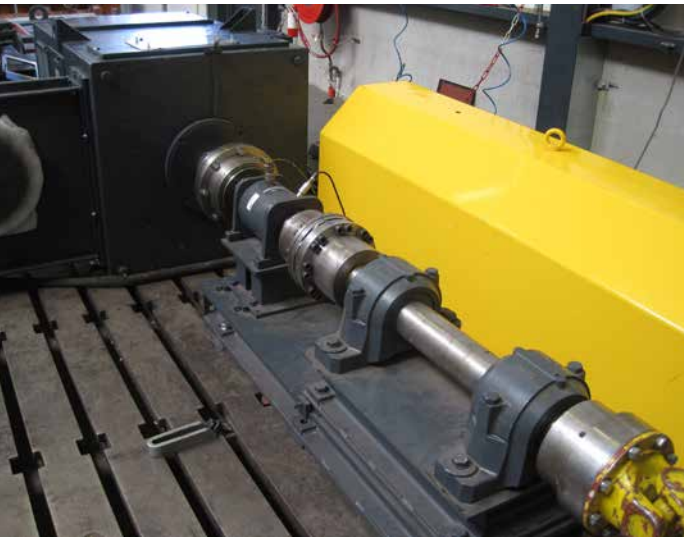


Effektivitet og pålidelighed af elmotorer: Ny form for test matcher realistiske forhold

Elmotorer udgør en afgørende komponent i mange industrielle processer og kan tillægges op til 70% af det samlede energiforbrug i et industrianlæg og bruger op til 46% af al den elektricitet, der genereres på verdensplan. Når man tager i betragtning, hvor vigtige de er for industrielle processer, kan omkostningerne ved nedetid i forbindelse med fejl på motorer, løbe op i mange tusind kroner i timen. En af de vigtigste opgaver, teknikere og ingeniører møder dagligt, er sikring af, at motorer er effektive og pålidelige i drift.

Effektiv udnyttelse af elektricitet er ikke blot ønskværdig. I mange tilfælde kan energieffektivitet betyde forskellen mellem rentabilitet og økonomisk tab. Og eftersom motorer forbruger så markant en del af energien i industrien, er de blevet hovedmålet for generering af besparelser og bevarelse af rentabilitet. Desuden motiverer ønsket om at identificere besparelser gennem forbedringer af effektivitet og reducere afhængigheden af naturlige ressourcer mange virksomheder til at indføre branchestandarder, som f.eks. ISO 50001. ISO 50001 standarden angiver både rammer for og krav til etablering, implementering og vedligeholdelse af et energistyringssystem med det formål at give bæredygtige besparelser.





Traditionelle metoder til test af motorer

Den traditionelle metode til måling af ydeevne og effektivitet af en elmotor er veldefineret, men processen kan være bekostelig at sætte op og svær at anvende i arbejdsprocesser. Faktisk kræver kontrol af motorydeevne i mange tilfælde komplet nedlukning af et system, hvilket kan medføre bekostelig nedetid. Ved måling af effektiviteten af elmotorer skal både den elektriske indgangseffekt og mekaniske udgangseffekt fastslås på basis af en lang række dynamiske driftsbetingelser. Den traditionelle metode til måling af motorydeevne kræver først teknikere, der skal installere motoren i et motortest anlæg. Testanlægget består af den motor, der testes, og som er monteret på enten en generator eller et dynamometer. Den motor, der testes, forbindes derefter til en belastning via en aksel. Akslen har påmonteret en hastigheds-sensor (tachometer) og et sæt momentsensorer, der leverer data, som gør det muligt at beregne den mekaniske effekt. Dette system leverer data inklusive hastighed, moment og mekanisk effekt. Nogle systemer omfatter også funktion til måling af elektrisk effekt, så det er muligt at beregne effektiviteten.



Effektivitet beregnes på følgende måde:

$$\eta \text{ (effektivitet)} = \frac{\text{Mekanisk effekt}}{\text{Elektrisk effekt}}$$

Under testen varieres belastningen for at fastlægge effektiviteten på basis af en række driftstilstande. Testanlægssystemet kan forekomme meget ligetil, men der er en del ulemper ved det:

1. Motoren skal tages ud af drift.
2. Motorbelastningen er ikke rigtig repræsentativ for den belastning, motoren håndterer, når den er i drift.
3. Under testen skal driften afbrydes (hvilket giver nedetid), eller der skal monteres en erstatningsmotor midlertidigt.
4. Momentsensorene er dyre og har et begrænset driftsområde, så det kan være nødvendigt med flere sensorer til test af forskellige motorer.
5. Et motor testanlæg, der er i stand til at dække en lang række motorer, er dyrt, og brugerne af denne type testanlæg er typisk organisationer med speciale i motorreparation eller udviklingsorganisationer.
6. Der tages ikke højde for realistiske driftsbetingelser.



