

포항제철소 냉연 조질 정정 Line전산화에 관한 연구

원상철, 김상우

포항공과대학교 전자전기공학과

1. 서 론

포항제철소 내의 각종 생산 공정들은 공정의 특성상 사람이 작업하기 어려운 열악한 환경 아래서 동작하는 것들이 대부분이다. 따라서, 산업 재해를 예방하고 생산성을 높이기 위하여 조업의 자동화가 절실히 요구되고 있으며 또한 투입되는 인력을 최소한으로 줄이기 위하여 단위 공정들간의 전산망을 통한 체계적인 조업 방식이 대두되고 있다. 특히 조직적으로 잘 구축된 전산 시스템은 기업의 경영과 관련되어 매우 효율적인 생산 관리를 가능하게 하여 생산성을 높이는 데 필수적이다. 이러한 요구에 맞추어 최근 도입되는 장비들은 대부분이 자동화되어 있으며 상호 연결된 한 개의 단위 공정의 조작에 1, 2명의 인원으로도 작업이 가능하도록 되어있다. 최근 광양제철소의 예를 보면 이러한 자동화 및 전산화는 더욱 증가하고 있는 추세이다. 그러나 현재 포항제철소 경우 기존의 설비들 중 일부는 이러한 자동화·전산화 시설이 부족한 부분이 존재하여 전체 공정의 전산망 구축에 걸림돌이 되고 있다. 이러한 부분은 개선의 대상이 되고 있으나 기존에 사용하고 있는 설비에 대하여 장비의 보강 및 새로운 운영체제의 도입은 실제 매우 어렵고 또한 많은 위험을 수반하게 된다.

본 논문에서는 이러한 자동화·전산화 작업의 준비 작업으로 기존 포항제철의 생산 공정 중 자동화·전산화 시설이 부족한 냉연 공장의 #2RCL(Recoiling Line)을 대상으로 하여 현재 포항제철소에 구축되어 있는 전산 계층 구조에 따르는 전산망 시스템을 구성하며, 또한 현재 포항제철에서 진행되고 있는 EIC통합 방안에서 권장하는 시스템인 VME-bus 시스템을 이용하여 시스템을 구축하여 봄으로써 향후 전산화 작업시의 모델을 마련하고자 한다. 이하 2장에서는

대상 시스템인 포항제철의 RCL을 소개하고 3장에서는 현재 포항제철의 전산망 구조에 대하여 설명한다. 4장에서는 포항제철소의 전산 시스템의 구조에 따르는 모의 시스템을 구축하였으며 5장에서는 결론을 맺었다.

2. RCL의 개요

본 장에서는 본 논문의 연구 대상이며 현재 포항제철소의 제1냉연 공장에서 사용되고 있는 #2RCL(Recoiling Line)의 기계적 사양과 공정에 대하여 소개한다. RCL은 냉간 압연, 조질 압연을 거친 소재의 외관, 형상, 치수 등을 검사하고 수요자의 요구에 따라 도유 및 중량분할 등을 수행하여 코일 상태로 권취하는 설비이다. 연구의 대상이 되는 #2RCL은 VOEST ALPINE(기계)와 BBC(전기)의 제품이며 1981년 2월 18일 준공하여 사용하고 있으며 기계적 사양은 다음과 같다.

- 설비길이 : 48.3M(P.O.R.-T.R.)
- 소재재료 : 저탄소강
- 소재치수 : 두께 - 0.4~1.6mm
폭 - 500~1,270mm
내경 - 508mm
외경 - 2,050mm
장력 - 350kg~3,500kg
- 생산제품 : CR Coil, Slitter 제품
- 제품두께 : CR coil : 0.2~1.6mm
- Slitte : 0.4~1.6mm
- 코일 생산량 : 135,000t/y
- Line Speed : 30~400 MPM/min

표 1. RCL 구동기기 제원.

| | Pay Off Reel(P.O.R.) | Tension Reel(T.R.) |
|------------|----------------------|----------------------|
| 원동력 | D.C. motor | D.C. motor |
| Power | 0~230/230kw | 0~240/240kw |
| 회전수 | 0~423/1,700rpm | 0~423/1,700rpm |
| Gear 감속비 | 6.968 : 1 | 6.968 : 1 |
| Mendrel 직경 | 최대 525mm 최소 470mm | 최대 508mm 최소 470mm |

현재 RCL작업은 5~6명의 작업자에 의하여 수작업으로 작업이 이루어지고 있으며 RCL관리용 P/C(Process Computer)는 설치되어있지 않다. RCL의 작업 공정은 조업 지침에 따라 나뉘어지며 각각의 공정은 다음과 같다.

