higher education & training

Department:
Higher Education and Training
REPUBLIC OF SOUTH AFRICA

NASIENRIGLYN

NASIONALE SERTIFIKAAT

ELEKTROTEGNIEK N6

10 AUGUSTUS 2021

Hierdie nasienriglyn bestaan uit 10 bladsye.

Kopiereg voorbehou

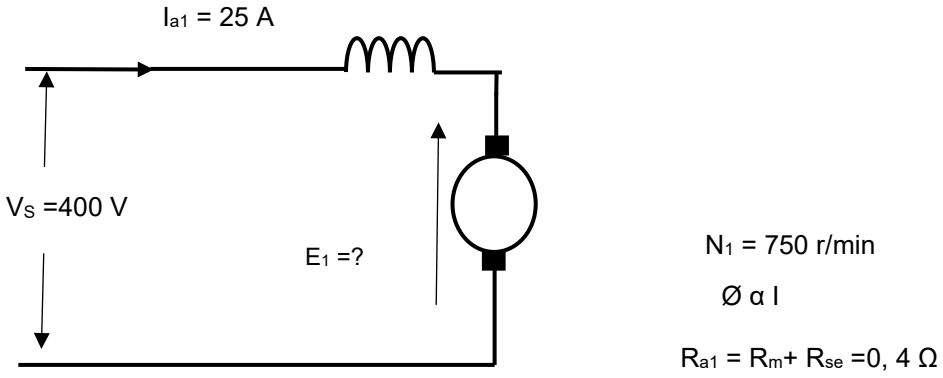
VRAAG 1: GS-MASJIENE

1.1 1.1.1 Die spoed neem toe met 'n toename in ankerspanning✓, maar nie eweredig nie.✓

1.1.2 Die spoed is omgekeerd eweredig aan die veldstroom✓ as die pole onversadig is.✓

(2 × 2) (4)

1.2 Gegee: A 350 V, DC seriemotor



1.2.1 Die spoed as die motor 'n stroom van 40 A trek:

$$E_1 = V_S - I_1 R_a$$
$$= 400 - (25 \times 0{,}4) = 390\ \text{V}\ ✓$$

$$E_2 = V_S - I_{a2} R_a = 400 - (40 \times 0{,}4) = 384\ \text{V}\ ✓$$

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{N_2 I_{a2}}{N_1 I_{a1}}\ ✓$$

$$\therefore N_2 = \frac{E_2}{E_1} \times \frac{N_1 I_{a1}}{I_{a2}}\ ✓$$

$$= \frac{384}{390} \times \frac{750 \times 25}{40}\ ✓$$

$$= 461{,}538\ \text{r/min}\ ✓$$

(6)

1.2.2 Die verhouding van die twee wringkragte wat ontwikkel:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{I_{a2} \emptyset_2}{I_{a1} \emptyset_1}$$

$$= \frac{(I_{a2})^2}{(I_{a1})^2}\ ✓$$

$$= \frac{(40)^2}{(25)^2}\ ✓$$

$$\therefore T_2 : T_1 = 2{,}56 : 1 ✓$$

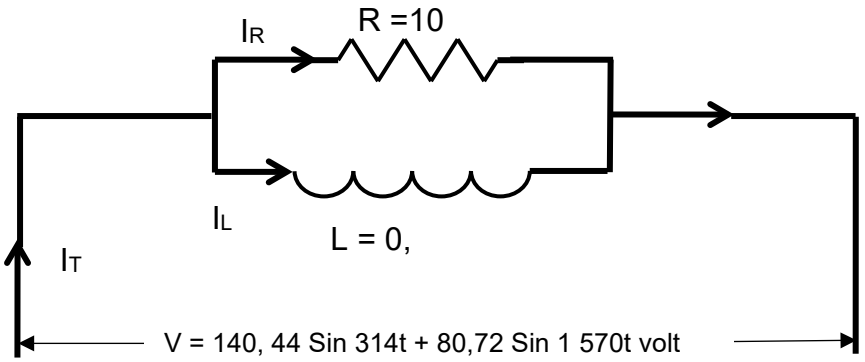
(3)

[13]

VRAAG 2: WS-KRINGTEORIE

2.1 'n Komplekse golf bestaan uit 'n reeks sinusvormige golwe,✓
d.w.s. 'n fundamentele golf en verskillende harmoniese golwe.✓ (2)

