

필드버스를 이용한 공정제어

김 영 호, 한 현 수

Process Control Using Fieldbus

Kim Young Hoe, Han Hern Soo

Abstract

In the industrial field nowadays the information that needs to be handled are increasing and requires faster speed in contrast with PLC(Programmable Logic Controller) or DCS(Distributed Control System) based control systems these days. The work environment these days are mostly based on PC, so the control systems are wanted in PC. At Fieldbus used automated systems performing distributed process control by PC performs and combines into one system in order to maximize the increase of productivity, lower the expense, planning constructing and maintaining the reliance of automation.

These latest automation systems unites process, makes distributed control process able, and can control and supervise at remote PC.

I. 서론

수십 년 전 산업 현장에서는 3-50 psi의 공압 신호를 이용하여서 제어를 하였으며 80년대까지는 주로 4-20mA의 변조 신호를 사용하는 통신선에 의해서 연결하여서 제어 신호로 사용하였다. 이러한 4-20mA 전류 신호를 사용하는 연결 방식은 전자파 노이즈에 강하고 오류 감지가 쉽다는 장점이 있어서 많이 사용되게 되었다. 그러나 시스템에 따라 배선의 양이 많아지고 설치비용, 관리 문제 등이 발생되고 시스템 업그레이드에 어려움이 도출되게 되었다. 이러한 문제점의 해결을 위해서 개발된 것이 각종 기기간의 직렬 공통 버스 통신 시스템인 필드버스이다.

현대 사회에서의 제어 시스템에서는 처리되어야 할 정보량도 많아지고 처리 속도도 빨라질 것을 요구한다. 필드버스를 사용한 자동화 제어 시스템에서는 컴퓨터를 이용하여 분산화된 공정 제어를 수행하고 이들을 통합하여 하나의 시스템으로 구축함으로써 생산성 향상과 비용 절감, 자동

화 공정의 설계, 구축 및 유지관리에 유연성과 신뢰성을 극대화 시키고 있다. 이러한 첨단 자동화 시스템은 네트워크 기술을 바탕으로 하여 공정의 통합을 도모하고, 분산 제어된 공정이 가능하게 하며 원격지의 PC상에서 감시와 제어가 가능하게 하고 있다.

본 논문에서는 필드버스 장치 중 DeviceNet 장치를 사용하여서 PC 상에서 공정 제어를 수행하여 보고 범용으로 사용되는 controller와 제어 성능을 비교하여 본다. 실험에 사용된 Fieldbus 장치는 DeviceNet 통신을 사용하는 Analog 입력 장치와 Analog 출력 장치를 사용하였으며 제어 공정 플랜트로는 공압식 Globe valve를 사용하여서 수위 제어 실험 장치를 구성한다.

II. 필드버스 시스템

2.1 시스템 설계

필드버스 기반의 시스템 설계는 다음 사항들을 제외하고는 현재의 DCS (Distributed Control System) 설계와 매우 유사하다.

첫번째 차이점은 4-20mA 아날로그 신호의 1

대 1 신호선 연결로부터 디지털 신호로의 변경에 따른 물리적인 결선 방법에 있다. 현재 4-20mA 신호들을 위해 사용하고 있는 전선을 필드버스 용으로 재사용할 수 있다. 필드버스는 하나의 전선에 많은 기기를 멀티 드롭 할 수 있다. 필드버스상의 각 기기는 반드시 하나의 유일한 물리적인 기기 태그와 관련된 네트워크 주소를 가지고 있어야만 한다. 그림 1은 제안하는 필드버스 설계의 개요도이다.

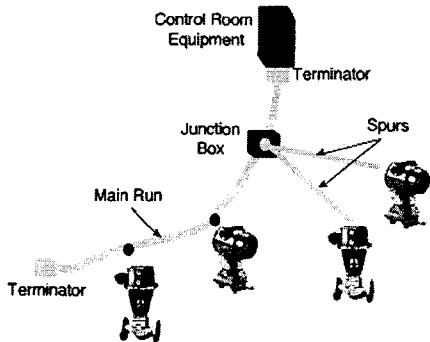


그림 1 필드버스의 시스템 개요도

두 번째 차이점은 일부 컨트롤 및 I/O 기능들을 컨트롤 시스템으로부터 필드버스 기기들로 분산시킬 수 있다는 점이다. 이것은 시스템 설계에서 요구되는 컨트롤러 및 I/O를 위한 많은 수의 Rack들을 줄일 수 있다.