2.1 통판작업

통판작업은 코일을 P.O.R.에 걸어서 출측 reel에 코일을 걸기까지의 작업이며 통판작업은 다시 다음과 같은 세부 작업으로 나누어 진다.

- 코일 확인 작업
- P.O.R. sleeve 교환 작업
- 입측 코일카 운전 작업
- P.O.R., T.R. 통판작업
- T.R. 고무 sleeve교환 작업
- T.R. 통판 작업
- 용접작업

2.2 정속작업

P.O.R.에 인입된 코일을 지정된 길이까지 운전하는 작업

- 출측 dividing shear에 의한 용접부 제거 작업
- 제품혼입 용접부의 threading 작업
- prime 방향의 초기 권취작업
- prime 방향의 정속 운전조건
- 결함부 제거 작업
- reject 초기 권취 작업
- reject 정속 작업

2.3 코일 인출작업

완성된 코일을 인출하는 작업

- prime 코일 분할 작업
- 출측 코일카 운전 작업
- end부 scrap의 입측 인출 작업
- top부 scrap의 tension reel 권취후 인출 작업
- reject reel scrap coil의 인출 작업

2.4 검사작업

코일의 결함 검사 작업

- 검사실적 처리 작업
- 생산실적 처리 작업

2.5 포장작업

최종 코일의 포장 작업

- 포장 지시 작업
- 포장장 물류 관계작업
- label 및 검사표 부착 작업

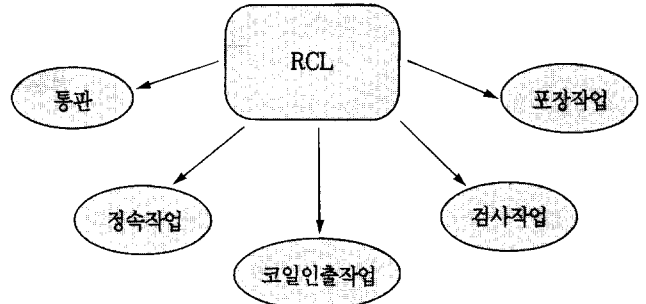


그림 1. RCL 공정 작업 분류.

공정에 따른 작업의 구성과 작업 순서는 아래의 그림 3과 같다.

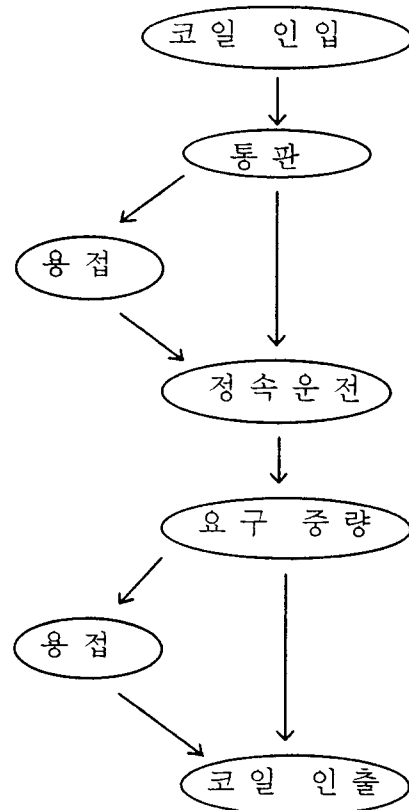


그림 2. RCL 작업순서.

현재 RCL공정에서 상부의 전산기로 입력되는 데이터의 종류는 아래의 표 2에서 보는 바와 같다. 이들 데이터는 작업자가 직접 수작업으로 입력시키고 있다.

