basic education

Department:
Basic Education
REPUBLIC OF SOUTH AFRICA

SENIORSERTIFIKAAT-EKSAMEN/
NASIONALE SENIORSERTIFIKAAT-EKSAMEN

ELEKTRIESE TEGNOLOGIE: KRAGSTELSELS

MEI/JUNIE 2026

PUNTE: 200

TYD: 3 uur

Hierdie vraestel bestaan uit 19 bladsye en 'n 2 bladsy-formuleblad.

Kopiereg voorbehou

INSTRUKSIES EN INLIGTING

1. Hierdie vraestel bestaan uit SEWE vrae.
2. Beantwoord AL die vrae.
3. Sketse en diagramme moet groot, netjies en VOLLEDIG BENOEM wees.
4. Toon ALLE berekeninge en rond antwoorde korrek tot TWEE desimale plekke af.
5. Nommer die antwoorde korrek volgens die nommeringstelsel wat in hierdie vraestel gebruik is.
6. Jy mag 'n nieprogrammeerbare sakrekenaar gebruik.
7. Berekeninge MOET die volgende insluit:
    - 7.1 Formules en manipulasies waar nodig
    - 7.2 Korrekte vervanging van waardes
    - 7.3 Korrekte antwoord en relevante eenhede waar van toepassing
8. 'n Formuleblad is aan die einde van hierdie vraestel aangeheg.
9. Skryf netjies en leesbaar.

VRAAG 1: MEERVOUDIGEKEUSE-VRAE

Verskeie opsies word as moontlike antwoorde op die volgende vrae gegee. Kies die antwoord en skryf slegs die letter (A–D) langs die vraagnommers (1.1 tot 1.15) in die ANTWOORDEBOEK neer, bv. 1.16 D.

1.1 'n Werknemer met 'n goed ontwikkelde besef van spanwerk ...

A werk goed onafhanklik, sonder enige afleidings.
B moedig oop kommunikasie en samewerking met ander aan.
C geniet dit om 'n sterk leier te hê wat al die besluite neem. (1)

1.2 Die induktiewe reaktansie van 'n induktor … met 'n toename in frekwensie.

A vermeerder lineêr
B verminder lineêr
C vermeerder eksponensieel
D verminder eksponensieel (1)

1.3 Die weerstandsverhouding tot die impedansie in 'n RLC-seriekring staan as die … bekend.

A skynbare drywing
B Q-faktor
C arbeidsfaktor
D ware drywing (1)

1.4 Die bandwydte van 'n resonante kring sal … met 'n toename in die Q-faktor.

A verminder
B vermeerder
C onveranderd bly
D tot nul sommeer (1)

1.5 Die … word nie verbruik nie, maar ossilleer tussen die toevoer en die komponentlas.

A aktiewe drywing
B skynbare drywing
C reaktiewe drywing
D drywingsverlies (1)

1.6 Transformators by kragstasies … in transmissielyne te verminder.

A verlaag die spanning om ysterverliese
B verlaag die spanning om I^2R-verliese
C verhoog die spanning om ysterverliese
D verhoog die spanning om I^2R-verliese (1)

1.7 Om die totale drywing in 'n driefasestelsel met twee wattmeters korrek te meet, moet die volgende gedoen word:

(i) Koppel die stroomspoel van elke meter in serie met 'n fase.
(ii) Koppel 'n terminaal van elke spanningspoel aan dieselfde fase as die stroomspoel.
(iii) Koppel die ander terminaal van beide spanningspoele aan die derde fase.

A Slegs (i) en (ii)
B Slegs (ii) en (iii)
C Slegs (i)
D Al die bogenoemde

1.8 … is 'n eksterne toestand wat kan veroorsaak dat foute in driefasetransformators ontstaan.

A Oorbelading
B Skakelstuwings
C Weerlig
D Al die bogenoemde (1)

1.9 … dra die meeste by tot hitteverliese in 'n transformator.

A Histereseverliese.
B Werwelstroomverliese
C Koperverliese
D Swerfverliese (1)

1.10 Die verskil tussen die roterende statorveld en die rotorspoed staan as … bekend.

A rendement
B glip
C sinchrone spoed
D kommutasie (1)

1.11 'n Kontinuïteitstoets op die spoele van 'n induksiemotor word uitgevoer deur …

A 'n multimeterverstelling op die Ω-skaal aan die ente van elke spoel te koppel.
B 'n multimeterverstelling op die MΩ-skaal aan die ente van elke spoel te koppel.
C 'n isolasieweerstandstoetser-verstelling op die Ω-skaal aan die ente van twee verskillende spoele te koppel.
D 'n isolasieweerstandstoetser-verstelling op die MΩ-skaal tussen die ente van elke spoel en aard te koppel. (1)

1.12 Die proses waardeur die kontaktorspoel bekrag bly nadat die aansitknop gelos word, staan as … bekend.

A uitsluiting
B simulasie
C tydreëling
D grendel (1)

1.13 'n Elektromeganiese toestel wat 'n meganiese krag na 'n elektriese sein omskakel, staan as 'n ... bekend.

A vlaksensor
B vervormingsmeter
C temperatuursensor
D nabyheidsensor (1)

1.14 Die … voer die geprogrammeerde instruksies tydens die PLB-aftastingsiklus uit.

A insetaftasting
B prosesaftasting
C uitsetaftasting
D Al die bogenoemde (1)

1.15 'n ... word gebruik om die oortollige energie tydens die regeneratiewe remproses in die vorm van hitte te verkwis.

A Remweerstand
B GS-kapasitor
C IGBT-transistor
D Vryloopdiode (1)
[15]

VRAAG 2: BEROEPSGESONDHEID EN VEILIGHEID

2.1 Noem of dit 'n *onveilige handeling* of 'n *toestand* is wanneer 'n persoon versuim om 'n veiligheidsbril te dra terwyl daar met 'n staanboor gewerk word. (1)

2.2 Definieer die term *werkgewer* met verwysing na die Wet op Beroepsgesondheid en Veiligheid, 1993 (Wet 85 van 1993). (2)

2.3 Verduidelik *kwantitatiewe risiko-analise*. (2)

2.4 Verduidelik die doel van menseregte in die werksplek. (2)

2.5 'n Werknemer met 'n verantwoordelikheidsbesef toon goeie werksetiek. Noem hoe dit die besigheid kan help om die produksiedoelwitte te bereik. (3)
[10]

