

Industrijsko inženjerstvo

Osnovi elektrotehnike

Magnetsko polje 2

1. Elektromagnetska indukcija
2. Električni generatori,
3. Transformatori
4. Električni motori
5. Vrtložne struje

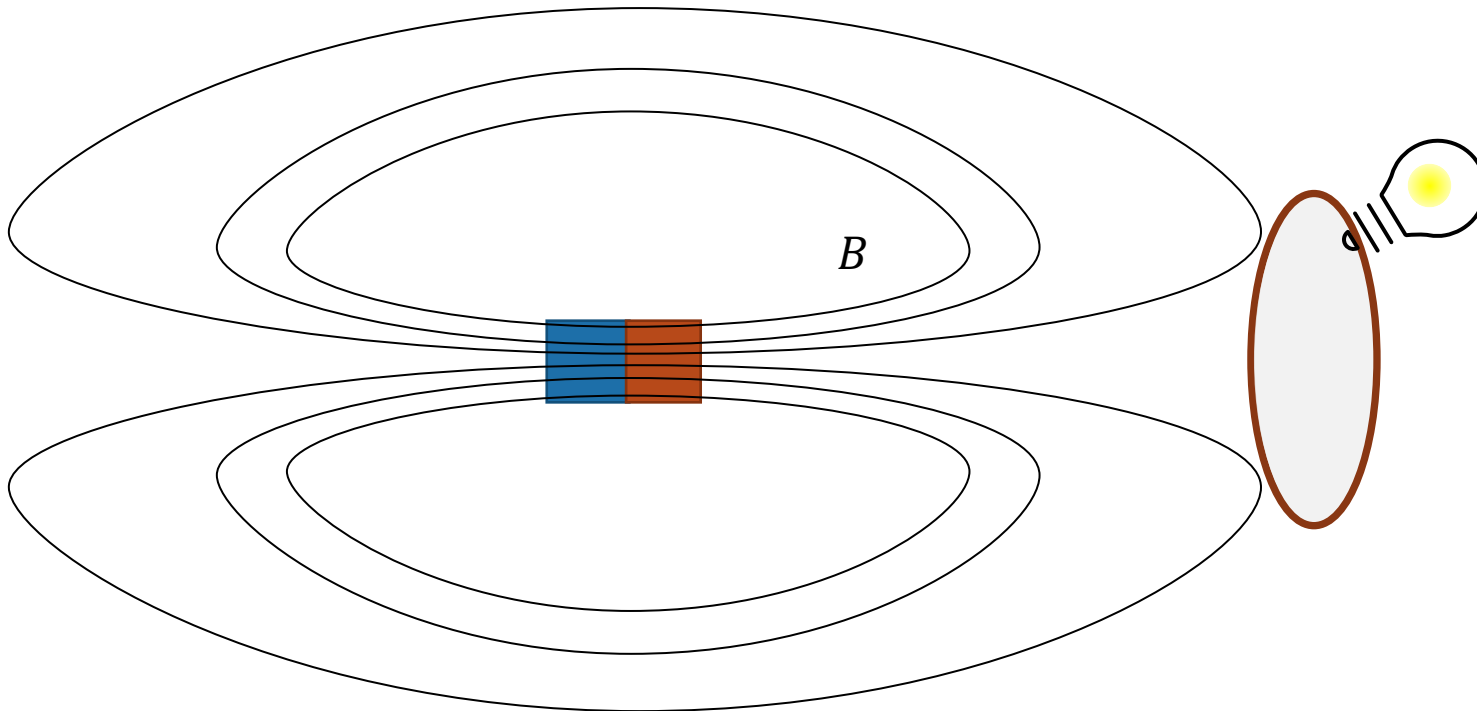
van. prof. dr Miodrag Milutinov

