

'88 추계 학술대회
'88 - C - 1

李 暉幸, 劉 承哲, 金 榮漢, 李 孝祥*
(韓國電力公社 發電處)

Database Structure and Information Exchange System
of KEPCO's EMS SYSTEM

Kyung-Jae Lee, Sung-Chul Yu, Yeong-Han Kim, Hyo-Sang Lee
Power Generation Dept., Korea Electric Power Corp.

<ABSTRACT>

For the electric power system operation, the information to monitor the operation status of power plants and transmission lines is very important factor in the view point of system security and economic operation. This paper presents the logical and physical structures of database used by KEPCO's EMS. The adopted DataBase Management System (DBMS) of a relational model type offers many advantages such as easy maintenance of database. In addition, this paper briefly introduces the data exchange system between application programs and database.

1. 序 論

전력계통 운용의 기본 과제는 전력 에너지를 생산에서 소비에 이르기까지 총합적이고 효율적으로 원만하게 제어 운용해 "풍부한 전력", "저렴한 전력", "양질의 전력"을 보다 안전하게 수용자에게 공급하는데 있다. 따라서 순간적으로

변동되는 각종 전력계통 운용자료들은 우리나라의 산업구조가 선진국형인 정보집약형 산업구조로 발전함에 따라 경제적인 측면과 계통운용의 안정성이라는 측면에서 중요한 요소가 되고 있다. 특히, 전력계통이 확대되고 복잡 다양화 되어감은 물론 전원 설비의 다양화와 고효율화 및 대응량화 추세에 따라 사고의 원인도 증가하고 사고시의 파급 피해도 커지고 있으며, 이에 따른 경제적인 손실은 실로 막대하다고 하겠다. 또한, 에너지 자원 경쟁에 의한 세계적인 에너지 파동의 영향으로 탈석유, 연료 다변화 및 고효율화가 요청됨에 따라서 유연탄, 양수, LNG 등 대 단위 발전 설비가 투입되고 이로 인해서 발생하는 연료비 단가의 상이점으로 인해, 일정 주기로 취득되는 발전 출력자료를 이용해 매순간 경제적으로 부하 배분이 이루어지도록 하는 데는 큰 어려움이 따른다고 하겠다. 따라서 전력계통 운용 정보의 효율적인 관리와 체계적인 교환체제가 이루어져야만 예상되는 파급 사고의 예방은 물론 경제적인 자동발전제어 (AGC/ED)가 이루어질

