

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

Harmonischen – een kostbaar probleem **eenvoudig opgelost**

<40%

Transformator
belasting met Danfoss
VLT Drives voorkomt
problemen met
harmonischen. Hierna
is filtering gewenst.

www.vltdrives.com

VLT[®]
THE REAL DRIVE



Q Wat zijn harmonischen?

A Een elektrisch AC voedingsnet levert in een ideale situatie een spanning met als basisfrequentie een zuivere sinusvorm van 50 of 60 Hz. Alle elektrische apparatuur is ontworpen voor optimale prestaties op deze ideale voeding.

Harmonischen zijn spanningen en stromen met frequenties die gehele veelvouden van de basisfrequentie bevatten. Harmonischen vervormen de zuivere sinusvorm.

Vermogenselektronica zoals gebruikt in gelijkrichters, variable speed drives, UPS, verlichtingsdimmers, televisies en veel andere apparaten nemen stroom op die niet-sinusvormig is.

Deze niet-sinusvormige stroom beïnvloedt de voeding en vervormt de spanning in meer of mindere mate, afhankelijk van de sterkte of zwakte (kortsluitvermogen) van het voedend net.

In het algemeen, hoe meer schakelende vermogenselektronica op een locatie, hoe groter de harmonische vervorming.

Q Waarom zijn harmonischen een probleem?

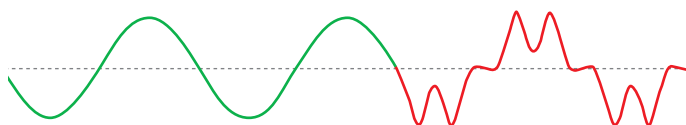
A Buitensporige harmonische vervorming in een voedend net betekent dat een dergelijk net niet alleen 50 of 60 Hz frequenties bevat maar ook componenten met een hogere frequentie.

Deze componenten kunnen niet door elektrische apparaten worden gebruikt. De nadelige effecten zijn ernstig en omvatten:

Beperkingen in de volledige benutting van het voedend net

- Grotere verliezen
 - Extra warmte-ontwikkeling in transformatoren, motoren en kabels
 - Verkorte levensduur van apparatuur
 - Kostbare productie onderbrekingen
- Verstoringen in regelsystemen
- Pulserend en verlaagd motorkoppel
- Hoger geluidsniveau

Samengevat : harmonischen verlagen de betrouwbaarheid, beïnvloeden de productkwaliteit en verhogen de operationele kosten.



Afbeelding van een zuivere sinusvorm die wordt vervormd.

Q Betekent dit dat iedere frequentie regelaar tot harmonische problemen leidt?

A Nee, zeker niet. **Alle Danfoss VLT® frequentie regelaars hebben ingebouwde DC-smoorspoelen* voor reductie van harmonische verstoringen. In de meeste situaties is dit al voldoende om spanningsvervorming te voorkomen.**

In sommige gevallen is extra onderdrukking van harmonischen noodzakelijk vanwege de eigenschappen van het voedend net of installatie van meerdere drives.

Voor dit doel biedt Danfoss een brede range oplossingen waaronder: VLT® 12-pulse Drives en standaard

drives met ingebouwde of externe, actieve of passieve harmonische filters.

Daarnaast biedt Danfoss zowel actieve als passieve oplossingen voor centrale filtering van harmonischen zodat de harmonischen van verschillende belastingen gelijktijdig worden gecompenseerd.

Met de gratis Danfoss VLT® MCT 31 Harmonic Calculation software kunt u eenvoudig de harmonische spanningsvervorming bepalen in uw netconfiguratie en nagaan of aanvullende onderdrukking van harmonischen noodzakelijk is.



VLT® MCT 31 geeft een inschatting van de harmonische stroom- en spanningsvervorming en bepaalt of harmonischen filtering nodig is. Daarnaast kan de software het effect van verschillende filters berekenen en aangeven of uw oplossing voldoet aan de verschillende standaards.

