

수차 제어시스템의 소프트웨어 구성 및 적용

우주희¹, 김종안¹, 전시영², 신남식²
 1. 전력연구원, 2. 삼창기업(주)

Configuring and Application of Software for Hydraulic Control system

Juhee Woo¹, Jongahn Kim¹, Siyoung Chun², Namsik Shin²

1. Korea Electric Power Research Institute, 2. Samchang Enterprise co.,LTD.

Abstract - In order to have the competitive power in control system econmically, development of low price control system must be conducted. In this paper, we are tring to think over the configuring and application of software for hydraulic control system. The detailed contents are system's overview and explanation of firmware and man machine interface system and editing the control logic.

1. 서 론

소용량(수력) 디지털 터빈제어시스템을 상용화하여 국내·외 시장을 독점하고 있는 외국사와의 경쟁에 이기기 위하여 PLC를 채용한 디지털 터빈제어시스템의 기술 자립과 경쟁력 확보에 대한 대책이 절실히 요구되고 있다. 현재 국내에서 진행되고 있는 연구개발은 대형 발전소용으로 추진되고 있어 수력이나 양수발전소에 필요한 소규모, 저가형 터빈제어시스템 개발 및 기술 확보가 시급한 실정이다. 이미 높은 가용율과 신뢰성을 인정받은 PLC 제품을 사용하여 보다 경쟁력 있는 제어시스템을 개발할 필요성이 제기되어 있어 이의 적용시 사용자의 편리를 도모할 수 있는 소프트웨어의 개발과 화면 구성 방법 등에 대하여 살펴보기로 한다.

2. 본 론

2.1 제어시스템 소프트웨어 개요

소형 터빈 제어 시스템의 응용 프로그램 및 MMI (Man Machine Interface) 프로그램을 개발하기 위해서 4종의 주요 프로그램 개발 도구가 사용되었다.

PLC(Programmable Logic Controller)에 다운로드할 응용프로그램을 작성하기 위한 개발 도구인 RSLogix 5000, MMI 프로그램의 개발 및 실행을 하기 위한 RSView32, ControlLogix 시스템의 통신프로토콜인 ControlNet에서 장치의 구성 설정 및 네트워크 업데이트 시간을 설정하기 위한 RSNetWorx for ControlNet, 그리고 마지막으로 위의 3가지 프로그램들의 게이트웨이로서 사용되는 RSLinx가 그것이다. 위에 언급된 소프트웨어 개발 도구에 대해 설명하도록 한다.

2.1.1 Firmware 설정

RSLinx는 로크웰 오토메이션사의 네트워크 및 장치들을 위해 사용되며, 마이크로소프트사의 윈도우즈 운영체제 기반의 광범위한 통신 솔루션이다. RSLinx는 Allen-Bradley사의 PLC에 접근을 용이하게 하는 봉로써 중요한 역할을 한다.

RSLogix계열 소프트웨어와 RSNetWorx로 장치 설정과 구성 적용을 위하여 사용되고, RSView32는 MMI를 적용하기 위해 사용되며 마이크로소프트 오피스, 웹 페이지

이치 혹은 비주얼 베이직을 이용한 사용자 자신만의 데이터 취득 응용 프로그램을 이용하기 위한 게이트웨이로서 사용된다.

RSNetWorx는 Allen-Bradley사의 PLC에 통신 프로토콜인 ControlNet과 DeviceNet용이 있으며, 각각의 네트워크 상에서 그 네트워크의 노드에 속한 장치들의 구성정보를 읽어서 설정하고 네트워크 업데이트 시간을 설정하는 역할을 하는 통신 소프트웨어이며, 통신 게이트웨이로 RSLinx를 사용한다.

RSLogix 5000은 안정성이 요구되는 제어계측 분야에 프로그래머블 로직 컨트롤러를 제어 설비로 적용하는 곳에서 프로그램을 쉽게 구성할 수 있도록 상위 언어의 개념으로 개발되었으며, 시퀀스, 프로세스, 드라이브 및 모션 제어 프로그래밍을 단 하나의 패키지로 가능하게 한다.

