

| | | |
|---------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------|
| ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET OSIJEK | | Osnove električnih strojeva |
| Vježba br. 3 | ISTOSMJERNI STROJ – KRIVULJA MAGNETIZIRANJA | |
| Student: | | |
| Grupa: | | |

1. UVOD

Uzbudnim dijelom stroja nazivamo dio koji nosi uzbudni namot ili permanentne magnete. U armaturnom namotu se inducira napon. Cilj je pronaći vezu struje uzbudnog namota I_f i napona induciranog u armaturnom namotu E .

Induciranje napona u armaturnom namotu opisuje Faradayev zakon: inducirani napon u strujnom krugu jednak je brzini kojom se mijenja magnetski tok ulančen strujnim krugom, a smjer induciranog napona je takav da protjera struje koje se protive promjeni toka.

$$E = - \frac{d\Psi}{dt} \quad (1)$$

Iz izraza (1), uzimajući u obzir konstrukciju stroja, izveden je ukupni inducirani armaturni napon:

$$E = \frac{p}{a} \cdot \frac{\Phi \cdot n \cdot z}{60} = k_e \cdot \Phi \cdot n \quad (2)$$

gdje je p broj pari polova stroja, a broj pari paralelnih grana, Φ magnetski tok, n brzina vrtnje, a z broj vodiča armaturnog namota. Iz izraza (2) je vidljivo da inducirani napon u armaturnom krugu ovisi o brzini vrtnje i magnetskom toku. Magnetski tok Φ ovisi o uzbudnoj struji I_f . Uzbudna struja o ukupnom protjecanju Θ :

$$I_f = \frac{\Theta}{w} \quad (3)$$

gdje je w broj zavoja uzbudnog namota. Ukupno protjecanje je jednako zbroju svih magnetskih napona V_i u magnetskom krugu. Magnetski krug stroja se sastoji od željezne jezgre i zračnog raspora pa prema tome vrijedi:

$$\Theta = V_{Fe} + V_{zrak} \quad (4)$$

Magnetski napon ovisi o magnetskom polju prema izrazu (5):

$$V_i = \int_i^{i+1} H d\vec{l} \quad (5)$$

Magnetsko polje, pak, ovisi o indukciji:

$$B = \mu H \quad (6)$$

gdje je μ permeabilnost, koja je za zrak konstantna ($\mu_0 = 1,257 \cdot 10^{-6} \text{Vs/Am}$), a za željezo nekoliko stotina do nekoliko tisuća puta veća i ovisi o vrijednosti magnetske indukcije u toj

točki. Budući da je permeabilnost u željezu promjenjiva, obično se daje odnos indukcije B i polja H za željezo izravno, krivuljom magnetiziranja, $B = f(H)$.

Indukcija ovisi o toku na sljedeći način:

$$B = \frac{\Phi}{S} \quad (7)$$

gdje je S površina kroz koju je ostvaren magnetski tok.

Izrazi (2) – (7), zajedno sa krivuljom magnetiziranja, opisuju vezu napona induciranog u armaturnom namotu i struje uzbude.

2. KRIVULJA MAGNETIZIRANJA

Istosmjerni generator je u praznom hodu onda kad se rotor vrti nazivnom brzinom vrtnje; uzbudna struja stvara toliko magnetsko polje da se u armaturnom namotu inducira nazivni napon a na priključne stezaljke armaturnog namota nije priključeno nikakvo trošilo pa je armaturna struja jednaka nuli.

Pokusom praznog hoda dobivamo podatke o: magnetskim prilikama u stroju; ovisnost magnetskog toka o uzbudnoj struji; gubicima koje uzrokuje magnetski tok (gubici u željezu); gubicima koji nastaju pri rotaciji zbog trenja u ležajevima, trenja zraka o rotirajuće dijelove i snage potrebne za ventilaciju stroja.