표 2. RCL조업 데이터 List.

| | | |
|----|-------------|-------|
| 1 | 속도 | 속도 |
| 2 | 내경 | 길이 |
| 3 | S/T | |
| 4 | 도유 | |
| 5 | 결번 | |
| 6 | 보류 | |
| 7 | 처치 | |
| 8 | 요구중량 | 무게 |
| 9 | 표면/형상검사 | 코일 형태 |
| 10 | 용접부 (1) | 용접 상태 |
| 11 | 용접부 (2) | 용접 상태 |
| 12 | S/T | |
| 13 | 도유 | |
| 14 | 종번 | |
| 15 | 적번 | |
| 16 | Reject 1234 | |
| 17 | 작업시간 | 시간 |
| 18 | 휴지시간 | 시간 |
| 19 | 길이 | 길이 |
| 20 | 중량 | 무게 |
| 21 | 중량결정 | 무게 |
| 22 | 포장형태 | |
| 23 | Sleeve | |
| 24 | 전공정 | |
| 25 | 용접부 위치 | 용접 위치 |
| 26 | 보류 | |
| 27 | 요구 | |
| 28 | 재처리 | |
| 29 | 분할 | |
| 30 | 두께 top | 길이 |
| 31 | 두께 end | 길이 |
| 32 | 폭 | 길이 |
| 33 | 형상실적 top | 코일 형상 |
| 34 | 형상실적 mid | 코일 형상 |
| 35 | 형상실적 end | 코일 형상 |

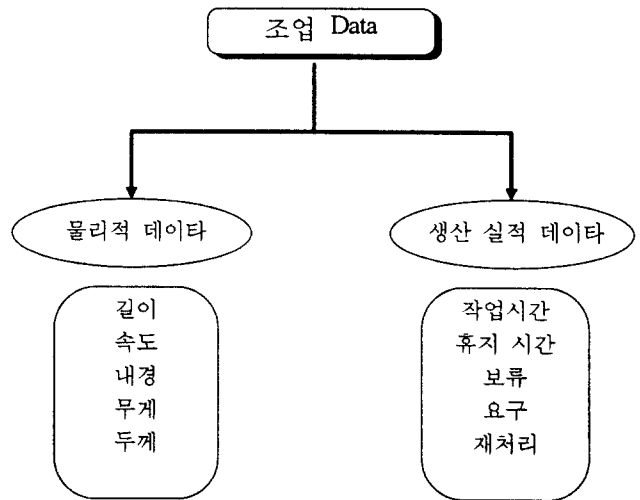


그림 3. 조업 데이터 구성도.

3. 포항제철 전산망 구조

본 장에서는 현재 포항제철소에서 사용하고있는 일반적인 전산망 구조를 살펴본다. 현재 포항제철소의 전산망 구조는 최상부에 위치하는 B/C(Business Computer), 각 단위 공정을 제어하는 P/C(Process Computer), 하부의 기기들을 직접 제어하는 PLC(Programmable Logic Controller) 및 DDC(Direct Digital Controller)의 구조로 되어 있으며 각각의 구성과 역할은 다음과 같다.

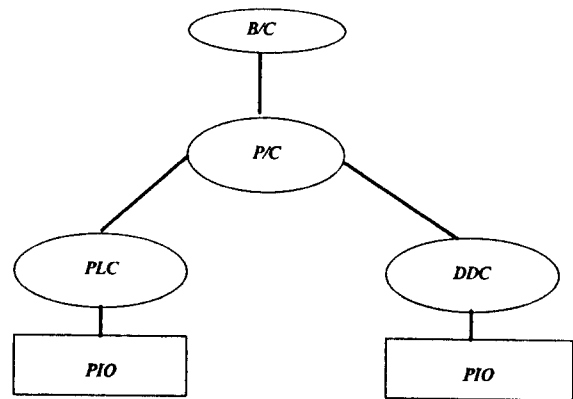


그림 4. 전체 시스템 구성도.

3.1 B/C(Business Computer)

B/C는 포철 전산 계층 구조의 가장 상부에 위치하며 각 공정의 P/C에서 전달되어 오는 데이터와 자료를 수집하여 전체 공정의 작업 계획을 조정 관장하는 기능을 갖는다.

