

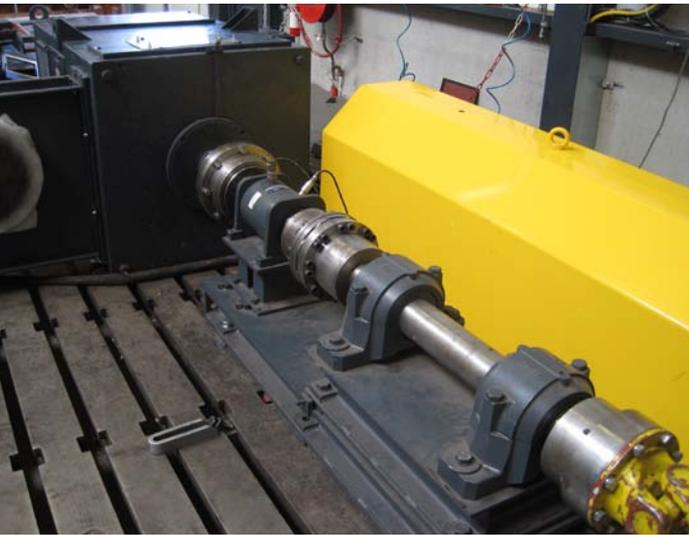
응용 지침서

전기 모터 효율 및 안정성: 현실 조건과 일치하는 새로운 테스트 접근 방식

전기 모터는 많은 산업 공정에서 핵심 부품으로서, 산업용 플랜트에서 소비되는 총 에너지의 최대 70%를 차지하며 전 세계 총 발전량의 최대 46%를 소비할 수 있습니다. 산업 공정에서 차지하는 중요한 특성을 고려해 볼 때 오류가 발생한 모터와 관련된 가동 중단 비용은 시간당 수만 달러에 이를 수 있습니다. 모터의 효율과 안정적인 작동의 보장은 유지 보수 기술자와 엔지니어가 일상적으로 직면하는 가장 중요한 과업 중 하나입니다.

전기의 효율적인 사용은 단순히 “있으면 좋은 것”이 아닙니다. 많은 환경에서 에너지 효율은 수익성과 재정 손실 사이의 차이를 의미할 수 있습니다. 그리고 모터가 산업에서 상당한 부분의 에너지를 소비하므로, 절감 효과를 창출하고 수익성을 유지하기 위한 주요 목표가 되고 있습니다. 또한, 효율 향상을 통해 절감 효과를 확인하고 천연 자원에 대한 의존성을 줄이고자 하는 바람으로, 많은 기업들이 ISO 50001 등의 산업 표준을 채택하고 있습니다. ISO 50001 표준은 지속가능한 절감 효과를 실현하기 위한 목적으로 에너지 관리 시스템의 구축, 구현 및 유지 관리에 대한 프레임워크와 요건을 제공하고 있습니다.





기존 모터 테스트 방법

전기 모터 성능 및 효율을 측정하기 위한 기존 방법은 잘 정립되어 있지만 공정을 셋업하는 데 높은 비용이 들고 작업 공정에 적용하는 데 어려울 수 있습니다. 사실, 많은 경우에 모터 성능 검사는 완벽한 시스템 셋다운이 필요하며 이는 높은 비용을 소비해야 하는 가동 중단으로 이어질 수 있습니다. 전기 모터 효율을 측정하려면 광범위한 동적 작동 조건에서 전기 입력 전력과 기계적 출력 전력 모두를 확인해야 합니다. 모터 성능을 측정하는 기본 방법은 우선 기술자들이 모터를 모터 테스트 베드에 설치해야 합니다. 테스트 베드는 체너레이터 또는 동력계에 장착된 테스트 대상 모터로 구성됩니다. 그런 다음, 테스트 대상 모터는 샤프트를 통해 부하에 연결됩니다. 샤프트에는 속도 센서(회전 속도계)와 기계력을 계산할 수 있는 데이터를 제공하는 토크 센서가 장착되어 있습니다. 이 시스템은 속도, 토크 및 기계력을 포함한 데이터를 제공합니다. 또한 일부 시스템에는 효율을 계산할 수 있는 전기력 측정 기능도 포함되어 있습니다.



효율 계산 방법:

$$\eta(\text{효율}) = \frac{\text{기계력}}{\text{전기력}}$$

테스트 중에 부하가 변화되어 다양한 작동 모드에서 효율을 파악합니다. 테스트 베드 시스템은 아주 간단하지만 여러 내재적인 단점이 있습니다.

1. 모터를 가동에서 분리해야 합니다.
2. 모터 부하는 가동 중 모터에 적용되는 부하를 정확하게 대표하는 것은 아닙니다.
3. 테스트 중 작동을 중지하거나(가동 중지 발생) 교체용 모터를 임시로 설치해야 합니다.
4. 토크 센서는 비용이 높고 작동 범위가 제한적이므로 다양한 모터를 테스트하려면 여러 개의 센서가 필요할 수 있습니다.
5. 광범위한 모터에 사용할 수 있는 모터 테스트 베드는 비용이 높고 이러한 유형의 테스트 베드 사용자는 일반적으로 전문 모터 수리 또는 개발 조직입니다.
6. “현실적인” 작동 조건이 고려되지 않습니다.



