

PLC와 공장자동화

김 종 원
(주)신도리코 기술연구소



● 1955년생
● 결삭공정의 적응제어를 전공하였으며, 메카트로닉스 시스템, 생산 시스템 자동화 및 마이크로 컴퓨터를 응용한 기계제어 등에 관심을 가지고 있다.

1. 머리말

공장자동화(FA : factory automation)의 규모와 수준이 확장됨에 따라서, FA공정제어장치에 의해서 달성되어야 하는 기능(입력과 출력 신호 사이의 논리적 연결기능)이 더욱 더 복잡해지고, 다양해지고 있다. 이에 대응하기 위해서, FA공정제어 논리를 프로그램 형태로 작성하여, 컴퓨터로 구현하는 방법이 개발되었는데, 그 대표적인 예가 PLC(programmable

logic controller)이다.

간단한 논리회로(AND, OR, NOT, NOR, NAND)로부터, 복잡한 순차제어(sequence control)까지, 거의 모든 FA공정제어 분야에서, 급속한 속도로 PLC가 기존의 릴레이 제어장치를 대체하고 있다. 그림 1은 하드웨어 측면에서 작성된 FA의 범위를 표시한 것으로서, PLC가 거의 모든 FA요소기계에 채택되어 있음을 보여주고 있다.

본 글에서는, 이러한 PLC의 사용 추세에 발맞추어, 기계기술자로서 PLC에 대한 이해

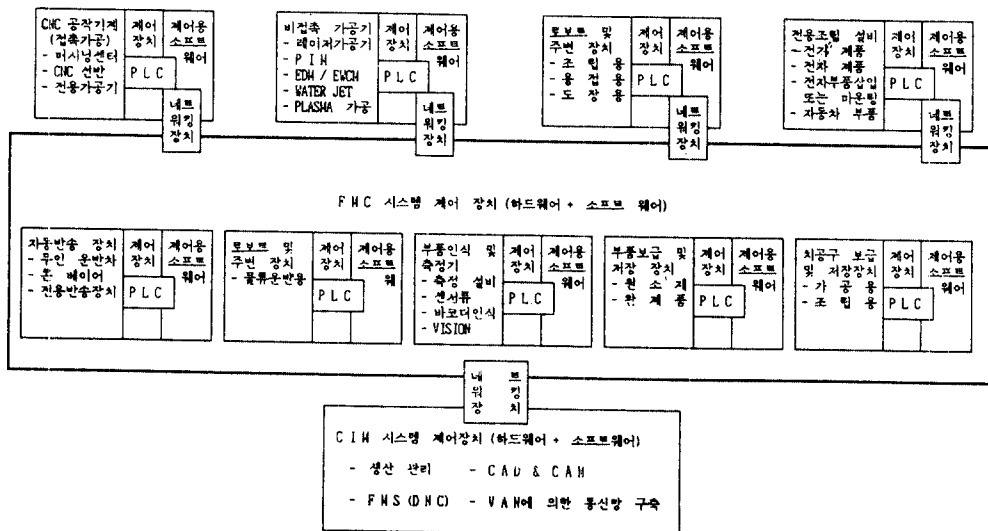


그림 1 하드웨어 측면에서의 공장자동화의 범위

를 돕고자, PLC의 용도 및 사용예제, 구조 및 작동원리, 그리고, FMS 라인에서의 적용 사례 등을 기술하였다.

2. PLC의 용도 및 사용예제

그림 2는 FA 물류운반장치 중의 하나로서, 터닝 유닛(turning unit)을 도시한 것이다. 좌측에서 반입된 소재 또는 부품을 90도 회전시켜서 수직으로 세운 뒤에, 우측으로 반출시키는 장치이다. 소재를 이동 및 회전시키는 액츄에이터로서는 모두 AC모터를 사용했으며, 그림 2는 중간 전기회로에서 보이는 바와 같이, 컨택터 접점의 온/오프에 따라서 회전/정지가 결정된다. 또한 소재 이동 상태를 파악하기 위해서, 리미트 스위치를 사용했으며, 소재가 회전시에 소재고정을 위해서 공압실린더를 사용하여 클램핑하도록 되어 있다.

