higher education & training

Department:
Higher Education and Training
REPUBLIC OF SOUTH AFRICA

T550**(A)**(A9)T

NASIONALE SERTIFIKAAT

ELEKTROTEGNIEK N6

(8080096)

9 April 2019 (X- Vraestel)
09:00–12:00

Hierdie vraestel bestaan uit 5 bladsye en 'n formuleblad van 5 bladsye.

Kopiereg voorbehou

DEPARTEMENT VAN HOËR ONDERWYS EN OPLEIDING
REPUBLIEK VAN SUID-AFRIKA

NASIONALE SERTIFIKAAT
ELEKTROTEGNIEK N6
TYD: 3 UUR
PUNTE: 100

INSTRUKSIES EN INLIGTING

1. Beantwoord AL die vrae.
2. Lees AL die vrae aandagtig deur.
3. Nommer die antwoorde volgens die nommeringstelsel wat in hierdie vraestel gebruik is.
4. Sketse moet groot, netjies en volledig benoem wees.
5. Skryf netjies en leesbaar.

Kopiereg voorbehou

VRAAG 1: GS-MASJIENE

1.1 Noem VIER metodes wat gebruik kan word om die spoed van 'n GS-motor te beheer. (4)

1.2 'n 250 V GS-sjuntmotor ('DC shunt motor') het 'n sjuntveldweerstand ('shunt field résistance') van 250 Ω en 'n ankerweerstand ('armature résistance') van 0,25 Ω.

Vir 'n gegewe lasdraaimoment ('load torque') en met geen addisionele weerstand in die sjuntveldkring ('shunt field circuit') nie, loop die motor teen 1 500 r/min en trek 'n ankerstroom van 20 A.

Indien 'n weerstand van 250 Ω in serie in die veld geplaas word, sal die lasdraaimoment ('load torque') dieselfde bly.

Bereken die volgende:

1.2.1 Die ankerstroom ('armature current') wat getrek word (5)

1.2.2 Die nuwe spoed (3)

1.3 Teken 'n netjiese diagram van twee identiese sjuntmotors wat meganies aan dieselfde las gekoppel is en in parallel verbind is. (2)

1.4 Teken die wringkragkenkromme ('torque characteristic curve') ten opsigte van die ankerstroom ('armature current') vir die sjuntmotors wat in VRAAG 1.3 hier bo beskryf is. (1)

[15]

VRAAG 2: WS-KRINGTEORIE

'n Gebalanseerde 3-fase sterverbinde las ('3-phase star-connected load') van (8 + j6) ohm per fase is verbind met 'n driefasige 230 V-toevoer.

Bereken die volgende:

2.1 Die lynstroom ('line-current') (5)

2.2 Die kragfaktor ('power factor') (2)

2.3 Die aktiewe drywing ('active power') (2)

2.4 Die reaktiewe drywing ('reactive power') (2)

2.5 Die totale volt-ampères (2)

[13]

Kopiereg voorbehou

VRAAG 3: TRANSFORMATORS

3.1 Noem TWEE gevolge van bofrekwensiestrome ('harmonic currents') in transformators. (2)

3.2 Definieer die term *spanningsreëling* ('voltage regulation') van 'n transformator. (2)

3.3 'n 250 kVA, 2 500/250 V, enkelfasige transformator het 'n persentasie impedansie van (1,2 + 3,5)%.

Bereken die volgende teen 'n kragfaktor van 0,8 nalopend ('lagging'):

3.3.1 Die vollasrendement ('full-load efficiency') indien die ysterverlies 0,23 kW beloop (4)

3.3.2 Die maksimum rendement (2)

3.3.3 Die aangelegde primêre spanning ('applied primary voltage') om vollasstroom op kortsluit ('short-circuit') te sirkuleer (3)

3.3.4 Die persentasie regulasie ('percentage regulation') (2)

[15]