3.2 P/C(Process Computer)

P/C는 단위 공정의 모든 정보를 처리하고 상위에서 내려 오는 각종 조업지시 명령에 따라서 하부의 공정을 제어, 관

리하는 역할을 한다. 일반적인 역할을 살펴보면 다음과 같다.

- 설정제어 기능
- 조업관리 기능
- 프로세스 추적 기능
- 실적수집 기능
- 데이터 통신 기능

이 외에도 일부 고속으로 작동하는 공정(압연 등)에서는 P/C가 직접 공정을 제어하는 경우도 있다. 그러나 현재는 PLC 및 하부 기기의 성능 발전에 따라서 거의 대부분의 직접적인 공정 제어를 PLC 및 하부 기기가 처리하고 있다. 현재 사용되고 있는 P/C 각 공정마다 다른 종류(VAX, PDP11 등)가 사용되고 있으며 현재 #2RCL의 경우에는 설치되어 있지 않다.

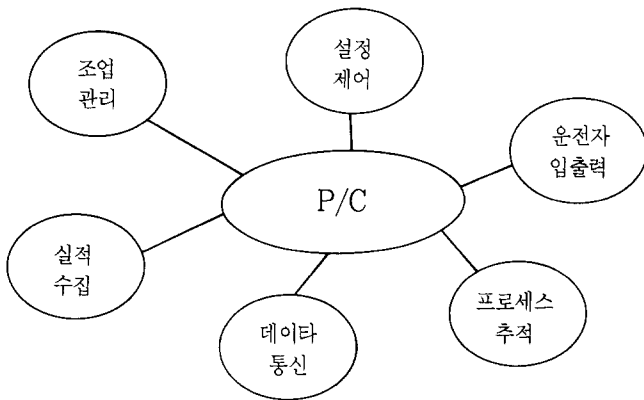


그림 5. P/C 역할 구성도.

3.3 PLC(Programmable Logic Controller) 및 하부기기

포항제철소의 가장 하부기기는 실제 하위의 기기를 제어하게 되며 제어 대상에 따라 여러가지 종류의 기기가 사용된다(PLC, DDC(Direct Digital Controller) 등). PLC는 주로 순차적인 제어를 수행하고 DDC나 DCS(Distributed Control System)비하여 빠른 응답성을 갖으며 DDC는 수십 milli-sec이상의 응답성을 갖고, 궤환제어에 적용된다. 현재 포항제철에서 사용되는 PLC 및 DDC는 제철소 초기 장비 도입시 일괄구매 방식으로 들어온 경우가 많아서 그 수량과 종류가 매우 다양하다.

표 3. 포항제철소 P/C, PLC, DDC설치현황.

| | 공급업체수 | 기종수 | 총수량 |
|-----|-------|----------------|-------|
| P/C | 8 | VAX 6310 외 15종 | 115 |
| DDC | 21 | CENTUM 외 41종 | 191 |
| PLC | 33 | MELPLAC 외 109종 | 1,054 |

3.4 전산망 구조

현재 포항제철소에서 사용되는 B/C, P/C, PLC(DDC)사이의 연결은 표준화된 방안이 없으며 P/C와 하부기기(PLC, DDC)간의 통신은 각 제조회사(PLC, DDC)에서 제공하는 통신망을 이용하여 연결되어 있다. 또한 B/C와 P/C간의 통신망은 공장마다 약간의 차이가 있으나 대부분이 RS232C 정도의 통신로를 이용하여 데이터의 전송 및 조업 지시가 이루어지고 있는 실정이다. 현재 이와 같은 기기의 비 표준화로 인한 여러가지 문제점을 해결하고자 포항제철소 내의 전기(E), 계장(I), computer(C)(EIC) 시스템의 표준화를 위한 연구가 진행 중이다.

