

필드버스통신에 의한 공기압 제어시스템 기술동향



김 동 수

(KIMM 첨단산업기술연구부)

- '88 영남대학교 기계공학(학사)
- '88 삼미종합특수강(주)
- '91 영남대학교 기계공학(석사)
- '00 영남대학교 공압제어(박사)
- '91 - 현재 한국기계연구원 선임연구원

서 현 석

(KIMM 첨단산업기술연구부)

- '97 인하대학교 기계공학(학사)
- '99 인하대학교 기계공학(석사)
- '02 - 현재 한국기계연구원 위촉연구원



이 원 희

(KIMM 첨단산업기술연구부)

- '00 창원대학교 메카트로닉스공학(학사)
- '02 부산대학교 지능기계공학(석사)
- '02 - 현재 부산대학교 지능기계공학(박사과정)
- '00 - 현재 한국기계연구원 위촉연구생

1. 서 론

공장자동화와 공정의 분산제어 등과 같이 대형의 복잡한 시스템들을 실시간으로 운용 및 관리하는데 있어서 선결하여야 할 가장 중요한 과제 중의 하나는 막대한 양의 제어 및 계측 관련 데이터들을 적시에 수집하여 가공한 후 이를 적시, 적소에 분배해 줄 수 있는 데이터 처리 시스템을 구축하는 것이다. 이러한 문제를 해결하기 위한 방안으로 최근에 와서 대형의 복잡한 시스템을 여러 개의 분산된 부시스템으로 모듈화하고, 각각의 부시스템들의 제어기능을 수행하는 컴퓨터들을 네트워크로 연결하는 컴퓨터 통신망의 사용이 확산되고 있다. 1980년대 초반부터 생산자동화 환경에서 자동화장비들 간의 통신을 위한 표준화된 네트워킹 시스템으로 MAP(Manufacturing Automation Protocol)이 개발되었다. MAP는 공장 자동화 환경에서 매우 다양한 통신기능을 제공하는 네트워크 시스템이다. 그러나 MAP는 구조상 OSI(Open System Interconnection) Reference Module에서 제시하고 있는 7계층을 모두 가지고 있어 생산 현장의 필드에 설치된 각종 필드 장비들 간의 실시간 통신을 지원하기에는 적합하지 않은 시스템으로 인식되고 있다.

1980년대 후반부터는 생산 현장의 필드에 설치된 각종 제어 및 자동화 관련 장비들에서 생성되는 데이터들의 실시간 통신을 지원하며, 가격이 저렴한 네트워크 시스템의 필요성이 제기되었으며, 이러한 목적을 위하여 개발된 네트워

크 시스템이 필드버스이다.

필드버스는 필드에 설치된 각종 센서, 단일루프 제어기, 소형 PLC, 모터, 밸브, 로봇, CNC 등의 공작기계를 비롯하여 이러한 장비들을 제어하는 다중 루프제어기, 중대형 PLC 등의 자동화기기에서 생성되는 데이터를 실시간으로 처리한다. 따라서 첨단 생산자동화 및 분산제어 시스템의 네트워크 구조상 가장 기본이 되는 네트워크이다.

계측 시스템이 공정에 도입되기 시작한 약 50여 년 전에는 3~15psi의 공압 신호가 계측 신호의 표준으로 지정되었으며, 그 후 4~20mA의 아날로그 전기 신호가 계측 신호의 표준으로 도입되었다.

1970년대부터 제어 및 자동화 시스템에 디지털 컴퓨터가 도입되기 시작하면서 아날로그 및 디지털 계측제어 신호의 전송에 대한 요구가 증대되기 시작하였다. 초기의 디지털 제어 시스템에서는 필드에 설치된 센서의 계측 신호가 일-대-일(Point-to-Point) 통신방식으로 중앙의 제어 컴퓨터에 전달되었으며, 제어 컴퓨터에서 생성되는 제어 신호도 역시 일-대-일 통신방식을 통하여 구동기로 전달되었다.

1980년대부터 마이크로프로세서 기술의 급속한 발전과 더불어 분산 제어 기술이 도입되기 시작하면서 중앙컴퓨터에 의하여 수행되던 제어 기능이 여러 대의 컴퓨터들로 분산되었다. 분산 제어 시스템에서는 시스템의 제어와 자동화 기능은 물론 각종 설비와 기기의 상태에 대한 모니터링 기능, 필드에서 발생할 수 있는 각종 사건에 대한 처리 기능, 자동화 설비 관련 데이터의 저장 기능 및 각종 데이터의 분석 및 보고 기능들을 제공하며, 이러한 기능들이 추가되면서 필드 기기들과 제어 컴퓨터들간에 더 많은 통신 기능이 필요하게 되었다.

최근에 와서는 스마트 센서와 PC를 기반으로 하는 제어 시스템 기술의 연구와 개발이 활발히 추진되고 있으며, 따라서 앞으로는 기존의 아날

로그 신호를 대신하는 디지털 신호를 통한 계측 기기와 제어 및 자동화 장비들간의 통신에 대한 필요성은 더욱 증대될 것으로 예상된다.

