higher education & training

Department:
Higher Education and Training
REPUBLIC OF SOUTH AFRICA

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

NASIONALE SERTIFIKAAT

ELEKTROTEGNIEK N6

(8080096)

9 April 2018 (X-Vraestel)
09:00–12:00

Sakrekenaars mag gebruik word.

Hierdie vraestel bestaan uit 6 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. Skryf netjies en leesbaar.

Kopiereg voorbehou

VRAAG 1

1.1 1.1.1 Maak 'n netjiese skets van 'n paar identiese omtakmotors ('shunt motors') wat meganies en parallel aan dieselfde vrag gekoppel is. (2)

1.1.2 Teken die spoed- en wringkragkenmerke teenoor die ankerstroom van die omtakmotor wat hier bo beskryf is. (2)

1.2 Die volgende resultate is gekry in 'n Hopkinson toets op twee omtakmasjiene:

Toevoerspanning	415 V
Generatorankerstroom	35 A
Motorankerstroom	45 A
Motorveldstroom	0,8 A
Generatorveldstroom	0,9 A
Ankerweerstand van elke masjien	0,5 Ω

Bereken die rendement van die masjien was as generator dien, wanneer elk van die volgende veronderstel word:

1.2.1 Gelyke yster en wrywingsverliese (9)

1.2.2 Gelyke rendement (1)

[14]

VRAAG 2

2.1 'n EMK verteenwoordig by $e = 150\sin(\omega t) + 75\sin(3\omega t + 30°) + 40\sin(5\omega t + 15°)$ V word toegepas op 'n seriekring met 'n weerstand van 7 Ω en 'n kapasitansie van 415 µF. Die fundamentele frekwensie is 50 Hz.

Bereken die ekspressie vir die momentwaarde ('instantaneous value') van die stroom. (8)

2.2 Hier onder is 'n drielynstroom van 'n ongebalanseerde vierdraad, driefase sterverbinding gegee.

$$I_R = 15,7\angle 0° \text{ A}$$

$$I_Y = 39,53\angle -165° \text{ A}$$

$$I_B = 25,85\angle 206° \text{ A}$$

Die lynspanning is 445 V.

Gebruik V_{RN} as fasorverwysing en R-Y-B as fasorrotasie en bereken die vragimpedansies van Z_{RN}, Z_{YN} en Z_{BN}. (7)

[15]

VRAAG 3

3.1 Verduidelik met behulp van 'n betjiese diagram, hoe die kortsluitingtoets op 'n enkelfase transformator gedoen word. (4)

3.2 'n 500 kVA, enkelfase transformator het 'n ysterverlies van 2,9 kW. Die volgende data word ook verskaf:

	Primêre	**Sekondêre**
Spannings	6 600 V	415 V
Wikkelingweerstand	450 mΩ	1,9 mΩ

Bereken elk van die volgende vir 'n vragfaktor ('load factor') van 0,8 naloop ('lagging'):

3.2.1 Volvragrendement (5)

3.2.2 Rendement teen halfvrag (2)

3.2.3 Kaksimum rendement (3)

3.2.4 Lewering teen maksimum rendement (1)
[15]

VRAAG 4

4.1 Verduidelik met behulp van 'n netjiese diagram, hoe die oopkringtoets ('open-circuit test') op 'n driefase-sterverbinde alternator gedoen word. (4)

4.2 Die anker van 'n 8-pool alternator met 'n smeltmiddel ('flux') van 0,08 Wb per pool het 72 gleuwe.

Bereken elk van die volgende:

4.2.1 Die alternatorspoed indien die frekwensie 50 Hz is (2)

4.2.2 Die aansluiter ('terminal') EMK indien die alternator met 'n driefase, sterverbinde, volsteek ('full-pitched') wikkeling met 10 geleiers per gleuf, gewikkel is. (9)
[15]

Kopiereg voorbehou

VRAAG 5

5.1 Verduidelik met die hulp van fasordiagramme wat gebeur wanneer die vragwringkrag ('load torque') van 'n sinchrone motor vermeerder word. (4)

5.2 'n 580 kVA, 2 500 V 8-pool driefase, sterverbinde sinchrone motor het 'n weerstand van 1,5 Ω per fase en 'n sincrone reaktansie per fase van 4,5 Ω werkende teen 'n kragvaktor van 0,85 vooryling ('leading').

