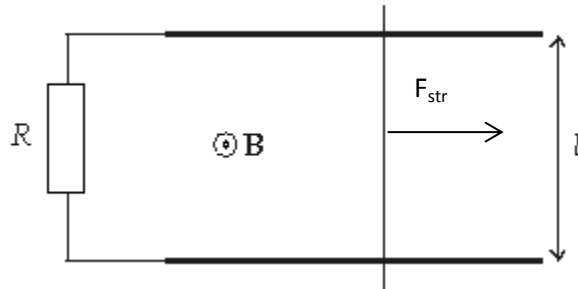


1. Dat je sistem provodnih šina sa pokretnim provodnikom otpornosti $R=1\Omega$ u homogenom polju magnetske indukcije $B=0.9T$, slika 1.1. Na šine razmaknute $1.5m$ spojen je otpornik od 2Ω . Šine imaju zanemarljiv otpor. Na provodnik djeluje strana sila od $10N$ udesno. Označite smjer i izračunajte iznos brzine i elektromagnetske sile u stacionarnom stanju. Koji tip konverzije se ovdje odvija?



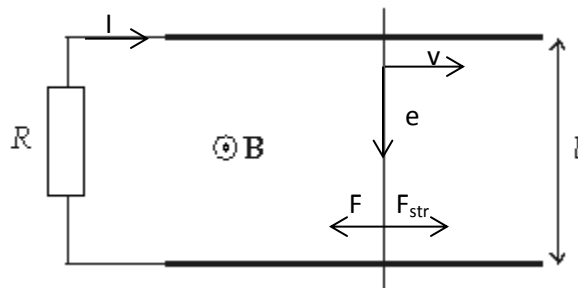
Slika 1.1.

Rešenje:

U provodniku koji se kreće u homogenom magnetnom polju indukuje se elektromotorna sila:

$$e = \vec{l} \cdot (\vec{v} \times \vec{B}) \quad (1.1)$$

Kao posledica postojanja indukovane elektromotorne sile u kolu, uspostaviće se struja I , koja će prouzrokovati silu F takvog smjera da se protivi kretanju.



U stacionarnom stanju, vektorski zbir sila koje djeluju na provodniku je jednak nuli, pa je prema tome:

$$\vec{F} + \vec{F}_{str} = 0 \quad (1.2)$$

Dakle, na osnovu prethodne jednačine određuje se smjer elektromagnetske sile F . Izraz za elektromagnetsku silu F je:

$$\vec{F} = I \cdot (\vec{\ell} \times \vec{B}) \quad (1.3)$$

Na osnovu jednačina 1.2 i 1.3 i slike R.1.1 dobija se da je :

$$I \cdot \ell \cdot B = F,$$

pa je intezitet struje u kolu :

$$I = \frac{F}{\ell \cdot B} = \frac{10}{1.5 \cdot 0.9} = 7.407 \text{ A}$$

Na osnovu jednačine 1.3, sada je i poznat smjer struje I , pa se može i nacrtati na slici R.1.1

Na osnovu slike R.1.1 i II Kirhofovog zakona (II K.Z.), intezitet i polaritet indukovane elektomotorne sile je, slika R.1.1:

$$e = (R + R_1) \cdot I = 22.22 \text{ V}$$

Intezitet brzine kretanja provodnika je:

$$v = \frac{e}{B \cdot \ell} = 16.46 \text{ m/s}$$

Smjer brzine kretanja provodnika je određen saglasno jednačini 1.1.

S obzirom da se smjer indukovane elektomotorne sile poklapa sa smjerom struje, pokretni provodnik će obavljati ulogu generatora. Sva mehanička energija konvertovana preko pokretnog provodnika u električnu energiju (generatorski smjer konverzije) se dalje pretvara toplotnu energiju u otpornicima R i R_1 (Džulovi gubici).

