

# 變電所 自動化 시스템

변전소 자동화(變電所 自動化) 시스템은 광역화·복잡화하는 전력계통(전력유통망)에 대하여 원격운용의 고도화와 용이화를 목적으로 한 것이다. 이 시스템은 제어소 등 상위(上位)시스템이 변전소를 “인텔리전트한 현지처리기능을 갖는 소형변전소 자동화서버”로 다룰 수 있는 것이 특징으로, 각종의 고도화·자동화 기능에 관하여 상위계(上位系)~변전소의 토털 코디네이션을 도모하고자 하는 국제수준의 사양에 따른 것이다.

이 특징을 실현하기 위하여 변전소 자동화시스템은 멀티포인트, 멀티프로토콜 통신기능과 소형변전소 자동화서버기능을 구비하고 나아가 변전소 구내에서의 디지털 정보화에 대응하여 필드 솔루션(Field Solution) 기술을 적용하고 있다. 필드 솔루션에 있어서는 초소형 인텔리전트 RIO(리모트 입출력모듈)와 고속 필드 네트워크를 적용함으로써 즉각적인 정보수집은 물론 변전소 구내에서의 스페이스의 효율적인 활용과 종래의 메탈케이블의 대폭적인 삭감을 기할 수 있도록 하고 있다.

변전소 자동화시스템은 상기한 특징이 있기 때문에 원격운용에서의 감시제어뿐만 아니라 다양한 변전소 정보를 활용한 각종 자동화·지원 시스템에의 응용이 가능하다.

## 1. 머리말

전력은 발전소로부터 변전소와 송전선 등으로 구성되는 “전력유통망”을 경유하여 가정과 공장 등에 공급되고 있으며, 사회적으로도 공급신뢰성이 높은 것이 요구되고 있다. 한편 전력유통망은 날로 광역화·복잡화되어 가기 때문에 그 운용에 관한 업무 역시 더욱 더 고도화하는 경향이다. 이 고도화하는 운용을 용이하고 또한 신속하게 실시하기 위해서는 전력유통망의 고도의 정보를 근본으로 하는 자동화와 지원을 위한 시스템 등이 중요하게 된다.

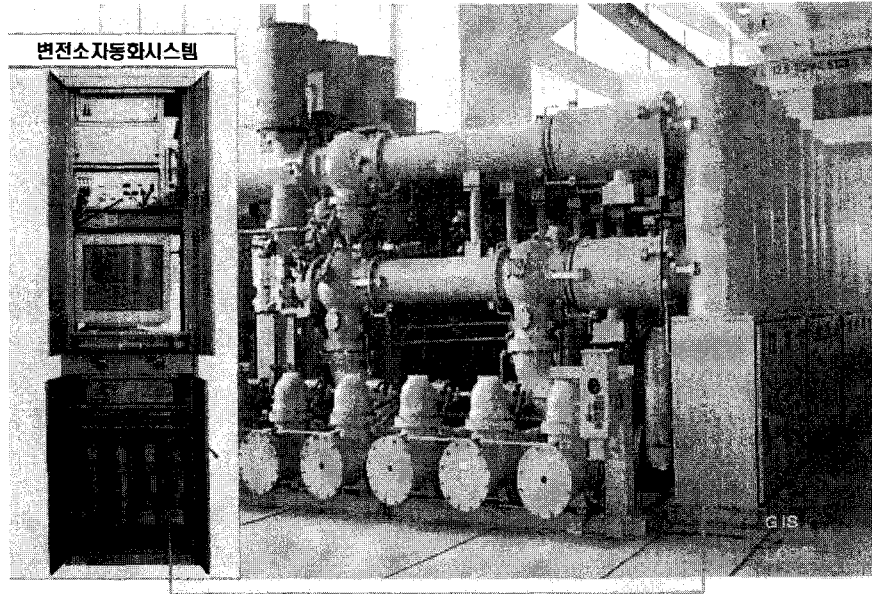
전력유통망을 운용하는데 있어 필요로 하는 감시제어는 변전소의 감시제어기능을 통하여 원격으로 이루어진다. 따라서 원격운용을 고도화·용이화하기 위해서는 변전소를 디지털화하여 원격운용 거점과 고도로 정보결합하는 것이 필요하게 된다. 또한 원격운용 거점에 고도로 처리된 것이 집중하게 되면 원격측 시스템이 필요 이상

