

Research of Real-Time Remote Operation for Quality Improvement of the Air-compressor : Case Study of Reciprocating Air-compressor

Sang-Don Im[†] · Jong-Rae Kim

School of Industrial Engineering, Chosun University

공기압축기의 품질향상을 위한 실시간 원격 운영시스템 연구 : 왕복동형 공기압축기 대상으로

임상돈[†] · 김종래

조선대학교 산업공학과

Air compressor is an important facility with electric power in the industry. However, because of the noise and vibration of air compressor and is installed outside the building management difficulty. In this study, MCP (Micro Control Processor) to remote monitoring of the air compressor via the compressed air through improved quality and allows stable maintenance were designed.

So, increase the productivity improvement of energy-saving effect can be obtained. Remote real-time information stored on your PC to manage air compressor equipment was higher reliability. Monitoring system is developed in this study was applied to embedded systems. It is easy to install air compressor, and low maintenance costs was to raise the economic impact.

Keywords : Monitoring System, Embedded system, AD converter, Air-compressor

1. 서 론

최근에 산업현장에서는 품질의 안정과 원가절감을 위하여 공정자동화와 자동화설비 도입으로 생산성을 높이기 위해 예산과 생산계획방안에 대해 많은 투자를 하고 있다. 이러한 자동화시스템을 지원하는 공기압축기에 의한 압축공기는 전기와 함께 중요한 유틸리티(Utility) 설비이다. 그러나 공기압축기는 소음과 진동발생으로 작업자나 관리자들의 눈에 잘 띄지 않는 건물외부나 가림막에 의해 가려져 운전되고 있는 실정이다. 이에 따라 공기압축기의 이상 작동을 적시에 발견하지 못한 운전으로

품질, 안전, 보전관리의 생산성저하와 전력량낭비를 초래하는 상황이 발생하게 된다.

이러한 문제점을 개선하기 위해서 근원적인 안전, 품질 및 에너지 절감 확보를 위한 안전점검과 정기적인 부품의 교체가 이루어져야 하고, 공기압축기의 상태감시(Condition Monitoring)와 고장진단(Failure Diagnostics)을 위한 감시시스템(Monitoring System)이 필요하다[4].

과거에는 설치 및 관리비용 발생을 이유로 계측장치를 통한 자동감시 장치를 기피했다. 그러나 전자기술과 IT산업의 발달로 다양한 분류의 센서, 무선통신부품, 프로그래밍언어와 함께 저렴하고, 소형이고 고성능화된 임베디드 마이크로 콘트롤 프로세서(Embedded Micro Control Processor : MCP) 발전으로 통해 생산과 관리의 효율을 높일 수 있는 다양한 분야에 적용되어 운영하고 있다[6].

현재 공기압축기 기술이 발전하여 다양한 방식에 의

한 공기압축기가 시장에 출시되어 여러 분야에서 용량별로 선택의 폭이 넓게 사용되고 있지만 중/소형분야에서는 특히 저마력급의 소형은 아직도 왕복동형 공기압축기가 많이 사용되어지고 있고 매우 중요한 위치를 차지하고 있다. 따라서 본 연구에서는 왕복동형 공기압축기를 대상으로 모니터링시스템을 개발하였다.

이러한 모니터링시스템은 진단을 위해 데이터수집과 수집된 정보가 유효한가를 처리하는 분석과정이 중요하다. 일반적으로 산업현장에서는 대부분의 경우 기록 수집 그 자체로 그치고 있는 경우가 많다. 또한 올바른 데이터를 수집하기 위해서는 데이터를 수집할 목적을 뚜렷하게 정해야 한다. 수집된 정보를 기준치와 비교 검토하여, 기준치와 차이가 나면 그 원인을 분석하여 상황정보를 알려주는 시스템이 필요하다. 이러한 정보를 생성, 수집, 분석하기 위한 모니터링시스템을 다음과 같은 내용으로 개발하였다.

