

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

지능형 드라이브를 통한 상태 모니터링

산업 자동화 시스템의 혁신

새로운 천년의 시대로 전환하면서, 당사는 세계가 디지털화된 방식으로 전환하는 기술의 엄청난 변화를 목격하고 있습니다. 이것이 4차 산업 혁명입니다. 18세기 및 19세기 중에 발생한 최초의 산업 혁명은 증기 엔진의 발명으로 인한 기계적 혁명이었습니다. 19세기 말과 20세기 초반까지 2차 산업 혁명은 대량 생산, 전기화 및 통신 변화의 도입과 함께 펼쳐졌습니다. 이 기간을 전기 혁명이라고도 합니다. 20세기 후반에는 3차 산업 혁명으로 반도체, 컴퓨팅, 자동화 및 인터넷의 발전이 이루어졌습니다. 이 단계를 디지털 혁명이라고도 합니다.

4차 산업 혁명은 데이터 및 머신 러닝으로 구동되는 네트워킹 컴퓨터, 사람 및 장치의 결과로 나타났습니다. "Industry 4.0"이라는 용어는 상당히 애매하지만, Industry 4.0의 가능한 정의는 전체 가치 사슬에 걸쳐 디지털화의 모든 가능성을 활용함으로써 사람, 장치 및 시스템의 지능적인 네트워킹을 설명합니다.

Industry 4.0 자동화 시스템의 트렌드

모터 시스템에 대한 Industry 4.0의 영향은 "자동화 피라미드"에서 "네트워크 시스템"으로의 이동입니다. 이는 모터, 드라이브, 센서 및 제어 장치와 같은 시스템의 다양한 요소가 데이터 센터, 즉 클라우드에 상호 연결되어 있고 데이터 센터에서 저장, 처리, 분석 및 결정이 이루어지고 있음을 의미합니다.

