

한국형 배전자동화 시스템 개발 <3>

KODAS 중앙제어장치의 구성과 운용

김 원 태

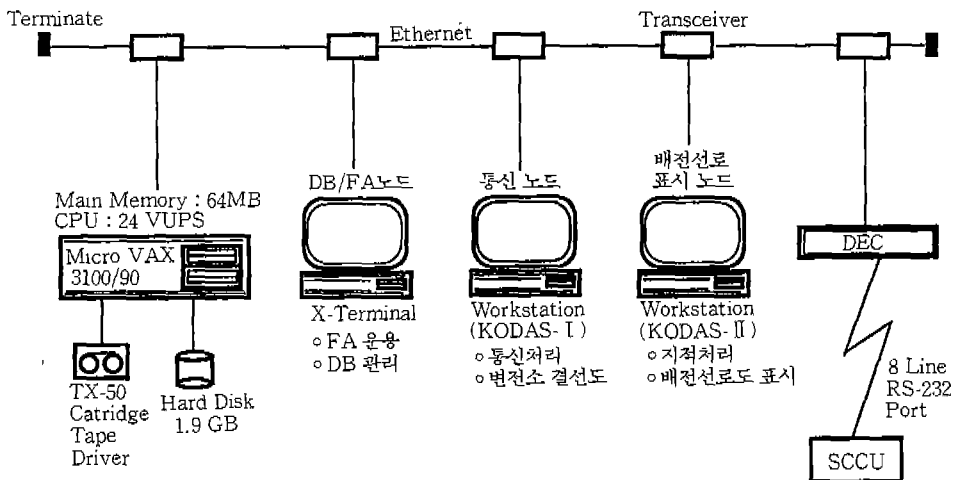
한국전기연구소 KODAS 개발팀 선임연구원

1. KODAS의 중앙제어장치 구성

가. 하드웨어의 구성

배전자동화시스템의 중앙제어장치는 자동화의 대상 규모나 구현될 기능에 따라 다르게 구성된다. KODAS의 중앙제어장치는 2대의 워크스테이션과 1대의 마이

크로 컴퓨터 시스템으로 구성되며, 각 시스템은 분산된 기능을 독립적으로 수행하면서 필요에 따라 고속의 LAN과 네트워크 프로그램을 통하여 데이터를 공유하여 서로 긴밀하게 연동되도록 되어 있다. 그림 1은 개발되어 실증시험장에서 현재 시험운용중인 KODAS 중앙제어장치의 노드 구성과 연결상태를 보여주고 있으며, 표 1은 각 노드별 주요기능을 보여준다. 여러 개



<그림 1> KODAS 중앙제어시스템 구성

〈표 1〉 Node별 기능 개요

Node	탑재된 OS & Tool	주요 기능
MV 3100 (Micro VAX 3100/90)	OS : VMS DBMS(Oracle 7)	- Feeder Automation - Database Server - Report 처리 - 주변장치제어(Mapboard, logger)
KODAS- I (VAX Station 4000/60)	OS : VMS Motif, X11	- Data Aquisition & Control - Realtime DB Processing - Alarm/Event Processing - 변전소 단선결선도 표시
KODAS- II (VAX Station 4000/60)	OS : VMS DBMS(Oracle 7) Mapping Tool	- 지적과 연계된 배전선로도 표시 - 배전설비정보 표시