VRAAG 3: RLC-KRINGE

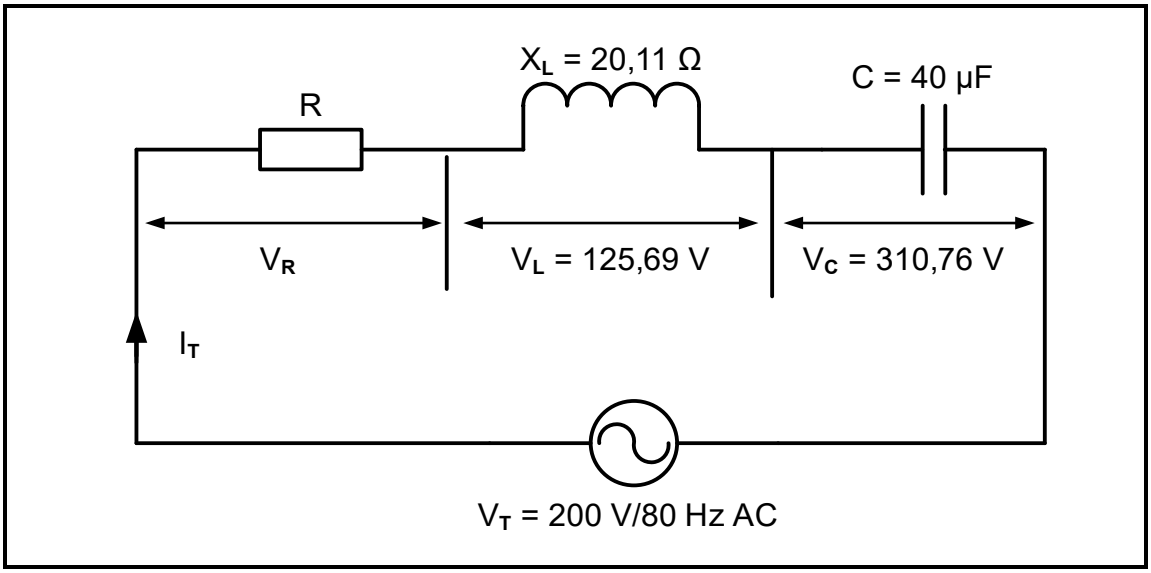
3.1 Verduidelik die volgende met verwysing na RLC-kringe:

3.1.1 Impedansie (2)

3.1.2 Resonante frekwensie (2)

3.1.3 Die status van stroom en impedansie tydens resonansie in 'n parallelle kring (2)

3.2 FIGUUR 3.2 hieronder toon 'n RLC-seriekring wat aan 'n WS-toevoer met voltmeterlesings oor die induktor en kapasitor verbind is.



FIGUUR 3.2: RLC-SERIEKRING

Gegee:

X_L = 20,11 Ω
Z = 31,98 Ω
C = 40 µF
V_T = 200 V
V_L = 125,69 V
V_C = 310,76 V
f = 80 Hz

3.2.1 Noem of die stroom deur die induktor die spanning oor die induktor voorloop of naloop. (1)

Bereken die volgende:

3.2.2 Die kapasitiewe reaktansie (3)

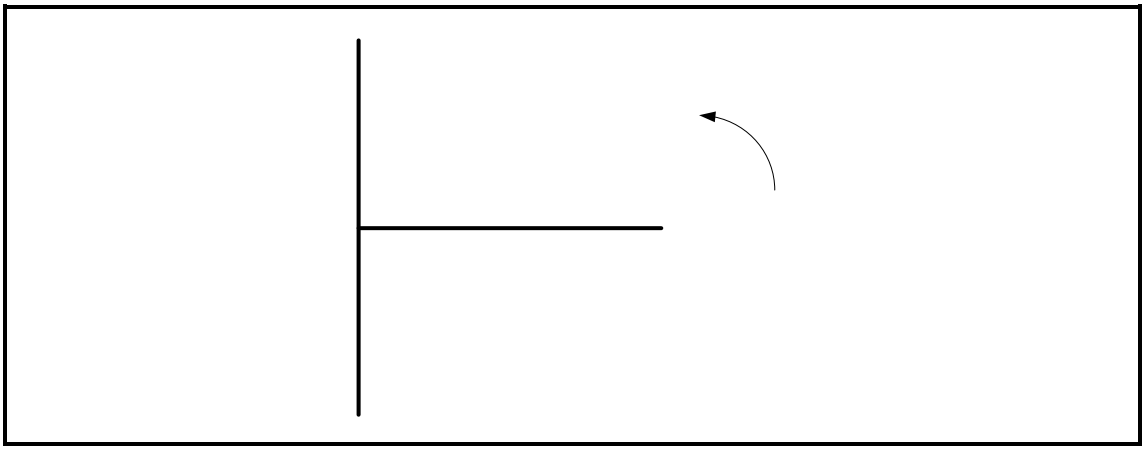
3.2.3 Die waarde van die induktor (3)

3.2.4 Die waarde van die weerstand indien die impedansie 31,98 ohm is (3)

3.2.5 Die totale stroom (I_T) deur die kring (3)

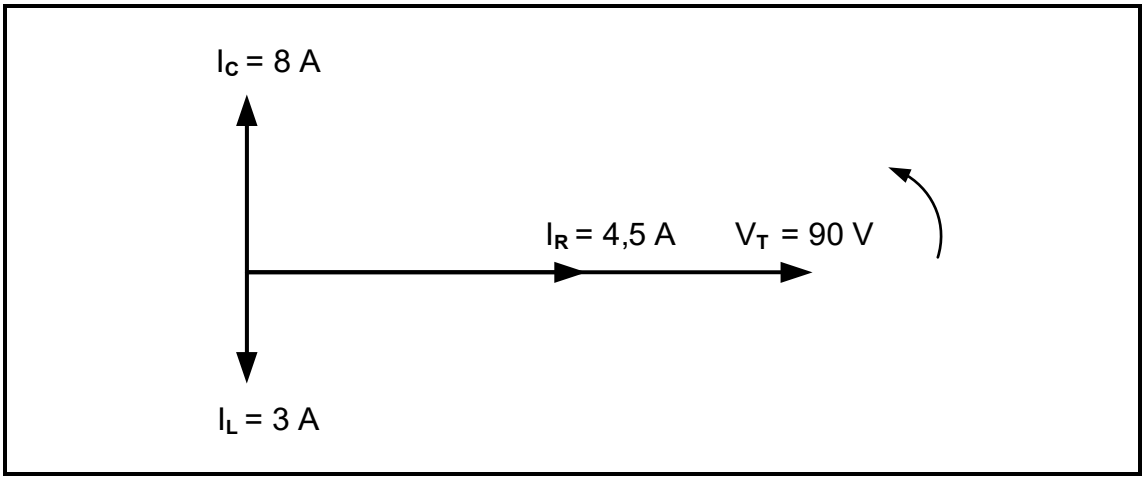
3.2.6 Die resonante frekwensie (3)

3.3 Verwys na VRAAG 3.2 op die vorige bladsy om die spanningsfasordiagram in FIGUUR 3.3 hieronder in jou ANTWOORDEBOEK oor te teken en te voltooi.



FIGUUR 3.3: ONVOLTOOIDE SPANNINGSFASORDIAGRAM (4)

3.4 FIGUUR 3.4 hieronder toon 'n fasordiagram met die stroom wat deur die komponente van 'n RLC-parallelkring vloei wat aan 'n WS-toevoer verbind is. Beantwoord die vrae wat volg.



