



Elektrotehnika (NET)

Vežbe 10

Spregnuti namotaji sa stalnim strujama

Faradejev zakon

Spregnuti namotaji sa vremenski promenljivom strujom

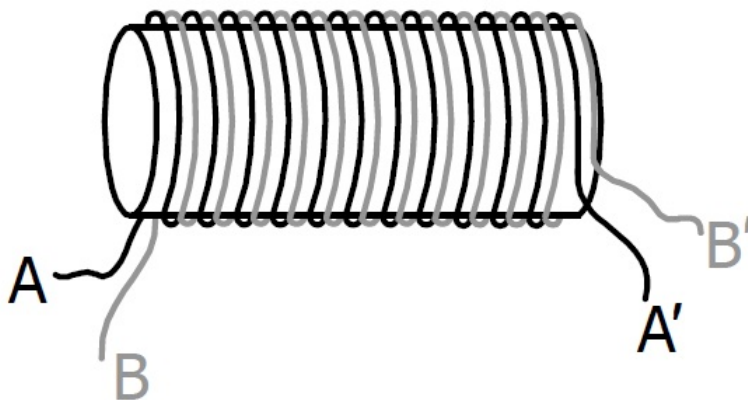


Spregnuti namotaji sa stalnim strujama

III.1.6.2

Na kartonskom jezgru namotana su dva namotaja, zavojak do zavojka, kao na slici. Dužina jezgra je $b = 3,95$ cm, poluprečnik poprečnog preseka je $r = 1$ mm, a broj zavoja svakog od namotaja je $N = 100$.

- a) Odrediti induktivnost svakog namotaja.
- b) Odrediti koeficijent sprege.
- c) Nacrtati ekvivalentnu šemu veze ako su spojeni krajevi A' i B' i odrediti međusobnu induktivnost.
- d) Nacrtati ekvivalentnu šemu veze ako su spojeni krajevi A' i B i odrediti međusobnu induktivnost.
- e) Nacrtati ekvivalentnu šemu veze ako su istovremeno spojeni krajevi A' i B' i krajevi A i B , i odrediti međusobnu induktivnost.





Spregnuti namotaji sa stalnim strujama

Zadatak III.1.6.2

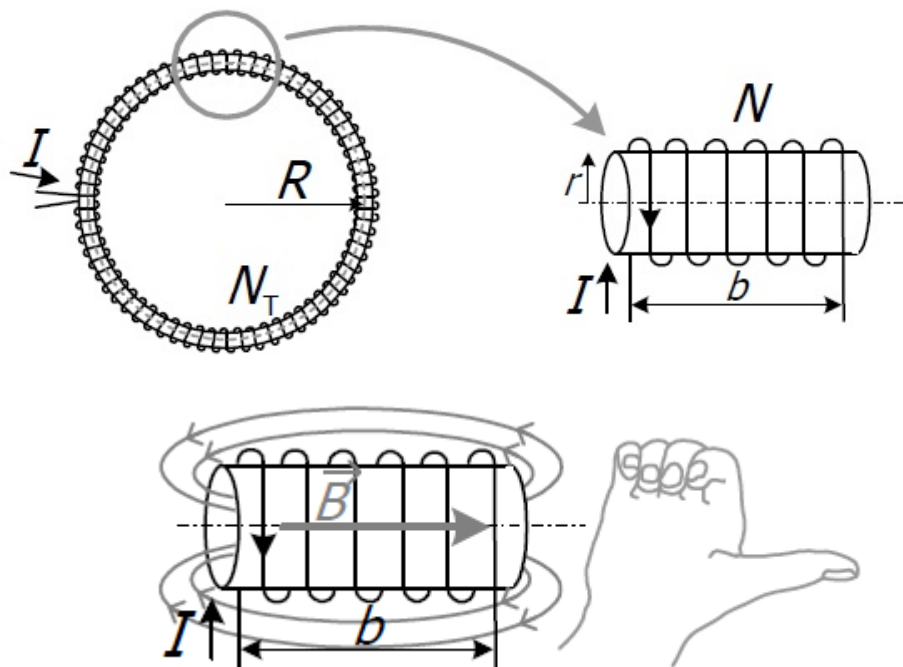
Rešenje: a)

