

Aanvullingen op en ervaringen met demonstratie 23 Hoogspanning

Ervaringen, aanvullingen, suggesties en links zijn welkom. Stuur ze naar showdefysica@nvon.nl.

Meer tips

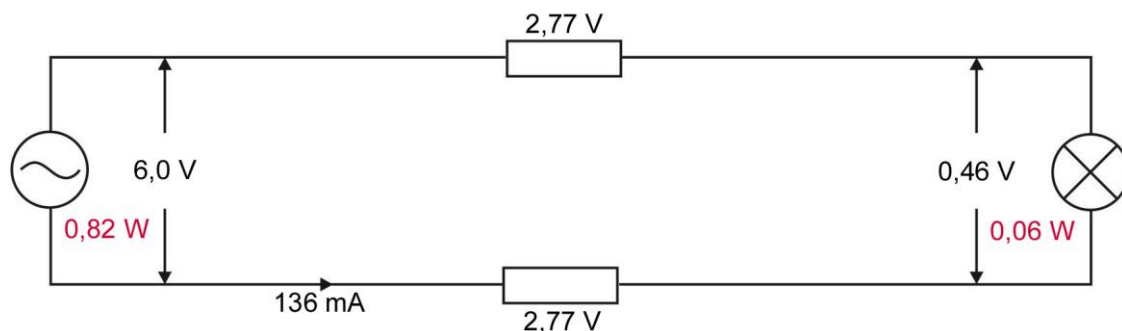
Maak er vooral een beeldend verhaal van. Benoem de spanningsbron als de dichtstbijzijnde elektriciteitscentrale, het lampje als de plaats waar de school staat en het tussenliggende stuk tafel als de polder of streek waar de hoogspanningslijn loopt. Geef indien bekend ook aan waar het dichtstbijzijnde onderstation staat. Afhankelijk van de plaats van handeling willen de gebruikers energie voor de (melk)machines en voor alle lampen, boven de tafel of boven de biggetjes en kuikens. En natuurlijk voor het opladen van alle mobieltjes en iPads.

Verder onderzoek en ideeën

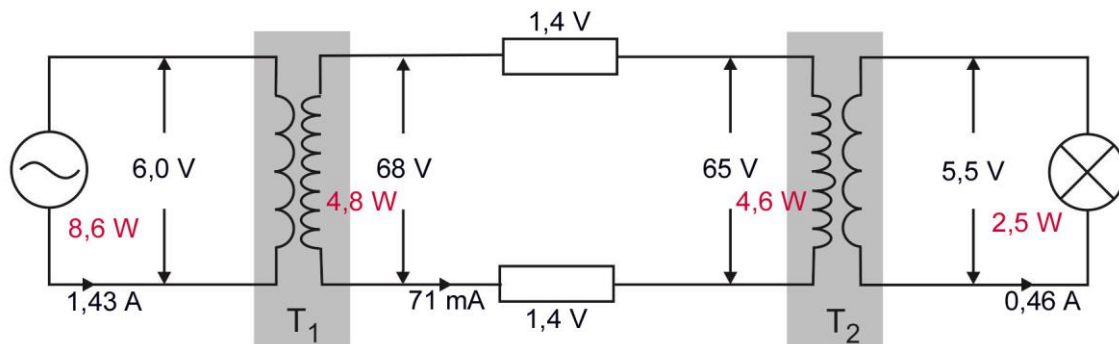
Op de beschreven proef zijn nog verschillende leerzame aanvullingen mogelijk:

- De spanning op de lijn is gevaarlijk hoog. Waarom kun je hem toch gerust vastpakken? Maar wat moet je beslist niet doen? En als je één punt zou aarden? Een verhandeling over 'zwevende' stroomkringen en scheidingstransformatoren. Daarbij heb ik altijd een denkbeeldige 1000 V-batterij bij de hand, die ik gerust aan een kant durf vast te pakken...
- Om extra duidelijk te maken dat de spanning behoorlijk hoog is kun je een lamp van 230V/60W aansluiten; die gaat dan zwak gloeien. Merk ook op dat dan de lamp aan het eind van de lijn zwakker gaat branden...
- Introduceer de volgende paradox: Volgens de formule $P=I^2 \cdot R$ neemt het verlies af omdat bij omhoog transformeren van de spanning de stroomsterkte afneemt. Maar volgens de formule $P=U^2/R$ neemt het vermogen juist toe. Hoe zit dat? Dan kom je op het volgende: de spanning 'op de lijn' is de spanning tussen de twee draden, de 'hoogspanning' dus. De spanning 'over de lijn' is het verschil tussen het begin en het eind van de lijn, het spanningsverlies dus. Omdat er 'spanning over de lijn' staat is de spanning 'op de lijn' aan het eind iets minder dan aan het begin.
- Omdat het - ook met de transformatoren - een serieschakeling is kan het verliespercentage eenvoudig bepaald worden door de spanning 'over de lijn' te delen door de spanning 'op de lijn'.
- Ook kan besproken worden dat er in de praktijk maar één lijn is: de 'retourlijn' is de aarde, waarvan de weerstand te verwaarlozen is. Wie het dan nog niet genoeg vindt kan uitleggen dat er dankzij de drie fasen in de praktijk nauwelijks retourstroom is.

Hieronder de uitkomsten van metingen aan de opstelling die op de foto's in het boek te zien is. De hoogspanningslijnen bestaan uit twee constantaandraden (0,20 mm diameter) van 1,2 m lengte, met elk een weerstand van 20 Ω .



Bijlage van ShowdeFysica, demo 23, Hoogspanning



De vermogens op verschillende plekken zijn in rood aangegeven.

In de schakeling zonder transformatoren is het rendement $7,7\%$.

Met transformatoren is het rendement 29% , maar dat ligt vooral aan de primitieve transformatoren die een rendement van ongeveer 55% hebben; het verlies in de lijn is minimaal.

'Echte' trafo's hebben een rendement van rond 80% ; ringkerntransformatoren tot 90% . Dan moet je ze wel maximaal belasten, dus het lampje of de belastingsweerstand geschikt kiezen. Maar feitelijk is het rendement van de transformatoren bij deze proef niet belangrijk. Zoals hierboven te zien is blijft de conclusie dat het verlies in de lijn veel kleiner is bij gebruik van 'hoogspanning' ook met de meest primitieve trafo's recht overeind.