그림: 자동화 피라미드

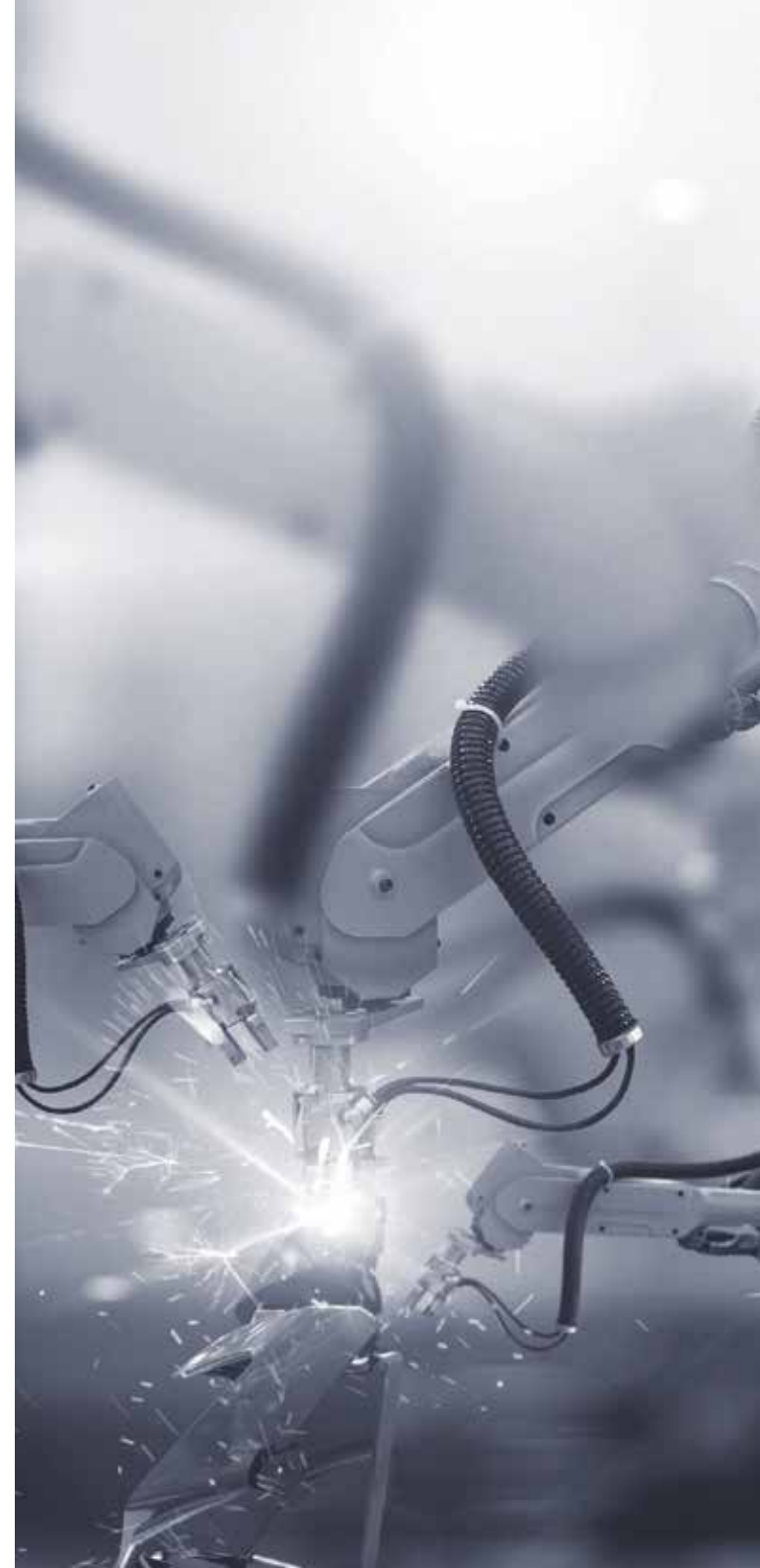
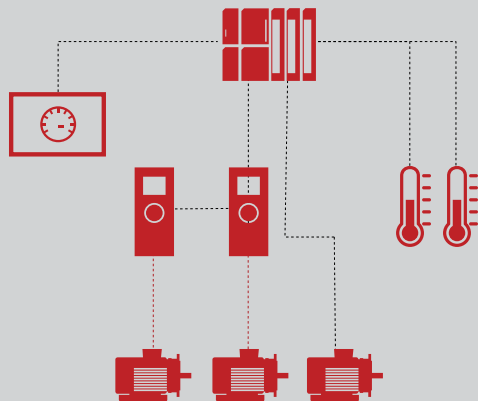
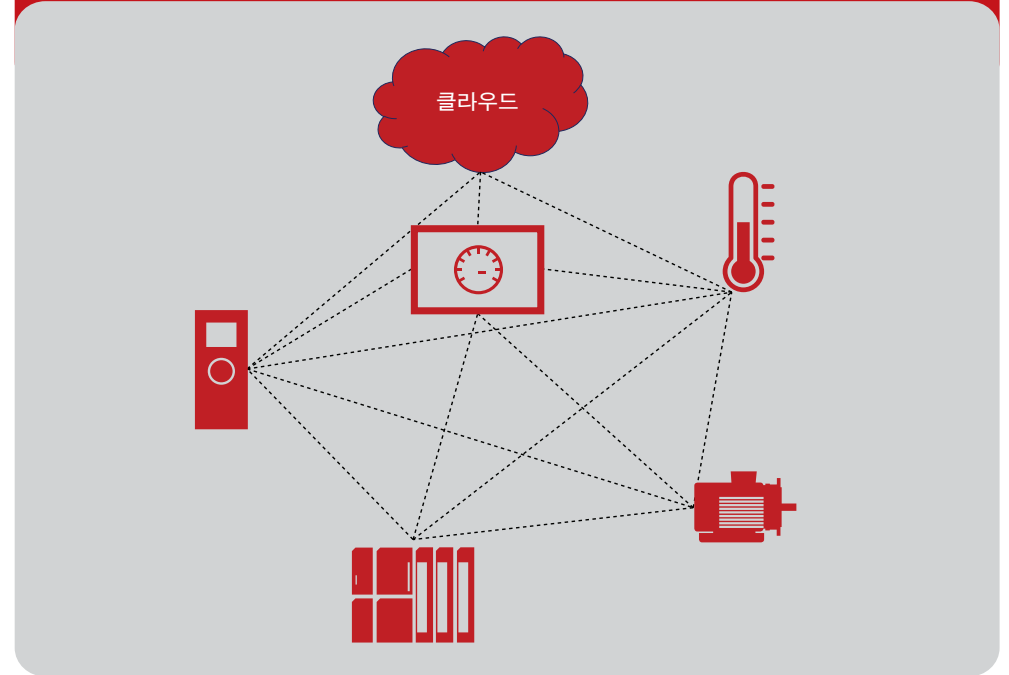




그림: 자동화 네트워크



자동화 네트워크에서 데이터의 양이 두드러집니다. 데이터는 주로 센서에 의해 생성되기 때문에 현대 자동화 시스템에서 센서의 수가 증가하고 있습니다. 팬, 펌프 및 컨베이어와 같은 모터 및 구동 기계는 데이터 네트워크의 참여구성요소가 아닙니다. 따라서 센서는 이러한 기계에서 데이터를 수집해야 합니다. 센서는 데이터를 활용하는 다양한 수단을 사용하여 데이터 네트워크에 연결됩니다. 첨단 상태 모니터링 시스템을 도입하는 동안 센서 및 연결에 대한 추가 비용이 종종 장벽이 되고 있습니다.

현대의 가변 속도 드라이브는 Industry 4.0 자동화 네트워크에서 새로운 기회를 열어줍니다. 전통적으로 드라이브는 모터 속도를 제어하기 위한 전력 프로세서로 간주되어 왔습니다. 오늘날 드라이브는 내장 처리 능력, 저장 용량 및 드라이브 내 통신 인터페이스의 장점을 사용하는 정보 체인의 일부이기도 합니다.

