

Magnetisch geluid

Bij sommige pompaandrijvingen kan de elektromotor al dan niet gevoed door een frequentieomzetter (FO) een irritant fluitend geluid produceren. Dit heet ‘magnetisch geluid’. Hoe ontstaat dit? En is het een bedreiging voor de langere termijn bedrijfszekerheid van de motor?

Magnetisch geluid ontstaat door magnetische krachtwerking in radiale richting in de luchtspleet tussen stator en rotor van een elektromotor. Bij draaiende rotor wisselen de magnetischveld-geleidende tanden van de rotor voortdurend van positie ten opzichte van de stilstaande tanden van de stator (afbeelding 1). Daarom varieert de magnetische geleidbaarheid van de luchtspleet. En daarmee

ook het radiale krachtspel tussen stator- en rotorblikpakket.

Waarneming

Stel dat het toerental van een 4-polige motor 1480 r/min. is en het aantal rotorstaven 40. Dan ‘ziet’ een waarnemer op de stator het magnetisch veld variëren in het ritme van 40^* ($1480/60$) = 987 Hz. Door de radiale, magnetische krachtwerking trilt de

stator bij deze frequentie en straalt geluid af naar de omgeving: de fluittoon. Deze 987 Hz wordt de ‘rotor bar pass frequency’ (RBPF) genoemd.

Omgekeerd, een waarnemer op de roterende rotor ‘ziet’ een variatie in het ritme van het aantal statorgleuven (‘stator slot pass frequency’, SSPF). Is het aantal statorgleuven bijvoorbeeld 48, dan is de frequentie 1184 Hz. Alleen zal deze frequentiecomponent niet zo makkelijk naar de buitenwereld afstralen. Meestal alleen via de beide schillen van de elektromotor.

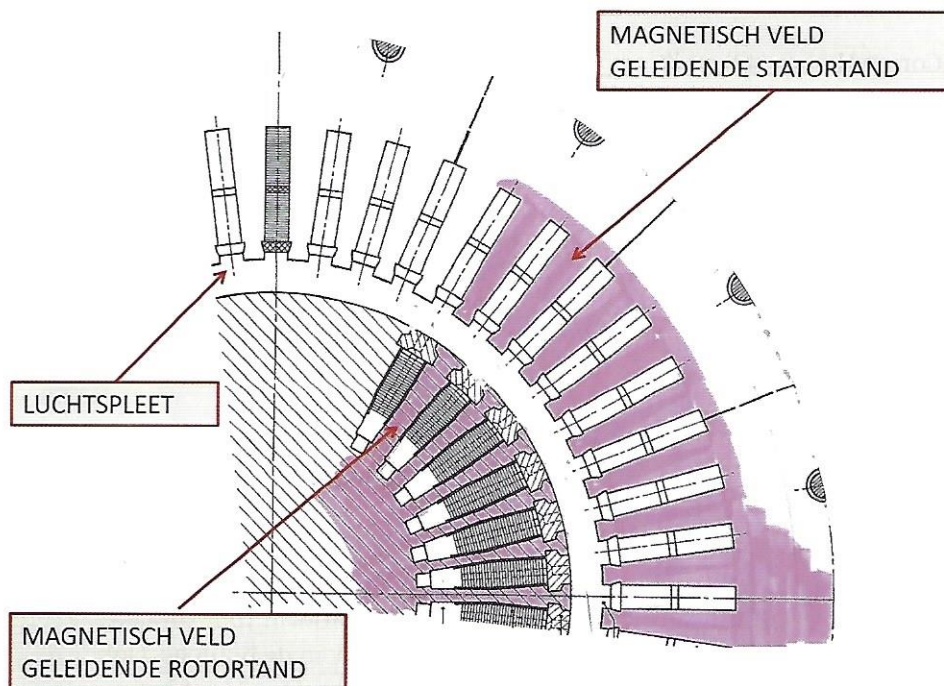
De bron

Een permanentmagneetmotor heeft geen rotorstaven en is in potentie stiller. Afhankelijk van de keuzes van de ontwerper kunnen er ook langs andere wegen magnetisch opgewekte trillingen ontstaan. Meestal is magnetisch geluid onafhankelijk van de kW-belasting. De ontwerper kent diverse trucs om magnetisch geluid te manipuleren. Alleen als het aantal stator- en rotorpleuven oneindig groot zou zijn, was er geen hoorbaar magnetisch geluid. Maar dat is helaas niet haalbaar. Afhankelijk van pooltal en bouwmaat van de elektromotor ligt de frequentie van dit magnetisch geluid doorgaans in de orde van grootte van 300 Hz tot 3000 Hz. Dus goed hoorbaar voor het menselijk gehoor.