Tekstom zadatka, izlazna ili korisna snaga je snaga koja se troši u otporniku R_1 i iznosi:

$$P_{\text{izlazno}} = R_1 \cdot I^2 = 109.727 \text{ W}$$

Snaga gubitaka je snaga koja se pretvara u toplotu u otporniku R :

$$P_{\text{gubitaka}} = R \cdot I^2 = 54.863 \text{ W}$$

Ulazna snaga iznosi:

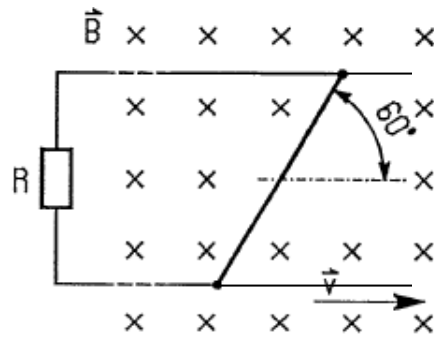
$$P_{\text{ulazno}} = F_{\text{str}} \cdot v = e \cdot I = 164 \text{ W}$$

Stepen iskorišćenja je:

$$\eta(\%) = \frac{P_{\text{izlazno}}}{P_{\text{ulazno}}} \cdot 100 = \left(1 - \frac{P_{\text{gubitaka}}}{P_{\text{ulazno}}} \right) \cdot 100 = 66.9\%$$

Jasno je da u u sistemu prikazanom na slici 1.1 može obavljati samo generatorski režim bez obzira na smjer kretanja provodnika i smjer magnetne indukcije, jer se u otporniku može samo pretvarati električna energija u toplotnu energiju!

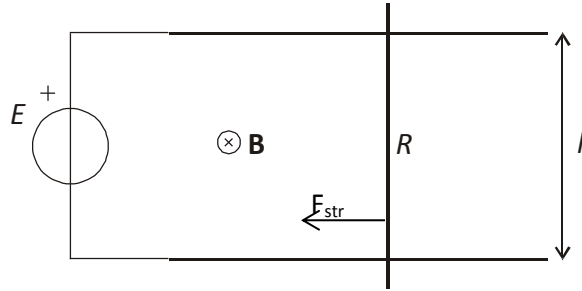
- Slika 2.1 prikazuje sistem provodnih šina sa pokretnim provodnikom u homogenom polju magnetne indukcije $B=0.6$ T. Na šinama leži provodnik otpornosti 1Ω , dužine $\ell=0.8$ m koji se po njima kreće brzinom $v=2\text{m/s}$. Ukupni otpor kola je $R=1.2\Omega$. Odrediti smjer i vrijednost indukovane elektromotne sile. Koliko silom je potrebno djelovati na provodnik da se ostvari ovakvo kretanje?



Slika 2.1.

Rešenje: $e=0.831$ V ; $F=0.288\text{N}$

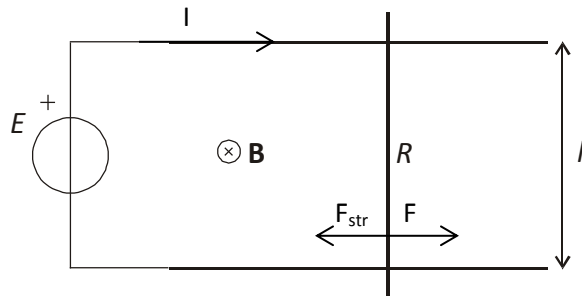
- Slika 3.1 prikazuje sistem nepokretnih provodnih šina preko kojih se može kretati rprovodnik u homogenom magnetskom polju indukcije $B=0.8$ T. Šine su priključene na naponski izvor ems $E=10\text{V}$ i imaju zanemarljiv otpor. Rastojanje između šina je $\ell=1\text{m}$, a pokretni provodnik je otpornosti $R=1\Omega$. Ukoliko na provodnik djeluje strana sila od 5N ulijevo, odredite smjer i iznos struje, brzine i elektromagnetske sile, kao i iznos i polaritet indukovane ems u stacionarnom stanju. Koji tip transformacije se tada odvija i koliko je stepen iskorišćenja te transformacije?



Slika 3.1.

