

POWER QUALITY [DEEL 1]

HARMONISCHE VERVORMINGEN KUNNEN HEEL WAT PROBLEMEN VEROORZAKEN

De werking, de levensduur en de bedrijfszekerheid van elektrische toestellen en machines worden mede bepaald door de kwaliteit van de netvoeding. De oorzaak van voedingsproblemen kan in het eigen voedingssysteem vervat zitten of kan liggen bij het energiebedrijf. Ook externe factoren, waar geen van beide partijen een directe invloed op heeft, kunnen aan de basis liggen van voedingsproblemen. Het merendeel van de oorzaken moet echter worden gezocht bij de afnemer zelf en, meer bepaald, bij de apparatuur die hij gebruikt. Dit artikel maakt deel uit van een driedelige reeks waarin diverse aspecten rond netkwaliteit worden behandeld.

Ing. Bart Verhelst

BELANG GOEDE NETKWALITEIT

De huidige maatschappij is sterk afhankelijk van elektriciteit en in de toekomst zal deze afhankelijkheid alleen maar groter worden, denk maar aan de toename van elektrische wagens op onze wegen. De betrouwbaarheid en kwaliteit van de elektrische voeding zijn en worden in de toekomst dus nog belangrijker. Toestellen functioneren goed binnen bepaalde kenmerken van de spanning, elke afwijking hiervan kan echter leiden tot storingen die de goede werking in gevaar kunnen brengen en kunnen leiden tot hogere kosten. Denk hierbij aan uitvaltijd, hoger energieverbruik, defecten aan machines, productieverlies ... De term Power Quality kan het best omschreven worden als de kwaliteit van spanning en stroom. Er zijn diverse normen waarin de verschillende aspecten rond Power Quality worden omschreven en gedefinieerd. Enerzijds bestaan er normen waaraan producten moeten voldoen (emissienormen), anderzijds moet men rekening houden met

een aantal normen die omschrijven waartegen de apparatuur bestand moet zijn (immunitieitsnormen). Ook het voedingsnet moet aan een aantal eisen voldoen. Een van die normen die veel gebruikt worden als referentie, is de EN50160.

OOZAKEN EN SYMPTOMEN

Er zijn heel wat oorzaken die aan de basis kunnen liggen van voedingsproblemen, gaande van een vervorming van de voedingspanning tot veranderingen in spanningsniveaus en kortstondige spanningspieken. In dit en volgende delen worden de verschillende oorzaken nader toegelicht: o.a. harmonische vervorming, powerfactor, flicker, spanningsdips, transiënten, onbalans ...

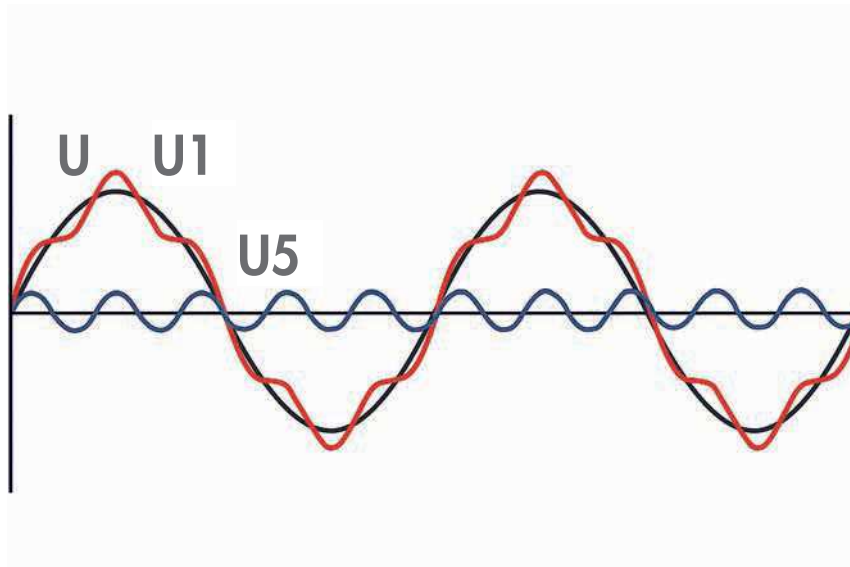
HARMONISCHE VERVORMINGEN

Wat?