Ova dva namotaja su identična, a izraz za induktivnost namotaja vazdušnog solenoida se dobija na sledeći način:

$$B = \frac{\mu_0 N_T I}{l_{sr}} = \frac{\mu_0 N_T I}{2\pi R}$$

$$\frac{N_T}{l_{sr}} = \frac{N}{b}$$

$$B = \frac{\mu_0 N I}{b}$$





Spregnuti namotaji sa stalnim strujama

Zadatak III.1.6.2

Rešenje: a) Kada smo odredili indukciju možemo sada da odredimo sopstveni fluks kroz jedan zavojak solenoida

$$\Phi_0 = \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = \int_S B \cdot dS \cdot \cos(\vec{B}, \vec{n}) = \int_S B \cdot dS = B \int_S dS = B \cdot S$$

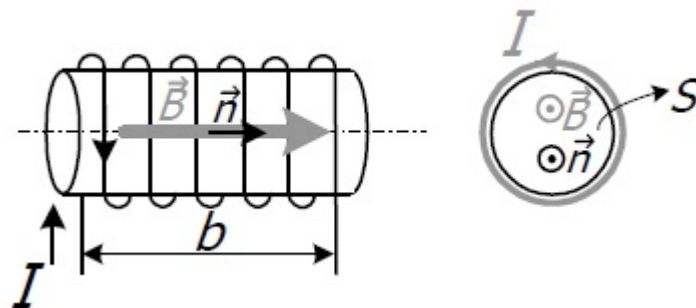
Ukupan fluks je:

$$\Phi = N\Phi_0 = N \cdot B \cdot S = N \cdot \frac{\mu_0 NI}{b} \cdot S = \frac{\mu_0 N^2 I}{b} \cdot S$$

a induktivnost je:

$$L = \frac{\Phi}{I} = \frac{\frac{\mu_0 N^2 I}{b} \cdot S}{I} = \frac{\mu_0 N^2}{b} \cdot S$$

$$L = \frac{\mu_0 N^2}{b} \cdot S$$





Spregnuti namotaji sa stalnim strujama

Zadatak III.1.6.2

Rešenje:

a)

Kako su namotaji u zadatku identični biće:

$$L_1 = L_2 = L = \frac{\mu_0 N^2 S}{b} = \frac{\mu_0 N^2 r^2 \pi}{b} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{H}}{\text{m}} \cdot 100^2 \cdot (1 \cdot 10^{-3} \text{m})^2 \pi}{3,95 \cdot 10^{-2} \text{m}} = 1 \mu\text{H}$$

b) Pošto su namotaji motani zavojak do zavojka sav fluks koji stvara jedan namotaj prolazi kroz drugi namotaj pa je koeficijent sprege jednak $k = 1$.

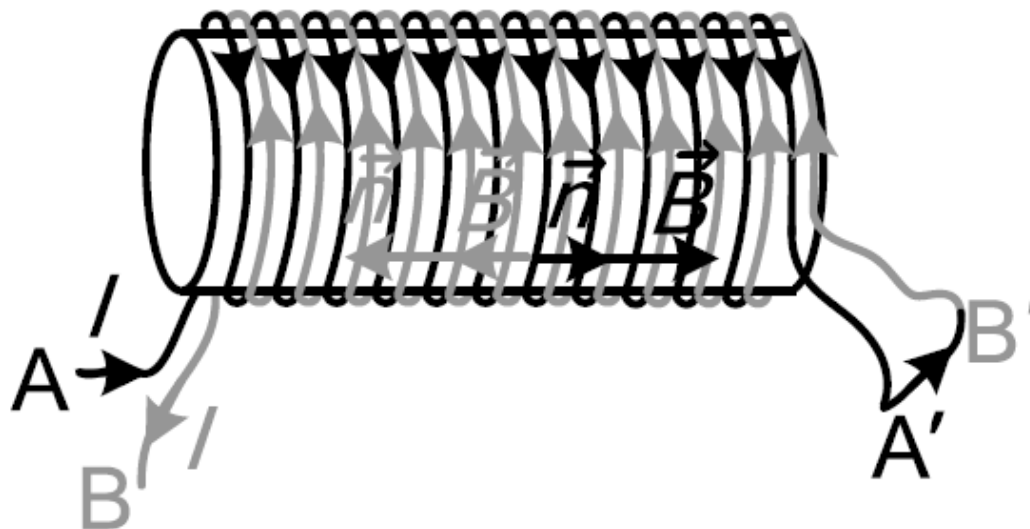


Spregnuti namotaji sa stalnim strujama

Zadatak III.1.6.2

Rešenje: c)