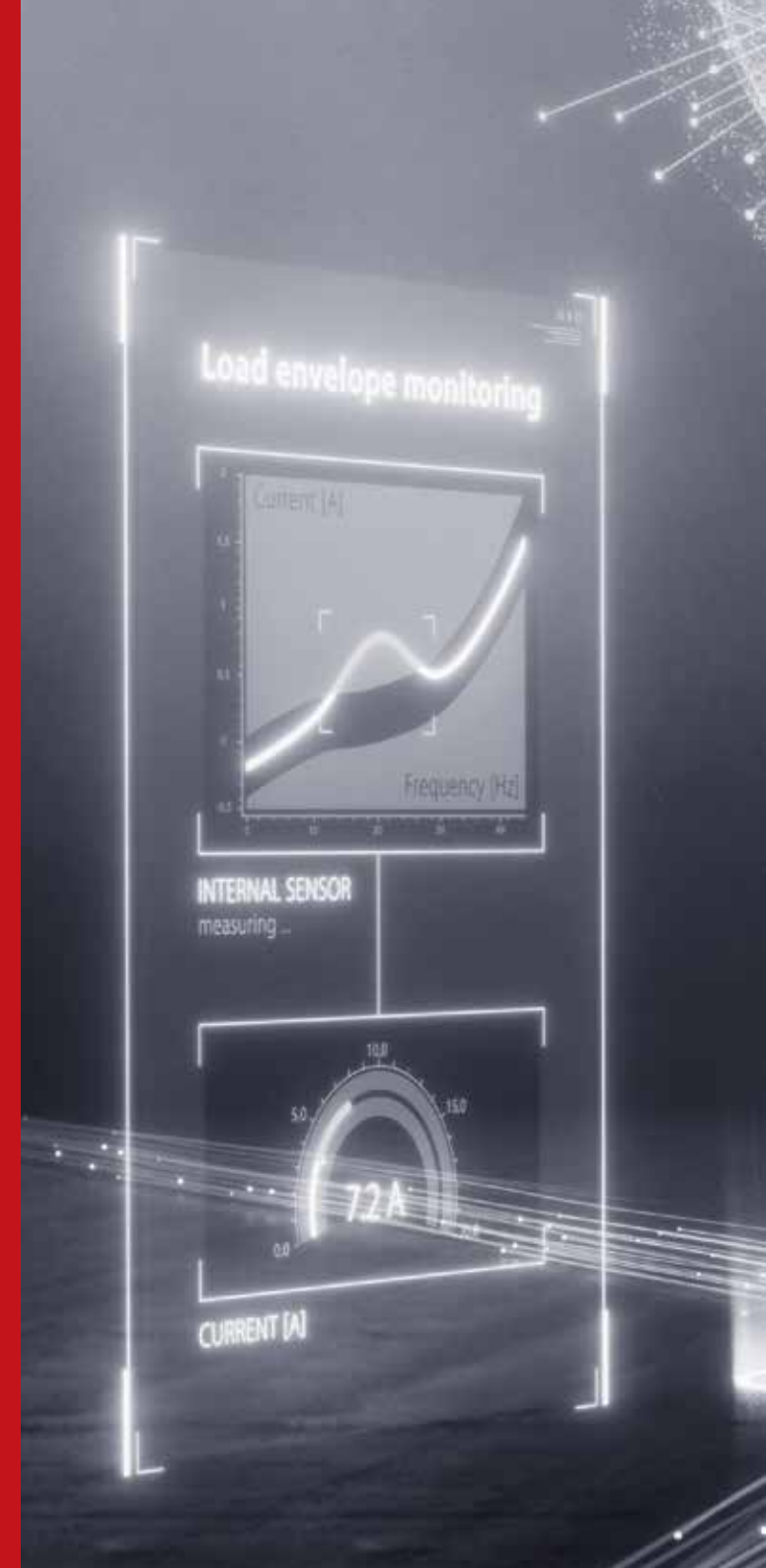
지능형 드라이브란 무엇입니까 ?

