

Opgaven en uitwerkingen vind je op www.agtijmensen.nl

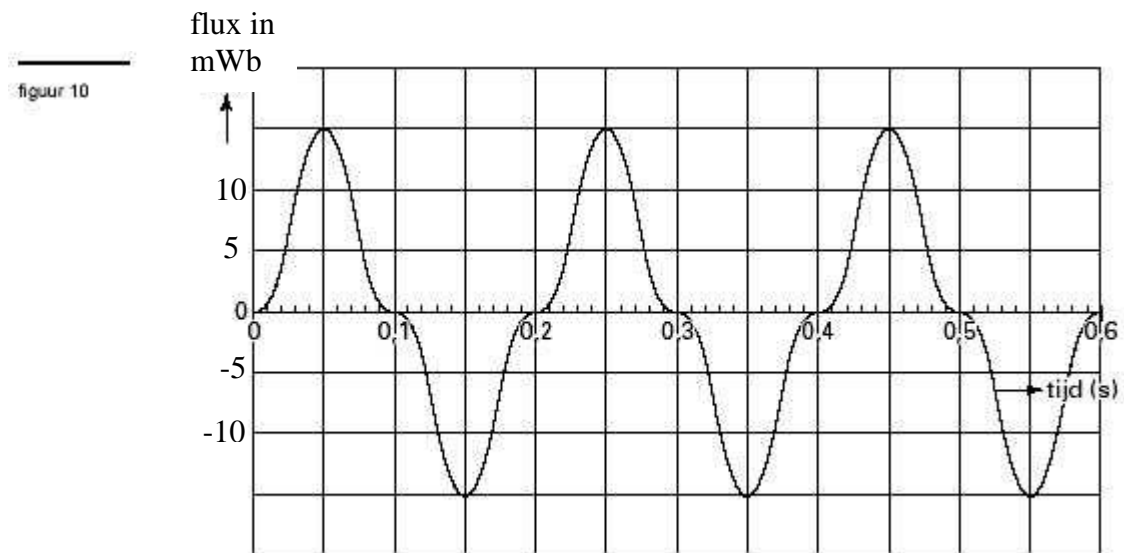
Oefen vt h7 Inductie en wisselstromen

Opgave 1. Dynamo van Clarke (Havo N2 2004-I 4)

In het midden van de negentiende eeuw zijn de eerste apparaten ontwikkeld waarmee elektrische spanningen konden worden opgewekt.

De dynamo van Clarke bevat een hoefijzermagneet en twee spoelen van elk 80 windingen die van de ene naar de andere pool van de magneet draaien.

In figuur 10 is de flux binnen één zo'n ronddraaiende spoel als functie van de tijd weergegeven.

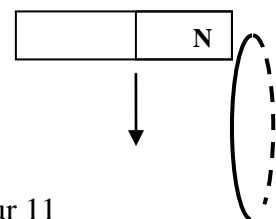


3p **15** □ Bepaal met figuur 10 de inductiespanning op $t = 0,025$ s.

4p **16** □ Leg uit dat er een wisselspanning ontstaat.

In figuur 11 is de magneet getekend op het tijdstip dat de noordpool de windingen passeert in de met een pijl aangegeven richting. Er is slechts één winding getekend.