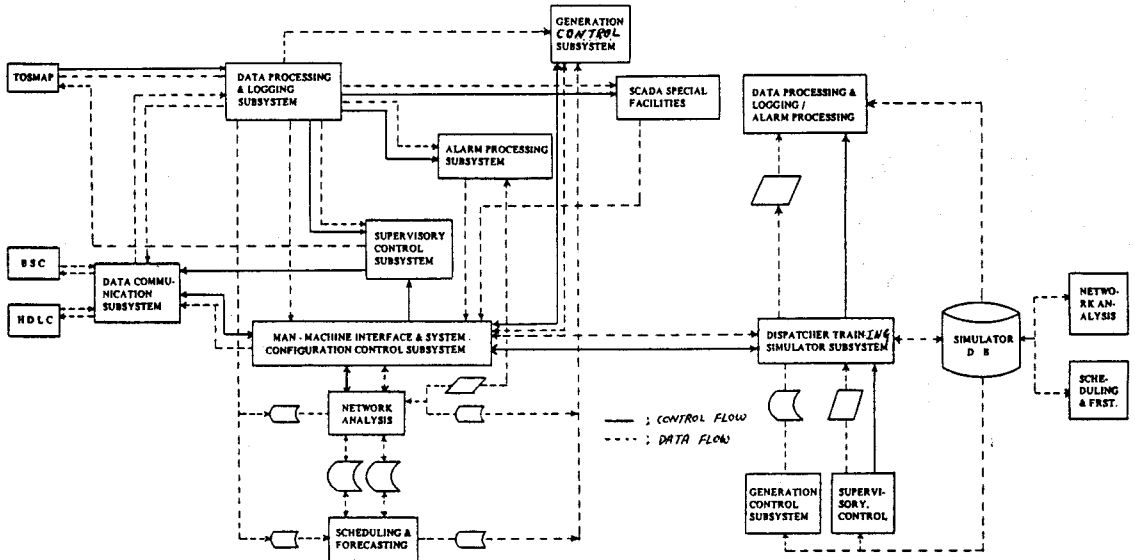


그림 1. 한전 EMS시스템의 자료교환 체제

수 있을 것이다. 여기서서는 한전 EMS (에너지 관리시스템)에서 이와 같이 중요한 전력개통 운용 정보를 체계적으로 보관 관리하는 데이터베이스의 논리구조, 물리구조와 기타 응용기능에서 사용할 때 데이터베이스와의 연관 관계 및 전력의 발전전소로부터 개개 설비의 동작상황을 원격 소단말장치로부터 읽어와 어떻게 처리하고 있는 지에 대하여 간략히 소개하고자 한다.

2. 데이터베이스 관리시스템

전국에 산재된 발전전소로부터 원격소단말장치(RTU:Remote Control Unit)를 통해 취득된 각종 자료(STATUS, ANALOG, PULSE등)를 그림 1에서와 같이 다수의 응용기능에서 사용할 수 있도록 관련되는 DATA의 집합체로 구성된 데이터베이스를, 제어하고 사용자가 이 DATA를 쉽게 추출하고 수정할 수 있는 기능을 데이터베이스관리시스템(DataBase Management System)이라고 한다. 이기능을 사용함으로써 도래되는 잇점은 다음과 같다.

- 간단한 방법으로 데이터 사용 가능
- 데이터의 독립성 보장
- 데이터의 안전성 확보
- 데이터의 변조 및 파괴 방지
- 시스템 재기동후의 자동 DB복구

또한, 한전EMS시스템에서 채용하고 있는 DB의 구조는 사용자에게 데이터를 간단한 방법으로 공급할 수 있는 RELATIONAL구조를 채택해 표 1에서 보이는 바와 같이 릴레이션(RELATION)이라고 불리는 2차원 테이블로 시스템내의 모든 데이터 상태를 사용자에게 알려준다.

표 1. 2차원 테이블 구성도

TUPLE NO	ALL						TYPE
	NAVAL	LIMITS					
1	ALPHA	500.5	400.0	400.0	KW	1	
2	BETA	250.3	270.0	210.0	A	3	
3	GAMMA	59.95	61.5	58.0	Hz	0	
4	DELTA	108.2	120.0	105.5	KW	1	
5	SIGMA	48.0	50.0	40.0	V	1	
6	EPSILON	150.0	200.0	100.0	A	5	

2. 1 DBMS구조

한전EMS시스템에서 DBMS를 지원하는 기능으로는 POS-DBMS라는 기능이 있다. 일반적으로 DBMS관리하의 데이터베이스에서는 그림 2에서와 같이 하나 이상의 스키마(SCHEMA)로 구성되어 있고 이 스키마는 1개 이상의 릴레이션으로 구성되어 있다. 또한, 릴레이션은 사용자시스템에 있어서 각데이터의 특성을 나타내는 하나 이상의 어트리뷰트(ATTRIBUTE)와 테이블로 구성된다.

가. 논리구조

DBMS의 논리구조상에 있어서 특이한 점은 스키마를 이용하는 것이다. POS-DBMS는 하나 이상의 독립된 스키마를 포함할 수 있기 때문에 한전 EMS시스템에서는 2개의 스키마를 보유하고 있다. 즉, 리얼타임용 스키마와 유지보수용 스키마가 그것으로 온라인 운전중에도 데이터베이스의 유지보수가 효율적으로 수행될 수 있도록 구성되어 있다. 그림 2에 나타낸바와 같이 각 스키마는 모든 종속되는 릴레이션과 그 릴레이션에 관련된 어트리뷰트에 대한 완전한 집합 구조로 구성되어 있다.