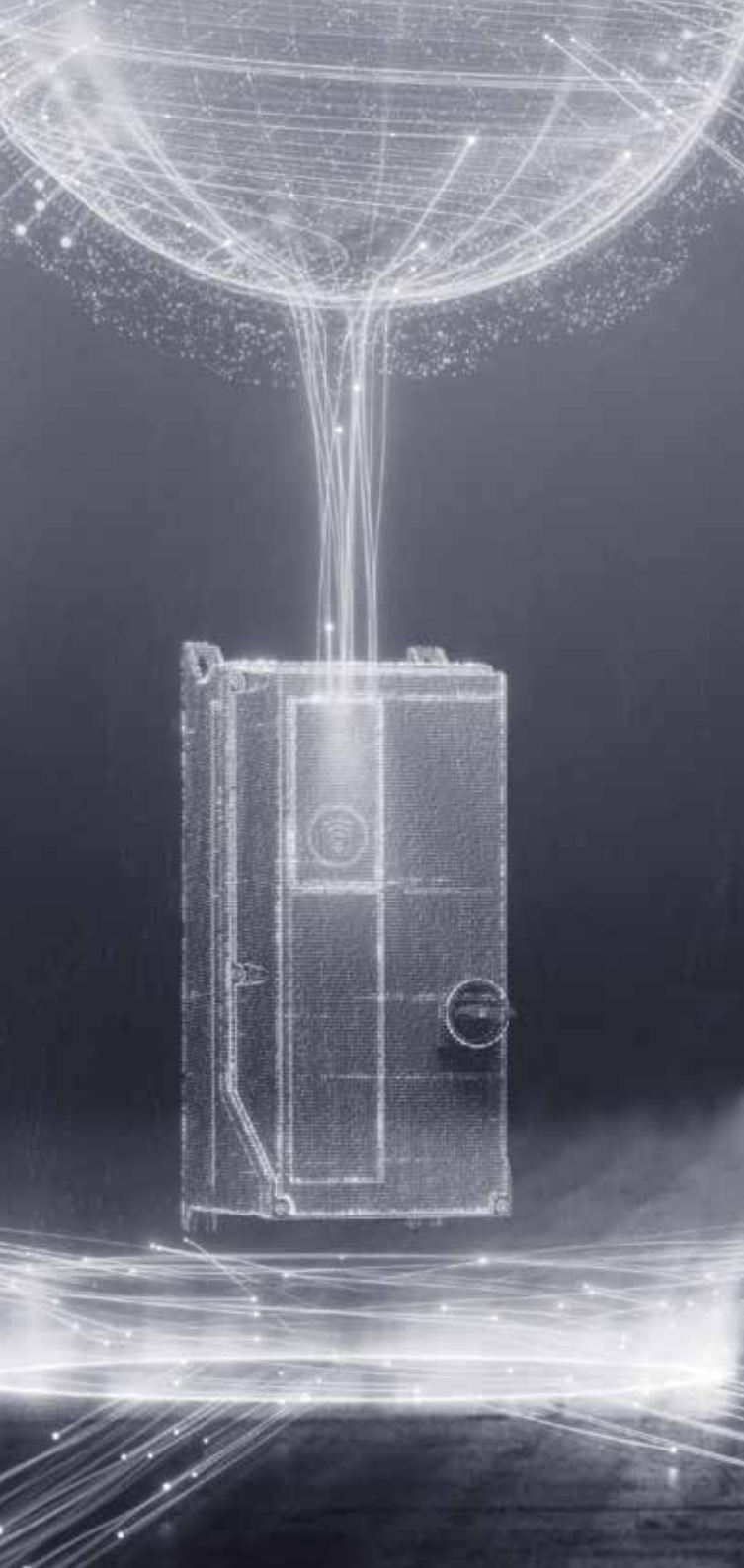
Industry 4.0 네트워크에서 드라이브는 중요한 역할을 하며 다음과 같은 몇 가지 사용 가능한 기능이 특징입니다.

- **보안 연결성:** 드라이브는 보안이 강화된 방식으로 다른 요소에 연결할 수 있습니다. 네트워크의 다른 요소에는 드라이브, PLC, 센서 및 클라우드가 포함될 수 있습니다.
- **드라이브는 센서 역할을 합니다:** 드라이브는 모터 전류 및 전압 기록 분석을 사용하여 모터 및 어플리케이션 성능을 감지합니다.
- **드라이브는 센서 허브 역할을 합니다:** 드라이브는 드라이브에 의해 제어되는 공정과 관련된 외부 센서로부터 데이터를 획득합니다.
- **드라이브는 제어기 역할을 합니다:** 드라이브는 어플리케이션 제약 이내에서 사용되는 경우 PLC를 대체할 수 있습니다.
- **"Bring your own device" 방식을 제공합니다:** 스마트 장치(스마트폰, 태블릿)에 무선 연결.

드라이브의 정보는 다음과 같이 확인할 수 있습니다.

- **순간 신호:** 내장 센서를 사용하는 드라이브에 의해 직접 측정되는 신호. 모터 전류, 전압, 드라이브 온도 및 그 파생 요소(전류 및 전압의 곱으로서 전력 공급 또는 모터 토크)와 같은 데이터. 또한 드라이브는 순간 신호를 제공하는 외부 센서를 연결하기 위한 허브로 사용할 수 있습니다.
- **간접 가공된 신호:** 순간 신호에서 파생된 신호. 예를 들어, 통계 분포(최대, 최소, 평균 및 표준 편차 값), 주파수 영역 분석 또는 미션 프로파일 표시기.
- **분석 신호:** 드라이브, 모터 및 어플리케이션의 조건을 제공하는 신호. 이 신호는 유지보수를 시작하거나 시스템 설계 개선을 유도하는데 사용됩니다.