선진 기술국의 경우, 1993년부터 독일의 FESTO(주)와 지멘스(주)를 시작으로 1999년에는 일본의 CKD(주)와 미쯔비씨(주) 등이 개발에 성공하여 상품화를 시작하였으며, 최근에는 미국의 Numatic(주), 일본의 SMC(주), Koganei(주) 등에서 개발 완료하여 M5, 1/8", 1/4"의 Port Size와 DC24V, DC12V, DC6V, 2Watt, 0.5Watt의 소비전력 수준까지 개발하였으며 성배선화, 저소비전력화, 고응답화, 고신뢰성화와 4연, 6연, 8연, 10연, 12연, 14연, 16연 밸브장착 Manifold 그리고 100meter에서 1.5km까지의 원거리 전송 등 기술발전 속도는 시시각각으로 급변하고 있는 실정이다. 다음 그림은 각각 FESTO, SMC, Koganei 사의 Fieldbus 시스템을 보여준다. (그림 1, 2, 3)

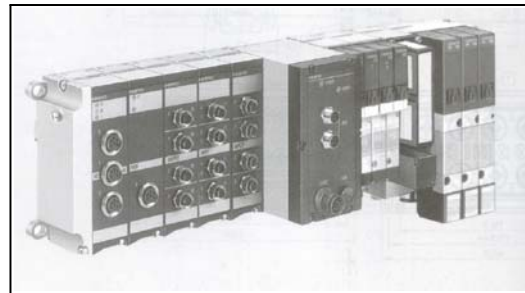


그림 1. FESTO 사의 Fieldbus 시스템

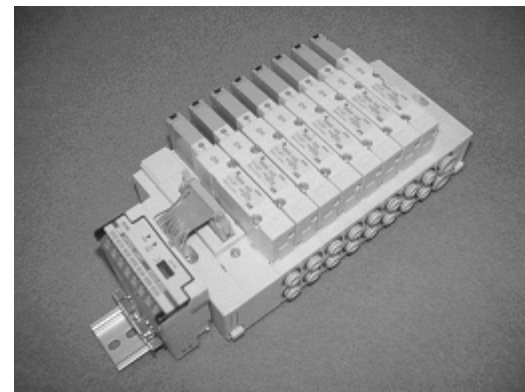


그림 2. SMC 사의 Fieldbus 시스템

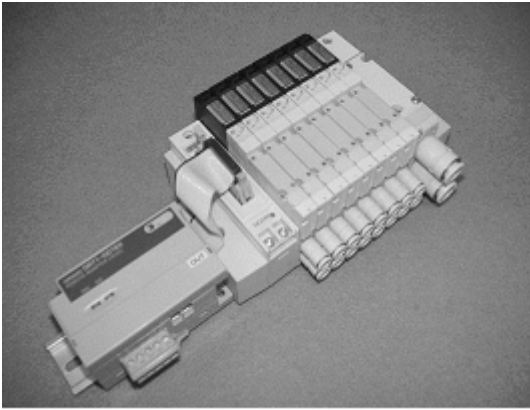


그림 3. Koganei 社의 Fieldbus 시스템

2. 필드버스 시스템의 특징

필드버스 기술이 도입되기 시작한 초기 단계에서는 필드버스의 가장 큰 장점은 배선의 절감이라고 생각되었다. 그러나 배선에 의한 비용 절감 효과보다는 필드에 설치된 센서들의 계측 기능의 향상 등 간접비용의 절감 효과가 더욱 큰 것으로 알려지고 있다. 이를 요약하면 다음과 같다.

- 단일 전송 매체를 사용함으로써 기존의 일대일(Point-to-Point) 통신방식에 비하여 배선에 소요되는 비용을 크게 절감할 수 있다.
- 디지털 신호를 사용함으로써 기존의 아날로그 신호에 비하여 노이즈에 강하다.
- 기존의 방식에서 주어진 계측 대상에서 여러 신호를 전송하기 위하여서는 여러 개의 신호선을 사용할 수밖에 없는데 비하여 필드버스를 사용하는 경우에는 같은 계측 대상에 대하여 동일한 배선으로 여러개의 중복 신호를 동시에 전송할 수 있다.
- 기존의 방식이 단방향 통신 기능만을 제공하는데 비하여 필드버스는 제어기기들과 필드 기기들 간에 양방향 통신을 제공함으로써 네트워크를 통하여 각종 필드 기기들의 상태를 모니터링할 수 있을 뿐만 아니라 센서의 주기적 보

정(Calibration)과 같은 조치를 네트워크를 통하여 자동으로 수행할 수 있어 시스템의 운용 및 유지 보수에 소요되는 비용을 크게 절감할 수 있다.

- 필드버스는 스마트 센서의 도입을 가능하게 한다. 즉, 기존의 방식에서는 센서에서 측정된 Raw Data가 제어기에 도착하면 제어기에서 Filtering, Linearization, A/D 변환, Engineering Unit 변환 등의 계측신호에 대한 여러 전처리 과정을 필요로 하였으나, 필드버스를 사용하는 경우에는 이러한 전처리 과정이 스마트 센서 내에서 모두 이루어질 수 있으며, Engineering Unit의 측정값으로 모든 기기들에 대한 제어 가능해져 전체적인 제어 성능을 향상시킬 수 있다.

- 시스템은 복잡해질수록 오류 발생 가능성이 증가할 뿐만 아니라 시스템의 유지, 보수에 많은 노력과 비용을 필요로 한다. 필드버스를 사용하는 경우에는 필드 기기들을 단순한 구조의 네트워크에 접속시킴으로써 원하는 시스템을 구축할 수 있다. 따라서 시스템의 신뢰도가 증가되고 필드 장비들 간의 통신을 위한 하드웨어 및 소프트웨어 인터페이스에 대한 비용과 노력을 절감할 수 있다.

