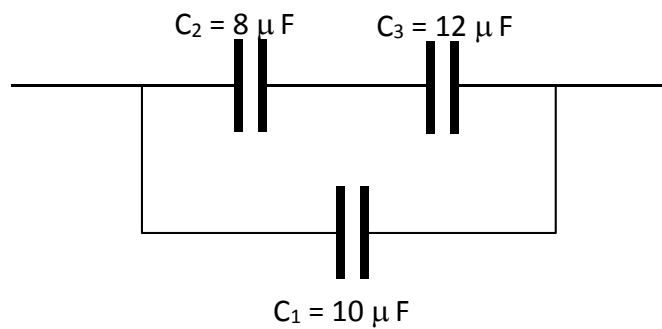


Antwoorden oefenvragen Energietechniek

1. Voor de vervangingscapaciteit van het netwerk geldt:



$$C_{v_{23}} = \frac{C_2 \cdot C_3}{C_2 + C_3} = \frac{8 \cdot 12}{8 + 12} \mu F = 4,8 \mu F$$

$$C_{v_{voor\ doorstag}} = C_{v_{23}} + C_1 = 4,8 \mu F + 10 \mu F = 14,8 \mu F$$

Indien C_3 doorslaat (dus een kortsluiting vormt), geldt dat de vervangingscapaciteit bestaat uit de parallelschakeling van C_1 en C_2 .

$$C_{vna\ doorslag} = C_2 + C_1 = 8\ \mu F + 10\ \mu F = 18\ \mu F$$

De vervangingscapaciteit neemt dus toe met $18\ \mu F - 14,8\ \mu F = 3,2\ \mu F$

2. Eerste wet van Kirchhoff:

De som van de stromen die in een knooppunt samenkomen is nul.

Ofwel:

$$\sum i_{naar\ knooppunt\ toe} = \sum i_{van\ knooppunt\ af}$$

$$\sum i_{naar\ knooppunt\ toe} = 4\ A + 1\ A = 5\ A$$

$$\sum i_{van\ knooppunt\ af} = 6\ A + 2\ A + 7\ A + I_{amp\ meter} = 15\ A + I_{amp\ meter}$$

$$15\ A + I_{amp\ meter} = 5\ A$$

$$I_{amp\ meter} = 5\ A - 15\ A = -10\ A$$

3. Eerste benadering:

De flux in het kernmateriaal bedraagt ook $50\ \mu Wb$.

Het magnetische veld van een toroïde is vrijwel geheel beperkt tot de ruimte binnen de spoel. Uit symmetrieoverwegingen volgt dat de veldlijnen concentrische cirkels zijn en dus is de flux in het kernmateriaal gelijk aan de flux in de luchtspleet.

Tweede benadering:

$$\phi = \frac{N \cdot I}{R_{m_{ijzer}} + R_{m_{lucht}}}$$

De flux ϕ wordt bepaald door de serieschakeling van de magnetische weerstand in het kernmateriaal en de magnetische weerstand in de luchtspleet. Omdat het een serieschakeling is, moet de flux dan wel overal dezelfde waarde bezitten.

4. Voor een zelfinductie geldt:

$$e_{\text{zelfinductie}} = -L \frac{dLi}{dt} \quad (\text{formuleblad 5.16})$$

Gegeven waarden invullen:

$$800 \mu V = -L \frac{0,25 A - 0,65 A}{300 ms}$$

$$L = - \frac{800 \mu V \cdot 300 ms}{-0,4 A} = 0,6 mH = 600 \mu H$$

Of eerst de formule naar L schrijven:

$$L = - e_{\text{zelfinductie}} \cdot \frac{dt}{dLi}$$

5. Situatie 1:

Batterij, dus gelijkspanning. De zelfinductie heeft geen invloed op de stroomsterkte:

$$I = \frac{E_{bron}}{R} =$$

$$R = \frac{E_{bron}}{I} = \frac{9V}{150mA} = 60 \Omega$$

Situatie 2:

Wisselspanningsbron, dus de impedantie van de serieschakeling wordt bepaald door zowel de weerstand als de zelfinductie

$$X_l = \frac{E_{bron}}{I} = \frac{9V}{120mA} = 75 \Omega \quad (2 \text{ punten})$$

Voor de $\tan \varphi$ geldt:

$$\tan \varphi = \frac{X}{R} = \frac{75}{60} = 1,25$$

$$\varphi = \tan^{-1} 1,25 = 51,3^\circ. \text{ Hieruit is dan } \cos \varphi \text{ te bepalen.}$$