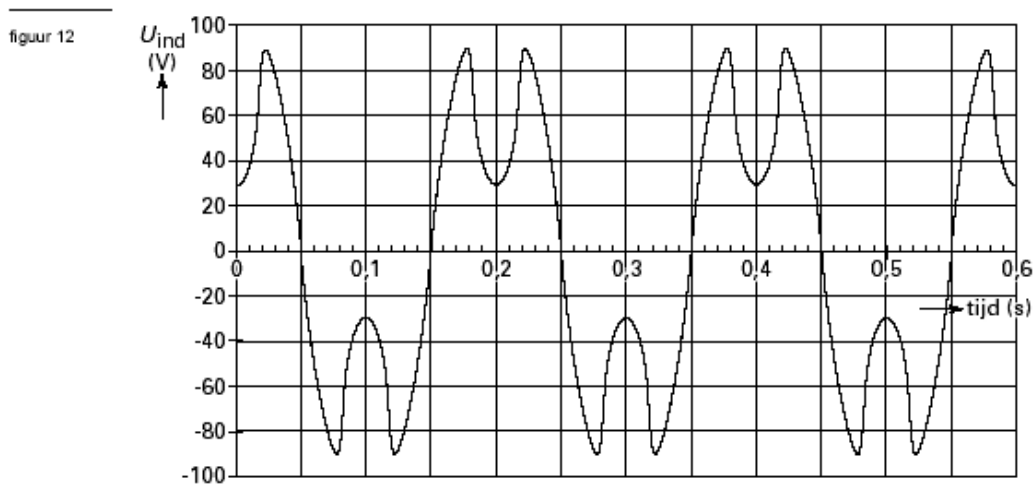
3p **17** □ Bepaal de richting van de inductiestroom op dat tijdstip.



figuur 11

De tweede spoel is in serie aangesloten met de eerste spoel.

In figuur 12 is de totale inductiespanning die de dynamo van Clarke opwekt, weergegeven als functie van de tijd.



Bij een wisselspanning hoort een bepaalde effectieve spanning.

2p **18** □ Teken in figuur 12 de grafiek van de effectieve waarde. Geef een toelichting.

Opgave 2. Nieuwe hoogspanningskabels (Vwo 1999-II 1)

Lees onderstaand krantenartikel:

krantenartikel **Texel verbonden door kabels**

Aan het 'isolement van Texel' is een einde gekomen. Er is een 50 kV-hoogspanningsleiding gelegd, waardoor het mogelijk is elektriciteit van het vasteland naar Texel te transporteren. Volgens een woordvoerder van NKF KABEL in Delft is het bijzondere dat het gaat om een leiding van 7,8 km lengte uit één stuk. In de leiding lopen twee koperen kabels, een toe- en een afvoerkabel. Iedere kabel heeft een lengte van 7,8 km en een massa van 150.000 kg. De leiding maakt de kleine elektriciteitscentrale (13,6 MW) bij Oudeschild op Texel overbodig.

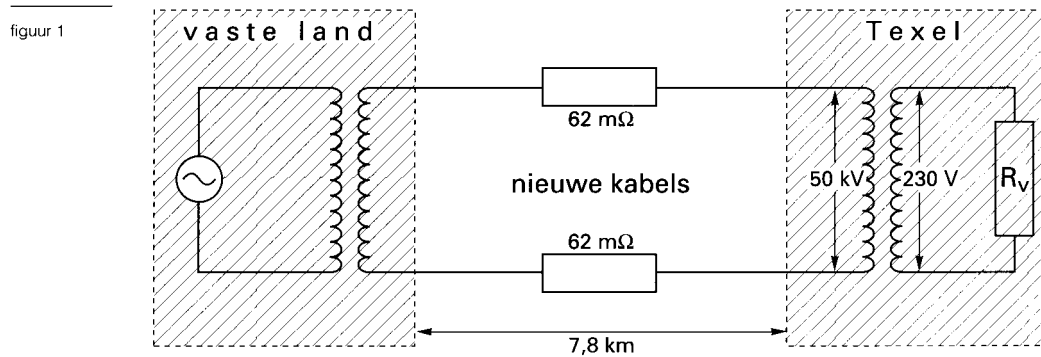
bron: Technisch Weekblad, 13 juni 1994



In figuur 1 is schematisch weergegeven hoe de nieuwe kabels zijn opgenomen in de totale installatie die Texel van elektrische energie voorziet.

Op Texel wordt de spanning getransformeerd naar 230 V.

2p **1** Bereken hoe het aantal primaire windingen zich daar verhoudt tot het aantal secundaire windingen.



De nieuwe installatie maakt de centrale bij Oudeschild overbodig en moet dus een elektrisch vermogen van 13,6 MW kunnen leveren.

3p **3** Bereken de vervangingsweerstand R_v van alle apparaten die op Texel zijn ingeschakeld als dit vermogen wordt afgenomen.

