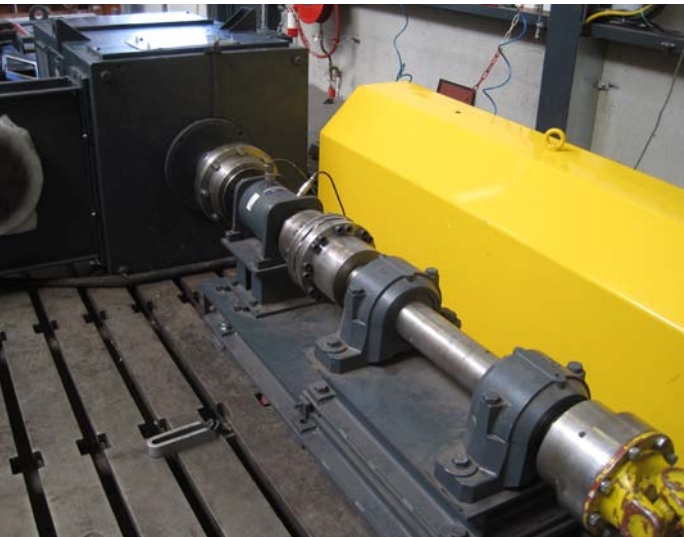


Sähkömoottorin tehokkuus ja luotettavuus: Uusi testaustapa vastaa todellisia olosuhteita

Sähkömoottorit ovat avaintekijöitä monissa teollisuuden prosesseissa. Niiden osuus teollisuuslaitoksen kaikesta energiankulutuksesta voi olla jopa 70 %, ja ne voivat kuluttaa jopa 46 % kaikesta maailmalla tuotetusta sähköstä. Moottorit ovat kriittinen osa teollisuusprosesseja, ja siksi viallisten moottorien aiheuttamien seisakkien kulut voivat olla kymmeniä tuhansia euroja tunnissa. Yksi kunnossapidon tärkeimpiä tehtäviä päivittäin on varmistaa, että moottorien toiminta on tehokasta ja luotettavaa.

Sähkön tehokas käyttö ei ole vain "mukava lisä". Monissa tapauksissa energiatehokkuus voi tarkoittaa eroa kannattavuuden ja taloudellisten menetysten välillä. Koska moottorien osuus teollisuuden energiankulutuksesta on niin merkittävä, niistä on tullut kannattavuuden kannalta ensisijainen säästökohde. Lisäksi halu säästää lisäämällä tehokkuutta ja vähentää riippuvuutta luonnonvaroista saa monet yhtiöt noudattamaan teollisuusstandardeja, kuten ISO 50001 -standardia. ISO 50001 -standardi määrittää puitteet ja edellytykset energianhallintajärjestelmän perustamiselle, käyttöönnotolle ja ylläpidolle, jotta saadaan pysyviä säästöjä.





Perinteiset moottorin testausmenetelmät

Perinteinen tapa mitata sähkömoottorin suorituskykyä ja tehokkuutta on määritelty tarkasti, mutta sen prosessin käyttöönotto ja soveltaminen voi olla kallista ja vaikeaa. Itse asiassa moottorin suorituskyvyn tarkistukset edellyttävät usein järjestelmän täydellistä sammuttamista, minkä seurauksena voi olla kallis seisakki. Sähkömoottorin tehokkuuden mittaamista varten on vahvistettava sekä sähkön ottoteho että mekaaninen lähtöteho monenlaisissa dynaamisissa käyttöolosuhteissa. Perinteinen moottorin suorituskyvyn mittaamenetelmä edellyttää, että asiantuntijoiden on ensin asennettava moottori koestuspenkkiin. Koestuspenkissä testattava moottori on kiinnitetty joko generaattoriin tai dynamometriin. Sitten testattava moottori yhdistetään kuormaan akselin avulla. Akseliin on kiinnitetty nopeusanturi (takometri) ja momenttiantureita, joiden välittämien tietojen avulla voidaan laskea mekaaninen teho. Järjestelmä kertoo muun muassa nopeuden, väännön ja mekaanisen tehon. Joissain järjestelmissä on myös sähkötehon mittaamahdollisuus, jolloin voidaan laskea tehokkuus.



