

파워 모니터링 시스템의 효율적 운용방안에 관한 연구

박기홍, 김남호, 황용연, 김만고
부경대학교

A Study on Efficient Operation Method of Power Monitoring System

Ki-Hong Park, Nam-Ho Kim, Yong-Yeun Hwang, and Marn-Go Kim
Pukyong National University

ABSTRACT

본 논문에서는 기존의 에너지 절약 (Energy-Saving)을 위한 파워 모니터링 (Power Monitoring) 기능을 에너지 모니터링 뿐 아니라 최신 트렌드에 맞춘 생산효율 증대의 관점에서 확대 적용 가능성을 제안한다.

1. 서론

4번째 산업혁명이라 일컫는 인더스트리 4.0 (Industry 4.0) 은 생산 기기와 생산자간의 소통 체계를 구축하고 생산과정 전체를 최적화하기 위한 기반으로 "스마트 팩토리 (Smart Factory)", "사이버물리 시스템 (CPS)" 등 수많은 수식어를 만들었다.

여기서 스마트 팩토리의 주된 목적은 공정생산에 있어 공장의 경쟁력인, 원가절감 및 품질향상을 위해 공장 운영의 최적화 하는데 이의를 두고 있다.

스마트 팩토리는 제품의 기획, 설계, 제조, 공정, 판매 등 전 과정을 IT로 통합, 최소비용과 최소시간으로 제품을 생산하는 공정이다.

이러한 스마트 팩토리 흐름에 따라, 파워 모니터링을 이용하여 에너지 절약 및 공정생산의 최적화 시스템을 구성 하고자 한다.

원자재 값, 인건비 상승으로, 각 산업현장에서는 에너지에 대한 중요성이 커지고 있다.

또한 에너지관리를 통해 온실가스 배출량, 에너지 비용 및 그 밖의 관련된 환경영향을 저감시키고, 이를 지역적, 문화적, 사회적 조건에 무관하게 모든 종류 및 규모를 조직화 하기 위해 ISO 50001 (Energy management system - Requirement with guidance for use) 이라는 표준을 만들어 한국 산업표준으로 제정 하고 있다.

ISO 50001 의 에너지 관리를 위해서는 파워 모니터 설치가 기본적으로 필요로 하다.

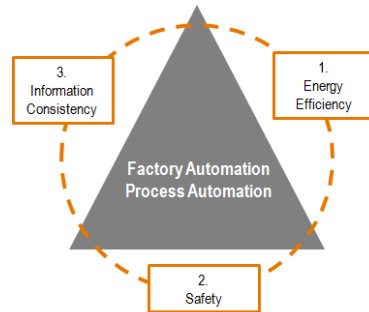
파워 모니터의 기본 특성은 전압 (voltage V), 전류 (current I), 전력 (power kw, kw/h), 실효값 (cos φ) 등의 다양한 측정이 가능하며, 이러한 데이터는 1mA 의 최소 단위를 0.1 sec 의 속도로 업데이트 되어진다.

이 측정계기는 스마트 팩토리, 사물 인터넷에 발맞춰 모니터링 뿐 아니라 통신 (RS-485 / Ethernet/IP) 에 대한 기능을 가지고 있다.

이 통신 기능 또한 다양한 솔루션에 적용이 가능하며, 현 산업현장의 생산 현황, 에너지 효율, 장비의 유지 보수 등 많은 활용도를 가진다.

2. 파워모니터링 최신 트렌드

흔히 글로벌 메가트렌드 (Global Mega Trend) 가 일컫는 기본 개요는 에너지 효율 (Energy Efficiency)에서 시작 된다.

