

De Wet van Behoud van Ellende (3)

Ook voor de frequentie-omzetter (FO) geldt: het is niet alles goud wat er blinkt. Naast onmiskenbare voordelen zijn er helaas ook nadelen. Zoals een bedrijfszekerheidscompromis door de introductie van een groot aantal componenten met elk een faalkans, de harmonische vervuiling en de berg elektronisch afval. Verhoogde kans op vervroegde lagerschade door elektrische stroomdoorgang bij elektromotoren is een andere, nog vaak onbegrepen, schaduwzijde. Waarom is dit een probleem, hoe is dit meetbaar en wat is de remedie?

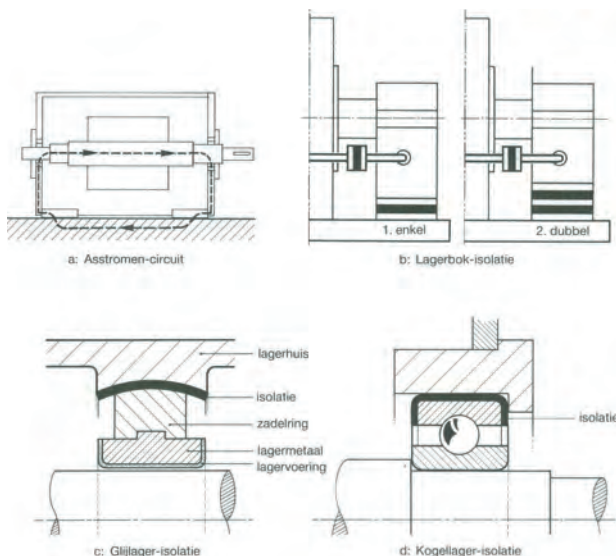
Door het samenspel van een snel schakelregiem van de FO, een asymmetrische voeding van de drie-fasen statorwikkeling met een voortdurend en snel-schakelende DC spanning van een moderne FO, een lage common-mode impedantie van de motor en inadequate (asymmetrische) bekabeling kan er elke keer wanneer de FO-inverter schakelt, over de as-einden

van de rotor van de motor kortstondig een hoogfrequente as-spanning worden geïnduceerd. Uiteindelijk resulteert dit in een kortstondig circulerende hoogfrequente as-stroom of lagerstroom door de stroomkring {motor as – motor lager az – motor frame – motor lager az – terug naar de as}. Deze in de motor circulerende ‘as-stroom’ door de lagers (zie afbeelding 1a) kan vroegtijdige lagerschade veroorzaken wanneer de motor niet adequaat is beschermd.

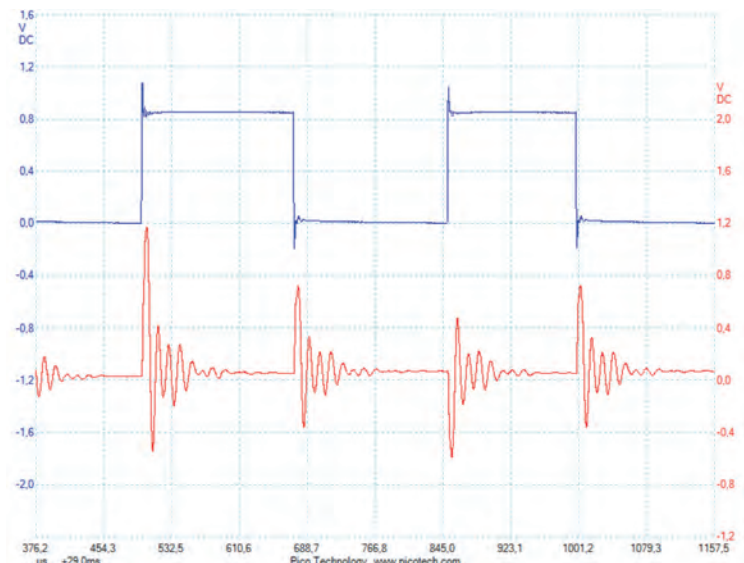
ding 1a) kan vroegtijdige lagerschade veroorzaken wanneer de motor niet adequaat is beschermd.

Bescherming

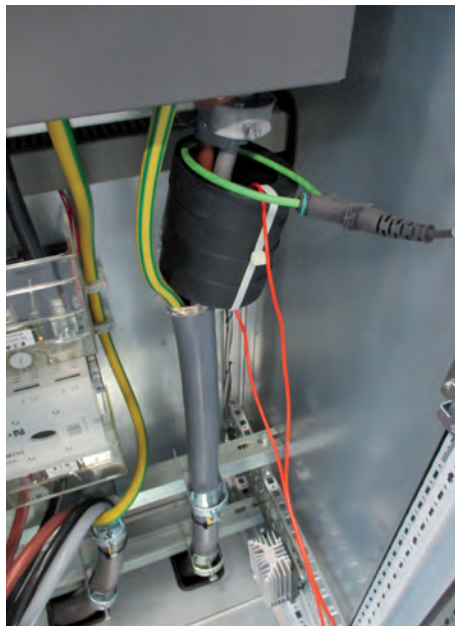
Een eerste beschermingsmaatregel is geïsoleerde lagering toepassen. Voldoende is één lager te isoleren. De stroomkring is dan immers onderbroken. Gekozen wordt altijd voor iso-



Afbeelding 1: Stroomkring lagerstroom (bron: Holec).