**Met uitzondering van VLT® Micro Drive FC 51 – externe filtering is beschikbaar.*



Danfoss kan op lokatie metingen verrichten naar harmonischen en aanbevelingen doen voor passende filtering.

Q Hoe wordt de optimale harmonische oplossing gekozen?

A

Er zijn verschillende methodes om harmonische vervorming te reduceren, elk met voor- en nadelen.

Er is niet één algemene optimale oplossing voor alle toepassingen en netwerkomstandigheden.

Om optimale filtering te realiseren moeten daarom meerdere parameters worden beoordeeld.

De belangrijkste parameters kunnen in vier groepen worden verdeeld:

- Voedend net, inclusief andere belastingen
- Toepassingsgegevens
- Voldoen aan standaards
- Kosten

Danfoss voert op verzoek een volledig onderzoek uit naar harmonischen en doet aanbevelingen voor de meest geschikte en meest economische oplossingen voor uw locatie.

Het onderzoek houdt rekening met de geïnstalleerde gebruikers, de standaards, de verschillende bedrijfs-situaties en de verscheidenheid aan toepassingen.

De belangrijkste overwegingen

Twee VLT® Actieve Filters compenseren onder zware omstandigheden op een



>300 VLT® Advanced Harmonic Filters geïnstalleerd op decentrale olie pompstations. Waarborgt 24 uur per dag bedrijf.



Twee VLT® Advanced Active Filters voor HVAC apparatuur geïnstalleerd in een ziekenhuis voor stabiele voeding van essentiële apparatuur.



Danfoss oplossingen zijn eenvoudig te installeren en in bedrijf te nemen en afgestemd op uw toepassing.

Hoe beïnvloeden netomstandigheden de harmonische vervuiling?

De belangrijkste factor in de bepaling van harmonische vervuiling is de netwerkimpedantie.

De netwerkimpedantie is voornamelijk afhankelijk van de grootte van de transformator in verhouding tot het totaal opgenomen vermogen van de geïnstalleerde belastingen. Hoe groter de transformator is in verhouding tot de totale aangesloten niet-sinusvormige belasting, hoe geringer de verstoring door harmonischen zal zijn.

Een voedend net is een systeem van voedingen en verbruikers die zijn verbonden via transformatoren. Alle belastingen die niet-sinusvormige stroom opnemen dragen bij aan de vervuiling van dit net. Niet alleen op laagspanningsniveau maar ook op de bovenliggende hogere spanningsniveaus.

Bij metingen op een willekeurig aansluitpunt zal er altijd een achtergrondniveau van harmonische vervuiling aanwezig zijn, de zogeheten pre-distortie. Aangezien niet alle gebruikers drie-fase stroom opnemen zal de belasting per fase ongelijk zijn. Dit leidt tot ongelijke spanningswaarden op de fasen, genaamd fase-onbalans.

Verschillende vormen van harmonischen filtering zijn meer of minder bestand tegen het achtergrondniveau van harmonische vervorming en de fase-onbalans. Dit speelt derhalve een rol in de bepaling van de beste oplossing voor filtering van harmonischen.

De elektrische voortstuwing van een vaartuig met beperkte ruimte.

Drie VLT® Low Harmonic Drives geïnstalleerd in een waterzuivering waarborgen naleving van IEEE519.

Zes economische VLT® 12-pulse drives inclusief transformator toegepast in material handling.



Welke toepassingsaspecten zijn van belang?

Harmonische vervorming neemt toe met het totaalvermogen dat wordt opgenomen door niet-lineaire belastingen, dus zowel het aantal geïnstalleerde frequentie regelaars als het afzonderlijke vermogen en de belasting zijn daarbij van belang.

De vervorming veroorzaakt door een frequentie regelaar wordt gedefinieerd door de totale harmonische stroomvervorming (THDi) die de verhouding weergeeft tussen het totaal aan harmonische componenten en de basisfrequentie, de "fundamental".