- 제어 및 자동화 시스템에 필요한 경우에 새로운 기능을 추가하거나 또는 불필요한 기능을 삭제하는 등의 시스템의 변형이 용이해짐으로써 시스템의 유연성과 호환성이 증가된다.

- 차세대 제어 기술인 PC를 기반으로 하는 개방형 제어 기기의 구축을 위한 기반 기술이다.

그림 4, 5, 6 은 기존의 공기압 제어 시스템인 MWU(Multi Wire Unit), MPU(Multi Pin Unit)와 필드버스 시스템인 UWU(Uni Wire Unit)의 경제성을 비교한 그림이다.

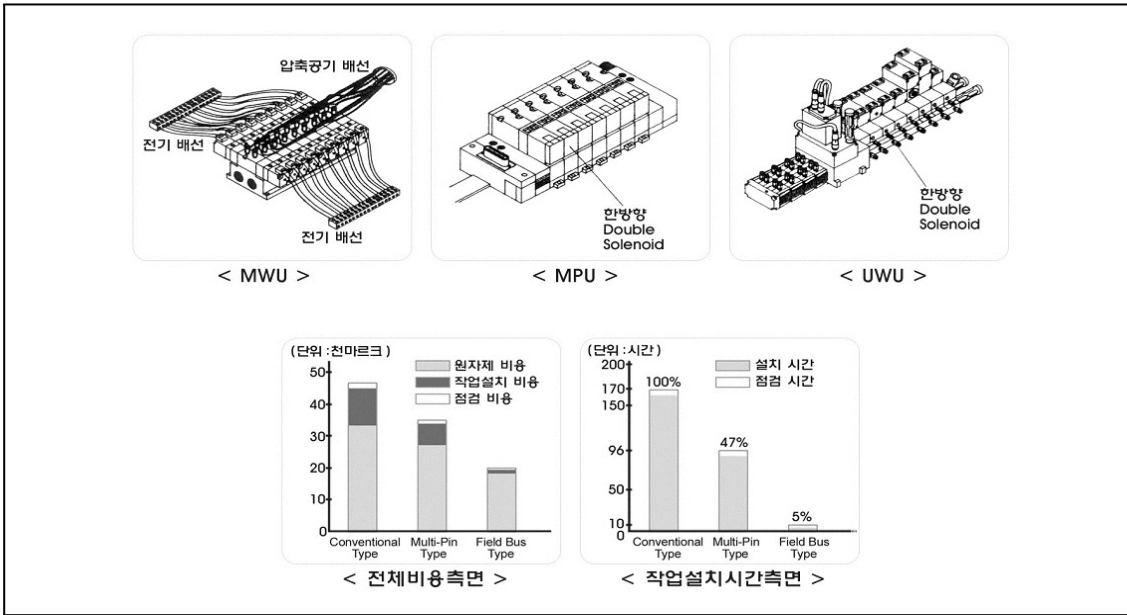


그림 4. 필드버스 시스템의 경제성 비교 (1)