FIGUUR 3.4: RLC-PARALLELKRING-FASORDIAGRAM

Gegee:

I_C = 8 A
I_L = 3 A
I_R = 4,5 A
V_T = 90 V
X_C = 11,25 Ω
fr = 150 Hz

Bereken die volgende:

3.4.1 Induktiewe reaktansie (3)

3.4.2 Die waarde van die kapasitor indien die kapasitiewe reaktansie 11,25 Ω is (3)

3.4.3 Die totale stroom in die kring (3)
[35]

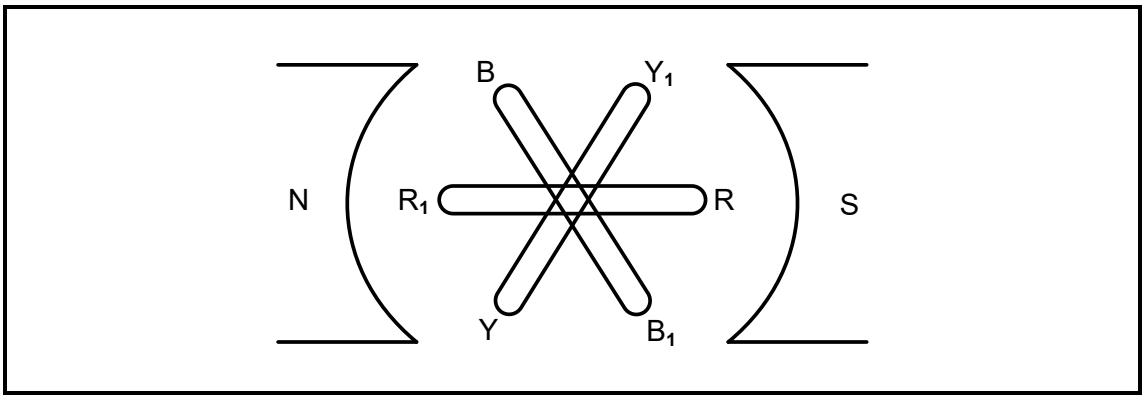
VRAAG 4: DRIEFASE-WS-OPWEKKING

4.1 Noem TWEE omgewingsvriendelike kragopwekkingsmetodes wat lugbesoedeling in Suid-Afrika verminder. (2)

4.2 Noem EEN voordeel van driefase-verspreiding oor eenfase-verspreiding van krag. (1)

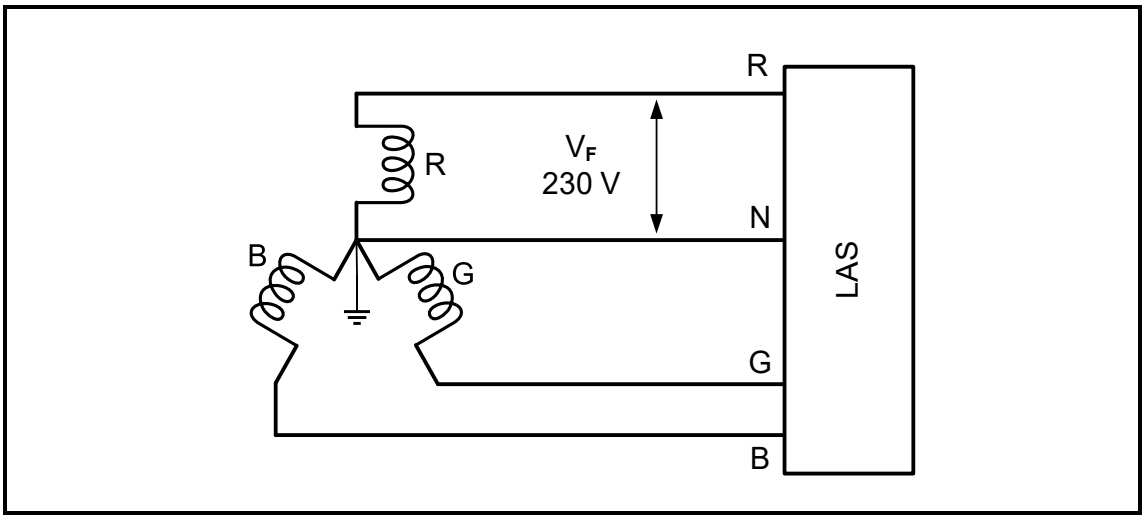
4.3 Noem TWEE voordele van arbeidsfaktorkorreksie vir die verbruiker. (2)

4.4 Verwys na FIGUUR 4.4 hieronder en verduidelik hoe driefasetoevoer opgewek word.



FIGUUR 4.4: DRIEFASEKRAGOPWEKKER (3)

4.5 FIGUUR 4.5 hieronder toon 'n 20 kVA-stergekoppelde alternator wat 'n las met arbeidsfaktor van 0,85 nalopend bekrag. Die fasespanning is 230 V. Beantwoord die vrae wat volg.



FIGUUR 4.5: DRIEFASE-WS-KRAGOPWEKKER

Gegee:

S = 20 kVA
V_F = 230 V
pf = 0,85

Bereken die volgende:

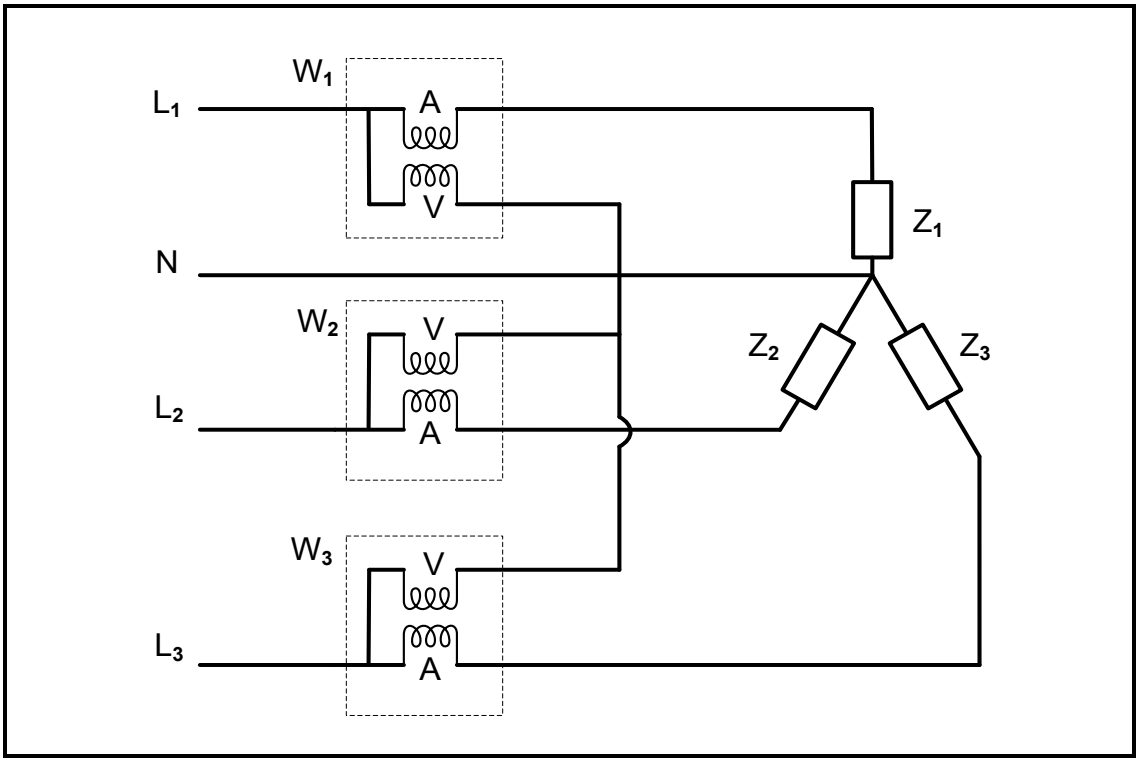
4.5.1 Lynspanning (3)