Of direct te bepalen: voor de $\cos \varphi$

$$\text{geldt: } \cos \varphi = \frac{R}{Z}$$

$$\cos \varphi = \frac{60\Omega}{\sqrt{(60^2+75^2)}} = \frac{60}{96} = 0,62$$

6. $Z_1 = (10 - 20j)\Omega$
 $Z_2 = (10 + 20j)\Omega$

$$Z_v = \frac{Z_1 \cdot Z_2}{Z_1 + Z_2}$$

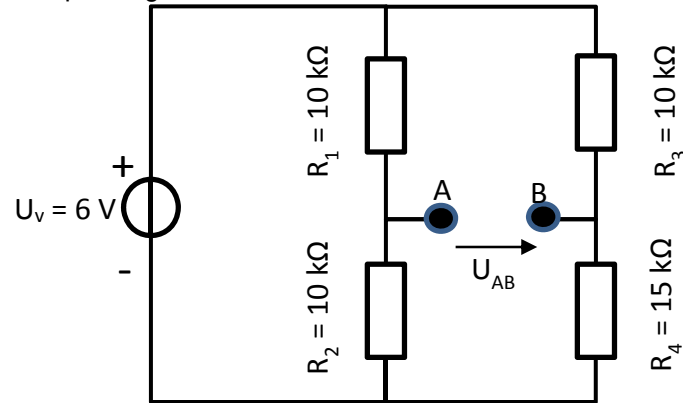
$$Z_v = \frac{(10 - 20j)(10 + 20j)}{(10 - 20j) + (10 + 20j)}$$

$$Z_v = \frac{100 - 400j^2}{20}$$

$$Z_v = \frac{100 + 400}{20} = 25 \Omega$$

7. Stap 1:

Neem de weerstand R5 uit de schakeling en bepaal de open klemspanning.



$$U_A = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot U_v = \frac{10k}{10k + 10k} \cdot 6V = 3V$$

$$U_B = \frac{R_4}{R_3 + R_4} \cdot U_v = \frac{15k}{10k + 15k} \cdot 6V = 3,6V$$

$$U_{AB} = U_A - U_B = 3V - 3,6V = -0,6V$$

De potentiaal in punt A is lager dan de potentiaal in punt B.

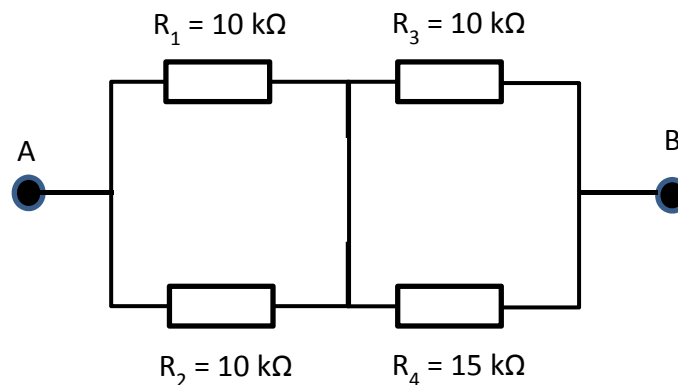
Omdat de stroom wordt gevraagd, mag hier met absolute waarden worden gerekend, dus een spanning van 0,6 V.

Nu geldt: $U_T = 0,6V$

Stap 2:

Bepaling van R_{Thevenin} :

Spanningsbronnen kortsluiten en de vervangingsweerstand tussen de punten A en B bepalen.

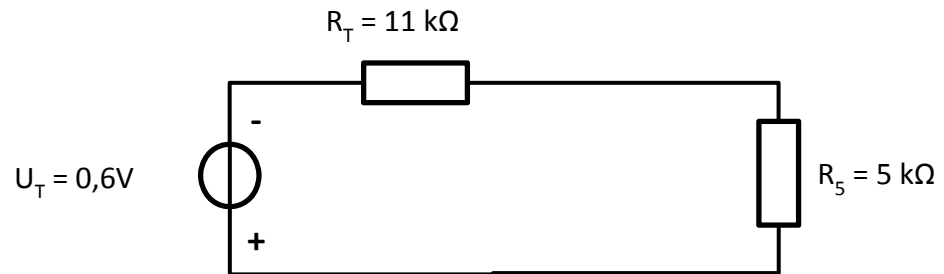


$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4}$$

$$R_T = \frac{10k \cdot 10k}{10k + 10k} + \frac{10k \cdot 15k}{10k + 15k} = 5 \text{ k}\Omega + 6 \text{ k}\Omega = 11 \text{ k}\Omega$$

Stap 3:

Teken het Thévenin-vervangingschema.