Krajevi A' i B' su spojeni, pa dobijamo rednu vezu ova dva kalema.



Magnetni fluks koji stvara struja u jednom namotaju B kroz namotaj A je negativan, pa je i međusobna induktivnost negativna. Kako je $k=1$:

$$L_{12} = L_{21} = -k\sqrt{L_1 \cdot L_2} = -k\sqrt{L \cdot L} = -k \cdot L = -1 \cdot 1 \mu\text{H} = -1 \mu\text{H}$$

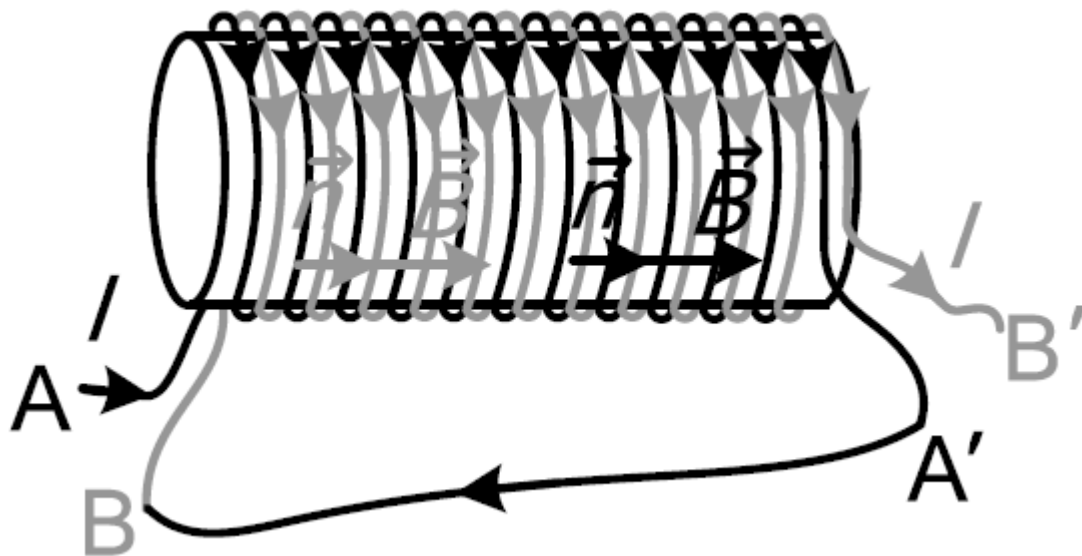


Spregnuti namotaji sa stalnim strujama

Zadatak III.1.6.2

Rešenje: d)

Krajevi A' i B su spojeni kao što je prikazano na slici pa dobijamo rednu vezu ova dva kalema.



Magnetni fluks koji stvara struja u jednom namotaju B kroz namotaj A je pozitivan, pa je i međusobna induktivnost pozitivna. Kako je $k=1$:

$$L_{12} = L_{21} = k\sqrt{L_1 \cdot L_2} = k\sqrt{L \cdot L} = k \cdot L = 1 \cdot 1 \mu\text{H} = 1 \mu\text{H}$$