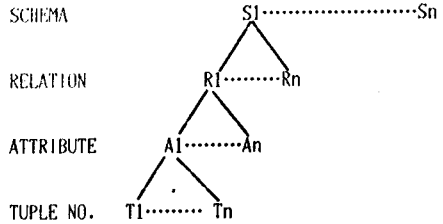


그림 2. 한전EMS데이터베이스의 논리구조

나. 물리구조
그림 3에 나타낸바와 같이 POS-DBMS는 상호 관련된 파일들로 구성된다. DB DIRECTORY FILE, SECURITY FILE 및 OBJECT SCHEMA FILE은 제어정보를 보유하고, RELATION FILE은 사용자 데이터를 보유하고 있다.

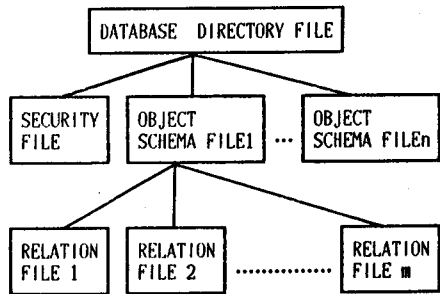


그림 3. 데이터베이스 파일구조

그림 4에 전형적인 RELATIONAL FILE의 구조를 나타내었다. RELATIONAL FILE은 일련의 고정장레코드(FIXED LENGTH RECORD)로 구성된 집합체이며 그 뒤에 KEY INDEX DATA와 RELATIONAL DATA의 영역이 있다. 각 고정장의 레코드는 논리 릴레이션의 한 터플(TUPLE)에 해당되는 것이다. 파일의 크기는 스키마에서 규정한대로 해당 릴레이션의 총 터플 수를 갖는 크기이다.

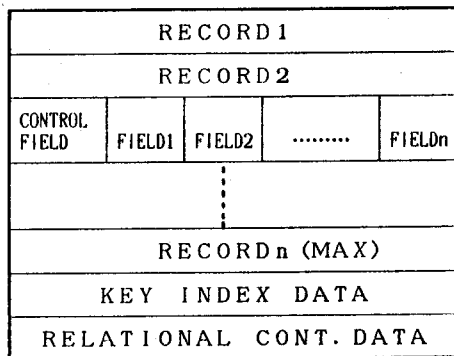


그림 4. RELATIONAL FILE구조

다. POS-DBMS 언어
DBMS에서 사용되는 언어에는 다음의 3가지 종류가 있다. 즉,

- .DDL;스키마 정의용 언어
- .SDL;SECURITY CONTROL언어
- .DML;DB데이터 취급용 언어

표 2. DML MACRO 명령어

익세스모드	MACRO 명령어	비고
표준 DML	RGET, RGPRJCT	검색
	RUPDATE, RUPRJCT, RPUT, RDELETE	갱신
제어 DML	LOCK, UNLOCK, PERMIT, REldbMS	제어
어트리뷰트 변환 DML	TRGTCNV, PRODTCNV	변환
직접 DML	DGET, DGPRJCT	검색
	DUPLICATE, DUPRJCT	갱신
복사 DML	RBACK, RFLUSH	복사

2. 2 동작 개요

응용프로그램이 DML MACRO 명령어를 요구하면 TASK 생성시에 프로그램과 LINK되는 SUBROUTINE을 경유해 PERMISSION LIST, TARGET LIST 및 PREDICATE LIST 등의 파라미터와 프로그램제어를 DML MACRO 처

