

EMS를 中樞로 한 給電綜合自動化 시스템

金榮漢 · 李康玩
(韓國電力公社 發電處)

차례

- 1. 緒 論
- 2. EMS技術動向
- 3. EMS設計方法
 - 3.1 電力系統 運用問題分析
 - 3.2 EMS設計 傾向分析
 - 3.3 EMS設計一般基準
- 4. 韓電 EMS의 特徵
 - 4.1 主要 特徵
 - 4.2 시스템 構成
 - 4.3 시스템 機能
- 參考文獻

1. 緒 論

전력계통 운용상 점차 고도의 기술이 요구됨에 따라 급전제어소에 설치되는 컴퓨터시스템도 많은 자료를 빠른시간내에 처리할 수 있도록 대용량의 고속용 계산기가 채용되고 있으며, 이용기술면에서도 온라인 조류계산을 기본으로 한 여러가지 진보된 응용기능을 갖추어 가고 있다.

1960년대말 디지털컴퓨터시스템이 전력계통운용의 자동화를 위하여 특수하게 설계되어 이용된 이래 비약적인 발전을 거듭하면서 최근에는 안전제어(Security Control), 협조계획(Interactive Planning) 그리고 계층제어(Hierarchical Control)등의 다양한 기능에 의해 전체 전력계통의 안전운용과 효율적운용을 기할 수 있도록 에너지관리시스템(EMS; Energy Management System)이 개발되었으며 세계적으로 많은 전력회사들이 종래에 사용해 오던 AGC/SCADA 기능위주의 시스템에서 이 시스템으로 교체해 가고 있다.

우리나라의 한국전력공사에서도 최신기술의 EMS를 도입하기 위한 사업이 1987년 중반기를 준공목표로 1986, 10월말 현재 전체공정의 약 85%가 추진되고 있는데, 여기에서는 이에 관련하여 먼저 EMS의 기술동향과 설계방법에 관해 살펴보고 다음에 한전 EMS의 특징에 대하여 소개하고자 한다.

2. EMS 技術動向

급전제어소에 설치되는 컴퓨터시스템은 전력회사와 제작회사 그리고 학계와 연구기관 등에 의해 계속적으로 발전되고 있다. 1970년대 초반에 설치된 시스템과 최근 여러회사에서 각각의 특성에 맞추어 설계하여 설치한 시스템을 비교해 보면 하드웨어, 소프트웨어, 운용방법, 유지보수 및 지원기능면에서 상당한 차이를 보이고 있으며 장족의 발전이 있었음을 알 수 있다.

1960년대말 디지털 컴퓨터시스템이 전력계통 운용의 자동화를 위해 채용되면서부터 1 : n의 고정설비에 의한 원방감시제어시스템은 디지털 컴퓨터를 마스터로한 주사형(Scanning type)의 SCADA 시스템으로 진보되었으며, 아나로그방식에 의한 주파수제어용의 발전제어시스템은 아나로그와 디지털의 하이브리드시스템을 거쳐 완전 디지털 시스템으로 변천하였다. 이때까지만 해도 발전제어용시스템과 원방감시제어시스템이 이원화되어 각각의 기능수행을 위해 기본적으로 필요한 최소한의 데이터만이 소형컴퓨터에 의해 다루어졌다.

1970년대에 들어와 컴퓨터의 수행능력과 이용기술이 진보됨에 따라 자동주파수제어(AFC)와 경제급전(ELD)을 종합한 자동발전제어기능이 부가되어 AGC/SCADA 시스템으로서 소위 전력계통운용컴퓨터(SOC ; System Operation Computer)시스템의 면모를 갖추게 되었으며 전력계통운용상 필수적인 설비가 되었다.

1980년대에 이르러 전력계통운용에서 경제성은 물론 안전성에 치중하게 되었으며 이를 위해 많은 양의 실시간데이터를 온라인으로 해석하고 처리할 수 있는 EMS가 개발되었다.

일반적으로 안전제어기능을 갖춘 EMS의 설치여부에 따라 급전제어소를 종래식과 현대식으로 구분한다.

현대식제어소의 시스템에 대한 설계동향을 살펴보면 컴퓨터 구성에서 보통 4~6대의 컴퓨터에 의해 업무를 분담처리(Distributed Processing)하도록 컴퓨터레벨을 두어 구성하고 있으며 이와같은 시스템구성은 시스템의 수행능력(Performance), 신뢰성(Reliability)및 유지보수의 편리성(Maintainability)등에 영향을 준다.

최근에 논문이나 연구보고서등에서 발표되고 있는 새로운 이론이나 방법등이 실용화되는 데는 수년이 걸리게 되지만 일부 실용화 되어가고 있는 기술동향을 살펴보면 다음과 같다.