2.2 기기 구성

시스템의 설계가 완료되고 계기가 선정된 후에 컨트롤 전략에 따라 요구되는 것으로 그림 2와 같이 각 기기의 기능 블록의 입력과 출력들을 연결하는 기기 Configuration을 한다. 이러한 입출력 연결은 현재의 현장에서의 물리적 결선이 아닌 Configuration 소프트웨어의 그래픽적인 오브젝트를 사용하여 이루어진다.

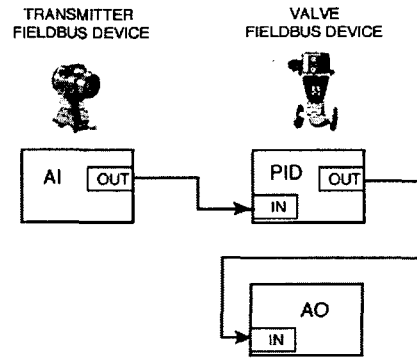


그림 2 필드버스의 시스템 구성도

모든 기능 블록 연결과 기기 이름, 루프 태그, 그리고 루프 실행 주기등과 같은 다른 Configuration 항목들을 모두 입력한 후에 Configuration 기기는 각 필드버스 기기들을 위한 정보를 생성한다. 만일 Link Master와 같은 현장 기기가 있다면 컨트롤러와 관계없이 독립적인 현장 독립 루프 (Stand-alone loop)를 구성할 수가 있다. 이는 Configuration 기기 또는 중앙 콘솔 없이도 루프의 운전을 독립적으로 계속할 수가 있다. 현장 기기가 해당 Configuration을 다운로드 받은 후에는 시스템은 바로 운전에 들어 갈 수 있게 된다.

III. Fieldbus 공정 제어

3.1 제안된 필드버스(Fieldbus)의 특성

필드버스는 많은 기기를 하나의 페어 전선 상에 연결시킬 수 있도록 하여 준다. 이것은 더 적은 전선, 더 적은 수의 본질 안전 배리어 (Instinsic Safety Barrier) 그리고 더 적은 수의 제어반을 사용한다는 것을 의미한다. 따라서 제어 시스템의 설치비용을 대폭 절감할 수 있다. 또한 단일 버스에 여러 개의 현장 기기를 연결한다는 것은 요구되는 I/O 카드 파일, 캐비닛 및 전원 공급 장치를 포함하여 I/O 및 컨트롤 장비를 줄일 있게 되는 것이다.

필드버스 시스템은 완벽한 제어 전략을 전체적인 현장 기기 수준에서 빠르고 쉽게 구축하고 연결할 수 있기 때문에 설계와 시운전 비용 또한

상당히 줄일 수 있다. 또한 Function Block 의 일관된 Block 지향의 설계로 각기 다른 제조업체로부터 공급되는 현장 기기들을 이음새 없이 통합된 형식으로 기능 분산을 시킨다.

또한 현장에서의 더 낮은 제어 비용으로 인하여 과거에 기존의 4-20mA 제어 환경에서 비용으로 인하여 하지 못하였던 제어 루프들을 쉽게 저렴한 비용으로 설치할 수 있게 된다. 즉 과거에 제어할 수 있었던 중요한 포인트들의 일부분만이 아니라 전반적인 프로세스에 걸쳐 제어를 증가시킬 수 있다는 것을 의미한다.

필드버스 기기의 사용은 플랜트의 유지 보수 업무에 혁명을 가져와서 마이크로프로세서 기반의 필드버스 기기들의 자기 진단과 통신 능력은 플랜트의 다운 타임을 줄여주고 플랜트의 안전을 대폭 향상시키는데 크게 기여할 것이다. 현장 기기에 문제가 있다고 생각할 때 그 기기를 검사하기 위하여 기기가 현장에 설치되어 있는 현장에 설비 보수 기술자를 더 이상 보낼 필요가 없다. 필드버스 기기의 자기 진단 기능이 언제 무슨 문제가 발생했는지를 알려 줄 수 있게 한다.