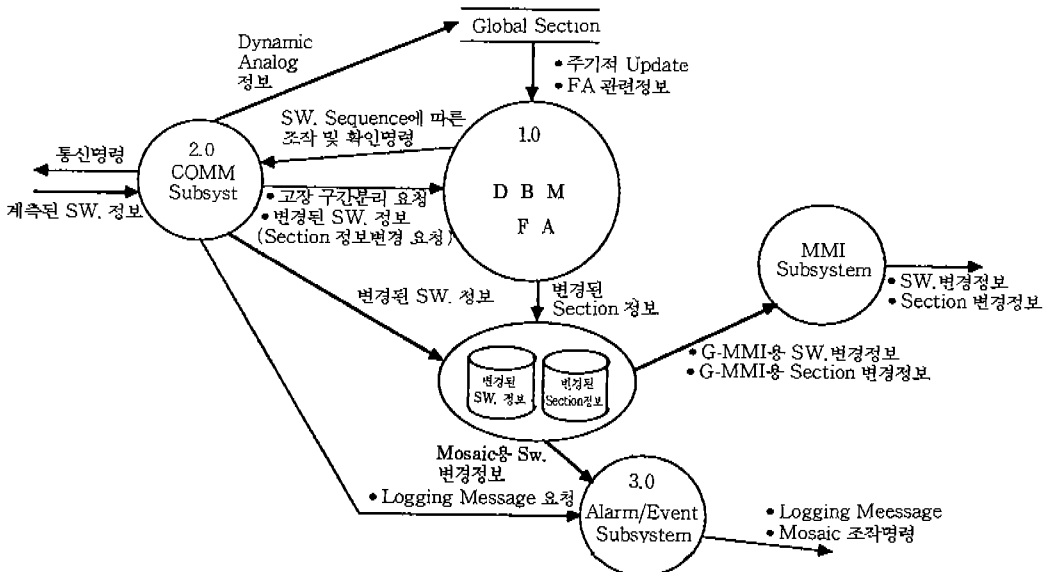
의 노드로 구성된 중앙제어장치는 모듈화를 통한 기능의 분산으로 시스템의 규모나 구현될 기능에 따라 다양하게 시스템을 구성하거나, 쉽게 확장될 수 있도록 설계되어 있다.

나. 소프트웨어 구성

KODAS의 소프트웨어는 서로 관련된 기능을 수행하는 프로그램의 집합인 서브시스템 단위로 구별한다.

이들 서브시스템들은 앞에서 설명한 것과 같이 여러 노드에 걸쳐 분산되어 있다. 서로 다른 서브시스템 또는 서브시스템을 구성하고 있는 프로세스들은 병렬 수행이 가능하며, 각 서브시스템 내의 프로세스들은 각자의 프로세스 상태에 따라 다른 프로세스들에게 서비스를 요청하고 응답을 기다리거나, 다른 프로세스의 요청을 수행중이거나, 서비스의 요청에 대한 응답을 보내고 대기 상태로 있다. 그림 2는 KODAS의 각 프로세스들 간에 주고 받는 서비스 요청과 그에 대한 응답을 보여 준다.

KODAS에서 개발된 소프트웨어는 그 수행기능에 따라 크게 실시간처리 소프트웨어와 관리제어 소프트웨어로 나누어진다. 실시간처리 소프트웨어는 선로운영 자동화를 위해서 수행되는 각종 알고리즘과 배전계통의 운용에 필요한 데이터를 처리하는 기능을 수행하며, 관리제어 소프트웨어는 실시간 처리 소프트웨어가 수행되기 전후의 처리 등, 실시간처리를 제외한 중앙제어 장치에서 수행되는 모든 기능들의 수행을 관리하고 유지한다. 실시간처리 소프트웨어와 관리제어 소프트웨어의 서브시스템과 그 주요기능은 표 2와 같다.



〈그림 2〉 KODAS 서브시스템간 정보흐름

〈표 2〉 KODAS의 소프트웨어 구성과 기능

구 분	서비스시스템명	적용 기능
관 리 제 어 소 프 트 웨 어	통신서브시스템	-통신 Scheduling -Data Acquisition -Data Analysis
	Alarm/Event 서브시스템	-가청경보 발생 -Alarm/Event Logging -모자이크 보드 제어
	Data Management 서브시스템	-DB 입력/수정/삭제 -Reporting(일보/월보/연보 등) -실시간(메모리상주) 데이터관리
	MMI 서브시스템	-명령어 인터페이스 -지적 및 선로도 관리 -그래픽 MMI -C-CRT MMI -변전소 단선결선도 관리
실시간 처리 소프트 웨어	선로운전 시스템	-고장상태 파악 -고장구간 분리 -계통조작 -부하용량 -부하예측 -전압강하 계산
개발환경 S/W	시스템 소프트웨어	-네트워크 프로세스 -프로세스 환경구축 프로세스