전기 모터 매개변수

전기 모터는 부하에 따라 특정 적용 분야용으로 설계되었으며, 따라서 모터마다 특성이 다릅니다. 이러한 특성은 NEMA(National Electrical Manufacturers Association) 또는 IEC(International Electrotechnical Commission) 표준에 따라 분류되며 모터의 작동 및 효율에 직접적인 영향을 끼칩니다. 각 모터에는 NEMA 또는 IEC 권고 사항에 따라 주요 모터 작동 매개변수 및 효율 정보를 세부적으로 명시한 네임플레이트가 있습니다. 네임플레이트의 데이터는 실제 작동 사용 모드와 모터의 요구 사항을 비교하는 데 사용될 수 있습니다. 예를 들어, 이러한 값을 비교하면 모터가 예상 속도 또는 토크 사양을 초과하고 있다는 사실을 알 수 있으며, 이러한 경우에 모터 수명이 단축되거나 조기 고장이 발생할 수 있습니다. 전압 또는 전류 불균형 등의 기타 효과와 낮은 전력 품질과 관련된 고조파도 모터 성능을 저하시킬 수 있습니다. 이러한 조건 중 하나라도 존재할 경우 모터는 “저감”해야 하며(감소되어야 하는 모터의 예상 성능), 이로써 충분한 기계력이 생성되지 않을 경우 공정 중단이 발생할 수 있습니다. 저감은 해당 모터 유형에 지정된 데이터에 따라 NEMA 표준에 근거하여 계산됩니다. NEMA와 IEC 표준은 약간의 차이는 있지만 넓은 의미에서는 같은 맥락입니다.

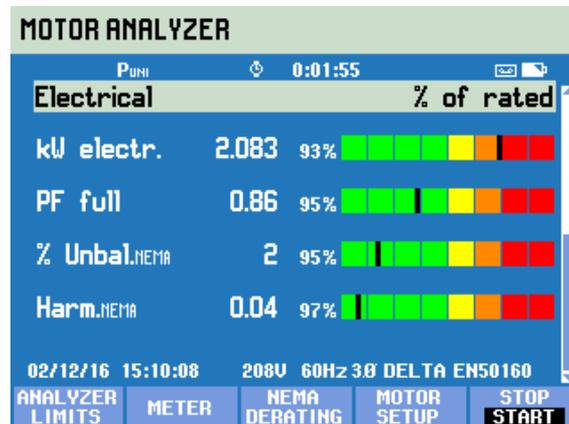
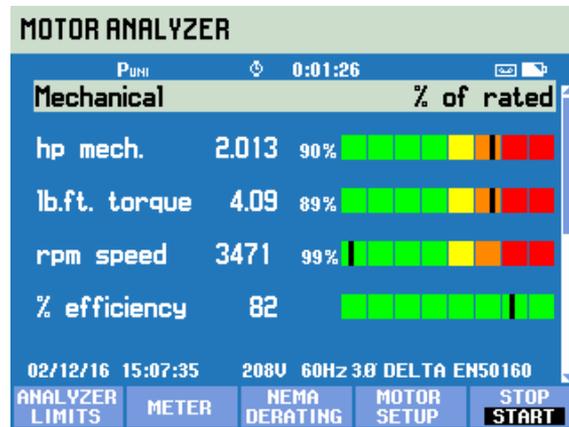
현실적인 작동 조건

모터 테스트 베드에서 전기 모터를 테스트한다는 것은 일반적으로 모터를 최상의 조건에서 테스트한다는 것을 의미합니다. 역으로, 모터 가동 중에는 일반적으로 최상의 작동 조건은 존재하지 않습니다. 작동 조건에서 이러한 차이는 모두 모터 성능에 영향을 미칩니다. 예를 들어, 산업 시설 내부에는 전력 품질에 직접 영향을 미치는 부하가 설치되어 시스템에 불균형을 일으키거나 잠재적으로 고조파를 유발할 수 있습니다. 이러한 각 조건은 모터 성능에 심각하게 영향을 끼칠 수 있습니다. 또한 모터에 의해 가동되는 부하는 모터의 원래 설계 목적과 일관되지 않거나 최적 아닐 수 있습니다. 부하가 모터가 처리하기에 너무 크거나 열악한 공정 컨트롤로 인해 과부하될 수 있으며 펌프 또는 팬 임펠러를 차단하는 이물질로 인한 과도한 마찰로 저지될 수 있습니다. 이러한 이상 증세를 포착하는 것은 어렵고 매우 시간 소모적일 수 있으며 효과적인 문제 해결이 어려워집니다.