De belasting van iedere afzonderlijke frequentie regelaar is van belang omdat de THDi toeneemt in deellast. Het overdimensioneren van frequentie regelaars zal de harmonische vervuiling in het net dus laten toenemen.

Daarnaast moeten omgevings- en ruimtebeperkingen worden beoordeeld aangezien de verschillende oplossingen eigenschappen hebben die de geschiktheid in een bepaalde situatie beïnvloeden.

Factoren zijn onder andere beschikbare ruimte, koellucht (vervuiling), trillingen, omgevingstemperatuur, opstellingshoogte en luchtvochtigheid.

Zijn de standards wereldwijd geharmoniseerd?

Om een bepaalde netkwaliteit te garanderen eisen de meeste energieleveranciers dat gebruikers voldoen aan standards en aanbevelingen.

In verschillende geografische gebieden en industrieën gelden verschillende standards, maar het doel is telkens gelijk: het beperken van spanningvervorming in het net.

Voldoen aan standards is afhankelijk van de eigenschappen van het voedend net en het is onmogelijk aan te geven of aan de standards wordt voldaan zonder de netspecificaties te kennen.

Standards schrijven niet voor welke technische oplossing moet worden gebruikt en een basisbegrip van standards en aanbevelingen is van belang om onnodige kosten voor filteroplossingen te voorkomen.

Welke soorten kosten zijn van belang bij het gebruik van harmonischen filtering?

Zowel aanschaf- als gebruikskosten moeten worden beoordeeld om zeker te stellen dat de meest economische oplossing wordt gebruikt.

De aanschafkosten van een filteroplossing in verhouding tot de frequentie regelaar variëren met het vermogen. De oplossing die het meest economisch is voor een bepaald vermogen hoeft niet de meest economische oplossing te zijn voor een hele productrange.

De bedrijfskosten worden bepaald door het rendement van de oplossing in het hele gebruiksgebied en de onderhoudskosten over de gehele levensduur.

Vergeleken met actieve filtering hebben passieve filters geen periodiek onderhoud nodig. Anderzijds, actieve filtering is in staat om de powerfactor ongeveer gelijk aan één te houden, hetgeen leidt tot een gunstiger energieverbruik in deellast.

Toekomstige ontwikkeling van een installatie of fabriek speelt ook een rol aangezien sommige oplossingen gunstiger zijn voor een statische situatie terwijl andere oplossingen flexibeler zijn als de installatie wordt uitgebreid.

De weg naar ...



Netwerk omstandigheden

Netwerk omstandigheden

Alvorens filteroplossingen te beoordelen moet de netwerkimpedantie bekend zijn.

Geen net is ideaal aangezien er altijd een achtergrondniveau is van harmonischen en fase-onbalans. Deze factoren beïnvloeden de selectie van filters.

Toepassing

Toepassing

Een bekende valkuil is het overdimensioneren van de componenten tussen belasting en het voedend net. Het gevolg is een hoog niveau harmonische vervorming, laag rendement en hoge aanschafkosten.

Voldoen aan standaards

Voldoen aan de standaards

Een totale harmonische spanningsvervorming (THDv) van 5-8% is een goede richtlijn en betekent in de meeste gevallen dat de installatie voldoet aan lokale standaards en aanbevelingen. Het zorgt ervoor dat ongewenste trips of componentfalen als gevolg van harmonische vervorming niet optreden.

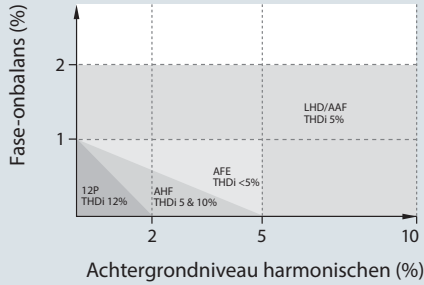
Kosten

Kosten

De aanschafkosten van de verschillende oplossingen zijn afhankelijk van het vermogen.