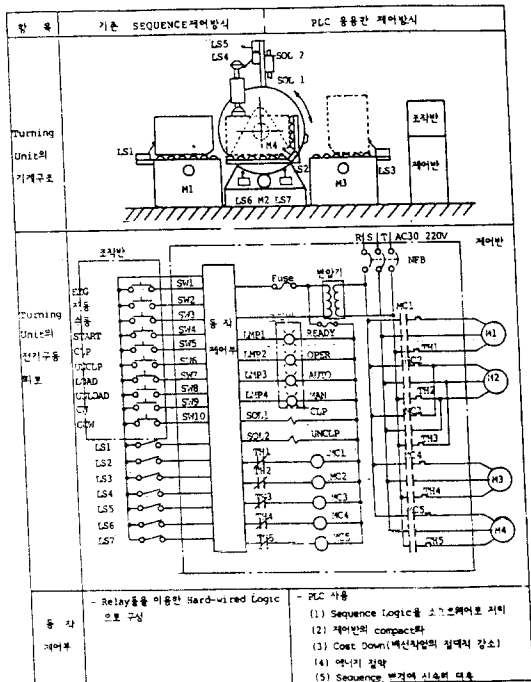


그림 2 PLC를 이용한 터닝 유닛의 순차제어

본 터닝 유닛이 주어진 기능을 수행하기 위해서는, 그림 3의 플로우 차트(flow chart)에 도시된 것과 같은 순차제어논리가 단계별로 차례로 이루어져야 한다. 이러한 순차제어논리를 기존의 릴레이 제어반으로 구현하기 위해서는, 그림 4의 좌측에 보이는 것과 같은 래더 다이어그램(ladder diagram) 형태로 표현하지 않으면 안 된다.

기존의 릴레이 제어반과 PLC를 이용한 FA 제어장치의 차이점은 래더 다이어그램을 어떻게 실제로 구현하는가에 있다. 전자는 리미트 스위치, 메인릴레이, 보조릴레이, 컨택터 등을 도선, 터미널, 덕트 등을 이용하여 배선작업을 하여서 이루어지고(hard-wire control, fixed program), 후자는 그림 4의 우측에 보이는 바와 같이 PLC 전용 프로그램 언어로 구성되는 소프트웨어 형태로 이루어진다(stored-