모터 전류 기록 분석 기술을 사용하면 드라이브가 모터 및 어플리케이션의 조건을 모니터링할 수 있습니다. 이 기술을 통해 물리적 센서를 잠재적으로 제거하거나 감지할 수 없었던 조기 결함 신호를 추출할 수 있습니다. 예를 들어, 이 기술을 사용하면 기계적 부하 편심 또는 사전에 권선 결함을 감지할 수 있습니다.

센서 허브로서 드라이브의 개념은 외부 센서를 드라이브에 연결하는 것을 수반하므로 물리적 센서를 데이터 네트워크에 연결하는 게이트웨이가 필요 없습니다. 진동 센서, 압력 센서 및 온도 센서는 드라이브에 연결할 수 있는 센서의 예입니다. 이 컨셉트의 장점은 비용과 관련이 있을 뿐만 아니라 드라이브 내에 존재하는 각기 다른 유형의 데이터와 센서 데이터의 상관관계를 가능하게 합니다. 외부 센서와 모터 속도 간의 진동 수준 상관 관계는 진동이 속도에 따라 다르므로 확실한 예가 될 수 있습니다.

상태 기반 유지보수

다음은 다양한 종류의 유지보수 전략입니다.

- **수정 유지보수:** 결함 발생 후 제품을 교환합니다.
- **예방적 유지보수:** 제품에서 알람이 수신되지 않더라도 결함 발생 전에 제품을 교환합니다.
- **상태 기반 유지보수:** 제품의 실제 수명이 예상 수명과 다르고 발생가능한 근본 원인이 표시되었을 때 제품이 경고를 제공합니다.
- **예측 유지보수:** 제품에 대한 서비스 조치를 시작하기 위해 제품의 가동시간이 설계 수명에 도달하기 전에 경고를 제공합니다.

상태 기반 유지보수가 필요한 이유는 무엇입니까?

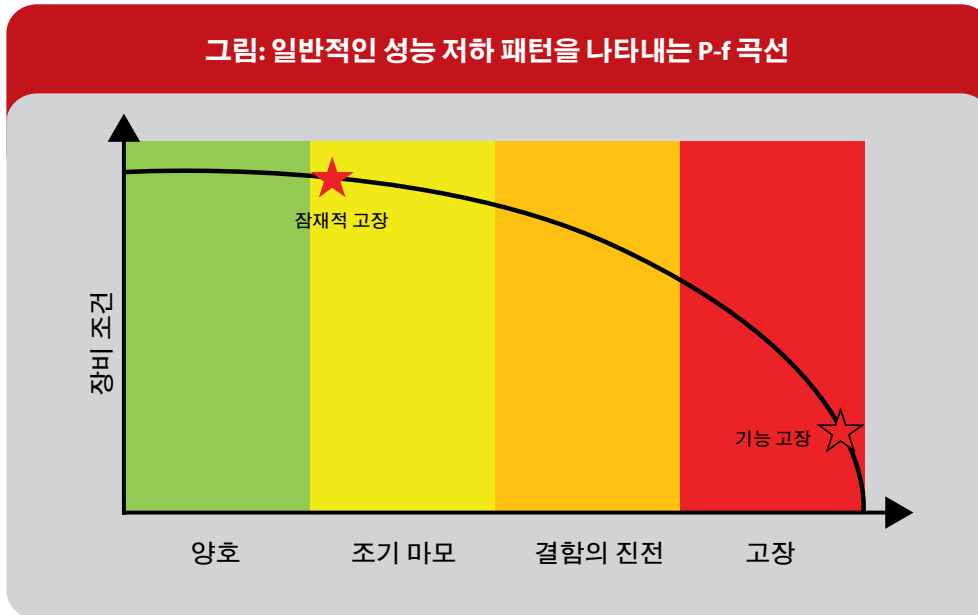
수정 및 예방적 유지보수는 결함(사고) 또는 시간 기반입니다. 따라서 결함(수정)이 발생한 경우 또는 사전 설정된 작동 시간(예방) 후 유지보수를 수행합니다. 이러한 유형의 유지보수는 실제 어플리케이션의 피드백을 사용하지 않습니다.

Industry 4.0의 도입과 센서 데이터의 가용성을 통해 이제 상태 기반 및 예측 가능한 유지보수가 가능해졌습니다. 이러한 유지보수 전략은 실제 센서 데이터를 사용하여 서비스 중인 장비의 상태(상태 기반 유지보수)를 진단하거나 향후 고장(예측 가능한 유지보수)을 예측합니다.

상태 기반 유지보수 개요 및 장점

상태 기반 유지보수는 실제 어플리케이션의 데이터를 기반으로 한 가장 쉽고 직관적인 유지보수 기술입니다. 획득한 데이터는 서비스 중인 장비의 상태를 모니터링하는데 사용됩니다. 이를 위해 주요 매개변수가 진행 중인 결함을 진단 할 수 있는 요소로 선택됩니다. 장비의 상태는 일반적으로 시간이 지날수록 나빠집니다. 이는 일반적인 성능 저하 패턴을 나타내는 P-f 곡선으로 설명됩니다. 장비가 의도된 기능을 수행하지 못할 경우 기능 고장이 발생합니다. 상태 기반 유지보수에 대한 아이디어는 실제 고장이 발생하기 전에 잠재적인 고장을 감지하는 것입니다.