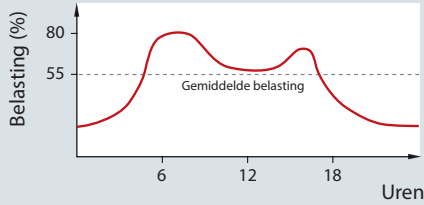
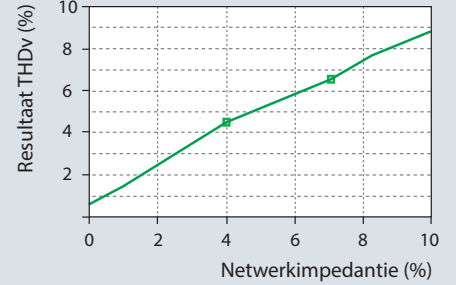
Het rendement bepaalt de bedrijfskosten, maar onderhoudskosten moeten ook beoordeeld worden.

Economische oplossingen



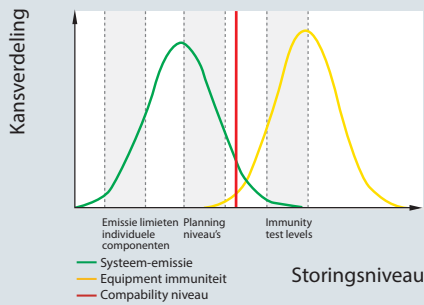
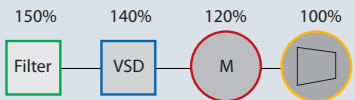
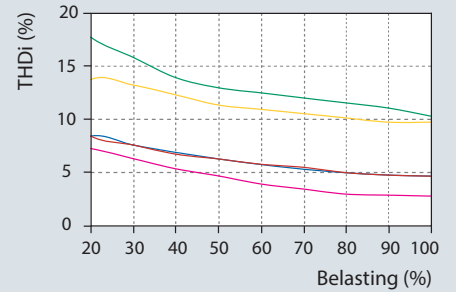
Onbalans en achtergrondniveau

De prestaties van een filteroplossing zijn afhankelijk van de bestaande netkwaliteit. Hoe groter fase-onbalans en het achtergrondniveau van harmonischen hoe meer harmonischen moeten worden onderdrukt. De grafiek laat de grenswaarden zien waarbij de verschillende technieken hun gespecificeerde THDi kunnen garanderen.



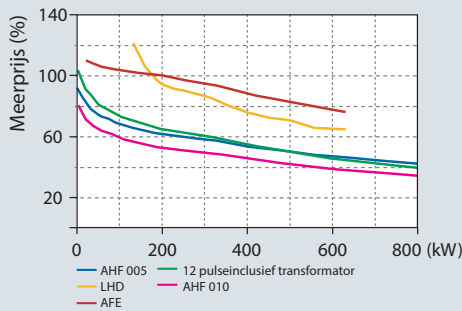
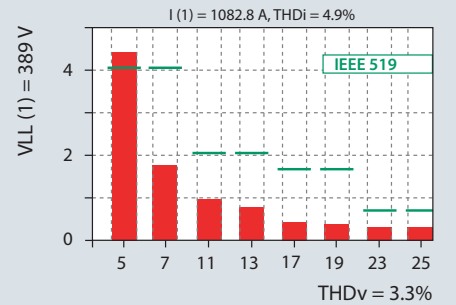
Overdimensioneren

Gepubliceerde filterwaarden gelden bij 100% belasting. Filters worden echter zelden 100% belast vanwege overdimensionering en het belastingsprofiel. Filters die in de lijn worden geplaatst moeten worden gekozen voor de maximale stroom. Het is van belang ook de tijdsduur van deellastbedrijf te betrekken in de vergelijking van verschillende filtertypen. Overdimensionering geeft slechte filterresultaten en hogere bedrijfskosten. Weggegooid geld dus.