VRAAG 4: WS-MASJIENE – ALTERNATORS

4.1 Bereken die krag/lashoek ('power/load angle') as 'n 1 500 kVA, 6,6 kV driefasige Y-verbinde alternator met 'n weerstand van 0,4 ohm en 'n reaktansie van 6 ohm per fase vollasstroom lewer teen normaal aangeslane ('rated') spanning en 0,8 kragfaktor nalopend. (9)

4.2 Verduidelik die term *ankerreaksie* ('armature reaction') soos van toepassing op alternators. (2)

4.3 Verduidelik die term *sinchrone impedansie van 'n alternator*. (2)

[13]

VRAAG 5: WS-MASJIENE – SINCHRONE MOTORS

5.1 Verduidelik wat bedoel word met die term *skommeling van 'n sinchrone motor* en hoe dit geminimaliseer kan word. (4)

5.2 'n 380 V enkelfasige sinchrone motor het 'n ankerweerstand van 0,2 ohm en 'n sinchrone reaktansie van 3 ohm. Die motor het 'n lewering ('output') van 36,5 kW teen 0,8 kragfaktor voorlopend ('leading'). Die rendement is 80%.

Bereken die volgende:

5.2.1 Die ankerstroom ('armature current') (3)

5.2.2 Die EMK ('EMF') waarby die masjien opgewek word ('excited') (6)

5.3 Noem TWEE metodes om 'n driefasige sinchrone motor aan te sit. (2)

[15]

Kopiereg voorbehou

VRAAG 6: WS-MASJIENE – INDUKSIEMOTORS

6.1 'n Driefasige induksiemotor is gewikkel vir 4 pole en word deur 'n 50 Hz-stelsel voorsien.

Bereken die volgende:

6.1.1 Die sinchrone spoed (2)

6.1.2 Die rotor se spoed as die glip 4% is (3)

6.1.3 Die rotor se frekwensie as die spoed van die rotor 600 r/min is (3)

6.2 Definieer die term *sinchrone watt*. (2)

6.3 Noem VIER metodes om 'n induksiemotor te begin ('start'). (4)
[14]

VRAAG 7: ONTWIKKELING EN DISTRIBUSIE VAN WS

7.1 Noem TWEE gevolge van 'n lae kragfaktor. (2)

7.2 Noem TWEE voordele van die verbetering van die kragfaktor op die verbruiker. (2)

7.3 'n 3-fasige 50 Hz-transmissielyn met 'n weerstand van 5 Ω per fase en 'n induktansie van 30 mH per fase lewer 'n las van 1 000 kW teen 'n kragfaktor ('power factor') van 0,8 nalopend en 11 kV aan die ontvangskant.

Bereken die volgende:

7.3.1 Die sendkantspanning ('sending end voltage') (6)

7.3.2 Die kragfaktor (1)

7.3.3 Die transmissierendement ('transmission efficiency') (2)

7.3.4 Die reëling ('regulation') (2)
[15]

TOTAAL: 100

Kopiereg voorbehou

FORMULEBLAD

GS-MASJIENE ***DC MACHINES***

$$E = V - Ia\,Ra$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1\,\Phi_1}{N_2\,\Phi_2}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{I_1\,\Phi_1}{I_2\,\Phi_2}$$

SPOEDBEHEER ***SPEED CONTROL***

$$E = V - Ia\left(\frac{R\ Rse}{R + Rse} + Ra\right)$$

$$E = V - Ia\,Ra - Ise\,Rse$$

TOETSING DIREKTE METODE ***TESTING DIRECT METHOD***

$$\eta = \frac{2\pi Nr\ (W - S)}{60\ IV}$$

SWINBURNE-METODE ***SWINBURNE METHOD***

$$\eta_{motor} = \frac{IV - (Ia^2 Ra + Ia_o\,V + Is\,V)}{IV}$$

$$\eta_{generator} = \frac{IV}{IV + Ia^2\ Ra + Ia_o\,V + Is\,V}$$

HOPKINSON-RENDEMENTE DIESELFDE

$$\eta = \sqrt{\frac{I_1}{I_1 + I_2}}$$

HOPKINSON EFFICIENCIES THE SAME

YSTER-VERLIES

IRON LOSS

$$= I_2\,V - \left\{(I_1 + I_3)^2\ Ra + (I_1 + I_2 - I_4)^2\ Ra + (I_3 + I_4)\,V\right\}$$
$$= C$$

$$\eta_{generator} = \frac{I_1\,V}{I_1 V + (I_1 + I_3)^2\ Ra + I_3\,V + \frac{C}{2}}$$

$$\eta_{motor} = \frac{(I_1 + I_2)\,V - \left\{(I_1 + I_2 - I_4)^2\ Ra + I_4\,V + \frac{C}{2}\right\}}{(I_1 + I_2)\,V}$$