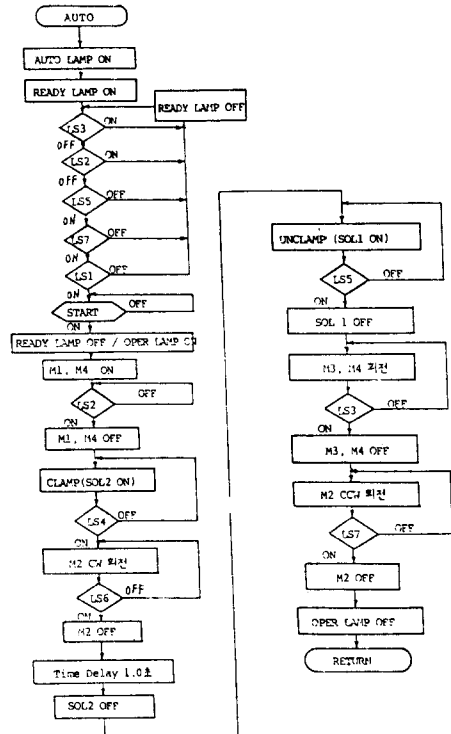


그림 3 터닝 유닛 순차제어 플로우 차트

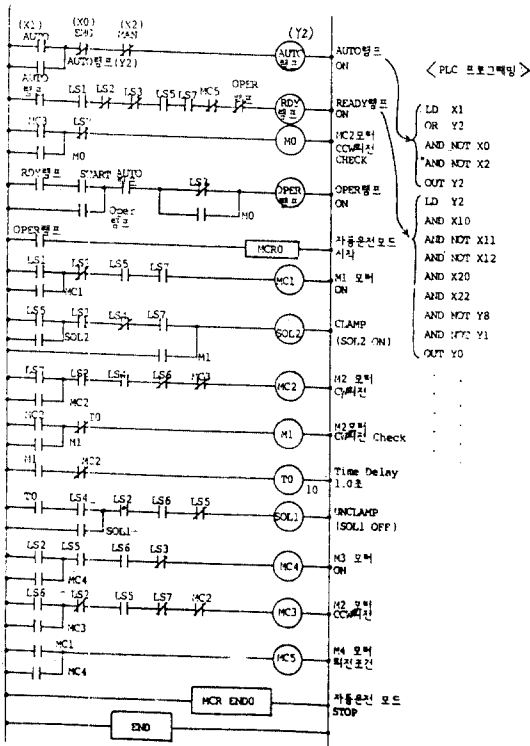


그림 4 터닝 유닛 순차제어 래더 다이어그램

PLC 구분		요소형	소형	중형	대형
주요 SPEC		대우중공업 FA-24	NATIONAL PL40M	MITSUBISHI MELSEC-K2N	TOYODA TOYOPUC PC1
1	기본 입력	14	24	16점과	8점과
	기본 출력	-	(24)	32점 단위로	16점 단위로
	입출력 점수	10	16	입출력 Module과	입출력 Module과
	트랜지스터	-	(16)	되어 있음.	되어 있음.
	트라이아크	-	(16)		
	소 계	24	40		
2	최대입출력점수(동시)	72	120	512	1,024
3	프로그램 용량(step수)	630	1,000	4,096	8,192
4	프로그램 방식	릴레이 심볼 방식 (LADDER DIAGRAM식)			
5	명령어 종류	17	18	40	76
6	특수 입력출력 module			- Positioning Unit - High Speed Counter - A/D Converter - D/A Converter - PID Control Unit	

그림 5 PLC의 구분과 주요 규격

일반적으로 배선작업이 대폭적으로 줄어들어서, 제조경비(cost)가 싸지며, 생산리드타임이 줄어들어서 납기(delivery)가 단축된다.

PLC의 규격(specification)으로서 가장 중요한 것은 최대입출력점수(PLC CPU에 동시에 연결할 수 있는 입력 및 출력 채널의 최대 수효)이다. 보통 최대입출력점수 128점 이내인 PLC를 소형, 512점까지를 중형, 그 이상(대개 2048점까지)을 대형 PLC로 구분한다. 그림 5에 PLC의 구분에 따른 대표적인 PLC의 예와 자세한 기타 규격을 보인다.

3. PLC의 구조 및 작동원리

소형 PLC의 하드웨어 구조를 블록선도(schematic diagram) 형태로 표시하면 그림 6과 같이 된다. 소형 PLC에서는 보통 8비트 마이크로프로세서가 사용되는데, 여기서는 인텔 8085가 채택되었다. 시스템 ROM(read only memory)에는 PLC용 OS(operating system)가 내장되어 있으며, PLC 사용자가 작성한 공정제어 프로그램은 프로그래밍 유닛을 사용하여, RAM(random access memory)에 저장할 수 있는데, 전원이 오프가 되어도, 백업(back-up) 건전지에 의해서 RAM 내용이 지

program control).

이상에서 알 수 있는 바와 같이, PLC를 사용함으로써 얻을 수 있는 장점들은 다음과 같다.

(1) 유연성(flexibility) 확보 : 공정 제어논리의 변경이 용이하므로, 제어장치설치 및 시운전 시간이 단축되며, 소량다품종 생산체제에 빨리 적응할 수 있고, 사후에 기능추가 및 변경이 쉽다.

(2) 소형화(compactness) : 제어논리가 소프트웨어로 PLC에 내장되므로, 기존 릴레이반에 비하여 제어반이 작아지고, 설치면적이 줄어들며, 소비전력이 절감된다.