De vorm van spanning en stroom is een belangrijk kwaliteitskenmerk.

POWER QUALITY IS EEN ZEER SPECIEF DOMEIN BINNEN DE ELEKTRISCHE ENERGIE EN HET IS IN SOMMIGE GEVALLEN AANGEWEEZEN EEN SPECIALIST TE RAADPLEGEN ALS MEN SYMPTOMEN VASTSTELT

In een ideale situatie zijn de spanning en stroom sinusvormig, in de praktijk komt dit echter nog weinig voor. De apparatuur die vandaag gebruikt wordt, zorgt voor een vervormde stroom en spanning. Een spanningsvervorming wordt veroorzaakt doordat een toestel een nietsinusvormige stroom onttrekt uit het net. Deze stroom vloeit door de geleiders en de transformator, die een zekere impedantie (weerstand) bezitten. Over deze weerstand ontstaat een spanningsval die de stroomvorm zal volgen. Omdat de stroomvorm niet-sinusoidaal is, zal de spanningsvorm dat ook niet zijn. De voedingspanning zal, samen met de spanningsval, resulteren in een

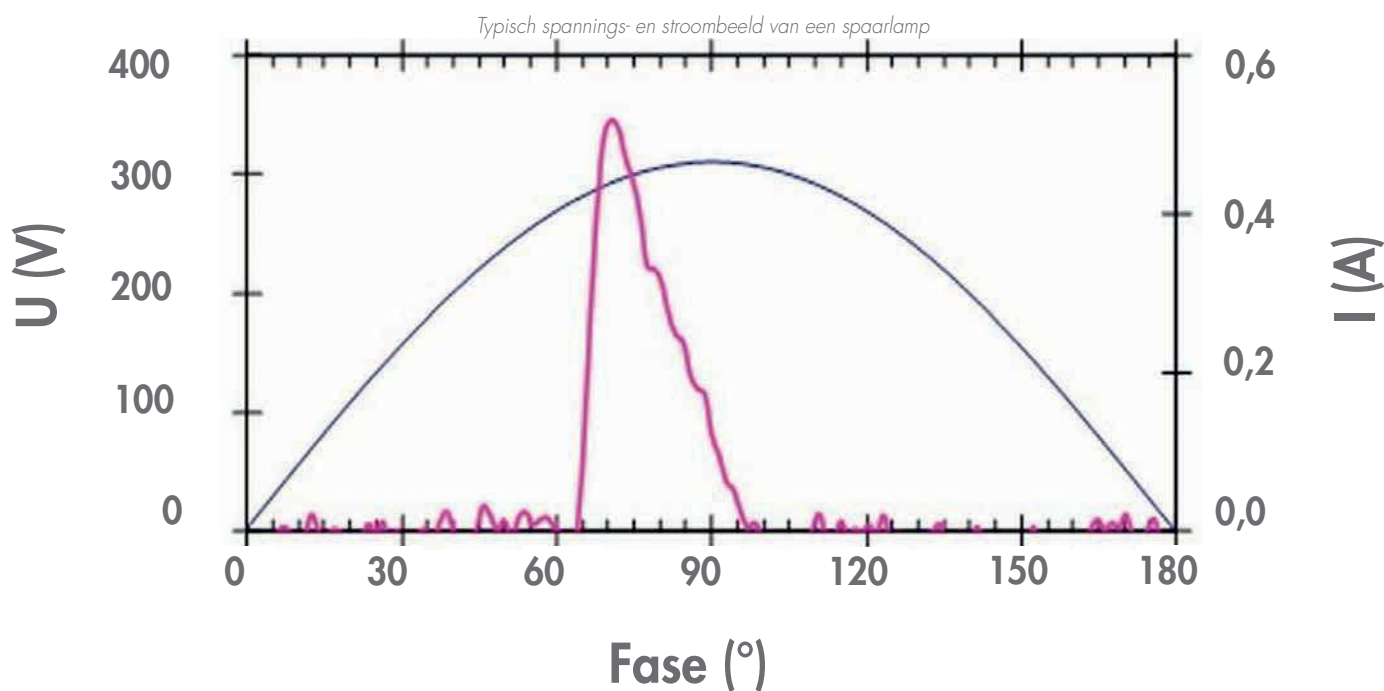


Vervormde spanning harmonischen

Over de auteur

Bart Verhelst is zaakvoerder bij Karybel. Karybel is een spin-off van Universiteit Gent, gespecialiseerd in het analyseren en oplossen van elektrische problemen met een specialisatie in Power Quality. Dit omvat onder andere:

- uitvoeren van analyses en bepalen van oplossingen (onderzoek van installaties, korte en lange meetcampagnes, monitoring, kostcalculatie);
- preventief en predictief onderhoud via permanente monitoring;
- consultancy en studiewerk (Karybel is erkend in de kmo-portefeuille in de pijler advies);
- toegepast onderzoek;
- expertises (in bijstand, bij verzekeringskwesties, gerechtelijke expertises);
- opleiding.



niet-sinusvormige spanning. Deze vervormde spanning wordt aangeboden aan de aangesloten apparatuur, waardoor die gestoord kan worden. Een vervormde stroom wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door niet-lineaire verbruikers (waarbij de spannings- en stroomvorm verschillend zijn). Niet-lineaire belastingen zijn typisch belastingen die voorkomen bij geschakelde voedingen zoals spaarlampen, computervoedingen, frequentieomvormers ... Dit omvat dus een groot aandeel van de verbruikers in een moderne installatie. Zo is de grafiek bovenaan op de pagina een typisch spannings- en stroombeeld van een spaarlamp. De vervormde spanning (of stroom) is een samenstelling van een aantal sinussen met een verschillende frequentie die we de harmonischen noemen. Harmonischen zijn gehele veelvouden van de 50Hz-component.

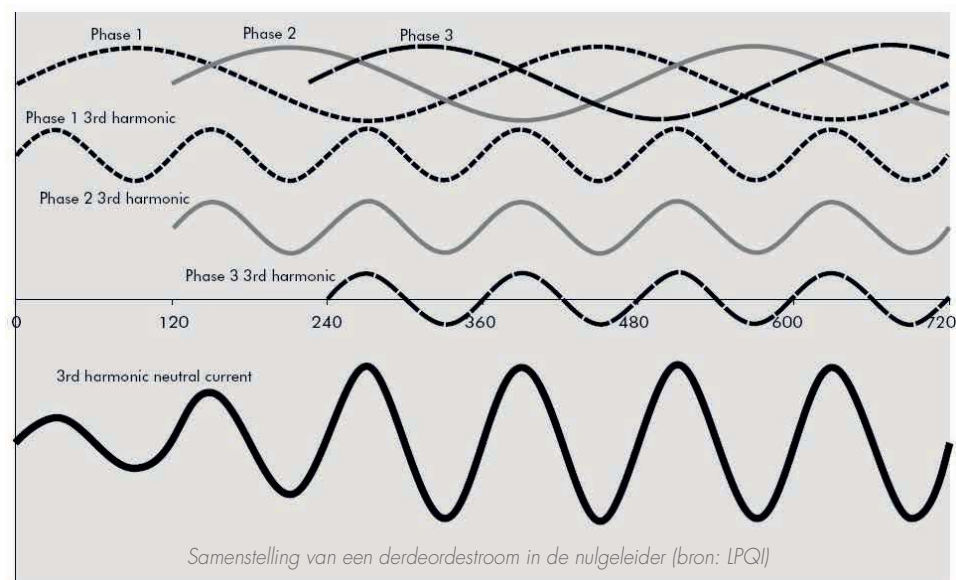
Symptomen?