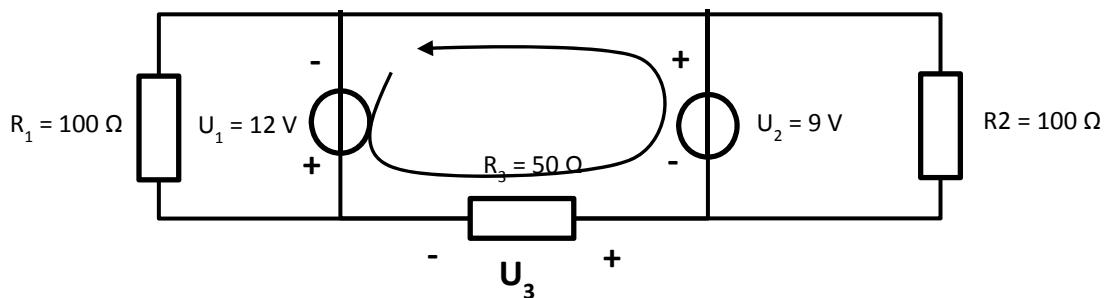
Stap 4:

Berekening van de stroom door R_5 .

$$I_{R_5} = \frac{U_T}{R_T + R_5} = \frac{0,6 \text{ V}}{11 \text{ k}\Omega + 5 \text{ k}\Omega} = \frac{0,6 \text{ V}}{16 \text{ k}\Omega} = 0,0375 \text{ mA} = 37,5 \mu\text{A}$$

8. Er zijn hier twee benaderingen mogelijk.

Benadering 1:



De weerstandwaarden zijn hier niet relevant.

De Kirchhoff-vergelijking van de middenlus luidt:

$$U_1 + U_3 + U_2 = 0$$

$$12 + U_3 + 9 = 0$$

$$U_3 = -21 \text{ V} \text{ (polariteit van de spanning } U_3 \text{ is negatief)}$$

Uiteraard kan de pijlrichting ook andersom gekozen worden:

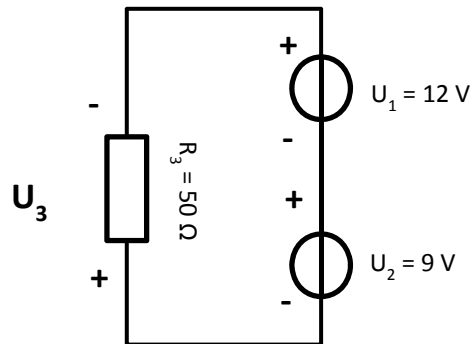
$$-U_1 - U_3 - U_2 = 0$$

$$-12 - U_3 - 9 = 0$$

$$U_3 = -21 \text{ V} \text{ (polariteit van de spanning } U_3 \text{ is negatief)}$$

Benadering 2:

Je kunt het schema ook anders tekenen zodat duidelijker wordt dat de twee spanningsbronnen in serie staan geschakeld. De spanning U_3 is dan direct te bepalen door de bronspanningen op te tellen:



Door de componenten te herrangschikken is direct af te lezen dat U_3 de som is van U_1 en U_2 , maar in teken omgekeerd moet worden.

Dus $U_3 = -(12\text{ V} + 9\text{ V}) = -21\text{ V}$

9. Er zijn twee oplossingsmethoden.

Oplossingsmethode 1:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \text{ (formuleblad 14.10)}$$

Ofwel:

$$S^2 = P^2 + Q^2 \Rightarrow Q^2 = S^2 - P^2$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

$$Q = \sqrt{68^2 - 60^2} = \sqrt{1024} = 32 \text{ kvar}$$

Oplossingsmethode 2:

$$\cos \varphi = \frac{S}{P} = \frac{60 \text{ kW}}{68 \text{ kVA}} = 0,8824 \text{ (formuleblad 14.11)}$$

$$\cos^{-1} \varphi = 28,1^\circ$$

$$\sin \varphi = \sin 28,1^\circ = 0,471$$

$$Q = S \cdot \sin \varphi = 68 \cdot 0,471 = 32 \text{ kvar (formuleblad 14.11)}$$

$$10. N_{\text{secundair}} = \frac{U_{\text{sec}}}{U_{\text{prim}}} \cdot N_{\text{primair}} =$$

$$\frac{800}{6000} \cdot 300 =$$

40 windingen

11. Oppervlakte van één paneel bedraagt 2000 mm x 1000 mm = 2 m²

Aantal geïnstalleerde panelen = 120

Geïnstalleerd oppervlakte = 240 m²

Opgewekte energie op jaarbasis = 140 kWh/m²

De installatie zal op jaarbasis een energie opwekken van:

$$140 \text{ kWh/m}^2 \times 240 \text{ m}^2 = 33.600 \text{ kWh} = 33,6 \text{ MWh}$$

Omdat de energiebehoefte hoger is (40 MWh) is deze installatie niet toereikend.

