

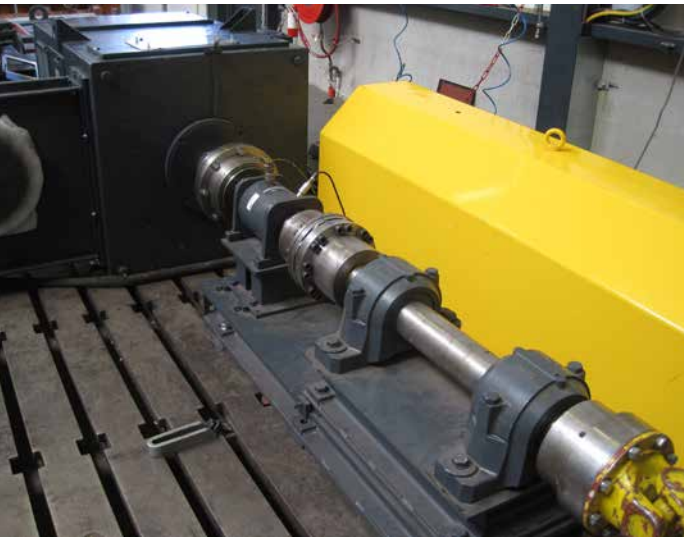
TIP PRO POUŽITÍ

Účinnost a spolehlivost elektromotorů: Nový způsob testování odpovídá reálným provozním podmínkám

Elektromotory jsou klíčovými prvky v řadě průmyslových procesů. Jejich spotřeba energie může tvořit až 70 % celkové spotřeby energie průmyslového podniku a spotřebují až 46 % celosvětově vyrobené energie. Vzhledem k zásadní důležitosti elektromotorů v průmyslových procesech mohou náklady spojené s poruchami motorů dosahovat až desítek tisíc dolarů za hodinu. Zajištění účinnosti a spolehlivosti provozu elektromotorů je jedním z nejdůležitějších každodenních úkolů inženýrů a techniků údržby.

Účinné využívání elektrické energie není jen „krásná myšlenka“. V mnoha případech může energetická účinnost představovat rozdíl mezi ziskem a ztrátou. A protože elektromotory spotřebovávají tak významnou část energie, staly se hlavním cílem úsilí zaměřeného na úspory a udržení ziskovosti. Kromě toho jsou požadavky na identifikaci možností úspor prostřednictvím zvýšení efektivity a omezení závislosti na přírodních zdrojích hnacím motorem mnoha společností, které přijaly průmyslové normy jako ISO 50001. Norma ISO 50001 určuje rámec a požadavky na zavedení, implementaci a udržování systému řízení energie za účelem dosahování dlouhodobě udržitelných úspor.





Tradiční metody testování motorů

Tradiční metoda měření výkonnosti a účinnosti elektromotorů je dobře definována, avšak aplikace měření ve výrobním procesu může být nákladná a komplikovaná. V mnoha případech vyžadují kontroly motoru dokonce úplné zastavení procesu a vzniká nákladná odstávka výroby. Aby bylo možné vyhodnotit elektrickou účinnost motoru, je nutné měřit vstupní elektrický výkon a výstupní mechanický výkon v širokém rozsahu dynamických provozních podmínek. Tradiční metoda měření výkonnosti motoru vyžaduje nainstalovat motor na zkušební stav. Testovaný motor je na zkušebním stavu připojen ke generátoru nebo dynamometru. Testovaný motor je poté pomocí hřídele připojen k zátěži. Na hřídeli jsou nainstalovány snímače otáček a točivého momentu, které poskytují data pro výpočet mechanického výkonu. Systém poskytuje data včetně počtu otáček za minutu, velikosti točivého momentu a mechanického výkonu. Některé systémy také nabízejí možnost měření elektrického výkonu a výpočet účinnosti.



Výpočet účinnosti:

$$\eta \text{ (účinnost)} = \frac{\text{Mechanický výkon}}{\text{Elektrický výkon}}$$

Během testování se zatížení motoru mění, aby bylo možné změřit účinnost v celém rozsahu provozních podmínek. Systém zkušebního stavu se může jevit jako jednoduchý, má však řadu podstatných nevýhod:

1. Motor je nutné demontovat ze zařízení.
2. Zatížení motoru neodpovídá zcela profilu zatížení, kterému je motor vystaven ve skutečném provozu.
3. Během testování musí být příslušné zařízení odstaveno (vzniká prostoj), nebo je nutné dočasně nainstalovat náhradní motor.
4. Snímače točivého momentu jsou drahé a mají omezený provozní rozsah; pro testování různých motorů je tedy nutné mít několik sad snímačů.
5. Zkušební stavy, které umožňují testovat široký sortiment různých motorů, jsou drahé a používají je obvykle pouze specialisté na opravy motorů a výrobová pracoviště.
6. Testování neprobíhá při reálných provozních podmínkách.