필드버스를 적용한 기기를 공급하는 제조업체는 필드버스 인증서를 받기 위하여 필드버스 표준에 합격하여야 하는데 이것은 기기의 제조업체와 관계없이 모든 필드버스 기기들이 서로 호환성 있게 함께 동작한다는 것을 보장하는 것으로 공급자의 선택폭을 넓혀주어서 여러 가지 측면에서 활용 가능하다는 것을 의미한다.

3.2 공정 제어

공정 제어의 대상 플랜트가 펌프, Control Valve, 수동 제어 밸브, 물탱크 등으로 구성이 되고 제어 장치는 D/P Transmitter, Controller, DeviceNet I/O 장치, PC 등으로 구성이 되며 수위 제어 공정의 모니터링 및 제어를 위하여 제어 프로그램을 구성한다.

제어 밸브의 주요 기능은 수위 공정 제어에 있어서 최종 제어 구성요소로서, 수위를 조절하며, 유체의 방향 전환, 유체 이송 및 차단 역할을 담당하고 조작부는 본체부, 조작부, 보조 기기로 나누어진다. 사용된 제어 밸브는 E-P (Electric To Pneumatic : 전기 공압식) Positioner type의

Equal Percentage Type 의 유량 특성을 갖는 제어 밸브로서 4~20 mA의 제어 신호를 받아서 밸브 내부의 공압 신호로 변환하여 밸브의 개폐량을 조절한다.

본 장비에서 사용된 transmitter는 차동 압력 (Differential Pressure)을 사용하여서 수위를 전기적인 신호로 바꾸어주는 장치이다. 수위 제어 실습 장치는 수위 탱크(water level tank)의 아래쪽에 압력 도입관을 transmitter에 연결을 하여서 대기압과 수위 탱크(water level tank)의 압력 차이를 통하여 수위 탱크의 수위를 계산하여 준다.

Local controller는 Omron 사의 범용 산업용 Controller로서 수동으로 임의의 출력값을 보낼 수 있는 Manual 모드와 자동으로 목표값을 찾아주는 Auto 모드로 설정할 수가 있다. 각 모드에서는 두 가지의 값을 숫자 형태로 나타내고 있는데 Controller 위쪽에 표시된 PV 라는 표시는 현재의 상태값 (Process Value)이고 아래쪽에 표시되어 있는 SV라는 값은 목표값 (Set Value) 이고 controller 상의 화살표 모양의 스위치로 변화가 가능하다. 그러므로 Manual 모드에서 화살표 모양의 스위치를 조작하여서 바뀌는 SV 값은 출력값 자체를 변화시켜 주는 것이고 Auto Mode에서 화살표 모양의 스위치를 조작하면 목표값이 변화되어서 출력값 즉 조작값 MV (Manipulated Value)를 변화시켜서 현재의 상태값(PV)를 목표값(SV)에 수렴하게 한다.

표 1 사용된 DeviceNet 장치의 사양 및 성능

종류	아날로그 출력	아날로그 입력	릴레이 출력
사양 및 성능	2 CH	4 CH	6점
	4~20mA	4 ~ 20mA	1A / 점
	분해능5μA	분해능1.5μA	
	처리속도 2.5ms	처리속도 2.5ms	

산업용 controller는 DeviceNet 통신을 사용하고 DeviceNet 통신 규약을 사용하기 때문에 PC 상에서 controller 내부의 연산되고 있는 값들이나

변수 등을 간단한 작업을 통하여서 read/write가 가능하고 편리하게 사용할 수가 있다. 원격지의 PC 상에서도 구동이 가능한 controller이다. 장비에 설치되어 있는 DeviceNet 장치는 표 1과 같이 4~20mA 산업 표준 전류 신호를 입출력 할 수 있는 장치와 릴레이 출력을 할 수 있는 장치로 구성되어 있다. 각 장치들을 사용하여서 원격지의 PC 상에서 현장에 있는 transmitter의 값을 읽어 줄 수 있고 제어 밸브(control valve) 상에 연산된 제어 출력값을 적절하게 출력 할 수가 있으며 펌프 장치의 on/off도 가능하게 된다. 이와 같이 설계된 필드버스 공정제어 장치는 그림 3과 같다.