(3) 제어반 제조 QCD 향상 : PLC는 일종의 공정제어용 전용컴퓨터로서, 표준화장비이므로, 이것을 이용하여 제어반을 제조하면, 제어반 제조품질(quality)의 평준화가 가능하고,

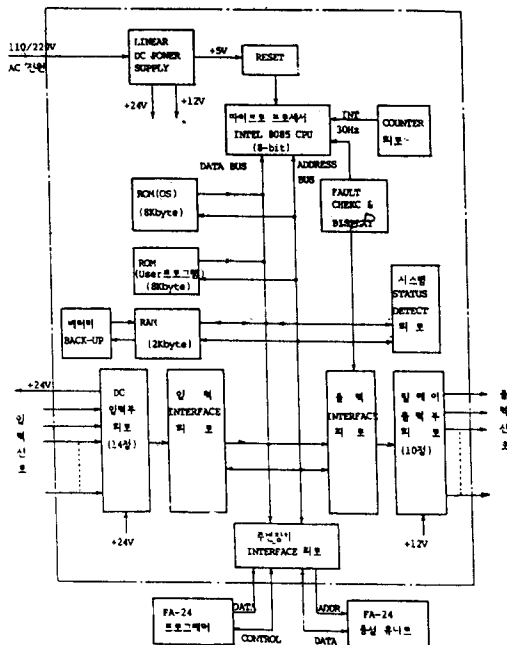
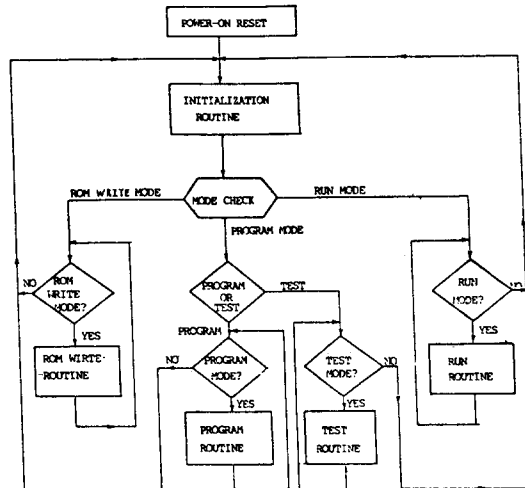


그림 6 소형 PLC의 하드웨어 구조



- 1) INITIALIZATION : 입출력부, Counter, RAM의 초기화 작업
- 2) ROM WRITE ROUTINE : RAM의 User program을 EPROM에 burning 작업.
- 3) PROGRAM ROUTINE : 프로그램어의 key 칸널을 통하여 PLC 프로그램을 입력시킴.
- 4) TEST ROUTINE : 입출력 액션 check를 위해, 독립적으로 강제출력을 가능하게 함.
- 5) RUN ROUTINE : 입력된 PLC 프로그램을 수행함.

그림 7 소형 PLC의 소프트웨어 구조

워지지 않게 되어 있다. 만일 더 이상 공정 제어 프로그램을 변경시키지 않을 경우에는, ROM 기록 유닛(ROM writer)을 이용하여 공정 제어 프로그램을 ROM에 태운 뒤에, 사용자 ROM 자리에 끼워서 사용할 수도 있다.

본 PLC는 입출력 최대 72점까지 증설할 수 있고, DC 24V 입력방식만 가능하며, 출력방식으로서 릴레이접점출력(2A까지)만 가능하다.