으로 커지게 되므로 이것을 방지하기 위하여 자동화처리 기능 등을 최적한 형태로 변전소측에 분산시키는 것이 필요하게 된다.

변전소 자동화시스템은 이상과 같은 동향에 대응하기 위한 것이며, 변전소의 고도한 인텔리전트화, 다양한 원격통신 인터페이스, 변전소 구내의 각종 주(主) 기기·장치의 디지털 네트워크화에 의하여 고도의 원격운용 시스템을 코스트 메리트(Cost Merit)가 있는 형태로 구축하는 것을 지향한 시스템이다(그림 1 참조).

## 2. 變電所 自動化시스템에 대한 고려 사항

변전소 자동화시스템의 포인트는 원격운용시스템의 토털 코디네이션(Total Coordination)과 발전소의 소형화 등이다. 이러한 생각은 시스템의 고도화와 코스트



光 파이버

〈변전소 자동화 시스템의 구성 예〉

소형 리모트 입출력모듈(RIO)을 GIS 제어반에 실장하여 소형변전소 자동화시스템 본체와 光으로 결합한 예이다. 이 구성 예에서는 감시제어기능, 통신기능, 화면을 사용한 직접조작기능을 실장하고 있다.

메리트에 대한 국제적인 경향이며, 또한 이 시스템은 이러한 국제동향을 고려한 국제수준 사양에 준한 시스템이다.

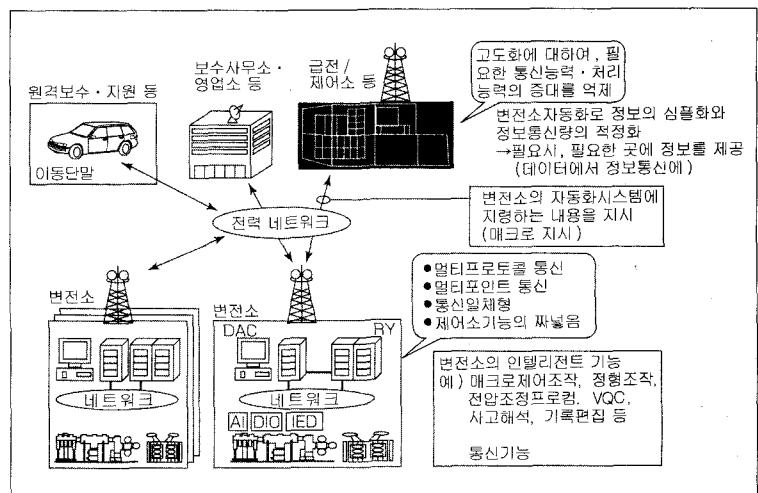
신을 가능케 한다. 프로토콜의 예로서는 각종 전력용 국제 표준프로토콜(DNP 3.0, IEC 870-5-101, UCA(Utility

그림 2와 함께 아래에 변전소 자동화시스템의 적용례와 효과를 든다.

(1) 멀티 포인트/멀티 프로토콜

원격운용에 관한 상위시스템에는 여러(복수의) 종류(역할)가 있으며, 각종 상위시스템을 유연하게 구축하기 위해서는 상위시스템 각각에 최적의 정보를 전송할 필요가 있다.

변전소 자동화시스템은 멀티 포인트/멀티 프로토콜 방식에 의하여 각종 상위시스템의 내용에 적합한 정보를 적합한 프로토콜로 통



〈그림 1〉 변전소의 인텔리전트화/자동화

Communication Architecture))과 인트라넷(WAN), HDLC 등이 있다.