2. 각 노드별 소프트웨어 구성과 기능

가. 통신 노드

(1) 통신 기능

통신 서브시스템은 단말장치와의 통신을 위하여 디바이스 드라이버를 구동하거나 제어하고 회선 접속 및 송수신 프로토콜을 검정하며, 통신선로상의 각종 오류를 검사하고 데이터를 변환한다. KODAS 중앙제어장치의 기능중 배전설비의 이상유무 통신기기, 데이터를 계속하고 개폐기를 제어하는 등 많은 부분이 통신기능을 중심으로 이루어진다.

(가) 데이터 계속기능 : 단말장치와의 통신을 통해 설비를 제어하거나 정보를 읽어온다.

(나) 통신 스케줄 기능 : 계통의 상태를 파악하거나 데이터를 계속하기 위해서 주기적으로 감시 계속명령을 수행하고, 동시에 발생하는 여러 통신요구의 우선순위를 정한다.

(다) 데이터 분석 기능 : 계속된 데이터를 분석하여

계통의 이상유무를 판별하고, 이상 발생시에 알람 서브시스템에 알람의 발생을 통보한다.

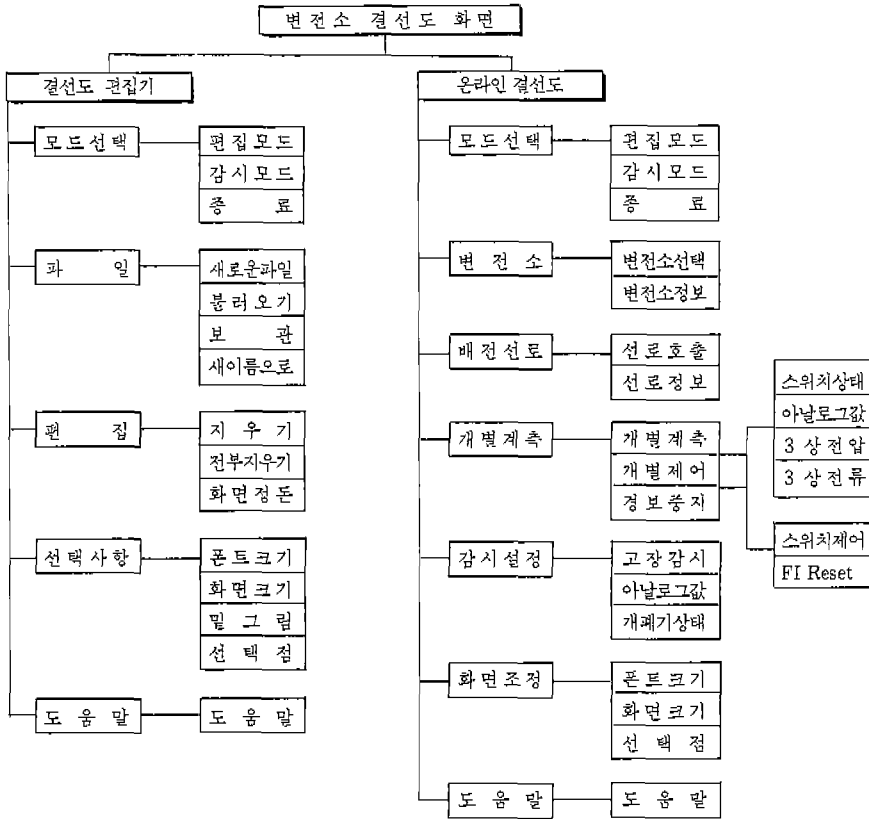
(라) 기타 : 통신 서브시스템에서 수행되는 모든 명령의 통신횟수, 통신을 주고 받는 통신기기, 명령의 종류, 중앙장치와 통신기기간에 주고 받은 패킷의 내용, 시간, 통신상태를 화면에 보여주는 통신 프로토콜 추적기능이 있으며, 스케줄에 의한 통신 이외의 모든 통신명령에 대해 언제, 어떤 명령이 수행되었으며, 그 결과가 무엇인지에 대한 기록을 남기는 통신명령 Logging 기능이 있다.

