

작업환경관리 센서 및 시스템 개발

곽광중*, 임창섭*, 민남기**
*대양전기공업(주), **고려대학교

Development of Environment and Energy Management Systems in Commercial Building and Factory

Kwang-Jong Kwak*, Chang-Seob Lim*, Nam Ki Min**
*DAEYANG ELECTRIC CO., LTD, ** Korea University

Abstract - 공장, 상용 빌딩, 선박 등의 작업장 내에서 생산성, 품질, 에너지, 안전사고 등의 제반요소들을 종합 관리할 수 있는 개별 센서 및 종합시스템을 개발하였다. 개발된 시스템 사양은 다음과 같다. 입력전압:12~24V, 스캔 간격:100kHz, 펄스 채널: 8, 여기 채널: 8, 여기전압: ±5000 mV, 입력임피던스: 2.5GΩ, 사용온도: -25~50℃.

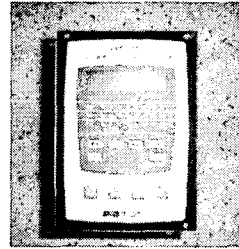


그림 2 전용 콘트롤러

1. 서 론

현재 세계 각 국은 무한경쟁시대에서의 생존을 위하여 자국의 산업생산력을 극대화하는데 총력을 기울이고 있다. 이러한 현실에서 수출중대와 직결되는 생산현장의 관리에 대한 관심이 어느 때 보다 고조되고 있어, 다양한 형태의 생산현장의 상황을 보다 정밀하고 신속하게 측정·제어할 수 있는 고정밀·고신뢰성의 센서와 시스템 개발이 요구되고 있다.

본 연구에서는 공장 등의 작업장내에서 생산성, 품질, 에너지, 안전사고 등의 제반요소들을 종합 관리할 수 있는 개별 센서 및 종합시스템을 개발하였다. 작업환경의 중요한 요소인 온도, 습도, 화재, 가스, 조명, 전력 등을 원격으로 실시간 계측 및 제어하는데 적합한 센서를 개발하였고, 각 센서에서의 정보를 저장, 처리 및 분석하여 적절한 조치를 취할 수 있는 데이터 로거를 제작하였으며, 최종적으로 센서 및 데이터 로거(data logger)의 통합관리를 할 수 있는 종합관리시스템을 개발하였다.

2. 관리 시스템의 구성

그림 1(다음 장)은 개발된 종합시스템의 구성도와 외형을 나타낸 것이다. 종합시스템은 기본적으로 전용 콘트롤러 4개와 경보시스템 및 제어 시스템으로 구성되며, 구조는 자립형과 벽부착형으로 되어 있다. 아날로그 및 디지털 출력이 가능하며 4점접 릴레이가 설치되어있고, RS-232C 및 RS-485 통신 기능을 갖는다. 시스템 전원을 안정하게 공급하기 위하여 SMPS를 사용하였다.

2.1 전용 콘트롤러

센서에서의 신호 값은 데이터 로거에 1차적으로 수집되고, 이후 종합시스템의 전용 콘트롤러는 데이터 로거에서의 통신을 이용하여 감시 및 제어의 기능을 수행하게 된다. 전용 콘트롤러에는 각 센서에서의 기준 범위의 설정값을 입력할 수 있고, 이 설정값을 벗어나는 신호가 감지될 경우 알람 신호가 발생되도록 하였다. 또한, 신호값의 설정값에 따라 릴레이(relay)를 작동시킬 수 있기 때문에 환경의 제어가 가능하다. 상황발생시 LED와 LCD에 동시신호가 발생되도록 하였다. 그림 2는 개발된 전용 콘트롤러의 외관이다.

2.2 데이터 시뮬레이터

제작된 시스템의 특성검사를 위하여 데이터 시뮬레이터를 제작하였다. 시뮬레이터는 온·습도, 가스, 전력, 화재, 조도에 해당하는 전류 신호 및 통신신호를(RS-485)출 수 있으며 이를 통하여 종합시스템에 실제 센서를 연결하지 않고도 시스템의 정상동작여부를 확인할 수 있게 하였다.