**(2) 고도의 변전소자동화 서버기능 (현지처리기능)**

프로세서 기술, 소프트웨어 기술의 진보를 활용한 범용적인 아키텍처 기술을 적용한 소형 서버기능에 의하여 고도의 자동화처리를 변전소내에서 실시하며, 상위시스템과는 매크로적인 결합으로 자동화시스템을 구축하는 구성으로 한다. 이에 의하여 변전소를 인텔리전트한 현지처리기능을 갖는 서버로 취급할 수 있어 상위계의 처리부담 또는 통신계의 대역부담을 경감할 수 있기 때문에 원격운용시스템 전체의 토털 코디네이션을 기하기가 용이해진다.

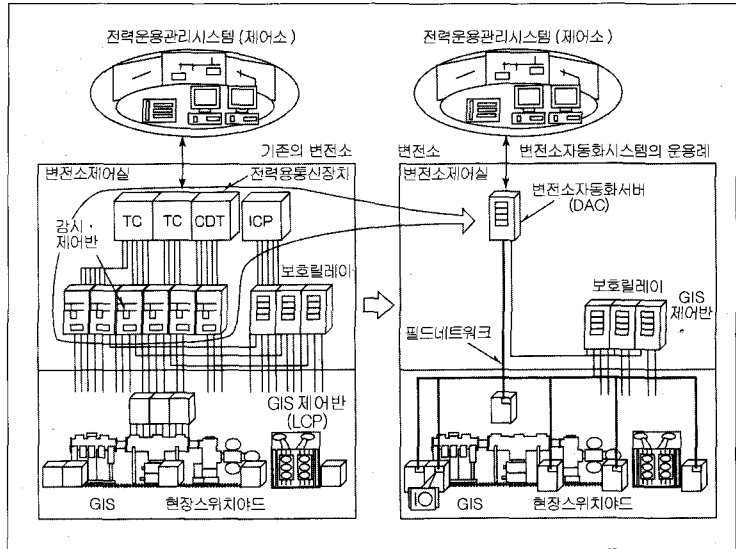
또한 소프트웨어적인 면에서도 첨단 소프트웨어기술의 적용에 의한 신뢰성 향상과 상위시스템과의 친화성(기능의 Portability 등) 향상을 도모할 수가 있다. 또 감시제어대상인 변전소의 각 설비를 상위계시스템에서 변전소시스템까지 일관된 오브젝트로서 취급이 가능하게 된다.

**(3) 감시제어부와 통신부의 코디네이션**

고도의 변전소자동화 서버기능과 통신 서버기술을 활용한 통신 인터페이스를 유기적으로 조합함으로써 통신에서의 멀티 포인트/멀티 프로토콜에 용이하게 대응가능케 하고 감시제어부와 통신부 전체에서 코스트 메리트와 시스템의 소형화를 도모할 수 있게 된다.

**(4) 필드 솔루션(Field Solution)**

주기(主機) 근방에 소형 인텔리전트 입출력장치를 배치하여 변전소 자동화서버와는 프로세스레벨의 디지털 네트워크로 결합하는 방식을 취함으로써 주기의 정보수집부분에 대폭적인 향상을 도모함은 물론 변전소 스페이



〈그림 2〉 변전소 자동화시스템의 개요

스의 효율적인 활용 및 종래의 메탈케이블의 대폭적인 삭감을 기할 수가 있다.

**3. 變電所 自動化시스템의 구성 예**

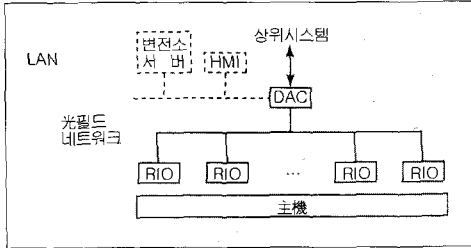
**가. 기본구성 예**

변전소 자동화시스템은 구내 네트워크를 사용하기 때문에 다양한 구성이 가능하다. 일중(一重) 시스템의 대표적인 예를 그림 3, 그림 4에 표시한다.