2.2 Gegee: 'n Parallel gekoppelde elektriese kring wat bestaan uit 'n resistor en 'n induktor



2.2.1 Die krag wat deur die kring geabsorbeer word:

$$E_{RMS} = \sqrt{\frac{{E_{M1}}^2 + {E_{M2}}^2}{2}}$$

$$= \sqrt{\frac{140,44^2 + 80,72^2}{2}} \checkmark$$

$$= \mathbf{114,541\ V} \checkmark$$

$$P = \frac{{E_{RMS}}^2}{R} = \frac{114,541^2}{10}$$

$$= \mathbf{1\,311,964\ W} \checkmark$$ (3)

2.2.2 Die WGK-waarde van die stroom wat aan die kring gelewer word:

Grondbeginsel/Basis

$$X_{L1} = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 314 \times 0,02$$

$$= 6,28\ \Omega \checkmark$$

$$Z_{P1} = \frac{R \cdot X_{L1}}{R + X_{L1}}$$

$$= \frac{10\angle 0° \times 6,28\angle 90°}{10\angle 0° + 6{,}28\angle 90°} \checkmark$$

$$= 5,318\angle 57,871°\ \Omega \checkmark$$

$$I_{M1} = \frac{E_{M1}}{Z_{P1}} = \frac{140,44\angle 0°}{5,318\angle 57,871°}$$

$$= 26,408\angle -57,871°\ A \checkmark$$

Vyfde bofrekwensie:

$$X_{L5} = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$$
$$= \omega L = 1\,570 \times 0,02$$
$$= 31,4\ \Omega \checkmark$$

of

$$X_{L5} = 5 \cdot X_{L1} = 5 \times 6,28$$
$$= 31,4\ \Omega \checkmark$$

$$Z_{P5} = \frac{R \cdot X_{L5}}{R + X_{L5}}$$
$$= \frac{10\angle 0° \times 31,4\angle 90°}{10\angle 0° + 31,4\angle 90°} \checkmark$$
$$= 9,528\angle 17,665°\ \Omega \checkmark$$

$$I_{M5} = \frac{E_{M5}}{Z_{P5}} = \frac{80,72\angle 0°}{9,528\angle 17,665°}$$
$$= 8,472\angle -17,665°\ A \checkmark$$

$$I_{RMS} = \sqrt{\frac{{I_{M1}}^2 + {I_{M2}}^2}{2}}$$
$$= \sqrt{\frac{26,408^2 + 8,472^2}{2}} \checkmark$$
$$= 19,611\ A \checkmark$$ (10)

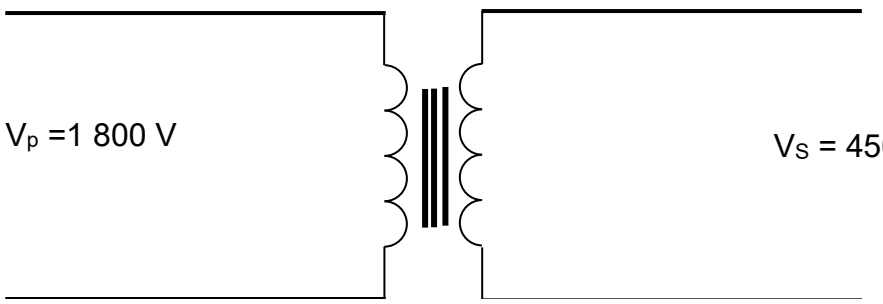
[15]

VRAAG 3: TRANSFORMATORS

3.1 Die spanningsreëling van 'n transformator is die styging of daling✓ in sekondêre eindspanning wanneer die las verwyder word✓ en die toegepaste spanning bly dieselfde.✓ (3)

3.2
- Verhoogde diëlektriese spanning
- Elektrostatiese interferensie met kommunikasiebane
- Resonansie tussen die induktansie van die transformatorwikkelings en die kapasitansie van 'n toevoer waaraan hulle gekoppel is (Enige 2 × 1) (2)

3.3 Gegee: Enkelfasige transformator
V_1 = 1 800/450 V, 50 Hz Z = (0, 6 + j4, 4) ohm
pf = 0.8 nalopend S = 250 kVA



3.3.1 Die windingsverhouding

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{1\,800}{450} = \frac{4}{1} \checkmark$$

$$\therefore \mathrm{N_1 : N_2} = \mathbf{4 : 1} \checkmark \quad (2)$$

3.3.2 Die persentasie weerstand

$$\mathrm{I_1} = \frac{S}{V_1} = \frac{250\,000}{1\,800} = 138,889\ A \checkmark$$

$$\%\mathrm{R} = \frac{\mathrm{I_1 . R_{e1}}}{\mathrm{V_1}} \times 100\% = \frac{138,889 \times 0,6}{1\,800} \times 100\% \checkmark$$
$$= \mathbf{4,63}\% \checkmark \quad (3)$$