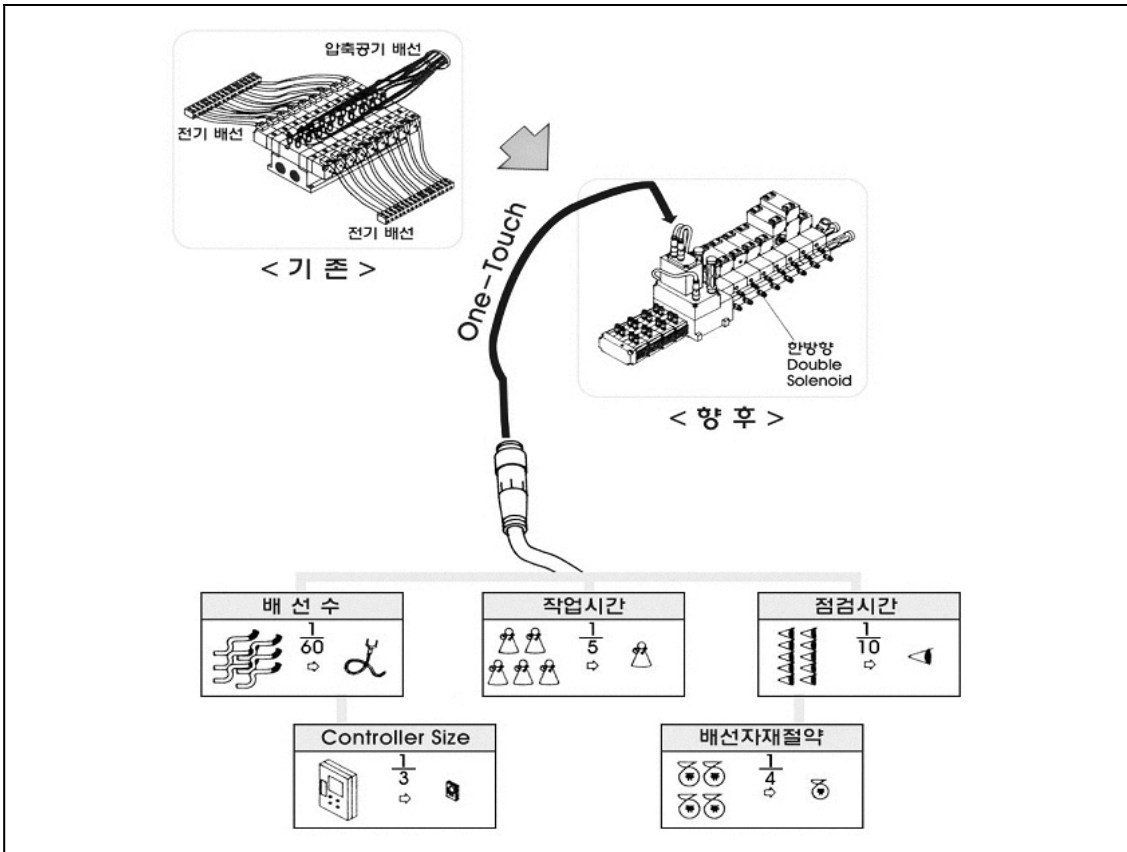


그림 5. 필드버스 시스템의 경제성 비교 (2)

	Valve In-Line Type	Valve Manifold Type	Valve Multi-Pin Type	Valve Fieldbus Type	Valve / Sensor Fieldbus Type
기종					
Saving 효과		 -Installation Costs -Ordering Costs -Storage Costs	 -Valve Fitting Costs -Terminal Box Installation Costs	 -Wiring & Outputs Material Costs for Controller	 -Long Cable Connections 가능 -Cylinder Sensor 및 Controller Inputs 집적화 가능

그림 6. 기종별 절감 효과

3. 개발된 필드버스 통신에 의한 공기압 제어 시스템

필드버스 시스템에서 로컬 노드(local node)는 통신선이 병렬로 연결되어 있으며, 통신은 베이스밴드 방식을 사용하여 이루어진다. 베이스밴드 방식에서는 특별한 변조 혹은 복조장치 없이 통신이 이루어지며 리피터(repeater)를 사용하지 않는 경우 최대 가능 통신 거리는 1-2km 정도이다. 한 개 세그먼트(segment)에 최대 32개의 로컬 노드를 부착할 수 있으며, 리피터를 사용하면 최대 가능 통신 거리는 늘어난다. 콘트롤러에서 내보낸 신호는 로컬 노드에 있는 인터페이스 모듈을 통하여 밸브, 센서 터미널에 가해져 솔레노이드 밸브를 ON/OFF시켜 준다. 또한 솔레노이드 밸브에 부착된 리미트스위치(limit switch)로부터의 신호는 인터페이스 모듈을 거쳐 콘트롤러에 전송되며, 이를 이용하여 솔레노이드 밸브의 ON/OFF 상태를 확인할 수 있다. 필드버스 시스템의 구성을 위한 제어 시스템은 프로세서 콘트롤러 및 로컬노드의 두 부분으로 구성되어 있다. 우선 프로세서 콘트롤러는 PC 내부에 필드버스와의 인터페이스를 위한 호스트 제어 모

듈을 부착하여 구성한다. 로컬 노드는 통신·전원 모듈, 로컬 노드 콘트롤(local node control) 모듈 및 드라이브(drive) 모듈의 세 부분으로 구성되어 있다.

그림 7 은 필드버스 통신에 의한 시스템의 구성도를 나타내며, 개발된 필드버스 뉴메틱 시스템(fieldbus pneumatic system)은 그림 8 에 나타내었다.