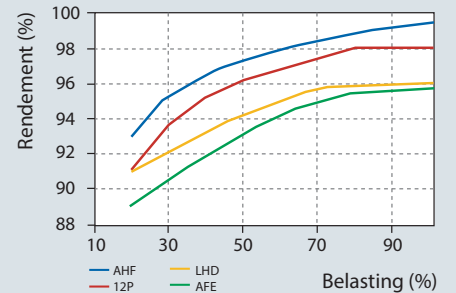
Voldoen aan standards

Wanneer de systeem-immuniteit hoger is dan de aanwezige vervorming is storingsvrij bedrijf mogelijk. De meeste standards leggen beperkingen op aan de totale spanningsvervorming, vaak tussen 5% en 8%. De immuniteit van apparatuur is vaak duidelijk hoger. Frequentie regelaars kunnen bijvoorbeeld een spanningsvervorming van 15-20% weerstaan. Het heeft echter een nadelig effect op de levensduur.



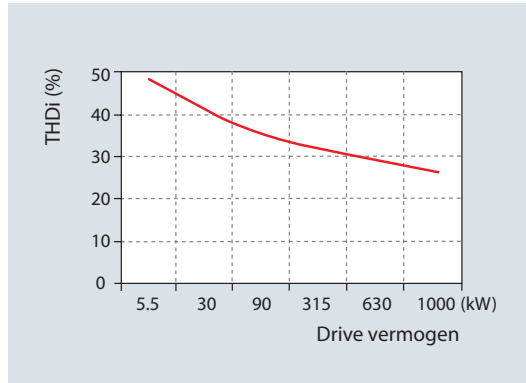
Vermogen versus aanschafprijs

In verhouding tot de frequentieomvormer hebben de verschillende oplossingen een variërende meerprijs, afhankelijk van het vermogen. De passieve filters hebben over het algemeen de laagste aanschafprijs en de prijs stijgt met de complexiteit van de oplossing.



Netwerkimpedantie

Als voorbeeld: een 400 kW FC 102 frequentie regelaar op een 1000 kVA transformator met 5% impedantie geeft ~5% THDv (total harmonic voltage distortion) bij ideale netomstandigheden terwijl dezelfde frequentie regelaar op een 1000 kVA trafo met 8% impedantie tot een 50% hogere THDv leidt, namelijk 7,5%.

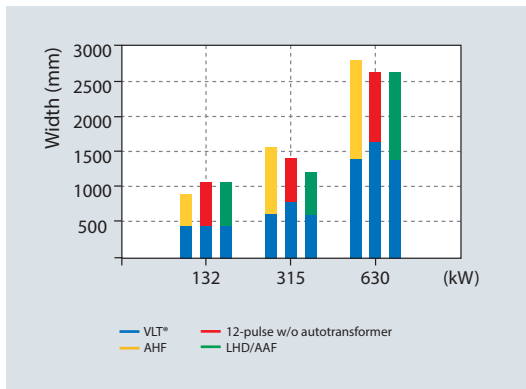


Totale harmonische vervorming

Elke frequentie regelaar genereert z'n eigen harmonische stroomvervorming (THDi) afhankelijk van de netomstandigheden. Hoe groter de drive is in verhouding tot de transformator hoe kleiner de THDi.

Prestaties van harmonischen filtering

Iedere filtermethode voor harmonischen heeft een eigen belastingsafhankelijke THDi karakteristiek. Deze karakteristieken gaan uit van ideale netomstandigheden zonder achtergrondniveau harmonischen en zonder fase-onbalans. Variaties in deze factoren zullen leiden tot een hogere THDi.



