

한국형 배전자동화 시스템 (KODAS) 개발

《1》

김 호 용

한국전기연구소 한국형 배전자동화 사업팀장

1. 시스템 개요

가. 연구개발 개요

전력 소비량 및 소비전력 패턴으로서 한 나라의 경제적인 발달과정을 평가할 수 있을 정도로 전력은 우리 생활과 밀접한 관계를 맺고 있고 그 의존도 역시 증가하고 있는 추세이다. 여기에 발맞추어 안정된 고품질의 전력공급을 위한 여러 가지 방법 및 연구도 진행되어 왔으며 한전에서도 발전 제어 및 전력 수급 조절에 이용되는 EMS, 송전계통 및 주요변전소 감시 제어 시스템인 SCADA를 도입 운영하고 있다. 선진 외국의 경우 이미 전력 수급의 마지막 계통인 배전계통에 대한 공급 신뢰도 향상, 양질의 전력공급 및 수용가 Service 확대, 전력설비 관리의 효율화 등을 목적으로 하는 배전자동화 System 도입이 활발히 전개되어 왔으며 국내에서도 그 필요성이 인정되어 KODAS 개발 사업이 시작되어 3년간 연구를 수행하였다.

배전자동화 시스템은 변전소로부터 수용가에 이르는 자동개폐기 및 차단기 등의 보호기기를 감시·제어하는 것을 목적으로 하고 있으며 그 구성은 종합적인 계획·감시·제어·관리를 수행하는

중앙제어시스템과, 배전선로 및 수용가에 위치하여 각종 계통·설비정보와 수용가 정보제측을 처리하는 단말장치, 단말장치와 중앙제어시스템을 연결하는 통신제어장치로 이루어진다. 이에 대응하여 KODAS 개발 사업에서는 중앙제어장치 분야, 통신제어장치 분야, 단말장치 분야로 나누어 분야별로 연구가 수행되었다.

나. KODAS의 구성 (그림 1, 표 1 참조)

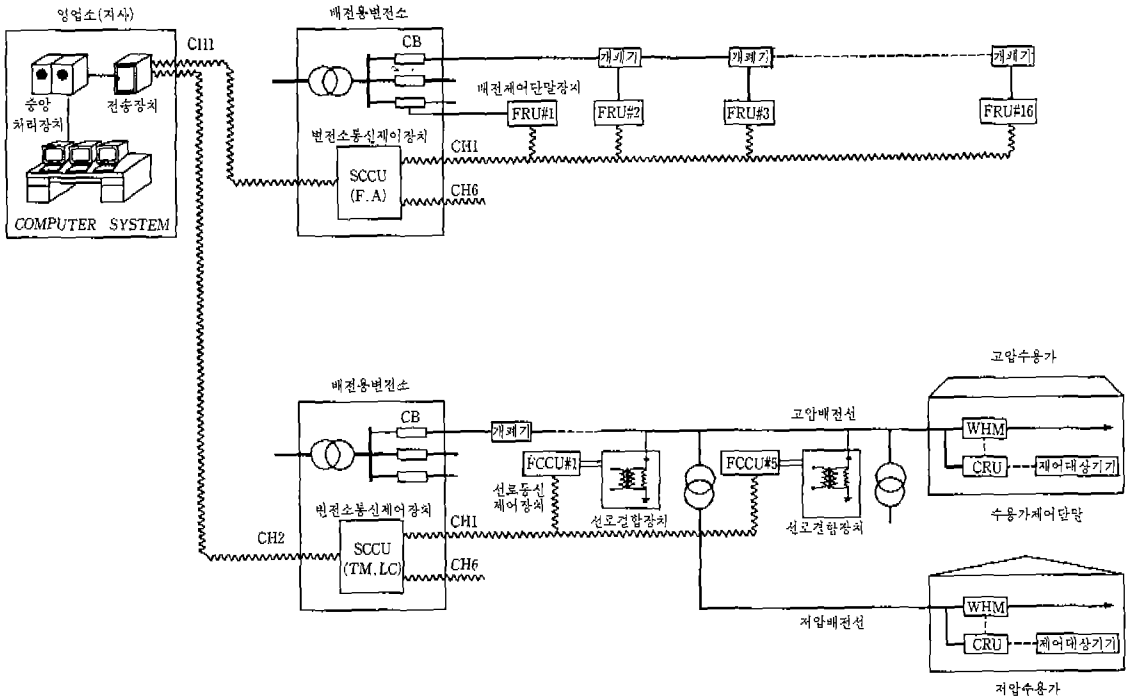
다. KODAS의 기능

배전자동화 시스템은 ① 원방제어 기능 ② 원방감시 기능 ③ 단말제어장치 단독기능 ④ 기록기능 ⑤ 자기진단 기능 및 ⑥ 시뮬레이션 기능을 가지게 하며 세부 기능은 다음의 표 2와 같다.