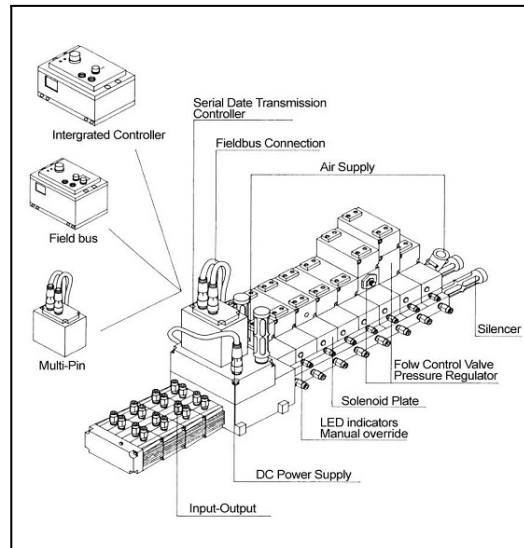


그림 7. 필드버스 시스템 구성도

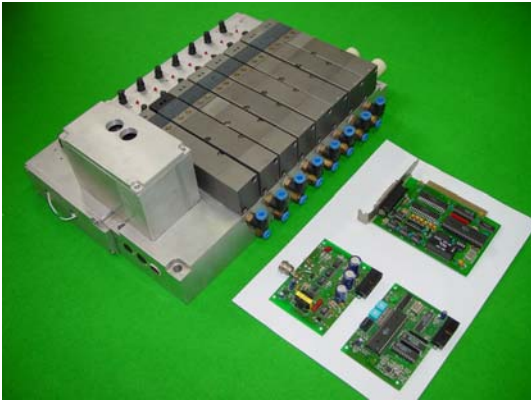


그림 8. 개발된 필드버스 뉴메틱 시스템

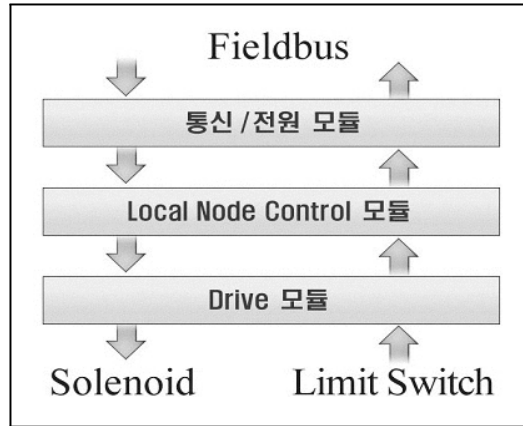


그림 9. 로컬 노드의 제어

3.1 호스트 (Host) 제어 모듈

호스트 제어 모듈은 중앙의 제어 장치 (PC)와 로컬 노드와의 통신을 위한 인터페이스 역할을 담당한다. 8-Bit 마이크로컴퓨터 (Intel 8751) 및 FIFO 메모리를 이용하여 PC 및 로컬 노드와의 데이터 통신을 수행하며, 이 때 FIFO 메모리는 서클러 버퍼(circular buffer) 역할을 담당한다. 또한 통신회선 상에서 발생하는 잡음성분의 영향을 최소화시킬 수 있도록 포토 커플러(photo-coupler)를 이용하여 마이크로컴퓨터를 이용한 콘트롤러에 송·수신되는 데이터와 전송 선로상에서 전송되는 데이터를 분리시켰다.

그리고 마이크로컴퓨터에 연결된 DIP 스위치(dip switch)를 이용하여 데이터 전송 속도(baud rate)를 선택할 수 있다. 또한 각 로컬 노드에도 데이터 전송 속도의 선택을 위한 DIP 스위치가 있으며, 시스템 운용시에 스위치의 위치를 로컬 노드 제어 모듈의 DIP 스위치와 동일하게 설정하여야 한다.

3.2 로컬 노드(Local Node)

로컬 노드는 통신·전원 모듈, 로컬 노드 제어 모듈 및 드라이브 모듈의 세 부분으로 구성되어 있으며, 그림 9에 블록 다이어그램이 주어진다.

3.2.1 통신·전원 모듈

통신·전원 모듈은 다음의 두 가지 역할을 담당한다. 첫째, 중앙의 제어 장치로부터 수신한 데이터를 포토 커플러를 통하여 로컬 노드 제어 모듈로 전송해준다. 또한 로컬 노드 제어 모듈로부터 수신한 데이터를 포토 커플러를 통하여 중앙의 제어 장치 혹은 다른 로컬 노드로 전송해준다. 둘째, 외부로부터 드라이버 모듈에 가해진 24V 전원을 이용하여 두 개의 독립된 5V 전원을 만든다. (+5V 및 E5V), 여기서 E5V 전원은 데이터 전송 선로에 연결된 포토 커플러측의 전원으로부터 사용되는데, 이는 통신용 전원을 주 전원으로부터 분리시킴으로써 전송 선로에서 발생하는 잡음의 영향을 최소화시키기 위함이다.

3.2.2 로컬노드 (Local Node) 제어 모듈

로컬노드 제어 모듈은 중앙의 제어 장치(PC)와 로컬 노드와의 통신을 위한 인터페이스 역할을 담당한다. 이 모듈은 호스트 제어 모듈처럼 8-Bit 마이크로컴퓨터를 이용하여 구현하였으며, 그 구성은 호스트 제어 모듈과 유사하다. 이 모듈은 중앙의 제어장치로부터 전송된 신호를 드라이브 모듈로 전달하여 솔레노이드 밸브를 제어하고 또한 드라이브 모듈을 통하여 전송된 리미트 스위치로부터의 신호를 중앙의 제어용 컴퓨터로 전달해주는 역할을 담당한다.

이 모듈도 호스트 제어 모듈에서와 같이 마이크로컴퓨터에 연결된 DIP 스위치를 이용하여 데이터 전송속도를 선택할 수 있으며, 3.1절에 기술된 바와 같이 데이터 전송속도의 선택을 위한 DIP 스위치의 위치는 호스트 제어 모듈에서 설정된 값과 일치해야 한다. 또한 이 모듈에는 간단한 아날로그 회로를 부착하여 데이터 전송속도를 증가시켰을 때 생기는 링잉(ringing) 현상을 최소화 시켰다. 이 외에도 이 모듈에는 마이크로컴퓨터에 두 개의 선택 스위치를 부착하여 로컬 노드의 주소를 선택할 수 있도록 되어 있다. 이렇게 함으로써 실제 이 모듈을 이용하여 멀티드롭 네트워크(multidrop network)를 구성하였을 때 필드버스로 전송된 데이터의 주소 값과 미리 설정된 주소 값이 일치하는 데이터만 수신할 수 있도록 되어 있다. 이 기능을 이용하여 세그먼트당 32개의 로컬 노드를 연결하여 멀티드롭 네트워크를 쉽게 구현할 수 있다.