4.5.2 Lynstroom (3)

4.5.3 Aktiewe drywing (3)

4.5.4 Reaktiewe drywing teen 'n fasehoek van 31,79° (3)

4.6 FIGUUR 4.6 hieronder toon drie wattmeters wat aan 'n las gekoppel is. Beantwoord die vrae wat volg.



FIGUUR 4.6: DRIE-WATTMETERMETODE

4.6.1 Verduidelik waarom 'n voltmeter en 'n ammeter NIE gebruik kan word om drywing in FIGUUR 4.6 hierbo te meet NIE. (1)

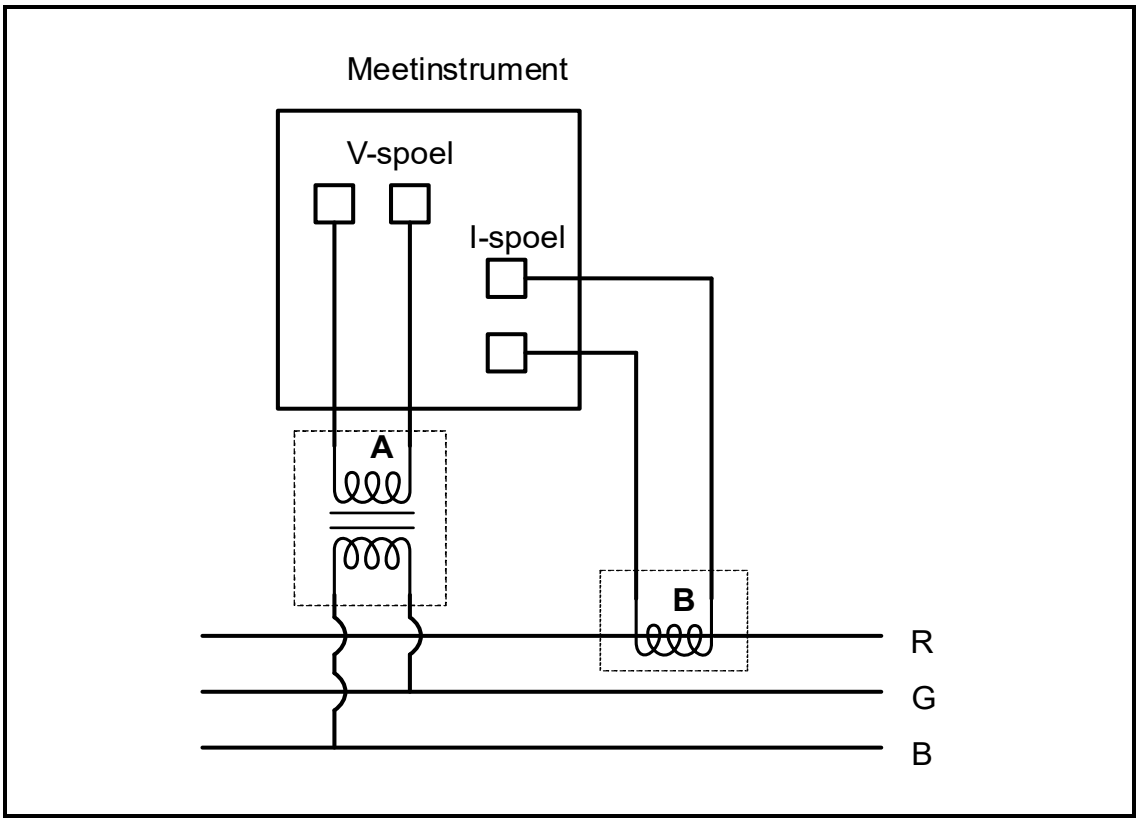
4.6.2 Bereken die drywing gemeet deur W_2 indien W_1 as 2 010 W gemeet is, W_3 as 670 W gemeet is en die totale drywing gemeet, 2 747 W is. (3)

4.6.3 Noem die verskil tussen 'n *wattmeter* en 'n *kilowatt-uurmeter*. (2)

4.6.4 Bepaal die waarde van die stroomvloei in die neutrale geleier indien laste Z_1, Z_2 en Z_3 gelyke impedansies het. (1)

4.7 Beskryf die impak van 'n lae arbeidsfaktor in die opwekking en voorsiening van 'n driefase-WS-toevoer. (4)

4.8 FIGUUR 4.8 hieronder toon die verbinding van 'n instrument aan 'n driefase-simmetries gebalanseerde lasnetwerk. 'n Lesing van 0,9 nalopend word op die skerm vertoon. Beantwoord die vrae wat volg.



FIGUUR 4.8: MEETINSTRUMENT

4.8.1 Identifiseer die meetinstrument in FIGUUR 4.8 hierbo. (1)

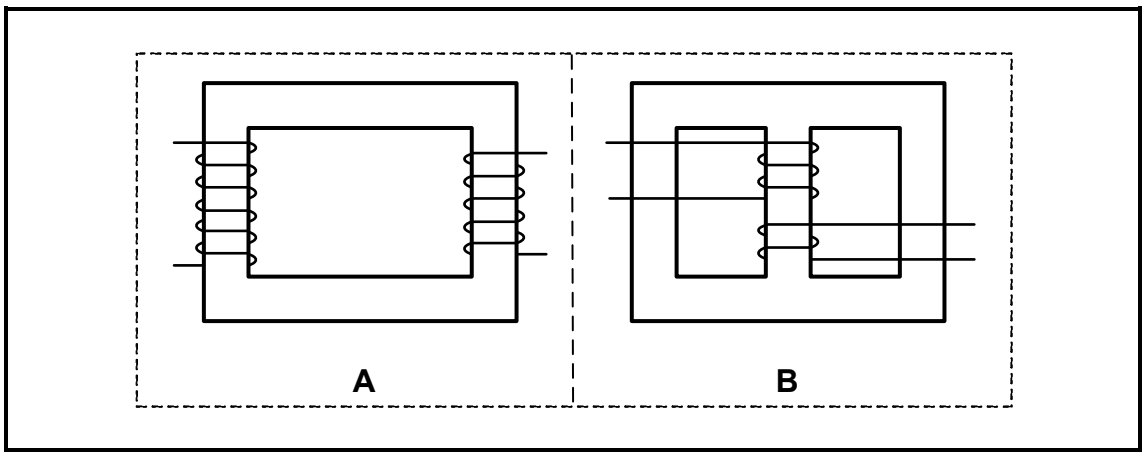
4.8.2 Benoem toestelle **A** en **B** in FIGUUR 4.8 hierbo. (2)

4.8.3 Noem of die byvoeging van induktiewe laste die lesing wat op die instrument vertoon word, sal laat toeneem of afneem. (1)
[35]

