higher education & training

Department:
Higher Education and Training
REPUBLIC OF SOUTH AFRICA

NASIONALE SERTIFIKAAT

ELEKTROTEGNIEK N6

(8080096)

10 Augustus 2021 (X-vraestel)
09:00–12:00

Tekeninstrumente en nieprogrammeerbare sakrekenaars mag gebruik word.

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

252Q1G2110

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. Begin elke vraag op 'n nuwe bladsy.
5. Hou onderafdelings van vrae bymekaar.
6. Rond alle antwoorde af tot DRIE desimale plekke.
7. Gebruik die korrekte simbole en eenhede.
8. Skryf met 'n pen en doen alle TEKENINGE/SKETSE/DIAGRAMME met 'n POTLOOD.
9. Skryf netjies en leesbaar.

Kopiereg voorbehou

VRAAG 1: GS-MASJIENE

1.1 Verduidelik hoe die spoed van 'n GS-motor varieer in verhouding tot die volgende:

1.1.1 Die ankerspanning

1.1.2 Die veldstroom

(2 × 2) (4)

1.2 'n 400 V GS- serie motor met 'n ankerweerstand van 0,4 Ω trek 'n stroom van 25 A as dit teen 750 r/min loop. Veronderstel die vloed is eweredig aan die stroom.

Bereken die volgende:

1.2.1 Die spoed as die motor 'n stroom van 40 A trek (6)

1.2.2 Die verhouding van die twee wringkragte wat ontwikkel (3)

[13]

VRAAG 2: WS-KRINGTEORIE

2.1 Verduidelik die begrip *komplekse golf.* (2)

2.2 'n EMK verteenwoordig deur e = 140,44 Sin 314t + 80,72 Sin 1 570t word aangewend oor 'n resistor van 10 Ω in parallel met 'n induktor van 0,02 H.

Bereken die volgende:

2.2.1 Die krag wat deur die kring geabsorbeer word (3)

2.2.2 Die WGK-waarde ('RMS value') van die stroom wat aan die kring gelewer word (10)

[15]

VRAAG 3: TRANSFORMATORS

3.1 Definieer die *spanningsreëling ('voltage regulation')* van 'n transformator. (3)

3.2 Noem TWEE gevolge/effekte van bofrekwensiespannings ('harmonic voltages') in 'n transformator. (2)

Kopiereg voorbehou

3.3 Die persentasie impedansie van die primêre spoel van 'n 250 kVA, 1 800/450 V enkelfase, 50 Hz transformator is (0,6 + j4,4) Ω. Die arbeidsfaktor ('power factor') is 0,8 nalopend ('lagging').

Bereken die volgende:

3.3.1 Die windingsverhouding (2)

3.3.2 Die persentasie weerstand (3)

3.3.3 Die persentasie reaktansie (2)

3.3.4 Die vollas koperverlies (2)

3.3.5 Die kragfaktor waarteen maksimum reëling voorkom (2)

3.3.6 Die spanning wat op die primêre spoel aangewend moet word om die vollas-stroom in die sekondêre kring te sirkuleer (2)

[18]

VRAAG 4: WS-MASJIENE – ALTERNATORS

'n Driefasige, sterverbinde alternator in 'n oop kring moet 'n lynspanning van 3 600 V, 50 Hz lewer as dit teen 500 r/min aangedryf word. Die stator het drie gleuwe per pool per fase en 20 geleiers per gleuf

Veronderstel AL die geleiers per fase is in serie verbind en die spoele is op volsteek ('full pitched'). Die distribusiefaktor is 0, 96.

4.1 Bereken die aantal pole. (3)

4.2 Bereken die bruikbare vloed per pool. (8)

[11]

VRAAG 5: WS-MASJIENE – SINCHRONE MOTORS

5.1 Wat is 'n *sinchrone kapasitor*? (2)

5.2 'n Driefasige sinchrone motor is in parallel verbind met 'n las van 500 kW teen 'n arbeidsfaktor ('power factor') van 0,75 nalopend. Die opwekking van die motor word aangepas totdat die totale arbeidsfaktor 0,9 nalopend is. Die motor se inset is 100 kW.

5.2.1 Bereken die kVA-inset na die motor. (7)

5.2.2 Bereken die motor se arbeidsfaktor ('power factor'). (1)

[10]

Kopiereg voorbehou

VRAAG 6: WS-MASJIENE – INDUKSIEMOTORS

6.1 Definieer *wringkrag in sinchrone watt*. (2)

6.2 Noem die TWEE hoofdele van 'n induksiemotor. (2)

6.3 Die kraginset na die rotor van 'n 440 V, 50-Hz, 6-pool induksiemotor is 100 kW. Die rotor se elektromotoriese krag maak 120 siklusse per minuut.

Bereken die volgende:

6.3.1 Die glip

6.3.2 Die rotor se spoed

6.3.3 Die meganiese krag wat onwikkel word

6.3.4 Die rotorkoperverlies per fase

6.3.5 Die spoed van die statorveld met betrekking tot die rotor

(5 × 2) (10)
[14]

VRAAG 7: OPWEKKING EN VOORSIENING VAN WS

7.1 Definieer *reëling van 'n transmissielyn.* (3)

7.2 Noem DRIE gevolge van 'n swak arbeidsfaktor (‘power factor’). (3)

7.3 Gebruik die π-metode om die spanning, stroom en arbeidsfaktor aan die stuurpunt van 'n 150 km transmissielyn te bereken

Die lyn lewer 'n driefasige las van 15 MW teen 'n kragfaktor van 0,8 nalopend en 'n lynspanning van 90 kV, 50 Hz.

Elke konduktor het 'n weerstand van 0,285 Ω /km, 'n induktansie van 1,845 milli-henry/km (mH/km) en 'n kapasitansie van 0, 00863 µF/km tot neutraal.

LET WEL: Teken die π-metode kringdiagram (13)
[19]

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 ***TESTING***

DIREKTE METODE ***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 ***HOPKINSON EFFICIENCIES THE SAME***

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

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

$\bar{}$
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 ***TRANSFORMATORS***

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

Enige waarde van belasting by k van vollas

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

Any value of load at k of full-load

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***

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

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

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

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

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

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

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

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

Kopiereg voorbehou

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

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

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