Tehokkuus lasketaan seuraavasti:

$$\eta \text{ (tehokkuus)} = \frac{\text{Mekaaninen teho}}{\text{Sähköteho}}$$

Testauksen aikana kuormitusta vaihdellaan, jotta voidaan määrittää tehokkuus eri toimintatiloissa. Koestuspenkkijärjestelmä voi vaikuttaa melko yksinkertaiselta, mutta siinä on omat haittapuolensa:

1. Moottori on poistettava käytöstä.
2. Moottorin kuormitus ei vastaa täysin käytössä olevan moottorin kuormitusta.
3. Toiminta on keskeytettävä testauksen ajaksi (seisakki), tai korvaava moottori on asennettava väliaikaisesti.
4. Momenttianturit ovat kalliita ja niiden mittausalueet ovat rajallisia, joten eri moottorien testaamiseen voidaan tarvita useita antureita.
5. Useille erilaisille moottoreille sopiva koestuspenkki on kallis, ja tällaisia koestuspenkkejä käyttävät yleensä vain erikoistuneet moottorikorjaamot ja moottoreiden kehitysyrietykset.
6. Todellisia käyttöolosuhteita ei huomioida.



Sähkömoottorin parametrit

Sähkömoottorit on suunniteltu tietyntylaisiin käyttökohteisiin kuorman mukaan, ja näin ollen jokainen moottori on ominaisuuksiltaan erilainen. Nämä ominaisuudet luokitellaan NEMA:n (National Electrical Manufacturers Association) tai IEC:n (International Electrotechnical Commission) standardien mukaan, ja ominaisuuksilla on suora vaikutus moottorin toimintaan ja tehokkuuteen. Jokaisessa moottorissa on tyyppikilpi, johon on merkitty moottorin tärkeimmät käyttöparametrit ja tehokkuustiedot NEMA- tai IEC-suositusten mukaisesti. Tyyppikilven tietojen avulla voidaan verrata moottorin vaatimuksia todellisiin käyttöolosuhteisiin. Näitä arvoja verrattaessa voidaan esimerkiksi huomata, että moottori ylittää odotetun nopeuden tai määritetyn väännön, mikä voi johtaa moottorin käyttöä lyhenemiseen tai moottorin ennen aikaiseen rikkoutumiseen. Muut ilmiöt, kuten huonoon sähkölaatuun liittyvät jännitteet tai virran epäsymmetria ja harmoniset yliaallot, voivat myös heikentää moottorin suorituskykyä. Missä tahansa edellä mainituista tilanteista moottorin rasitusta on alennettava, eli moottorin odotettua suorituskykyä on laskettava. Se voi johtaa prosessin katkokseen, jos mekaanista tehoa ei tuoteta tarpeeksi. Aleneminen lasketaan NEMA-standardin mukaisesti moottorin tyyppille määritettyjen tietojen mukaan. NEMA- ja IEC-standardeilla on joitain eroja, mutta yleisesti ottaen ne noudattavat samoja linjoja.