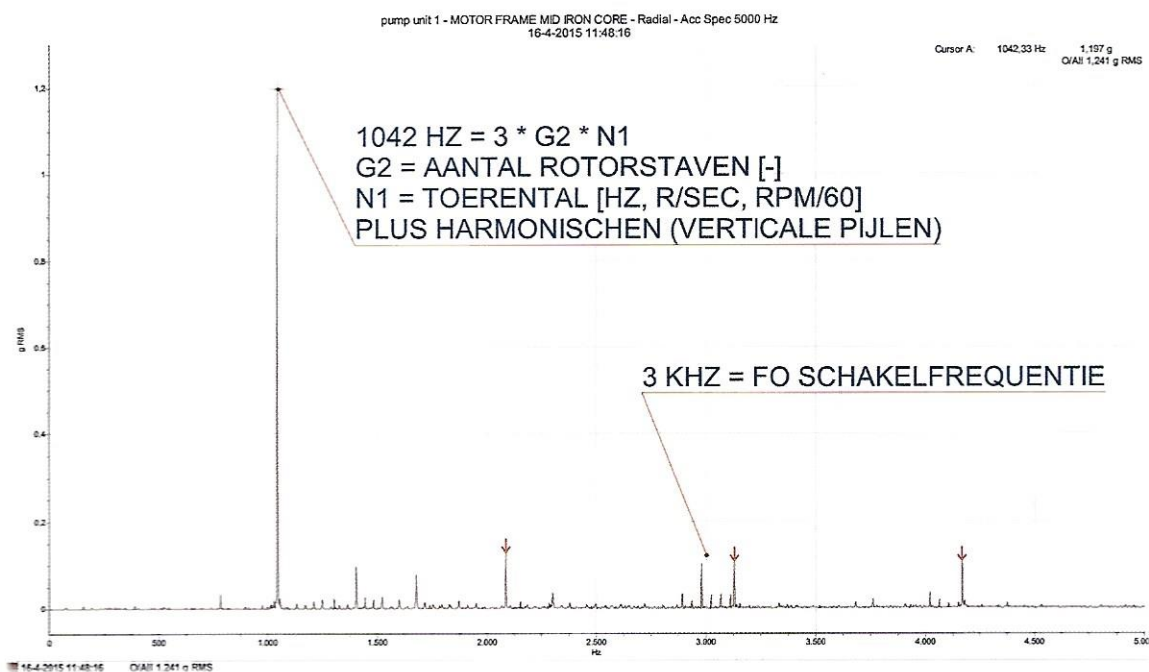
Magnetisch geluid als bron kan als zodanig gemakkelijk aangetoond worden: schakel de motor elektrisch uit en het geluid verdwijnt onmiddellijk.

Statorblikpakket

Of de magnetische krachtwerking uiteindelijk leidt tot een (te) hoog geluidsniveau hangt in belangrijke mate af van een tweede factor: de



Afbeelding 1: De rotortand wisselt voortdurend van positie ten opzichte van de statortand. (Courtesy Holec)



Afbeelding 2:
Frequentiespectrum
magnetisch geluid.

stijfheid van het statorblikpakket. Het statorblikpakket is te beschouwen als een ring. Zo'n ring kent vele resonantiefrequenties. Die resonantiefrequenties liggen doorgaans in het gebied van ... jawel 300 Hz tot 3000 Hz.

sturing van de FO) de magnetische aanstootfrequentie en de resonantiefrequentie precies samen en is het magnetisch geluid maximaal irritant.

Bij pompaandrijvingen met een FO is het bijna niet te voorkomen dat magnetisch geluid hoorbaar optreedt

Praktijkvoorbeeld

Afbeelding 2 toont een praktijkvoorbeeld. Bij een bepaalde uitgangsfrequentie van de FO, dus een bepaald toerental, valt de derde harmonische van de RBPF (1042 Hz) samen met een resonantiefrequentie in het statorblikpakket. Het geluidsniveau bedraagt circa 88 dB(A). Het statorblikpakket heeft hierbij een trillingniveau van 1.2 g. Bij 1042 Hz komt dit overeen met een trillingssnelheid van 1.8 mm/s en een verplaatsing van 0.28 μ m.

De verplaatsing van < 1 μ m levert niet of nauwelijks een bedreiging op voor de langere termijn bedrijfszekerheid van de kritische component: het statorwikkeling-isolatiemateriaal. Irritant voor het gehoor, onschadelijk voor de motor. ●

Over de auteur

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

In theorie zijn deze resonantiefrequenties gemakkelijk vooruit te berekenen. In de praktijk zijn het statorblikpakket en het motorframe gezamenlijk als een mooie ring te beschouwen. Dan kan het onverhoopt gebeuren dat de aanstootfrequentie van bijvoorbeeld 987 Hz bijna samenvalt met een resonantiefrequentie van bijvoorbeeld 950 Hz. Dan wordt magnetisch geluid irritant hoorbaar.

Frequentieomvormer

Zou in bovengenoemd voorbeeld de motor worden aangestuurd door een frequentieomvormer, dan vallen bij 1425 r/min. (96 procent toerentaluit-

bij een bepaald werkpunt. Door 'skippen' van een klein toerentalbereik valt het geluidsniveau te beperken. Een FO heeft een bepaalde, constante of modulerende schakelfrequentie en kan daarmee ook een statorblikpakketresonantiefrequentie aanstoten. In dat geval kan een kleine aanpassing van het schakelregiem het magnetisch geluid vaak aanzienlijk verminderen.

Staat de pompaandrijving opgesteld in een akoestisch 'harde' ruimte van een pompstation en ontstaan er bovendien staande golven, dan neemt het magnetisch geluidsniveau gemakkelijk met 3 tot 6 dB(A) toe.