Kopiereg voorbehou

WS-BELASTING
STERSTELSELS

$$\bar{I}_R = \frac{V\ \underline{o°}}{Z_{RN}\ \underline{\phi_1}}$$

$$\bar{I}_y = \frac{V\ \underline{|-120°}}{Z_{YN}\ \underline{\phi_2}}$$

$$\bar{I}_B = \frac{V\ \underline{|120°}}{Z_{BN}\ \underline{\phi_3}}$$

$$\bar{I}_N = \bar{I}_R + \bar{I}_B + \bar{I}_Y$$

AC LOADS
STAR SYSTEMS

√rn = VERWYSING
REFERENCE

R-Y-B VOLGORDE
SEQUENCE

GEBALANSEERDE KRING

$$\bar{I}n = 0$$

BALANCED CIRCUIT

DELTASTELSELS

$$\bar{I}_{RY} = \frac{\bar{V}_{RY}}{\bar{Z}_{RY}} \quad \bar{I}_R = \bar{I}_{RY} - \bar{I}_{BR}$$

$$\bar{I}_{YB} = \frac{\bar{V}_{YB}}{\bar{Z}_{YB}} \quad \bar{I}_Y = \bar{I}_{YB} - \bar{I}_{RY}$$

$$\bar{I}_{BR} = \frac{\bar{V}_{BR}}{\bar{Z}_{BR}} \quad \bar{I}_B = \bar{I}_{BR} - \bar{I}_{YB}$$

DELTA-SYSTEMS

DRIEDRAAD-STELSELS

$$V_{sn} = \frac{\frac{\bar{V}_{an}}{\bar{Z}_1} + \frac{\bar{V}_{bn}}{\bar{Z}_2} + \frac{\bar{V}_{cn}}{\bar{Z}_3}}{\frac{1}{\bar{Z}_1} + \frac{1}{\bar{Z}_2} + \frac{1}{\bar{Z}_3}}$$

$$\bar{V}_{aN} = \bar{V}_{aS} + \bar{V}_{sN}$$

$$\bar{V}_{bN} = \bar{V}_{bS} + \bar{V}_{sN}$$

$$\bar{V}_{cN} = \bar{V}_{cS} + \bar{V}_{sN}$$

$$\bar{I}_a = \frac{\bar{V}_{aS}}{\bar{Z}_1}$$

$$\bar{I}_B = \frac{\bar{V}_{bS}}{\bar{Z}_2}$$

$$\bar{I}_C = \frac{\bar{V}_{cS}}{\bar{Z}_3}$$

THREE-WIRE SYSTEMS

Kopiereg voorbehou

KOMPLEKSE GOLFVORMS

COMPLEX WAVE FORMS

$$e_1 = E_m \ Sin \ \omega t$$

$$e_2 = K_2 \ E_m \ Sin \ 2 \ \omega t$$

$$e_3 = K_3 \ E_m \ Sin \ 3 \ \omega t$$

$$e = E_m \ (Sin \ \omega t + k_2 \ Sin \ 2 \ \omega t + k_3 \ Sin \ 3 \ \omega t)$$