첫째, 응축수 자동 배출 제어 시스템으로 배출시 응축수와 함께 압축공기가 배출되는 것을 최소화하여 동력손실을 줄여 에너지절감 효과를 볼 수 있다. 둘째, 공기압축기 가동정보를 실시간으로 무선통신 모듈을 통해 PC에 전송하는 장치이다. 기존의 오프-라인 관리방식에서 주변온도와 습도의 상황에 따른 필터의 사용수명 진단과 설치한 분류별 센서정보를 데이터베이스에 저장과 조회를 통해 공기압축기의 품질, 안전, 보전관리의 효율을 높일 수 있는 경제적이고 저렴한 모니터링시스템을 개발하였다[3].

2. 모니터링 연구의 고찰

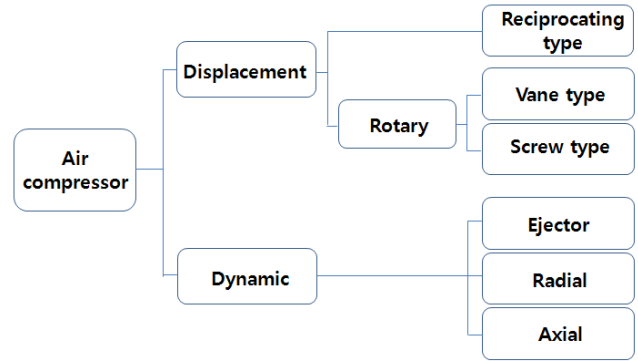
2.1 공기압축기의 고찰

공기압축기는 전기모터나 엔진의 동력을 받아 전기와 기계에너지를 공기압에너지(Pneumatic energy)로 변환하며 대기의 공기를 흡입과 압축과정으로 압축공기를 만드는 산업전반에 걸쳐 널리 사용되는 설비를 말한다.

<Figure 1>에서 분류한 공기압축기는 용적(왕복동형, 스크류형) 변화와 유동(터보형) 변화 원리에 의한 것으로 나누어지며 이에 따른 용도는 작업능력과 공급체적을 고려하여야 한다. 또한 출력에 따라 0.2~14kW를 소형, 15~75kW를 중형, 75kW 이상을 대형으로 분류하며 토출압력에 따라 7~8kg/cm²는 저압, 10~20kg/cm²는 중압, 20kg/cm² 이상을 고압으로 분류하고 있다.

왕복동형 공기압축기는 쉽게 높은 압력을 얻을 수 있어, 압축효율이 좋으며, 압력대비 유량 특성이 비교적 안정되어 있고, 무엇보다도 가격이 저렴하다. 그러나 왕복

부분의 관성 때문에 회전속도에 한계와 진동이 발생하며, 압축공기에 맥동 현상이 발생한다[1].



<Figure 1> Two Basic Principles of Air-Compressor Type

2.1.1 공기압축기의 응축수 생성 고찰

왕복동형 공기압축기는 초기 압력에서 목표압력까지 한 번에 압축하게 되면 많은 동력이 소요되며 기체의 압축에 의한 열이 발생되어 기체가 팽창하므로 압축효율이 떨어지므로 이를 방지하기 위하여 2~3단으로 나누어 압축하며 발생된 열을 중간에서 냉각시키는 과정을 거치게 된다. 대기중에는 수분이 포함되어 있는데, 주변 환경에 따라 공기압축기에 수분유입량을 다음과 같은 산출식에 의해 수분량 추정을 할 수 있다[2].

$$W = Q \times a \times H \times \{(t+273)/273\} / 1000$$

W : 유입되는 수분의량(ℓ/min),

Q : Air 유량(Nm³/min)

a : 흡입공기중 포화수증기량(g/Nm³)

H : 흡입공기의 상대습도(%),

t : 흡입공기의 온도(°C)

예를 들어 공기압축기의 용량이 7200Nm³/hr×9bar, 900 kW, 흡입온도는 30°C, 상대습도는 75%이면 $W = 120 \text{ Nm}^3/\text{min} \times 30.36 \text{ g/Nm}^3 \times 0.75 \times \{(30+273)/273\} / 1000 = 3.03 \text{ ℓ/min}$ 이며 하루에 4.4톤의 수분이 포함되어 있다는 것이다.

이러한 상태의 압축공기를 사용하게 되면 압축공기 시스템에 다음과 같은 문제를 발생하게 된다.

- 1) 파이프내에 있는 수분에 의해 파이프가 부식되고, 스케일이 발생되어 배관의 수명이 감소된다. 또한 겨울에는 응축수에 의해 동파의 위험도 있다.
- 2) 부식으로 인해 발생된 스케일 및 이물질은 각종 공압기기의 고장원인이 되며, 작동시 오동작을 유발하기도 한다.