4. 모의 전산 시스템 구축

본 장에서는 위에서 언급한 1냉연 공장의 #2RCL을 대상으로 하여 포항제철의 전산망의 구조에 따르는 전산 시스템을 구성하여 보았다. 실험에서는 상부의 B/C를 제외한 P/C와 PLC 및 하부기기를 이용하여 RCL공정에서 발생하는 여러 가지 데이터중 간단한 예로 입, 출측의 코일 이동 속도를 측정하여 상부 P/C로 전달하는 실험을 하여 보았다. 실험에서는 P/C의 역할을 하는 기기로 PC(Personal Computer)를 사용하는 시스템과 VMEbus를 사용하는 시스템의 2가지 방법으로 구현하여 보았으며 하부 기기로는 PLC를 사용하였다. P/C의 역할을 수행하는 기기로 각각 PC와 VMEbus를 선정한 이유와 하부 기기로서 PLC를 선정한 이유는 아래의 각 절에서 언급하기로 한다. PLC와 PC간의 각종 데이터와 프로그램의 전달은 PLC제조사인AB사에서 지원하는 통신용 network를 이용하였으며, PLC와 VMEbus 시스템 간의 데이터의 전달은 현재 포항제철 현장에서 쓰이고 있는 RS232C를 사용하였다. 이외에 P/C에서 B/C와의 통신용으로는 RS232C와 Ethernet를 준비하였다.

4.1 PC-PLC 시스템

PC-PLC 시스템은 P/C의 역할을 수행하는 H/W로 일반 PC(586)를 사용하였다. PC를 사용하는 경우 PLC의 제어에 사용되는 각종 tool의 설치 및 유지 보수가 상대적으로 손쉬운 잇점이 있으며 PLC제조사에서 제공하는 MMI환경을 이용할 수 있다. 또한 상부의 B/C 및 하부의 PLC와의 통신문제에 있어서도 비교적 다양한 선택이 가능하다. PLC-PC 시스템은 하부 PLC와의 데이터 전송에는 PLC 제조사에서 제공하는 데이터 line을 사용하였으며 상부 B/C와의 통신을 위하여는 RS232C line과 Ethernet을 준비하였다.

4.2 VMEbus-PLC 시스템

VMEbus시스템은 현재 포항제철 EIC통합 표준안에서 권장하고 있는 표준버스 중의 하나인 VMEbus를 이용하여 P

/C의 역할을 수행하는 시스템을 구성하여 보았다. VMEbus를 사용하는 경우 이 부분에서는 PLC에서 발생하는 데이터를 RS232C를 통해 받아서 VMEbus 시스템의 윈도우즈 프로그램 화면상에 표시해준다. 이를 수행하기 위해 사용한 P/C측 시스템으로는 VMEbus 시스템을 이용하고 운영체제로는 실시간 처리가 가능한 OS-9을 기반으로 윈도우즈 프로그래밍을 하였다. VMEbus 시스템은 현재 IEEE 1014 Standard로 정의되어 있으며 강력하고 융통성 있는 특징을 제공하여 산업계에 많이 응용되고 있다. 그 특징들을 살펴보면 다음과 같다.

- 주소 크기 (Address Length) 16/24/32 bits
- 데이터 워드 길이 16/32 bits
- 데이터 전송률 57Mbytes/sec(이론치)
40 Mbyte/sec(실재치)
- 7개의 인터럽트 신호, 페이지 체인
- 멀티 프로세서 시스템 지원, 버스 할당을 위한 4개의 우선 레벨
- 데이터 블록 전송 : 최고 256워드

VMEbus는 최대신호 전송지연으로 인하여 21개까지의 보드(board)를 허용하고 있다. 본 연구에서 사용한 VMEbus 시스템은 다음과 같다.

표 4. VMEbus 시스템.

| 제품명 | Description | 제작사 |
|-------------|--------------------|-----------|
| MVME 147S-1 | CPU Board | Motorola |
| VGA 34 | Graphic Controller | or |
| VT100 | Dummy Terminal | Fast |
| OS9 V2.4 | OS9 Kernel | Microware |

VMEbus의 운영 체제로는 OS9을 사용하였다. OS9은 Motorola 68000-68040 CPUs위에서 사용되는 운영 체제이며 비슷한 명령, 호환성있는 시스템 호출, tree 구조,파이프와 uniform I/O Handling에서 UNIX와 비슷하지만 OS9은 하드웨어와 실시간 처리를 지향하고 있다. 즉, 이 운영체제 위에서 개발된 프로그램은 나중에 타겟 시스템으로 넘겨서 사용되는 것을 목적으로 개발 되는 것이다. 프로세스 간의 통신에는 시그널(Signal), 이벤트(Event), 파이프(Pipe), 데이터 모듈(Data Module) 등을 이용할 수 있다. 시그널이 하나의 프로세스에서 다른 하나로 보내질 때 그 시그널을 받은 프로세스는 사용자가 정의한 인터셉트 루틴(Intercept Routine)을 실행하게 된다. 파이프는 시퀀셜 데이터 흐름이 하나의 프로세스에서 다른 하나로 보내진다. 이 중 데이터를 전달하는 가장 빠른 방법은 데이터 모듈을 이용하는 방법인데 모든 프로세스가 접근할 수 있는 공유 메모리 영

