

Lagerschade door elektrische stroomdoorgang (deel 2)

Elektrische stroomdoorgang kan een groot probleem zijn bij frequentiereguleerde pompaandrijvingen. Lagers of mechanical seals gaan korter mee en het extra onderhoud kan flink in de papieren lopen. In Pomp NL 3 behandelden we de theorie achter lagerstromen, nu aandacht voor de remedies.

Arie Mol

De moderne spanninggestuurde frequentieregelaar wordt beschouwd als een common mode spanningsbron. De lekstroom naar aarde en de asstroom heten daarom common mode stroom. De remedie is een common mode filter. Dit filter bestaat uit een zogenoemde ferrietkern, die bestaat uit ringen met hoogmagnetisch materiaal waardoor de drie fasen worden gevoerd van de kabel tussen de frequentieregelaar en de motor.

Indien op elk moment de 'heen-gaande' stroom in een fase gelijk is aan de 'teruggaande' stroom in een andere fase, dan wordt er geen magnetische veld opgewekt in de ferrietkern. Toch is er een gering verschil, namelijk de lekstroom op het moment van schakelen. Deze lekstroom gaat wel 'heen' door de ene ader maar keert niet 'terug' door de andere ader; de lekstroom loopt naar de motor. Er wordt nu wel een magnetisch

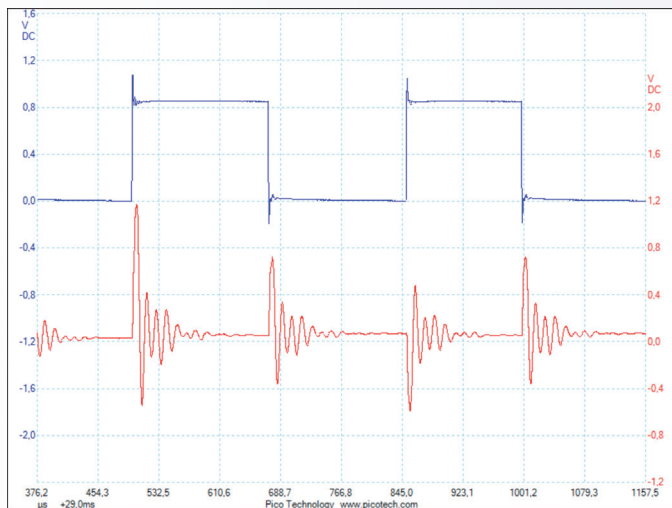
veld opgewekt in de ferrietkern, en er wordt een extra L-R common mode impedantie tussen frequentieregelaar en motor ingevoegd. Afhankelijk van het aantal ferrietkernen en de grootte van de common mode impedantie van de motor wordt de common mode stroom gereduceerd, en wordt de standtijd van het lager verlengd. De common mode stroom wordt gemeten door een hoogfrequent Rogowsky stroomtransformator te clippen om de drie fasen van de kabel tussen frequentieregelaar en motor.

SCHAKELEN FREQUENTIEREGELAAR

In figuur 2 is te zien wat er gebeurt tijdens het schakelen van de frequentieregelaar. Op het moment dat de spanning tussen L1 en L3 schakelt van 0 V naar + Udc (blauw) circuleert er een lekstroom van de frequentieregelaar naar de motor en via aarde weer terug naar de ingang van de frequentieregelaar. De spanning heeft een zekere stijgtijd en 'overshoot' en slingert uit met een bepaalde resonantiefrequentie en demping. Dit levert informatie over mogelijke dielektrische overbelasting van het statorwikkling isolatiemateriaal. Een snel schakelende frequentieregelaar is feitelijk een continue isolatietester. Een dU/dt filter kan hier soelaas bieden. De lekstroom (rood) wordt gekenmerkt door een bepaalde piekwaarde van circa 8 A en slingert uit met een bepaalde resonantiefrequentie en demping. Deze L-R-C kring biedt de analist de informatie waarmee hij kan inschatten hoe groot de kans is op lagerschade door elektrische stroomdoorgang. Normen voor de beoordeling van de ernst van common mode stroom zijn er (nog) niet, maar aanbevelingen wel. Zo is een juiste symmetrische afscherming en montage van de kabel van groot belang. Er lekt dan meer common mode piekstroom weg via de capaciteit van de kabel, de dus niet in de motor terechtkomt.