VRAAG 5: DRIEFASETRANSFORMATORS

5.1 Beskryf die term *transformasie* met verwysing na transformators. (2)

5.2 Verwys na FIGUUR 5.2 hieronder en beantwoord die vrae wat volg.



FIGUUR 5.2: DRIEFASETRANSFORMATOR

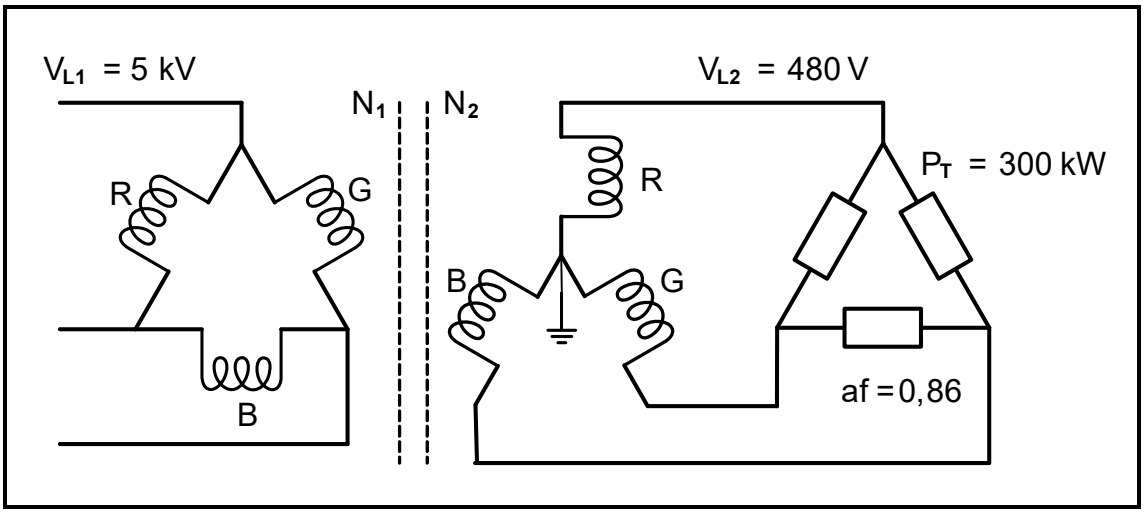
5.2.1 Identifiseer die tipe transformator-konstruksie wat in **A** en **B** in FIGUUR 5.2 hierbo gebruik word. (2)

5.2.2 Verduidelik waarom 'n ysterkern in die konstruksie van 'n transformator nodig is. (2)

5.3 Noem TWEE verkoelingsmetodes wat in oliegedompelde transformators gebruik word. (2)

5.4 Noem TWEE eienskappe wat identies in enkelfasetransformators moet wees sodat dit as 'n driefasetransformator-eenheid gebruik kan word. (2)

5.5 'n 300 kW-delta-gekoppelde las met 'n arbeidsfaktor van 0,86 is aan 'n delta-ster-transformator gekoppel. Die primêre en sekondêre lynspannings van die transformator is onderskeidelik 5 kV en 480 V.



FIGUUR 5.5: DELTA-STER-TRANSFORMATOR

Gegee:

P_{IN} = 300 kW
V_{L1} = 5 kV
V_{L2} = 480 V
af = 0,86
η = 85%

Bereken die volgende:

5.5.1 Sekondêre lynstroom (3)

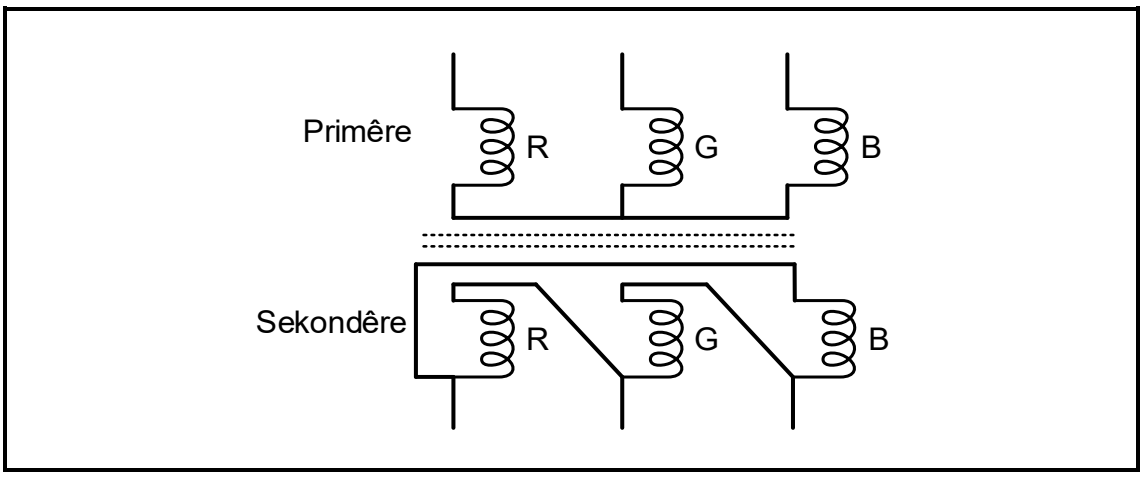
5.5.2 Fasestroom van die las (3)

5.5.3 Skynbare drywing (3)

5.5.4 Primêre lynstroom (3)

5.5.5 Draaiverhouding van die transformator indien V_{F2} = 277,13 V (3)

5.6 Verwys na FIGUUR 5.6 hieronder en beantwoord die vrae wat volg.



FIGUUR 5.6: ENKELFASETRANSFORMATORS WAT AS 'N DRIEFASE-EENHEID VERBIND IS

5.6.1 Noem EEN nadeel daarvan om enkelfasetransformators as 'n driefase-eenheid te verbind, soos in FIGUUR 5.6 hierbo getoon. (1)

5.6.2 Noem EEN toepassing van die transformatoreenheid in FIGUUR 5.6 hierbo. (1)

5.6.3 Verduidelik waarom die spoele in 'n driefasetransformator wat uit drie enkelfasetransformators gebou is, in die korrekte volgorde verbind moet word. (3)
[30]

VRAAG 6: DRIEFASEMOTORS EN AANSITTERS

6.1 Verduidelik die konsep *induksie* met verwysing na driefase-induksiemotors. (3)

6.2 Verwys na die spoed van induksiemotors en beantwoord die vrae wat volg.

6.2.1 Verduidelik *vollasspoed*. (2)

6.2.2 Bereken die sinchrone spoed van 'n driefasemotor met vier poolpare per fase wat aan 'n 400 V/50 Hz-toevoer gekoppel is. (3)

6.2.3 Bereken die persentasie glip indien die rotor teen 725 r/min draai. (3)

6.3 Noem TWEE meganiese inspeksies wat op die rotor en laers van 'n motor uitgevoer kan word. (2)

6.4 'n Driefase-delta-gekoppelde motor trek 'n lynstroom van 5 A vanaf 'n 380 V/50 Hz-toevoer en die fasehoek is 20°. Die rendement van die motor is 90%.