Bij een grote vervuiling van spanning en stroom kunnen er heel wat problemen optreden. Onder andere:

- **Overbelasting van kabels (nulleider)**
Als er in een driefasig systeem met nulgeleider veel eenfasige geschakelde voedingen aanwezig zijn, dan is er in de regel ook sprake van een derdeordeharmonische. Deze derdeordeharmonischen zijn in fase, waardoor deze zich optellen in de nulleider. Dit kan leiden tot hoge stromen in die nulleider. Deze kunnen zelfs hoger zijn dan de stroom in de fasegeleider, wat kan leiden tot een oververhitting van die nulgeleider.
- **Overbelasting van condensatoren**
De hoeveelheid stroom die door een condensator gaat, kan, bij een vervuilde netspanning, oplopen. De impedantie (weerstand) van de condensator is omgekeerd evenredig met de frequentie. Dat betekent dat als er hogere frequenties aanwezig zijn (harmonischen), de stroom door een condensator ernstig kan toenemen, met beschadiging tot gevolg. Dit fenomeen wordt ook wel resonantie genoemd.
- **Beïnvloeding werking beveiligingstoestellen**
Hoge harmonische stromen kunnen het

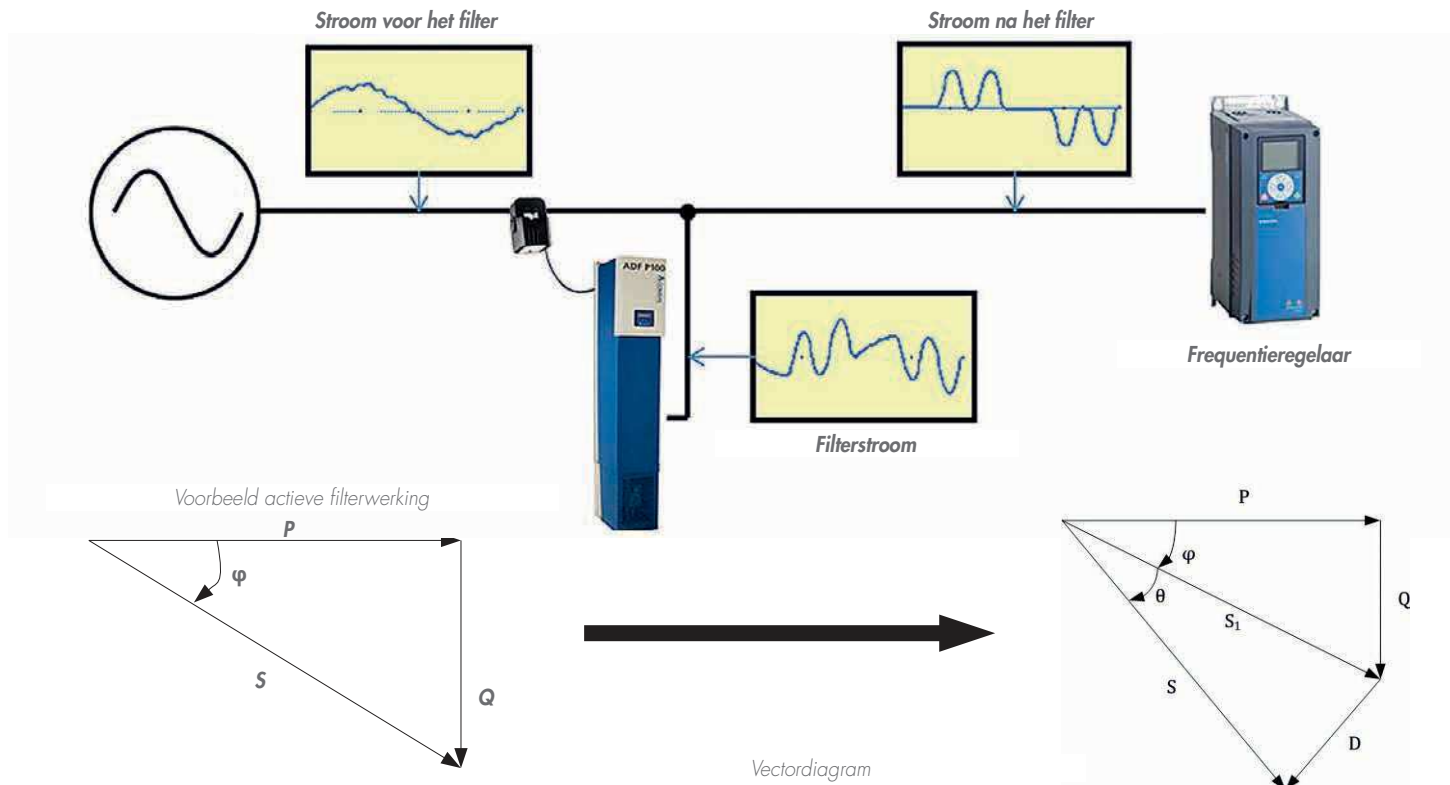
ongewenst uitschakelen van beveiligingen veroorzaken. Zo kan een harmonische stroom een extra opwarming teweegbrengen in het bimetaal van een beveiliging, waardoor deze vroeger schakelt dan men normaal zou verwachten. Gelijkaardige effecten kunnen worden vastgesteld bij zekeringen en automaten. Daarenboven kunnen de hogere frequenties de uitschakeling van elektronische tripunits beïnvloeden.