kabinet 132 NTP

miodragm@uns.ac.rs

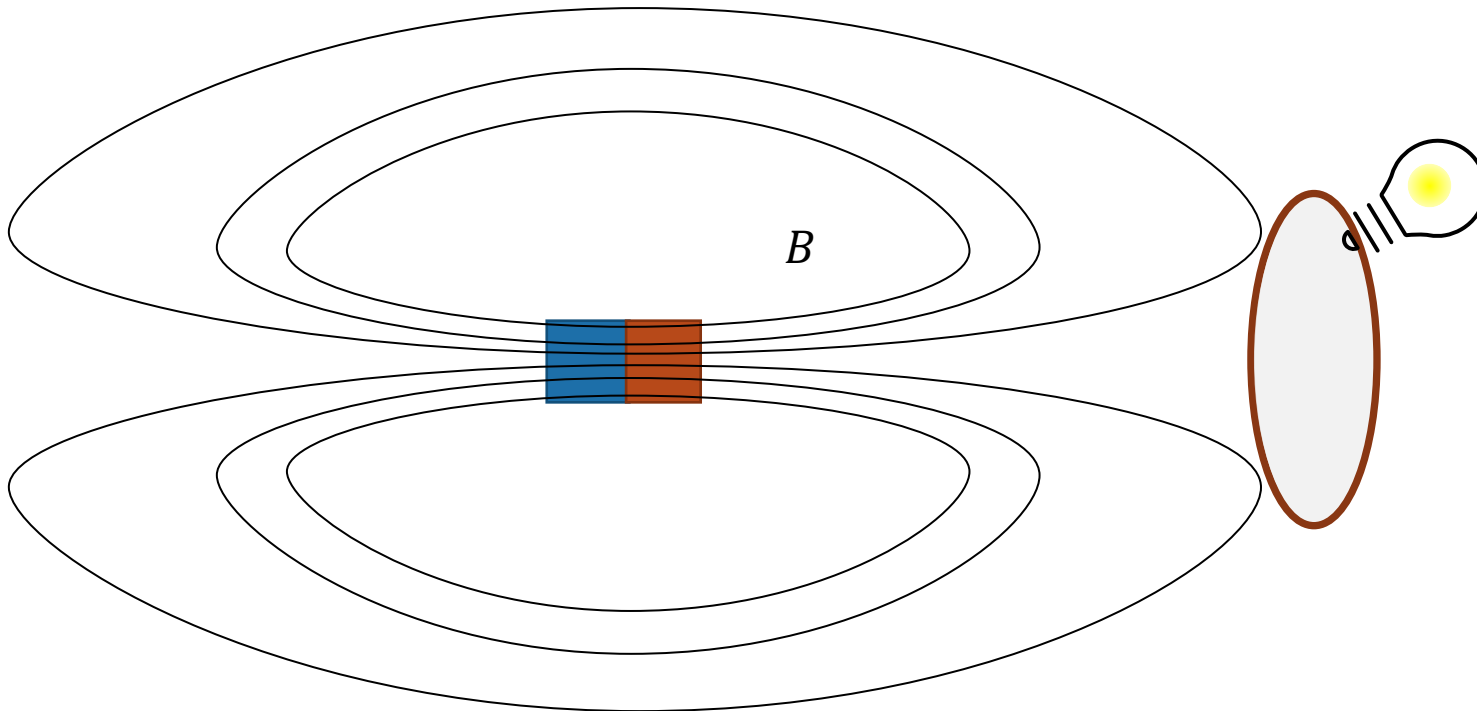
Elektromagnetska indukcija

- Sijalica svetli samo dok se magnet pomera.



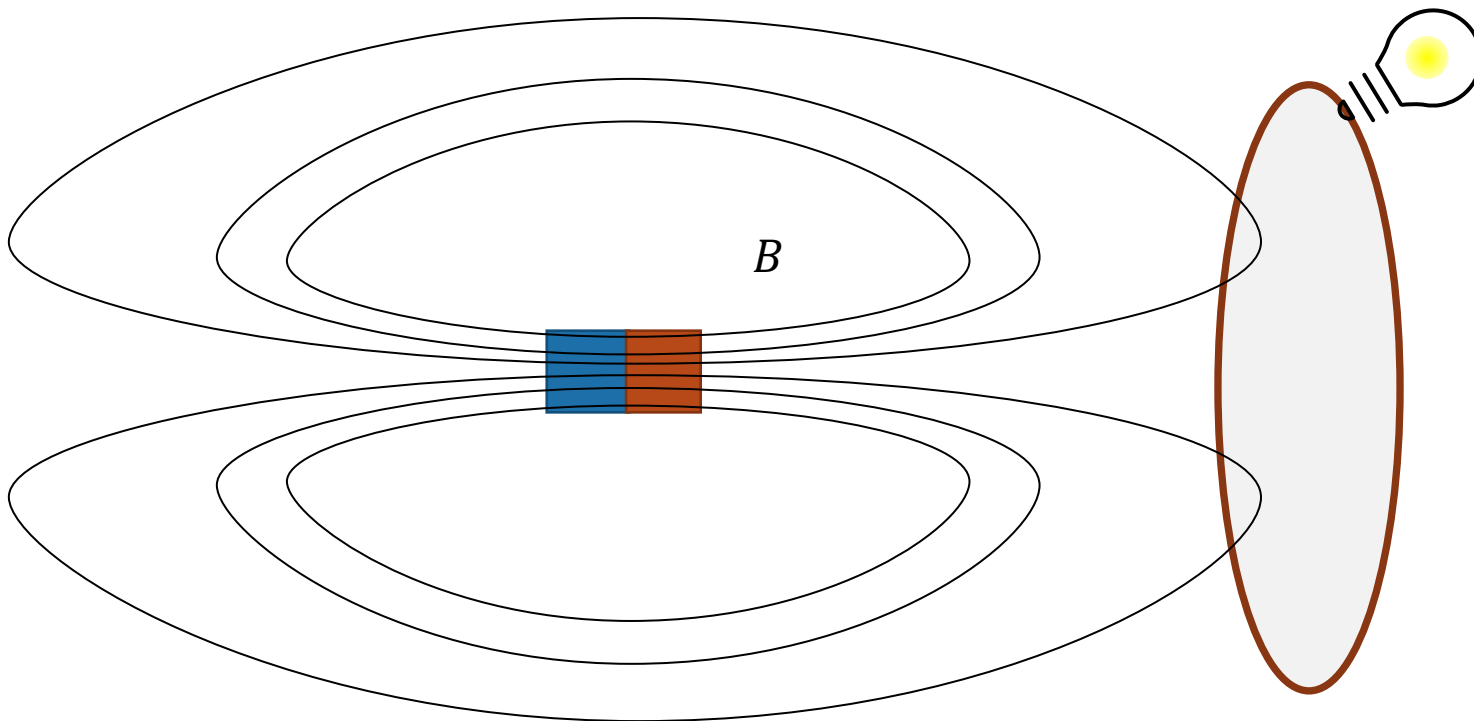
Elektromagnetska indukcija

- Ako se magnet pomera brže sijalica svetli jače.