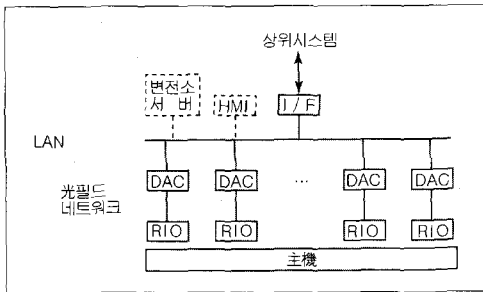
이들 그림에서 DAC(Data Acquisition and Control)는 감시제어기능을 처리하는 서버기능을 짜넣는 유닛이며 RIO는 리모트 입출력모듈이다.

각종 용장(冗長) 구성도 용이하게 구성가능하며 고도의 분산구성 제어를 바탕으로 전체적인 이중계(二重系) 또는 공통부만의 부분이중계 등의 구성이 가능하다.

그림3은 RIO를 회선단위로 하고 DAC로 변전소 전체의 감시제어를 하는 방식이며, 코스트 퍼포먼스가 높은 방식으로서 공통부인 DAC부 등을 이중화하는 것도 가



〈그림 3〉 변전소 자동화시스템의 구성 예(1)



〈그림 4〉 변전소 자동화시스템의 구성 예(2)

능하다.

그림4는 DAC 및 RIO를 회선단위로 하고 DAC는 회선단위의 감시제어를 하는 방식이다.

## 나. 구성요소 개요

변전소 자동화시스템을 구성하는 구성요소의 개요를 아래에 기술한다.

### (1) 리모트 입출력모듈(RIO)

주기(主機) 근처에 배치가능한 소형의 인텔리전트한 RIO이며 전력용/현장설치용으로서의 높은 내(耐)환경성을 갖고 DAC와 고속 디지털네트워크(프로세스레벨의 필드네트워크)로 결합한다. 주기의 정보수집의 대폭적인 향상을 기할 수 있음과 동시에 변전소 스페이스의 효율적인 활용 및 종래의 메탈케이블의 대폭적인 삭감을 기할 수 있고, 예를 들면 50% 이상의 삭감효과도 기대할 수 있다. 또한 종래와 같이 제어반에 집중실장(實裝)하

는 것도 가능하다.

RIO의 사양개요를 표 1에 표시한다.

〈표 1〉 RIO의 사양개요

항목	사 양	비 고
AI	CT회로 입력, PT회로 입력 트랜스듀서회로 입력	CT, PT 회로에 접속 가능 4~20mA 등
DI	디지털 입력	CB, DS 등에 접속 가능 분해능 1ms의 SOE 대응
DO	디지털 출력	CB, DS 등에 접속 가능
PI	펄스 입력	WH 등에 적용
전원	DC 110V	
규격	전력규격 B402/IEC255 기준	

### (2) DAC 유닛

범용 아키텍처 기술을 응용한 전력용으로서의 높은 내 환경성을 갖춘 소형 리얼타임계산장치(서버)이며 시스템 LAN, 필드네트워크, 상위계와의 통신인터페이스 구비가 가능하다.

DAC의 사양개요를 표 2에 표시한다.

〈표 2〉 DAC의 사양개요

항 목	사 양(옵션 포함)
처 리 부	고성능 RISC CPU(100MIPS 이상)
네트워크	LAN 인터페이스(10Mbps/100Mbps) 필드네트워크/인터페이스 상위계통신 인터페이스 ※각종 전력용 국제표준 프로토콜, 인트라넷(WAN), HDLC 등 범용 시리얼통신 인터페이스
전 원	DC 110V
규 격	전력규격 B402/IEC255 기준

DAC 탑재기능의 예로서 선택제어 등의 각종 제어, 계측표시, SV/상변(狀變), SOE, 제어용 릴레이 등의 각종 연산기능, 매크로지령 등 대응의 각종 자동화기능, 용장계(冗長系) 대응의 구성제어기능 등이 탑재 가능하다.