- **Bijkomende opwarming van motoren**
Een harmonische spanningsvervorming veroorzaakt bij motoren extra wervelstroomverliezen. Daarnaast ontstaan er in de rotor extra verliezen. Dit komt doordat er velden worden geïnduceerd die een tegenwerkend koppel teweegbrengen.
- **Overbelasting van transformatoren**
De totale verliezen in een transformator worden bepaald door nullast- en lastverliezen. De nullastverliezen zijn afhankelijk van de aangelegde spanning. Harmonische spanningen zullen hierop een invloed uitoefenen, al is deze invloed nog beperkt. De grootste invloed ontstaat in de koperverliezen, wervelstroomverliezen en verliezen door lekstromen. De wervelstroomverliezen worden sterk beïnvloed door harmonische stromen die voor extra warmteontwikkeling zorgen in de transformator. Indien er harmonischen aanwezig zijn, dan zal de stroom in de transformator hoger zijn, wat weer zijn invloed heeft op koperverliezen en waardoor er bijkomende warmteverliezen ontstaan (I^2R). Via een aantal metingen is het perfect mogelijk om dit in kaart te brengen en de nodige voorspellingen te maken naar levensduur en noodzakelijke derating toe. Later meer hierover (zie ook het artikel in het novembernummer van vorig jaar: 'Transformator schakelt uit of gaat stuk bij te hoge temperaturen').



Oplossing?

De oplossingen voor harmonische reductie zijn zeer uitgebreid. Dit gaat van eenvoudige passieve compensatiemethodes tot de meer



complexe filteroplossingen. Een compensatie kan centraal of decentraal gebeuren, maar het is evenzeer mogelijk om een gecombineerde oplossing toe te passen. De keuze is sterk afhankelijk van de grootte van de problemen, het aandeel van harmonischen, het aantal harmonischen dat gefilterd moet worden ... Het dimensioneren van compensatiemiddelen is specialistenwerk en kan enkel gebeuren na een degelijke Power Quality-analyse.