3.2.3 드라이브 모듈

드라이브 모듈은 다음의 두 가지 역할을 담당한다. 첫째, 로컬 노드 제어 모듈을 통하여 전송된 중앙의 제어장치(PC)로부터의 신호를 이용하여 솔레노이드 밸브 제어 신호를 내보낸다. 이때 필드버스를 통하여 전송된 데이터는 직렬(serial) 형태이며 직렬-병렬 변환 쉬프트 레지스터(serial-to-parallel shift register)를 이용하여 직렬 데이터를 8-Bits 병렬(parallel) 데이터로 변환시킴으로써 8개의 솔레노이드 각각에 대하여 동시에 ON/OFF 제어가 가능하도록 한다. 이때 병렬로 변환된 데이터는 솔레노이드를 직접 구동할 수 있을 만큼의 충분한 전력을 갖고 있지 않기 때문에 별도의 구동회로를 이용하여 솔레노이드의 구동에 필요한 전력을 생성한다. 둘째, 공기압 시스템에 부착된 리미트 스위치로부터의 신호를 로컬노드 제어 모듈로 전달해준다. 이때 8개의 실린더 양단에 부착된 리미트 스위치로부터 감지된 데이터는 8-Bits의 병렬 데이터로서 병렬

-직렬 변환 쉬프트 레지스터(parallel-to-serial shift register)를 이용하여 직렬 데이터로 변환시킨 다음 로컬 노드 제어 모듈로 전송해준다. 각 모듈은 별도의 보드로 구성이 되어있기 때문에 시스템 구성시 확장이 용이하다.

3.3 RS-485 멀티드롭(Multidrop) 네트워크 구성

EIA RS-485 인터페이스 방식은 산업체에서 가장 널리 응용되는 양 방향성의 평형 특성(balanced)을 가진 전송 회선의 표준이다. 이 방식은 산업체의 멀티드롭 시스템에 적합하게 개발된 것으로서 원거리에서도 고속으로 데이터를 주고받을 수 있다는 장점을 가지고 있다.

각 I/O 모듈은 완전히 독립적이며 데이터를 주고받기 위하여 단지 한 개의 꼬임선(twisted pair)을 사용할 뿐이다. 또한 모든 노드들은 네트워크에 병렬로 연결되기 때문에 전체시스템의 성능이나 나머지 노드에 영향을 미치지 않으면서 쉽게 노드를 새로이 추가하거나 선을 많이 사용하는데 이는 꼬임선이 잡음에 대해서 좋은 특성을 보여주기 때문이다.

각각의 노드가 네트워크를 통하여 통신을 할 때는 아주 간단한 명령 및 응답 체계를 이용하기 때문에 통신에 대한 충돌은 발생하지 않는다. 이 경우 항상 한 개의 중앙 제어 장치가 있고 여러 개의 종속 장치가 있게 되는데 중앙장치는 각각 다른 어드레스를 가진다. 중앙의 제어장치에서 통신하고자 하는 종속 장치로 명령, 응답 신호를 보내게 되며, 이때 명령어는 통신하고자 하는 종속 장치의 어드레스를 포함하고 있다. 제어 장치에서 내 보낸 어드레스와 일치하는 어드레스를 가진 종속 장치는 해당 명령어를 수행하게 되며 그 결과를 제어 장치에서 확인할 수 있다.

3.3.1 RS-485 네트워크의 구성

본 연구의 경우 중앙의 제어 장치는 호스트 제어 모듈이 부착된 PC이고 종속 장치는 로컬

노드 제어 모듈이 되며, 이때 각각의 로컬 노드 제어 모듈이 데이터를 송신하지 않을 때는 응답 상태가 된다. RS-485 인터페이스 방식은 기본적으로 두 가닥의 선을 사용한다. 각 로컬 노드 제어 모듈은 이 두 가닥의 선을 통하여 네트워크에 연결이 되는데 모든 연결이 병렬로 이루어지기 때문에 새로운 모듈의 추가나 혹은 모듈의 제거가 전체 네트워크의 성능에는 영향을 미치지 않는다. 본 연구에서는 전송 선로로부터의 신호 반사를 최소화시킬 수 있는 데이지체인(daisychain) 방식으로 네트워크를 구성하였다. 이 방식에서는 여러 개의 세그먼트가 리피터를 통하여 연결되어 한 개의 네트워크를 형성한다. 각 세그먼트에는 최대 32개까지의 로컬 노드 제어 모듈을 연결할 수 있으며 모듈의 개수가 32개를 초과하면 IC 구동단의 전류가 급격히 감소하여 통신상의 에러를 유발할 수 있다. 이 네트워크에는 최대 256개의 로컬 노드 제어 모듈을 연결할 수 있다. 그림 10 은 RS-485 네트워크 구성을 보여준다.