RSLogix5000은 로크웰 오토메이션사의 Logix 플랫폼과 Logix5000 계열의 컨트롤러에 맞게 설계되었으며, 다양한 제품의 요구를 충족하기 위해 구조체와 배열의 지원 및 심블릭 프로그래밍 언어를 제공한다. FBD(Function Block Diagram) 언어, LD(Ladder Diagram) 언어, 혹은 두 언어를 조합하여 프로그램을 작성하고 제어설비에 다운로드하여 사용하며 통신 게이트웨이로서 RSLinx를 사용한다. 이것의 프로그램 언어는 IEC1131-3의 규격에 맞추어 FBD 언어와 LD언어로 개발되었다. FBD 언어는 그림 형식의 언어로서 로직 및 여러 제어함수들이 제공되며, 그들을 조합함으로써 마치 회로도처럼 그리는 것처럼 프로그램을 작성할 수 있다. 제공되는 여러 함수들, 선(wire) 및 입출력 포트를 사용하여 원하는 로직을 쉽게 구현할 수 있다.

LD 언어는 지금까지의 Relay Ladder Logic을 기본으로 하여 그림형식의 언어로 만들 수 있도록 한 것이며, 기본 사용 요소로는 접점과 코일이 사용되고, 제공되어지는 LD용 함수들을 함께 사용하여 원하는 제어 로직을 쉽게 구현할 수 있다.

RSView32는 시스템 모니터링, 데이터 취득, 감시 및 제어를 가능하게 하는 MMI (Man-Machine Interface) 프로그램의 개발 및 실행을 위한 프로그램 소프트웨어이다. 마이크로소프트 윈도우즈 NT 또는 윈도우즈 2000 환경에서 사용하도록 설계된 RSView32는 실시간 애니메이션화된 그래픽 화면, 트렌드 및 경보 요약을 포함하여 모든 측면의 MMI를 만드는 데 필요한 도구가 포함되어 있다. RSView32는 로크웰 소프트웨어, 마이크로소프트, 및 다른 회사 제품과 쉽게 통합되어 ActiveX, VBA, OLE, ODBC, OPC, DDE등의 기술력을 최대화하여 사용이 가능하다.

2.1.2 MMI 설계

MMI의 구성은 메인화면, Alarm & Shutdown, PID, Speed, Analog, Digital, System 및 Trend 등으로 구성되어 있다 HSI 프로그램을 처음 기동하면 시스템

의 전반적인 입·출력 상황을 확인해 볼 수 있는 Lamp 와 지시기들이 표시된다. 각 화면은 하단에 위치한 메뉴를 버튼 방식으로 처리하여 화면을 전환 할 수 있다. 화면 상단부 좌측은 지금 현재 선택된 화면의 이름을 지시하며 우측은 현재 날짜와 시간을 표시한다.

Main 화면은 제어 시스템의 중요 상황을 확인해 볼 수 있도록 하였다. 우측의 디지털 게이지 들은 실제 속도나 출력과 설정값을 확인해 볼 수 있으며 설정값은 조정 가능한 버튼을 두어 필요에 따라 조정 가능하게 하였다. 변수명 옆의 그래프 표시는 현재 변수들의 동작 상태를 그래프로 표시하여 확인해 볼 수 있게 하였으며 그래프는 현 Main 화면 위에 Overlay 될 수 있게 하였다. 하단의 램프들은 현재 시스템이 운전 중인 상태를 On-Off 관계로 설정하였다.

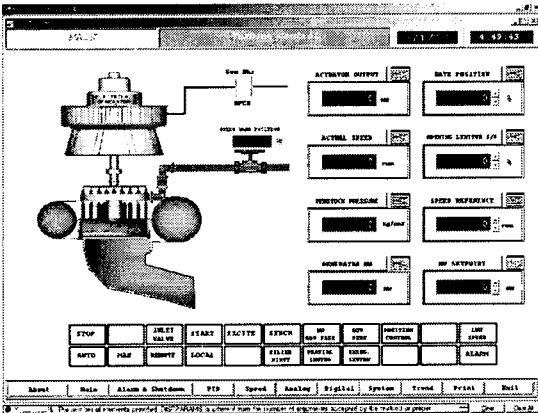


그림1. MAIN 화면

PID 화면은 시스템 제어에 필요한 Proportional(비례), Integral(적분), Derivative(미분) 값들을 직접 조정할 수 있으며 무 부하, 부하시 속도 제어와 부하시 출력 제어의 PID 값을 온라인상에서 조정할 수 있도록 하였다.