새로운 접근 방식

Fluke 438-II 전력 품질 및 에너지 분석기는 모터 효율 테스트에 능률적이고 비용 효과적인 방법을 제공하여 외부 기계 센서와 비용이 높은 가동 중지 에 대한 필요성을 없애 줍니다. Fluke 430-II 시리즈 전력 품질 및 에너지 분석기에 기반한 Fluke 438-II는 직접 온라인 모터에 대한 기계적 매개변수를 측정하면서 전력 품질을 측정할 수 있는 완전한 기능을 갖추고 있습니다. 438-II는 3상 전력 측정과 함께 모터 네임플레이트(NEMA 또는 IEC 데이터)의 데이터를 사용하여 추가적인 토크 및 속도 센서에 대한 필요성 없이 속도, 토크, 기계력 및 효율을 포함한 실시간 모터 성능 데이터를 계산합니다. 또한 438-II는 작동 모드에서 모터 저감 계수를 직접 계산합니다.

Fluke 438-II가 이러한 측정을 수행하는 데 필요한 데이터는 기술자 또는 엔지니어가 입력하며 NEMA 또는 IEC 등급의 정격 전력(kW 또는 HP), 정격 전압 및 전류, 정격 주파수, 정격 cos φ 또는 전력 계수, 정격 작동 계수 및 모터 설계 유형이 포함되어 있습니다.



작동 원리

Fluke 438-II 유닛은 전기 파형 신호에 독점 알고리즘을 적용하여 기계적 측정값(모터 회전 속도, 부하, 토크 및 효율)을 제공합니다. 알고리즘은 일반적으로 고정자 저항 등의 모터 모델 매개변수를 측정하는 데 어떠한 사전 측정 테스트도 필요하지 않고 물리 기반 모델과 데이터 중심 모델을 통합합니다. 모터 속도는 전류 파형에 있는 회전자 슬롯 고조파를 통해 측정할 수 있습니다. 모터 샤프트는 잘 알려져 있지만 복잡한 물리적 관계에 의한 유도 모터 전압, 전류 및 슬립과 관련될 수 있습니다. 전기력은 입력 전류와 전압 파형을 사용하여 측정됩니다. 토크 및 속도 측정치를 획득한 후 기계력(또는 부하)은 토크에 속도를 곱하여 계산합니다. 모터 효율은 예상 기계력을 측정된 전기력으로 나누어 계산합니다. Fluke는 동력계를 구동하는 계기 모터를 사용하여 광범위한 테스트를 수행했습니다. 실제 전기력, 모터 샤프트 토크 및 모터 속도를 측정하고 438-II에서 보고한 값과 비교하여 정밀도 수준을 파악했습니다.

요약

전기 모터 성능 및 효율을 측정하는 기존 방법이 잘 정립되어 있지만 광범위하게 구현되어 있지 않습니다. 이는 상당 부분이 테스트 목적으로 모터, 때로는 시스템 전체를 셧다운함으로써 발생하는 가동 중지 비용 때문입니다. Fluke 438-II는 지금까지는 획득하기 아주 어렵고 비용이 높은 매우 유용한 정보를 제공합니다. 또한 Fluke 438-II는 시스템의 실제 작동 모드에서 첨단 전력 품질 분석 기능을 사용하여 전력 품질 상태를 측정할 수 있습니다. 외부 토크 및 별도의 속도 센서에 대한 필요성 없이 중요한 모터 효율을 간편하게 측정할 수 있으므로 가동 중에도 대부분 산업용 모터 구동 공정의 성능을 분석할 수 있습니다. 이를 통해 기술자들은 가동 중지를 줄일 수 있고 시간에 따라 모터 성능을 추이 분석할 수 있는 기회를 가질 수 있어 전반적인 시스템 상태와 성능에 대해 더 나은 판단을 내릴 수 있습니다. 성능의 추이 분석을 통해 임박한 모터 고장을 나타낼 수 있는 변화를 확인하고 고장이 발생하기 전에 교체할 수 있습니다.

Fluke. 보다 편리한 세상을 만들어 갑니다.

Fluke Corporation
PO Box 9090, Everett, WA 98206 U.S.A.

Fluke Europe B. V.
PO Box 1186, 5602 BD
Eindhoven, The Netherlands
자세한 내용은 다음으로 문의하십시오.
미국 (800) 443-5853 또는
팩스 (425) 446-5116
유럽/중동/아프리카
+31 (0)40 267 5100
또는 팩스 +31 (0)40 267 5222
캐나다 (800) 36-FLUKE 또는
팩스 (905) 890-6866
기타 국가 +1 (425) 446-5500, 팩스
+1 (425) 446-5116
웹 사이트: www.fluke.com

©2016 Fluke Corporation.
사양은 예고 없이 변경될 수 있습니다.
8/2016 6008191a-ko

이 문서의 수정은 Fluke Corporation 의 서면 허가 없이는 허용되지 않습니다.