

PLC를 적용한 터빈제어시스템의 하드웨어 구성

최인규¹, 정창기¹, 안병주²

1. 전력연구원, 2. 삼창기업(주)

The Integration of Hardware using PLC for Turbine control system

Ingyu Choi¹, Changki Jeong¹, Byungju Ahn²

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

Abstract - In order to have the competitive power in control system economically, development of low price control system must be conducted. In this paper, we are trying to think over the integration of hardware using programmable logic controller for Turbine control system. The detailed contents are system's overview and integration of system and system redundant and power supply.

1. 서 론

현재 발전소에서 운전 중인 터빈제어시스템은 대부분 G.E, Triconex 및 Woodward 社 같은 외국 업체의 디지털 제어시스템으로 기술 의존도가 매우 높은 실정이며, 이들 외국사는 대용량(기력, 원자력) 뿐만 아니라, 저가형 소용량(수력) 디지털 터빈제어시스템을 상용화하여 국내·외 시장을 독점하고 있다. 따라서 디지털 터빈제어시스템의 기술자립과 경쟁력 확보에 대한 대책이 절실히 요구되고 있다. 국내 터빈제어시스템 기술은 전력연구원에서 기력발전소용 디지털 터빈제어 삼중화 시스템을 개발하여 서전화력에 적용, 운전 중에 있으며 이러한 연구경험을 토대로 원자력 발전소용 터빈 제어시스템 개발을 수행하고 있다. 그러나 개발 시스템은 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 있다.

2. 본 론

2.1 제어시스템 선정

터빈 조속기에 적용할 하드웨어의 해외 기술 의존도에 대해 우려하고 있을 수만은 없다. 우리 실정에 맞는, 우리 기술로도 가장 확실하게 개발과 적용을 이룰 수 있는 분야를 세밀하게 분석, 발굴해 적용하는 것만이 빠른 시일 내에 효과적으로 수입 대체와 국내 기술의 경쟁적 우위를 확보 할 수 있는 길일 것이다. 보다 경쟁력 있는 상품으로 수입과 유지보수에서 오는 외화낭비를 없애고 기술자립을 이루고자, 이미 성장강 수력발전소의 터빈제어시스템 개발 경험이 있는 삼창기업(주)와 협동으로 수행하여 성공적인 연구과제가 되기 위해 여러 가지 분석과 적용사례를 고찰하여 높은 가용율과 신뢰성을 확보한 PLC 제품을 사용하였다. 발전·산업설비의 PLC 전문 업체로는 AB, RTP, MODICON, SIEMENS 사 등이 있으며, 이 제작사 중 발전설비의 조속기 시스템 적용 경험과 신뢰성이 높은 AB사의 ControlLogix 제품을 선정하여 개발 완료하였다.

2.1.1 적용시스템의 개요

ControlLogix 시스템은 다양한 형태의 제어를 위해 설계된 고성능 제어기로 순차제어, 공정제어, 모션 제어 및 발전소 제어 분야에 사용된다. 시스템이 기능별로 모듈화되어 설계, 구현 및 수정을 효과적으로 할 수 있고 향상된 소프트웨어를 제공한다. 그리고 ControlLogix는 플래시 메모리를 사용하여 편웨어 업그레이드가 가능하다. 이 프로세서, 네트워크 및 입출력 이중화가 가능하다. 이 시스템은 하나의 제어기에 프로그램을 다운로드하면 자동적으로 다른 프로세서 모듈에 프로그램을 다운로드한다.

ControlLogix 시스템은 PLC 시스템으로 시스템 통합이 간단하며 다른 네트워크에서 메시지를 쉽게 주고받을 수 있고 고속의 데이터 전송을 제공한다. 모듈의 확장성이 용이하고 다양한 메모리 사이즈를 제공하며 환경, 전자파 노이즈를 고려하여 설계되어 다양한 제어 분야에 적용 가능하다.

2.1.2 시스템 구성

시스템의 구성은 가용성을 향상시키기 위해 그림 1과 같이 두개의 메인샤시와 입출력샤시로 CPU 모듈과 입출력 모듈을 이중화하였으며, 네트워크 및 전원은 이중화하였다. 각 메인 샤시는 CPU 모듈, 시스템 백업 모듈과 내부 통신 모듈로 이루어져 있으며, 입출력 샤시는 아날로그 입력 모듈(Analog Input Module), 아날로그 출력 모듈(Analog Output Module), 디지털 접점 입력 모듈(Digital Input Module), 디지털 접점 출력 모듈(Digital Output Module), 디지털 속도측정 모듈(Digital Speed Sensor Module)과 내부 통신 모듈 및 외부 통신 모듈로 이루어져 있다.

이 시스템의 CPU 모듈은 많은 입출력 모듈(최대 128,000 디지털신호/ 최대 4,000 아날로그신호)을 수용할 수 있으며, 다양한 프로그램 메모리를 내장하고 있어 응용프로그램의 업로드/다운로드가 가능하다.