Ruimte

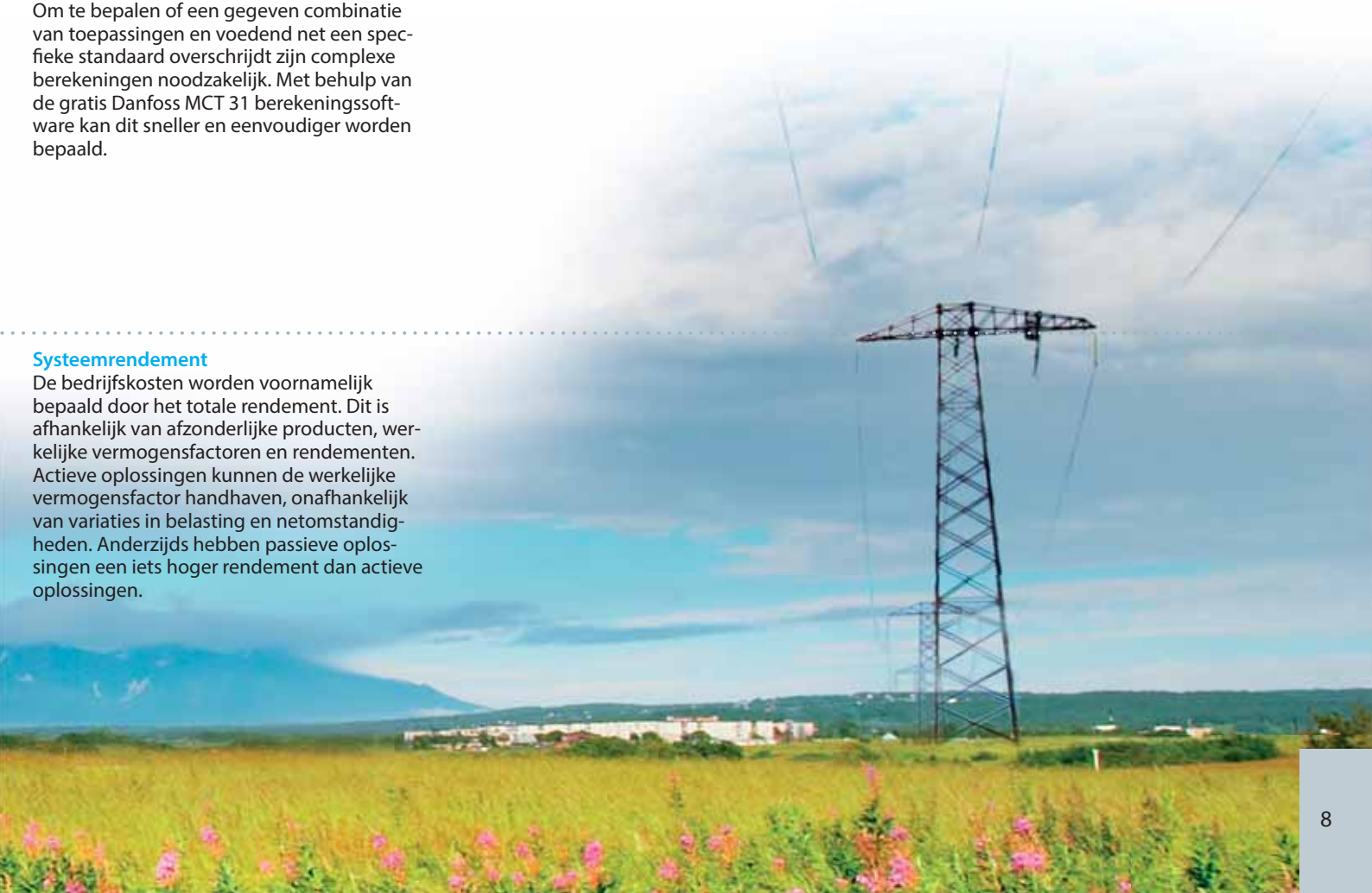
In veel toepassingen is de ruimte beperkt en moet daarom zo goed mogelijk worden benut. Gebaseerd op verschillende technologieën hebben de verschillende oplossingen elk hun optimale verhouding tussen afmeting en vermogen.

Voldoen aan de standaards

Om te bepalen of een gegeven combinatie van toepassingen en voedend net een specifieke standaard overschrijdt zijn complexe berekeningen noodzakelijk. Met behulp van de gratis Danfoss MCT 31 berekeningssoftware kan dit sneller en eenvoudiger worden bepaald.