2. 분야별 개발현황

가. 중앙제어장치 분야

중앙제어장치는 배전자동화 기능의 머리 역할을 수행하는 시스템으로 Software와 Hardware로 구성되어 있다. Software 측면에서 보면 선로



〈그림 1〉 KODAS 구성도

〈표 1〉 KODAS의 구성 장치

장 치 명	설 명
1 배전선로 자동화용 컴퓨터 시스템(중앙제어장치)	자동화 시스템중 지점 또는 지사에 설치되는 것으로 주 컴퓨터와 맨머신 인터페이스를 위한 Graphic-CRT, Character-CRT, 또 여기에 속한 Work Station과 주변장치 등으로 구성된다.
2 통신제어 장치	중앙제어장치와 단말장치간의 정보전송 및 고장처리를 위한 통신장치로 시스템의 수용능력에 따라 카드식으로 확장할 수 있는 체계로 구성된다.
3 단말제어 장치	개폐기를 감시제어할 수 있을 뿐만 아니라 개폐기로부터 선로운전 정보, 고장정보 등을 읽고 기록하여 상위의 통신장치와 통신할 수 있다.
4 보호기기	CB와 Recloser, Fuse 등의 종류가 있고 CB는 고장인지를 위해 감시, 제추만을 할 수 있으며 Recloser는 이외에 원방제어까지 할 수 있도록 되어 있다. 또 이들 기기는 고유 보호 협조에 의한 고유 기능을 갖고 있다.
5 선로자동화 개폐기	자동화 시스템에 의해 원방감시 및 제어가 가능한 개폐기를 말한다. 여기에는 고장을 감지할 수 있는 장치와 선로의 전압, 전류 등의 운전 정보를 계속할 수 있어야 한다. 본체 및 제어부로 구성된다.
6 통신선로	통신선로는 기본적으로 전력선과 전용 통신선(페어 또는 동축케이블)의 두가지를 사용할 수 있으며, 동시에 겸용할 수도 있다.

〈표 2〉 KODAS의 대표적 기능

	세 부 역 할
원 방 제 어 기 능	<ul style="list-style-type: none"> · 개폐기의 「투입」 「개방」 · Fault Indicator의 Reset · Lock/Unlock · 단말제어장치의 운용제외 · 단말제어장치의 초기화
원 방 감 시 기 능	<ul style="list-style-type: none"> · 변전소의 Relay 감시, 선로고장인지를 위한 Fault Indicator의 동작 유무 · CB, Recloser의 「투입」, 「개방」 상태 감시 · 개폐기의 「투입」, 「개방」 상태 감시 · 선로 단선/결상 감시 · 개폐기 양단 위상각 감시 · Local/Remote 상태 감시 · 개폐기 Battery 감시
원 방 계 측 기 능	<ul style="list-style-type: none"> · Fault Indicator의 Counter 값 · Analog 값 계측 · 개폐기 상태 계측 · FRU/Battery 상태 계측
단말제어장치 단 독 기 능	<ul style="list-style-type: none"> · 개폐기 제어부의 정보 및 점검 수시계측 · 아날로그 값 기록 및 갱신 기억 · 중앙제어장치의 명령 실행 · 외부설계 유닛에 의한 개폐기 제어장치 번호 설정 · 통신이상시 이상 정보 송신
기 록 기 능	<ul style="list-style-type: none"> · 시스템 이상시 자동기록 · 조작시 조작내용 기록 · 조작 순서 기록 · 조작자 요구에 따른 기록출력 · Hard-Copy
자 기 진 단 기 능	<ul style="list-style-type: none"> · 중앙제어장치, 통신제어장치 · 단말제어장치, 전송로 등의 자기진단
시뮬레이션 기 능	<ul style="list-style-type: none"> · 중앙제어장치의 시뮬레이션

운전자동화, 자동점검, 부하관리 등 배전기능을 지원하는 Program, 사용자 Interface 그리고 Data를 관리하는 DBMS(Data Base Management system) 등이 복잡하게 물려서 돌아가고 있는 시스템이다. Hardware 측면에서의 중앙제어장치는 각종 Program들이 탑재되어 운용되는 Computer 시스템으로서 CPU와 주기억 장치로 구성된 주처리장치와 주변장치들로 구성되어 있다.