〈표 3〉 통신서브시스템에서 처리하는 내부/외부 통신

구 분	기 능
계측	개폐기의 Analog값 (3상전압, 3상전류) 계속
	개폐기의 3상전압 계속
	개폐기의 3상전류 계속
	개폐기의 상태 계속
제어	개폐기의 상태 제어
	개폐시의 고장감지기 Reset
	SCCU 고장감시 시작
	SCCU 고장감시 중지
Download	SCCU의 해당 FRU ID. Download
계획계측 (내부명령)	선로사고 발생의 확인을 위한 계획계측 시행/중지
	DL변 Analog값 계측을 위한 계획계측 시행/중지
	전체 개폐기의 상태 계측을 위한 계획계측 시행/중지

(2) 변전소 결선도 편집기(XEdit) 및 온라인 표시 기능

변전소 결선도는 변전소의 بانک, CB 등 변전소의 설비들을 화면에서 시각적으로 쉽게 파악할 수 있도록 개별 CB 상태와 버스의 연결상태 등을 선로 인출전류, 허용전류 등과 함께 그래픽으로 처리하여, 조작자가 선로 사고의 발생이나 현재의 선로부하 등 계통의 중요한 상태를 쉽게 인지할 수 있도록 한다. 선로사고가 발생하면 화면상에 알람 메시지와 함께 사고 변전소의 결선도상에 사고 선로를 표시해 띄우고, 가청경보로 사용자에게 이를 인지시킨 후 사용자의 확인을 거쳐 사고처리 작업을 시작한다. 온라인 모듈은 이외에도 FA 노드와



〈그림 3〉 변전소 결선도 편집/온라인 모드 메뉴 구성

GMMI 노드의 네트워크 프로세스와 연동하여 데이터를 주고 받는다. 사용자는 온라인 모듈의 화면에 제공되는 여러 가지 정보와 명령 메뉴를 통하여 전체 계통의 상태를 파악하고, 각종 감시계측을 설정하거나 해제할 수 있다(그림 3 참조).

(3) Alarm/Event 처리기능

선로사고의 발생이 감지되면 가경정보와 화면상의 메시지를 통하여 운용자에게 사고의 발생을 알리고 운용자의 개폐기 조작에 따른 모자이크 보드상의 개폐기 상태를 제어한다.

나. FA 노드

FA Node는 네트워크를 통하여 다른 노드와 연동되

어 있으며 탑재된 주요기능은 선로 운전 자동화 알고리즘의 수행, 그래픽 데이터를 제외한 모든 데이터의 관리, 부하예측 기능 등으로 크게 나눌 수 있으며 이들 기능들을 쉽게 운용하기 위한 운용자 Interface가 구축되어 있다.

(1) 고장복구 및 계획 정전 기능

선로 운전 자동화 알고리즘은 선로 사고 발생시의 고장 정보 통보나 운용자의 정전계획에 의해서 가동된다. 선로 사고인 경우에는 고장구간을 분리하고 건전 정전구역을 복구하거나 인접한 간선(Feeder)으로부터 복전 시키도록 하는 융통조작을 위한 개폐기 조작순서를 계산한다. 또한 계획정전인 경우에는 정전시킬 구역 주위의 구간을 인접 간선에 연결시키고 정전시킬 구역을 계

통에서 분리시키도록 하는 개폐기 조작정보를 계산하며, 계산된 개폐기 제어순서를 받아 자동 또는 운영자의 확인을 거쳐 개폐기 제어명령을 내리고 그 과정을 기록한다.