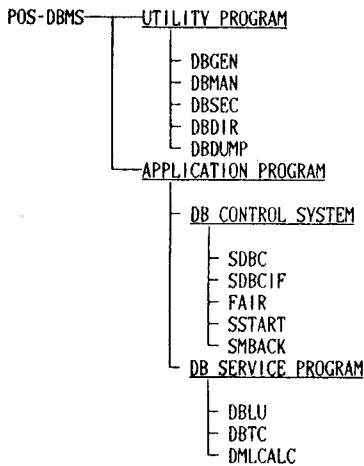


그림 5. POS-DBMS 모듈구성도

리 루틴으로 넘긴다. 이때 상기의 각종 파라미터로서 주어진 READ/WRITE요구를 해석하고 리스트 내의 이름을 데이터베이스에 대한 PHYSICAL REFERENCE 로 변환해 OBJECT SCHEMA로부터 어트리뷰트 명과 터플번호에 부합되는 위치로 가서 프로그램과 데이터베이스 사이에서 데이터를 전달한다. 데이터 처리가 끝난 뒤에 프로그램 제어는 DML MACRO 처리 루틴을 거쳐 응용프로그램으로 되돌려 준다. POS-DBMS 데이터 처리 동작에는 READ/WRITE 수행방법에 따라 3가지 종류가 있다. 즉,

- 첫번째, 스키마, 릴레이션, 어트리뷰트명으로 액세스하는 방법
- 두번째, 파일번호로써 액세스하는 방법
- 세번째, 장치번호와 번지로서 액세스하는 방법

등이다. 그러나, 주메모리내에 상주하는 릴레이션의 경우에는 주로 고속의 액세스를 수행하기 위하여 파일 READ/WRITE를 수행하는 대신에 직접 릴레이션 파일을 READ/WRITE한다.

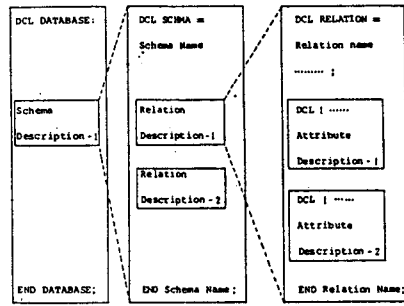


그림 6. DDL의 계층구조

3. 정보 처리 및 교환체계

부담 다양한 형태로 시시각각 변화하는 방대한 양의 전력계통 운용정보를 보다 능률적이고 효과적으로 처리하기 위해서는 자료처리 및 교환 기능의 향상이 이루어져야만 한다. 한편 EMS 시스템에서는 전국의 발전소에 설치된 원격소단말장치로부터 송출되는 각종 계통운용정보를 고속의 처리능력을 갖춘 통신용 프로세서를 통해 중앙처리장치로 보내져 처리되고 있으며, 각 지역의 대도시에 위치하면서 154KV 변전소를 감시 제어하는 지역 SCADA 시스템과는 분배기(MPX)를 통해 곧바로 중앙처리장치에서 처리하고 있다. 이같이 수집된 전국의 계통운용 자료들은 다음과 같은 처리를 수행함으로써 사령원에게 시시각각 변하는 전력계통 상황을 일목요연하게 표시해준다

- 데이터 에라검출
- RAW DATA를 ENGINEERING UNIT로 변환
- 각종 ANALOG, STATUS, PULSE 값의 계산
- 취득정보에 의한 DB갱신
- ANALOG, DIGITAL 및 STATUS 각각의 출력치갱신
- 모든 상태변화분에 대한 입력처리기능에 송부
- 원방제어기능에서 선택한 포인트의 상태 변화 상황을 원방제어기능으로 송부한다.

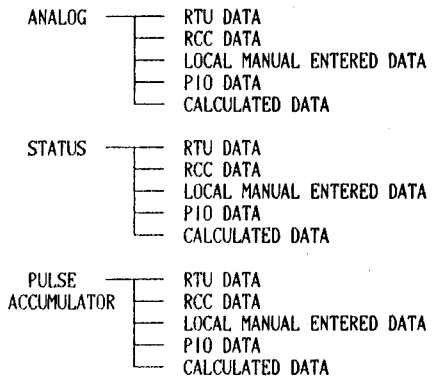


그림 7. DATA형식

가. ANALOG자료처리 및 교환

1) RTU ANALOG 처리
각각의 RTU ANALOG 자료는 자료취득이라는 기능에 의해 통신용 마이크로프로세서(TOSMAP)를 통해 일정주기로 수집되어 EMS로 전송되자마자 처리하는 것을 원칙으로 하고있다. 그러나 변화가 없는 경우에는 "REPORT BY EXCEPTION"이란 기