(1) 중앙제어장치의 구성

본 연구에 사용된 시스템은 배전자동화를 위한 각종 기능을 컴퓨터상에서 구현하기 위한 연구 개발용 시스템으로 실제 개발 완료된 후의 시스템과는 CPU 성능이나 기억장치의 용량 등에서 많은 차이를 보일 수도 있다. 따라서 시스템의 규모를 정확하게 산정하기 위한 자료는 적용 대상지역의 규모에 따라 달라질 수 있다.

여기서는 연구 개발에 이용된 시스템의 Hardware 및 Software를 간단히 설명한다.

중앙제어장치를 구성한 Hardware는 μ VAX 3100을 본체로 하여 두대의 Workstation을 기능 분산형으로 운영할 수 있도록 구성하였다.

중앙제어장치의 Software는 전체 시스템의 운용에 관한 실시간처리 Software 및 관리를 위한 관리 제어 Software로 나누어지며 이들의 기능은 다음과 같다.

관리제어 Software

● Communication Subsystem

변전소 통신제어장치와 MODEM을 통하여 연결되어 주기적으로 실제 개폐기 상태감시 및 Analog 값을 읽어오는 Data Acquisition, 읽어온 데이터를 분석하여 고장여부를 판단하는 Data Analysis, SCCU와의 통신을 제어하는 Communication Control 프로그램으로 구성된다.

나. 통신제어장치 분야

(1) 변전소 통신제어장치(SCCU)

중앙제어장치와 FRU 및 FCCU간의 전송회선을 접속하고, 전송기기의 감시제어, 회선상의 오류감시를 행하며, COMMAND DOWN LOAD

기능에 의해 수집된 데이터의 일시보관 및 전송 기능을 담당한다. 변전소 통신제어장치가 갖는 기능은 다음과 같다.

- 전용통신선을 매체로 한 DATA 통신제어 기능
- 수신 DATA에 따른 시간별 연속처리
- 특정 FRU의 데이터 취득 및 제어
- 통신회선 및 자체진단기능
- FRU와 CS(Central Station)간 통신 Protocol 제어

(2) 선로통신 제어장치(FCCU)

선로통신 제어장치(FCCU)는 중앙제어 시스템이 CRU와의 통신회선을 구축하기 위하여 배전선로를 활용한 배전선 반송방식의 통신 중계제어 기능과 신호결합 기능을 담당하며 다음과 같은 기능을 갖고 있다.

- SCCU에서 CRU까지 명령들을 수신하거나 변형하여 재송신
- 통신 LINK상에 존재하는 명령들을 CRU가 받아들일 수 있는 형식으로 FCCU에 수신 및 변형하여 재구성
- 재구성된 SCCU 명령들을 SCU를 통하여 저압배전선로에 주입
- 모뎀을 통하여 SCCU와 bit, byte통신
- C/S에 의한 주소 지정기능
- Alarm/Event Subsystem

Communication Subsystem의 Data Analysis 프로그램에서 이상데이터의 존재를 알려주면 화면에 Alarm/Event를 Display하고 가청 경보를 발생하며, Alarm/Event Logging에 발생된 Alarm/Event를 프린터를 통하여 출력하고 이력관리 DB에 Write한다. 또한 발생한 알람정보를 모자이크 보드에 표시하여 운전자의 이해를 돕는

다.

● Data Management Subsystem

Database Data를 입력, 수정, 삭제하며 DB에 수록된 데이터를 정해진 형태로 보여준다. 또한 실시간 처리될 데이터를 관리한다.

● MMI Subsystem

Graphic·MMI는 선로의 연결상태 및 고장 상태를 Graphic으로 보여 주며 계통의 조작상황을 운전자가 쉽게 인지할 수 있도록 한다. Character MMI는 계통의 운전상태에 따라 운전자가 취해야 할 상황을 표시하며 적절한 명령을 발생시키고 이를 정해진 Subsystem에 전달한다.