(2) 부하기록 및 부하 예측(Feeder Load Forecast)기능

절전작업을 위한 정전 계획이나 선로사고에 의한 절체조작시 절체된 선로의 과부하를 방지하기 위해서는 지금까지의 부하변화와 앞으로의 부하예측이 필요하다. KODAS의 FLFD(FLF Data Builder) 프로그램은 DB에 있는 과거 부하실적 테이블을 이용하여 평일과 특수일의 패턴모형을 구성하고 이것을 메모리 상주 DB에 기억해 둔다. FLF는 이 패턴모형을 이용하여 다음날의 부하패턴을 예측한다. 예측치는 운영자의 요구에 의해 0시부터 현재시간까지의 계속된 배전선로의 부하와 함께 실측 데이터에 의해서 보정된 4시간 후까지의 예측치를 30분 간격의 막대 그래프로 보여준다. 부하기록은 주어진 날짜의 일부하기록을 30분 간격으로 24시간분을 막대 그래프 형태로 보여준다.

(3) DB 관리 및 보고서 출력기능

FA 노드에서는 지적도 및 선로도 표시를 위한 그래픽 데이터를 제외한 모든 배전계통 데이터를 관리하고 있다. 데이터 베이스는 초기 구축시 운영자에 의해서 입력되는 데이터와 단말 제어장치와의 통신에 의해 계속되어 시스템 내에서 만들어지는 데이터로 구성되어진다. KODAS는 이들 데이터들을 관리하기 위하여 데이터 관리기능을 제공한다.

- (가) DB 입력, 수정, 삭제, 조회 등 일반관리 기능
- (나) 주기억장치 상주 Real-Time DB 관리 기능
- (다) 일보, 월보, 사고기록 등 각종 보고서를 출력하기 위한 기능

다. 선로표시(GMMI) 노드

선로표시 노드는 복잡한 배전계통 설비들을 가로도,

지번, 건물의 배치 상황 등과 함께 중첩 표시하여 계통의 상황과 함께 설비의 위치를 쉽게 파악하여 운영자가 상황에 신속하게 대처할 수 있도록 하는데 그 목적이 있다. 또한 계통의 상태를 실시간으로 반영하기 위하여 FA 노드와 네트워크를 통하여 연동하도록 되어 있다. GMMI 노드에는 다음과 같은 기능들이 있다.

- (1) 선로도의 자유로운 확대/축소
- (2) 선로도의 상하좌우 이동
- (3) 선택된 부분을 화면 크기로 확대, 선택점을 기준으로 밀정한 거리별 확대기능
- (4) 화면상의 각종 주석의 선택적 표시(개폐기, 변대주, 행정구역, 건물명 등)
- (5) 변전소 별 또는 해당 선로의 선택 및 검색
- (6) 선로 설비의 속성검색
- (7) 설비간 또는 지정된 위치 사이의 거리확인

3. 시스템 연동 및 운전

KODAS는 선로사고의 발생시 이에 대응하는 사고시 운전 모드와 평상시 운전모드로 나누어 운전된다. 평상시 운전모드는 시스템의 정해진 스케줄에 의하여 데이터의 계측을 반복하는 자동운전 모드와 운영자의 요구에 응답하기 위하여 정해진 루틴을 수행하는 사용자 조작 모드로 나누어진다.

가. 평상 자동운전 모드

평상 자동운전 모드는 선로사고가 감지되지 않은 상태에서 시스템의 스케줄러에 의하여 자동적으로 수행되는 상태를 말한다. 이때 대부분의 다른 서브시스템들은 대기 상태로 사용자의 조작이나 통신 서브시스템에서 발생하는 Event를 기다리고 있다.

