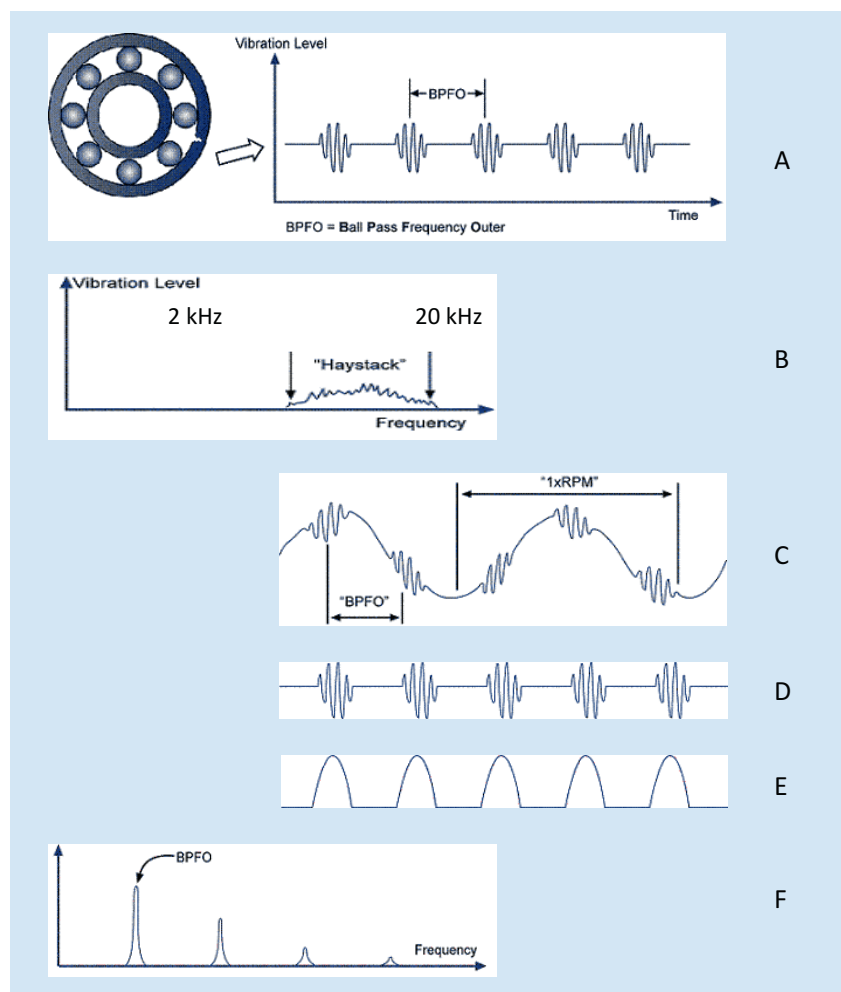


Lagerschade detectie (deel 1)

De langere-termijn bedrijfszekerheid van een pompaandrijving wordt in belangrijke mate bepaald door de conditie van de twee kwetsbaarste onderdelen: de lagering en de afdichting. Maar meten is weten. In dit deel 1 wordt een effectieve lagerschadedetectiemethode voor wentellagers belicht. In een volgend artikel komen de valkuilen aan bod. Bron is het 'Leerboek Trillingsanalyse' (een *white paper* op de website www.ariemol.nl).



Afbeelding 1: Lagerschade detectie door 'enveloping'.
Bron: www.commtest.com; *Classic Demodulation Analysis Explained*.

De actuele conditie van een afdichting bepalen, is nog een beetje een onontgonnen terrein. Meestal een reactief proces ('het ding lekt'). Om die van een lagering in te schatten, is bekender terrein. Een defect wentellager wekt impulsachtige trillingen op en daar kan proactief op gereageerd worden. Trillingsanalyse is de meetmethode met de beste signaal-ruisverhouding. Daarom veel betrouwbaarder dan indirecte methoden zoals temperatuurmeting of motorstroomanalyse.

Ultrasoon meten geeft ook een prima *signal-to-noise* ratio en is laagdrempelig. Voor het vroegtijdig detecteren en trends van een specifiek schademechanisme zoals lagerschade is meer geavanceerde instrumentatie nodig. De techniek die dan wordt gebruikt, heet 'envelop'-techniek samen met frequentiespectrumanalyse.

Overall wordt met water geblust
Palomar, USA introduceerde eind jaren '80 de enveloptechniek. Dit bedrijf werd al snel overgenomen door SKF dat ook de benaming 'ENV' bleef gebruiken. CSI gebruikt de naam 'peakvue'. Commtest noemt

de techniek ‘demodulation’. Schenck hanteert de term BCU (Bearing Condition Unit). Maar het komt allemaal op hetzelfde neer. Overall wordt zoals Bert Supèr al eens zei ‘met water geblust’.