Systeemrendement

De bedrijfskosten worden voornamelijk bepaald door het totale rendement. Dit is afhankelijk van afzonderlijke producten, werkelijke vermogensfactoren en rendementen. Actieve oplossingen kunnen de werkelijke vermogensfactor handhaven, onafhankelijk van variaties in belasting en netomstandigheden. Anderzijds hebben passieve oplossingen een iets hoger rendement dan actieve oplossingen.



... beste afstemming



De toepassing

Om doorgang van de vele outdooractiviteiten in de hele winter te kunnen garanderen zorgen meerdere sneeuwkanonnen voor sneeuw rond het stadion van Östersund in Zweden.

De sneeuwkanonnen kunnen snel worden aangesloten op een leidingnet dat wordt gevoed door één grote waterpomp in een verplaatsbare behuizing.

Als onderdeel van een renovatieproject besloot de klant een nieuwe 200 kW pomp te installeren.

De pomp moest in het gehele leidingstelsel een constante flow en druk kunnen handhaven onafhankelijk van het aantal aangesloten sneeuwkanonnen.

Vanwege de grote afstand tot het voedend net besloten de lokale autoriteiten tot een maximum totale stroomvervorming van 5%.

De oplossing

Een VLT® Low Harmonic AQUA Drive werd geïnstalleerd om de vereiste flow en druk te realiseren.

Belastingvariaties van 20-100% en een reeds aanwezige netvervorming van 2,4% waren belangrijke factoren bij het evalueren van de toepassing.

De frequentie regelaar werd geleverd met gecoate printkaarten en geïnstalleerd in een IP 54 behuizing vanwege de hoge luchtvochtigheid in het ongeïsoleerde gegalvaniseerde pompstation.

Alhoewel de voeding zwak was kon de frequentie regelaar eenvoudig voldoen aan de gestelde eis van < 5% THDi .



De toepassing

In een wereld met toenemende aandacht voor CO₂ emissies wordt steeds meer gezocht naar alternatieven voor fossiele brandstoffen. De bioraffinage van granen betekent dat de korrels van bijvoorbeeld tarwe worden afgebroken in suikers en eiwitten waarna de suikers door vergisting worden omgezet in biobrandstof. De vaste bestanddelen van de eiwitten en de resten van de korrels worden omgezet in eiwitrijk diervoeder – zodat geen afval overblijft.

Bij de bouw van één van de grootste bioraffinaderijen van Europa installeerde de klant VLT® frequentie regelaars met een totaalvermogen van meer dan 7 MW, in de range van 2,2 – 350 kW.

Met een eigen 3300/400 V transformator moest de bioraffinaderij voldoen aan standaards voor harmonischen voor de hoogste betrouwbaarheid en zo lang mogelijke onderhoudsintervallen. Om dit te realiseren moest de harmonische vervorming aan de primaire zijde van de transformator minder zijn dan 8% Total Demanded Distortion (TDD).

De oplossing

In totaal werden in de bioraffinaderij 48 VLT® frequentie regelaars geïnstalleerd voor aandrijving van pompen en ventilatoren.

Op basis van de benodigde VLT® vermogens en de eisen die werden gesteld aan robuustheid en betrouwbaarheid werden de meeste VLT® frequentie regelaars uitgevoerd met Advanced Harmonic Filters die naast elkaar werden gemonteerd in IP 54 panelen en de gespecificeerde eis van maximaal 8% TDD werd eenvoudig gerealiseerd.

Waar het bij VLT® om draait

Danfoss is één van de marktleiders op het gebied van frequentieomvormers – en wordt steeds vaker toegepast.

Milieuvriendelijk

De VLT® omvormers worden geproduceerd met respect voor zowel het milieu als de sociale omgeving.

Bij het plannen en uitvoeren van haar activiteiten houdt Danfoss altijd rekening met de individuele werknemer, de werkomgeving en het milieu. Bij de productie is geen sprake van vervuiling door geluid, rook of anderszins en er wordt verantwoord omgegaan met afvalstoffen en -producten.