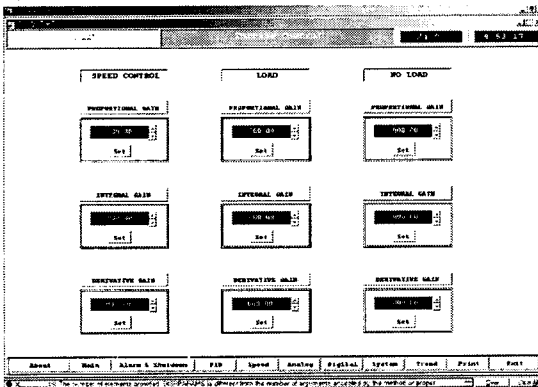


그림2. PID 화면

Trend 화면은 시스템의 정상적인 운전과 성능을 확인 할 수 있는 주요 값들의 동작 상황을 한 눈에, 실시간으로 확인할 수 있게 하였다. Time Scale을 조정하여 동작 상황을 시간대 별로 나누어 볼 수 있도록 하여 레코더와 유사한 기능을 가지도록 하였다. 과거의 데이터 값들을 확인하고 싶으면 중지 버튼을 누른 뒤 직접 날짜를 입력하면 확인 가능한 날짜 범위 내에서 모든 기록 데이터를 확인 할 수 있다.

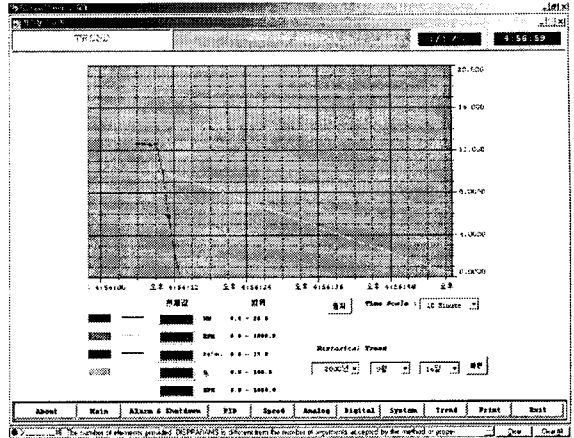


그림3. Trend 화면

2.1.3 제어프로그램

개발된 응용 프로그램은 화전, 섬진강 수력발전소 운전조작 설명서를 참고하여 제어에 필요한 입출력 프로그램, 제어설정 프로그램, 제어 프로그램 및 경보 지시 프로그램을 개발하였다. 입출력 프로그램은 디지털 접점 입/출력, 아날로그 입/출력 및 속도 입력 프로그램으로 구성되며, 제어 설정 프로그램은 속도 설정, 부하 설정, 개도 설정과 제한, PID 변수 설정 및 제어모드 설정 프로그램이 있다. 제어 프로그램은 속도, 부하, 밸브 구동 및 주 제어용 프로그램으로 구성된다.

2.1.4 부하 제어부

부하제어부의 기능은 MW GOVERNOR FREE 운전 모드에서 부하 설정값의 증감에 따라 발전기의 부하를 제어할 수 있는 기능을 제공한다. 또한, 계통 주파수(그림2.31 주파수대 출력 관계 참조) 변동에 대해 출력을 0~100% 증감해 주는 출력 부하를 운전을 제공해 준다. (여기서 출력 수하율은 3%로 설정되어 있다.) 이 블록에서 PID 제어기는 부하 설정값과 실제 출력사이의 오차에 따라 가이드 베인의 위치를 증감하여 부하 설정값과 오차가 발생되지 않도록 한다. 부하 설정값 변경은 부하 설정 증감(LOAD REFERENCE LOWER/RAISE) 스위치에 의해 4MW(25%)~16MW(100%)로 설정할 수 있다.

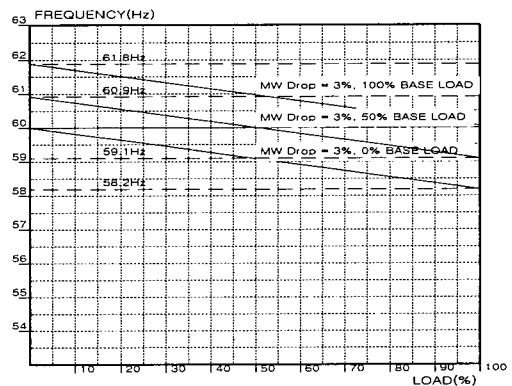


그림4. 주파수대 출력 관계

2.1.5 제어모드 설정

수동 운전을 위한 무 부하 위치제어 및 속도제어 기능과 자동 운전을 위한 무 부하 속도제어 운전 제공하며, 부하운전에서 MW GOVERNOR FREE(주파수대출력), GOVERNOR FREE(주파수대 개도) 및 위치 제어 운전과 같은 다양한 운전 방식을 처리해준다.