역을 램(RAM) 내에 두는 것이다. 본 연구에서는 이 방법을 이용하여 프로세스간 데이터를 전달 하고 있다. 본 논문에서의 OS9 프로그래밍은 두가지 부분으로 나누어져 있는데, 하나는 PLC와의 RS232C를 이용한 통신 부분이고, 다른 한 부분은 PLC에서 받은 데이터를 화면에 나타내어주는 모니터링 프로그램 부분이다. OS9의 멀티 태스킹 기능을 이용하여 위의 두 프로그램을 동시에 수행시켜 위에서 간략히 설명한 데이터 모듈(Data Module)을 이용해 서로 데이터를 주고 받도록 하였다. OS9에서의 윈도우즈 프로그램은 APMAN과 APLIB를 기본 바탕으로 프로그래밍이 이루어진다. APMAN(Application Manager)는 객체 지향 편집기(Object-Oriented Editor)이다. 즉, 윈도우즈를 구성하기 위한 여러 객체들(배경 윈도우, 버튼, 텍스트 박스, 팝업 메뉴 등)을 사용자가 지정해주는 크기, 위치, 색 등의 값으로 편집해 MMI(Man-Machine Interface)를 구현해준다. 여기서 제공하는 여러 객체 중 본 연구에서 사용한 객체를 보면

- ① AP_BACK - 배경 윈도우즈
- ② AP_BUTT - 윈도우즈 버튼
- ③ AP_TEXT - Text 출력

APMAN의 파일 구성을 보면 다음과 같다.

- ① Application Descriptor File(*.ap) - 모든 전역 데이터 저장
- ② Object Definition File(*_data.c) - 모든 객체와 윈도우 데이터를 정의, 값 지정
- ③ Object Header File(*_data.h) - 외부변수 선언하는 헤더 파일
- ④ User Header File(*_data_inc.h) - 사용자 헤더파일

OS9에서의 윈도우즈 프로그래밍에서는 APMAN에서 만든 여러 객체들과 APLIB에서 제공하는 기본적인 객체 제어 함수와 사용자가 작성한 사용자 함수(User Function)과 서로 연결함으로써 구성된다. 각 객체 사이의 메시지는 msghdl(node); 라는 함수를 이용하여 처리한다. 여기에서 node는 객체가 속해있는 윈도우를 가리키는 포인터이다. 다음 그림은 이 구성을 나타낸다.

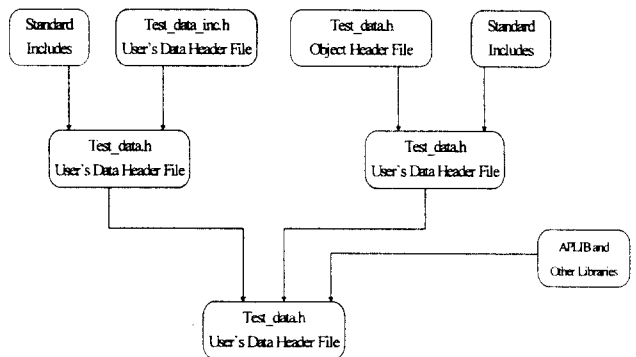


그림 6. OS9 윈도우즈 프로그램 구성 및 연결.