Parametry elektromotoru

Elektromotory jsou konstruovány pro specifické použití a zatížení, a mají proto různé charakteristiky. Tyto charakteristiky jsou klasifikovány podle standardů NEMA (National Electrical Manufacturers Association) nebo IEC (International Electrotechnical Commission) a mají přímý vliv na provoz a účinnost motoru. Každý motor je opatřen štítkem, který uvádí nejdůležitější provozní parametry motoru a informace o účinnosti v souladu s doporučením NEMA nebo IEC. Údaje na štítku je tedy možné použít pro srovnání vlastností motoru se skutečným režimem provozu. Při srovnávání těchto údajů můžete například zjistit, že motor překračuje své jmenovité otáčky nebo točivý moment, což může způsobit zkrácení životnosti motoru nebo předčasnou poruchu motoru. Výkonnost motoru mohou negativně ovlivnit i další vlivy způsobené nízkou kvalitou elektrické energie, jako jsou napěťové nebo proudové nesymetrie a harmonické. Pokud takové vlivy působí, je třeba snížit jmenovitý výkon motoru, který tak může narušit výrobní proces v případech, kdy motor nedosáhne dostatečného mechanického výkonu. Snížení výkonu se vypočítává podle standardu NEMA podle dat specifických pro daný typ motoru. Mezi standardy NEMA a IEC existuje několik rozdílů, celkově však sledují stejnou linii.

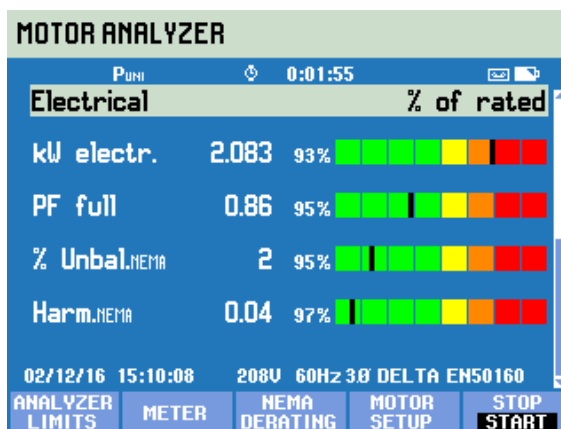
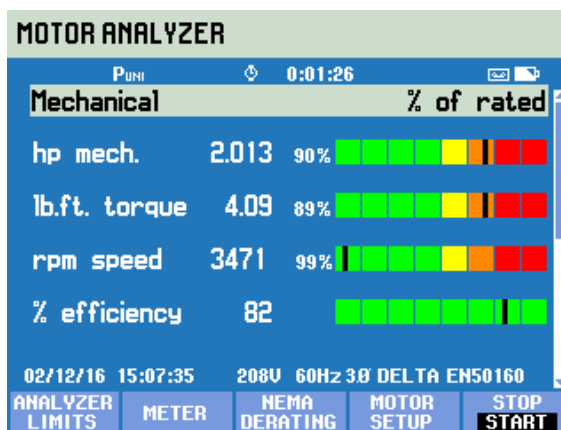
Reálné provozní podmínky

Testování elektromotorů na zkušebním stavu obvykle probíhá za ideálních podmínek. Při používání motoru v reálném provozu však ideální podmínky nastávají málokdy. Všechny odchylky provozních podmínek od optimálních podmínek přispívají ke snížení výkonu motorů. V průmyslovém výrobním závodě mohou být například nainstalovány zátěže, které mají přímý vliv na kvalitu elektrické energie a způsobují nesymetrie nebo harmonické. Každý z těchto vlivů může závažným způsobem ovlivnit výkon motoru. Také zátěž motoru nemusí být optimální nebo nemusí odpovídat původnímu určení motoru. Zátěž může být příliš vysoká, motor může být přetěžován z důvodu nedokonalého řízení procesu a může dokonce docházet k omezování chodu motoru cizími předměty, které blokují rotor čerpadla nebo ventilátor. Odhalení všech podobných vlivů může být obtížné, časově velmi náročné a odstranění příčin problémů problematické.