Rešenje:

Na osnovu jednačine 1.2 može se odrediti smjer i intezitet elektromagnetske sile F , slika R.3.1:



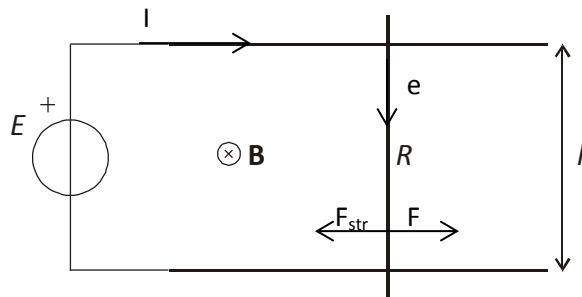
Slika R.3.1

Na osnovu jednačine 1.3, određuje se intezitet i smjer struje I , slika R.3.1.

$$I = \frac{F}{B \cdot \ell} = 6.25 \text{ A}$$

Pošto nije poznat vektor brzine v neophodan za određivanje vrijednosti i polariteta indukovane ems, nije moguće odrediti indukovanu ems preko formule 1.1. Ideja je da se prepostavi smjer ems, a onda da se nakon primjene II K.Z. odredi indukovanu ems. Ako je vrijednost indukovane ems pozitivna onda prepostavljeni smjer odgovara stvarnom, a ako ne stvarni smjer je suprotan prepostavljenom.

Dakle, pretpostavimo da je smjer ems nadolje, slike R.3.1.2

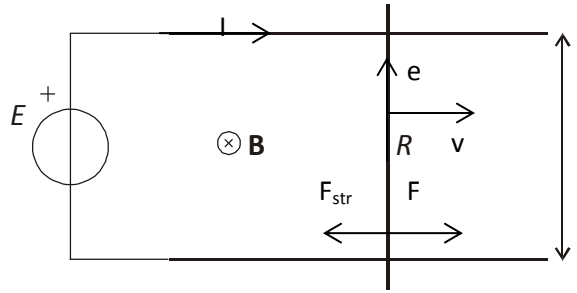


Slika R.3.1.2.

Primjenjujući II K.Z na sliku R.3.1.2, dobija se:

$$e = RI - E = -3.75V$$

Dakle, smjer indukovane ems je suprotan pretpostavljenom smjeru, slika R.3.1.3.



Slika R.3.1.3

Na osnovu jednačine 1.1 određuje se smjer i intezitet vektora brzine kretanja provodnika:

$$v = \frac{e}{B \cdot l} = 4.68 \text{ m/s}$$

S obzirom da se smjer indukovane elektromotorne sile suprotan u odnosu na smjer struje, pokretni provodnik je potrošač. Dakle, električna energija u pokretnom provodniku se pretvara u mehaničku energiju, tj. radi se o motornom režimu rada.

Prema tome, izlazna snaga je:

$$P_{izlazna} = F_{str} \cdot v = e \cdot I = 23.4W$$

Snaga gubitaka je:

$$P_{gub} = R \cdot I^2 = 39.06W$$

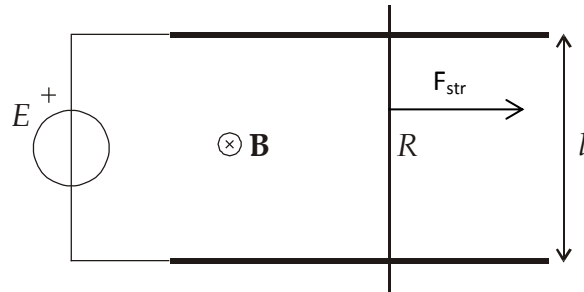
Ulazna snaga je:

$$P_{ulazna} = E \cdot I = P_{meh} + P_{gub} = 62.5W$$

Stepen iskorišćenja ove transformacije je:

$$\eta(\%) = \frac{P_{izlazno}}{P_{ulazno}} \cdot 100 = 37.44\%$$

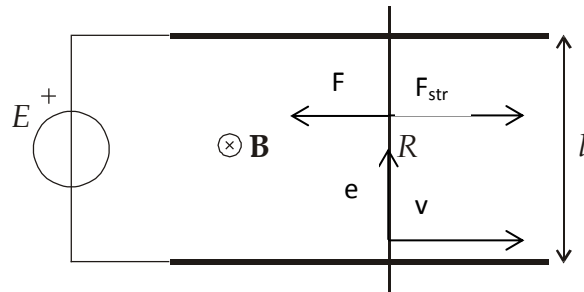
4. Slika 4.1. prikazuje sistem nepokretnih provodnih šina preko kojih se može kretati provodnik u homogenom magnetskom polju indukcije $B=0.8\text{T}$. Šine su priključene na naponski izvor ems $E=10\text{V}$ i imaju zanemariv otpor. Rastojanje između šina je $l=1\text{m}$, a pokretni provodnik je otpornosti $R=1\Omega$. Ukoliko na provodnik djeluje strana sila od 10N udesno, odredite smjer i iznos struje, brzine i elektromagnetske sile, kao i iznos i polaritet indukovane ems u stacionarnom stanju. Koji tip transformacije se tada odvija i koliki je stepen iskorišćenja te transformacije?