Figuur 1. Common mode filter, vier ferrietkernen en twee parallelle kabels





Figuur 2. Common mode piekstroom zonder common mode filter



Figuur 3. Common mode piekstroom met common mode filter

Figuur 3 laat zien het effect van een common mode filter. De piekstroom is nu circa 4 A. Een tweemaal lagere piekstroom en tweemaal snellere uitdemping betekent achtmaal minder energie-inhoud, en een even hoge langere standtijd van het lager voor wat betreft schade door stroomdoorgang.

RISICO INSCHATTING

Fabrikanten van frequentieregelingen zijn zich bewust van de risico's. Naarmate het motorvermogen toeneemt bij gegeven spanningsniveau neemt de motorstroom toe, en ook de common mode stroom. Daarmee neemt ook de kans op lagerschade toe. Daarom passen veel fabrikanten standaard een common mode filter toe vanaf een bepaald motorvermogen, bijvoorbeeld vanaf 500 kW. De afgelopen jaren zijn frequentieregelaars steeds sneller gaan schakelen, waardoor de common mode stroom is toegenomen. Alleen is verzuimd om de kW-grens naar beneden bij te stellen. Dat is ook geen populaire maatregel want de markt van frequentieregelaars is een harde prijsmarkt. Sneller schakelen resulteert in minder warmtedissipatie door schakelverliezen en daardoor een compactere bouw en minder koelingbehoefte. Een filter werkt prijsverhogend, terwijl het technisch nut niet goed is uit te leggen aan een niet-technisch ingestelde beslisser. Goedkoop kan hierdoor

dus duurkoop blijken. Zo kan het gebeuren dat vervanging van een oude 'tamme' frequentieregelaar door een moderne 'snelle' en compactere versie ineens een serieus bedrijfszekerheidsprobleem oplevert. Bij oudere frequentieregelaars speelt ondertussen wel het probleem dat onderdelen niet meer leverbaar zijn of software niet meer wordt ondersteund.

GEEN GOUDEN COMBINATIE

Door de grote spreiding in isolatiekarakteristieken kan het gebeuren dat bij de ene motor wel vervroegde lagerschade optreedt en bij andere identieke motoren niet, of veel later. Dat maakt de diagnose stroomdoorgang soms moeilijk aanvaardbaar; hoe kan het dat de motoren op een andere plek het probleem niet hebben? Een hogere netspanning is gunstig. Zo reduceert een 690 Volt net met een motor in ster geschakeld stromen met een factor $\sqrt{3}$ en de schade-energie drievoudig vergeleken met een 400 Volt net met een motor in driehoek geschakeld. De standtijd van de lagering is in de eerste situatie een factor drie langer. Bij middenspanningsmachines, meestal met glijlagers, kan capacatieve oplading van de rotor aanleiding zijn tot doorslag naar aarde via de zwakste schakel: één van de lagers, de mechanical seal of het axiale thrust lager. Een borstel op de as kan dan een remedie zijn. De

problematiek speelt wereldwijd, ongeacht fabrikaat motor, regelaar, lager en smeermiddel. De 'gouden combinatie' is een illusie. Een extra risico is er bij toepassingen in explosieveilige omgeving wanneer de lagering buiten de vlam-spleet zone ligt.

DIAGNOSE IS NOODZAKELIJK

De meting van common mode stroom, asspanning en asstroom is van groot belang. De visuele inspectie van een gedemonteerd lager geeft uitsluitsel over elektrische stroomdoorgang als oorzaak van schade. Toch wordt vaak de ware aard van vervroegde lagerschade niet onderkend. Eerst wordt gedacht aan een incidenteel probleem, zoals een 'vrijdagmiddag-montage'. De motor wordt gereviseerd volgens een standaard minimum-budget revisieprotocol. De gedemonteerde lagers worden meteen verschrot zonder visuele inspectie. De ontbrekende diagnose kost tijd en geld; pas na een tweede of derde vroegtijdige uitval begint het besef te dagen dat er wellicht structureel iets mis is.

Dit is het tweede en laatste deel van een artikel over lagerschade door elektrische stroomdoorgang. In dit deel worden metingen en remedies beschreven. Het eerste deel is verschenen in Pomp NL 3, juni 2013.