Wereldwijd UN Convenant

Danfoss heeft het Universele UN Convenant ondertekend betreffende sociale en milieugebonden verantwoordelijkheden en al onze bedrijfsfondsdelen houden rekening met lokale waarden en normen.

EU richtlijnen

Alle fabrieken zijn gecertificeerd volgens de ISO 14001 standaard en voldoen aan de EU richtlijn betreffende General Product Safety (GPSD) en de Machinerichtlijn. Bij alle Danfoss VLT Drives producten wordt de EU richtlijn toegepast betreffende RoHS (Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment). Alle nieuwe producten worden ontworpen volgens de EU richtlijn WEE (Waste Electrical and Electronic Equipment).

Product impact

Met de frequentieomvormers die Danfoss in één jaar produceert wordt een energiebesparing gerealiseerd die overeenkomt met de energieproductie van een gemiddelde energiecentrale. Tegelijkertijd wordt een betere procesvoering gerealiseerd die zorgt voor een verbetering van de productkwaliteit, een beperking van de hoeveelheid afval en een verhoging van de levensduur van productiemachines.

Gespecialiseerd in frequentieomvormers

Specialisatie is altijd het sleutelwoord geweest sinds Danfoss in 1968 als eerste de in serie geproduceerde frequentieomvormer voor draaistroommotoren introduceerde – en hem VLT® noemde.

Tegenwoordig concentreren meer dan tweeduizend Danfoss medewerkers in meer dan honderd landen zich op de ontwikkeling en het fabriceren, verkopen en onderhouden van frequentieomvormers en softstarters.

Intelligent en vernieuwend

Danfoss VLT Drives heeft gekozen voor een modulair concept, zowel voor de ontwikkeling als bij het ontwerp, de productie en de configuratie van de omvormers.

Zo is het mogelijk nieuwe functies tegelijkertijd en onafhankelijk van elkaar te ontwikkelen, waardoor deze sneller beschikbaar zijn en de omvormers steeds aan de laatste eisen van de techniek voldoen.

Vertrouw op de experts

Wij nemen de volle verantwoordelijkheid voor elk onderdeel van onze producten. Het feit dat wij alle functies, hardware, software, vermogenmodules, elektronica en accessoires zelf ontwikkelen en produceren, is uw garantie voor hoge kwaliteit en betrouwbaarheid.

Locale ondersteuning – wereldwijd

VLT® frequentieomvormers worden over de hele wereld gebruikt en de experts van Danfoss VLT Drives staan in meer dan 100 landen klaar om de klant waar ook ter wereld ondersteuning te bieden en service te verlenen. De experts van Danfoss VLT Drives rusten pas als het aandrijfprobleem van de klant is opgelost.



Danfoss VLT Drives, Vareseweg 105, 3047 AT Rotterdam., Nederland, Tel. +31 (0)10 2492050, Fax +31 (0)10 2492041, E-mail: vltsales@danfoss.nl, www.danfoss.nl/vlt
Danfoss VLT Drives, A. Gossetlaan 28, 1702 Groot-Bijgaarden, België, Tel: +32 (0)2 525 07 11, Fax: +32 (0)2 525 07 57, E-mail: info@danfoss.be, www.danfoss.be

Danfoss kan niet verantwoordelijk worden gesteld voor mogelijke fouten in catalogi, handboeken en andere documentatie. Danfoss behoudt zich het recht voor zonder voorafgaande kennisgeving haar producten te wijzigen. Dit geldt eveneens voor reeds bestelde producten, mits zulke wijzigingen aangebracht kunnen worden zonder dat veranderingen in reeds overeengekomen specificaties noodzakelijk zijn. Alle in deze publicatie genoemde handelsmerken zijn eigendom van de respectievelijke bedrijven. Danfoss en het Danfoss-logo zijn handelsmerken van Danfoss A/S. Alle rechten voorbehouden.