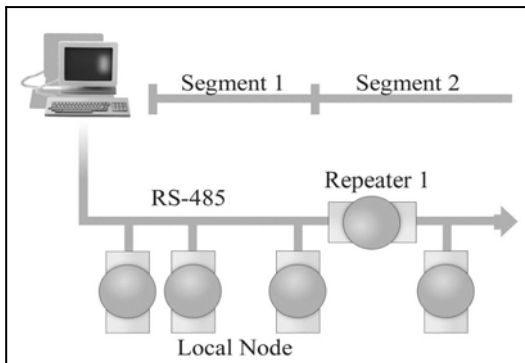


그림 10. RS-485 네트워크 구성

3.3.2 통신 프로토콜 설계

중앙의 제어장치 (PC)와 로컬 노드 사이의 통신은 송신(Tx) 데이터와 수신(Rx) 데이터로 구분하여 수행한다. 제어 장치를 기준으로 송신 데이터는 공장시스템의 솔레노이드 밸브를 제어하거나 또는 리미트 스위치로부터 신호를 수신하

기 위한 제어 신호로 사용하며, 수신 데이터는 리미트 스위치로부터의 데이터를 수신하기 위하여 사용한다. 송신 데이터는 5개 필드(필드당 1 Byte), 수신 데이터는 3개 필드 (필드당 1 Byte)로 구성되어 있으며 각 필드에 대한 정의는 각각 표 1,2와 같다. 표 1,2 에서 정의한 데이터 송신 및 수신 프로토콜을 이용하여 다음의 두 가지 경우로 구분하여 공장 시스템을 제어한다. 첫째, 제어장치에서 원하는 솔레노이드 밸브의 제어 신호를 보내기 위해서는 해당 로컬 노드의 ID 및 COMMAND 값을 0으로 설정한 다음 제어 신호를 DATA 0 및 DATA 1에 실어 버스를 통하여 송신한다. 이때 에러 체크를 위한 BCC 데이터는 ID, COMMAND, DATA 0 및 DATA 1의 값을 EX-OR 시켜서 구하며 호스트 제어 모듈에서 자동으로 생성된다. 버스에 연결된 로컬 노드에서는 ID값을 체크하여 읽어드린다. 이때 COMMAND 값이 0으로 설정되어 있기 때문에 DATA 0 및 DATA 1을 솔레노이드 밸브 제어 신호로 이용한다. 로컬 노드에서는 수신된 데이터를 필드 단위로 EX-OR 시켜서 [ERROR_CHECK = (ID) EX-OR (COMMAND) EX-OR (DATA 0) EX-OR (DATA 1)] 에러 체크를 위한 준비를 한다. 만약 (ERROR_CHECK = BCC) 이면 제어 장치로부터의 송신 데이터에 에러가 존재하지 않으며, 만약 (ERROR_CHECK ≠ BCC)이면 제어장치로부터의 송신 데이터에 에러가 존재하기 때문에 수신된 데이터가 무시되며 제어 장치에서는 데이터를 재 전송해야 한다. 둘째, 제어 장치에서 원하는 공장 시스템에 부착된 리미트 스위치의 상태를 확인하기 위해서는 해당 로컬 노드의 ID 및 COMMAND 값을 1로 설정한 다음 이 데이터를 버스를 통하여 송신한다. 이때 DATA 0 및 DATA 1 값은 제어 데이터로 이용이 되지 않기 때문에 시스템에 아무런 영향을 미치지 않으며 어떠한 값을 가지든 아무런 상관이 없다. 버스에 연결된 로컬노드에서는 ID 값을 체크하여 자신

의 주소 값과 일치하는 경우 전송된 데이터를 읽어들이는. 이때 COMMAND 값이 1로 설정되어 있기 때문에 로컬 노드에서는 리미트 스위치의 상태 값을 제어장치로 전송해야함을 인식하게 된다. 이어서 로컬노드에서 리미트스위치의 상태 값을 DATA 0 및 DATA 1에 실어 버스를 통하여 송신하며, 제어장치에서는 이 값을 읽어 리미트스위치의 상태를 확인한다. 이때 에러 체크를 위한 BCC 데이터는 DATA 0 및 DATA 1의 값을 EX-OR 시켜서 구하며 로컬 노드 모듈에서 자동으로 생성된다. 제어장치에서는 수신된 데이터를 필드 단위로 EX-OR시켜서 [ERROR_CHECK = (DATA 0) EX-OR (DATA 1)] 에러 체크를 위한 준비를 한다. 만약 (ERROR_CHECK = BCC)이면 로컬노드로부터의 송신 데이터에 에러가 존재하지 않으며, 만약 (ERROR_CHECK ≠ BCC)이면 로컬노드로부터의 송신 데이터에 에러가 존재하기 때문에 수신된 데이터가 무시되며 로컬 노드에서는 데이터를 재 전송해야 한다.

4. 성능 평가

설계, 제작된 시스템에 대하여 성능평가를 실시하였다. 우선 시스템의 성능 평가를 위하여 그림 11 과 같이 시험 장치를 구성하였으며, 데이터의 원거리 전송 가능성, 전송 속도, 사용환경 하에서의 잡음 방지 기능, 데이터 전송 시스템의 제어 프로그램에 대한 신뢰성을 중심으로 시험을 실시하였다. 시험 방법은 통신 케이블의 길이 및 데이터 전송 속도를 바꾸어 가면서 솔레노이드 밸브의 정상 작동 여부를 시험하였다.