Gegee:

I_L = 5 A
V_L = 380 V
θ = 20°
η = 90%
f = 50 Hz

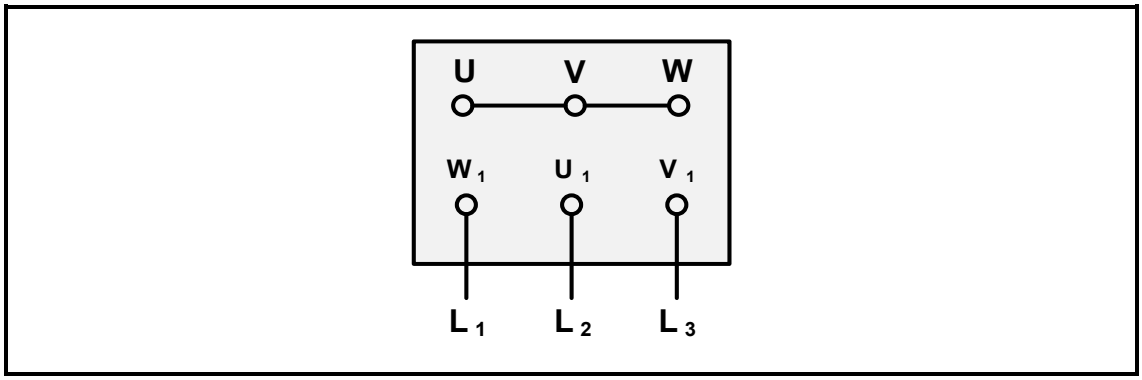
Bereken die volgende:

6.4.1 Arbeidsfaktor (3)

6.4.2 Insetdrywing (3)

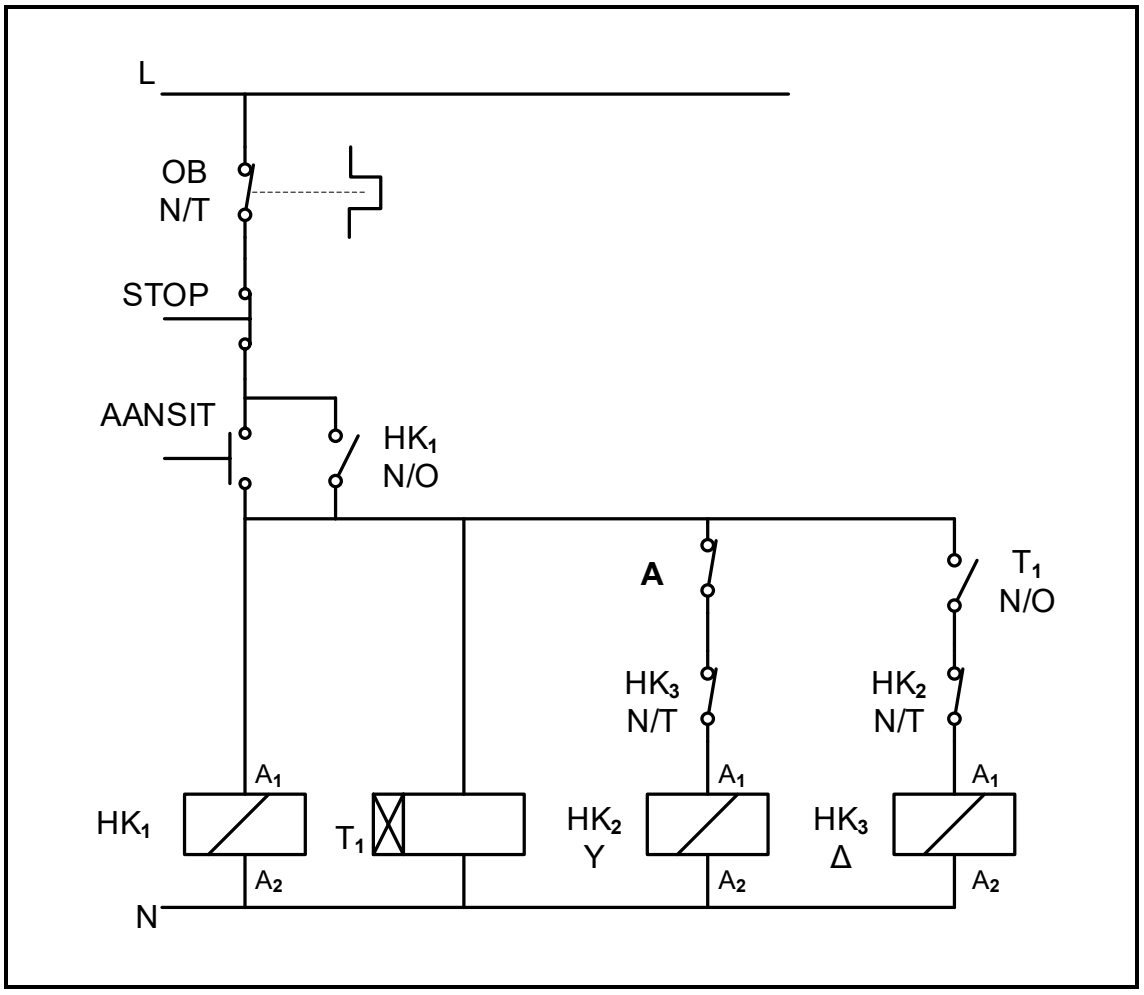
6.4.3 Totale verliese (3)

6.5 FIGUUR 6.5 hieronder toon 'n driefasemotor-terminaalkas wat in 'n spesifieke konfigurasie gekoppel is. Teken die terminaalkas in jou ANTWOORDEBOEK oor en toon hoe die draairigting van die motor omgekeer kan word.



FIGUUR 6.5: DRIEFASEMOTOR-TERMINAALKAS (1)

6.6 FIGUUR 6.6 hieronder toon die beheerkring van 'n outomatiese ster-delta-aansitter. Die tydskakelaar is op 5 sekondes gestel. Beantwoord die vrae wat volg.



FIGUUR 6.6: OUTOMATIESE STER-DELTA-BEHEERKRING

6.6.1 Identifiseer kontak **A**. (1)

6.6.2 Verduidelik die funksie van HK_3N/T in FIGUUR 6.6 hierbo. (2)

6.6.3 Noem TWEE funksies van die outomatiese ster-delta-beheerkring in FIGUUR 6.6 hierbo. (2)

6.6.4 Beskryf die werking van die kring vandat die aansitknoppie gedruk word. (7)
[35]

VRAAG 7: PROGRAMMEERBARE LOGIKABEHEERDERS (PLB's)

7.1 Noem TWEE nadele van 'n relêbeheerstelsel in vergelyking met PLB-beheerstelsels. (2)

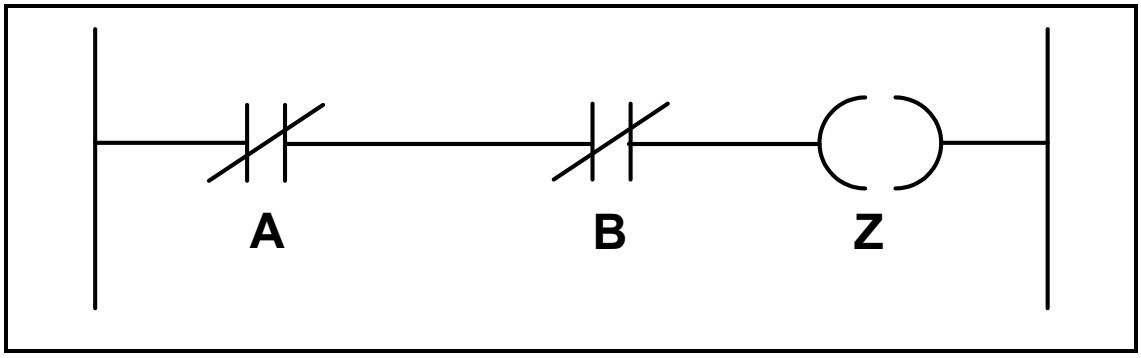
7.2 Noem TWEE toepassings van 'n nabyheidsensor. (2)

7.3 Verduidelik waarom 'n sagbedrade stelsel goedkoper is om te implementeer as 'n hardbedrade stelsel. (2)

7.4 Noem EEN toestel behalwe 'n relê wat in die uitsetmodule van 'n PLB gebruik word. (1)

7.5 Onderskei tussen 'n *hardbedrade kontaktor* en 'n *sagbedrade kontaktor* wat in die sagtewareprogram van 'n PLB gebruik word. (4)

7.6 Verwys na FIGUUR 7.6 hieronder en beantwoord die vrae wat volg.



FIGUUR 7.6: LEERLOGIKADIAGRAM

7.6.1 Identifiseer die logikahek wat deur die leerlogikadiagram in FIGUUR 7.6 hierbo verteenwoordig word. (1)

7.6.2 Teken die simbool van die logikahek wat deur die leerlogika-diagram in FIGUUR 7.6 hierbo verteenwoordig word. (2)

7.6.3 Voltooi die waarheidstabel van die logikahek wat deur FIGUUR 7.6 hierbo verteenwoordig word deur slegs die toestand van die uitset in die waarheidstabel hieronder neer te skryf.