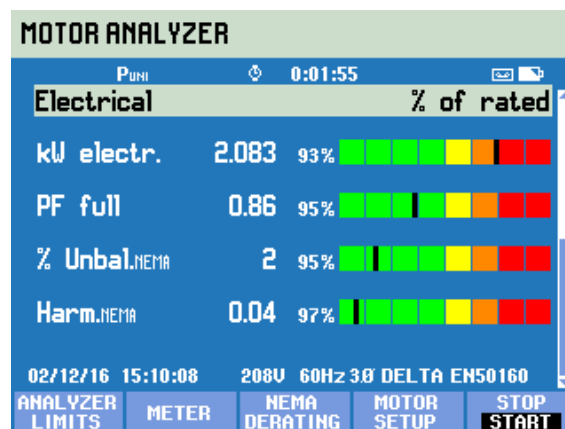
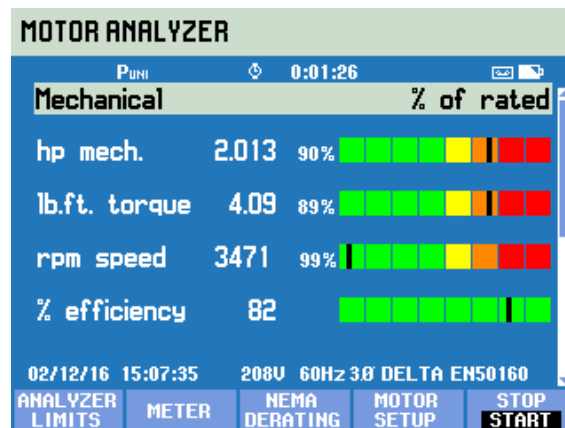
Todelliset käyttöolosuhteet

Sähkömoottorin testaaminen koestuspenkillä tarkoittaa normaalisti sitä, että moottoria testataan parhaissa mahdollisissa olosuhteissa. Kun moottori on normaalissa käytössä, käyttöolosuhteet eivät kuitenkaan yleensä ole parhaat mahdolliset. Käyttöolosuhteiden vaihtelut vaikuttavat osaltaan moottorin suorituskyvyn heikkenemiseen. Esimerkiksi teollisuusrakennuksen sisällä voi olla asennettuja kuormia, jotka vaikuttavat suoraan sähkölaatuun ja aiheuttavat näin epäsymmetriaa tai harmonisia yliaalloja järjestelmään. Kaikilla näillä olosuhteilla voi olla merkittävä vaikutus moottorin suorituskykyyn. Lisäksi moottorilla käytettävä kuorma ei ehkä ole optimaalinen tai alkuperäisen suunnitelman mukainen. Kuorma saattaa olla liian suuri, jolloin moottori ei pysty käsittelemään sitä asianmukaisesti, tai heikko prosessinohjaus on aiheuttanut ylikuormituksen. Lisäksi vieras esine on voinut tukkia pumpun tai puhaltimen juoksupyörän aiheuttaen liikaa kitkaa. Tällaisten poikkeamien huomaaminen voi olla vaikeaa ja hyvin aikaa vievää, mikä vaikeuttaa tehokasta vianhakua.

Uusi lähestymistapa

Fluke 438-II, sähkölaatu- ja moottorianalysointilaitteisto, mahdollistaa moottorin tehokkuuden testaamisen selkeällä ja kustannustehokkaalla tavalla ilman ulkoisia mekaanisia antureita ja kalliita seisakkeja. Fluke 430-II -sarjan sähkölaatu- ja energia-analysointilaitteisiin pohjautuvalla Fluke 438-II -analysointilaitteella voi mitata sähkölaatua sekä suoraan käyttömoottoreiden mekaanisia parametreja. Moottorin tyyppikilven tietojen (joko NEMA- tai IEC-tietojen) ja kolmivaihetehon mittausarvojen perusteella 438-II laskee moottorin reaaliaikaiset suoritusarvot, kuten nopeuden, väännön, mekaanisen tehon ja tehokkuuden, ilman lisävääntöä ja nopeusantureita. 438-II laskee suoraan myös moottorin alenemakertoimen (derating) toimintatilassa.

Testaaja syöttää Fluke 438-II -analysointilaitteeseen mittauksissa tarvittavat tiedot, joita ovat muun muassa nimellisteho (kW tai hv), nimellisjännite ja -virta, nimellistaajuus, nimellinen tehokerroin (cos φ), nimellinen huoltokerroin ja moottorin tyyppi NEMA- tai IEC-luokitusten mukaan.



