

# Trillingsanalyse krijgt machines aan de praat

Dat elke machinetrilling stampvol informatie zit, is bekend. Maar om die gegevens tevoorschijn te toveren, dat is een kunst apart. In de jaren zeventig van de vorige eeuw was daar nog een halve container elektronica voor nodig. Heden ten dage kan het met een kastje van een kilo. De tijd van de analoge real-time recorders is niet meer te vergelijken met de moderne digitale datacollectors. Het opnemen is eenvoudig maar interpreteren van de data, dat is lastig. Sinds trillingsanalyse genormaliseerd is (ISO-norm 18436) is, komt er gelukkig enige reguliere kwaliteit in de interpretaties van een trilling.

Om het veeleisende interpreteren van trillingdata te omzeilen, zijn er verschillende apparaten op de markt. De door de leveranciers beloofde resultaten blijken in de regel net zo hoopgevend als dat de uitkomsten wanhopig zijn. Als na een aantal metingen de meeste beloftes loos blijken, doet de aangeschafte apparatuur nog wel eens dienst als boekenplank. Waarmee het meten van trillingen in diskrediet is geraakt. De eenvoudige apparatuur is wel goed maar in de toepassingen vaak beperkt. Met een trilpen bijvoorbeeld is trillingsterkte te meten maar dat alleen zegt niet veel. Met de 'bearingchecker' kan een lager worden gekeurd. Maar of het lager dan goed

moeilijker zijn te interpreteren, volgt nu een korte inleiding.

## Het trilsignaal

Via een hand op de draaiende elektromotor is een trilling voelbaar. Het is de onbalans, misschien een lager of een koppeling, procestrillingen, resonanties, een uitlijnfout, noem maar op. Alles wat er aan onderdelen draait, kan trillen. De gevoelde trilling is een signaal. Dit trilsignaal is verwarrend omdat alle frequenties van de verschillende onderdelen zich tegelijk en door elkaar aandienen. De vraag is dan ook: 'Hoe zijn de afzonderlijke amplitudes van de trilling te herleiden naar hun bron?' Elk onderdeel heeft

namelijk zijn eigen amplitude in een trillingspectrum.

## Een voorbeeld

Er ligt een as op de werkbank. Daar om heen zit een lager met buitenring-schade. Als de as één omwenteling draait, dan kunnen er bijvoorbeeld drie kogels door

die buitenring-schade gaan. Er klinken dan drie tikken uit dit lager. Als dezelfde as vijftig toeren per seconde draait, is de som uit het lager honderdvijftig tikken. Er is in het trillingspectrum nu een amplitude op vijftig en een op honderdvijftig Hz. Stel



dat op dezelfde as een klauwkoppeling zit met vier klauwen en de koppeling is niet goed uitgelijnd, dan zal dit vier tikken per omwenteling genereren. Immers, de energieoverdracht wordt niet meer gelijkmatig verdeeld over alle klauwen. Deze vier tikken maal vijftig omwentelingen per seconde levert een amplitude van tweehonderd Hz op. In de trillingsleer is de seconde de werkeenheden. Twee basiszaken zijn in deze korte beschouwing essentieel. Ten eerste het toerental ten tijde van de meting en ten tweede wat kan er allemaal tikken in het meetpunt? Neem bijvoorbeeld de beoordeling van een pomp. De schoepfrequentie is het aantal schoepen vermenigvuldigd met de toeren. De drie kogels door een buitenring-schade uit het bovengenoemde voorbeeld zijn in werkelijkheid gerelateerd aan hun geometrie. Elk lager heeft vier frequenties, de binnen- en buitenring,

de rollichamen en de kooi. Elk van deze vier componenten kan schade hebben maar de lagerfabrikant kan altijd een juiste schadefrequentie leveren van het betreffende lager bij een gegeven toerental. Vaak zijn deze gegevens ook op hun sites te vinden. Trillingdata ophalen, doe je altijd bij een meetpunt, zo dicht mogelijk bij een lagerpositie. Omdat een lager het enige component is tussen draaiende machinedelen en vaste machinedelen, is hij in feite een vergaarbak van alle trillingen.