나. 사용자 조작모드

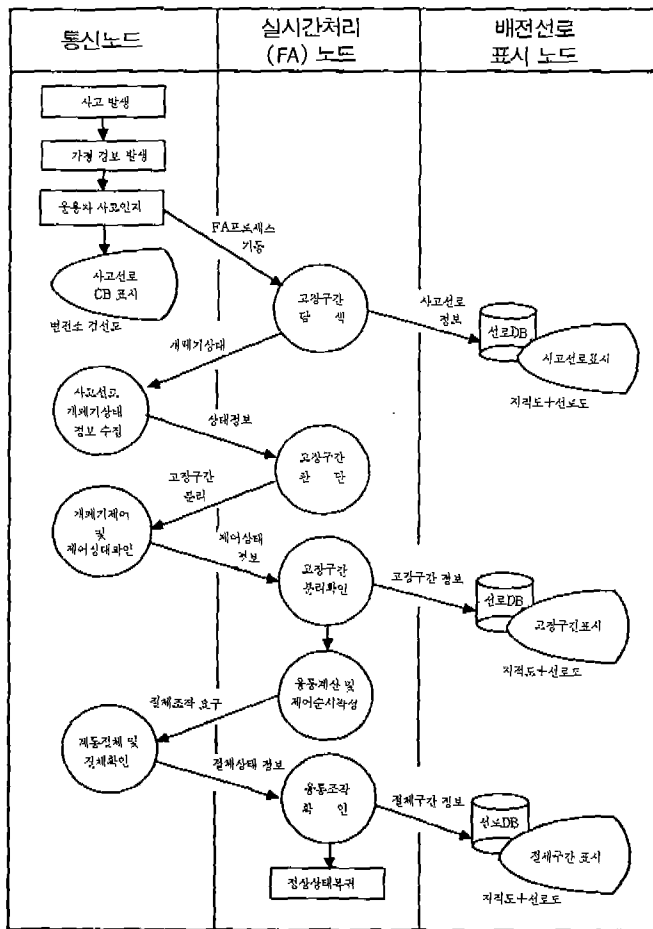
평상 자동운전 모드에서 대기 상태에 있던 MMI 서브시스템에 사용자의 조작명령이 들어오면 명령어 처리 프로세스에서 이를 해당 서브시스템과 연계하여 처

리한다. 정상시의 사용자의 조작은 대부분이 DB에 있는 정보를 검색 조회하여 일부하, 일부하 등의 통계보고서를 작성하거나, 계통설비의 현재상태를 파악하는 것이다. 사용자 조작 모드에서 각 노드들은 사용자의 조작에 따라 작동하며 모든 스케줄은 평상자동모드와 같이 정상적으로 작동한다.

다. 사고시 운전모드

선로에 사고가 발생하면 개폐기의 Fault Indicator가 사고전류를 감지하며, 통신 노드의 스케줄에 의해 취득된 데이터를 통해 사고의 발생을 감지하게 된다. 선로사고의 발생이 감지되면 시스템은 사고시 운전모

드로 전환되고 사고의 해결에 주력하게 된다. 통신 서비스시스템은 Alarm/Event 서비스시스템에 통보하여 정보와 함께 변전소 결선도 화면에 사고선로를 표시한 뒤 선로사고를 처리하기 위하여 FA 서비스시스템에 사고발생을 통보한다. FA 서비스시스템은 선로운전자동화 알고리즘에 따라 구체적인 고장구간을 찾기 위하여 통신노드를 통하여 사고선로에 달린 개폐기의 상태를 하나씩 읽어오며, 개폐기의 여러 상태를 이용하여 고장구간을 파악하고 고장구간 분리 및 용통조작을 하게 된다. 이때 배전계통선로를 나타내는 노드 화면의 선로상에 개폐기 조작 결과와 선로의 상태가 나타난다. 그림 4는 사고시의 처리흐름을 보여준다.



〈그림 4〉 사고시 업무처리 흐름