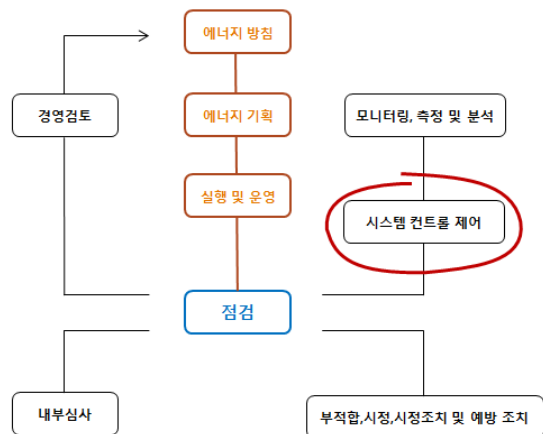


(그림 1) 글로벌 메가트렌드 구성도

글로벌 메가트렌드의 기준은 공장 자동화 라는 큰 틀에서 3가지의 구성요소를 이루며, 에너지 측정, 2중화 원칙의 안전 (Safety), 정보 수집 관리 (Information Consistency)라는 항목이 존재 한다.

본 논문에서는 파워 모니터링을 이용하여 에너지 절약, 모터 안전 차단의 이중화, 모터동작 관리 데이터 수집 등 글로벌 메가 트렌드에 맞춰 시스템을 구성 하고자 한다.

파워 모니터를 이용한 최신 트렌드의 구축 방안의 기본은 에너지 관리 시스템인 ISO 50001을 토대로 구성하되, 모니터링, 측정 및 분석 단계, 시스템 컨트롤 제어 단계를 추가하여 구축하고자 한다.



(그림 2) ISO 5001 흐름에 부가된 시스템 제어

3. 파워모니터링 적용 방식

파워 모니터링을 이용한 장비 컨트롤의 기본 관점은 입력, 연산, 출력에 대한 3대 요소를 바탕으로 동작한다.

여기서 입력은 파워 모니터를 이용한 각종 입력값을 정의하며, 연산자는 산업 현장에서 가장 널리 사용되는 PLC로 가정한다.

출력 장치는 모터 동작을 하드웨어로 동작하는 전자 접촉기 (Magnetic Contactor) 정의한다.

연산자에 해당되는 PLC (programmable logic controller) 산업현장에서 가장 폭 넓게 사용되는 제어기기이며, 많은 통신 방식을 지원하는 장치이다.

파워 모니터의 입력 수치를 PLC로 전달하는 과정은 매우 중요하며, 입력에 대한 오차 및 속도에 따라 에너지 모니터링 측정 및 컨트롤 제어의 큰 차이를 가진다.

그리하여, 파워 모니터의 통신 방식은 매우 중요하다.

파워 모니터는 대부분 RS-485 통신을 기본으로 지원하며, 이 통신 정보는 시리얼 이더넷 컨버터 (Serial to Ethernet Converter)를 이용하여, PLC 또는 PC 로 정보를 전송 한다.

또한 이더넷 (Ethernet) 통신을 기본으로 장착되어 있는 제품, 필드버스 (Field Bus) 또한 내장된 제품 등으로 통신 방식에 대한 활용도 또한 매우 다양하며, 각 현장에 맞춰 적용한다.

4. 파워 모니터링 솔루션에 대한 고찰

파워 모니터링의 파워 모니터 사용 목적은 에너지 세이빙을 위한 전력 모니터링이다.

파워 모니터를 이용하여, 무효 전력, 유효 전력 등을 계산하여, 보다 효과적인 에너지 소비를 이루는데 목적이 있다.

파워 모니터의 기존 목적을 추구하며, 파워 모니터링을 이용한 모터 컨트롤은 하나의 부가적 생산 능력 향상이라 볼 수 있다.

현 생산 방식의 모터 보호 회로를 파워 모니터링을 이용하여, 1차 하드웨어적으로 보호 하며, 2차적 소프트웨어를 이용한 2중화 보호 개념이라 할 수 있다.

현 1차 하드웨어 보호는 차단기(Molded Case Circuit Breaker) 또는 EOCR (Electronic Overload Relays) 이 했던, 모터 보호기능을 파워 모니터링을 통해 2중화 보호 하며, 이러한 데이터를 수집 관리하여, 데이터를 유지 보수에 참고 한다.

여기서 차단기 또는 EOCR의 동작시의 단점은 모터의 문제가 생기면 바로 차단되는 단점 및 보전의 어려움 및 데이터 수집에 대한 어려움이 있다.

또한 소프트웨어의 개념은 PLC를 이용한 제어를 의미한다.