## Fabriceren van een spectrum

Het trilsignaal, waargenomen via de hand op de elektromotor, kan dus worden opgenomen met een datacollector (figuur 1). Er komt dan een signaal van een bepaalde tijd naar binnen, een zogenaamd tijdsignaal (A). Van dit analoge signaal wordt een spectrum gemaakt. Dit

gebeurt via een slimme rekenmethode van Napoleons Franse vriend, Joseph Fourier, 191 jaar geleden (B). Dankzij de computer is de Fourier-rekenmethode nu ook snel uit te voeren. Het signaal gaat door diverse soorten filters, wordt gelijkgericht enzovoort. Uiteindelijk levert het een bruikbaar spectrum op waarmee machineproblemen kunnen worden verklaard. (C) Het geheel wordt Fast Fourier Transform (FFT)-analyse genoemd. Op de horizontale lijn van het spectrum staan de amplitudes uit het voorbeeld, de elektromotor. De verticale lijn geeft de energie-inhoud in millimeter per seconde (mm/s) weer van de verschillende amplitudes. Denkbeeldig kan dit spectrum als een harmonica in elkaar worden geschoven. De meest rechtse verticale lijn komt dan met de horizontale lijn op de linkse lijn te liggen. De onderste Hertzlijn schuift dus met alle amplitudes zo ver in elkaar

dat er links nog één verticale lijn te zien is. Kijk nu links tegen de kopse zijde van de verticale lijn, dan is het tijdsignaal te zien waar het allemaal mee begon.

## Interpreteren

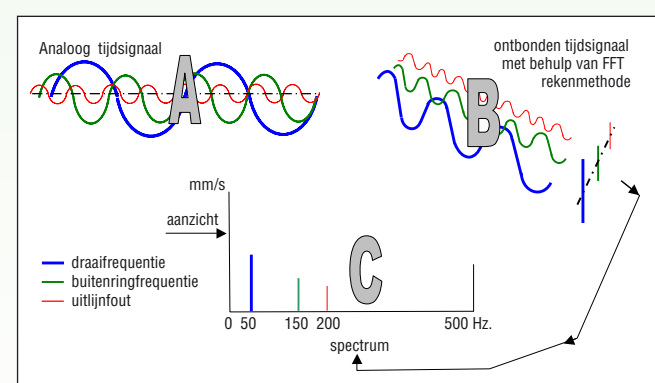
Alle amplitudes hebben energie-inhoud uitgedrukt in mm/s. Als de amplitude van de koppeling veel hoger is dan de amplitude van de draaiende as, ook wel de onbalansfrequentie genoemd, dan deugt de uitlijning niet. Zo hoort een amplitude van een lager helemaal niet in een spectrum voor te komen. Maar is deze er wel, dan geeft de energie-inhoud een idee over de grootte van het gat waar de kogel doorheen gaat. Een maat voor de resterende levensduur van het lager dus. Met het bestuderen van de plaats in Hertz, de vorm, de energie-inhoud en de som- en deelfrequenties van een amplitude is het mogelijk om een oorzaak van schade aan te geven. Veel sleutelervaring is hierbij behulpzaam. Zo is, bij afwijkend lawaai uit een pomp, kennis van die pomp belangrijk. Wat kan er allemaal tikken? Hoe klinkt cavitatie? Wat doet buitensporige speling of een smeerprobleem met de installatie? Wat zit er allemaal in een tandwielkast en hoe gaat de energie daar doorheen? Kennis en ervaring is nodig bij het lezen van trillingspectra. Steeds meer bedrijven beginnen met trillingsanalyse om hun machinepark te monitoren. Mits goed toegepast en uitgevoerd, blijkt het meten van de conditie zich ruim terug te verdienen. Indien trillingsanalyse wordt uitbesteed, is enig begrip van trillingspectra een goede investering. ■

www.mtd.nl

## Cursus Trillingsanalyse

Wim van der Have geeft op 17 en 18 juni aanstaande een cursus trillingsanalyse aan de Nvdo-academie. Tijdens deze bijeenkomst wordt het meten en interpreteren van trillingen op een ongekunstelde wijze uitgelegd.

Figuur 1



of slecht is, dat blijft dan nog al eens de vraag. Bruikbaar is de schokpuls methode voor een al dan niet rustgevend gevoel. Om machineproblemen doeltreffend te 'tackelen', is een datacollector noodzakelijk. Maar omdat de uitkomsten hiervan