그림: 일반적인 성능 저하 패턴을 나타내는 P-f 곡선



이러한 경우, 유지보수 조치 계획은 다음과 같은 많은 이점을 제공합니다.

- 가동 중단 시간 감소
- 예상치 못한 생산 중단 제거
- 유지보수 최적화
- 예비 부품 재고 감축





가변 속도 드라이브의 상태 모니터링 기능

상태 기반 유지보수의 핵심에는 장비 상태 모니터링이 포함됩니다. 가변 속도 어플리케이션의 경우, 어플리케이션의 상태는 종종 속도에 따라 달라집니다. 예를 들어, 진동 수준은 더 높은 속도에서 더 높아지는 경향이 있지만 이 관계는 선형적이지 않습니다. 실제로 특정 속도에서 공진이 발생할 수 있으며 속도가 증가하면 공진이 사라집니다.

독립적인 시스템을 사용하여 가변 속도 어플리케이션의 상태를 모니터링하는 것은 속도와 모니터링된 값을 속도와 상호 연관시킬 필요성이 있으므로 복잡합니다. 어플리케이션 속도에 대한 정보는 이미 드라이브에 있으므로 상태 모니터링("센서로서 드라이브" 또는 센서 허브로서 드라이브)에 드라이브를 사용하는 것은 이점이 있는 솔루션입니다. 또한 부하/모터 토크 및 가속에 관한 정보는 드라이브에서 쉽게 확인할 수 있습니다.

상태 모니터링은 3단계 절차를 따릅니다.

1. 기준선 설정
2. 임계값 정의
3. 모니터링 수행

기준선 설정

효율적인 상태 모니터링 시스템의 경우, 첫 번째 중요한 단계는 정상 작동 조건을 결정하고 정의하는 것입니다. 기준선을 확립하는 것은 기준선이라 불리는 어플리케이션의 정상 작동 조건을 정의하는 것을 의미합니다. 기준선 값을 결정하는 데에는 여러 가지 방법이 있습니다.

수동 기준선: 이전 경험을 사용하여 기준선 값을 정의할 때 알려진 값이 드라이브에 프로그래밍됩니다.

기준선 실행: 기준선은 시운전 중에 결정할 수 있습니다. 이 방법을 사용하면 사용 속도 범위에서 각 속도 구간에 대해 정상상태를 결정하는 학습과정이 수행됩니다. 그러나, 시운전 중 특정 시나리오에서는 어플리케이션이 최대 용량으로 실행되지 않거나 또는 초기 시스템 적응 기간이 필요할 수 있습니다. 이런 상황에서는 기준선 실행을 초기 적응 기간 후에 실행하여 가능한 한 정상 작동에 가까운 작동 상태를 포착해야 합니다.

온라인 기준선: 이것은 정상 작동 중 기준선 데이터를 포착하는 진보된 방식입니다. 이는 어플리케이션이 전체 속도 범위를 시험 할 수 없기 때문에 기준선 실행을 수행할 수 없는 경우에 유용합니다.

기준선을 설정한 후 다음 단계는 경고 및 알람에 대한 임계값을 생성하는 것입니다. 임계값은 사용자가 알람을 받아야 하는 기간 중에 어플리케이션의 상태를 나타냅니다. 장비의 상태를 표시하는 다양한 방법이 있으며 업계에서 가장 인기 있는 한 가지 방법은 **VDMA specification 24582 Fieldbus neutral reference for condition monitoring in Automation**에 설명된 4가지 색상의 신호등을 사용하는 것입니다.





색상은 다음을 나타냅니다.

- **녹색:** 장비가 양호한 상태이며 효율적으로 작동하고 있음을 나타냅니다.
- **황색:** 경고 1단계를 나타내며 첫 번째 임계값이 초과되었음을 나타냅니다. 유지보수 조치는 유지보수 직원이 계획할 수 있습니다.
- **주황색:** 경고 2단계 또는 심각한 상황을 나타내며 두 번째 임계값이 초과되었음을 나타냅니다. 즉각적인 유지보수 조치는 유지보수 직원이 수행해야 합니다.
- **적색:** 알람을 표시하고 기계가 정지하며 수정 유지보수가 필요함을 나타냅니다.