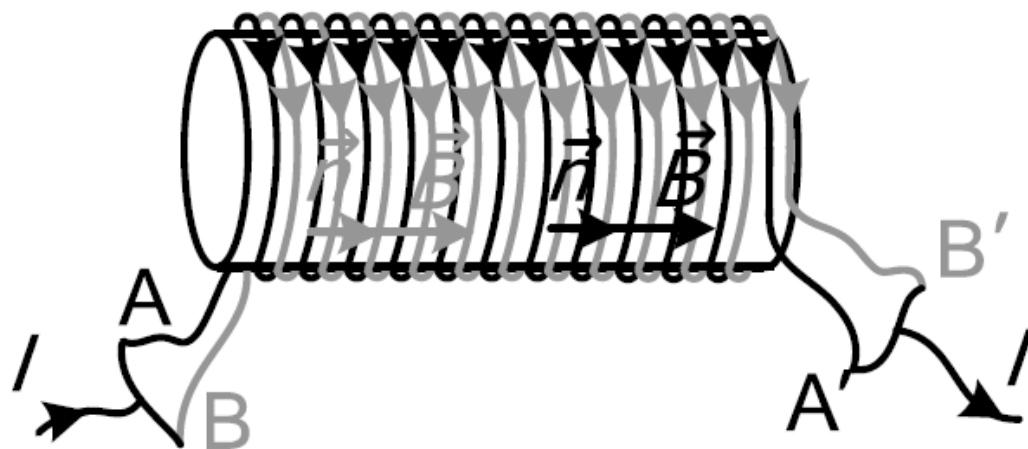


Spregnuti namotaji sa stalnim strujama

Zadatak III.1.6.2

Rešenje: d)

Istovremeno su spojeni krajevi A' i B' i krajevi A i B, pa dobijamo paralelnu vezu ova dva kalema.



Magnetni fluks koji stvara struja u jednom namotaju B kroz namotaj A je pozitivan, pa je i međusobna induktivnost pozitivna. Kako je $k=1$:

$$L_{12} = L_{21} = k\sqrt{L_1 \cdot L_2} = k\sqrt{L \cdot L} = k \cdot L = 1 \cdot 1 \mu\text{H} = 1 \mu\text{H}$$

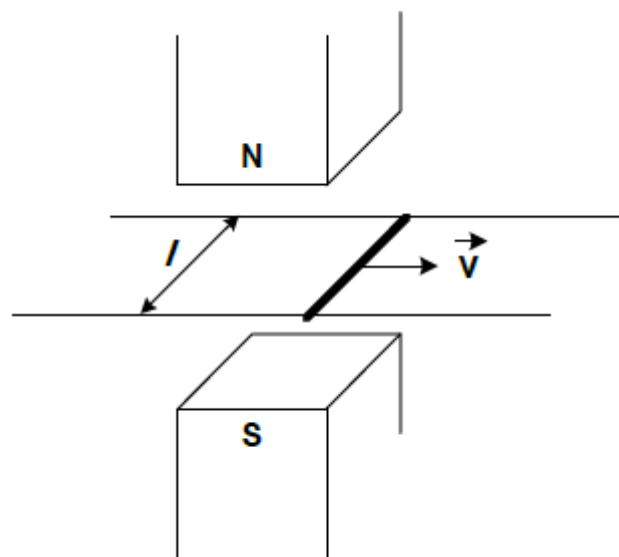


Faradejev zakon

Zadatak III.2.1.1

Na slici su prikazane dve paralelne nepokretne provodne šine u homogenom magnetnom polju indukcije $B = 1 \text{ T}$. Duž šina, normalno na njih, klizi provodna šipka brzinom $v = 1 \text{ m/s}$. Rastojanje između šina je $l = 1 \text{ m}$.

- a) Izračunati razliku potencijala između nepokretnih šina.
- b) Ako se na jednom kraju šine spoje otpornikom otpornosti $R = 100 \Omega$, a otpornost šina i šipke se može zanemariti, odrediti smer i intenzitet indukovane struje.
- c) Šta će se desiti ako šipka promeni smer kretanja, a brzina ostane ista?