Elmotor parametre

Elmotorer er designet til særlige former for anvendelse afhængigt af belastningen, og som sådan har hver motor forskellige karakteristika. Disse karakteristika er klassificeret i henhold til NEMA (National Electrical Manufacturers Association) eller IEC standarder (International Electrotechnical Commission) og har direkte indvirkning på driften og effektiviteten af motoren. Hver motor har et typeskilt med detaljerede oplysninger om vigtige driftsparametre for motoren og oplysninger om effektivitet i overensstemmelse med enten NEMA eller IEC anbefalinger. Dataene på typeskiltet kan derefter bruges til at sammenligne kravene for motoren i forhold til realistiske driftsforhold. Når disse værdier f.eks. sammenlignes, vil det evt. gå op for dig, at motoren overskrider sin forventede hastigheds- eller momentspecifikation, og i det tilfælde afkortes motorens levetid muligvis, eller der kan forekomme førtidige fejl. Andre effekter, såsom ubalancer i spænding eller strøm og harmoniske oversvingninger i forbindelse med dårlig effektkvalitet, kan også reducere motorydeevnen. Hvis nogle af disse betingelser forekommer, skal motoren "reduceres" - det betyder, at den forventede ydeevne for motoren skal reduceres - hvilket kan medføre en forstyrrelse af processen, hvis der ikke produceres nok mekanisk effekt. Reduktionen beregnes i henhold til NEMA standarden i overensstemmelse med de data, der er specificeret for den pågældende type motor. NEMA og IEC standarderne er lidt forskellige, men følger overordnet set de samme linjer.

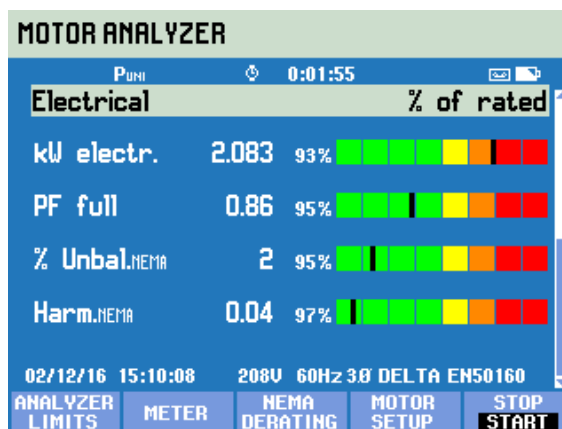
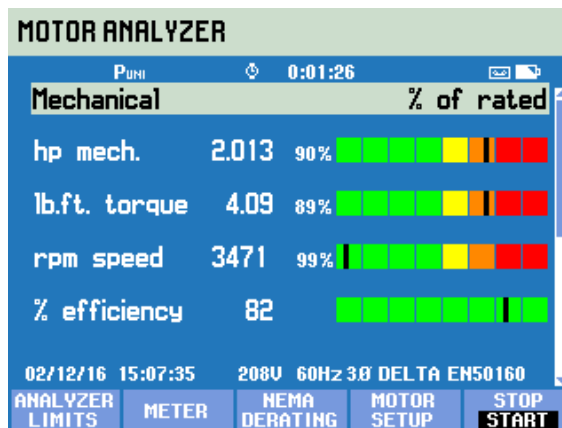
Realistiske driftsbetingelser

Test af elmotorer på et motortest anlæg betyder normalt, at motoren testes under optimale forhold. Når motoren derimod anvendes ved almindelig drift, er det typisk ikke under de bedste driftsbetingelser. Disse afvigelser i driftsbetingelser bidrager alle til forringelse af motorens ydeevne. Inde i et industri anlæg er der f.eks. installeret belastninger, som kan have en direkte indvirkning på effektkvaliteten, hvilket medfører ubalance i systemet, eller det kan potentielt medføre harmoniske oversvingninger. Hver af disse betingelser kan påvirke motorydeevnen alvorligt. Derudover er den belastning, der drives af motoren, muligvis ikke optimal eller i overensstemmelse med motorens originale design. Belastningen kan være for stor til, at motoren rigtig kan håndtere den, eller motoren kan være overbelastet på grund af dårlige proceskontroller, og den kan endda være hæmmet af kraftig friktion forårsaget af et fremmedlegeme, der blokerer en pumpe eller en ventilatorvinge. Det kan være svært at opfange disse uregelmæssigheder og også meget tidskrævende, hvilket gør effektiv fejlfinding problematisk.

