

TOEPASSINGSADVIES

Maximizing VFD and UPS performance (Optimaliseren van de prestaties van frequentiegeregelde aandrijvingen en UPS-systemen)

Als u een frequentiegeregelde aandrijving (VFD, variable frequency drive) of een ononderbroken stroomvoorziening (UPS, uninterruptible power supply) installeert, of als deze apparatuur al geïnstalleerd is, moet u bepaalde parameters voor de netvoedingskwaliteit bewaken om de prestaties van uw apparatuur te maximaliseren. Als u wilt bepalen welke netvoedingskwaliteitsparameters u moet meten en wanneer, dan moet u eerst de problemen met de netvoedingskwaliteit begrijpen die met deze apparatuur verbonden zijn, aangezien deze apparatuur stroom trekt uit de binnenkomende stroom in korte pulsen. VFD's en UPS-systemen zijn gevoelig voor problemen met de netvoedingskwaliteit van de netvoeding waarmee deze worden gevoed. Daarnaast produceren deze ook harmonische stromen, die worden teruggekaatst in de verdeelinrichting.

De beste methode is om de netvoedingskwaliteit te bewaken voordat u de installatie uitvoert, om te controleren of de geleverde stroom naar de apparatuur voldoet aan de specificaties van de fabrikant. Verzamel specifieke gegevens voor de fabrikanten van de apparatuur, zodat zij de harmonischen kunnen analyseren en filters kunnen ontwerpen om de hoeveelheid harmonische stromen te beperken die teruggekaatst worden in de verdeelinrichting. Tot slot bewaakt u de netvoedingskwaliteit tijdens de werking van het systeem om te garanderen dat de VFD of UPS de grenzen aan harmonische vervorming in de verdeelinrichting niet overschrijdt. Controleer voorafgaand aan de installatie uw bewakingsgegevens om er zeker van te zijn dat uw stroomcapaciteit voldoende is.

Voordat u een VFD of UPS installeert, moet u de parameters voor de netvoedingskwaliteit meten op de voeding of aftakingsstroomkring die de VFD of UPS zal voeden. Vergelijk uw gegevens met de specificaties van de fabrikant om er zeker van te zijn dat deze binnen de specificaties vallen. (Vergeet niet om meetgegevens te bewaren zodat er referentiegegevens zijn vastgelegd voor toekomstig gebruik!)

Bij wijze van voorbeeld volgen hieronder de eisen aan het ingangsvermogen van één typische fabrikant:

- Ingangsspanning +10% tot -10%.
- Frequentie van 60 Hz (± 5 Hz)
- Maximale ride-through (gekoppeld blijven) bij spanningsdaling van 0% spanning voor 1 cyclus en tot 60% spanningsdaling gedurende 10 cycli.
- Een nalopende arbeidsfactor van ten minste 0,92 bij volledige belasting bij een stijging van de nominale ingangsspanning, of een te hoge inkomende spanning, kan een mogelijke oorzaak zijn van een overspanningsfout. Dips kunnen een onderspanningsfout veroorzaken op de apparatuur, waardoor de VFD of UPS wordt uitgeschakeld.

Om er zeker van te zijn dat het systeem aan de specificaties van deze fabrikant voldoet, gebruikt u een analyser of recorder voor de netvoedingskwaliteit om gegevens te bewaken en te registreren. Door gegevens gedurende een bepaalde periode te registreren, wordt zichtbaar wat er tijdens een volledige fabriekscyclus kan worden verwacht. Vervolgens kunnen de gegevens



worden gedownload naar een pc en geanalyseerd. Als u echter een gecombineerde logger/analyser gebruikt, zoals de Fluke 435-II Power Quality Analyzer, kunt u ook direct de binnenkomende stroomvoorziening controleren terwijl u aan het loggen bent:

- Selecteer "Volt/Amps/Hertz" in het hoofdmenu en kijk of Vrms en Hz binnen de ± 10 %-specificatie voor spanning en binnen ± 5 Hz voor frequentie liggen. (Zie afbeelding 1)
- Selecteer "Power and Energy" in het hoofdmenu en kijk of de Displacement Power Factor (DPF) voldoet aan de specificaties. DPF is de arbeidsfactor voor de grondfrequentie terwijl PF rekening houdt met harmonischen. DPF is normaal

gesproken van toepassing op specificaties van de fabrikant. (Zie afbeelding 3)