3p **4** Bereken het rendement van dit energietransport.

----- **Einde opgaven** -----

Uitwerking Opgave 1. Dynamo van Clarke (Havo N2 2004-I 4)

15. BINAS: $U_{\text{ind}} = N \cdot \Delta\Phi / \Delta t = N \cdot \Delta\text{flux} / \Delta t$ waarbij $\Delta\text{flux} / \Delta t = r.c.$ van de raaklijn.

Teken de raaklijn op $t = 0,025$ s en bepaal de r.c..

$$U_{\text{ind}} = N \cdot \Delta\Phi / \Delta t = 80 \cdot (40 - 7,5) \cdot 10^{-3} / 0,05 = 80 \cdot 0,95 = \underline{76 \text{ V}}$$

16. - Als de magneet de spoel nadert neemt de flux in de spoel toe.

$U_{\text{ind}} = N \cdot \Delta\Phi / \Delta t$ is dan positief. ($\Delta\Phi > 0$).

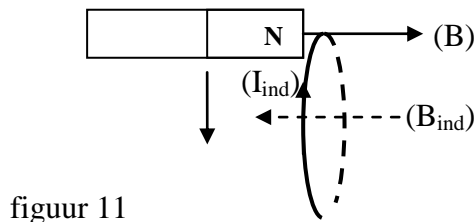
- Als de spoel en de magneet uit elkaar gaan neemt de flux in de spoel af. $U_{\text{ind}} = N \cdot \Delta\Phi / \Delta t$ is dan negatief. ($\Delta\Phi < 0$).

17. Het magnetisch veld van de magneet is (bij de noordpool) naar rechts gericht.

De flux in de spoel neemt toe dus I_{ind} maakt een regenflus naar links)

(Rechtervuistregel, duim wijst tegenflux aan, vingers wijzen I_{ind} aan)

Dus I_{ind} is aan de voorkant van de winding omhoog gericht.



figuur 11

18. U_{eff} is ongeveer 60 V. In de grafiek betekent dat een horizontale lijn bij ongeveer 60 V

De effectieve waarde is een gelijkspanning (hier 60 V) die hetzelfde effect heeft

(hetzelfde vermogen in een weerstand ontwikkelt) als een wisselspanning (hier zoals in figuur 12).

Uitwerking Opgave 2. Nieuwe hoogspanningskabels (Vwo 1999-II 1)

1 transformator: $N_p : N_s = U_p : U_s = 50 \cdot 10^3 : 230 = 217 : 1$ (of 217)

3 $P = U^2 / R \Rightarrow 13,6 \cdot 10^6 = 230^2 / R \Rightarrow \underline{R = 3,89 \cdot 10^{-3} \Omega}$

4 In Texel is $P_s = 13,6$ MW dus P_p ook (ideale transformator).

$$I_p = P_p / U_p = 13,6 \cdot 10^6 / 50 \cdot 10^3 = 272 \text{ A}$$

$$P_{\text{verlies}} \text{ in beide kabels: } P_{\text{verlies}} = I^2 R = 272^2 \cdot (2 \cdot 62 \cdot 10^{-3}) = 9,17 \cdot 10^3 \text{ W}$$

$$(\text{Of } U_{\text{kabel}} = IR_{\text{kabel}} = 272 \cdot (2 \cdot 62 \cdot 10^{-3}) = 33,7 \text{ V en } P_{\text{verlies}} = U_{\text{kabel}} \cdot I = 33,7 \cdot 272 = 9,17 \cdot 10^3 \text{ W})$$

$$\text{Op het vaste land is het opgewekte vermogen } 13,6 \cdot 10^6 + 9,17 \cdot 10^3 = 13,61 \cdot 10^6 \text{ W}$$

$$\text{Het rendement} = P_{\text{nut}} / P_{\text{in}} \cdot 100\% = 13,6 \cdot 10^6 / 13,61 \cdot 10^6 \cdot 100\% = \underline{99,9\%}$$

----- *Einde* -----