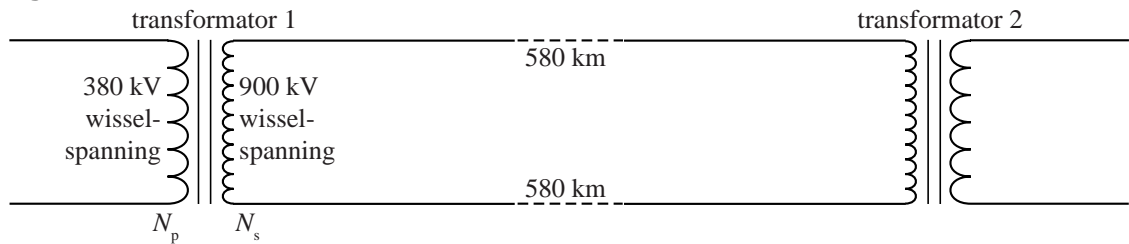


Opgave 3 Hoogspanningskabel op de bodem van de zee

Tussen Noorwegen en Nederland is een onderzeese hoogspanningskabel aangelegd. De kabel is 580 km lang en transporteert bij een hoogspanning van 900 kV elektrische energie van Noorwegen naar Nederland of in omgekeerde richting. In figuur 7 is de schakeling schematisch weergegeven.

figuur 7



Een transformator werkt alleen bij wisselspanning.

- 1p **10** Waarom is dat? Gebruik in je antwoord het begrip magnetische flux.

Neem aan dat er in de transformatoren geen verliezen optreden.

- 2p **11** Bereken de verhouding tussen de aantallen windingen $\frac{N_p}{N_s}$ in transformator 1.

De onderzeese kabel bestaat uit twee koperen aders (een voor de heenweg en een voor de terugweg) met daaromheen isolatie. De doorsnede van één koperen ader is 760 mm^2 ; $1,0 \text{ m}^3$ koper heeft een massa van $8,9 \cdot 10^3 \text{ kg}$.

- 4p **12** Bereken hoeveel kg koper er in de kabel zit.

Omdat er door de onderzeese kabel een grote stroom loopt, stijgt de temperatuur van het koper tot $50 \text{ }^\circ\text{C}$. Bij deze temperatuur is de soortelijke weerstand van koper gelijk aan $19 \cdot 10^{-9} \Omega\text{m}$.

- 3p **13** Toon aan dat de weerstand van de kabel gelijk is aan 29Ω .

In de kabel wordt een deel van de elektrische energie omgezet in warmte.

Voor het vermogen dat op die manier verloren gaat, geldt: $P_{\text{verlies}} = I^2 R_{\text{kabel}}$.

Op een bepaald moment is het vermogen aan het begin van de kabel 700 MW (en de spanning 900 kV).

- 5p **14** Bereken hoeveel procent van dit vermogen in de kabel wordt omgezet in warmte.

Elektrische energie wordt altijd getransporteerd bij een (zeer) hoge spanning.

- 2p **15** Leg uit waarom men dat doet.

Via de onderzeese kabel is voor huishoudens in totaal een gemiddeld vermogen beschikbaar van 600 MW .

Een huishouden verbruikt per jaar gemiddeld $3,5 \cdot 10^3 \text{ kWh}$ elektrische energie.

- 3p **16** Bereken het aantal huishoudens dat op deze manier van elektrische energie kan worden voorzien.