Bereken elk van die volgende deur bogenoemde data te gebruik.

5.2.1 EMK gegenereer (7)

5.2.2 Vraghoek in elektriese en meganiese grade ('degrees') (2)

[13]

VRAAG 6

Die volgende is die resultate van 'n toets op 'n 20 kW, 380 V, 50 Hz, driefase, sterverbinde induksiemotor. Die terminaal-tot-terminaalweerstand van die sterverbinde stator is 0,4 Ω.

Nievragtoets	380 V	15 A	2 468 W
Gesloterotortoets ('Locked-rotor test')	190 V	60 A	5 923 W

6.1 Teken volgens skaal 1 cm = 5 A, 'n sirkeldiagram deur bogenoemde inligting te gebruik. (10)

6.2 Gebruik die sirkeldiagram in VRAAG 6.1 om elk van die volgende vas te stel:

6.2.1 Rendemnet by volvrag

6.2.2 Lynstroom by volvrag

6.2.3 Kragfaktor by volvrag

6.2.4 Insetkrag by volvrag

6.2.5 Rotorkoperverlies tydens stilstand

(5 × 1) (5)

[15]

VRAAG 7

7.1 Gee TWEE redes waarom verbruikers kragfaktorverbeteringstoerusting ('power-factor improvement equipment') installeer. (2 × 2) (4)

7.2 'n Driefase-induksiemotor neem 250 kW teen 0,8 kragfaktor nalopend ('lagging') is parallel met 'n driefase-sinchrone motor wat 300 kVA teen 0,9 kragfaktor voorylend ('leading') neem. Die spanningstoevoer is 3,2 kV.

7.2.1 Bereken dielynstroom en die kragfaktor van die totale vrag. (5)

7.2.2 Die sinchrone motor is ontkoppel en 'n kapasitorbank is verbind dwarsoor die vrag terwyl die kragfaktor van die kombinasie na 0,9 nalopend ('lagging') verander.

Bereken die kVA aanslag ('rating') van die kapasitorbank. (4)
[13]

TOTAAL: 100

Kopiereg voorbehou

FORMULEBLAD

ELEKTROTEGNIEK N6

GS-MASJIENE $E = V - Ia\,Ra$ ***DC MACHINES***

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

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

SPOEDBEHEER $$E = V - Ia\left(\frac{R\,Rse}{R + Rse} + Ra\right)$$ ***SPEED CONTROL***

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

TOETSING DIREKTE METODE $$\eta = \frac{2\pi Nr\,(W - S)}{60\,IV}$$ ***TESTING DIRECT METHOD***

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

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

HOPKINSON-RENDEMENTE DIESELFDE $$\eta = \sqrt{\frac{I_1}{I_1 + I_2}}$$ ***HOPKINSON EFFICIENCIES THE SAME***

YSTER-VERLIES $$= I_2\,V - \left\{(I_1 + I_3)^2\,Ra + (I_1 + I_2 - I_4)^2\,Ra + (I_3 + I_4)\,V\right\}$$ ***IRON LOSS***

$$= C$$

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

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

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

– *Vrn = 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 ALTERNATORS ***AC MACHINES ALTERNATORS***

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

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

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

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

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

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

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

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

SINCHRONE MOTOR $\overline{V} + \overline{E} = \overline{E}_R \quad \overline{E}_R = \overline{IZ}$ ***SYNCHRONOUS MOTOR***

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

Kopiereg voorbehou

INDUKSIEMOTOR

$$\frac{Eo}{V_1} = \frac{Zr}{Z_s}$$

$$E_2 = SEo$$

$$X_2 = SXo$$

$$Z_2 = \sqrt{R_2^2 + (SXo)^2}$$

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

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

INDUCTION MOTOR

$$I_2 = \frac{E_2}{Z_2}$$

$$Io = \frac{Eo}{Zo}$$

$$Io = \frac{Eo}{\sqrt{R_2^2 + Xo^2}}$$

MAKSIMUM RENDEMENT

$$R_2 = SXo$$

MAXIMUM EFFICIENCY

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