3.3.3 Die persentasie reaktansie

$$\%\mathrm{X} = \frac{\mathrm{I_1 . X_{e1}}}{\mathrm{V_1}} \times 100\%$$
$$= \frac{138,889 \times 4,4}{1\,800} \times 100\% \checkmark$$
$$= \mathbf{33,951}\% \checkmark \quad (2)$$

3.3.4 Die vollas koperverlies

$$\mathrm{P_{SC}} = (\mathrm{I_1})^2 . \mathrm{R_{e1}}$$
$$= (138,889)^2 \times 0,6 \checkmark$$
$$= \mathbf{11,574\ k\Omega} \checkmark \quad (2)$$

3.3.5 Die kragfaktor waarteen maksimum reëling voorkom:

$$\mathrm{Z_e} = \mathrm{R_e} + \mathrm{jX_e} = 0,6 + \mathrm{j}4,4$$
$$= \mathbf{4,441 \angle 82,235°\ \Omega} \checkmark$$

Metode 1

$$\mathrm{Cos}\,\theta_2 = \frac{R_E}{Z_e} = \frac{0,6}{4,441} = \mathbf{0,135} \checkmark$$

Metode 2

$$\mathrm{Cos}\,\theta_2 = \cos 82,235 = \mathbf{0,135} \quad (2)$$

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

$$\mathrm{V_{1SC}} = \mathrm{I_1 . Z_{e1}} = 138,889 \times 4,441 \checkmark = \mathbf{616,806\ V} \checkmark \quad (2)$$

[18]

VRAAG 4: WS-MASJIENE – ALTERNATORS

4 Gegee: 'n Driefasige, sterverbinde alternator:

E_L = 3 600 V	f = 50 Hz
N = 500 r/min	gleuwe/pole/ph = 3
Z/gleuf = 20	distribusiefaktor is 0, 96

AL die geleiers per fase is in serie verbind en die spoele is op volsteek

4.1 Die aantal pole

$$f = \frac{N \cdot p}{60}$$

$$\therefore p = \frac{60 \cdot f}{N} \checkmark$$

$$= \frac{60 \times 50}{500} = 6 \text{ pairs} \checkmark$$

$$\text{Aantal poe} = 6 \times 2 = 12 \checkmark$$ (3)

4.2 Die nuttige vloed per pool

$$E_P = \frac{E_L}{\sqrt{3}} = \frac{3\,600}{\sqrt{3}} = \mathbf{2\,078,461\ V} \checkmark$$

n = Aantal gleuwe/pole/fases

Aantal gleuwe/pole/fases = n × Aantal fases = 3 × 3 = 9 ✓

Aantal gleuwe/pole = Aantal gleuwe ÷ Aantal pole

Aantal gleuwe = Aantal gleuwe/pole × Aantal pole

= 9 ×12 = 108 ✓

Z = totale aantal geleiers in serie per fase = (108 ×20) ÷3 = 720 ✓

$$E_p = 2k_F.k_D.k_P.f.\Phi.Z$$

$$\Phi = \frac{E_p}{2.k_F.k_D.k_P.f.Z} \checkmark$$

$$= \frac{2\,078{,}461}{2 \times 1{,}11 \times 0{,}96 \times 1 \times 50 \times 720} \checkmark\checkmark$$

$$= 27{,}09\ mWb \checkmark$$ (8)

[11]

VRAAG 5: WS-MASJIENE – SINCHRONE MOTORS

5.1 'n *Sinchrone kapasitor* is 'n oor-opgewekte sinchrone motor✓omdat dit soos 'n kapasitor 'n leidende stroom het✓ (2)

5.2 Gegee: 'n Driefasige sinchrone motor in parallel verbind met 'n las

$P_1 = 500$ kW
$\text{Cos}\ \theta_3 = 0,9$ nalopend
$\text{Cos}\ \theta_1 = 0,75$ nalopend
$P_3 = 100$ kW