아날로그 입출력 모듈은 아날로그 신호를 디지털 값으로 변환하거나 디지털 값을 아날로그 값으로 변환하며 디지털 입출력 모듈은 ON/OFF 신호를 검출하거나 출력한다. 디지털 속도 측정 모듈은 근접스위치(Proximity S/W), 혹은 MPU(Magnetic Pickup)로부터 속도에 비례하는 정현파 혹은 방형파 신호를 입력 받아 속도를 측정한다.

각 샤시의 인터페이스는 ControlNet을 사용하며 동축 케이블을 통해 각 샤시로 이중화하여 연결한다. 메인 샤시의 시스템 백업 모듈은 광섬유 케이블로 연결되며 시스템 동기화 및 이중화를 위해 사용된다.

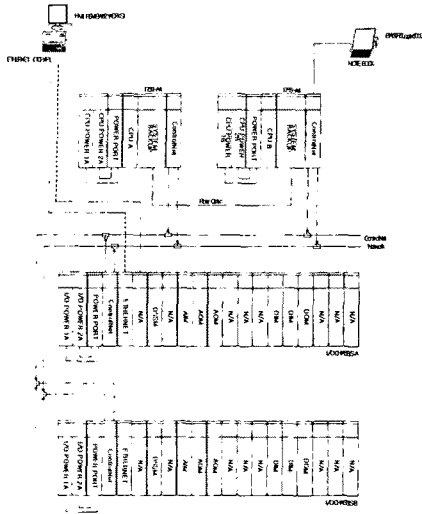


그림 1. 시스템 구성도

2.1.3 시스템 이중화

제어기와 입출력장치의 이중화는 시스템의 Fault-Tolerant를 향상시킬 수 있다. 그림2는 시스템의 이중화 구성도이다. 그림2와 같이 CPU 모듈은 이중화된 네트워크를 통해 입력된 데이터를 받아들이고 CPU 모듈이 소프트웨어적으로 출력의 경로를 선택하여 이중화된 네트워크를 통해 출력하게 된다. 따라서 하나의 노드에 문제가 발생되더라도 시스템은 정지하지 않고 정상적으로 운전될 수 있다. 이 시스템은 전원이 공급되면 자동적으로 지정된 프로세서를 프라이머리 선택하며 제어권을 준다. 만약 동시에 전원이 공급되면 일련번호에 따라 프라이머리를 지정하고 세컨드리 모듈은 SYNC가되어 프라이머리와 동일한 작업을 수행하며 그 동작은 감시하나 출력이 제한된다. 이상이 발생하면 SYNC는 프라이머리가 되어 제어권을 가지게 되며 이런 변환 시간동안 출력 기능은 가장 높은 우선순위로 처리된다.

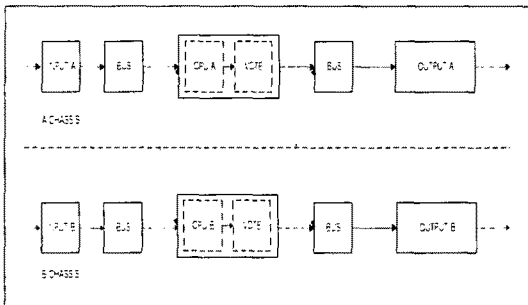


그림2. 1 out of 2 시스템의 이중화 구성도

2.1.4 전원공급장치

시스템의 전원 공급기는 1.2V, 3.3V, 5V와 24Vdc의 전원을 각 사시에 공급한다. 단일 전원으로 1756-PA72, -PB72, -PA75, -PB75가 있으며 이중화 전원으로 1756-PA75R, -PB75R이 제공된다. 이 전원 공급장치는 입력 전원으로 AC, DC를 선택적으로 사용할 수 있다. 각각의 이중 전원 공급장치는 내부에 오유 검출용 릴레이 접점을 제공하여 외부에 전원의 상태를 제공할 수 있

다. 만약 시스템이 동작 중에 하나의 전원 공급 장치가 이상이 발생하면 다른 전원 공급장치의 모듈이 모든 부하를 감당하여 단일 전원 고장에 대한 문제가 발생되지 않는다.

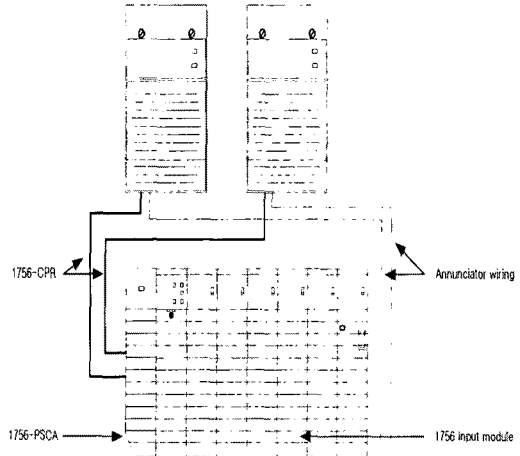


그림3. 전원 이중화 구성도

2.1.5 속도 검출 모듈

이 모듈은 터빈의 속도나 자동 추진장치 등의 속도 검출 및 펄스의 계수 기능을 가지고 있으나 본 연구에서는 속도 검출 모드로 사용하였다. 이 모듈은 속도 검출 장치(MPU, Proximity S/W, Shaft Encoder 등)로부터 펄스를 입력받아 31비트 카운터를 사용하여 한 주기의 시간을 측정하고 제어 시스템에 제공해 준다. 입력 회로는 OP 앰프를 사용하여 다양한 입력 신호를 받을 수 있도록 설계되어 있다. 속도 검출 모드는 LFC(Low Frequency Clear)를 설정하여 LFC 설정값 이하의 주파수를 0으로 하는 기능과 가속(Acceleration)의 제한 기능 등을 가지고 있다. 외부 인터페이스는 RTB (Removable Terminal Block)와 인터페이스 모듈(IFM)을 이용하여 입력을 받아 데이터 처리를 한다.