2.3 센서류

개발된 센서는 홀소자와 전력계, 온도센서, 습도센서, NDIR 가스센서, 조도센서 등이다.

그림 3은 개발된 홀 소자와, 이를 이용한 홀소자식 전력계이다. 전력계는 3개의 신호 변환 모듈, 1개의 신호 처리 모듈로 구성되어, 특성은 측정범위:0 - 500A, 0 - 150KHz, 오차범위:±1%FS, 선형성:±1%FS, 반복성: ±2FS%, 사용온도: -40~ 140℃이다.

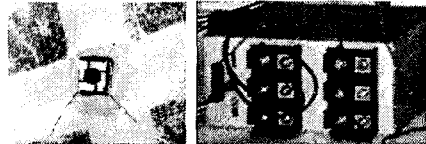
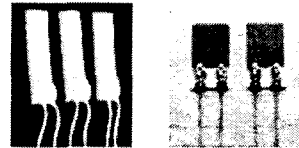


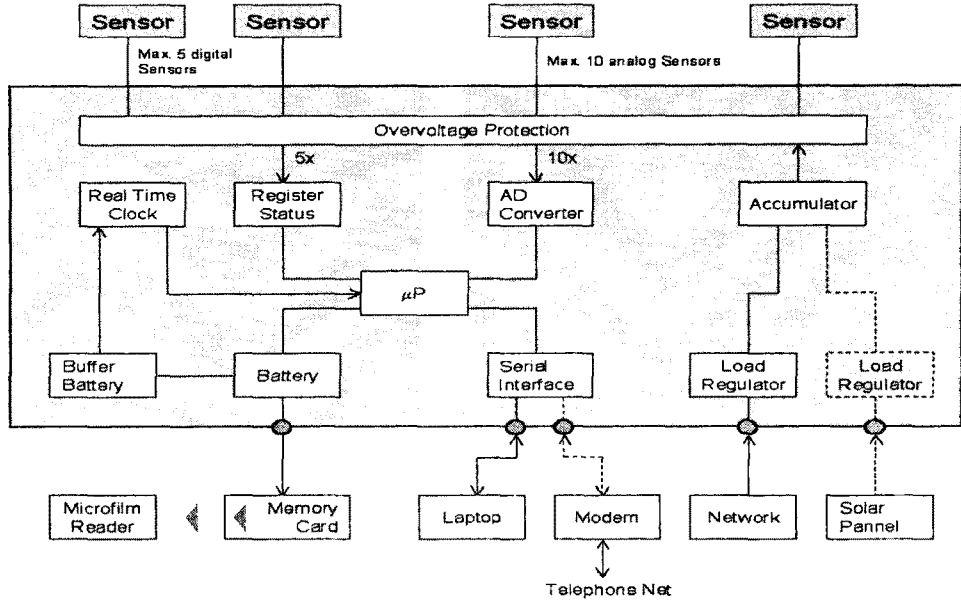
그림 3 홀 소자와 전력계

그림 4는 온도센서와 습도센서의 외관이다. 온도센서는 백금박막을 이용한 RTD이고, 습도센서는 고분자를 이용한 정전용량형 정밀습도센서이다. 제작된 습도센서의 특성은 다음과 같다. 감도: 0.5689 pF/%RH, 비선형성: 1.5%RH 미만, 히스테리시스: 약 1.5%RH, 감도특성의 온도 의존성: 0.08pF/℃, 주파수 특성: 10, 100kHz에서 직선적.

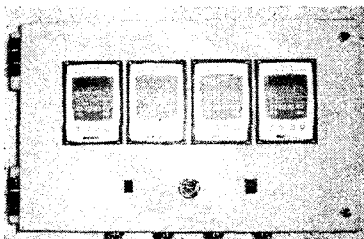


(a) 온도도 (b) 습도센서

그림 4 (a)온도와 (b)습도센서



(a) 구성도



(b) 외형

그림 1 개발된 종합 시스템

그림 5는 NDIR 가스센서이다. 개발된 필터는 CO_2 : $4.25 \pm 0.5 \mu m$, CO : $4.64 \pm 0.5 \mu m$, SOx : $8.2 \pm 0.5 \mu m$, NOx : $5.3 \pm 0.5 \mu m$ 이다. CO_2 및 CO 가스에 대한 감도를 측정한 결과, 0 - 5000 ppm까지의 농도변화에서 CO 및 CO_2 모두 오차율 5%이내를 만족함을 확인하였고, 주위 가스 농도의 지속적 증가와 감소시의 히스테리시스 곡선이 거의 직선으로 나타남을 알 수 있었다.