경고 및 알람 임계값 정의

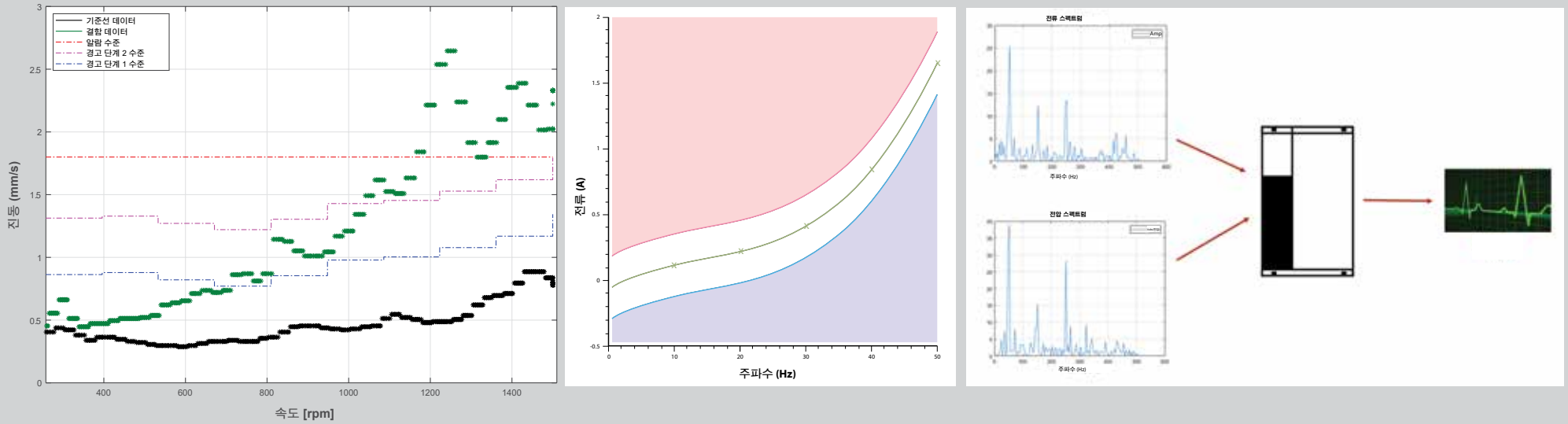
다음 방법을 사용하여 임계값을 정의합니다.

- **앱솔루트:** 이는 장비의 위험 경계값이 이미 알려진 경우 일반적인 방법입니다. 임계값은 측정된 기준선 값과 관계 없이 고정된 값을 가집니다. 예를 들어, 작업자가 장비의 절대 한계를 알고 있다면 알람 임계값에 대해 절대값이 설정할 수 있습니다. 진동 모니터링의 경우 ISO 10816/20816과 같은 표준에 설명된 한계값을 절대값으로 알람 임계값에 사용할 수 있습니다.
- **오프셋:** 임계값 설정 방법은 어플리케이션 및 기준선 값에 대한 이해를 필요로 합니다. 임계값은 사용자 정의 오프셋이 선택된 기준선 값에 따라 달라집니다. 이 방법의 경우 상태 이상에 대한 잘못된 판정으로 이어질 수 있는 매우 낮거나 혹은 높은 경계치 설정으로 이어질 위험이 있습니다. 잘못된 설정은 결함 발생 시에도 반응하지 않는 모니터링을 야기할 수 있습니다.
- **계수:** 이 방법은 어플리케이션에 대한 이해가 덜 필요하기 때문에 오프셋보다 사용하기 쉽습니다. 임계값은 기준선 값에 계수가 곱해지는 것에 따라 다릅니다. 예를 들어, 임계값은 기준선의 150%일 수 있습니다. 이 경우의 위험은 매우 높은 임계값이 설정되는 것입니다.