4.3 PLC

본 논문에서는 하부 기기로 PLC를 선정하여 사용하였다. 현재 PLC및DDC는 과거의 기능적 분류의 기준이 되었던 제어 대상의 범위가 각 기기의 성능적 발전에 따라서 구분이 모호해짐에 따라서 사실상 명확하게 구분하는 것이 의미가 없어지고 있다. 따라서 본 논문에서는 하부의 데이터 수집에 있어서 다양한 입·출력 기능을 가지는 PLC를 이용하여 하부 시스템을 구성하여 보았다. 구성된 시스템에서 PLC의 역할은 하부 냉연 조절정정 Line에서의 analog 혹은 digital입력 데이터들을 주기적이고 순차적으로 상부의 P/C로 전달하는 것이다. 사용된 PLC는 AB(Allen Bradley)사의 제품이였으며, CPU 모듈은 PLC-5계열의 PLC-5/40을 사용하였다. AB사의 PLC-5계열의 프로그래머블 콘트롤러의 특징은 다음과 같다.

● 확장 명령어 세트

— 모든 PLC-5 프로세서는 순차 논리 함수와 폐쇄 루프 프로세서 함수를 실행한다. 이들 프로세서는 순차제어, 처리 제어, 릴레이형 래더 논리 명령어를 사용한 데이터 조작, 폐루프 PID 제어, 부동 소수점 및 정수 연산, 데이터 - 파일 관리, 시간 및 event에 의한 인터럽트를 통합운영한다.

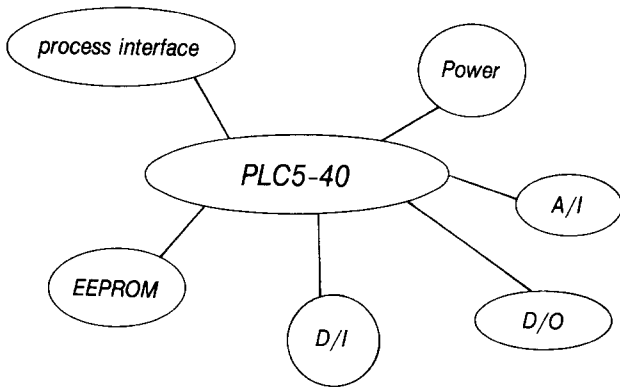


그림 7. PLC 구성도.

● 통신 옵션

— 여러 가지의 통신 방식을 통합하여 사용한다. PLC-5 프로세서는 DH+(Data Highway plus) 링크 통신을 위한 내장된 통신 기능을 가지고 있다. PLC-5프로세서는 어댑터 모듈로 감독 프로세서와 통신할 수 있다. PLC-5/20, 5/30, 5/40, 5/60 프로세서는 리모트 I/O 포트와 다중 통신 채널 및 프로토콜을 제공함으로써 통신을 한층 더 통합하여 운영한다.

● 다중 - 플랫폼용 개발 소프트웨어

— AB사는 PLC-5프로세서를 프로그래밍하기 위하여 DOS와 VMS에서 운영되는 6200 다중 - 플랫폼용 개발 소프트웨어를 제공한다.

● Fault Handlers

모든 PLC-5프로세서는 프로세스가 중요한 결함을 만났을 때, 결함루틴이 동작하도록 설정할 수 있다.

PLC를 이용한 하부 시스템의 개발 방식은 아래 그림과 같다. 6200프로그램은 PLC의 순차제어 프로그램의 작성을 위한 응용 프로그램이며 Control View는 MMI구축을 위하여 사용된 프로그램이다. 이외에 통신 프로그램 작성을 위하여 CV-tool kit 응용 프로그램을 사용하였다.