5.2.1 Die kVA-inset na die motor

Voor die installering van die sinchrone motor

$$\theta_1 = \text{Cos}^{-1}\,0,75 \text{ nalopend}$$
$$= \mathbf{-41,41°}$$

$$S_1 = \frac{P_1}{\text{Cos}\,\theta_1}$$
$$= \frac{500}{0,75}\ ✓$$
$$= \mathbf{666,667\angle -41,41°\ kVA}✓$$

Na die installering van die sinchrone motor

$$\theta_3 = \text{Cos}^{-1}\,0,9 \text{ nalopend}$$
$$= \mathbf{-25,842°}$$

$$P_3 = P_1 + P_2 = 500 + 100 = 600 \text{ kW}✓$$

$$S_3 = \frac{P_3}{\text{Cos}\,\theta_3} = \frac{600}{0,9}\ ✓$$

$$= 666,667\angle -25,842° \text{ kVA°}\ ✓$$

$$S_2 = S_3 - S_1$$
$$= 666,667\angle -25,842° - 666,667\angle -41,41°\ ✓$$
$$= 180,585\angle 56,374° \text{ kVA}\ ✓$$ (7)

5.2.2 Die motor se kragfaktor

$$\text{Kragfaktor} = \text{Cos}\,\theta$$
$$= \cos 56,374°$$
$$= 0,554 \text{ voorlopend}\ ✓$$ (1)

[10]

VRAAG 6: WS-MASJIENE – INDUKSIEMOTORS

6.1 Sinchrone watt is die wringkrag✓
wat 'n krag van een watt sal ontwikkel✓
teen die sinchrone spoed van die betrokke masjien. (2)

6.2 TWEE hoofdele van 'n induksiemotor:

- Stator
- Rotor (2)

6.3 Gegee: Die rotor van 'n driefasige induksiemotor
V = 440 V f = 50-Hz
P_{in} = 100 kW f_r = 120 rpm

6.3.1 Die glip:

$$f_{rotor} = s \cdot f$$
$$\frac{120}{60} = s \times 50 \checkmark$$
$$2 = 50 \times s$$
$$\therefore s = \frac{2}{50} = 0,04 \checkmark$$

6.3.2 Die rotor se spoed:

$$N_s = 120 \times \frac{50}{6}$$
$$= 1\,000 \text{ r/min} \checkmark$$

$$N_r = 1\,000(1 - 0{,}04) = 960 \text{ r/min} \checkmark$$

6.3.3 Die meganiese krag wat ontwikkel word:

$$P_{maganies} = (1 - s) \cdot P_2$$
$$= (1 - 0,04) \times 100 \checkmark$$
$$= \mathbf{96\ kW} \checkmark$$

6.3.4 Die rotorkoperverlies per fase:

$$\text{Totale rotor Cu} - \text{verlies} = s \cdot P_2 = 0,04 \times 100 \checkmark$$
$$= 4 \text{ kW} \checkmark$$

6.3.5 Die spoed van die statorveld met betrekking tot die rotor:

$$N_{stator} = N_s - N_r$$
$$= 1\,000 - 960 \checkmark$$
$$= 40 \text{ r/min} \checkmark$$

(5 × 2) (10)
[14]

VRAAG 7: OPWEKKING EN VOORSIENING VAN WS

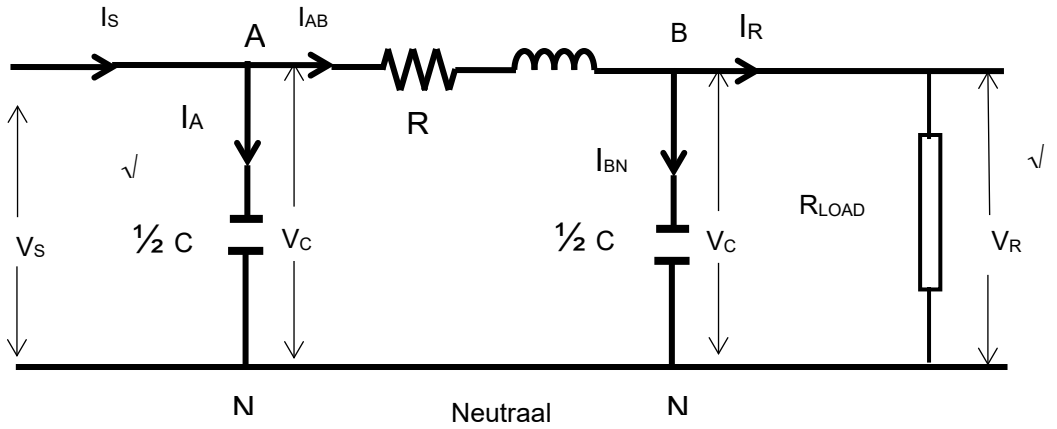
7.1 Die reëling van 'n transmissielyn is die styging of daling in spanning✓
aan die ontvangkant as die vollas afgegooi word,✓
terwyl die spanning aan die stuurent konstant bly.✓ (3)