- Hoewel dit misschien niet nodig is, is het een goed idee om de binnenkomende stroom te bewaken op eventuele harmonische vervormingen die al in het systeem zijn gecreëerd door andere bronnen. In veel gevallen zal er wellicht moeten worden besloten om de VFD of UPS op zijn eigen voedingsbron te isoleren om inkomende storingen te minimaliseren. Het is verstandig gegevens te hebben over harmonischen om dergelijke beslissingen voorafgaand aan de installatie te kunnen nemen en, zoals altijd, deze gegevens op te slaan voor toekomstige vergelijking.
- Nadat het loggen is voltooid, selecteert u "Dips and Swells" in het hoofdmenu om te controleren dat de dips de specificaties van de fabrikant niet overschrijden. Gebruik de tabel "Events" om de grootte en de duur van een dip te bepalen. (Zie afbeelding 2)

Houd rekening met situaties die uniek zijn voor uw apparatuur. Een statisch UPS-systeem kan bijvoorbeeld aanvullende eisen stellen aan het inkomende vermogen. Hoewel het acceptabele spanningsbereik per fabrikant kan verschillen en soms een spanning toestaat van slechts 30% van de nominale spanning, stoppen sommige apparaten mogelijk met het opladen van batterijen bij 15% onder de nominale spanning. Zorg ervoor dat u de beperkingen van uw apparatuur kent door de specificaties van de fabrikant te raadplegen.

Zodra de VFD of UPS in gebruik is, presenteert deze een nieuwe reeks problemen met de netvoedingskwaliteit die ingenieurs en technici moeten begrijpen, waarvan zij moeten weten hoe deze te bewaken en waar zij op voorbereid moeten zijn om deze te corrigeren: De effecten van harmonischen gecreëerd door de VFD of UPS en de resulterende totale harmonische vervorming (THD, Total Harmonic Distortion) op de stroomverdeelinrichting. Ingenieurs en technici moeten begrijpen hoe de spanning wordt vervormd; het punt kunnen bepalen waarop THD wordt gemeten en begrijpen dat limieten worden gesteld op basis van de vervorming van de sinusgolf van de distributiespanning.

VFD's en statische UPS-systemen werken door inkomende wisselstroom om te zetten in gelijkstroom. Vervolgens, door deze gelijkspanning nauwkeurig in en uit te schakelen, kan een variabele spanning en een golfvorm van variabele frequentie worden geproduceerd. UPS-systemen schakelen de gelijkstroom zodanig dat een "schone" stroomvoorziening op de grondfrequentie aan de kritische belastingen wordt geleverd. VFD's variëren frequentie en spanning om het toerental van een wisselstroommotor aan te passen. Het omzetten van de wisselstroom in gelijkstroom wordt in de meeste VFD's en UPS-systemen bereikt door middel van een gelijkrichter-circuit. Aan de uitgang van het gelijkrichter-circuit bevindt zich een condensator. Voor het schakelen van de gelijkstroom wordt vermogen onttrokken uit deze condensator.

De condensator neemt stroom op uit de lijn (door het gelijkrichter-circuit) om zichzelf op te laden tijdens de pieken van de positieve en negatieve halve cycli. Deze opname van korte stroompulsen resulteert in een spanningsval. Hierdoor ontstaat "afplatten van de pieken" van de binnenkomende sinusgolf. Ook worden harmonische stromen gecreëerd door het gelijkrichter-circuit. Deze harmonische stromen vloeien terug in de verdeelinrichting en veroorzaken vervorming van de sinusgolven van spanning en stroom in de verdeelinrichting.

Wat betekent dit allemaal voor de ingenieur en technicus? Harmonische vervorming moet worden bewaakt tijdens het opstarten van VFD- en UPS-apparatuur en worden gecorrigeerd als de limieten worden overschreden. En zoals eerder vermeld, als u de fabrikant van de apparatuur de informatie verstrekt, kan deze harmonische berekeningen uitvoeren en filters ontwerpen om de harmonische vervorming te beperken die tijdens bedrijf wordt veroorzaakt door de VFD of UPS.