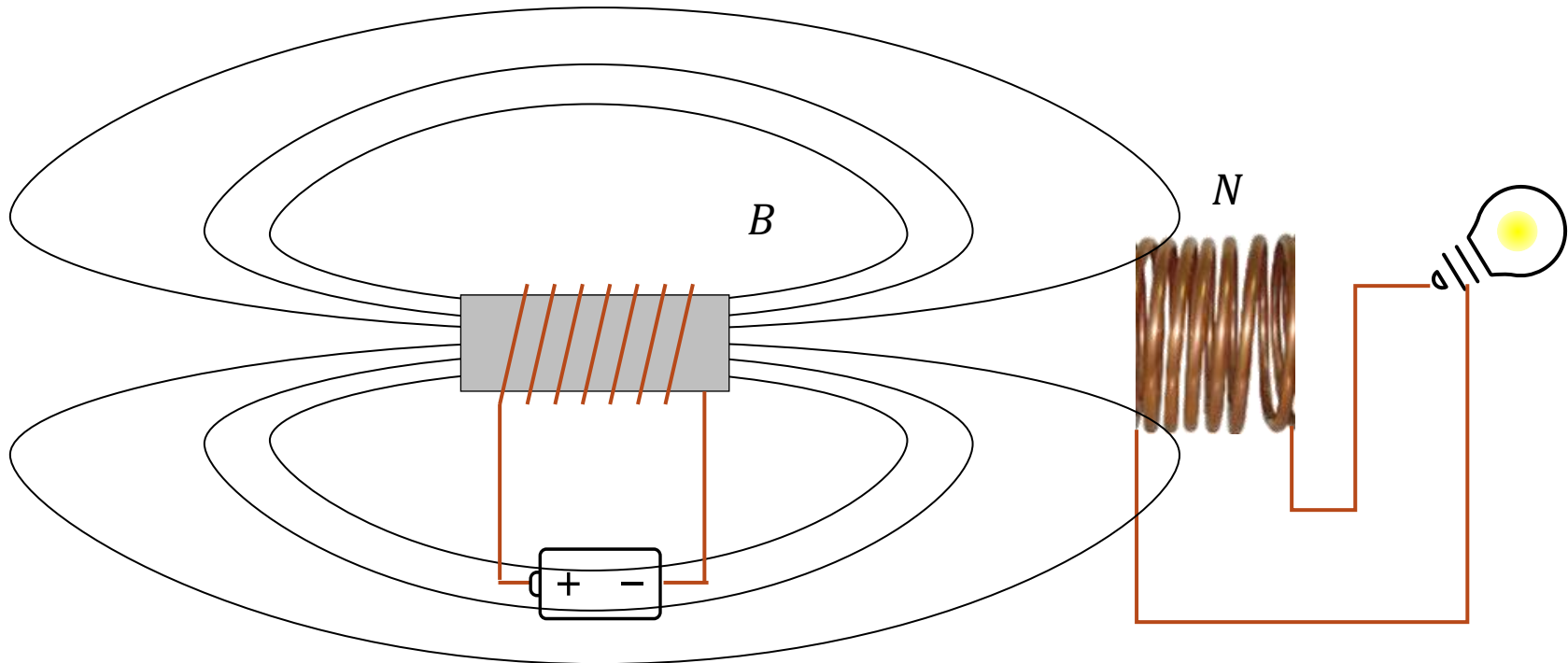
Elektromagnetska indukcija

- Ako je površina konture veća i sijalica svetli jače.



Elektromagnetska indukcija

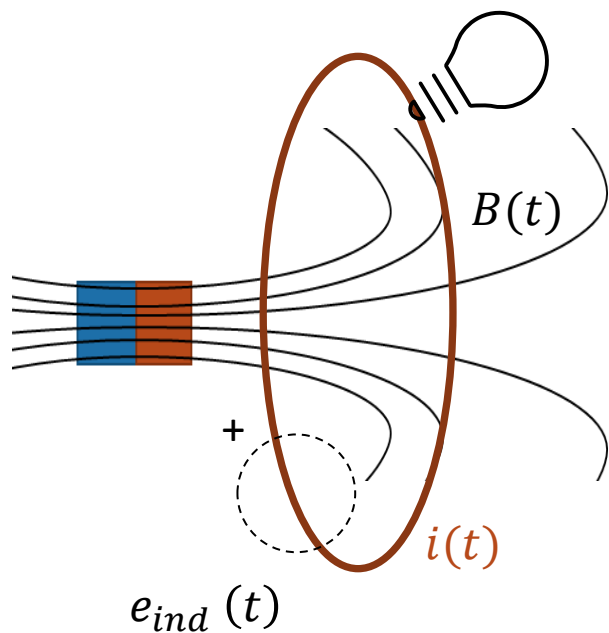
- Ako napravimo konturu od N zavoja - sijalica svetli N puta jače.
- U svim ovim primerima umesto stalnog magneta možemo da koristimo elektromagnet.



