

5. Elektromagnetsko polje (EM polje)

- vremenski promenljivo električno i magnetsko polje
 - izvori (naelektrisanja i struje) se menjaju u vremenu,
 - vremenski promenljivo magnetsko polje praćeno je vremenski promenljivim električnim poljem i obrnuto,
 - električno i magnetsko polje su samo dva vida ispoljavanja EM polja.
- javljaju se efekti koji ne postoje kod vremenski konstantnih polja,
 - elektromagnetska indukcija,
 - kašnjenje.

Kašnjenje

- EM talasi se prostiru konačnom brzinom,
 - u vakuumu i vazduhu prostiru se brzinom svetlosti $c = 3 \cdot 10^8$ m/s,
 - promena izvora ne oseća se odmah u svim tačkama,
 - promena se oseća u nekom kasnijem trenutku - kašnjenje.
- Primer: telefonski razgovor preko satelita.
Geostacionarni sateliti su na visini $h \approx 36000$ km.
Vreme potrebno EM talasu da stigne do satelita: $t = h/c = 0,12$ s.
Kašnjenje od jednog do drugog korisnika iznosi 0,24 s;
isto toliko je kašnjenje u suprotnom smeru.
Kašnjenje se primećuje u razgovoru.
- EM polja se dele na
 - sporopromenljiva (npr. električna i magnetska polja učestanosti $f = 50$ Hz),
 - brzopromenljiva (EM talasi koji dolaze od raznih radio i TV predajnika).

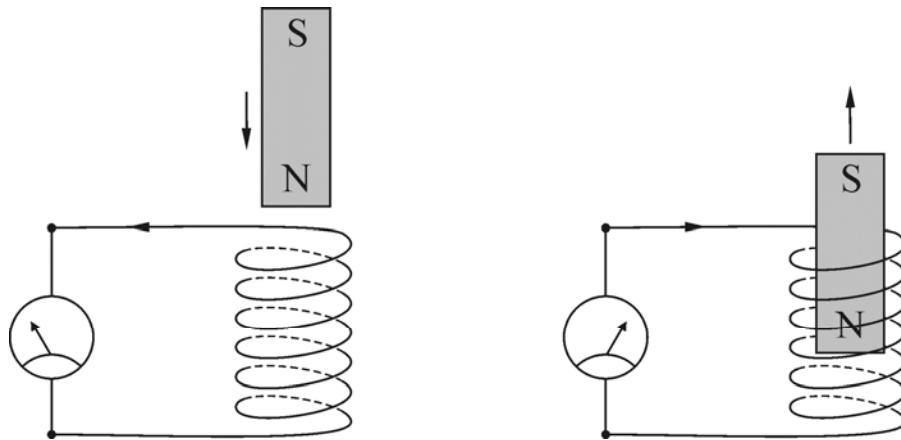
Elektromagnetska indukcija / 1

- Faradejev zakon elektromagnetske indukcije :
 - usled promene magnetskog fluksa u konturi se indukuje elektromotorna sila (ems),
 - na ovom principu rade generatori, transformatori, motori, itd.

- Indukovana ems u jednom zavoju:
$$e_{\text{ind}} = - \frac{d\Phi}{dt}$$

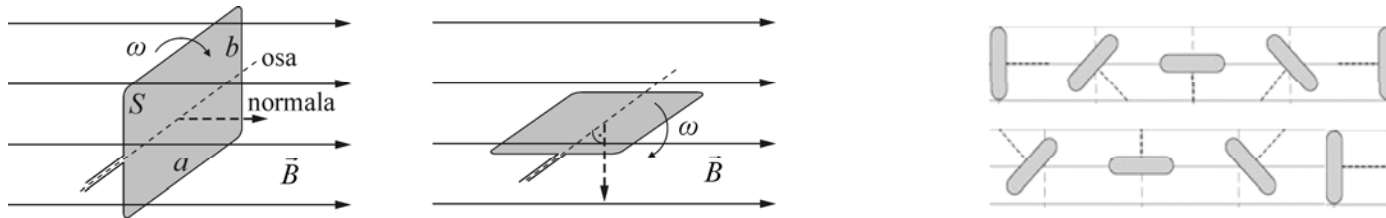
Ako nema promene fluksa onda neće biti ni indukovane ems.

Ako namotaj ima N zavoja:
$$e_{\text{ind},N} = -N \frac{d\Phi}{dt}$$



Elektromagnetska indukcija / 2

- Pravougaoni zavojak rotira u homogenom magnetskom polju:



- Fluks kroz zavojak:

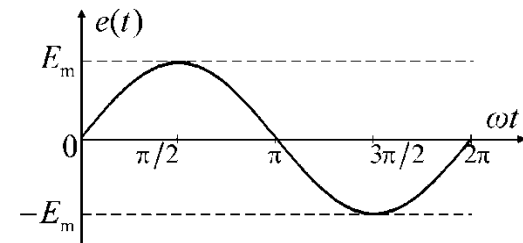
$$\Phi(t) = BS \cos \omega t,$$

ems indukovana u zavojku

$$e(t) = -\frac{d\Phi(t)}{dt} = -\frac{d}{dt}(BS \cos \omega t) = -BS \frac{d}{dt} \cos \omega t,$$