3) 제어계통에 문제를 발생시킬 수 있고, 공기제어라인의 막힘이나 압력강하 등으로 대형 플랜트, 선박, 항공기, 보일러 등의 제어에 문제를 발생한다.

그리고, 공기압축기로 대기중의 공기를 흡입하여 압축하면 수분 및 오염물질과 함께 공기의 체적은 감소되거나 함유된 공기의 수분과 함께 토출되는 압축 공기 내에는 <Table 1>과 같은 오염 물질들이 포함되어 있다.

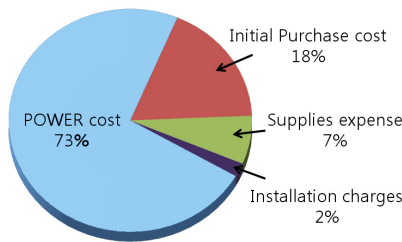
<Table 1> Feature of Contaminant

Contaminants	Symptoms
Particulate	Scale in the pipe, Floating carbon, Weld flash, Mold, Yeast fungus
Vapor	Water vapor, Oil vapor, Volatile solvent vapor
Liquids	Compressed air oil, Condensed oil, Water and oil emulsion, Oils and other liquids, Mixed solids, Hydrocarbon oil (varnish)

2.1.2 공기압축기의 경제적 운전방안 고찰

공기압축기를 구성하는 각 부품별 기능과 특성과 주변의 사용 환경을 고려하여 정기적인 관리를 통해 부품 교체 및 수리만 잘 이루어지더라도 본 연구에서 다루는 왕복동형 공기압축기의 압축공기 품질과 에너지효율을 높이는 경제적인 운영을 기대할 수 있을 것이다.

<Figure 2>는 일일 8시간씩 10년간 공기압축기 시스템 가동을 통해 소요되는 총 경비의 비율이다. 여기서 공기압축기의 비용구성요소는 직접 전력을 소모하거나 부하를 가중시키는 비율이 큰 비중을 차지하고 있다[5].



<Figure 2> Cost Distribution of Air-Compressor

공기압축기의 물리적 작동에서 흡입되는 공기는 온도가 낮을수록 토출 유량이 증가하여 전력절감 효과가 있다. 이것은 사용동력은 토출압력과 체적유량에 비례하므로 흡입되는 공기의 온도가 높을수록 체적이 증가하므로 소비동력도 증가하게 된다.

이러한 문제점을 줄여주는 역할을 하는 것이 공기 필터이다. 압축공기용 필터는 크게 차단(Interception), 충돌(Impingement), 흡착(Adsorption)으로 분류되고, 용도에 따라 입자, 유분, 가스 제거용으로 사용된다.

다양한 분야에서 사용되는 왕복동형 공기압축기 성능

을 유지하기 위해서는 각종 구성부품들이 정상적인 기능을 하여야 하겠지만 그 중에서 왕복동형 공기압축기 주변 공기청정화(Air cleaning)시스템에서 각종 공기 필터들이 중요한 역할을 하고 있다. 주요부품들의 기능을 보면 대기중의 공기를 흡입하여 물리적인 작동에 의해 공기를 압축함으로써 발생하는 온도와 수분이 정상적이지 못할 경우 공기압설비, 작동기기, 제품품질, 안전에 심각한 영향을 주는 것으로 보여주고 있다.

지금까지 왕복동형 공기압축기가 가동, 운전 하면서 압축공기가 생성되는 과정과 생성된 압축공기의 품질 문제로 인해 많은 경제적 손실과 전력비 낭비가 발생하는 경우를 살펴보았다. 이러한 손실을 줄이기 위해 공기압축기를 통해 발생한 응축수 자동배출과 공기압축기의 가동, 운전 상황을 원격으로 실시간정보를 수집하고 공기압축기의 이상 작동을 감시, 예지하여 품질향상과 에너지낭비에 따른 경제적 손실을 줄이는 시스템이 필요하겠다.