Elektromagnetska indukcija

- Usled promenljivog magnetskog polja u zatvorenoj provodnoj konturi se stvara (indukuje) električna struja.
- Elektrone pokreće indukovana elektromotorna sila, $e_{ind}(t)$.

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

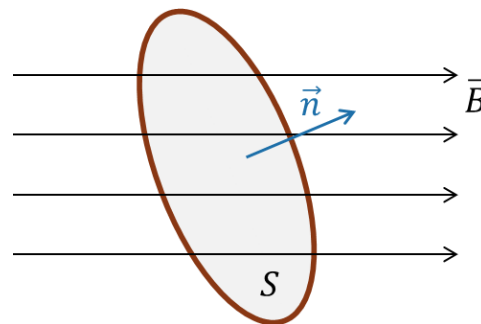


Φ – Magnetski fluks

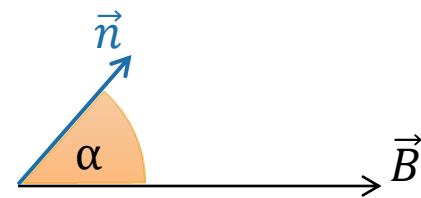
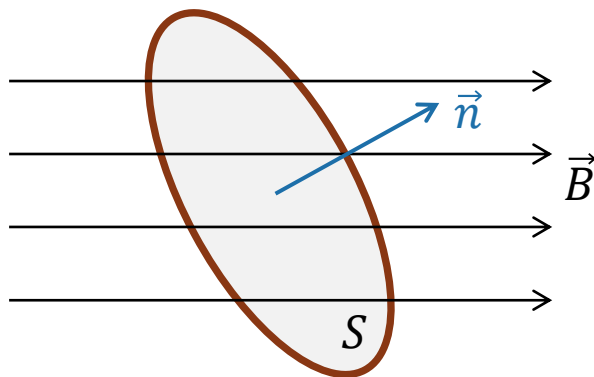
$$\Phi = BS \cos \alpha \quad [\text{Wb}], \text{ veber}$$

S – površina konture

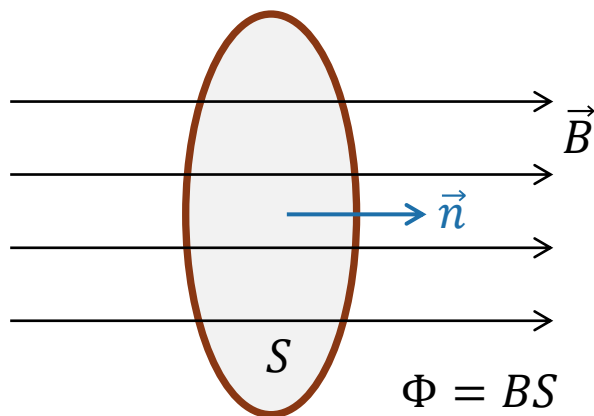
α - ugao između vektora $\vec{B}$ i normale na površinu $\vec{n}$



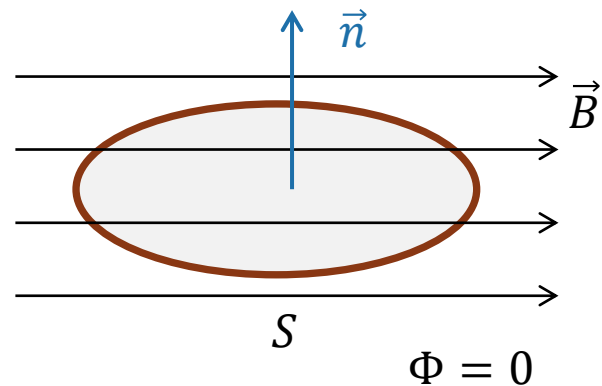
Elektromagnetska indukcija



$$\Phi = BS \cos \alpha$$



$$\Phi = BS$$



$$\Phi = 0$$

Električni generator

- Magnet miruje a provodna kontura se pomera (rotira).

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

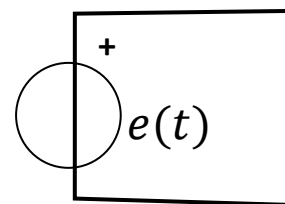
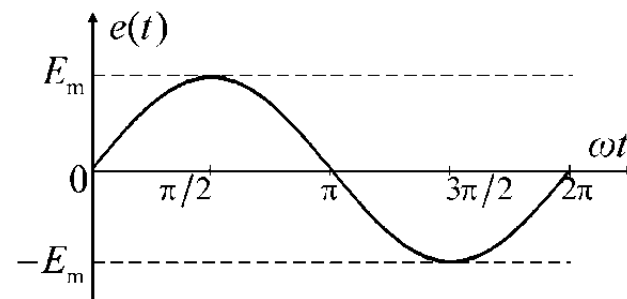
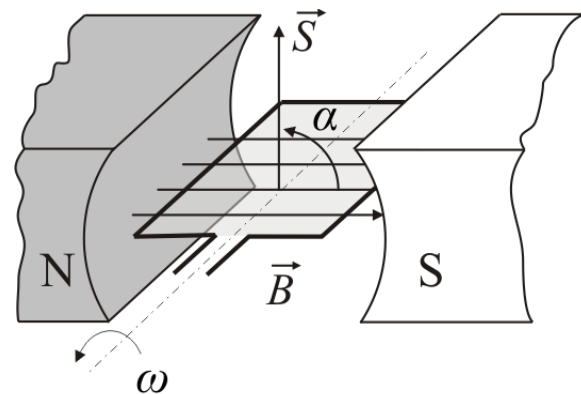
- Na krajevima konture se indukuje prostoperiodična ems:

$$e_{ind} = -\frac{d\Phi}{dt} = BS\omega \sin \omega t$$

- Povećanjem broja zavojaka povećava se i indukovana EMS

$$e_{ind} = -N \frac{d\Phi}{dt} = NBS\omega \sin \omega t$$

Generator naizmenične struje – AC generator

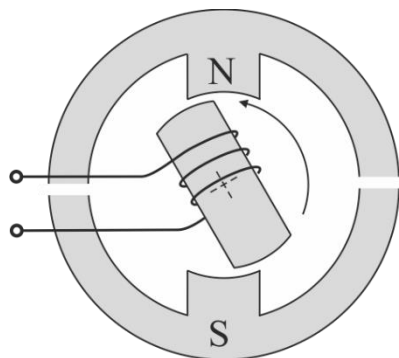


Električni generator

- Vrší konverziju mehaničke energije u električnu uz prisustvo magnetskog polja.
- Sastoji se od rotora i statora.
- Mogu da se realizuju na dva načina:

Stator – stalni magnet (elektromagnet)

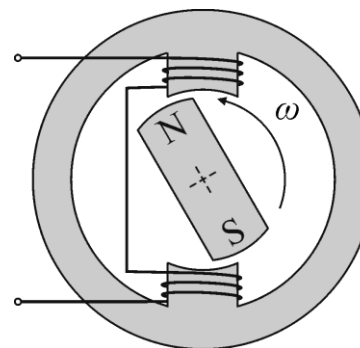
Rotor – namotaji na feromagnetu



Prvi način

Stator – namotaji na feromagnetu

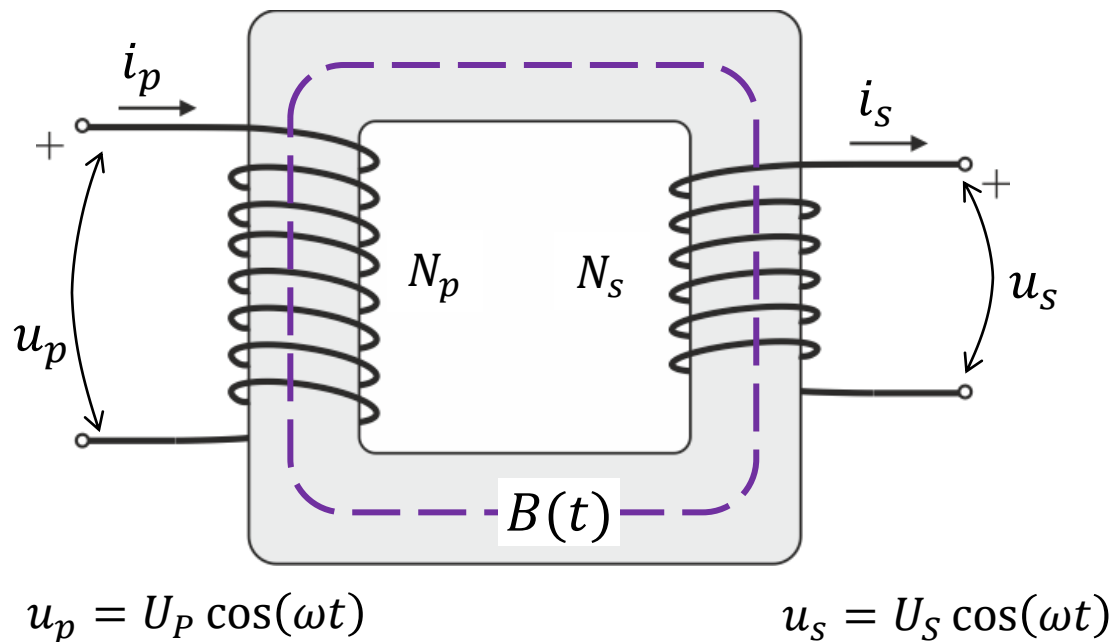
Rotor – stalni magnet (elektromagnet)



Drugi način

Električni transformator

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



Princip rada

$$i_p(t) \longrightarrow B(t) \longrightarrow u_s(t)$$

Zakon transformacije

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

$$\frac{I_s}{I_p} = \frac{N_p}{N_s}$$

Elektroenergetski sistem (EES)

