

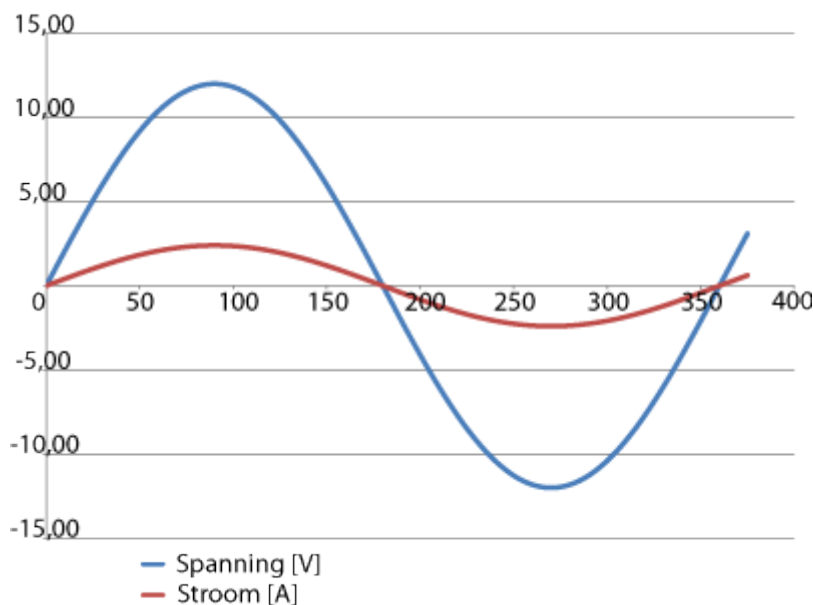
Arbeidsfactor en Powerfactor

Elektrisch vermogen zegt iets over de 'sterkte' van een apparaat dat is aangesloten op een elektrische spanning. Deze KennisKaart legt het verschil tussen arbeidsfactor en powerfactor uit.

Inleiding

Elektrisch vermogen zegt iets over de 'sterkte' van een apparaat dat is aangesloten op een elektrische spanning. Je berekent het door spanning en stroom te vermenigvuldigen. Bij gelijkspanning en – stroom is dat eenvoudig doordat deze grootheden altijd synchroon (in de pas) lopen. Bij wisselspanning ligt dat anders. Hier is de sinusvormige spanning niet constant. Deze loopt van 0 volt naar een maximumwaarde om vervolgens weer terug te keren naar 0. Dat geldt ook voor de stroom. Daarnaast kan faseverschuiving optreden. Dat is het geval als de sinusvormige wisselstroom en – spanning niet samenvallen. Je krijgt dan te maken met de arbeidsfactor of $\cos \varphi$.

Afbeelding 1 toont een faseverschuiving waar de stroom 30° achterloopt bij de spanning. De arbeidsfactor wordt kleiner naarmate de faseverschuiving toeneemt. Bij gelijkspanning is nooit sprake van een arbeidsfactor omdat faseverschuiving hier niet bestaat.



Afb. 1 Stroom ijlt 30° na op spanning

Soorten elektrische belasting

Elektrische apparaten kunnen een bijzonder gedrag vertonen als ze op wisselspanning worden aangesloten. Dat is afhankelijk van het soort apparaat, dat:

- Zich ohms kan gedragen;
- Een inductief karakter kan hebben;
- Een capacitief karakter kan hebben.