2.2 임베디드 마이크로 콘트롤 프로세서

2.2.1 임베디드 시스템

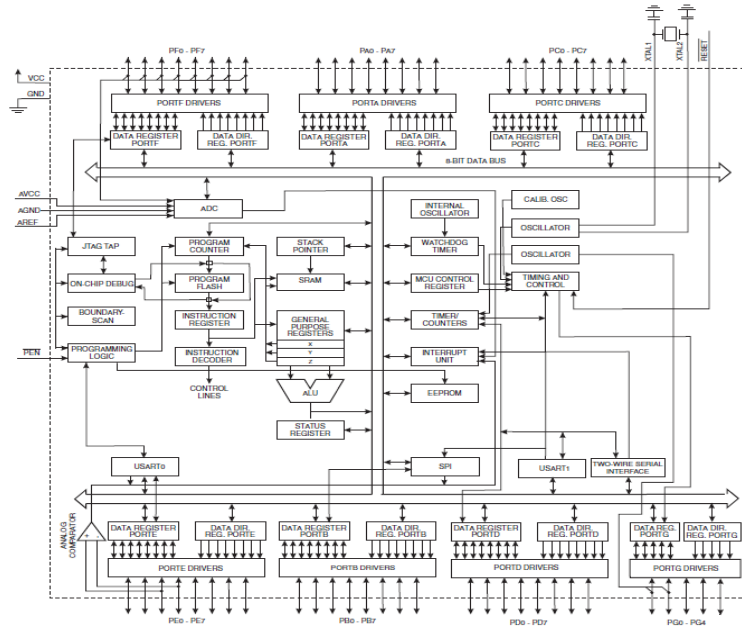
임베디드 시스템(Embedded System)은 시스템의 정해진 로직에 따라 컴퓨터시스템과 같은 하드웨어와 소프트웨어가 일체형으로 구성되어진 전자제어 시스템을 말한다. 전기, 전자, 컴퓨터 및 IT기술들이 발달하면서 이들 기술을 이용한 다양한 기기들이 산업현장에 적용되어 지게 되었다. 일상생활에서는 가전제품뿐만 아니라 우리가 가지고 다니는 핸드폰, 교통시스템, 금융시스템, 군사용, 교육, 의료분야의 제어 등 수 많은 기술들이 우리 생활과 산업현장에 밀접하게 관련되어 있다.

또한 단순히 회로로만 구성된 것이 아니라 마이크로 프로세서가 내장되어 있고, 마이크로프로세서를 구동하여 특수한 기능을 수행하는 프로그램이 내장되어 있는 것을 임베디드 시스템이라 할 수 있다[3, 7].

본 연구에서는 공기압축기의 가동상태를 모니터링하기 위한 센서신호 처리와 원격통신 및 데이터 처리시스템을 마이크로프로세서를 내장한 마이크로 콘트롤러를 설계하여 그 동안 오프-라인으로 관리한 작업을 모니터링시스템이 대신함으로써 공기압축기를 경제적인 운영이 가능하도록 한다.

2.2.2 마이크로 콘트롤 프로세서(MCP)

본 연구에서 제시한 왕복동형 공기압축기 품질향상을 위한 시스템을 만들기 위하여 시스템의 설치, 변경, 관리 및 비용이 적게 드는 임베디드를 위한 마이크로콘트롤러를 사용하였다. 일반적인 마이크로 콘트롤 프로세서는 디지털 입·출력제어(DIO), 메모리(RAM, ROM), 카운터



<Figure 3> Atmega128L-16 Block Diagram

(Counter), 통신(Analog serial, Digital serial communication), AD(Analog Digital), DA(Digital Analog) 등 특수한 기능들을 하나의 부품으로 만들어졌다. 여러 마이크로 콘트롤 프로세서 제조회사에서 제공하는 자료를 참조하여 적용하고자 하는 기능에 따라 마이크로 콘트롤 프로세서의 핀 번호에 연결하고 펌웨어를 통해 시스템을 핀에 연동하면 다양한 특수 기능으로 구성할 수 있다. <Figure 3>은 Atmega128L-16의 내부 구조를 나타내었으며, 마이크로 콘트롤 프로세서는 외부 클럭 발전기의 최대 16Mhz 처리 속도를 낼 수 있는 Atmel사의 Atmega128L-16을 적용하였으며, Firmware는 일반적인 ‘C’ 언어를 기반으로 AVR Studio4.18버전을 통해 만들었다[7].