Proizvodnja

Prenos

Distribucija

Potrošnja



220V
5000 kA



220V
1000 kA



220V
1 kA



220V
10A

220V
1000 kA

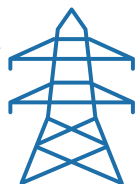
1 kA

1 kA

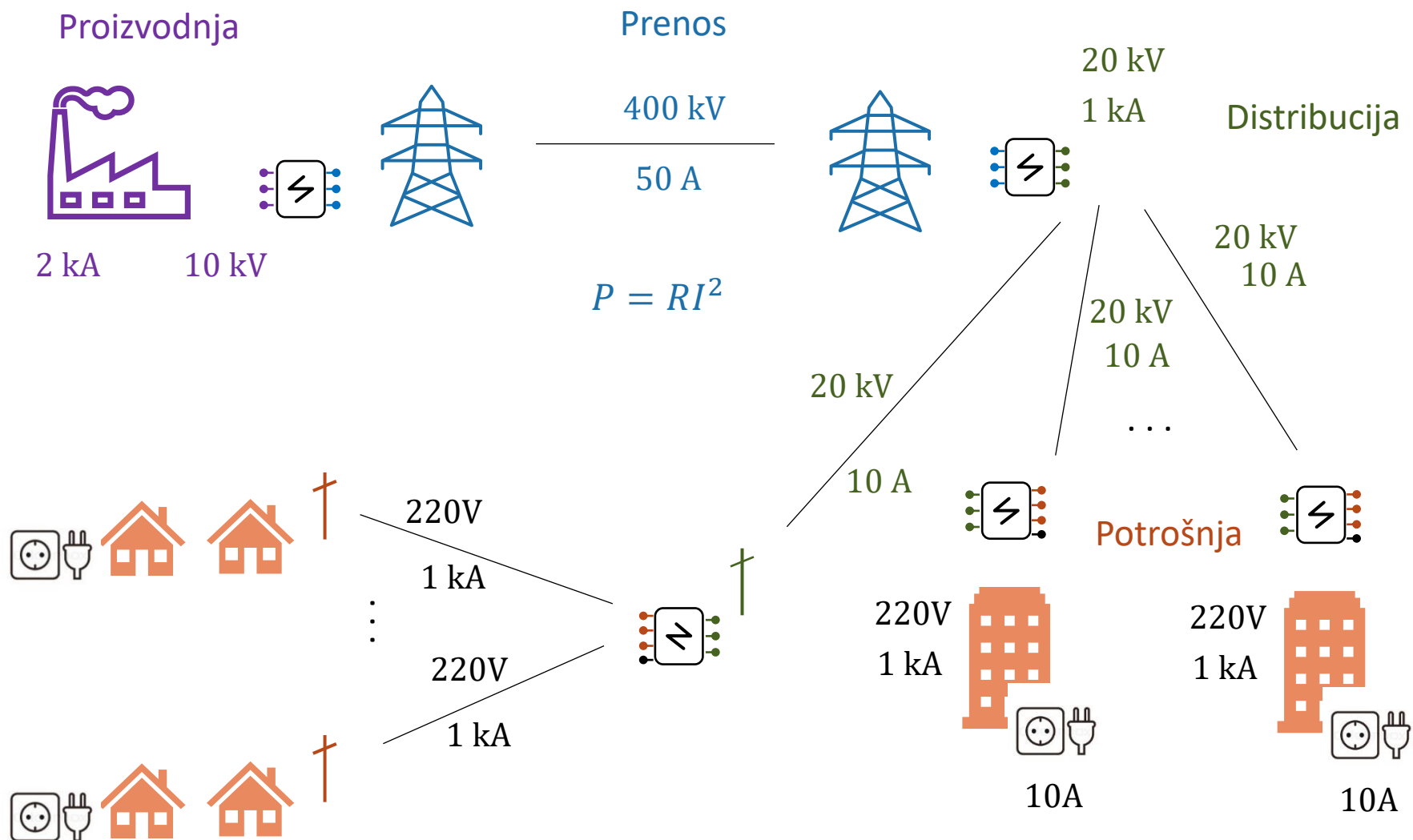
...

...

$$P = RI^2$$

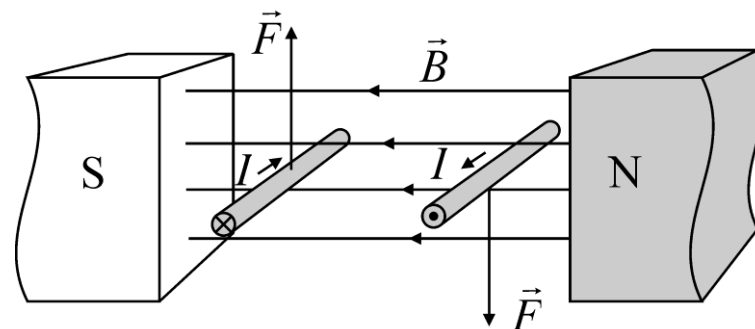
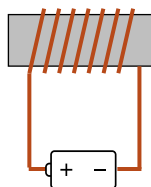
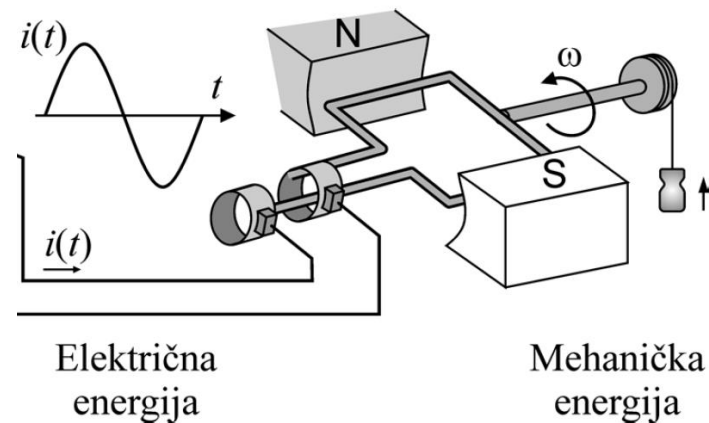