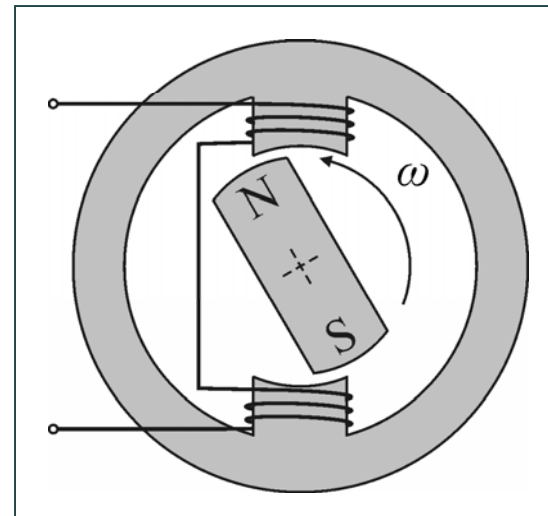
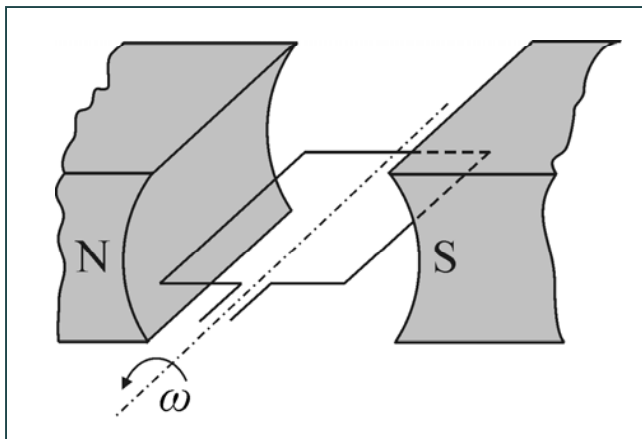
$$e(t) = \omega BS \sin \omega t = E_m \sin \omega t.$$

Za dobijanje većih ems koristi se velik broj zavojaka.



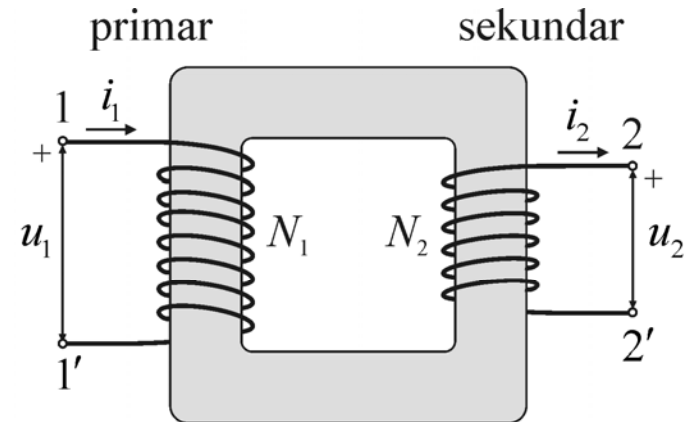
Primene elektromagnetske indukcije

- Generator vrši konverziju mehaničke energije u električnu,
 - konverzija električne energije u mehaničku se dešava u motorima,
 - dva dela: rotor i stator,
 - magnetsko polje u generatoru stvaraju stalni magneti ili elektromagneti (mogu biti na rotoru ili na statoru),
 - princip rada: indukovanje ems u namotajima (koji su na rotoru ili statoru).



Električni transformator

- može smanjiti ili povećati napon
- dva namotaja (primar i sekundar) postavljeni na isto jezgro obično od feromagnetskog materijala
- primar se priključuje na izvor napajanja
- sekundar se priključuje na potrošač
- promjenljiva struja u primaru stvara promjenljiv magnetski fluks kroz jezgro, zbog kog se javlja promjenljiv napon u sekundaru
- mogu da rade samo pri vremenski promjenljivoj struji



- Prenosni odnos $\frac{u_2}{u_1} = \frac{N_2}{N_1}$

napon je veći, tamo gde je broj namotaja veći

- Idealan transformator $U_1 I_1 = U_2 I_2$ tj. $\frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2}$
ako se poveća napon, smanjiće se struja i obrnuto

Električni transformator / primer

Adapter za laptop se koristi da snizi napon od 120V na 15V.

Potrebno je da adapter obezbedi struju od 4A za laptop.

Ako primar ima $N_1 = 1000$ zavoja, izračunati

a) broj zavoja sekundara i

b) struju primara.

Rešenje.

a) Iz napona primara $U_1 = 120\text{V}$, napona sekundara $U_2 = 15\text{V}$, i prenosnog odnosa transformatora $N_2/N_1 = U_2/U_1$, nalazi se

$$N_2 = N_1 \frac{U_2}{U_1} = 1000 \frac{15}{120} = 125.$$

b) Iz uslova da su snage primara i sekundara jednake $U_1 I_1 = U_2 I_2$, dobija se

$$I_1 = I_2 \frac{U_2}{U_1} = I_2 \frac{N_2}{N_1} = 4 \cdot \frac{125}{1000} = 0,5\text{A}.$$