속도 검출 모듈의 주파수 입력 F0, F1은 $\pm 30V_{pp}$ 의 MPU 신호나 5Vdc(TTL) 로직신호 12~24Vdc 프리엠플프 출력을 받을 수 있다. 게이트 입력 Z0, Z1은 5Vdc 또는 12~24Vdc의 차동 입력이나 단일 입력을 받을 수 있다.

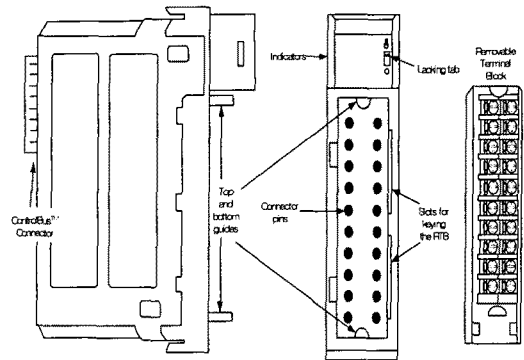


그림4. 속도검출모듈

2.2 하드웨어 제작

시스템 제작은 그림5와 같이 캐비닛을 제작 장착하였다. 캐비닛은 가로 1200mm x 세로 2100mm x 깊이 600mm를 사용하였으며 내부 속판을 사용하여 프로세서 전원 샷시 A/B, 배전 샷시 A/B, A 입출력 샷시, 입출력 전원 샷시 A/B, B 입출력 샷시로 구성되어 있으며 우측 패널에 터미네이션 모듈을 배치하였다. 전원모듈과 입출력 모듈, 주제어장치 및 네트워크 등을 모두 이중화하여 제작하였다.

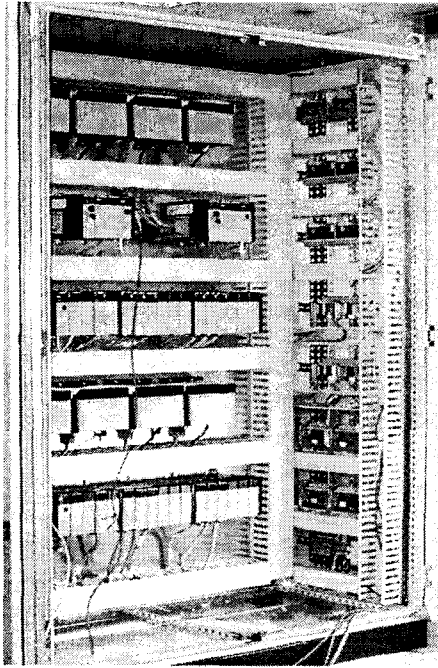


그림5. Control 캐비닛 전면

[참 고 문 헌]

- [1] 기력 터빈 디지털 제어시스템 개발(연구보고서) 전력연구원, 2001.
- [2] 10MW 인텔리전트 디지털 조속기 개발(연구보고서) 삼창기업(주) 2001.
- [3] Hardware Configuration Reference Guide(Manual) Allen Bradley 2002.
- [4] ControlLogix™ Redundancy System User Manual Allen Bradley 2002.
- [5] Logix5000™ Controllers Process Control and Drives Instructions Reference Manual Allen Bradley 2002.

3. 결 론

본 논문에서는 높은 가용성과 신뢰성을 인정받은 PLC 제품을 사용하여 보다 경쟁력 있는 터빈제어시스템을 개발한 사례를 소개하였다.

발전설비의 조속기 시스템 적용 경험과 신뢰성이 높은 AB사의 ControlLogix 제품을 선정하였고, 적용시스템의 개요의 설명과 시스템 구성방법, 시스템 이중화와 터빈에서 가장 중요한 속도 검출 모듈의 소개와 전원공급장치의 구성에 대하여 설명하였다. 터빈 조속기에 적용할 하드웨어의 해외 기술 의존도에 많은 우려가 있지만 우리 실정에 맞는, 우리 기술로도 가장 확실하게 개발과 적용을 이룰 수 있는 분야를 세밀하게 분석, 발굴해 적용하는 것만이 빠른 시일 내에 효과적으로 수입대체와 국내 기술의 경쟁적 우위를 확보할 수 있는 길일 것이다. 여기 소개한 제품으로 우선 소형의 터빈에 적용할 수 있는 수력이나 주급수펌프 터빈 등에 적용하여 사용자들의 신뢰를 확보하여 사용처를 확대해 나가야 할 것이다.