

Pismeni ispit iz kolegija:

TEORIJA ELEKTRIČNIH STROJEVA I TRANSFORMATORA

10.02.2012.

(60 bodova)

1. Transformator 630 kVA,  $P_0 = 3\text{ kW}$ ,  $\eta = 0,98$ ,  $T = 2\text{ h}$  nazivno opterećen zagrijava se na 70 K nadtemperature. Pri temperaturi okoline  $\vartheta_0$  transformator duže vremena radi s 50 % nazivnog opterećenja ( $\alpha_1 = 0,5$ ), a zatim mu se opterećenje povisi na 150 % nazivnog tereta ( $\alpha = 1,5$ ). Transformator promatramo kao homogeno tijelo.
  - a) Koliko dugo transformator može raditi sa 150 % nazivnog tereta, a da mu zagrijanje ostane u dopuštenim granicama (ne više od 70 K)?
  - b) Skicirajte vremensku promjenu zagrijanja transformatora i istaknite dozvoljene granice zagrijanja za svako opterećenje (uključujući i nazivno).

(8 bodova)

2. Pri pokusu kratkog spoja trofaznog transformatora nazivnih podataka 400 kVA, 10/0,4 kV, 50 Hz, **YNd5** struja je iznosila 15 A pri naponu 500 V.
  - a) Koliki je nazivni  $u_k$  u postocima, gledano s primara?
  - b) Koliko iznosi bazna reaktancija transformatora gledano sa primara, a koliko gledano sa sekundara?
  - c) Koliko iznosi impedancija kratkog spoja u postocima, gledano s primara?
  - d) Skicirajte shemu grupe spoja i vektorski dijagram transformatora.

(10 bodova)

3. Odredite pri kojim **brzinama vrtnje  $n$**  će se formirati zakretni moment konstantnog iznosa tako da stroj možemo smatrati elektromehaničkim pretvaračem – električnim strojem, ako u namotima 10-polnog rotora općeg modela teku struje  $i_a$  frekvencije 50 Hz i  $i_b$  frekvencije 60 Hz, a na istaknutim polovima statora nema namota. Objašnjenje potkrijepite odgovarajućim skicama.

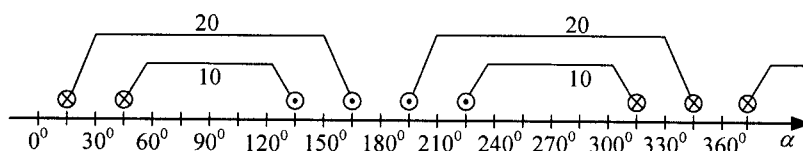
(8 bodova)

4. Podaci stroja su sljedeći  $S_n = 20\text{ MVA}$ ,  $U_n = 10,5\text{ kV}$ ,  $f = 50\text{ Hz}$ , promjer provrta 2 m, broj utora 120, jednoslojni namot s jednim vodičem po utoru.
  - a) Skicirajte prostornu razdiobu **strujnog obloga  $A(x)$**  i **protjecanja  $\theta(x)$  faze U** i **rezultantno** za 10-polni trofazni stator **za trenutak kad je struja faze V maksimalna**. Na apscisi treba obuhvatiti **dva polna koraka**, a početi od **sredine strujne zone faze U**. Računajte s prosječnim strujnim oblogom po utorskom koraku. Označite karakteristične veličine na koordinatnim osima.
  - b) Nacrtajte razvijenu shemu namota za 4 pola faze U i označite u kojim utorima počinju faze V i W.

(12 bodova)

5. Raspored jednofaznog 2-polnog namota po obodu stroja koji se sastoji od koncentrično namotanih svitaka s 20 i 10 zavoja prikazan je na slici. Linije koje povezuju vodiče predstavljaju električne spojeve vodiča na različitim stranama svitaka. Duljina zračnog raspora je  $\delta$ , radijus je  $r$ , a duljina jezgre znosi  $l$ .
- Nacrtajte funkciju namota  $N(\alpha)$  i označite odgovarajuće numeričke iznose funkcije namota i pripadne kuteve  $\alpha$  na mjestima gdje se nalaze vodiči.
  - Izračunajte omjer vlastitog induktiviteta namota uzimajući u obzir samo osnovni harmonik funkcije namota i ukupnog vlastitog induktiviteta.

(10 bodova)



6. Asinkroni motor s nazivnim podacima 400 kW, 400 V, 50 Hz, 4 pola ima parametre nadomjesne sheme za nazivnu frekvenciju zadane u jediničnim vrijednostima:  $r_s = 0,022$ ,  $x_{os} = 0,11$ ,  $r'_r = 0,026$ ,  $x'_{or} = 0,11$ ,  $x_m = 2,5$ . Gubici u željezu i mehanički gubici se mogu zanemariti.
- Pri nazivnoj frekvenciji i klizanju 0,035 moment na osovini iznosi 1,25. Za tu radnu točku odredite:
    - struju rotora  $|\vec{i}'_r|$  u p.u
    - snagu na osovini  $P_2$  u W
    - omske gubitke u rotoru u W
    - struju magnetiziranja (struja kroz poprečnu granu) u p.u.
    - struju statora  $|\vec{i}_s|$  u p.u.
    - korisnost u %.
  - Pretpostavite da je utjecaj otpora statora kompenziran, tj. da je napon statora tolikog iznosa da je struja statora na 12,5 Hz ista kao i na 50 Hz. Za istu struju statora kao u a) dijelu zadatka izračunajte:
    - koliko će iznositi klizanje i klizna frekvencija da bi motor na osovini razvio isti moment ( $M_{em} = 1,25$ ) na frekvenciji 12,5 Hz,
    - struju magnetiziranja za radnu točku iz b1) u p.u.
    - snagu na osovini za radnu točku iz b1) u p.u.
  - Odredite frekvenciju napona u Hz kojim treba napajati motor da bi on u mirovanju razvijao maksimalni (prekretni) moment. Zanemarite otpor statora.

(12 bodova)