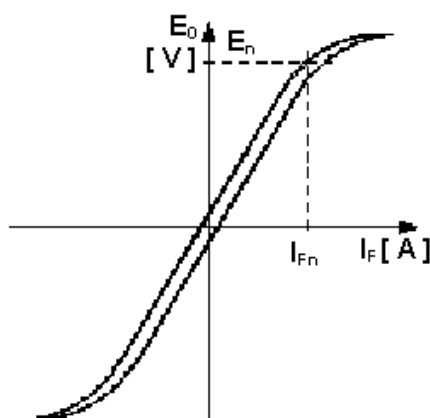
Krivulja magnetiziranja (karakteristika praznog hoda, petlja histereze) prikazuje ovisnost induciranog napona E (koji je u praznom hodu jednak naponu na stezaljkama stroja) u ovisnosti o uzbudnoj struji I_f uz konstantnu brzinu vrtnje.

$$E = f(I_f) \quad (8)$$

Pokus snimanja petlje histereze (slika 2.1) vrši se tako da se rotor generatora vrti nazivnom brzinom vrtnje, a struju uzbude namještamo do maksimalne (nazivne) vrijednosti. Za snimanje lijeve grane petlje histereze treba pri namještanju daljnjih točaka mjerenja uzbudnu struju samo smanjivati, a nikad podizati. Kod uzbudne struje $I_f = 0$ A promijeniti polaritet napona na uzbudnom namotu. Zatim regulacijskim autotransformatorom od točke do točke mjerenja samo povećavati struju uzbude do nazivne vrijednosti. Za snimanje desne grane petlje histereze u daljnjem mjerenju struju uzbude je potrebno smanjivati od nazivne vrijednosti do vrijednosti nula. Nakon toga potrebno je ponovno promijeniti polaritet napona na uzbudnom namotu pa time u sljedećim točkama mjerenja i smjer uzbudne struje. Zatim autotransformatorom od točke do točke mjerenja samo povećajte struju uzbude do nazivne vrijednosti. Za svaku namještenu vrijednost uzbudne struje potrebno je očitati vrijednost induciranog napona E .

Prema karakteristici praznog hoda možemo prosuđivati o sljedećim svojstvima magnetskog kruga stroja :

- veličinu magnetskog toka remanentnog magnetizma,
- predodžbu o svojstvima željeza polova i jarmova,
- predodžbu o stupnju zasićenosti magnetskog kruga.



Slika 2. 1. Krivulja magnetiziranja

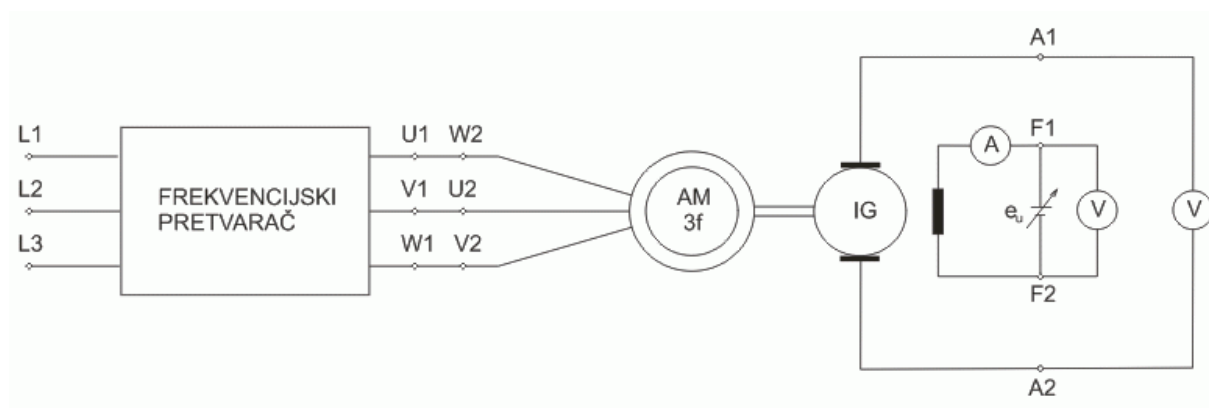
2. 1. Generatorska metoda određivanja petlje histereze

Kod ove metode ispitivani stroj radi kao generator u praznom hodu. Pogonskim strojem održava se konstantna brzina vrtnje jednaka nazivnoj. Promjenom uzbudne struje na gore opisani način, mijenja se inducirani napon opisujući cijelu petlju histereze.

