

A study an the control and monitoring Of compressed air supply system

*M. H. Kim¹, I. B. Chang²

¹ Division of Mechanical Engineering & Mechatronics, Kangwon National University Chuncheon, Korea

Key words : Metrology(계측), Control(제어), TCP/IP(통신), Monitoring(모니터링)

1.

전자 및 컴퓨터 기술의 급속한 발전에 따라 이들 기술과 기계 기술이 결합된 메카트로닉스와 관련기술은 자동화기기의 눈부신 발전을 가져 왔다. 국내외 여러 기업이 이러한 자동화장비의 도입에 투자하여 공장 자동화를 이루어가고 있다. 하지만 경제적으로 열악한 중소기업의 경우 자동화장비에 대한 투자도 어려울 뿐만 아니라 도입을 한다 하더라도 기기에 대한 유지, 보수, 관리가 제대로 이루어지지 않고 있다.

본 논문에서는 중소기업의 기업 현장에서 새로운 설비 투자를 줄이고 현장 기술자 스스로가 손쉽게 다룰 수 있도록 PIC 마이크로프로세서와 마이크로소프트사의 Visual Basic 프로그래밍 툴을 이용하여 공압 컴프레서의 작동상태를 모니터링 할 수 있는 기능과 산업 전반에서 에너지원으로 사용되는 공압의 낮은 효율성을 극복할 수 있도록 Electro Pneumatic Positioner와 버터플라이 밸브를 이용하여 공압의 제어기능을 지닌 시스템을 구축하였다.

2. /

본 논문에서 구현한 계측/제어 시스템은 압축공기 공급 시스템의 작동 상태를 알 수 있도록 Fig. 1과 같이 전류(8채널), 온도(8채널), 공기압(9채널)을 계측하며 공압 계측의 9번 채널은 제어기의 입력신호로 사용된다.

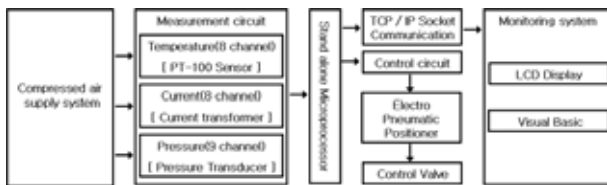


Fig. 1 The block diagram of Monitoring & Control System

2.1 온도 계측

압축공기의 토출 온도 계측을 위하여 온도변화에 따른 전기 저항치가 민감하게 변화하며 신호의 안정성 및 재현성이 우수한 백금 축온저항체(PT-100)를 채택하였다.

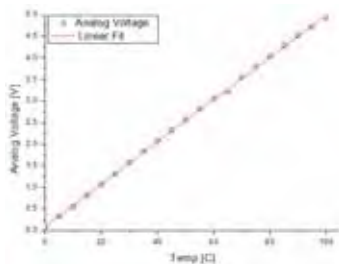


Fig. 2 The analog calibration of PT-100 temperature sensor

PT-100 센서를 이용하여 Fig. 3의 그래프처럼 0°C일 때 0V, 100°C일 때 약 5V의 선형적인 출력을 갖는 계측회로를 구축하여 10bit A/D변환시 약0.1°C/Digital unit)의 민감도를 구현함으로써 마이크로프로세서를 이용한 센서 교정을 손쉽게 했다.

2.2 전류 계측

대용량 컴프레서와 같이 대전류를 소비하는 장비의 전류를 측정하기 위한 센서로 C.T.(Current Transformer)를 사용 하였다. C.T.는 고전압의 전류를 저전압의 전류로 변성하는 데 사용되는 것으로 본 논문에서는 200:5 배율을 갖는 센서를 사용하였다.

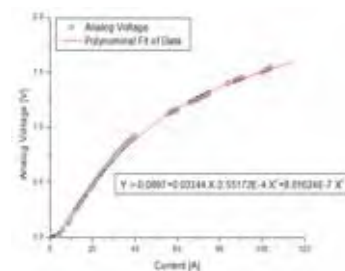


Fig. 3 The Analog calibration of C.T.(current transformer)

C.T.의 1차 권선에 흐르는 전류의 양이 점점 증가되는 경우 어떠한 한도를 초과하면 변류기의 자속밀도가 포화되어 2차 권선에 흐르는 전류의 양이 급격히 줄어드는 비선형성을 갖는데 이를 규명하기 위하여 상용 Rogowski코일 전류계를 기준으로 C.T.의 교정실험을 수행하였다. Fig. 3은 교정결과를 도시하며 이를 기술기가 서로 다른 두 직선으로 근사화시켜 모니터링 시스템을 구축하였다.