또 범용 아키텍처 기술과 다양한 네트워크 인터페이스를 활용하여 보전계(保全系) 기능에의 대응도 가능하다.

**(3) HMI(변전소 휴먼머신 인터페이스 : 옵션)**

변전소에서 직접 조작하는 HMI이며, 기본적으로 변전소는 무인운전으로 사용빈도가 적기 때문에 인간 친화적(Human Friendly)인 방식이 요망된다. 변전소 자동화시스템의 HMI는 그래픽 화면으로 구성되어 조작성, 표시능력이 우수함은 물론 상위시스템(제어소 등)과 같은(同一) 기술을 적용할 수 있기 때문에 상위계의 휴먼머신 인터페이스와의 친화성이 높다.

**(4) 변전소 서버(옵션)**

변전소측 기능을 보다 더 확충·다양화할 경우에 적용한다.

**(5) 통신 인터페이스**

DAC 설치형 또는 시스템 LAN 접속형 등을 시스템 구성에 따라 적용한다.

**(6) 기타**

보호릴레이의 네트워크 접속(LAN 또는 필드네트워크 결합), 각종 통신인터페이스(게이트웨이, 라우터 등), GPS 등을 적용한 시스템의 구축이 가능하다.

**4. 變電所 自動化시스템의 단계적 移行**

변전소 자동화시스템은 원격운용에 필요한 감시제어기능 및 통신기능 일체를 구비하고 있다. 기설변전소를 교체할 때 이 시스템의 적용패턴의 개요를 아래에 표시한다.

**(1) 패턴예1**

감시제어를 선행하여 교체하는 예이다(표 3 참조).

〈표 3〉 적용 예(1)

구 분	스텝 1	스텝 2	스텝 3
통신	현행	변전소자동화 시스템	통신프로토콜의 갱신
감시제어	변전소자동화 시스템	(통신기능 추가)	(국제표준 등)

**(2) 패턴예2**

통신장치를 선행하여 교체하는 예이다(표 4 참조).

〈표 4〉 적용 예(2)

구 분	스텝 1	스텝 2	스텝 3
통신	변전소자동화 시스템	변전소자동화 시스템	통신프로토콜의 갱신
감시제어	현행	(감시제어기능 추가)	(국제표준 등)

어느 예에서도 변전소 자동화시스템의 부분기능부터 도입하고 스텝2에서 감시제어기능 및 통신기능이 일체적으로 되어 이 시스템의 메리트가 발휘될 수 있다. 또 스텝3은 상위계에 최적한 정보를 최적한 프로토콜로 전송하는 스텝이다.

**5. 變電所 自動化시스템의 적용확대에 대하여**

변전소 자동화시스템은 변전소 구내의 네트워크를 사용하여 폭넓은 정보를 취득하여 이것을 최적의 통신수단(인트라넷 등)으로 상위계시스템에 배신(配信) 가능한 특징을 갖고 있다. 이 특징을 활용함으로써 변전소설비의 보전정보를 사용한 원격보전시스템의 고도화 등에 대응할 수 있게 된다.

**6. 맺음말**

원격운용과 보전을 최적의 상태로 구축하는 것을 중시하는 국제수준의 사양에 의거한 변전소 자동화시스템은, 원격운용의 고도화·용이화에 크게 공헌할 수 있을 것으로 생각한다. 이 시스템은 이미 복수의 실(實)시스템에 적용되어 순조롭게 가동하고 있다.

이 원고는 일본 三菱電機技報에서 번역, 전제한 것입니다. 본고의 저작권은 三菱電機(株)에 있고 번역책임은 대한전기협회에 있습니다.