본 연구에 적용한 Atmega128L은 4Kbyte의 데이터 저장용 EEPROM과 SRAM이 있으며, 10bit AD converter가 8 채널이 있다. 무선통신을 하기 위해서 2개의 전이중 방식의 직렬통신 포트가 있다. 그리고 응축수의 양을 측정과 배출 솔레노이드밸브 제어를 위한 53개의 Programmable I/O포트가 있어 향후에 추가제어 및 신호처리에 유용하게 확장할 수 있다.

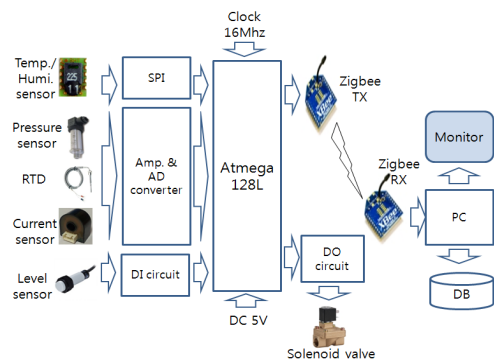
3. 공기압축기 모니터링 시스템

3.1 하드웨어 설계

품질향상을 위한 공기압축기 운전을 위하여 가동상태를 실시간으로 원격 모니터링하고 경제적인 응축수 배출

을 위한 제어시스템을 <Figure 4>에서와 같이 센서와 구동장치를 왕복동형 공기압축기에 장착하여 시험하였다.

압축공기 응축수 발생에 밀접한 주변온도와 습도를 측정하기 위해 Sensirion사의 SHT11의 센서를 사용하였다. 그리고 탱크내부의 온도를 측정하기 위해서 RTD형의 Pt100센서를 각각 설치하여 내·외부 온도를 기록하였다. 그래서 사용시간과 조건을 분석하여 필터 교체시기를 정할 수 있으며, 응축수 배출시기를 시간과 On/Off 횟수를 적절히 조절하여 압축공기 품질을 높게 하는데 있다.



<Figure 4> Schematics Monitoring System of Reciprocating Air-Compressor

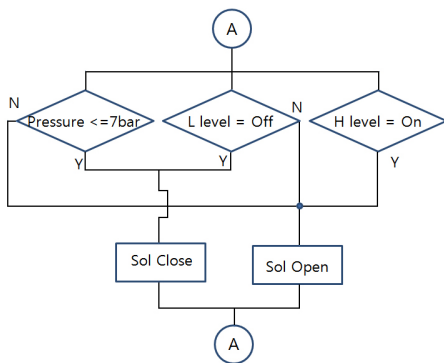
3.1.1 응축수 배출 시스템

공기압축기 시스템에서 발생하는 응축수는 대기중의 공기로부터 유입된 수증기와 먼지, 매연 및 공기 압축으로 새어나온 윤활유와 탄화된 윤활유 미립자 등 여러 불순

물이 함께 섞여 농축되어 매우 좋지 않은 상태이다. 그런데 Float 방식의 드레인 트랩은 부양력을 가진 볼로써 응축수가 일정 수위가 되면 배출노즐을 미세하게(0.8~2.7 mm) 개방시켜 배출함으로 오염이 심한 공기압축기 응축수에 대응하기 힘들다.

또한 에어엔드(Air End)를 냉각시키는 오일을 사용하는 급유식 공기압축기의 경우 점성이 있는 오일로 인해 Float의 부양력을 떨어뜨려 원활한 제어가 어렵다.

보통 타이머 방식의 솔레노이드 밸브를 사용하는 제품은 거친 공기(다량의 수분포함)의 응축수 환경에 맞도록 제작 되어 있으나 솔레노이드 밸브의 직접 제어를 통한 방식이므로 작동부의 플렌저가 이물질의 간섭에 직접 노출되어 있고 실제 노즐 사이즈도 작아(3mm) 스케일의 간섭에서 자유롭지 못하다. 무엇보다도 시간에 고정되어 있어 공기손실을 통한 전력 낭비가 발생하여 유지비용에 많은 손실이 있어 <Figure 5>와 같은 응축수 배출 제어 시스템을 적용 하였다.