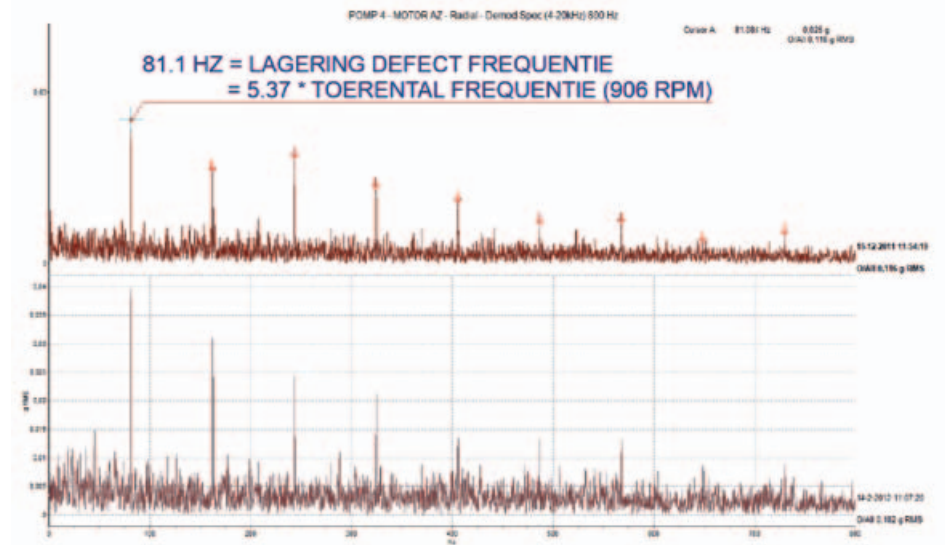
Trillingen als gevolg van lagerschade bij wentellagers hebben een impulsachtig karakter: een felle maar kortstondige trilling met een hoge frequentie. Dit specifieke trillingsgedrag kan lang onopgemerkt blijven in een normaal trillingspectrum omdat allerlei andere trillingen dit maskeren. Een fatale schadeontwikkeling wordt dan te laat opgemerkt.

De ‘envelop’-detectiemethode

In **afbeelding 1** ziet u hoe envelopdetectie werkt. Het voorbeeld gaat om een wentellager met een beschadiging op de loopbaan van de buitenring. Elke keer wanneer er een rollichaam over de ‘crack’ rolt, ontstaat er een kortstondige, impulsachtige trilling met hoge frequentie (**afb. 1a**). Kenmerkend is de hoge frequentie waarmee de impact uittrilt en het ritme waarin dit optreedt. De lokale resonantiefrequenties bepalen de frequentie-impact, meestal ergens in het gebied 2 .. 20 kHz, de ‘haystack’ (**afb. 1b**).

Het ritme waarin de impacts optreden, wordt de ‘buitenring defectfrequentie’ genoemd (BPFO, Ball Pass Frequency Outerring), **afb. 1c**. Bijvoorbeeld een kogellager type 6317 met acht kogels en binnenring roteert met 1480 r/min., dus 24.7 r/sec, 24.7 Hz. De kooi roteert bij dit lager met een rotatiefrequentie van $0.386 * 24.7 \text{ Hz} = 9.52 \text{ Hz}$. Het ritme van de impacts wordt dan $8 * 9.52 \text{ Hz} = 76.2 \text{ Hz} = \text{BPFO}$.

In een normaal trillingspectrum is de BPFO nauwelijks zichtbaar. Althans niet in een beginstadium van lagerschade. Enveloping levert een sterk verbeterde signaal-ruisverhouding en maakt de BPFO exclusief zichtbaar in een ‘envelop’-frequentiespectrum.



Afbeelding 2: Lagerschade in beginstadium.

Signaal-ruisverhouding

De eerste stap is het trillingssignaal door een hoog-doorlaat filter te leiden. De talrijke, en in de overall waarde overheersende, laagfrequent trillingen worden weggefilterd (**afb. 1d**). Vervolgens wordt dit signaal door een *peak-hold* gelijkrichter geleid. Het uitgangssignaal is nu de omhullende of envelop van het ingangssignaal en is in **afb. 1e** weergegeven. Dit signaal is nu een laagfrequent signaal geworden met een frequentie gelijk aan het ritme waarmee de roterende kogels over de beschadiging van de loopbaan van de buitenring rollen. **Afb. 1f** toont het frequentiespectrum.

De defectfrequentie alsmede harmonischen hiervan zijn nu exclusief zichtbaar gemaakt. Een lagerdefect kan in een vroeg stadium onderscheiden worden van andere trillingen. De ontwikkeling van zo'n buitenring lagerschade is te trenden met periodieke of online trillingsmeting.

Afbeelding 2 toont de ontwikkeling van een beginnende lagerschade bij een elektromotor. Het schadeniveau ligt nog niet hoog maar de toename tussen december 2011 en februari 2012 is duidelijk meetbaar. De defectfrequentie is 81.1 Hz en gelijk aan 5.37 maal toerental frequentie. Over

het gehele frequentiebereik tot 800 Hz is een ruisspectrum zichtbaar, ook wel tapijtwaarde genoemd. Een slechte smeringconditie geeft een hoge tapijtwaarde.

‘De trend is your friend’

Er bestaan geen normen omtrent (on-)toelaatbare envelop [g] waarden. Eigen ervaring, uitgaande van het gebruikte meetinstrument en instellingen, zijn bepalend. Een eindgebruiker is doorgaans niet geïnteresseerd in ‘plaatjes en praatjes’. Wat telt is: Wat is de restlevensduur van het lager? Welk advies waarborgt dat de machine een volgende geplande stop wel of niet haalt? Alleen trendanalyse biedt houvast. ●

Over de auteur

Arie Mol is zelfstandig adviseur, gespecialiseerd in trillingsanalyse en elektromechanische aandrijftechniek. In de rubriek ‘Mol maint’t’ worden onderhoud-gerelateerde 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