그림 5 NDIR 가스센서와 모듈

그림 6은 제작된 조도센서의 외관이다. 센서 출력의 오차범위는 $\pm 3\%$ 이내이고, 외부온도 변화에 대한 영향을 시험한 결과 온도범위 $-40 \sim 100 \text{ } ^\circ C$ 에서 출력전압의 $\pm 1\%$ 이내를 만족시켰다.

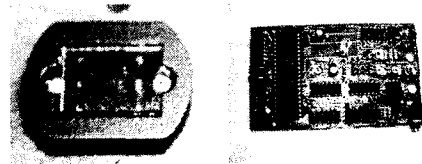


그림 6 조도센서와 모듈

그림 7은 개발된 데이터 로거로, 장기간 작업환경요인들을 동시에 모니터링하기 위한 장소에 사용된다. 6 채널 데이터 로거에서 Microprocessor는 저전력이면서 A/D를 내장하고 있어 시스템 구축이 용이한 MSP430F149(TI사)를 사용하였다. sleep mode에서 전력소모가 10uA이하로 되기 때문에 시스템의 소비전력은 작다. 데이터 저장을 위한 메모리의 경우는 충분한 메모리 용량과 전원이 꺼졌을 때도 데이터를 기억할 수 있도록 하기 위해 1M bit 용량의 flash memory 인 M25P10을 사용하였다. data logger의 시간 기능을 위해 time Keeper chip을 사용하였고, LCD는 8ch 2line LCD를 사용하였다. Step up IC를 사용해서 1.5V 전지 두 개만으로 간단하게 시스템을 구성 할 수 있도록 하였다. 외부와 통신하기 위해서 MAX232 와 MAX485 IC를 사용하였다. 개발된 제품의 사양은 다음과 같다. 8 bit accuracy, Analog/Digital input, Coupling: AC, DC, GND, Input memory: static RAM, Over voltage protection: Max 250Vrms.

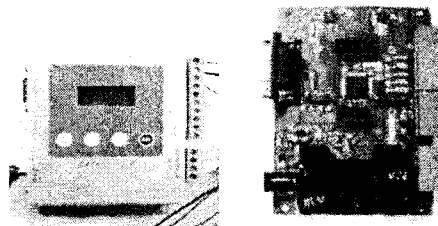


그림7 데이터 로거

3. 종합관리 시스템 구축 예 및 시연

종합시스템의 시연을 위하여 clean room 내에 시험 장치를 구성하였다. 온·습도, 조도, 가스센서 및 데이터 로거는 glove box 내에 설치하였으며, 화재센서 및 전력계는 시험 특성상 glove box 외부에 설치하였다. glove box 내부에는 램프를 이용한 조도변화가 가능하도록 하였고, CO₂가스의 유입이 가능하도록 하여 조도센서 및 가스센서의 특성시험을 원활하게 하였다. 전력계는 건물 내부의 배전반에 연결하였으며, 종합시스템에 노트북을 연결하여 실시간으로 센서의 신호 값을 확인할 수 있게 하였다.

그림 8은 온도센서를 데이터 로거를 통해 종합시스템에 연결한 후 시스템의 출력신호를 나타낸 것이다. 온도센서의 spec은 -20~80℃이고, 센서 출력은 4~20mA로 설정하였다.

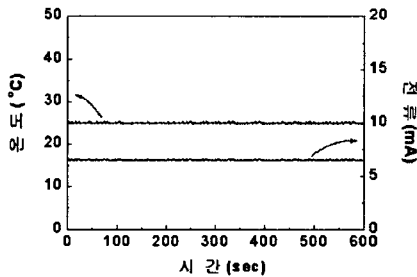


그림 8 종합 시스템의 온도센서 출력

그림 9는 습도센서를 데이터 로거를 통하여 종합시스템에 연결한 후 시스템의 출력신호를 나타낸 것이다. 습도센서의 spec은 0~100%RH이고, 센서 출력은 4~20mA이다.