데이터의 원거리 전송 가능성에 대한 시험은 리피터를 사용하지 않은 상태에서 데이터의 전송속도를 최대 375Kbps로 설정하였을 때 1,000m까지 정상 작동을 수행하였다. 또한 본 시스템에서는 통신용 전원과 주 전원을 분리시킴으로써 고잡음 환경하에서도 사용 가능함을

표 1. Transmitter Data Format
(a) Transmitter Data Format
(b) Field Data Format

ID	COMMAND	DATA 0	DATA 1	BCC
----	---------	--------	--------	-----

(a)

필드	구분	비고
ID	Local node의 구조	1~99의 값을 가짐
COMMAND	0:솔레노이드밸브 제어신호 송신 1:Limit switch의 상태표시를 위한 데이터 송신 요구	
DATA 0 DATA 1	솔레노이드 밸브제어 데이터	
BCC	송신 에러 체크를 위한 Checksum 데이터	

(b)

표 2. Receiver Data Format
(a) Receiver Data Format
(b) Field Data Format

DATA 0	DATA 1	BCC
--------	--------	-----

(a)

필드	구분	비고
DATA 0 DATA 1	Limit switch의 상태 표시 데이터	
BCC	수신 에러 체크를 위한 Checksum 데이터	

(b)

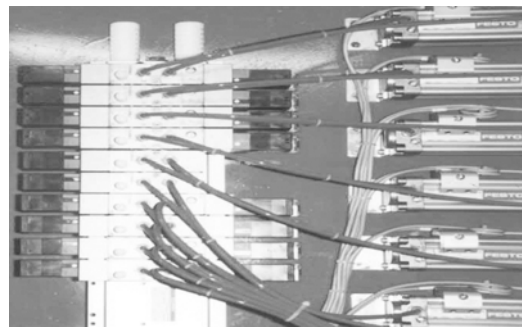


그림 11. 필드버스 통신에 의한 솔레노이드 밸브 시험장치

확인하였고, 잡음 특성이 양호한 커넥터(connector)를 사용함으로써 외부 잡음에 대한 영향은 최소화시킬 수 있었다. 또한 데이터 통신시에 에러 체크를 위하여 1byte의 체크섬(checksum) 데이터를 추가로 전송하기 때문에 데이터가 오 전송될 확률은 매우 낮음을 알 수 있다.

5. 결 론

본 연구에서는 공기압 필드버스 시스템에의 적용을 위한 고속, 고 신뢰성의 데이터 전송 시스템을 개발하였다. 이를 위하여 중앙 제어 장치 및 공기압 시스템 사이의 인터페이스를 위한 하드웨어 모듈을 설계, 제작하였으며, 또한 RS-485 방식에 근거한 멀티드롭 네트워크 구축을 위한 통신 프로토콜을 개발하였다. 개발된 시스템의 성능시험 결과 데이터 전송 속도를 375Kbps로 설정했을 때, 고 잡음 환경에서 리피터를 사용하지 않고 1,000m 거리에 있는 솔레노이드 밸브의 제어가 가능하였다. 또한 본 시스템은 고 잡음 환경에서 사용이 가능할 뿐만 아니라, 시스템의 확장 및 개선이 용이하며 시스템의 운용시 신뢰도 및 유연성을 제공한다.

본 연구에서 개발된 시스템은 공기압 제어 시스템에의 응용을 위하여 개발되었지만 이 외에도 생산 자동화 시스템, 생산 공정 관리 시스템 및 원격 데이터 획득 시스템(remote data acquisition system) 등의 구축에 쉽게 적용이 가능하다. 예를 들어 본 연구에서 개발된 데이터 전송 시스템을 이용하면 생산 현장에 흩어져 있는 대형의 복잡한 제어 시스템을 여러 개의 분산된 부 시스템으로 모듈화 시킨 다음, 각각의 부 시스템들을 제어하는 제어기를 한 개의 네트워크로 연결하여 중앙에서 제어할 수 있는 시스템을 쉽게 구축할 수 있다. 이렇게 함으로써 생산 현장의 모니터링이 용이할 뿐만 아니라, 중앙 통제 장치와 생산 현장 사이의 데이터 수집 및

정보교환이 신속하게 이루어진다.

필드버스 통신에 의한 공기압 제어 시스템의 선진국 기술추세는 유출능력 극대화, 고응답화, 저소비전력화, 장수명화, 성배선화, 소형경량화 등이며, 현재 16연 밸브, 1.5Km 전송의 필드버스 시스템의 개발을 추진중이다.

참 고 문 헌

- (1) M. Santon and K. Zech, "Fieldbus Brings Protocol to Process Control," IEEE Spectrum, March 1996, pp. 60-64.
- (2) P. Pleinevaux and J. D. Decotignie, May 1988, "Time Critical Communication Networks Field Buses," IEEE Networks, Vol.2, No.3, pp.55-63.
- (3) J.G. Bollinger and N. A. Duffie, "Data-Driven automation 4 : Enabling Hardware," IEEE Spectrum, May 1983, pp. 70-73.
- (4) K. Bender, PROFIBUS: "The Fieldbus for Industrial Automation", Prentice Hall, NJ., 1992
- (5) "Special Issue Communication for Manufacturing", IEEE Network Magazine, Vol 2, NO.3. May 1988,
- (6) W. Stallings, Data and Computer Communications, 4th edition, Prentice Hall, NJ., 1994
- (7) ISA-S50.02-1992, Standard Fieldbus: "Standard for Use in Industrial Control Systems", Part 2: Physical Layer Specification and Services Definition,1992,
- (8) ISA-dS50.02, Draft Standard: "Fieldbus Standard for Systems", Part 4: Data Link Protocol Specification, 1993
- (9) 홍춘표, 김동수, "공기압시스템 제어를 위한 데이터 전송시스템 설계," 한국퍼지 및 지능시스템학회(KFIS), Vol.10, No.2 pp.413-418, Nov, 2000