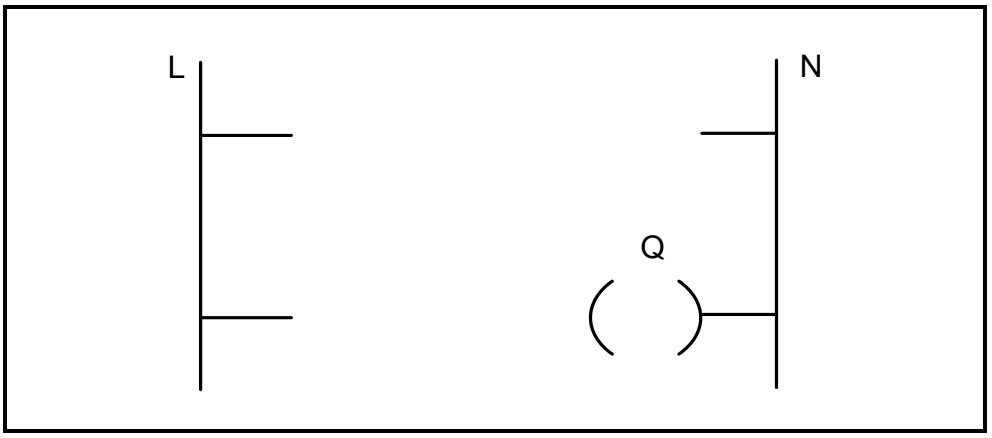
A	B	UITSET
1	0	(X)
1	1	(Y)

FIGUUR 7.6.3: WAARHEIDSTABEL (2)

7.7 Beantwoord die volgende vrae met verwysing na tydskakelaars in PLB-programmering.

7.7.1 Verduidelik hoe 'n AF-vertragingstydskakelaar die tydsvertraging skep wanneer dit ontkrag word. (3)

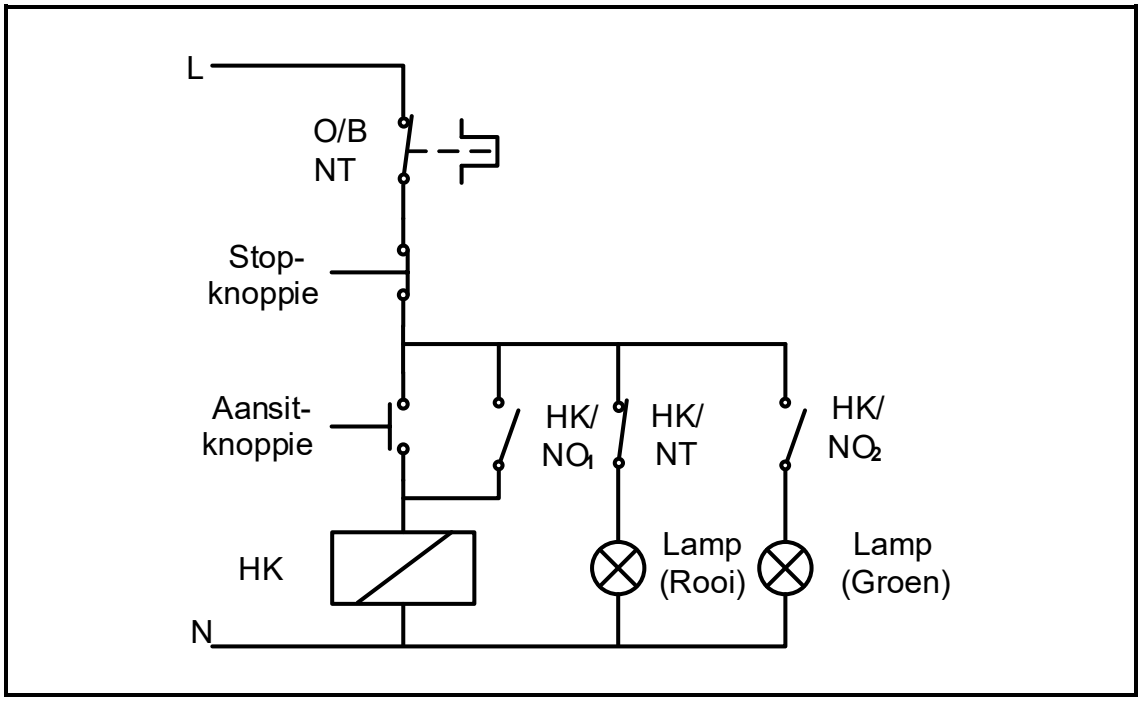
7.7.2 Teken die PLB-leerlogikadiagram in FIGUUR 7.7.2 hieronder in die ANTWOORDEBOEK oor en voltooi dit om 'n AAN-vertragingsfunksie uit te voer. Uitset Q word deur 'n skakelaar geaktiveer en uitset Q moet eers 3 sekondes nadat die skakelaar geaktiveer is, AANskakel.



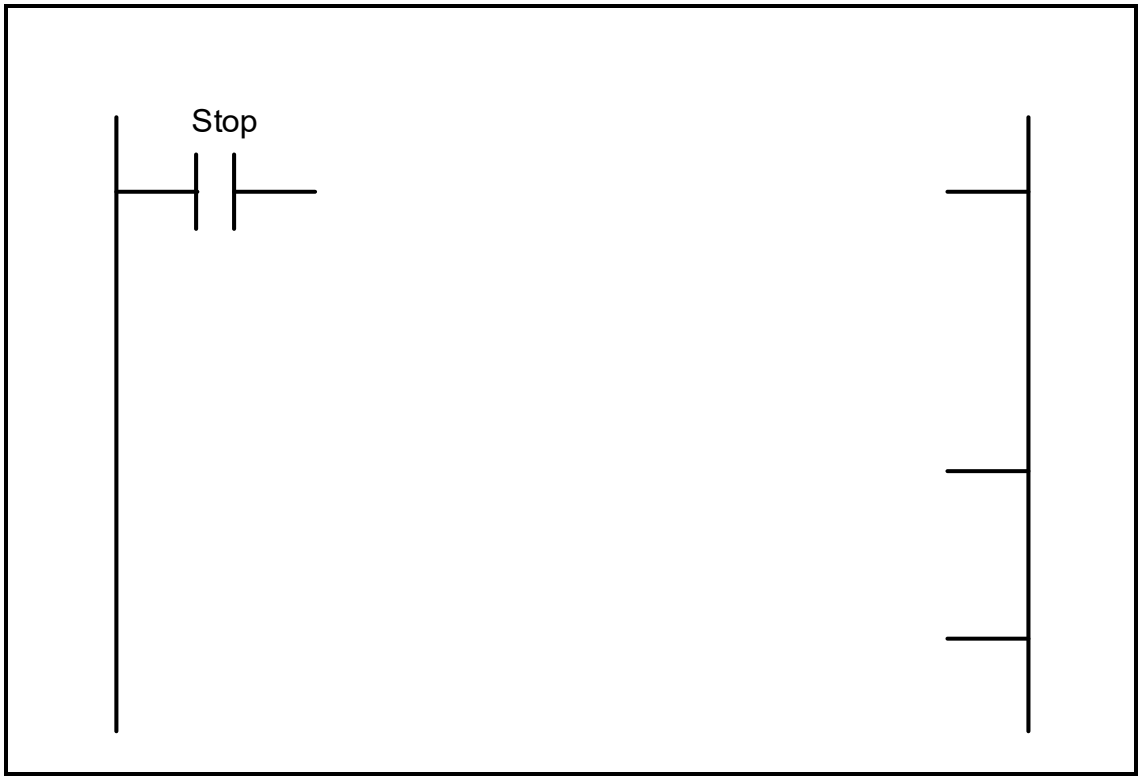
FIGUUR 7.7.2: ONVOLTOOIDE PLB-LEERLOGIKADIAGRAM (3)