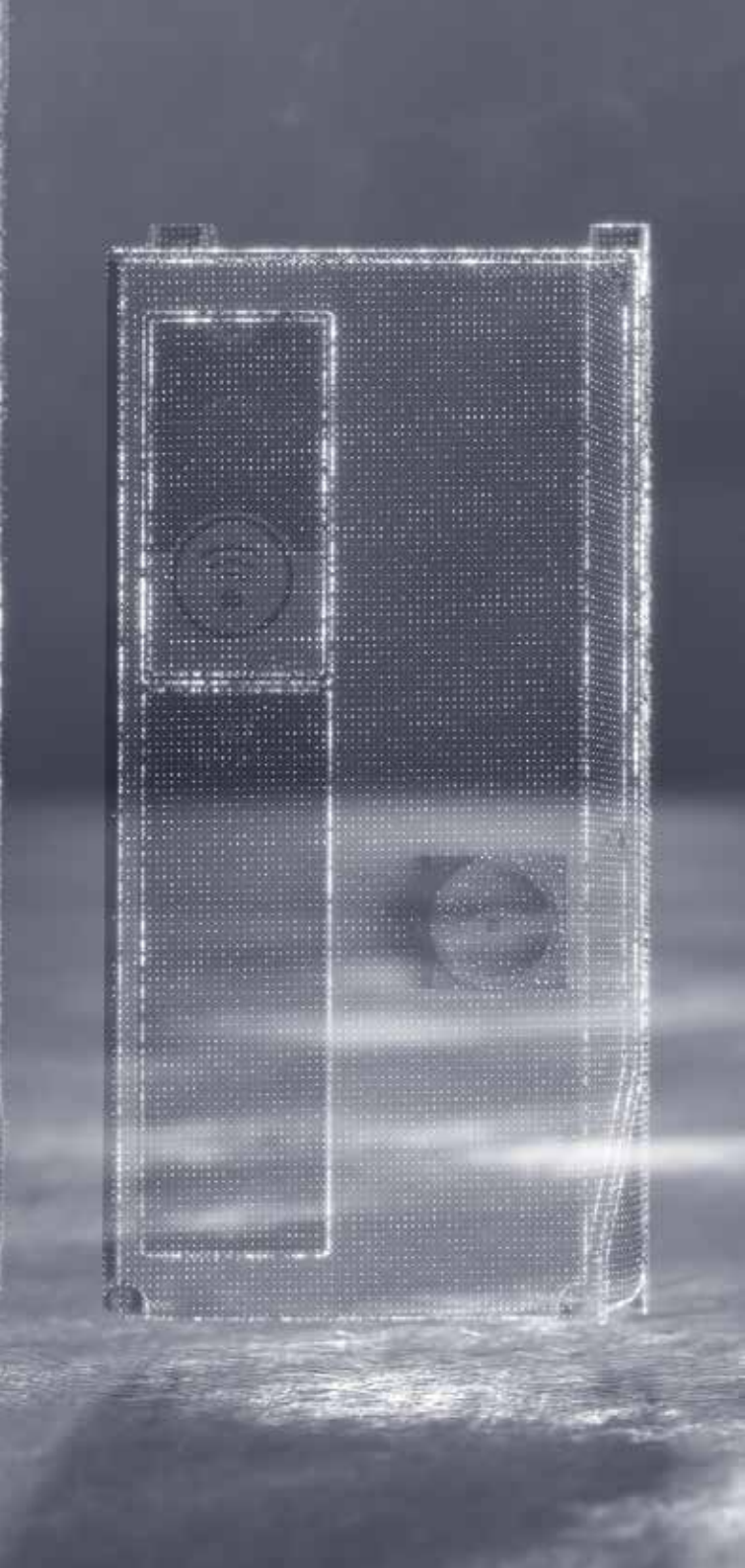
모니터링

모니터링은 임계값과 연속 비교를 통해 수행됩니다. 정상 작동 중에는 실제 값을 임계값과 비교합니다. 모니터링한 파라미터가 사전 정의된 시간 동안 임계값을 초과하면 경고 또는 알람이 활성화됩니다. 타이머는 필터 역할을 하도록 구성되어 있으므로 짧은 과도 현상이 발생할 경우에는 경고 및 알람을 발생시키지 않습니다.

그림: 상태 기반 모니터링 기술



실제 모니터링된 값은 LCP, 필드버스 통신 또는 IoT 통신을 통해 드라이브에서 읽을 수 있습니다. 또한 특정 경고 및 알람에 대응하도록 디지털 출력을 구성할 수 있습니다. 일부 드라이브에는 내장 웹 서버가 있어서 상태 진단을 읽을 때도 사용할 수 있습니다.



결론

오늘날 드라이브는 단순한 전력 프로세스가 아닌 그 이상입니다. 센서 및 센서 허브의 역할을 하고 연결 기능을 활용하여 데이터를 처리, 저장 및 분석하는 기능을 갖춘 드라이브는 현재의 자동화 시스템에서 필수적인 요소입니다.

드라이브는 종종 자동화 설비에 이미 존재하므로 Industry 4.0으로 업그레이드할 수 있는 기회가 많습니다.

이를 통해 상태 기반 유지보수와 같은 유지보수를 실행하는 새로운 방법을 사용할 수 있습니다. 이 기능은 이미 일부 드라이브에서 사용할 수 있으며 초기 사용자는 이미 드라이브를 센서로 사용하기 시작하고 있습니다.

자세한 정보는 **danfoss.com** 을 방문하십시오

제품 설명서, 카탈로그 설명서, 광고 등에 있는 제품의 선택, 적용 또는 사용, 제품 디자인, 중량, 치수, 용량 또는 그 밖의 기술관련 데이터를 포함하되 이에 국한되지 않은 모든 정보는, 서면이나 구두로 볼 수 있는 것이든, 전자적으로 볼 수 있는 것이든, 온라인이나 다운로드 방식으로 볼 수 있는 것이든 상관없이, 이는 정보의 고지로 간주되며, 견적서나 주문확인서에 명시적으로 언급이 된 정보에 한하여 그 범위 내에서만 구속력을 가집니다. Danfoss는 카탈로그, 브로셔, 동영상 및 기타 자료의 오류에 대해 그 책임을 일체 지지 않습니다. Danfoss는 통지 없이도, 제품에 대해 변경을 가할 수 있는 권리를 보유합니다. 이 권리는 그러한 변경이 제품의 형식, 적합성 또는 기능에 영향을 미치지 않는다는 가정하에 주문되었으나 아직 배송되지 않은 제품에도 적용됩니다. 이 자료에 실린 모든 상표는 Danfoss A/S 또는 Danfoss 그룹사의 재산입니다. Danfoss와 Danfoss 로고는 Danfoss A/S의 상표입니다. All rights reserved.