Kuinka se toimii

Fluke 438-II näyttää mekaanisten mittausten tulokset (moottorin pyörimisnopeus, kuormitus, vääntö ja tehokkuus) suorittamalla patentoituja algoritmeja sähköisiin aaltomuotoihin. Algoritmit yhdistävät induktiomootorin fyysisiin ominaisuuksiin perustuvia ja tietopohjaisia malleja, eivätkä ne edellytä mittausta edeltävää testausta, joka tarvitaan yleensä moottorin malliparametrien (kuten staattorin vastuksen) arviointia varten. Moottorin nopeus voidaan arvioida virran aaltomuodoissa olevista roottoriaukon harmonisista yliaalloista. Moottorin akselin vääntö voidaan suhteuttaa induktiomootorin jännitteisiin, virtoihin ja nimellisuopeuteen tunnettujen mutta monimutkaisten fyysisten suhteiden kautta. Sähköteho mitataan käyttämällä tulovirran ja -jännitteen aaltomuotoja. Kun väännön ja nopeuden laskelmat on saatu, lasketaan mekaaninen teho (tai kuormitus) kertomalla vääntöarvo nopeusarvolla. Moottorin tehokkuus lasketaan jakamalla arvioitu mekaaninen teho mitatulla sähköteholla. Fluke toteutti laajat testaukset käyttämällä dynamometrejä, joita pyörittivät mittalaitteilla varustetut moottorit. Todellinen sähköteho, moottorin akselin vääntö ja moottorin nopeus mitattiin, ja tarkkuustasojen määrittämistä varten lukemia verrattiin 438-II-analysaattorin antamiin arvoihin.

Yhteenveto

Vaikka sähkömoottorin suorituskyvyn ja tehokkuuden mittaamiseen tarkoitettujen perinteisten menetelmien on määriteltävä tarkasti, niitä ei välttämättä käytetä laajalti. Suurelta osin tämä johtuu seisakin aiheuttamista kuluista, kun moottorit ja joskus koko järjestelmät on poistettava käytöstä testauksen ajaksi. Fluke 438-II -analysaattorilla saadaan erittäin hyödyllistä tietoa, jonka saaminen on aikaisemmin ollut erittäin vaikeaa ja kallista. Lisäksi Fluke 438-II -analysaattorin edistyneet sähkölaadun analysointitoiminnot mahdollistavat sähkölaadun tilan mittaamisen järjestelmän todellisissa käyttöolosuhteissa. Kriittisten moottorin tehokkuusmittausten tekeminen on yksinkertaisempaa ilman lisävääntöä ja erillisiä nopeusantureita. Näin ollen on mahdollista analysoida useimpien moottorikäyttöisten teollisuusprosessien suorituskykyä niiden ollessa käytössä. Asiantuntijoilla on siis mahdollisuus pienentää seisakkiaikoja, ja lisäksi heillä on mahdollisuus muodostaa trenditietoja moottorin suorituskyvystä pidemmällä aikavälillä. Näin heillä on kattavampi kuva koko järjestelmän tilasta ja suoritustehosta. Tarkastelemalla suorituskykyä trendipiirron avulla voi nähdä muutokset, jotka saattavat osoittaa uhkaavat moottoriviat, mikä mahdollistaa vaihdon ennen vian ilmenemistä.

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

Fluke Finland Oy
Teknobulevardi 3-5
01530 VANTAA
Puh.: 0800 111 862
Fax: 0800 111 858
E-mail: info@fi.fluke.nl
Web: www.fluke.fi

©2016 Fluke Corporation.
Kaikki oikeudet pidätetään. Oikeudet muutoksiin ilman ennakkoilmoitusta pidätetään.
8/2016 6008191a-fi

Tätä asiakirjaa ei saa muokata ilman Fluke Corporationin kirjallista lupaa.