$$P = \frac{E_m^2 1 + E_m^2 2 + E_m^2 3 + ... + E_m^2 N}{2R}$$

$$P = \left(I_m^2 1 + I_m^2 2 + I_m^2 3 + ... + I_m^2 N\right) R$$

$$I = \sqrt{\frac{I_m^2 1 + I_m^2 2 + ... + I_m^2 N}{2}}$$

$$E = \sqrt{\frac{E_m^2 1 + E_m^2 2 + ... + E_m^2 N}{2}}$$

$$Cos \ \phi = \frac{I^2 \ R}{E \ I} = \frac{\frac{E^2}{R}}{E \ I}$$

TRANSFORMATORS

TRANSFORMERS

$$\eta = \frac{S \ Cos \ \phi}{S \ Cos \ \phi + Po + Psc}$$

Enige waarde van belasting by k van vollas

Any value of load at k of full-load

$$\eta = \frac{k \ S \ Cos \ \phi}{k \ S \ Cos \ \phi + Po + k^2 \ Psc}$$

MAKSIMUM RENDEMENT

MAXIMUM EFFICIENCY

$$K = \sqrt{\frac{Po}{Psc}}$$

$$\eta = \frac{k \ S \ Cos \ \phi}{k \ S \ Cos \ \phi + Po + k^2 \ Psc}$$

Kopiereg voorbehou

FORMULES ***FORMULAE***

$$\% R = \frac{I \text{ Re}}{V}$$

$$\% X = \frac{I \ Xe}{V}$$

$$\% Z_e = \% R_e + j \% X_e$$

$$V_{SC} = I \ Z_e$$

$$P_{SC} = I^2 \ R_e$$

$$Cos \ \phi_e = \frac{P_{SC}}{I_1 \ V_{SC}}$$

$$Reg = \frac{V_{SC} \ Cos \ (\phi_e \pm \phi_2)}{V}$$

$$Reg = \frac{I \ Z \ Cos \ (\phi_e \pm \phi_2)}{V}$$

$$Reg = \frac{I \ (\text{Re} \ Cos \ \phi_2 \pm Xe \ Sin \ \phi_2)}{V}$$

WS-MASJIENE ALTERNATOR S ***AC MACHINES ALTERNATORS***

$$n = \frac{f}{p}$$

$$Kd = \frac{Sin \frac{n\alpha}{2}}{n \ Sin \frac{\alpha}{2}}$$

$$Kp = Cos \frac{\psi}{2}$$

$$E = 2 \ Kf \ Kd \ Kp \ f \ \Phi \ Z$$

$$E = \sqrt{(V \ Cos \ \phi + IR)^2 + (V \ Sin \ \phi \pm IX)^2}$$

$$E = V + IR \ Cos \ \phi \pm IX \ Sin \phi$$

$$\overline{E} = E \ | \underline{\phi} + IR \ | \underline{o} + Ix \ | \underline{90}$$

$$Reg = \frac{E - V}{V}$$

Kopiereg voorbehou

SINCHRONE MOTOR ***SYNCHRONOUS MOTOR***

$$\overline{V} + \overline{E} = \overline{E}_R \qquad \overline{E}_R = \overline{IZ}$$

$$\overline{E} = V \underline{|-\phi} + IR \underline{|180°} + IX \underline{|-90°}$$

INDUKSIEMOTOR ***INDUCTION MOTOR***

$$\frac{Eo}{V_1} = \frac{Zr}{Z_s} \qquad E_2 = SEo$$

$$X_2 = SXo \qquad I_2 = \frac{E_2}{Z_2}$$

$$Z_2 = \sqrt{R_2^2 + (SXo)^2} \qquad Io = \frac{Eo}{Zo}$$

$$Zo = \sqrt{R_2^2 + Xo^2}$$

$$I_2 = \frac{SEo}{\sqrt{R_2^2 + (SXo)^2}} \qquad Io = \frac{Eo}{\sqrt{R_2^2 + Xo^2}}$$

MAKSIMUM RENDEMENT ***MAXIMUM EFFICIENCY***

$$R_2 = SXo$$

Rotorkoperverlies = S rotorinset
Rotor copper loss = S rotor input

$$S = \frac{N_1 - N_2}{N_1}$$

$$P = \sqrt{3}\, V_L\, I_L\, Cos\, \phi$$

$$KVA = \sqrt{3}\, V_L\, I_L$$

Kopiereg voorbehou