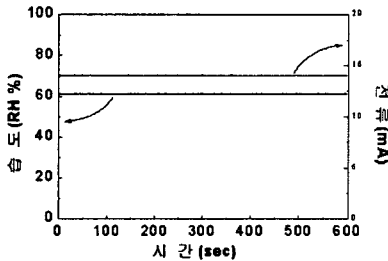


그림 9 종합 시스템의 습도센서 출력

그림 10은 조도센서를 데이터 로거를 통하여 종합시스템에 연결한 후 시스템의 출력신호를 나타낸 것이다. 조도센서의 spec은 0~1000Lux이고, 센서 출력은 4~20mA로 설정하였다.

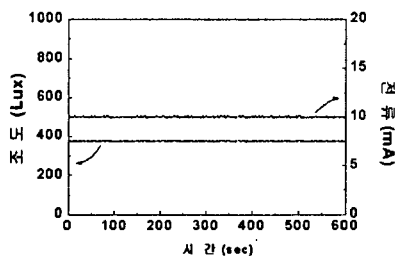


그림 10 종합 시스템의 조도센서 출력

그림 11은 가스센서를 데이터 로거를 통하여 종합시스템에 연결한 후 시스템의 출력신호를 나타낸 것이다. 가스센서의 spec은 0~5000ppm이고, 센서 출력은 4~20mA로 설정하였다.

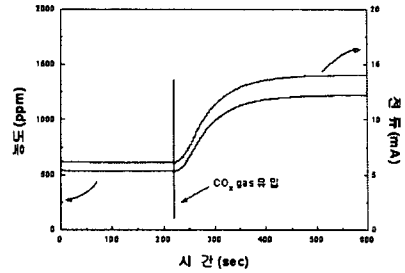


그림 11 종합 시스템의 가스센서 출력

그림 12는 종합 시스템의 실시간 출력이다. 온습도센서, 조도센서, 가스센서를 항온항습조 내에서 시험하였다. 온도는 25℃, 습도는 60%RH, 총 유입 CO₂가스농도는 1250ppm이었고 전력계 및 화재센서는 RS-485 통신을 이용하였다

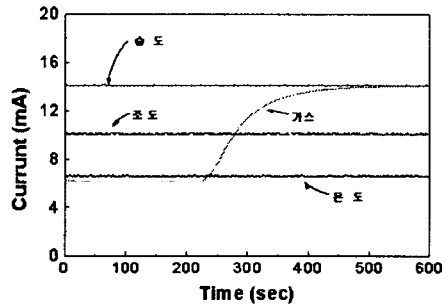


그림 12 종합 시스템의 실시간 출력

3. 결 론

개발된 작업관리 시스템은 산업용뿐만 아니라 해양·선박용 및 일반용으로 적용이 가능하다.

산업용으로 사용될 경우 공장내부의 각 작업장별로 환경 최적화가 통합적으로 운영 가능하다는 것이 본 시스템의 가장 큰 장점이다. 본 연구를 통하여 개발된 시스템은 충분한 성능 및 가격 경쟁력을 가지고 있다고 판단되기 때문에 응용분야는 산업분야에만 국한하지 않고 장기적으로는 다양한 분야에 적용되어 큰 파급효과가 예상된다. 예를 들면, 향후 시장으로 부각될 가능성이 있는 분야는 고층 빌딩, 고급 아파트 및 병원 등의 일반용 시스템, 그리고 해양선박용 작업환경관리시스템이다. 이들은 관리 시스템이 큰 장점을 발휘할 수 있는 집합건물이고 시스템 설치 시에도 충분한 메리트가 있기 때문이다. 본 연구개발을 통하여 축적된 핵심기술력, 우수한 품질 및 가격경쟁력을 기반으로 가까운 시일 내에 기존 용도인 산업용뿐만 아니라 위에서 언급한 해양·선박용 및 일반용으로 적용될 수 있을 것이라 판단된다.

본 논문은 산업자원부에서 시행한 산업기반기술개발사업(공장 자동화 센서개발)의 기술개발결과입니다.