Zodra eventuele harmonische filters zijn geïnstalleerd en de systemen in werking zijn, bewaakt en registreert u de harmonische vervorming die door de VFD of UPS gecreëerd wordt. Omdat de aanbevelingen van de IEEE-standaard zijn gebaseerd op het punt van gemeenschappelijke koppeling (PCC, Point of Common Coupling), voert u de opstelling en

Volts/Amps/Hertz				
	DEMO	0:00:02		
	AB	BC	CA	N
Urms	198.17	192.24	195.97	2.69
Upk	293.1	281.0	285.1	5.9
CF	1.48	1.46	1.45	2.19
Hz	60.134			
	A	B	C	N
Arms	285	273	281	9
Apk	422	394	420	19
CF	1.48	1.44	1.49	2.05
10/09/08 23:08:16 208U 60Hz 3Ø WYE EN50160				
VOLTAGE		TREND		HOLD RUN

Afbeelding 1. Selecteer "Volt/Amps/Hertz" in het hoofdmenu van de Fluke 435-II om Vrms en Hz te observeren. Hoewel alle parameters moeten worden gecontroleerd op eventuele inconsistenties, moet u er vooral op letten dat de specificaties van de fabrikant worden nageleefd.

DIPS & SWELLS EVENTS				
	START 10/09/08 23:10:11	EVENT 18 / 18		
	DEMO	0:00:13		
DATE	TIME	TYPE	LEVEL	DURATION
10/09/08	23:10:20:745	C DIP	106.6 U	
10/09/08	23:10:20:754	C DIP	111.4 U	
10/09/08	23:10:20:994	C DIP	106.6 U	0:00:00:009
10/09/08	23:10:20:994	C DIP	106.6 U	
10/09/08	23:10:21:003	C DIP	111.4 U	
10/09/08	23:10:21:228	C DIP	106.6 U	0:00:00:008
10/09/08	23:10:21:228	C DIP	106.6 U	
10/09/08	23:10:21:236	C DIP	111.4 U	
10/09/08	23:10:22:191	C DIP	106.6 U	0:00:00:008
10/09/08	23:10:22:191	C DIP	106.6 U	
10/09/08	23:10:22:199	C DIP	111.4 U	
10/09/08 23:10:25 120U 60Hz 3Ø WYE EN50160				
NORMAL		BACK		TREND

Afbeelding 2. Dips en stijgingen kunnen in detail worden geanalyseerd door de Events Table te selecteren na het vastleggen van spanningsfluctuaties met behulp van de "Dips and Swells"-functie. Controleer het type gebeurtenis (dip of stijging), het bereikte spanningsniveau, de tijdsduur doorgebracht op dat niveau en of de verandering opwaarts of neerwaarts was.

Power & Energy				
	FULL DEMO	0:00:17		
	A	B	C	Total
kW	32.4	29.2	31.1	92.7
kVA	32.9	30.5	31.3	94.8
kVAR	6.1	8.7	3.9	18.6
PF	0.98	0.96	0.99	0.98
DPF	0.99	0.97	1.00	0.99
Arms	285	273	281	
	A	B	C	
Urms	115.50	111.74	111.48	
10/09/08 23:19:47 120U 60Hz 3Ø WYE EN50160				
VOLTAGE		ENERGY		HOLD RUN

Afbeelding 3. Door "Power and Energy" in het hoofdmenu te selecteren, kan de faseverschuiving ($\cos \phi$) van de arbeidsfactor (DPF, Displacement Power Factor) worden bekeken om ervan te verzekeren dat aan de specificaties van de VFD wordt voldaan. Gebruik DPF, tenzij de fabrikant aangeeft dat de arbeidsfactor rekening moet houden met harmonische frequenties, gebruik dan de PF-uitlezing. Let op, het inductieve spoel-symbool in de kVAR-lijn geeft aan dat de huidige arbeidsfactor achterblijft.

bewaking uit op dit punt in het systeem. Normaal gesproken is dit PCC het punt waar de VFD- of UPS-voedingskabel een bus verlaat die wordt gevoed door een voedingsbron.

Als u bijvoorbeeld de effecten van de harmonischen die door de VFD of UPS worden gegenereerd wilt meten, stelt u de Fluke 435-II op bij het PCC en selecteert u vervolgens "Harmonics" in het hoofdmenu. Een grafiek van de harmonischen geeft de grootte van elke harmonische stroom weer in relatie tot de grondfrequentie van 60 Hz. Op basis van het type aandrijving of gelijkrichter circuit in de VFD of UPS, moeten technici hogere waarden verwachten bij bepaalde harmonische frequenties. Bijvoorbeeld:

- Van een 6-pulsaandrijving kan worden verwacht dat deze grotere harmonischen genereert bij de 5^e, 7^e, 11^e, 13^e etc. harmonische frequenties.
- Van een 18-pulsaandrijving kan worden verwacht dat deze grotere harmonischen genereert bij de 17^e, 19^e, 35^e, 37^e etc. harmonische frequenties.
- Van een schakelende voeding kan worden verwacht dat deze grotere harmonischen genereert op de 3^e, 5^e, 7^e, 9^e etc. harmonische frequenties.