Elektroenergetski sistem (EES)



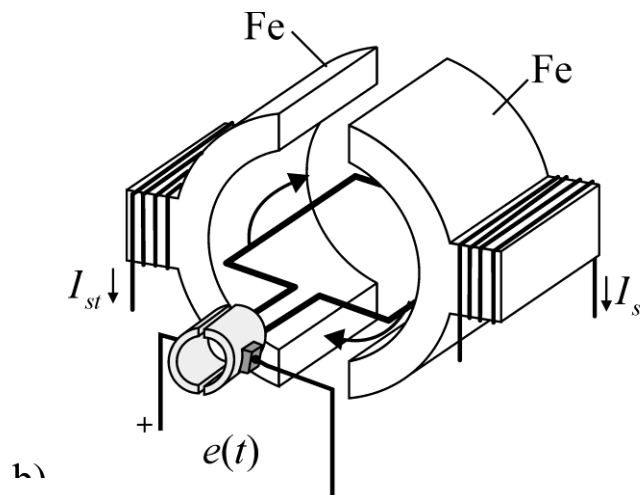
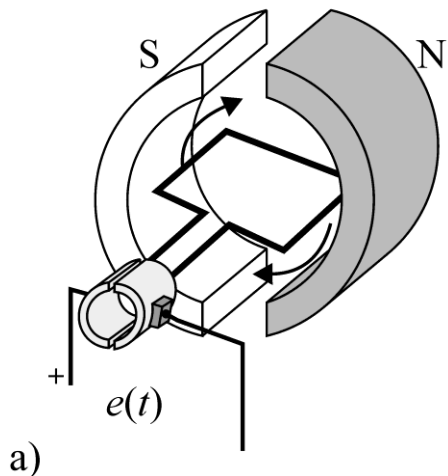
Električni motor

- Uređaj u kojima se električna energija uz prisustvo magnetskog polja pretvara u mehaničku energiju
- Princip rada - elektromagnetska sila



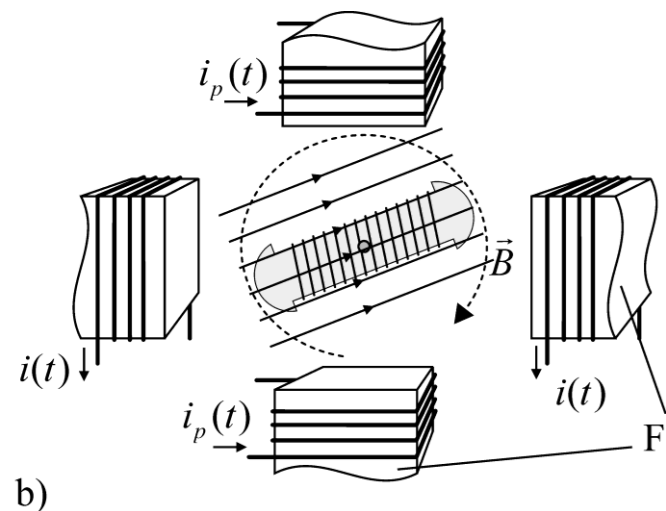
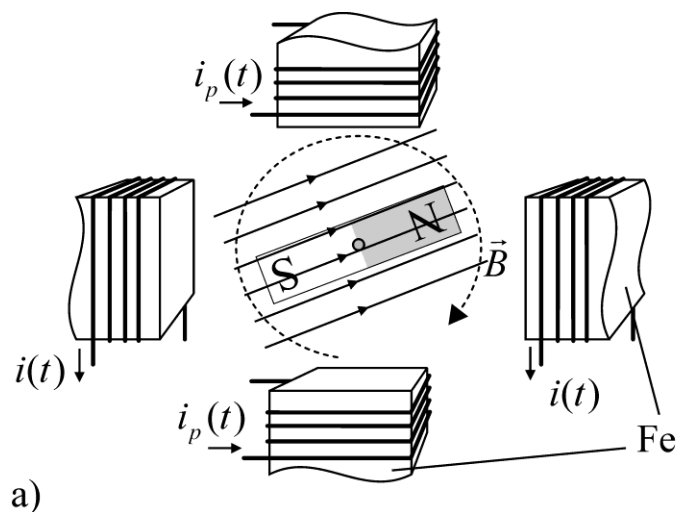
Električni motor – jednosmerni (DC)

- Konstrukcija:
 - Stator je izrađen od: a) stalnog magneta ili b) elektromagneta
 - Rotor je žičana kontura na koju se dovodi vremenski konstantna struja preko četkica i komutatora (poluprstenova).
- Takvi motori su malih snaga i dimenzija, pa se najčešće koriste u igračkama, u ručnim alatima, u robotima.