7.8 FIGUUR 7.8(A) hieronder toon die kringdiagram van 'n DAL-aansitter met indikatorlampe.

Teken die PLB-leerlogikadiagram in FIGUUR 7.8(B), wat dieselfde funksie in 'n PLB-stelsel sal uitvoer, in die ANTWOORDEBOEK oor en voltooi dit.



FIGUUR 7.8(A): DAL-AANSITTER MET INDIKATORLAMPE



FIGUUR 7.8(B): ONVOLTOOIDE PLB-LEERLOGIKADIAGRAM (8)

7.9 Verwys na regeneratiewe remming en beantwoord die vrae wat volg.

7.9.1 Gee TWEE voorbeelde waar hierdie remmetode gebruik word. (2)

7.9.2 Beskryf *regeneratiewe energie*. (3)

7.10 Beantwoord die volgende vrae met verwysing na verstelbare spoedbeheerders (VSB's).

7.10.1 Noem TWEE hoofonderdele van die VSB, behalwe die omkeerder. (2)

7.10.2 Noem TWEE voordele van die gebruik van 'n VSB as 'n motorbeheerder. (2)

7.10.3 Noem EEN tipe motor wat met 'n VSB gebruik word. (1)
[40]

TOTAAL: 200

Kopiereg voorbehou

FORMULEBLAD

RLC-KRINGE

$P = V\,I\,\text{Cos}\,\theta$

$X_L = 2\pi fL$

$X_C = \dfrac{1}{2\pi fC}$

$f_r = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ **OF** $f_r = \dfrac{f_1 + f_2}{2}$

$BW = \dfrac{f_r}{Q}$ **OF** $BW = f_2 - f_1$

SERIE

$V_R = IR$

$V_L = IX_L$

$V_C = IX_C$

$I_T = \dfrac{V_T}{Z}$ **OF** $I_T = I_R = I_C = I_L$

$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

$V_T = \sqrt{V_R{}^2 + (V_L - V_C)^2}$ **OF** $V_T = IZ$

$\text{Cos}\,\theta = \dfrac{R}{Z}$ **OF** $\text{Cos}\,\theta = \dfrac{V_R}{V_T}$

$Q = \dfrac{X_L}{R} = \dfrac{X_C}{R} = \dfrac{V_L}{V_T} = \dfrac{V_C}{V_T} = \dfrac{1}{R}\sqrt{\dfrac{L}{C}}$

PARALLEL

$V_T = V_R = V_C = V_L$

$I_R = \dfrac{V_T}{R}$

$I_C = \dfrac{V_T}{X_C}$

$I_L = \dfrac{V_T}{X_L}$

$I_T = \sqrt{I_R^2 + (I_L - I_C)^2}$

$Z = \dfrac{V_T}{I_T}$

$\text{Cos}\,\theta = \dfrac{I_R}{I_T}$

$Q = \dfrac{R}{X_L} = \dfrac{R}{X_C}$

DRIEFASE-WS-OPWEKKING

STER

$V_L = \sqrt{3}\,V_F$

$V_F = I_F Z_F$

$I_L = I_F$

DELTA

$V_L = V_F$

$V_F = I_F Z_F$

$I_L = \sqrt{3}\,I_F$

DRYWING

$S(P_{skyn}) = \sqrt{3}\,V_L\,I_L$

$Q(P_r) = \sqrt{3}\,V_L\,I_L\text{Sin}\,\theta$

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

$\text{Cos}\,\theta = \dfrac{P}{S}$

RENDEMENT

$\eta = \dfrac{P_{UIT}}{P_{IN}} \times 100$

TWEEWATTMETERMETODE

$P_T = P_1 + P_2$

$\text{Tan}\,\theta = \sqrt{3}\left(\dfrac{P_1 - P_2}{P_1 + P_2}\right)$

DRIEWATTMETERMETODE

$P_T = P_1 + P_2 + P_3$

Kopiereg voorbehou

DRIEFASETRANSFORMATORS

STER

$V_L = \sqrt{3}\, V_F$

$I_L = I_F$

DELTA

$V_L = V_F$

$I_L = \sqrt{3}\, I_F$

DRYWING

$S(P_{skyn}) = \sqrt{3}\, V_L\, I_L$

$Q(P_r) = \sqrt{3}\, V_L\, I_L \text{Sin}\, \theta$

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

$\text{Cos}\, \theta = \frac{P}{S}$

$\frac{V_{F(1)}}{V_{F(2)}} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_{F(2)}}{I_{F(1)}}$

Draaiverhouding: $TR = \frac{N_1}{N_2}$

RENDEMENT

$\eta = \frac{P_{UIT}}{P_{UIT} + \text{verliese}} \times 100$

DRIEFASEMOTORS EN -AANSITTERS

STER

$V_L = \sqrt{3}\, V_F$

$I_L = I_F$

DELTA

$V_L = V_F$

$I_L = \sqrt{3}\, I_F$

DRYWING

$S(P_{skyn}) = \sqrt{3}\, V_L\, I_L$

$Q(P_r) = \sqrt{3}\, V_L\, I_L \text{Sin}\, \theta$

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

$P = \sqrt{3}\, V_L\, I_L \text{Cos}\, \theta\, \eta$

$\text{Cos}\, \theta = \frac{P}{S}$

RENDEMENT

$\eta = \frac{P_{IN} - \text{verliese}}{P_{IN}} \times 100$

$\eta = \frac{P_{UIT}}{P_{UIT} + \text{verliese}} \times 100$

$\eta = \frac{P_{UIT}}{P_{IN}} \times 100$

SPOED

(poolpare) $p = \frac{\text{pole per fase}}{2}$

$n_s = \frac{60\ f}{p}$

Per eenheid glip $= \frac{n_s - n_r}{n_s}$

% glip $= \frac{n_s - n_r}{n_s} \times 100$

$n_r = n_s(1 - \%\ \text{glip})$

$\text{Glip} = n_s - n_r$