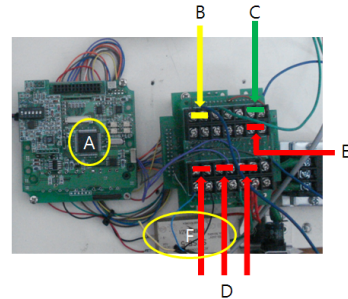
<Figure 5> Condensate Water Control Flow-Chart

응축수의 양을 측정하기 위하여 배출구에 'T'관을 장착하여 응축수가 담길 수 있는 유리배관에 오토닉스사의 CR18-8DN 비철물질 감지하는 근접센서를 상·하 위치에 두 개를 설치하며 반대쪽에는 응축수 배출을 위한 Danfoss사의 EV220A NC(Normal Close)를 장착하여 릴레이를 통해 제어하도록 하였다. <Figure 5>의 제어 알고리즘을 보면 토출압력의 측정으로 Keller사의 압력센서신호와 근접센서의 신호를 검출하여 조건에 따라 배출 솔레노이드 밸브를 On/Off 제어한다. 이때 하부측(L-level)센서의 신호가 Off시 까지 솔레노이드 밸브가 열리면 압축공기도 함께 배출되는 현상을 방지하기 위한 제어 알고리즘이다.

3.1.2 센서신호 처리 시스템

본 연구에 적용한 센서는 4가지 종류의 센서를 적용하였다. 대기중의 흡입 온.습도 측정을 위한 센서, 탱크내부의 온도를 측정하기 위한 RTD센서, 압축공기 배출압

력측정을 위한 압력센서와 구동모터의 전력량을 측정하기 위한 알파트로닉스사의 전류센서로 설치하였다.



<Figure 6> Circuit of Output Control and Sensor Signal Processing

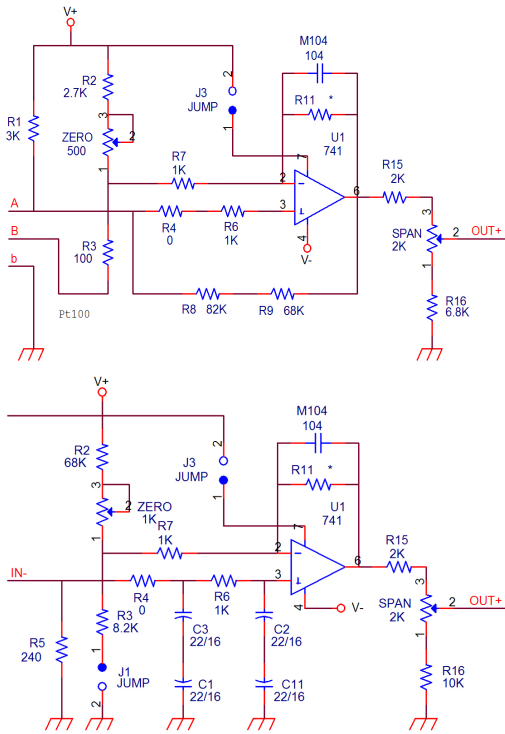
이와 같이 응축수 배출과 센서신호를 처리하기 위한 <Figure 4>에서 나타낸 시스템 구성도를 마이크로 콘트롤 프로세서를 중심으로 센서신호처리와 솔레노이드밸브 제어회로를 <Figure 6>에서 보여주고 있다. 센서와 통신 및 솔레노이드 단자는 외부단자 연결 PCB에 두 개의 단자씩 <Figure 6>에서와 같이 'B', 'C', 'D', 'E' 터미널에 연결하였다.

<Figure 6>에서 'A'는 본 연구에서 제안한 시스템의 제어, 신호처리, 무선통신의 기능을 처리하는 마이크로 콘트롤 프로세서이다. 'B'는 응축수의 높이를 측정하는 근접센서 연결단자이며, 'C'는 배출용 솔레노이드밸브 연결단자이다. 'D'는 각각 탱크내부 온도측정센서, 압력센서 및 전류센서 연결 단자이다. 탱크내부 측정 온도측정 방식은 RTD측정으로 <Figure 9>의 왼편에 나타내었다. 그리고 압력과 전류신호는 외부의 노이즈에 의한 신호의 안정을 위하여 4~20mA 측정방식으로 <Figure 9>의 오른편에 나타낸 증폭회로를 통해 측정된다.