시스템 소프트웨어로서는 그림 7에서와 같이, 크게 5가지 서브루틴으로 구성된다. 제일 중요한 것이 런 루틴(run routine)인데, 이 루틴에서 사용자의 공정 제어 프로그램에 따른 입력 신호의 읽어들이고 연산 결과의 출력이 수행된다. 본 PLC에서는 리플레쉬 스캐닝(refresh scanning) 방식이 채용되었는데, 이것은, 공정 제어 프로그램 전에 입력 신호를 모두 읽어들이고 다음에, 연산에 들어가서 각종 출력 신호를 산

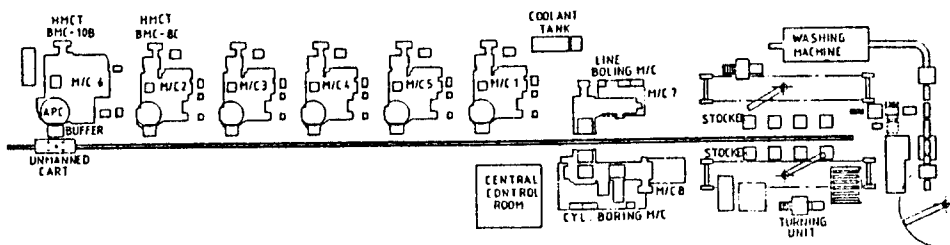


그림 8 대우중공업 D-28 FMS 라인의 레이아웃

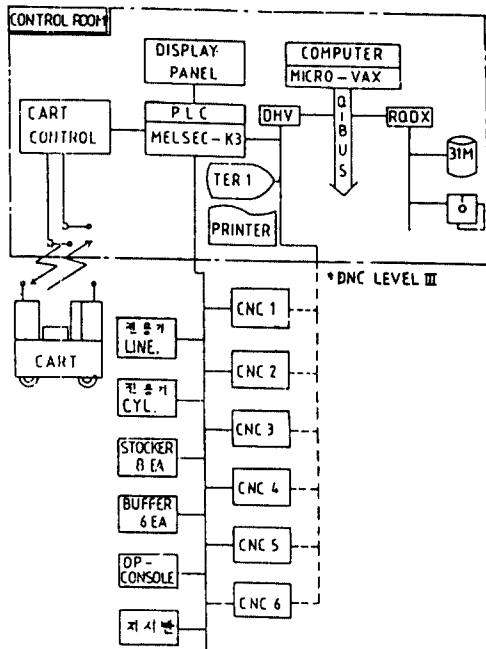


그림 9 D-28 FMS 라인의 시스템 구성도

출하고, 공정제어 프로그램 후에 한꺼번에 모든 출력신호를 내보내는 일괄입출력 방식을 말한다.

4. FMS 라인에서의 PLC 적용사례

그림 8에 보이는 것은 대우중공업 인천공장에 설치된 D-28 FMS 라인의 레이아웃이다. 본 FMS의 구성을 살펴보면, 그림 9에서와 같

이, 호스트 컴퓨터로서 MICRO-VAX가 사용되었으며, 주 PLC로서 미쯔비시사의 MELSEC-K3가 채택되어 있고, 이것은 PLC 컴퓨터 링크모듈을 통해서 호스트 컴퓨터와 연결되어 있다.

한편으로, 주 PLC로부터 6대의 CNC머시닝 센터, 2대의 전용가공기, 8대의 세팅스테이션 (stocker), 작업상황판 등으로 네트워크 배선이 병행연결되어 있다.

또한 그림 1에서 언급한 것과 같이, CNC 머시닝 센터와 전용가공기, 그리고, 무인반송차의 전용제어장치 내부에도 각각 PLC가 내장되어 있어서, 각 기계장치의 국부적인 순차 제어기능을 담당하고 있다.

5. 맺음말

지금까지 공장자동화에 있어서 PLC의 용도를 적용사례 중심으로 알아보았다. PLC는 FA공정제어 장치의 기초단위로서 매우 중요한 위치를 차지하고 있으며, 기존의 릴레이제어반의 단점을 매우 효율적으로 해결할 수 있게 해준다.

또한, 특히 기계기술자의 입장에서 볼 때, PLC 자체가 FA공정제어용 전용 컴퓨터로서, 표준화장비이므로, 전기 및 전자공학적인 깊은 지식이 없이도 쉽게 그 사용법을 이해할 수 있다는 장점을 가지고 있다.