Afbeelding 3: Common-mode stroom aan uitgang van FO.



Afbeelding 2: Meetopstelling.

latie aan de niet-aandrijfszijde omdat dan ook de lagers van het werktuig zijn beschermd ingeval van een elektrisch geleidende koppeling.

Echter door het hoogfrequent karakter van as-spanning en as-stroom kan de lagerisolatie (en ook olie-film) zich als geleidende condensator gedragen en alsnog stroomvoeren. Een vandaag steeds vaker voorkomend verschijnsel bij moderne en steeds sneller schakelende FO's. Geen enkele motorfabrikant specificeert common-mode impedantie van de motor. De noodzaak van een com-

de motor. Ongeacht kW-belasting en uitgangsfrequentie van de FO. Deze lekstroom vloeit van statorwikkeling koper, via statorwikkeling isolatiemateriaal naar ijzer van motorframe en circuleert via verschillende, mogelijke aardingspaden terug naar (de ingang van) de FO.

De FO en de lekstroom vormen feitelijk een continue statorwikkeling isolatietester. Tot zover geen enkele bedreiging van de bedrijfszekerheid van de motor. Tegelijkertijd wordt er echter via wederzijdse, magnetische koppeling tussen stator en rotor kortstondig een hoogfrequente spanning geïnduceerd over de as-einden van de rotor van de motor en kan er intern in de motor, in de hierboven omschreven stroomkring, een stroom circuleren door de lagers.

Metten is weten

Hoogfrequente as-spanning/as-stroom is lastig direct te meten. Er is wel een eenvoudig alternatief. De common-mode stroom wordt gemeten door een Rogowsky stroomtransformator ('groen' in afbeelding 2) te clippen om de driefase kabels (exclusief aardkabel) aan de uitgang van de FO. Bij twee parallelle kabels dus om de zes aders.

De gemeten common-mode stroom of lekstroom (rood, afbeelding 3) is dus niet de stroom door de lagers maar

De remedie

Een dU/dt filter of een sinusfilter beschermt het statorwikkeling isolatiemateriaal, de lagering niet of nauwelijks. Een common-mode filter biedt voldoende bescherming. Dat bestaat uit een aantal ferrietkernringen waar de drie fasen van de motorkabel (zónder aardkabel, zónder de kabelommanteling) door worden gevoerd (zie afbeelding 2). Er wordt zodoende significante common-mode impedantie ingevoegd tussen de FO-uitgang en de motor. Een bewezen effectieve en onderhoudsvrije remedie. Steeds meer gaan FO-fabrikanten er toe over ferrietkernen standaard in te bouwen.

Sommige fabrikanten doen dit al jaren voor motoren boven circa 500 kW omdat de risico's bekend zijn. Bij steeds sneller schakelende FO's nemen de risico's toe maar men heeft verzuimd de kW grens naar beneden bij te stellen. ●

Pomp NL publiceerde eerder over dit onderwerp in 2008 en 2013. Artikelen zijn terug te vinden op: <http://www.ariemol.nl/pagina10.html>.

Over de auteur

Arie Mol is zelfstandig adviseur, gespecialiseerd in trillingsanalyse en elektromechanische aandrijfstechniek. In de rubriek 'Mol maint't' worden onderhoudsgerelateerde en aanverwante eigenaardigheden bij pompaandrijvingen belicht. Hij schrijft al sinds 2007 voor Pomp NL. Alle artikelen zijn na te lezen op website: www.ariemol.nl.

'Lagerschade door elektrische stroomdoorgang: is hoofdpijndossier'

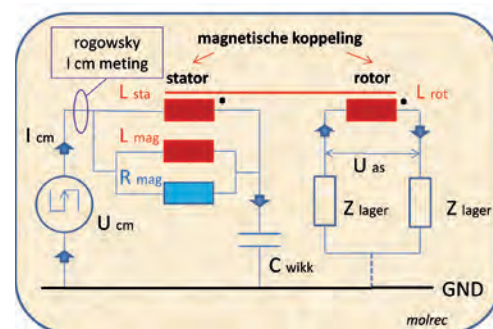
mon-mode filter bij een FO-toepassing valt daarom moeilijk te voorspellen.

Schakelen

Elke keer wanneer de FO schakelt (bijvoorbeeld 3000 keer per seconde bij schakelfrequentie 3 kHz) loopt er kortstondig (gedurende μs) een hoogfrequente ($> 100 \text{ kHz}$) lekstroom of zogenaamde common-mode stroom (veel ampères) van de FO naar

is er wel evenredig mee. Het is van belang de golfvorm van de common-mode stroom (piekwaarde, uitslingerfrequentie, damping, etc.) te evalueren met behulp van het elektrisch analogon van afbeelding 4.

Of stroomdoorgang inderdaad speelt is alleen te zien bij een tijdig gedemonteerd lager. Trillingsanalyse detecteert alleen lagerschade, niet de aard ervan.



Afbeelding 4: Het elektrisch analogon.