α .
- Taj ugao može da ima bilo koju vrednost, $\alpha \in \{0, 360^\circ\}$



Elektromagnetska indukcija

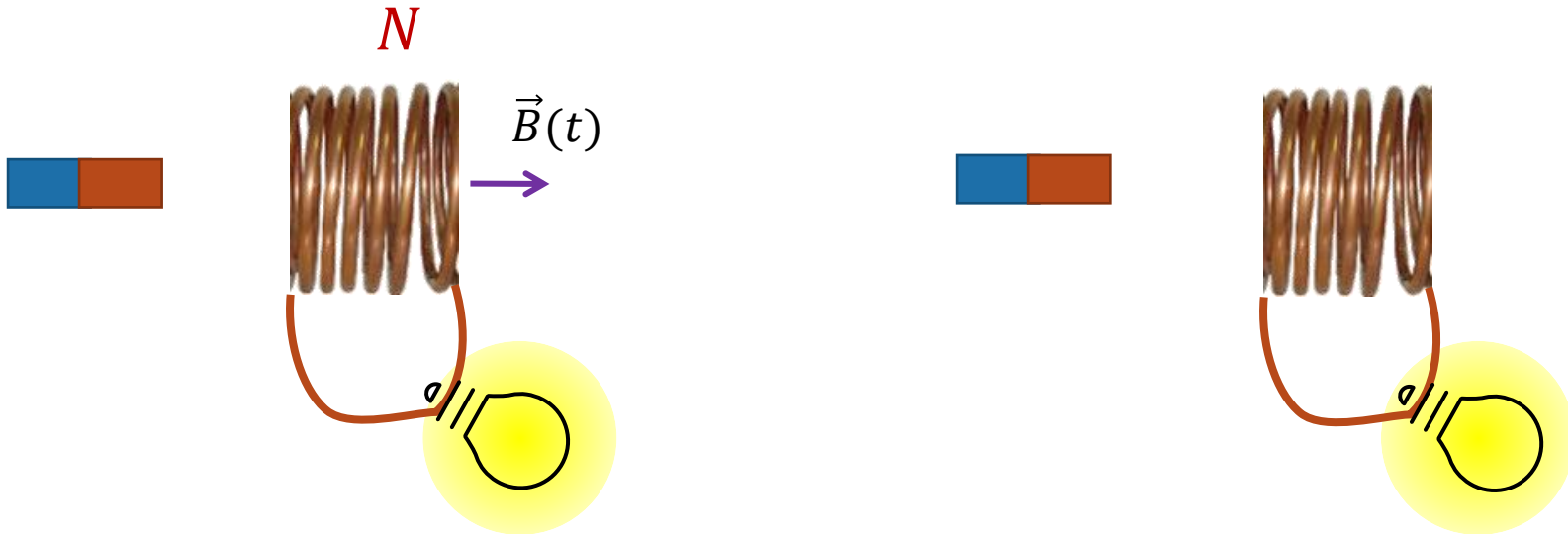
Promenljivo magnetsko polje stvara promenljiv fluks kroz konturu. Dolazi do stvaranja električne struje. Indukuje se elektromotorna sila, $e_{ind}(t)$, koja pokreće elektrone u konturi.

$$\Phi = BS \qquad e_{ind}(t) = -\frac{d\Phi}{dt} \qquad \text{Faradejev zakon}$$