7.2 Die gevolge van 'n swak kragfaktor:

- Dit lei tot verhoogde kragverbruik, wat die vrystelling van meer kweekhuisgasse veroorsaak.
- Die verbruiker betaal meer in die vorm van maksimum vraagkoste.
- Meer spanningsvalle kom voor as gevolg van verhoogde lasstroom.
- Verhoogde I2R-verliese (koperverliese) kom voor.
- Die aanleg is minder doeltreffend.
- Dit beperk die kraglewering van generators en transformators.
- Dit verminder die lewensduur van toerusting. (Enige 3 × 1) (3)

7.3 *Gegee:* 'n 150 km lange 3-fasige transmissielyn

P = 15 MW; C = 0, 00863 µF/km/ph
V_L = 90 kV; R = 0, 285 Ω/km/ph
f = 50 Hz pf = 0, 8 nalopend;
L = 1, 845 mH/km/ph



$X_{L/ph} = 2\pi fL = 2 \times \pi \times 50 \times 1,845 \times 10^{-3} \times 150 = 86,944\ \Omega\ \surd$

$R_{/ph} = 0,285 \times 150 = 42,75\ \mathbf{\Omega}\surd$

$Z_{AB} = R + jX_L = 42,75 + j86,944 = 96,886\angle \mathbf{63,817°}\ \mathbf{\Omega}\ \surd$

$\frac{C}{2} = \frac{0,00863 \times 10^{-6} \times 150}{2} = 0,647\ \mathbf{\mu F}$

$\therefore X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot \frac{C}{2}}$

$= \frac{1}{2 \times \pi \times 50 \times 0,647 \times 10^{-6}} = 4\,919,782\ \Omega\ \surd$

$Z_{BN} = 0 - jX_C = 0 - j4\,919,782$
$= \mathbf{4\,919,\ 782\angle -90°\ \Omega}\surd$

$V_R = \frac{V_L}{\sqrt{3}} = \frac{90 \times 10^3}{\sqrt{3}} = \mathbf{51\,961,524\angle 0°\ V}\surd$

$I_{BN} = \frac{V_R}{Z_{BN}} = \frac{51\,961,524\angle 0°}{4\,919,782\angle -90°} = 10,562\mathbf{\angle 90°\ A}\surd$

$P = \sqrt{3} V_L I_L \cos\theta$
$I_R = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_L \cdot \cos\theta} = \frac{15 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 90 \times 10^3 \times 0,8}$
$= \mathbf{120,281\angle -36,87°\ A}\surd$

$I_{AB} = I_R + I_{BN} = 120,281\angle -36{,}87° + 10,562\angle 90°$
$= \mathbf{114,257\angle -32,628°\ A}\ \surd$

$V_{AB} = I_{AB} \cdot Z_{AB} = 114,257\angle -32,628° \times 96,886\angle 63,817°$
$= \mathbf{11\,069,904\angle 31,189°\ V}\surd$

$V_S = V_R + V_{AB} = 51\,961,524\angle 0° + 11\,069,904\angle 31,189°$ V ✓
$= \mathbf{61\,698,328\angle 5,331°\ V}$ ✓

$V_L = \sqrt{3} \cdot V_S = \sqrt{3} \times 61\,698{,}328 = \mathbf{106\,864,639\angle 5,331°}\ \boldsymbol{V}\surd$

$I_{AN} = \frac{V_S}{Z_{AN}} = \frac{106\,864{,}639\angle 5,331°}{4\,919,782\angle -90°}$
$= \mathbf{21,721\angle 95,331°\ A}\surd$

$Z_{AN} = Z_{BN} = 4\,919,782\angle -90°$
$I_S = I_{AB} + I_{AN} = \mathbf{114,257\angle -32,628°} + \mathbf{21,721\angle 95,331°}$ ✓
$= \mathbf{102,34\angle -22,995°\ A}$ ✓

Power factor $= \cos\theta = \cos(5,331° + 22,995°)$ ✓
$= \mathbf{0,880\ voorlopend}$ ✓ (13)
[19]

TOTAAL: 100

Kopiereg voorbehou