En ny tilgang

Med Fluke 438-II effektkvalitets- og motoranalytator får du en strømlinet og omkostningseffektiv metode til test af motoreffektivitet, hvilket eliminerer behovet for eksterne mekaniske sensorer og bekostelig nedetid. Fluke 438-II, der er baseret på Fluke 430-II serien effektkvalitets- og energianalysatorer, er fuldt ud i stand til at måle effektkvalitet og også måle mekaniske parametre for on-line elmotorer. Fluke 438-II beregner ved hjælp af dataene fra motorens typeskilt (enten NEMA eller IEC data) sammenholdt med trefase effektmålinger data for motorydeevne i realtid inklusive hastighed, moment, mekanisk effekt og effektivitet, uden behov for ekstra moment- eller hastighedssensorer. Fluke 438-II beregner også direkte motorens reduktionsfaktor i driftstilstand.

De data, der er nødvendige for, at Fluke 438-II kan foretage disse målinger, angives af teknikeren eller ingeniøren og omfatter nominel effekt i kW eller hk, nominel spænding og strøm, den nominelle frekvens, den nominelle $\cos \phi$ eller effektfaktor, nominel servicefaktor og motordesigntype fra NEMA eller IEC klasser.



Sådan fungerer det

Med Fluke 438-II-enheden er der mulighed for mekaniske målinger (motoromdrejningshastighed, belastning, moment og effektivitet) ved at anvende generiske algoritmer på signaler for elektrisk bølgeform. Algoritmerne kombinerer en blanding af fysik-baserede og datadrevne modeller for en induktionsmotor uden behov for den præmålingstest, der typisk er nødvendig til estimering af motormodelparametre, som f.eks. statormodstand. Motorhastighed kan estimeres ud fra de harmoniske oversvingninger i rotornotet, der er til stede i strømkurveformerne. Motorakselmoment kan relateres til induktionsmotorsspændinger, -strømme og -slip af velkendte, men komplekse fysiske relationer. Elektrisk effekt måles ved hjælp af indgangsstrømmen og spændingskurveformerne. Efter estimeringer af moment og hastighed beregnes den mekaniske effekt (eller belastning) ved hjælp af moment gange hastighed. Motoreffektiviteten beregnes ved at dividere den estimerede mekaniske effekt med den målte elektriske effekt. Fluke foretog omfattende tests med de instrumenteringsmotorer, der driver dynamometere. Faktisk elektrisk effekt, motorakselmoment og motorhastighed blev målt og sammenlignet med de værdier, der blev rapporteret af Fluke 438-II for at fastlægge nøjagtighedsniveauer.

Oversigt

Mens de traditionelle metoder til måling af ydeevne og effektivitet for elmotorer er veldefinerede, er de ikke nødvendigvis implementeret generelt. Det skyldes for en stor dels vedkommende omkostningerne ved nedetid, hvor motorer og sommetider hele systemer går offline af hensyn til udførelsen af test. Med Fluke 438-II får du ekstremt nyttig information, der indtil nu har været ekstremt svær og bekostelig at indhente. Desuden bruger Fluke 438-II sine avancerede funktioner til analyse af effektkvalitet til at måle sundhedstilstanden for effektkvalitet, mens systemet er i reel driftstilstand. Udførelsen af vigtige målinger af motoreffektivitet forenkles ved elimineringen af behovet for eksterne momentsensorer og separate hastighedssensorer, hvilket gør det muligt at analysere ydeevnen for de fleste processer, der er drevet af industrimotorer, mens motorene stadig er i drift. Det giver teknikerne mulighed for at reducere nedetid og desuden mulighed for at kontrollere tendenser for motorydeevne over tid, så de har et mere klart billede af systemets generelle sundhedstilstand og ydeevne. Ved kontrol af tendenser for ydeevne bliver det muligt at se ændringer, der kan indikere overhængende risiko for motorfejl og sikre udskiftning, før fejlen faktisk opstår.

Fluke. *Keeping your world up and running.*®

Fluke Danmark A/S
c/o Radiometer Medical ApS
Åkandevej 21
2700 Brønshøj
Danmark
Tlf.: 70 23 58 53
Fax: 70 23 58 54
E-mail: info.dk@fluke.com
Web: www.fluke.dk

©2016 Fluke Corporation. Alle rettigheder forbeholdes.
Oplysningerne kan ændres uden forudgående varsel.
8/2016 6008191a-da

Ændringer i dette dokument er ikke tilladt uden skriftlig tilladelse fra Fluke Corporation.