표3. QUALITY FLAG

BIT	Flag	ANALOG & STATUS
0	-	UP-TO DATE DATA
1	-	LAST GOOD DATA
2	O	LOCALLY DEACTIVATED
3	H	LOCALLY MANUAL ENTERED
4	S	SE OVERRIDE (ANALOG only)
5	-	RCC LAST GOOD VALUE (")
6	O	RCC DEACTIVATED (")
7	H	RCC MANUAL ENTERED (")
8	E	REASONABILITY OVER (")
9	E	DATA ERROR
10	E	COMMUNICATION ERROR
11	-	-
12	-	-
13	-	-
14	-	-
15	-	-

능에 의해 그 처리가 생략된다. 즉, 이전주기에 취득된 양과 이번에 취득된 양의 차가 DB상에 정의된 임정량(THRESHOLD VALUE 또는 DEADBAND) 이상의 변화를 보이는 경우에만 처리를 함으로써 불필요한 자료처리로 인한 CPU부담 증가를 억제시키는 것이다. 이렇게하여 처리될 자료는 다음과 같은 수식에 의해 인강이 판독 가능한 변환값(ENGINEERING UNIT)으로 변환되게 된다. 즉,

$$EU = \frac{(A1 * c * d) + (c * 1024)}{2047} + A2$$

여기서, a; 항상 0
 b; 사용값
 c; SIGN BIT (+ 또는 -)
 d; RAW DATA의 절대값

여기서, E U ; ENGINEERING UNIT
 A1, A2 ; 변환상수 (DB상에 지정됨)

2)RCC ANALOG 처리

RCC ANALOG DATA 는 지역SCADA 시스템에서 수집된 자료를 자료연계기능에 의해 EMS로 송출한 전력계통 DATA들로서 SCADA 시스템 배하의 RTU에서 수집된 데이터와 SCADA 근무자가 수동 입력시킨 값 모두를 포함한다. 그러나, 이 두가지 데이터 모두 RTU ANALOG 자료처리와 동일하게 불필요한 CPU 부담증가를 억제하기 위하여 "REPORT BY EXCEPTION" 기능을 적용한다. 특히 이들 RCC ANALOG DATA 에 대해서는 EMS로 송출되기 전에 SCADA 시스템에서 이미 ENGINEERING UNIT로 변환되어 전송되기 때문에 별도의 변환수식은 필요하지 않다.

3)PIO ANALOG 처리

주파수 편차 입력설비에 의해 생성된 데이터가 PIO DATA로서 입력된다. PIO DATA로는 다음과 같은 항목들이 있다.

- 계통 주파수
- 포준 주파수
- WIDE - BAND 주파수편차
- 시각 편차

상기 데이터들은 매 2초마다 입력되고 표4에 나타낸 수학적 연산식을 이용하여 미리 정해진 시간 주기로 계산된다.

표4. 수학적 연산식의 종류(ANALOG)

1	$\sum_{i=1}^n (K_i * A_i)$
2	$A1 * A2 * K$
3	$A1 / A2 * K$
4	$SQRT (\sum_{i=1}^n (K_i * A_i))$
5	$(K_i / A_i) * SQRT((A2+A3+A4) + (A6+A7+A8))$
6	INTEGRATION

여기서, A ; ANALOG값으로 측정된 ANALOG 및 DERIVED ANALOG를 모두 포함
 B ; DERIVED ANALOG값
 K ; 상수

나. STATUS 자료처리 및 교환

전력계통 설비의 상태를 나타내는 STATUS의 자료처리는 RTU STATUS, RCC STATUS 모두 미리 정해진 일정 주기로 취득해, 수집된 DATA중 상태 변화분에 대해서만 처리하는 "REPORT BY EXCEPTION"기능을 이용한다. STATUS자료에 대한 계산은 다음 표5에 보인 것과 같은 논리적 조합과 수학적 연산식을 이용해 수행된다.