ARBEIDSFACITOR

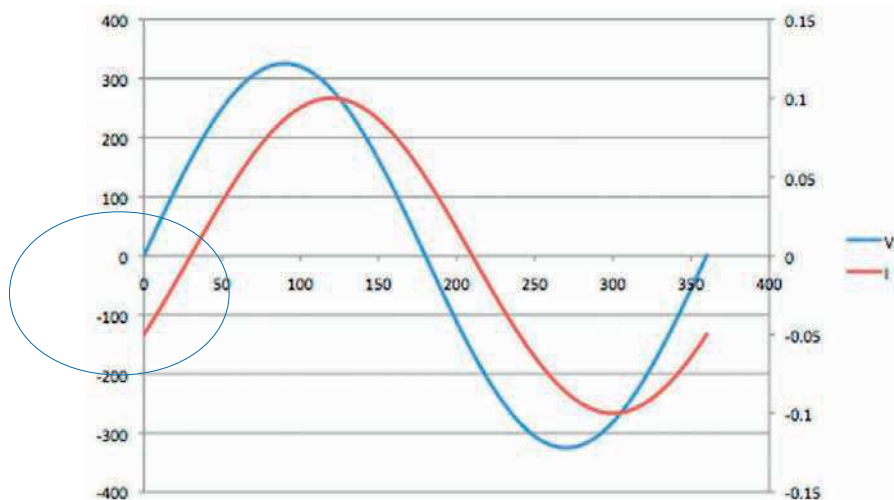
Wat?

In een lineaire situatie zijn spanning en stroom sinusoidaal. Tussen spanning en stroom kan er echter een faseverschuiving optreden, bekend als de cos phi.

De cos phi wordt gekenmerkt als faseverschuiving tussen spanning en stroom van de 50Hz-component. Indien er harmonische stromen in de installatie aanwezig zijn, zal er ook tussen de harmonische spanningen en stromen een faseverschuiving optreden. In dat geval

Faseverschuiving tussen spanning en stroom

$\cos \phi = \cos 30 = PF$



spreken we niet meer van de cos phi, maar van de powerfactor. Er bestaan dus twee soorten blind vermogen: het klassieke blind vermogen, door iedereen gekend als Q en het distortieblindvermogen, gekend als D. Het klassieke blind vermogen is te compenseren met condensatoren, wat niet het geval is voor het distortieblindvermogen.

Vectordiagram 1 geeft de klassieke voorstelling weer, waar het tweede vectordiagram de voorstelling weergeeft indien er harmonischen aanwezig zijn. Hierin is P het actieve vermogen in watt, Q het reactieve vermogen in Var en S het schijnbare vermogen in VA. Bij een harmonische belasting komt hier nog het distortievermogen D bij, wat in wezen eveneens een reactief vermogen is.

Symptomen?

Reactiefboetes op een energiefactuur geven een indicatie van een slechte cos phi. Een slechte powerfactor geeft een indicatie van de aanwezigheid van harmonischen, maar dient samen met de cos phi te worden geëvalueerd.

Oplossing?

Reactiefcompensatie ter verbetering van de cos phi, harmonische compensatie ter verbetering van de powerfactor.

BESLUIT

Dit eerste deel van de reeks geeft het belang van een goede netkwaliteit aan. Elke afwijking kan leiden tot storingen in de goede werking en tot hoge kosten. Denk hierbij aan uitvaltijd, een hoger energieverbruik, defecten aan machines, productieverlies ... In dit deel werd er hoofdzakelijk gefocust op harmonische vervorming. In een tweede deel wordt er dieper ingegaan op flicker, spanningsdips, transiënten, onbalans ... In een laatste deel komen dan de meetaspecten aan bod. □

POWER QUALITY

Deel 1 (Elektriciens 2017-04)
Belang van goede netkwaliteit.
Oorzaken en symptomen deel 1

Deel 2 (Elektriciens 2017-05)
Oorzaken en symptomen deel 2

Deel 3 (Elektriciens 2017-06)
Storingsanalyse en meetoplossingen



Meer info:

Karybel bvba
Hoogmolenstraat 104
8790 Waregem
info@karybel.be
056/90.31.08
www.karybel.be
www.powerqualitymonitoring.eu