외부의 흡입공기의 온도와 습도는 'E'의 단자에 연결하며 Atmega128L-16의 SPI(Serial Peripheral Interface)통신을 통해 정보를 전달한다. 이것은 마이크로 콘트롤 프로세서의 온·습도 신호 컨버팅 시간과 안정을 위한 신호처리방식을 하였다.

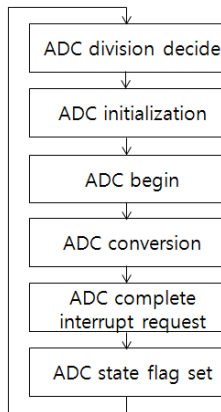
<Figure 6>의 하단에 있는 'F'는 AC 주전원에서 DC전원을 안정적으로 마이크로 콘트롤 프로세서에 공급하기 위한 레귤레이터와 전원 스위치이다. 이것은 또한 센서신호를 안정적으로 처리하기 위해서도 반드시 필요하며 각각 5V와 12V를 출력한다.

센서의 신호는 미약하거나 마이크로컨트롤러가 센서정보를 처리하는 신호의 종류가 맞지 않아 온도, 압력,전류의 신호를 증폭 및 변환회로가 필요하다. <Figure 7>은 <Figure 6>에 있는 마이크로 콘트롤 프로세서 'A'의 주변에 있는 센서신호 증폭기와 변환기 회로를 나타낸 것이다.



<Figure 7> RTD and 4~20mA Sensor Signal of Amplifier and Converter Circuit

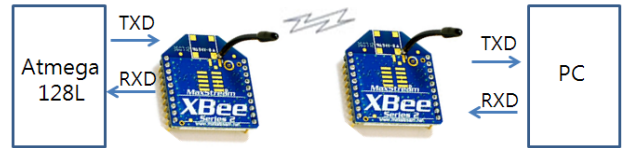
센서신호 처리과정에서 센서 신호를 정확하고 안정되게 변환하는 것이 매우 중요하다. 이것을 ADC(Analog-Digital Converter)처리과정이라 한다. 센서정보를 생성하는 방법으로 ADC 동작을 단일변환방식(Single conversion mode)과 프리런팅방식(Free running mode)으로 구분하며, 본 연구에서는 ADC의 오차와 노이즈값을 제거하기 위해 짧은 시간에 많은 정보를 만들어 컨버팅하여 평균값을 처리하는 방식으로 구성하였다. <Figure 8>은 이러한 결과로 마이크로프로세서에서 지원하는 여러 채널의 AD포트에 연결하여 실험한 결과 재현성이 유지됨을 확인할 수 있었다.



<Figure 8> Flow of ADC

3.1.3 무선신호 전송 시스템

왕복동형 공기압축기의 설치위치는 진동과 소음으로 건물외부나 눈에 잘 띄지 않는 곳에 있다. 따라서 센서정보를 유선으로 하기에는 관리, 신호의 안정성면에서 문제가 있다. 따라서 본 연구에서는 왕복동형 공기압축기의 가동, 운전정보를 실시간으로 감시하고 운영하는 방식으로 지그비(Zigbee)를 이용하였다. 지그비는 저전력, 저가격, 사용의 용이성을 가진 근거리 무선 센서네트워크의 대표적 기술 중의 하나로, IEEE 802.15.4 표준의 PHY층과 MAC층을 기반으로 상위 프로토콜(Protocol)과 응용(Application)을 규격화한 기술이다. 근거리에서 속도가 크게 빠르지 않고, 네트워크 사용 빈도가 드문 시스템의 구축에 가장 적합한 모듈이다[8].



<Figure 9> Schematic of Zigbee Module

<Figure 9>는 원격모니터링을 위한 Zigbee 통신모듈을 적용하여 원격통신을 위한 구성도이다. 마이크로 컨트롤 프로세서와 PC의 각각에 Zigbee 모듈을 연결하여 서로 Master/Slave 방식으로 통신을 한다. Zigbee 모듈방식은 블루투스방식보다 통신거리가 길고, 접속 통신모듈도 15개까지 신호를 주고받았다. Zigbee 제조사에서는 네트워크 연결방식에 따라 무한대까지 가능하다고 한다. 마이크로 컨트롤 프로세서는 PC와 통신연결 포트를 COM2에 연결하여 전송하며, 송·수신 과정에서 정상적인 통신 점검방법은 <Table 2>의 LRC check 알고리즘을 통해 검사를 하며, 공기압축기에서 발생하는 온도, 습도, 압력, 레벨, 전류센서 신호를 컨버팅하여 전송하는 Firmware는 <Table 3>과 같이 설계하였다.