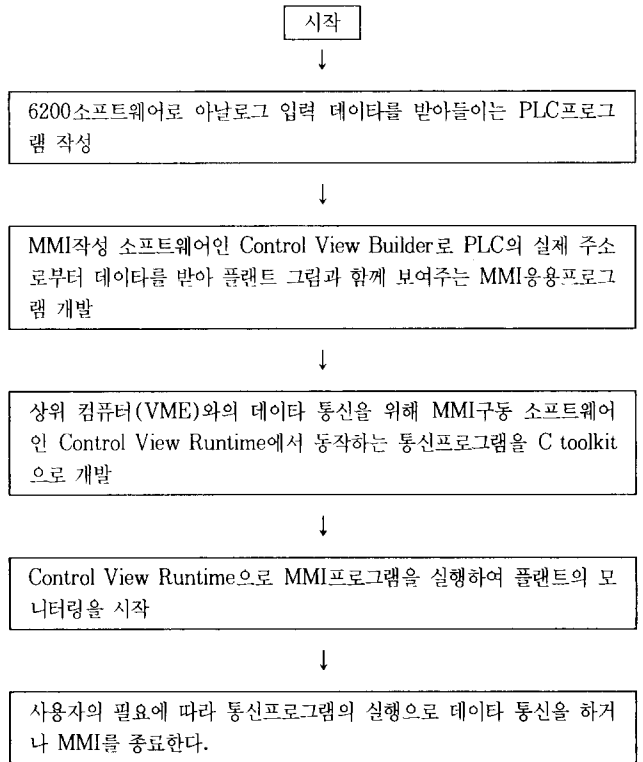


그림 8. PLC programming flow chart.

5. 결 론

본 논문에서는 자동화 및 전산화가 부족한 포항제철소 내의 기기 중 냉연공장의 #2RCL공정을 대상으로 하여 실제 포항제철의 전산망 구조를 따르는 시스템을 구성하여 보았다. 또한 실험에서는 현재 포항제철소에서 추진 중인 EIC통합안에서 제시하고 있는 VMEbus를 기반으로 하여 하부의 조업 데이터를 수집하는 시스템을 구축하여 보았다. 이러한 시스템의 구성은 향후 EIC통합안의 표준에 따르는 공정 전산망을 미리 실현해 봄으로써 차후 실제 전산망 구축 시에 필요한 기초적인 데이터로서 사용이 가능하리라 사료된다.

참 고 문 헌

[1] Gustaf Olsson, Gianguido piani, "Computer

- Systems for Automation and Control”, Prentice hall.
- [2] Tanenbaum, “Computer Networks”, Prentice hall.
- [3] “OS9-Windows/Level2 Programmers Guide”, Computer System.
- [4] “The C Standard Library”, OS9 Manual.
- [5] “User-state System Calls”, OS9 Manual.
- [6] “OS9 Technical Manual”, OS9 Manual.
- [7] “Enhanced Ethernet PLC-5 Programmable Controllers User Manual”, AB.
- [8] “PLC-5 Programming Software”, AB.
- [9] “PLC-5 Programming Software(Software Configuration and Maintenance)”, AB.
- [10] “ControlView Builder User Manual”, AB.
- [11] “ControlView Runtime Reference Manual”, AB.
- [12] “ControlView CV-Toolkit User Manual”, AB.
- [13] 김영록, “프로그래머블 컨트롤러 입문”, 성안당.
- [14] 김익동, “DCS 어떻게 구축할 것인가?”, 문화도서.
- [15] 박한중, “시퀀스제어 회로도 보는 법”, 성안당.
- [16] “EIC 통합 시스템 개발의 타당성 연구”, 포항공과대학교.
- [17] 이욱양, “프로그래머를 위한 시리얼 커뮤니케이션”, 가남사.
- [18] “Using OS-9/Internet”, OS9 Manual.
- [19] “OS9 Utilities”, OS9 Manual.
- [20] “UNIX Networking”, OS9 Manual.
- [21] “Advanced Topics of The OS9/68k Real time Operating System” Microware Systems Corporation Training and Education Presents.

저 자 소 개



원 상 철

1974년, 1976년 서울대학교 공과대학 전기공학과 학사, 석사 학위 받음
 1985년 University of Iowa 박사(전자공학)
 1985 - 1985 University of Iowa 전기 및 전산기공학과 객원 조교수 역임.
 1985 - 1987 University of New Haven 전기 및 전산기공학과 조교수 역임.
 1987 - 현재 포항공과대학교 전자전기공학과 부교수.



김 상 우

1983년, 1985년, 1990년 서울대학교 공과대학 제어계측공학과에서 학위, 석사, 박사학위를 받음.
 1991년 제어계측 신기술 연구센터 연구원.
 1993년 호주 국립대학교 방문교수.
 1992년~현재 포항공과대학교 전자전기공학과 조교수.
 주요관심분야는 강인제어, 촉자모델링, 공정자동화, 무인화운행기법 등임.
 경북 포항시 남구 효자동 산 31번지
 포항공과대학교 전자전기공학과.

TEL. 0562) 279-2221, 0562) 279-8116 / FAX. 0562) 279-8119