2.3 공압 계측

압력을 검출하는 방식을 크게 분류해보면, 기계식, 전자식, 반도체식으로 분류 할 수 있다. 본 논문에서는 히스테리시스현상이 없다는 점, 출력신호의 선형성 이유로 0 kgf/cm²에서 0.302V의 출력과 102 kgf/cm²에서 4.8V의 출력신호를 내보내는 Texas Instrument사의 압저항형 반도체 압력센서를 사용하였다. 반도체 압력센서를 실제 공압기기에 장착 후 Fig. 4와 같이 선형성이 보장됨을 확인 하였다.

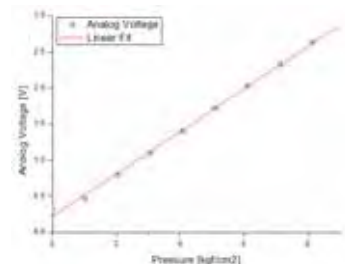


Fig. 4 The Analog calibration of pressure Transducer

2.3 정압 제어용 유량 조절 시스템 구축

일반적으로 공압을 사용하는 산업현장의 컴프레서는 압력의 요동현상을 막기 위해 필요 이상의 압력으로 압축공기를 공급하고 있다. 이로 인하여 공압의 낭비와 컴프레서의 수명 단축을 초래 하고 있다. 본 논문에서는 개방각도가 조절되는 능동형 버터플라이 밸브를 사용하여 수요측 공급 공기압과의 피드백

제어 루프를 구축하므로써 수요변화에 대하여 공급공기압을 일정하게 유지시켜주는 공압 제어시스템을 Fig. 5와 같이 구축하였다.

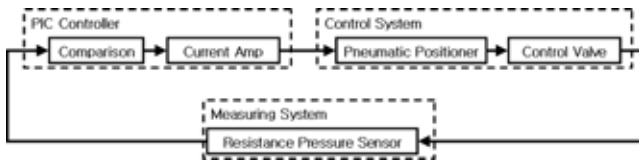
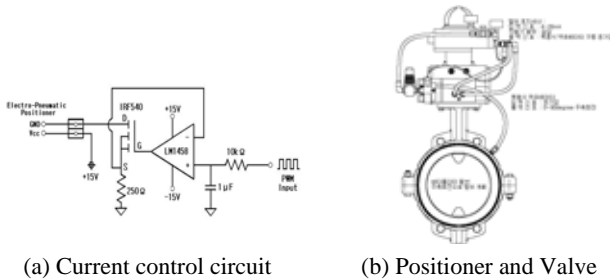


Fig. 5 The block diagram of control system

압력신호에 대한 피드백 시스템은 PIC마이크로컴퓨터를 사용한 디지털 PID제어 기법을 채용하였으며 PWM신호는 Fig. 6의 (a)와 같이 Op-amp와 FET를 사용한 제어 회로에서 0~20mA의 전류신호로 변환되어 Electro Pneumatic Positioner에 인가된다.



(a) Current control circuit (b) Positioner and Valve

Fig.6 Compressed air control system

Fig. 6의 그림과 같이 구성된 Electro pneumatic positioner는 입력되는 전류신호에 따라 공압 구동기를 작동시켜 버터플라이 밸브의 위치를 조정하여 일정 공기압을 유지시켜준다.

3. PID

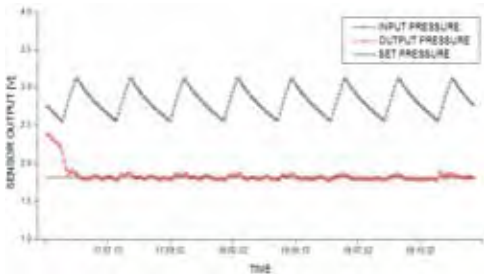


Fig. 6 The pressure variation at the downstream of the control valve

본 연구에서 PIC 마이크로프로세서를 사용하여 압축공기의 공급압력의 PID(P Gain=20, I Gain=30, D Gain=3)제어를 수행한 결과 위의 그림에서와 같이 주기적으로 변동하는 공급압력에 대하여 설정압력인 6기압을 기준으로 하여 ±0.1기압의 압력변동 범위 내에서 안정적으로 제어가 되는 결과를 얻을 수 있었다.