<Table 2> Serial Communication LRC Check

```
// ===== LRC processing =====
// char buf[],int max_cnt
// -----
int LrcCul(char buf[],int max_cnt)
{
    int i, accum = 0;
    for(i = 0; i<max_cnt; i++) accum ^= buf[i]; // XOR calc.
    return(accum & 0xff);
}
```


4. 결 론

공기압축기는 설치공간의 특성상 관리자의 관리 부주의로 인해 공기압축기를 구성하는 각 부품들의 기능의 저하로 이상가동 운전됨으로서 심각한 문제를 안고 있다. 전력사용량의 과다뿐만 아니라 공기압축공구 고장 유발, 생산설비 및 장비의 오동작 유발, 압축공기에 이물질이 포함되어 식품, 반도체, 화학공정에 있어 품질 불량으로 제품제조기업, 의료기관 및 연구기관의 경제성이 떨어지기도 하였다. 그리고 배관이 막히거나 탱크의 이물질 과다로 폭발사고에 의한 안전사고 발생으로 생산성(Productivity) 저하 및 신뢰도(Reliability)하락을 가져오게 된다.

본 연구에서는 근접센서를 통한 에너지절감을 기대할 수 있는 응축수 배출시스템과 전문기술자가 직접 현장에 가지 않고 원격 모니터링(Remote monitoring)을 통해 공기압축기의 가동상태를 모니터링 하여 필터와 같은 부품의 교체주기와 정비일정 준비 등 미리 조치를 취할 수 있어 효율적인 관리를 유도할 수 있을 것이다.

이것은 원격에서 전달받은 정보를 PC에 기록하여 저장된 정보를 이용한 데이터베이스(Data Base)운영을 통해 가동시간과 운영횟수를 분석으로 부품의 점검과 교체를 통해 고장이 발생하기 전에 조치를 취할 수 있음으로서 공기압축기의 압축공기 품질향상과 가동효율의 증가로 기업의 생산성에 많은 도움이 될 것이다.

향후 연구로는 모니터링시스템에서 얻어진 정보를 이용하여 인공지능 및 전문가시스템(Expert system) 추론방식에 의해 능동적으로 관리자에게 정확하고 신속한 정보

제공을 위한 알고리즘(Algorithm) 연구가 필요하겠다. 이러한 알고리즘을 통하여 공기압축기를 비롯해서 각종설비의 시스템을 모니터링시스템을 적용하여 부품들의 실시간 가동상태를 진단과 추론을 통하여 생산, 품질, 환경, 안전사고에 따른 재해를 예방하여 기업의 에너지절감(Energy Saving) 및 제품품질 향상으로 생산성을 높일 수 있을 것이다.

References

- [1] Choi, C.W., General principles and construction of an industrial air compressor. *Journal of Facilities*, 2002, Vol. 31, No. 11, p 31.
- [2] Jang, J.S., Lee, B.Y. and Ji, S.W., *Pneumatic Technology Theory and Application*, Bomundang, 2008.
- [3] Nam, S.B., Lim, H.J., and Lee, H.G., *Embedded System*, Dooyangsa, 2005.
- [4] Park, J.S. and Jeong, Y.D., Development of Equipment Operating Condition Diagnosis Model Using the Fuzzy Inference. *Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, 2005, Vol. 28, No. 4, p 109-115.
- [5] Robert Robertson, M.D., *Compressed Air Manual*, Atlas copco Compressor AB, Sweden, 1998.
- [6] Son, H.C., *Design of Fluid System*, Innovation Center for Engineering Education of Chosun University, 2010.
- [7] Yoon, D.Y., *AVR Atmega128 MASTER*, Ohm company, 2006.
- [8] Zigbee Architecture Overview, Zigbee Alliance, 2005.