Ohms

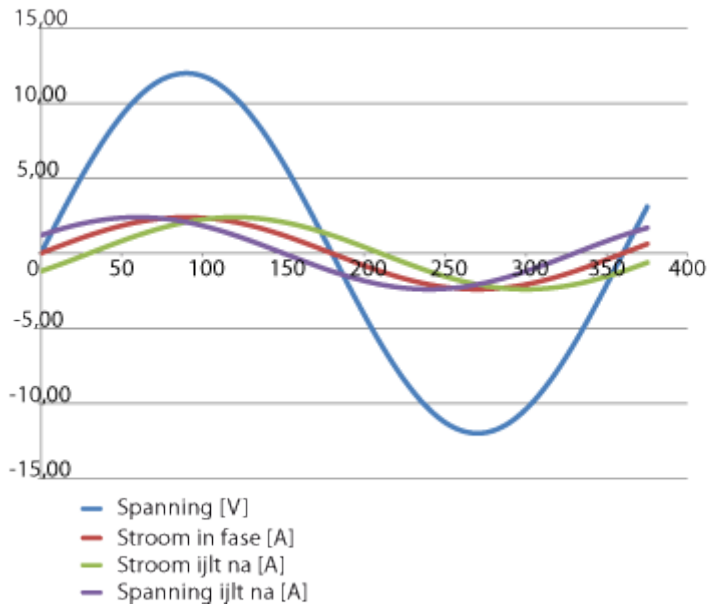
Bij een ohms gedrag is er geen sprake van faseverschuiving. Dat betekent dat het sinusvormig verloop van de elektrische stroom exact dat van de spanning volgt. We zeggen dan dat spanning en stroom in fase zijn. Dat is onder andere het geval bij een gloeilamp en een waterkoker. Zie de stroom (rode lijn) in afbeelding 2 die synchroon loopt met de spanning (blauwe lijn).

Inductief

Bij een inductief karakter ijlt de stroom na op de spanning: het verloop van de sinusvormige stroom loopt achter bij spanning. Ze zijn dan niet in fase. Dat is onder andere het geval bij elektromotoren. Zie de groene lijn in afbeelding 2 die na-ijlt (achterloopt) op de blauwe lijn.

Capacitief

Bij een capacitief karakter ijlt de spanning na op de stroom. Ook hier is sprake van het niet samenvallen van de sinusvormige spanning en stroom. Ze zijn niet in fase. Zie de gele lijn in afbeelding 2 die voor-ijlt (voorloopt) op de blauwe lijn.



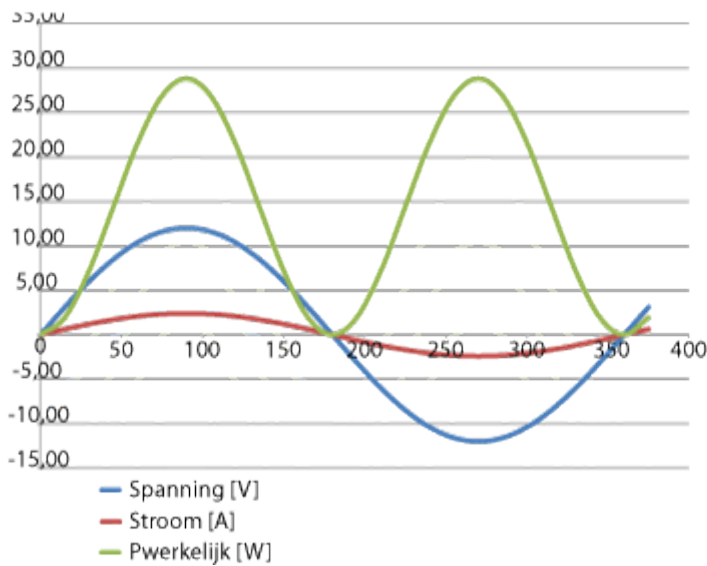
Afb. 2 Faseverschuivingen

Arbeidsfactor

Bij wisselspanning heb je te maken met schijnbaar vermogen en werkelijk of actief vermogen. Als spanning en stroom in fase zijn is het schijnbaar vermogen gelijk aan het werkelijk vermogen en is de arbeidsfactor 1. Bij een arbeidsfactor < 1 is het werkelijk vermogen $P_w < P_s$. Schijnbaar vermogen heeft als eenheid VA (volt ampère). Bij werkelijk of actief vermogen is dat W (watt). In formule:

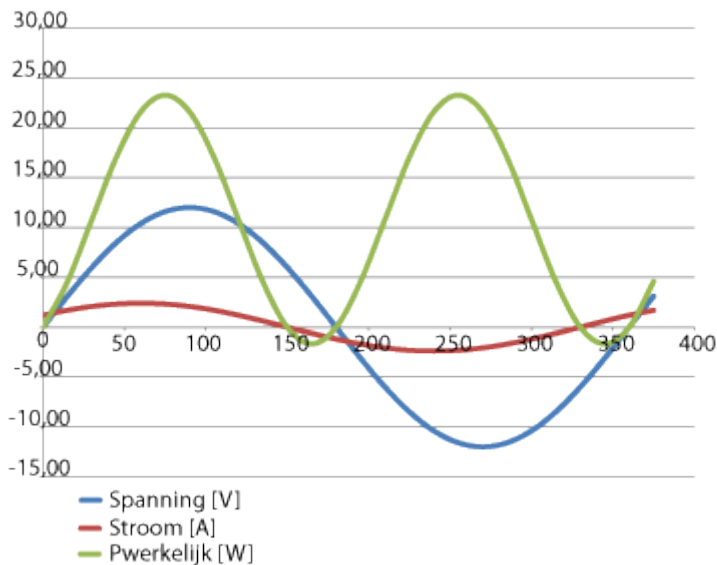
- $P_s = U \times I$ [VA];
- $P_w = U \times I \times \cos \varphi$ [W];
- $P_w = P_s \times \cos \varphi$ [W].

Onder werkelijk of actief vermogen wordt verstaan het vermogen dat effectief wordt omgezet in een andere vorm. Zoals het omzetten van elektrisch vermogen in warmte bij een waterkoker.



Afb. 3 Werkelijk vermogen, spanning en stroom zijn in fase

In de elektriciteitsleer spreek je over faseverschuiving tussen spanning en stroom in graden ($^{\circ}$). Dit geef je aan met de letter φ (phi). Als spanning en stroom in fase zijn is de arbeidsfactor 1, want: $\varphi = 0^{\circ}$ en $\cos 0^{\circ} = 1$, zie afbeelding 3. Door het inductieve gedrag van bijv. een elektromotor is $\varphi = 30^{\circ}$ en $\cos \varphi = 0,87$, zie afbeelding 4.



Afb. 4 Werkelijk vermogen is kleiner door faseverschuiving

Voor het berekenen van het werkelijk vermogen kan niet meer worden volstaan met het vermenigvuldigen van spanning en stroom. De arbeidsfactor moet nu in rekening worden gebracht. In formule: $P_w = U \times I \times \cos \varphi$ [W]

Afbeelding 3 en 4 tonen dezelfde waarden voor spanning en stroom. Toch is het werkelijk vermogen (groene sinuslijn) kleiner in afbeelding 4. Dat komt door het inductieve karakter van de belasting.

Bij een kleiner wordende arbeidsfactor is een steeds grotere stroom nodig om hetzelfde werkelijk vermogen te leveren bij dezelfde spanning. Ter vergelijking: Stel, je richt een waterstraal op een schoepenwiel om het met een bepaald toerental te laten draaien. Als de straal het schoepenwiel maar gedeeltelijk raakt (lage $\cos \varphi$) moet je de kracht van de straal vergroten (grotere stroomsterkte) om hetzelfde toerental te bereiken.

Powerfactor

Naast de arbeidsfactor kan er ook sprake zijn van THD (Total Harmonic Distortion) waarbij een niet-lineaire stroom ontstaat. Er treden harmonischen op waarbij het sinusvormig patroon verloren gaat. Harmonischen zijn gehele veelvoud van de grondfrequentie. Bijvoorbeeld: als de grondfrequentie 50 Hz bedraagt, heeft de derde harmonische een frequentie van 150 Hz. Dat wordt onder andere veroorzaakt door de elektronica die nodig is voor LED verlichting. In zo'n geval speelt de powerfactor (PF) een rol. Dat is een combinatie van arbeidsfactor ($\cos \varphi$) en THD.

In formule:

$$PF = \frac{\cos \varphi}{\sqrt{1 + THD^2}}$$

Stel, een apparaat heeft een $\cos \varphi = 0,8$ en een THD = 70%. De PF is dan 0,6. Met een THD van 0 is de PF gelijk aan de arbeidsfactor. In dit voorbeeld zie je nu dat THD de arbeidsfactor negatief beïnvloedt.

Consequenties van arbeidsfactor en powerfactor

Energiemaatschappijen maken zich zorgen over deze power- en arbeidsfactoren. Bij een lager wordende powerfactor is een grotere stroom nodig om hetzelfde werkelijk vermogen te leveren. Dat betekent extra verliezen in de transportkabels.

Voor apparaten met een vermogen van meer dan 25 W is wettelijk vastgesteld dat de PF niet lager mag zijn dan 0,85.

Bron: Isso kennisinstituut voor de installatiebranche