Er moet 40 MWh – 33,6 MWh = 6,4 MWh = 6400 kWh aan extra energie worden opgewekt.

Dit komt neer op een oppervlakte aan zonnepanelen van 6400 kWh / 140 kWh/m² = 45,7 m², afgerond 46 m².

Er moeten dus minimaal 23 panelen extra worden geïnstalleerd.

12. Voor de huidige situatie geldt:

$$S_{huidig} = \frac{P}{\cos \varphi_{huidig}} = \frac{50 \text{ kW}}{0,75} = 66,7 \text{ kVA (formuleblad 14.11)}$$

$$\varphi_{huidig} = \cos^{-1} 0,75 = 41,4^\circ$$

$$\sin \varphi_{huidig} = \sin 41,4^\circ = 0,661$$

$$Q_{huidig} = S_{huidig} \cdot \sin \varphi_{huidig}$$

$$Q_{huidig} = 66,7 \text{ kVA} \cdot 0,661 = 44,1 \text{ kvar}$$

Voor het nieuwe schijnbare vermogen S_n moet gelden:

$$S_{nieuw} = \frac{P}{\cos \varphi_{nieuw}} = \frac{50 \text{ kW}}{0,92} = 54,3 \text{ kVA}$$

Voor het nieuwe maximale blindvermogen moet gelden:

$$\varphi_{nieuw} = \cos^{-1} 0,92 = 23,1^\circ$$

$$\sin \varphi_{nieuw} = \sin 23,1^\circ = 0,392$$

$$Q_{nieuw} = S_{nieuw} \cdot \sin \varphi_{nieuw}$$

$$Q_{nieuw} = 54,3 \text{ kVA} \cdot 0,392 = 21,3 \text{ kvar}$$

De condensatorbatterij moet dus

$$Q_{huidig} - Q_{nieuw} = 44,1 \text{ kvar} - 21,3 \text{ kvar} = 22,8 \text{ kvar} \approx 23 \text{ kvar}$$

blindvermogen gaan leveren.

13. Omdat het een symmetrische belasting is zal er geen stroom vloeien door de nulleider. Enkel in de aders L1, L2 en L3 zal daarom spanningsverlies optreden.

Bepaling weerstand van de kabel:

Voor elke ader geldt:

$$R_{ader} = \rho \cdot \frac{l}{A} = 0,0178 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{250}{35 \cdot 10^{-6}} = 0,127 \, \Omega \text{ (formuleblad 2.2)}$$

Bepaling van het spanningsverlies per ader:

$$U_{verlies} = I_f \cdot R_{ader} = 30 \cdot 0,127 = 3,8 \, V \text{ (formuleblad 2.1)}$$

Bepaling van de maximale verliesspanning:

2% van de fasespanning:

$$U_{verlies_{max}} = 0,02 \cdot U_f = 0,02 \cdot 230 \, V = 4,6 \, V$$

Conclusie:

Omdat $U_{verlies} < U_{verlies_{max}}$ wordt hier aan de norm voldaan.

14. Omdat de generator in ster is geschakeld en de belasting in driehoek is geldt:

$$U_{belasting} = U_{lijn}$$

$$U_{lijn} = \sqrt{3} \cdot U_{fase}$$

$$U_{fase} = 400 \, V$$

Hieruit volgt:

$$U_{belasting} = \sqrt{3} \cdot U_{fase} = \sqrt{3} \cdot 400 \, V = 693 \, V$$

$$|U_{12}| = |U_{23}| = |U_{31}| = 693 \, V$$

15. Mogelijke voordelen:

- De koppelfactor k is nagenoeg gelijk aan 1.
- De magnetische flux blijft in het ijzer, waardoor de kans op elektromagnetische storingen verkleint.
- Hoger rendement.
- Kleiner strooiveld.

Mogelijke nadelen:

- Niet-lineariteit
- Inschakelstromen
- Verliezen in het ijzer
- Warmteontwikkeling
- Hysterisisverliezen
- Wervelstroomverliezen
- Ongewenste geluiden (brom)

16. Bewering 1: ONJUIST

Bewering 2: onjuist

Bewering 3: onjuist

Bewering 4: juist

Bewering 5: juist