Nový přístup

Analyzátor motorů a kvality elektrické energie Fluke 438-II nabízí jednoduchý a efektivní způsob testování účinnosti motoru bez nutnosti odstávek a používání externích mechanických snímačů. Analyzátor Fluke 438-II vychází z řady analyzátorů kvality elektrické energie Fluke 430-II a umožňuje měřit kvalitu elektrické energie i mechanické parametry elektromotorů s přímým připojením na síť. Pomocí údajů na štítku motoru (NEMA nebo IEC) a měření třífázového výkonu vypočítává analyzátor 438-II výkon motoru v reálném čase, včetně otáček, točivého momentu, mechanického výkonu a účinnosti, a to bez potřeby dalších snímačů otáček a momentu. Analyzátor 438-II také přímo vypočítává faktor snížení výkonu motoru v provozním režimu.

Data, která analyzátor Fluke 438-II potřebuje k provádění těchto měření, zadává technik nebo inženýr. Patří mezi ně jmenovitý výkon v kW nebo ks, jmenovité napětí a proud, jmenovitá frekvence, jmenovitý činitel fázového posuvu $\cos \phi$ nebo účinník, jmenovitý servisní faktor a typ konstrukce motoru podle třídy NEMA nebo IEC.



Jak to funguje

Analyzátor Fluke 438-II provádí mechanická měření (otáčky motoru, zatížení, moment a účinnost) aplikací proprietárních algoritmů na křivky elektrických signálů. Algoritmus kombinuje různé fyzikální a datové modely indukčního motoru bez nutnosti jakéhokoli předběžného testování, typicky nutného pro stanovení parametrů motoru, jakým je například odpor statoru. Otáčky motoru lze určit podle harmonických kmitů drážek rotoru na proudové křivce. Točivý moment hřídele motoru lze odvozovat od napětí indukčního motoru, proudů a skluzu na základě dobře známých, avšak složitých fyzikálních vztahů. Elektrický výkon je měřen pomocí vstupních proudových a napěťových křivek. Na základě získaných hodnot momentu a otáček lze vypočítat mechanický výkon (nebo zatížení) vynásobením momentu otáčkami. Účinnost motoru lze vypočítat vydělením mechanického výkonu naměřeným elektrickým výkonem. Společnost Fluke provedla rozsáhlé testování pomocí zkušebních motorů spojených s dynamometry. Byl měřen aktuální elektrický výkon, točivý moment a otáčky motoru a naměřené hodnoty byly srovnávány s hodnotami naměřenými analyzátozem 438-II za účelem stanovení úrovně přesnosti.

Přehled

Přestože jsou tradiční metody měření výkonnosti a účinnosti elektromotorů dobře definovány, nejsou příliš široce využívány. Hlavním důvodem jsou náklady spojené s nutností odstávky motorů nebo dokonce celých systémů za účelem provedení testů. Analyzátor Fluke 438-II poskytuje velmi užitečné informace, které bylo až dosud značně obtížné získat. Fluke 438-II navíc využívá své progresivní vlastnosti, díky kterým dokáže měřit kvalitu elektrické energie během reálného provozu systému. Důležitá měření účinnosti motoru jsou jednodušší, protože není nutné používat externí samostatné snímače momentu a otáček, a výkony většiny průmyslových motorů je tak možné analyzovat během jejich normálního provozu. Technici tak mohou omezit prostoje a získávají také možnost projekce vývoje výkonnosti motoru. Mohou si také udělat celkový obrázek o stavu a výkonnosti celého systému. Projekce vývoje umožňuje odhalit změny, které by mohly indikovat hrozící poruchy motoru a vyměnit motor ještě předtím, než se porucha projeví.

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

Fluke Europe B.V.
P.O. Box 1186
5602 BD Eindhoven
The Netherlands
Web: www.fluke.cz

Navštivte nás na webových stránkách:
Web: www.fluke.cz

©2016 Fluke Corporation. Všechna práva vyhrazena. Případné změny jsou vyhrazeny bez předchozího upozornění.
8/2016 6008191a-cs

Změny tohoto dokumentu nejsou povoleny bez písemného schválení společnosti Fluke Corporation.