Faradejev zakon

Zadatak III.2.1.1

Rešenje: a)

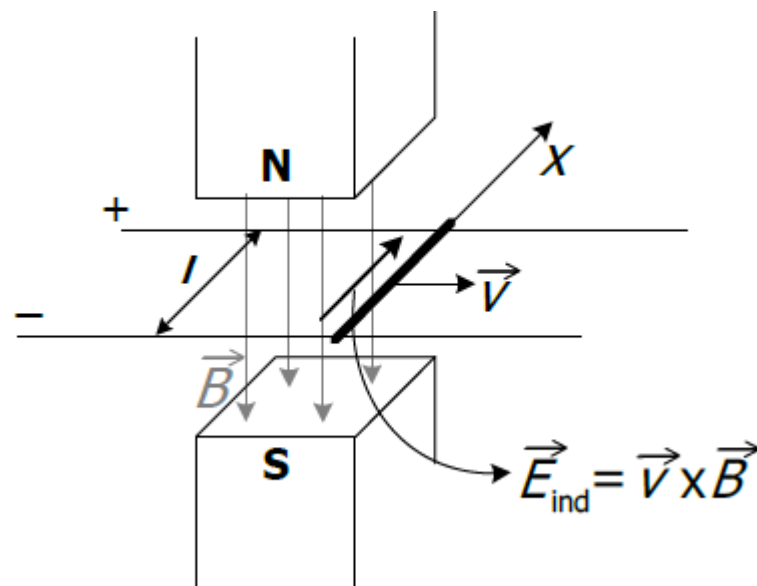
Kada se provodnik kreće u magnetnom polju u njemu se indukuje električno polje. Ova pojava naziva se **elektromagnetna** indukcija i to dinamička jer se provodnik kreće.

Jačina električnog polja je:

$$\vec{E}_{\text{ind}} = \vec{v} \times \vec{B}$$

Intenzitet vektora električnog polja je:

$$|\vec{E}_{\text{ind}}| = |\vec{v}| \cdot |\vec{B}| \sin(\vec{v}, \vec{B}) = |\vec{v}| \cdot |\vec{B}| \sin \frac{\pi}{2} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 1 \text{ T} = 1 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$





Faradejev zakon

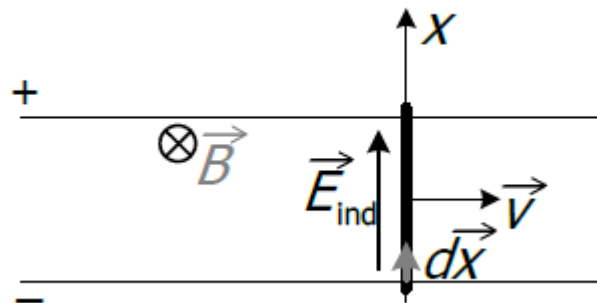
Zadatak III.2.1.1

Rešenje: a)

Nakon što proizvoljno usvojimo x-osu možemo pisati izraz za indukovanu elektromotornu silu.

$$de = \vec{E}_{\text{ind}} \cdot d\vec{x} = (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{x}$$

$$de = \vec{E}_{\text{ind}} \cdot d\vec{x} = E_{\text{ind}} \cdot dx \cos(\vec{E}_{\text{ind}}, d\vec{x}) = E_{\text{ind}} \cdot dx$$



Ukupna elektromotorna sila koja se indukuje duž cele provodne šipke jednaka je sumi elementarnih indukovanih elektromotornih sila:

$$e = \int_l de = \int_l \vec{E}_{\text{ind}} \cdot d\vec{x} = \int_l (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{x}$$

$$e = E_{\text{ind}} \cdot l = 1 \frac{\text{V}}{\text{m}} \cdot 1 \text{ m} = 1 \text{ V}$$