모든 자동화 장비에 대한 모터 컨트롤 (Motor Control)은 필수 동작이다.

프로그램을 이용한 모터 부하제어는 자동화 시스템의 기본적인 플로어차트에 의해 동작을 구분하며 제어 하며, 플로차트의 생산 순서는 종전 생산성과 동일하며, 파워 모니터링을 이용한 측정 부분이 추가로 이루어진다.

모든 동작은 동작준비 (Run Ready)의 의해 동작하며, 동작 중 모터의 높은 전류가 측정되면, 평균치의 값과 비교하여, 동작 준비 조건을 위해, 장비에 대한 동작을 중지 한다.

이러한 동작은 각 제어기기의 모터(Motor) 동작시 평균 전류값에 대한 데이터가 필요로 하며, 이러한 데이터는 산업 현장에서 꼭 필요한 데이터 이다.

각 모터의 평균 전류값 및 파워 모니터에 대한 측정값을 조합하여, 장비 동작에 대한 최적의 동작 상태에 대한 데이터 값을 수집한다.

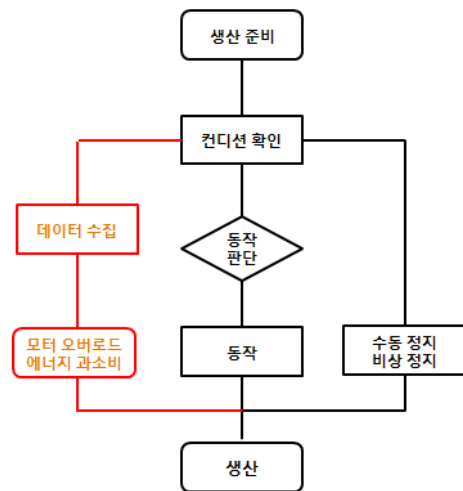
이 수집에 대한 동작은 PLC프로그램 (Program)을 이용하여 조합 명령 한다.

여기서 조합에 대한 필요성은 한 장비에 있어 모든 모터가 동시에 가동되지 않는 특성을 가지고 있으며, 각 동작에 대한 동작 특성에 대한 파악이 필요로 하며, 이 동작에 대한 명령 또한 PLC 에서 제어하기 때문에 조합은 어렵지 않다.

프로그램 및 프로그램을 위한 컨트롤러의 사양에 따라 과부하에 따른 동작 정지 조건을 저장하여, 어떠한 동작에 모터가 정지하였는지 데이터화 가능하다.

이 데이터 정리 방식은 동작 온도, 동작 시간 등을 데이터화 하여, 장비 운용에 대한 효율적 생산 계획 또한 가능하다.

파워 모니터의 모니터링은 단순 에너지 세이빙에 국한 되는 것이 아니라, 글로벌 메가트렌드에 발맞춘 획기적인 시스템 이며, 이 시스템을 효과적으로 운용하기 위해서는 본 논문에서 시사하는 바와 같은 노력이 필요로 하다.



(그림 3) 생산을 위한 플로차트 개요

```

Network 1 : Motor Run
Comment :
A "Run_Ready" M100.0 --- Production Run Ready
A "Eng_Normal" M200.0 --- Emergency Stop Normal
AN "PM_OVR_Check" M300.0 --- Power Monitor Overload Check
= "Motor_Run" Q10.0 --- Motor Run

Network 2 : Power Monitor Overload Check
DB16,DB02 // Motor Normal Current
DB16,DB06 // Power Monitor Feedback Current

L DB16,DB0 2
L DB16,DB0 6
<D
= "PM_OVR_Check" M300.0 --- Power Monitor Overload Check

Network 3 : Power Monitor Data Move
DB16,DB06 // Power Monitor Feedback Current
DB17,DB06 // Motor Current Alarm Data Save

A "PM_OVR_Check" M300.0 --- Power Monitor Overload Check
JNB _001
L DB16,DB0 6
T DB17,DB0 6
_001: NOP 0
  
```

(그림 4) 모터 과부하 감지 모터 정지 참고 프로그램 (Program - Siemens Step7)