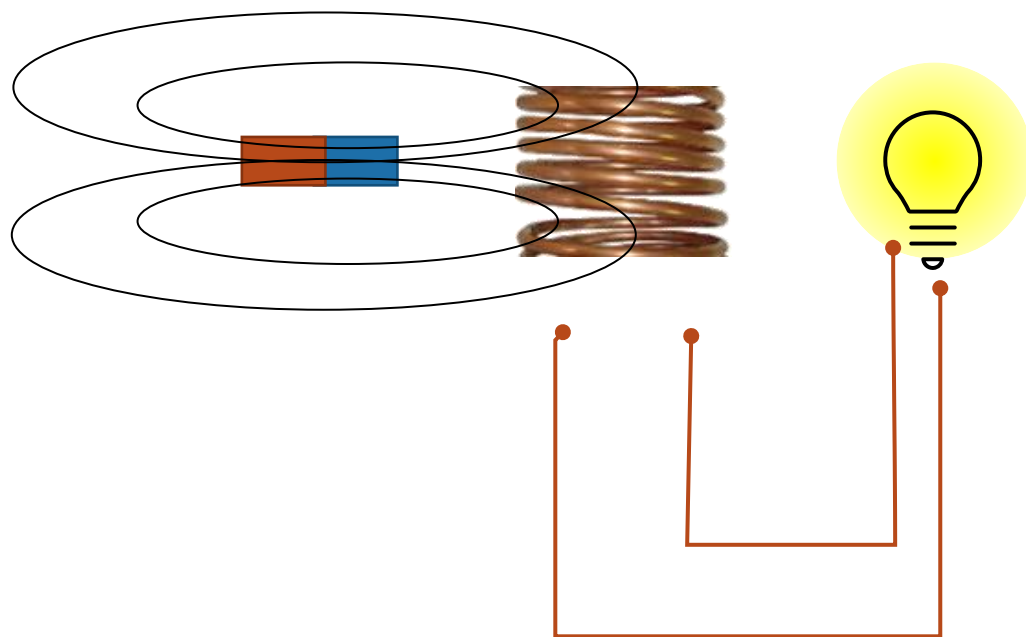
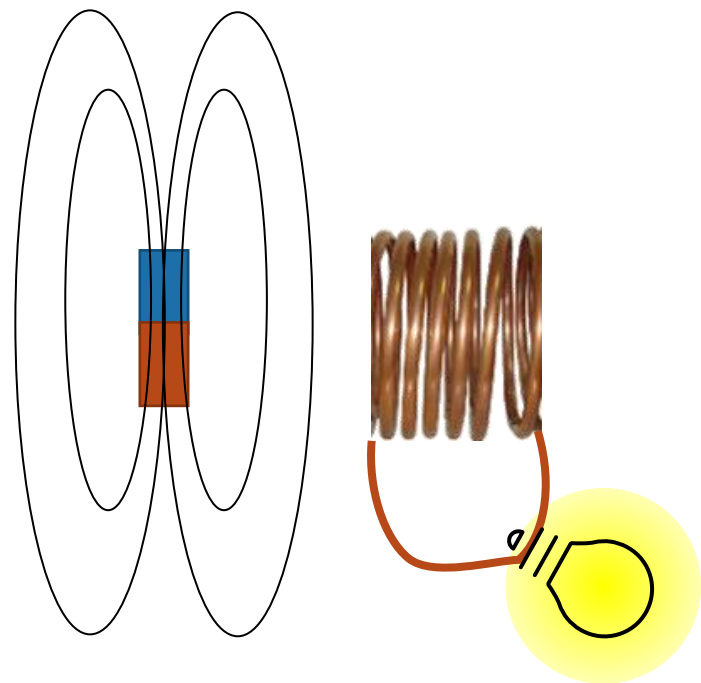
Elektromagnetska indukcija

Povećanjem broja zavoja N , povećava se i indukovana elektromotorna sila.



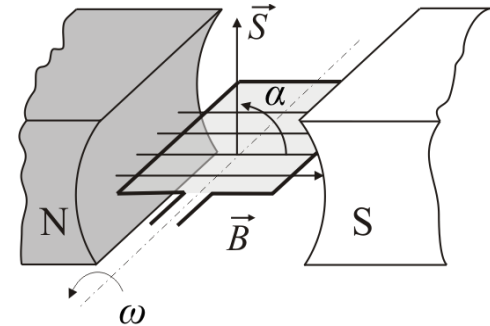
$$e_{ind}(t) = -N \frac{d\Phi}{dt}$$

Elektromagnetska indukcija



Električni generator

- Pravougaoni zavojak rotira u homogenom magnetskom polju.
- Na krajevima zavojka se indukuje ems:



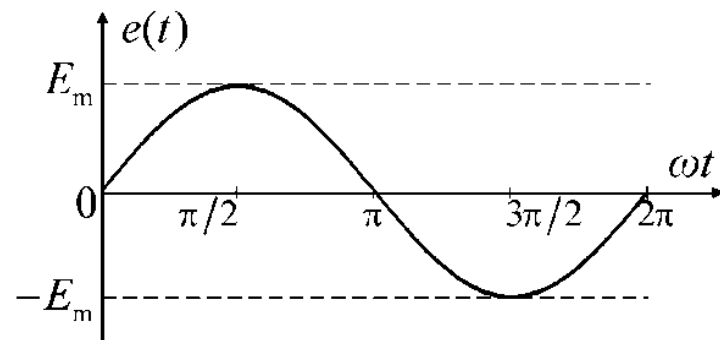
$$\Phi = BS \cos \alpha \quad \alpha = \omega t$$

$$e_{ind}(t) = BS\omega \sin \omega t = E_m \sin \omega t$$

$$e_{ind}(t) = -\frac{d\Phi}{dt}$$

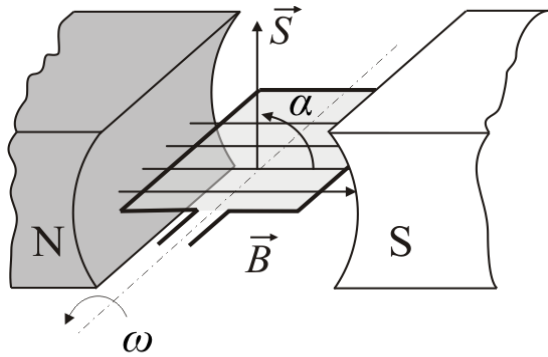
Ako rotira kontura sa N zavojaka, indukuje se N puta veća ems.

$$e_{ind}(t) = NBS\omega \sin \omega t$$



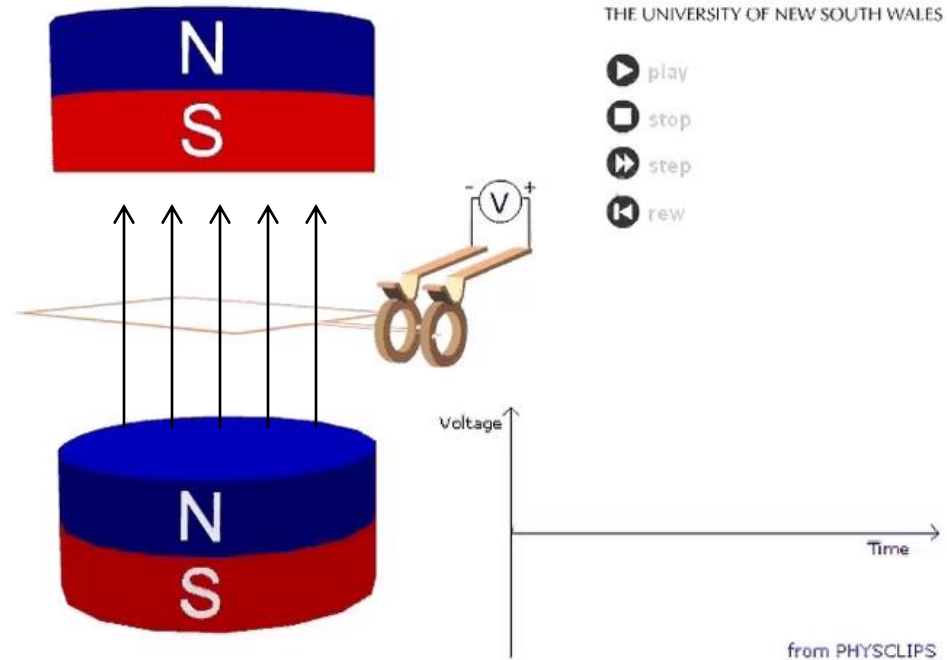
Električni generator

- Pravougaoni zavojak rotira u homogenom magnetskom polju.
- Na krajevima zavojka se indukuje ems:



$$\Phi = BS \cos \alpha \quad \alpha = \omega t$$

$$e_{ind}(t) = BS\omega \sin \omega t = E_m \sin \omega t$$



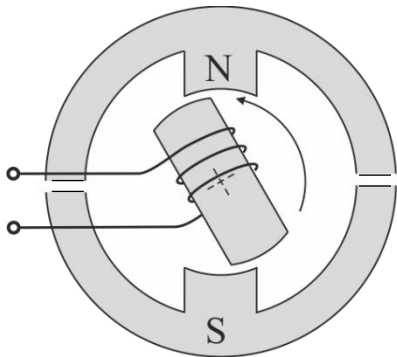
Ako rotira kontura sa N zavojaka, indukuje se N puta veća ems.

$$e_{ind}(t) = NBS\omega \sin \omega t$$

Električni generator

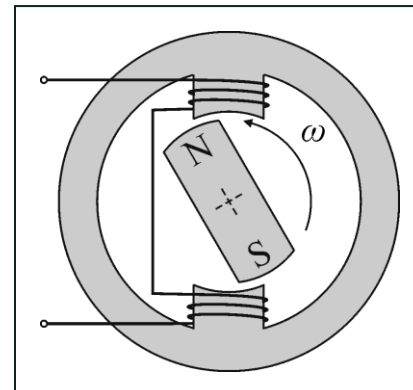
- Generator vrši konverziju mehaničke energije u električnu uz prisustvo magnetskog polja.
- Sastoje se od dva glavna dela: rotora i statora.
- Mogu da se realizuju na dva načina:

Stator – stalni magnet ili elektromagnet
Rotor – namotaji na feromagnetu



Prvi način

Stator – namotaji na feromagnetu
Rotor – stalni magnet ili elektromagnet



Drugi način

Električni transformator

- To je uređaj koji se sastoji od dva namotaja postavljena na feromagnetsko jezgro:
 - Primarni namotaj (N_p)
 - Sekundarni (N_s)