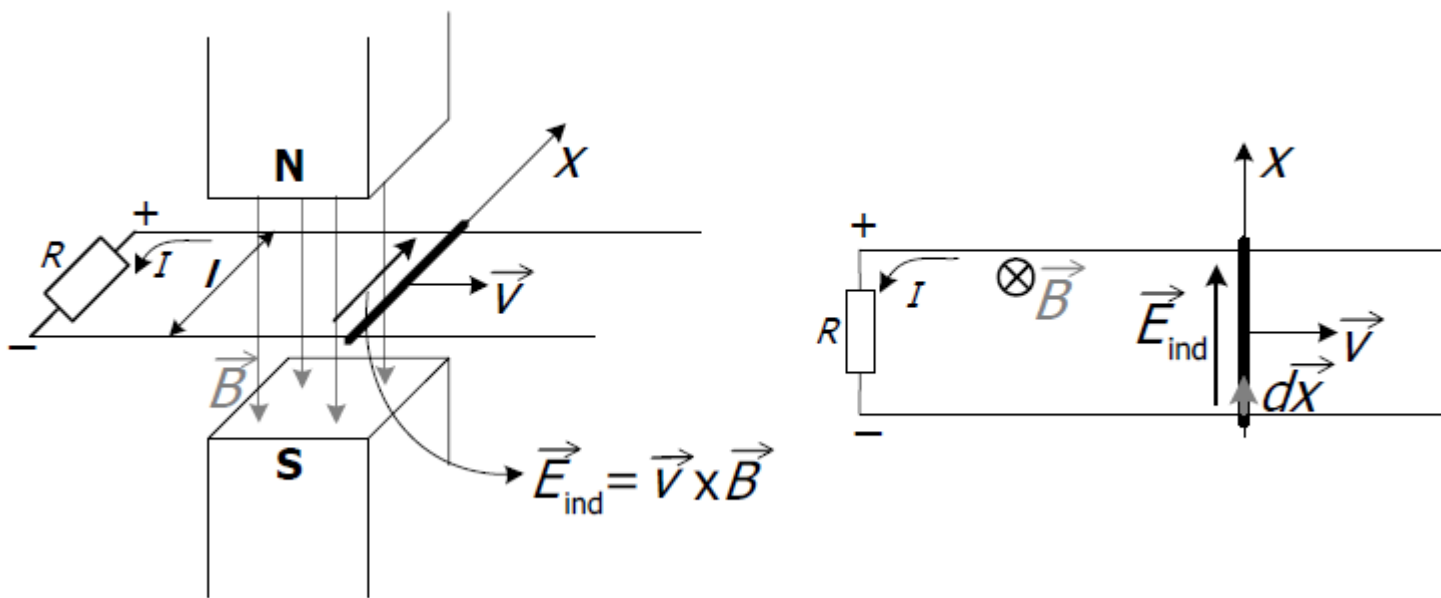
$$e = \int_l E_{\text{ind}} \cdot dx = E_{\text{ind}} \int_l dx = E_{\text{ind}} \cdot l = vBl$$



Faradejev zakon

Zadatak III.2.1.1

Rešenje: b)



$$I = \frac{e}{R} = \frac{1 \text{ V}}{100 \Omega} = 0,01 \text{ A} = 10 \text{ mA}$$

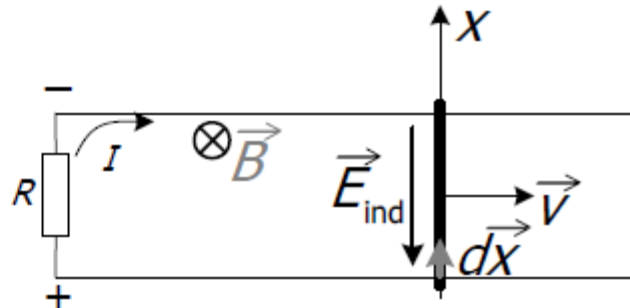
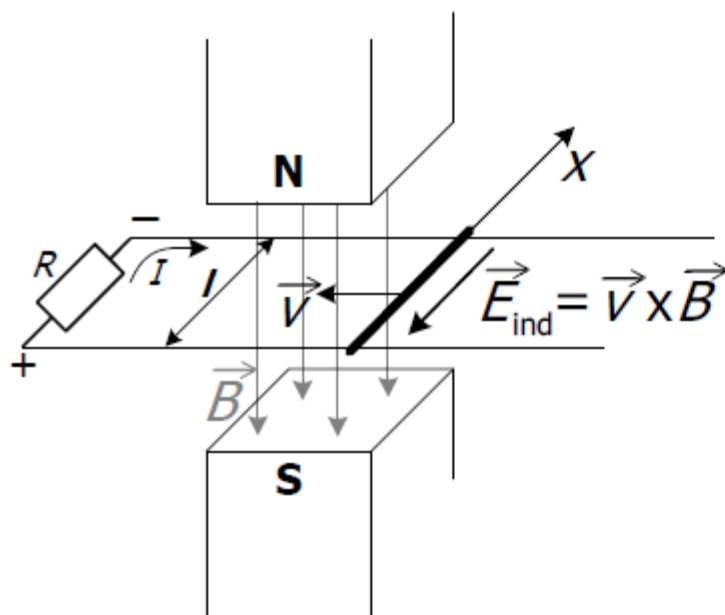