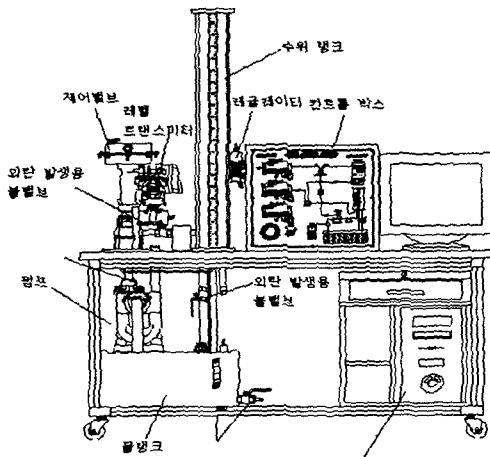


그림 3 필드버스 공정제어 장치

VI. 실험 및 고찰

범용 Controller의 SV(Setting Value) 값을 변화시켜서 수위 제어 공정을 수행한다. 범용 Controller를 이용하여 수위 제어 공정을 수행할 경우의 제어 상태와 제어 시간들을 체크하고 소프트웨어 적으로 구현된 인터페이스를 통해 PID Parameter의 값을 변화시켜 보면서 제어 상태를 확인한다. 그림 4는 수위제어 실험결과를 나타낸 그림이므로 다음과 같은 방법으로 실험을 수행하였다.

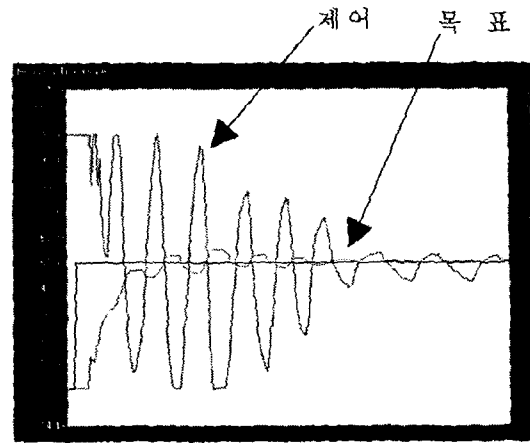


그림 4 수위 제어 실험 결과

- ① 범용 Controller와 비슷한 형태로 수위 제어 실험을 행한다.
- ② PC 상에서 필드버스 디바이스들을 제어하여서 수위를 제어하여 보고 범용 Controller와 비교하여 제어 상태 및 제어 시간들을 비교하여 보면서 제어 실험을 행한다.
- ③ 제어 프로그램 상에서 제어 상태에 대한 그래프들을 저장하여서 제어 그래프들을 비교한다.

그림 4의 결과를 요약하여 나타낸 실험의 결과를 표2에 보인다.

표 2 범용 Controller를 이용한 수위 제어 실험

	PID parameter			공정 제어의 상태
	P	I	D	
SV = 50 일 경우	30	0	0	헌팅 (에러 잔존)
	10.5	0	0	Overshoot (에러 잔존)
	10.5	5	3	안정화
Auto Tuning	9.7	7	1	안정화

이상의 결과로 설계된 공정제어는 필드버스로 인하여 매우 효율적인 제어가 이루어짐을 알 수 있다. 기존의 과도현상에 의한 응답시간의 지연 등이 줄어들었음을 알 수 있다.

참고문헌

- [1] Supporting Internet Protocols in Master-Slave Fieldbus Networks, Filipe Pacheco, Eduardo Tovar, Athanasios Kalogeras, Nuno Pereira
- [2] Architectures for the Interconnection of Wireless and Wireline Fieldbuses, Jean-Dominique Decotignie, Philippe Dallemagne, Amre El-Hoiydi
- [3] 제어 시스템 이론 및 설계 - 엄기환, 손동설 공저
- [4] 신편 계장 제어 시스템 - 김동화 저
- [5] 계장 제어 공학 - 채영무, 이철직, 황유섭, 강향수 공저
- [6] 그래픽 프로그램의 이해 - 장현오 저
- [7] www.imadang.co.kr 기술 자료