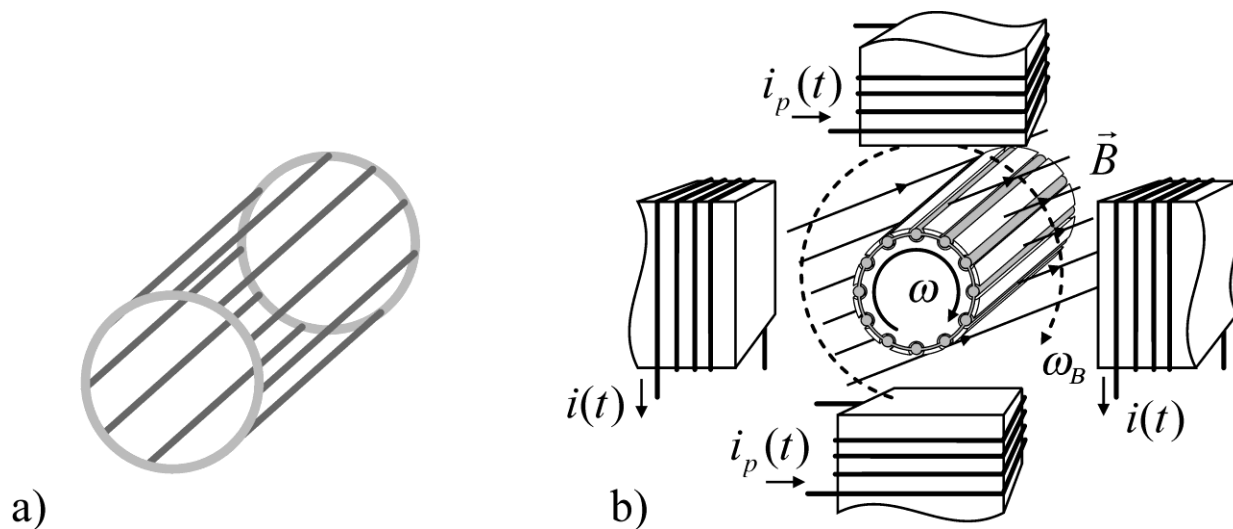
Električni motor – naizmenični (AC)

- Stator se napaja naizmeničnom strujom i formira obrtno magnetsko polje.
- Rotor je stalni magnet ili elektromagnet.
- Koriste se za srednje snage, npr. za manje pogonske i kućne aparate.



Električni motor – AC asinhroni

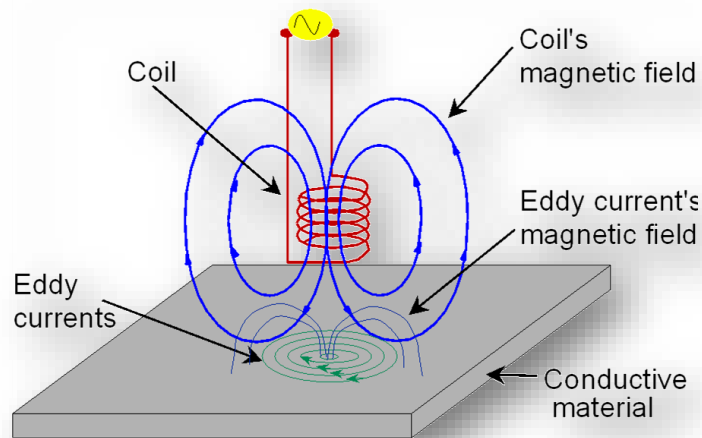
- Stator se napaja naizmeničnom strujom i formira obrtno magnetsko polje.
- Rotor skup kratko spojenih bakarnih šipki.
- Kod asinhronog motora struja u rotoru se indukuje usled postojanja obrtnog magnetskog polja statora. Usled indukcije kao glavnog mehanizma rada, ovakav motor se naziva i indukcioni motor.



Elektromagnetska indukcija

Na principu elektromagnetske indukcije rade

- generatori, transformatori, asinhroni elektromotori
 - Radio i TV prenos, mobilna telefonija, Wi-Fi, Bluetooth, NFC
 - Bežično punjenje mobilnih telefona
 - Indukcione peći (u metalurgiji)
 - Indukcioni šporeti (u domaćinstvu)
- } Vrtložne struje



Pitanja

- Šta su izvori vremenski promenljivog elektromagnetskog polja?
- Usled vremenski promenljivog magnetskog polja u žičanoj konturi se stvara električna struja. Kako se zove ova pojava?
- Ako se umesto jednog zavojka kontura sastoji od 5 zavojaka, koliko puta će se povećati indukovana ems?
- Kontura se okreće u homogenom magnetskom polju kružnom brzinom ω . Nacrtati vremenski oblik indukovane ems.
- Čemu služe električni generatori? Princip rada.
- Koji su glavni delovi električnog generatora? Ako je rotor od stalnog magneta, gde se nalaze namotaji?
- Od čega se sastoji transformator? Kako glasi zakon transformacije?
- Koji su glavni delovi električnog motora jednosmerne struje?
- Koji su glavni delovi sinhronog električnog motora naizmenične struje?
- Koji su glavni delovi asinhronog električnog motora naizmenične struje?