실시간 처리 Software

● 선로 자동화 Subsystem

선로고장시는 관리제어 S/W의 통신제어 프로그램에서 사고발생 사실을 전하면 SCCU의 데이터를 읽어 사고선로를 인지한 후 먼저 고장구간 양단의 자동화 개폐기를 원제 개방하여 고장구간을 계통에서 신속히 분리한다. 이후 고장구간이 입력되어 비고장 정전구역에의 부하용통을 위한 최적의 개폐기 조작순서를 만들고 운전자의 승인을 받아가며 조작하거나, 또는 자동으로 통신제어 장치를 통하여 개폐기를 조작하고 확인한 후 MMI에 순차적으로 사고처리상황을 전달한다. 또한 DB에 사고발생 원인, 일시, 조치상황 등을 전달하여 관리하도록 한다.

● 부하관리 Subsystem

계통의 운전상황에 따라 상위계통의 자동화 시스템의 지령 또는 운전자의 판단에 의하여 부하제어를 실시한다.

● 자동 원방검침 Subsystem

계통이 정상적으로 운전중일 때 SCCU, FCCU, CRU를 통하여 주기적으로 전력 사용량을 검침하며 이를 분석한다.

● 배전관리 정보수집 Subsystem

30분 주기로 배전선 인출점의 전압, 전류 데이터를 수집하여 이 데이터를 토대로 배전선별 일간 부하예측을 수행한다. 그리고 운전자의 판단에 따라 필요지점의 데이터를 취득하거나 전압강하 계산 등을 수행한다.

다. 단말제어장치 분야

(1) 단말장치 분야는 개폐기제어 단말과 수용가제어 단말장치가 있다.

개폐기제어 단말장치(FRU)는 중앙제어 장치에서 지령을 받아 개폐기의 원격 투입/개방제어, 개폐기의 상태검사, 배전선상의 전기적 신호감지를 담당하며 수용가제어 단말장치(CRU)는 중앙제어장치의 명령에 의한 부하제어, 시간대별 검침, 수용가에 대한 여러 가지 Service 기능 및 HA(Home Automation) 기능을 담당한다.

대표적으로 FRU가 갖는 기능은 다음과 같다.

기능	수행내용
감시	-주접점 상태 -주접점 상태변화 -Fault Ind. 상태 -Fault Ind. 상태 -단선/결상 -상일치 -개폐기의 Battery
제어	-투입/개방/Lock/Unlock -변화여부 -회중상태 -상태변화 Count
계측	-투입/개방/Lock/Unlock -변화여부 -회중상태 -상태변화 Count
설정 및 점검 (Local)	-투입/개방/Lock/Unlock -변화여부 -회중상태 -상태변화 Count
	-3상 전류, 3상 전압
	-투입/개방/Lock/Unlock -Hardware에 의한 설정 -송/수신 데이터, 동작상태 확인, A/D 변환 결과 값
	-정상/고장 점검 : 고장부분 표시
	-Local/Remote -단말제어장치의 전원장치점검

3. 시스템 특성

KODAS 시스템 특성은 중앙제어장치의 H/W 및 S/W 구성에서 설명된 바와 같이

- Network로 연결된 기능 분산형 컴퓨터 시스템으로
- H/W(각종 개폐기)와 연결되어 실시간으로 작동하는 시스템이며
- 분산형 Data Base에 의한 실시간 Data 관리가 가능하고
- 국내 배전계통의 운영 형태를 고려한 전문가형 배전자동화 알고리즘에 개발 탑재되어 운용되고 있을 뿐만 아니라
- 사용자의 편리를 최대로 강조한 맨머신 인터페이스 시스템을 중요시하여 개발되었다.

이 사업의 특성은 국내에서 시도된 많은 자동화 사업중 중앙장치, 통신장치, 단말장치의 모든 시스템이 우리 기술에 의해 설계, 제작, 시험되어 완성된 유일한 사업이라 할 수 있으며, 또한 여기에 사용된 기술도 컴퓨터기술, 통신기술, 마이크로 프로세서 기술, 배전계통 운용기술 등 중간 핵심기술의 복합 기술이다.

4. 기대효과

KODAS 개발 적용으로 여러 가지 효과가 기대되지만 다음과 같은 분야로 크게 나누어 볼 수 있다.

- 첫째, 변전소 주변압기 및 배전선로 회선 이용률 향상을 통한 설비투자 지연 효과
 - 둘째, 배전선로 전력손실 절감 효과
 - 셋째, 배전 전기원 인력 대처 효과
 - 넷째, 공급 지장비 절감 효과
- 그리고 마지막으로 부하관리를 통한 피크전력 절감 등의 효과를 기대할 수 있다.

<다음호에 계속>