In alle gevallen behoort u een afname in de grootte van de harmonischen waar te nemen naarmate u hoger gaat in de harmonische volgorde. Let echter in het bijzonder op abnormale groottes bij harmonische frequenties zoals waargenomen in de harmonischengrafiek. Dit kan een aanwijzing zijn dat de VFD- of

UPS-harmonischen een situatie van resonantie creëren met condensatoren voor blindstroomcompensatie in het systeem. Er moeten corrigerende maatregelen worden genomen om deze gevaarlijke situatie af te wenden.

Nadat u de harmonischengrafiek voor verwachte harmonische frequenties hebt bekeken en er zeker van bent dat er geen afwijkingen zijn, selecteert u de functie "Meter" om de totale harmonische vervorming (THD, Total Harmonic Distortion) voor spanning te bekijken. Deze mag niet meer zijn dan 5%. (Zie afbeelding 4.) Mocht dit gebeuren, bepaal dan de beste oplossing om THD binnen acceptabele grenzen te brengen. Dat kan harmonische filters betreffen, scheidingstransformatoren of het verplaatsen van belastingen naar andere voedingskabels of aftakingsstroomkringen.

Houd er rekening mee dat bewaking, met name op het PCC, een algemeen concept is en bestemd is voor de langere termijn. Als u eenmaal de installatiecondities hebt vastgesteld, bent u nog niet klaar. Keer terug voor periodieke bewaking en verruim uw aandacht naar het volledige voedingssysteem. Evalueer uw totale maximale behoefte. Deze zal op de lange termijn aanzienlijk veranderen, en naarmate nieuwe apparaten en belastingen worden geïntroduceerd, kunnen ze van invloed zijn op wat ooit een schone voeding naar uw VFD of UPS was.

Waar het uiteindelijk op neerkomt bij het installeren, bedienen en onderhouden van frequentieregelde aandrijvingen en ononderbroken

HARMONICS TABLE				
	DEMO	0:00:49		
Uolt	A	B	C	N
THD%f	2.6	3.1	2.6	256.0
H3%f	0.8	0.5	0.7	98.1
H5%f	1.5	1.3	0.3	117.0
H7%f	1.1	2.0	1.8	96.1
H9%f	0.5	0.2	0.2	22.5
H11%f	0.5	0.5	0.4	25.3
H13%f	0.5	0.2	0.4	34.8
H15%f	0.2	0.2	0.2	22.0
10/10/08 00:11:03 120V 60Hz 3Ø WYE EN50160				
U A W	HARMONIC GRAPH		TREND	HOLD RUN

Afbeelding 4. Na het bekijken van de staafgrafiek met harmonischen, selecteert u de Harmonics Table op de Fluke 435-II om te controleren of de totale harmonische vervorming (THD) binnen de IEEE 519-1992-aanbeveling valt van niet meer dan 5% op het punt van gemeenschappelijke koppeling (PCC).

stroomvoorzieningen, is het leveren van goede, schone en betrouwbare voeding aan deze apparatuur terwijl deze in werking is en het minimaliseren van de harmonische vervormingen die teruggekaatst worden in de verdeelinrichting. Gebruik power quality analyzers om de belangrijkste parameters voor de netvoedingskwaliteit te bewaken en te registreren, voorafgaand aan de installatie, tijdens het opstarten en tijdens normaal gebruik. Technici en ingenieurs kunnen in samenwerking met fabrikanten de waargenomen gegevens over de netvoedingskwaliteit gebruiken om het uiteindelijke doel te bereiken: het maximaliseren van VFD- en UPS-prestaties.

Fluke. Keeping your world up and running.®

Fluke Nederland B.V.
Postbus 1337
5602 BH Eindhoven
Tel: +31 40 267 5100
Fax: +31 40 267 5111
E-mail: cs.nl@fluke.com
Web: www.fluke.nl

Fluke Belgium N.V.
Kortrijksesteenweg 1095
B9051 Gent
Belgium
Tel: +32 2402 2100
Fax: +32 2402 2101
E-mail: cs.be@fluke.com
Web: www.fluke.be

©2009, 2017 Fluke Corporation.
Alle rechten voorbehouden. Wijzigingen zonder voorafgaande kennisgeving voorbehouden.
12/2017 3433274b-dut

Wijziging van dit document is niet toegestaan zonder schriftelijke toestemming van Fluke Corporation.