Slika 4.1.

Rešenje:

Na osnovu jednačine 1.2 , određuje se smjer elektromagnetske sile i smjer kretanja provodnika, slika R.4.1.



Slika R.4.1.

Na osnovu jednačina 1.2 i 1.3, dobija se da je:

$$B \cdot l \cdot I = F = F_{\text{str}},$$

Na osnovu prethodne formule, intezitet struje I iznosi:

$$I=12.5 \text{ A}$$

Na osnovu slike R.4.1, indukovana ems iznosi:

$$e = E + R \cdot I = 22.5 \text{ V}$$

Iz jednačine 1.1, određuje se brzina kretanja provodnika:

$$v = \frac{e}{B \cdot \ell} = 28.125 \text{ m/s}$$

S obzirom na pretpostavljeni smjer i vrijednosti struje I i ems e , pokretni provodnik predstavlja generator (pretvara se mehanička u električnu snagu) koji predaje električnu energiju ostatku kola.

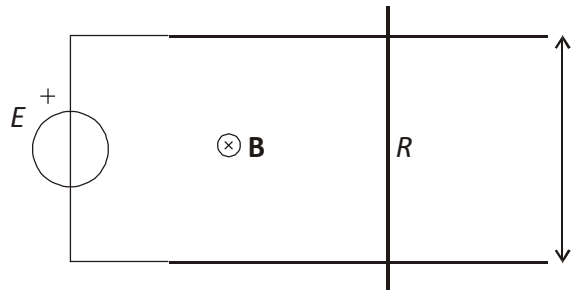
Stepen iskorišćenja je :

$$\eta(\%) = \frac{P_{\text{izlazno}}}{P_{\text{ulazno}}} \cdot 100 = \frac{E \cdot I}{F_{\text{str}} \cdot v} \cdot 100 = 44\%$$

Snaga gubitka iznosi:

$$P_{\text{gubitaka}} = P_{\text{ulazno}} - P_{\text{izlazno}} = R \cdot I^2 = 156.25 \text{ W}$$

5. Na nepokretne paralelne provodne šine, zanemarive otpornosti, međusobnog rastojanja l , priključen je idealni naponski izvor ems E . Na šinama leži provodnik otpornosti R koji po njima može klizati. Sila trenja F_{tr} između provodnika i šina se može smatrati konstantnom. Čitav sistem se nalazi u stranom, homogenom magnetskom polju indukcije \mathbf{B} , normalne na ravan šina. Izračunati, u ustaljenom stanju: a) brzinu provodnika; b) struju u kolu; c) indukovanu ems; d) stepen iskorišćenja sistema. O kakvom tipu konverzije energije se radi – konverziji električne u mehaničku energiju ili obratno? Brojni podaci: $E=12\text{V}$, $R=2\Omega$, $B=0.6\text{T}$, $l=1\text{m}$, $F_{tr}=3\text{N}$.



Slika 1.

Rešenje:

$v=3.33 \text{ m/s}$ (udesno), $I=5\text{A}$ (naniže), $e=2\text{V}$ (naviše), $\eta=16.7\%$
električna energija \rightarrow mehanička energija (motorni režim rada)

6. Ukoliko na provodnik iz 6. zadatka djeluje konstantna strana sila od 10N udesno, odredite smjer i iznos struje, brzine, elektromagnetske sile kao i iznos i polaritet indukovanu ems u stacionarnom stanju. O kom tipu konverzije energije se radi i kolik je njen stepen iskorišćenja?

Rešenje:

$I=11.67\text{A}$ (naviše), $v=58.88\text{ m/s}$ (udesno), $F_{em}=7\text{N}$ (ulijevo), $e=35.33\text{V}$ (naviše);
mehanička energija \rightarrow električna energija, $\eta=23.76\%$