수동 위치제어 운전은 수동/자동(MANUAL/AUTO) 스위치가 수동에 위치하면 사용할 수 있다. 수동 위치제어 운전 조건은 수차가 비상정지 상태에 있지 않고, 차단기가 접속되어있지 않고, 실제 속도가 속도 설정값 보다 높지 않으면 된다. 이 상태에서 기동(START) 명령이 입력되면, 속도 설정값은 100%(514RPM으로 설정되며, 속도 설정값 증감 스위치(SPEED REFERENCE LOWER/RAISE ; 7~65)에 의해 0~110%(0RPM~565.4RPM)로 설정 가능하고, 가이드 배인 개도는 개도 설정값 증감(OPENING SETPOINT LOWER/RAISE) 스위치에 의해 0%~기동개도까지 개도를 설정할 수 있도록 해준다. 이때 개도는 개도 제한 기능(SOL)의 기동 개도 1, 2에 의해 제한된다. 수차 속도가 속도 설정값 보다 높으면 수동 위치제어 운전은 무 부하 속도제어 운전으로 변경되어 속도 설정값에 따른 PID 제어를 하게 된다. 이 무 부하 속도제어 운전(그림5 무부하 속도제어 운전 참조)은 속도 설정값이 0%(0RPM)이거나 위치제어 운전 스위치가 접속되면 해제되고, 수동 위치제어 운전은 수동/자동 스위치가 자동에 위치하면 해제된다.

무부하 자동 속도제어 운전은 수동/자동(MANUAL/AUTO) 스위치가 자동에 위치하고, 발전기 차단기가 접속되지 않은 상태에서 사용할 수 있다. 이 상태에서 기동 명령이 입력되면, 속도 설정값은 100%(514RPM)로 설정되며, 가이드 배인 개도는 개도 제한 기능(SOL)의 기동 개도 1, 2에 의해 제어되고, 수차의 속도가 속도 설정값보다 크면 PID에 의해 속도를 제어하게 된다. 여기서 속도 설정값은 90%~110%(462.6~565.4RPM)로 속도 설정값 증감 스위치(SPEED REFERENCE LOWER/RAISE; 7-65)에 의해 변경가능하다. 이 무 부하 자동 속도제어 운전은 발전기 차단기가 접속되거나, 수동/자동(MANUAL/AUTO) 스위치가 수동에 선택되면 해제된다.

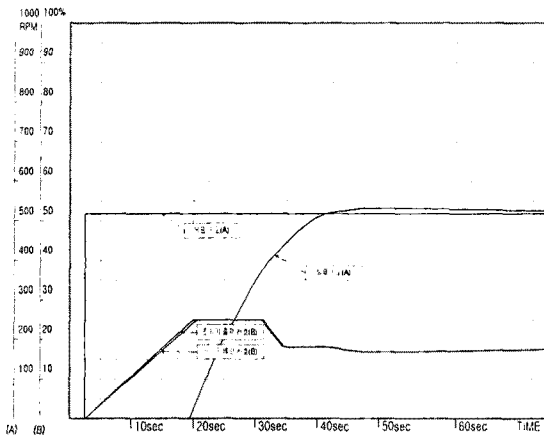


그림5. 무부하 속도제어 운전

3. 결 론

본 논문에서는 높은 가용율과 신뢰성을 인정받은 PLC 제품을 사용하여 보다 경쟁력 있는 터빈제어시스템의 소프트웨어 적용 및 구성에 대하여 사례를 소개하였다.

발전설비의 조속기 시스템 적용 경험과 신뢰성이 높은 AB사의 전용 tool을 사용하여 네트워크 구성 MMI 화면 작성 및 제어프로그램 설정 하는 방법에 대하여 기술하였다. 개발된 제품이 현장에 적용시 외국의 터빈 전용 제어시스템에 따른 소프트웨어 보다 첫째, 가격 경쟁력에서 우위를 확보할 수 있고, 둘째, 적용성, 호환성이 우수하여 사용자의 요구에 맞춤형으로 대응할 수 있어 유지보수까지를 고려한 장기적 측면에서 광범위한 확대 적용이 바람직하다 할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 기력 터빈 디지털 제어시스템 개발(연구보고서) 전력연구원, 2001.
- [2] 10MW 인텔리전트 디지털 조속기 개발(연구보고서) 삼창기업(주) 2001.
- [3] ControlFLASHM Firmware Upgrade Kit User Manual Allen Bradley 2002.
- [4] Logix5000TM Data Access Reference Manual Allen Bradley 2002.
- [5] Integrating Allen Bradley Products on an Ethernet TCP/IP Network 2002