Faradejev zakon

Zadatak III.2.1.1

Rešenje: c)

Ako provodna šina promeni smer promeniće se smer indukovano električnog polja. Posledica toga je suprotan smer indukovane elektromotorne sile, a samim tim i suprotan smer struje kroz otpornik.



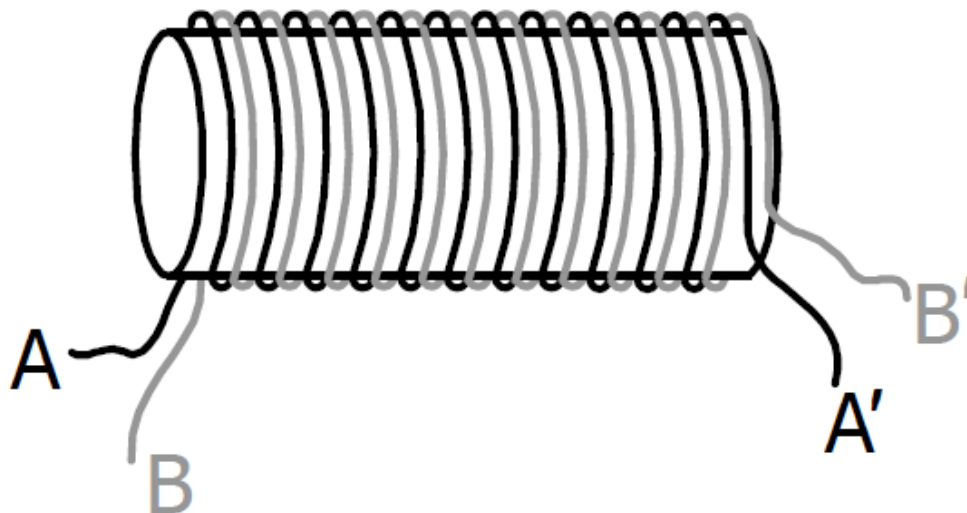


Spregnuti namotaji sa vremenski promenljivom strujom

Zadatak III.2.2.1

Na kartonskom jezgru namotana su dva namotaja, zavojak do zavojka, kao na slici.

- a) Nacrtati ekvivalentnu šemu veze ako su spojeni krajevi A' i B'.
- b) Nacrtati ekvivalentnu šemu veze ako su spojeni krajevi A' i B.
- c) Nacrtati ekvivalentnu šemu veze ako su istovremeno spojeni krajevi A' i B' i krajevi A i B.

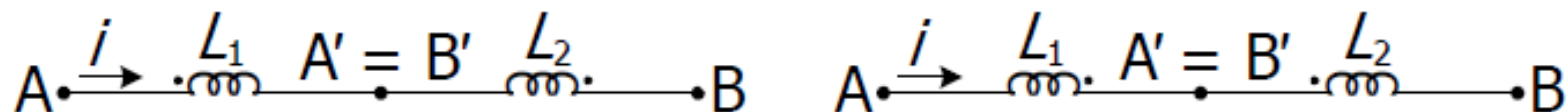




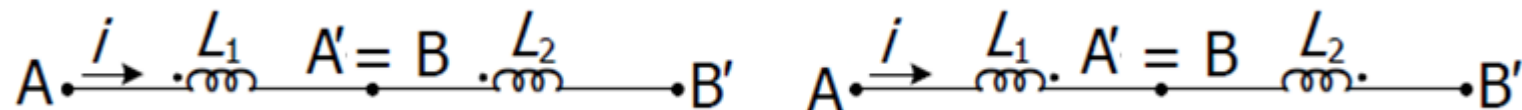
Spregnuti namotaji sa vremenski promenljivom strujom

Zadatak III.2.2.1

Rešenje: a)



Rešenje: b)



Rešenje: c)