표5. 수학적 연산식의 종류

	연 산 식
1	S = not A
2	S = A * (not B)
3	S = A * B
4	S = A * B * C * D * E
5	S = A + B
6	S = (A + B) * C
7	S = A + B + C + D + E
8	S = (A * B) + (C * D)
9	S = 1 if X.GE.Y S = 0 if X.LT.Y
10	S = 1 if(X.GE.Z * Y.GE.Z)
11	S = 1 if(X.GT.Z + Y.GT.Z)
12	S = (A * B) + (C * D)
13	S = (A * B) + (C * (D + E))

여기서, A ~ E ; STATUS
 S ; DERIVED STATUS
 Z ; 상수값
 X ; ANALOG VALUE
 Y ; X와는 다른 ANALOG값

3. 2 STATUS상태표시

전력계통내의 각종 설비에 부착되어 있는 LOGICAL DEVICE(CB,LS,DS 등)의 상태는 다음과 같이 3가지 종류로 나눌 수 있으나,

- SINGLE BIT STATUS
- DUAL BIT STATUS
- MCD STATUS

이중 가장 복잡하고 설계하기 어려운 MCD STATUS에 대하여만 EVENT기록과 함께 설명한다.

CASE 1) 이경우는 정상 운전중 TRIP후 재폐로를 행하여 성공한 경우로써 EVENT 기록은 TRIP-CLOSE로 나타난다.

CASE 2) 이것은 TRIP 되어 있는 차단기를 투입 시켜보니 다시 TRIP된 경우로써 EVENT 기록은 CLOSE-TRIP으로 나타난다.

CASE 3) 이것은 TRIP되어 있는 차단기를 CLOSE 시켜보니 TRIP되어 다시 재폐로 하여 성공한 경우로써 EVENT 기록은 CLOSE-TRIP-CLOSE로 나타난다

CASE 4) 이것은 정상운전중 TRIP후 재폐로 했으나 실패한 경우이며 EVENT 기록은 MULTI-TRIP으로 나타난다.

CASE 5) 재폐로 작업을 수행하지 않은 것을 나타낸다.

3. 3 최대 용량

한전 EMS시스템에서 사용 가능한 최대 용량을 표6에 나타내었다.

표 6. 최대 용량

TYPE	최대용량 (초기용량)
RTU ANALOG	5, 831 (1, 575)
RCC ANALOG	9, 203 (3, 221)
PIO ANALOG	10 (4)
DERIVED ANALOG	10, 000 (5, 000)
LOCAL ENTERED AN	100 (0)
RTU STATUS	24, 803 (5, 966)
RCC STATUS	19, 800 (6, 930)
DERIVED STATUS	10, 000 (5, 000)
LOCAL ENTERED ST	100 (0)

4. 結 論

고품질의 전력 수요를 유지하기 위해서는 각종 설비의 현대화와 정밀화가 이루어짐은 물론 시시각각 변화하는 전기 수요에 적합하게 경제성과 신뢰성을 고려한 발전 제어, 주파수 제어 및 전압 제어가 이루어져야 한다. 특히 전력 수급의 균형을 일정하게 유지시키기 위한 장단기 부하예측이 정확히 이루어지도록 하기 위해서는 발송전 설비의 정확한 운영과 유지보수 및 온-라인 입력 데이터의 정도 개선 작업이 꾸준히 수행되어야만 하겠다.

* 참고 문헌

1. H.Amelink and A.G.Hoffman, "Current Trends in Control Center Design", Electrical Power & Energy System, Vol. 5, No. 4, October, 1983
2. T.E.DyLiacco, "Energy Control Center Design", IEEE Tutorial Course, IEEE PES 1977 Summer Meeting, Mexico City, Mex., July 17-22, 1977.
3. POS-DBMS user's manual for the KEPCO EMS Project, TOSHIBA Corporation, April, 1985.
4. Operation Definition of data processing for the KEPCO EMS project, TOSHIBA Corporation, April, 1985.
5. Contract Specification for the EMS Project between KEPCO and Toshiba, DEC. 1984.