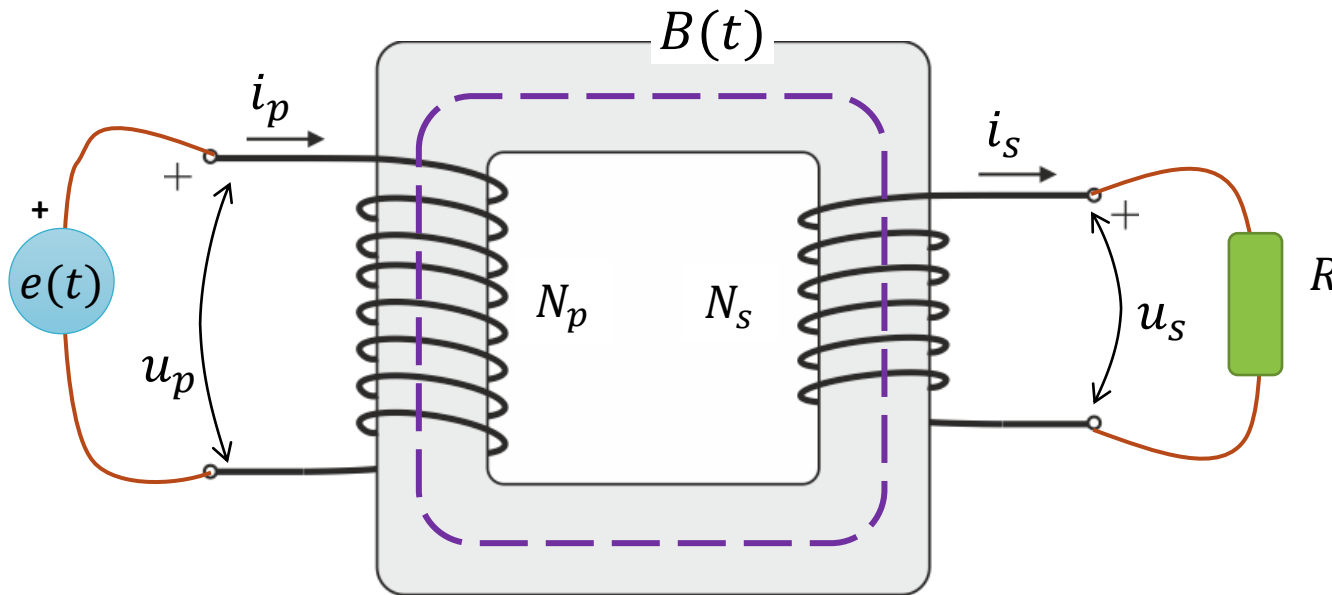
$$u_p = U_p \cos(\omega t + \theta_1)$$

$$u_s = U_s \cos(\omega t + \theta_2)$$

Zakon transformacije

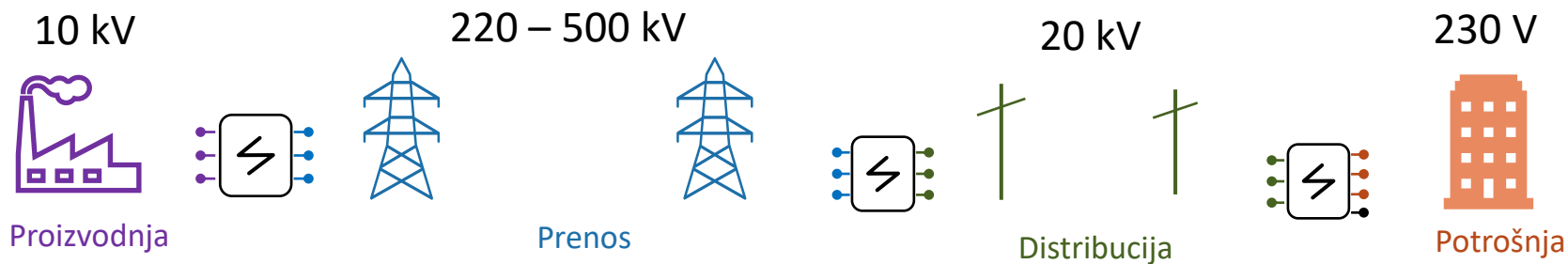
$$\frac{U_s}{U_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

$$\frac{I_s}{I_p} = \frac{U_p}{U_s}$$



Električni transformator

Primena transformatora



Pitanja

1. Šta su izvori magnetskog polja? Šta su polovi magneta? Koliko ih ima svaki magnet?
2. Kako možemo podeliti materijale prema magnetskim osobinama? Da li bakar spada u feromagnetske materijale?
3. Šta je to elektromagnet? Koja je prednost elektromagneta u odnosu na stalni magnet?
4. Kojim veličinama opisujemo magnetsko polje? Navesti oznake i jedinice. Kakva je veza između tih veličina u vakuumu?
5. Kada je fluks vektora magnetske indukcije maksimalan? Nacrtati sliku.
6. Usled vremenski promenljivog magnetskog polja u žičanoj konturi se stvara električna struja. Kako se zove ova pojava?
7. Ako se umesto jednog zavojka kontura sastoji od 5 zavoja, koliko puta će se povećati indukovana ems?
8. Kontura se okreće u homogenom magnetskom polju kružnom brzinom ω . Nacrtati vremenski oblik indukovane ems. Koliko puta će se povećati ems ako se kontura dva puta brže okreće?
9. Čemu služe električni generatori? Koji su glavni delovi električnog generatora? Ako je rotor od stalnog magneta, gde se nalaze namotaji?
10. Od čega se sastoji transformator? Kako glasi zakon transformacije?