4.

공압 컴프레서의 설치 위치는 소음 등의 이유로 인하여 외진 곳에 위치한 경우가 많다. 이를 전담 인력 없이도 관리할 수 있도록 비용을 최소화하여 TCP/IP를 이용한 통신을 이용하였다. 기본적으로 RS232C 시리얼 통신을 바탕으로 하고 직렬장치에 손쉽게 꽂아 사용이 가능한 시리얼-이더넷 변환기인 Xport와 Xport Dongle(Comfile co.)제품을 사용하였다.



Fig. 7 The solutions for remote data communication

5. GUI

본 논문에서는 Microsoft의 Visual Basic을 이용하여 Fig. 9와 같이 TCP/IP 접속기능, 작동상태를 모니터링기능, 데이터베이스 구축 기능을 지닌 GUI(Graphic User Interface)환경 모니터링 시스템을 구축하였다.

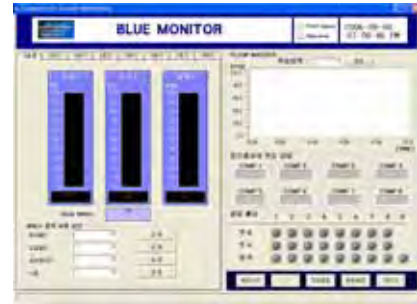


Fig. 9 Monitoring Main Screen

모니터링 시스템의 주요기능

- (1) 실시간으로 수신되는 전류, 온도, 압력 신호와 공기압제어 상황을 막대그래프와 꺾은선 그래프로 표현한다.
- (2) ‘환경설정’ 버튼을 누르면 전류, 온도, 압력의 상한선 또는 하한선을 설정할 수 있는 창이 열린다.
- (3) 환경 설정창에서 설정된 값보다 수신된 데이터가 높거나 낮으면 알람패널의 LED에 불이 들어오게 되며 경고음이 울리게 된다.
- (4) 컴프레서를 사용한 시간을 표시하여 필터와 오일의 교환시기를 공지창과 경고음을 이용하여 사용자에게 알려준다.
- (5) 수신되는 데이터는 Excel파일로 PC내부에 자동 저장된다.

4.

본 논문은 공압 컴프레서의 작동 상태를 파악과 공압의 낮은 효율성을 개선하기 위한 압축 공기 공급시스템의 제어 및 모니터링시스템 개발에 관해 논하였다. 공압 컴프레서의 작동 상태를 알 수 있는 전류, 온도, 압력의 데이터를 받기 위해 계측 회로와 공압라인의 공기압을 일정하게 유지시켜 주기위한 제어회로를 만들었으며 마이크로프로세서의 연산을 통해 센서의 신호를 교정하여 공기압제어시스템을 구동시켰다. 또한 공압 컴프레서의 작동상태를 작업자가 알 수 있도록 하기 위하여 그래픽 LCD와 TCP/IP통신과 Visual Basic을 이용하여 모니터링이 가능하게 하였다. 압축공기 공급 시스템의 제어와 모니터링 시스템의 개발로 전담 인력 없이 컴프레서를 효율적으로 감시 및 관리할 수 있을 것으로 보인다. 또한 장기간에 걸쳐 공압 컴프레서의 작동상태를 DB화 할 수 있어 관리 서비스의 질적인 향상을 가져올 것이며 현장 시스템의 유지, 보수 및 설비 투자비용 등을 최소화 하여 기업의 경쟁력 향상에 많은 기여를 할 것으로 기대 된다.

본 논문은 (주)한국유체와 2단계 BK21사업의 지원을 통해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

1. 권대혁외. ‘센서 기술’, 홍릉과학출판사, 2000.
2. 선지현, ‘웹을 이용한 모니터링 시스템의 개발. 석사학위 논문. 2001
3. 장인배, 이한중, 정완용, “압축공기 공급압력 능동서보제어 시스템”, 특허 출원번호 10-0558886-0000
4. 장인배, 유정숙, 정완용, “공압장치 모니터링시스템”, 실용신안 등록번호 20-0381857-0000