Snimanje se može provesti i kod brzine vrtnje različite od nazivne, jer se inducirani napon lako preračunava s neke druge brzine n_{mj} na nazivnu brzinu n_n , budući da je inducirani napon proporcionalan brzini vrtnje.

$$E = E_{mj} \frac{n_n}{n_{mj}} \quad (9)$$

Shemu spoja za snimanje generatorskom metodom prikazuje slika 2. 2.



Slika 2. 2. Shema spoja za snimanje krivulje magnetiziranja

3. PRIPREMA ZA VJEŽBU

3.1. Što predstavlja karakteristika praznog hoda istosmjernog generatora?

3.2. Koji uvjeti moraju biti ispunjeni prilikom snimanja karakteristike praznog hoda istosmjernog generatora?

3.3. Uz konstantnu brzinu vrtnje i krajnje rasterećenje istosmjernog generatora, inducirani napon u generatoru ovisit će o _____

3.4. Zbog čega, pri snimanju krivulje magnetiziranja, moramo imati konstantnu silaznu ili uzlaznu promjenu uzbudne struje (ne smijemo mijenjati smjer podešavanja uzbudne struje prije dolaska u krajnju točku krivulje; tj. ne smijemo se vratiti uzbudnom strujom na prethodnu radnu točku)?

4. RAD NA VJEŽBI

4.1. Ustanovite tehničke podatke istosmjernog generatora. Prema podacima natpisne pločice procijenite raspon napona armature i struje uzbude istosmjernog generatora.

4.2. Snimate ovisnost $E = f(I_f)$ kod $n = n_n$. Spojna shema za snimanje krivulje magnetiziranja prikazana je na slici 2.2. Struja uzbude mijenja se promjenom napona uzbude. Mjerenje početi od struje uzbude pri kojoj je napon armature maksimalan. Maksimalni napon ne smije prelaziti 125% U_n . Mjerenje se radi od $+E_{max}$ do $-E_{max}$ i natrag, opet do $+E_{max}$. Kontrolirati brzinu vrtnje i po potrebi ju korigirati. Ako brzina vrtnje odstupa od nazivne vrijednosti, treba računskim putem odrediti pravu vrijednost napona koja odgovara nazivnoj vrijednosti brzine vrtnje. Rezultate unijeti u tablicu.

Tablica 4.1. Lijeva grana petlje histereze (silazna)

| | | | | | | | | | | | |
|-------|-----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| I_f | [A] | | | | | | | | | | |
| E | [V] | | | | | | | | | | |

Tablica 4.2. Desna grana petlje histereze (uzlazna)

| | | | | | | | | | | | |
|-------|-----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| I_f | [A] | | | | | | | | | | |
| E | [V] | | | | | | | | | | |

4.3. Koristeći se izmjerenim vrijednostima na milimetarskom papiru nacrtati krivulju magnetiziranja (petlju histereze) pri nazivnoj brzini vrtnje. Lijevu granu petlje histereze dobit ćete iz podataka mjerenja u tablici 4.1., a drugu desnu granu petlje histereze simetričnim preslikavanjem s obzirom na ishodište ili iz podataka mjerenja u tablici 4.2. Očitati struju uzbude koja je potrebna da se pri nazivnoj brzini vrtnje inducira u armaturi nazivni napon u praznom hodu. Kod očitavanja koristiti se krivuljom koja prolazi sredinom petlje histereze. Dijagram priložiti izvješću.

Uzbudna struja praznog hoda: $I_{f_0} =$

Prema izgledu petlje histereze zaključiti da li je magnetski krug stroja optimalno iskorišten, tj. je li se u stroj moglo ugraditi manje željeza.

Magnetski krug stroja _____ optimalno iskorišten jer _____

5. ZAPAZANJA I KOMENTAR

*izložite svoja zapažanja te izvedite zaključak