- 마이크로프로세서 위주의 제어기 (Microprocessor Based Controllers)
- 고기능 원격소단말장치(Intelligent RTU's)
- 중앙-원격소간 표준 정보전송방식

(Standard Master-RTU Protocol)

- 컴퓨터 통신(Computer Communication)
- 분산처리(Distributed Processing)
- 지역정보망(Local Area Networks)
- 원격업무처리소(Remote Work Stations)
- 완전그래픽표시(Full Graphic CRT)
- 새로운 지표제어(New Cursor Control)
- 비디오영상을 통한 그룹표시 (Groupdisplay via Projection Video)
- 음성정보기(Voice Synthesizer)
- 급전사령원 교육용 시뮬레이터 (Operator Training Simulator)
- 기능분산(Decentralized Functions)
- 주기억장치내 소프트웨어 상주 (Software Resident in Main Memory)
- 데이터베이스 관리시스템(Data Base Management System)
- 상호협조 보수(Interactive Maintenance)

3. EMS 設計方法

급전제어소에 EMS등의 제어시스템을 설치시 그 설계방법은 전력계통의 구성특성, 운용체계, 운용방침, 확장성, 기존설비의 실태, 통신망구성 및 제어시스템의 최신 발전동향 등에 따라 다양하다.

또한 컴퓨터시스템의 기종이나 댓수 그리고 레벨수도 시스템을 설치할 전력회사의 규모에 따라 계층연계수, 원격단말장치수, 자료취득주기, 취득량, 프로그램 실행주기, CRT 응답시간, 자료갱신주기 및 어떠한 종류의 진보된 응용기능을 갖추느냐에 따라 좌우된다.

따라서 먼저 전력계통 운용문제를 분석하고, 제어시스템의 설계경향을 고려하여 새로운 시스템의 요구기능을 선정한 다음, 일반적인 설계기준을 수립하여 이들에 따라 세부설계를하여야 한다.

3.1 電力系統 運用問題 分析

전력계통의 운용문제는 계통의 연계여부, 발전설비의 종류와 구성비율, 설비용량과 최대부

하, 부하의 연간증가율과 전원확장계획, 그리고 송전선 연결계통과 전압레벨, 송전선 길이와 변전소 수 등이 검토되어 현재와 장차에 대한 전력계통 운용문제의 다양성과 변화하는 조건에 대처할 수 있어야 하며 다음과 같은 문제를 심중히 고려해야 한다.

- 전원종류의 다양화와 단위용량의 대형화
- 계통의 확대 및 복잡화에 따른 안전성
- 경제적인 최적화방법의 다양화와 복잡성
- 송전설비사용의 극대화와 고신뢰도 유지
- 계통주파수, 전압, 공급신뢰성 등에 따른 전력품질 개선
- 전력계통의 운용체계 및 운용방침

3.2 EMS 設計 傾向 分析

현대식제어소의 제어시스템에 대한 설계경향을 최근에 개발되어 실용화되었거나 실용화되어가고 있는 주요방법이나 기능을 중심으로 분석해 보면 다음과 같다.

3.2.1 컴퓨터 構成

1970년대만 해도 이중구성(Dual Configuration)에서 한대의 컴퓨터가 자료연계를 포함한 자료취득, 발전제어를 포함한 원격제어, CRT표시를 포함한 계통상태표시와 기록 등 모든기능을 수행하였으나 전력계통이 확대되어 제어소의 업무가 증가되고 또한 단순반복적인 업무로 컴퓨터가 과부하됨에 따라 전단처리장치(Front end devices)와 전단프로세서가 이용되었으나 최근에는 동일기종의 컴퓨터를 여러대 이용하여 컴퓨터레벨(응용레벨, 실시간레벨 등)을 두고 각각의 레벨별로 업무를 분담처리(Distributed processing)하도록 구성함으로써 시스템의 수행능력, 신뢰성, 유지보수성 등의 향상을 기하고 보다 높은 처리효과와 충분한 여유(Redundancy)를 갖도록 하고 있다. 즉 그림 1에 표시된 것과 같이 일반적으로 낮은레벨(실시간레벨 1)에서는 자료취득과 관련된 업무를 담당하고, 중간레벨(실시간레벨 2)에서는 인간기계 연락장치와 기본적인 주기능의 처리를 담당하며, 높은레벨(응용레벨)에서는 안전도해석(Security Analysis)과 DTS(Dispatcher Training Simulator) 등의 진보된

응용기능을 담당하도록 업무를 분담시킴으로써 보다높은 처리효과로 계통운용자의 요구에 신속히 응답할 수 있도록 하고 있다.

또한 서로다른 레벨에도 동일기종의 컴퓨터를 사용함으로써 교차절제(Cross Failover)와 상호예비역활도 가능하여 신뢰성이 좋고 하드웨어나 소프트웨어의 유지보수가 용이하며 예비품도 용통성있어 경제적이다.

컴퓨터시스템도 많은 업무를 실시간으로 처리할 수 있도록 고속용계산기가 채용되어 한 워드의 길이가 32Bits이상에 1~5 MIPS의 것이 이용되고 있으며 주기억장치 용량도 1~16M Bytes로 대용량화되어 온라인 실시간처리에 필요한 모든 프로그램이나 데이터베이스를 주기억장치에 수용하여 실행시간을 단축시키고 있다. 보조기억장치(Disc)도 300M Bytes 정도로 대형화되어 모든 프로그램과 관련데이터 및 계통운용에 필요한 단선결선도나 보조데이터 등의 수많은 표시(Displays)를 수용시켜 연계적으로 손쉽게 재빠르게 찾아볼 수 있게 하고 있다.

3.2.2 人間·機械 結合(MMI)

인간·기계 결합에 있어서는 인간공학적 제요소(Human Factors)가 고려되어야 하며 따라서 칼라CRT의 색상표시도 평상시는 모두 백색의

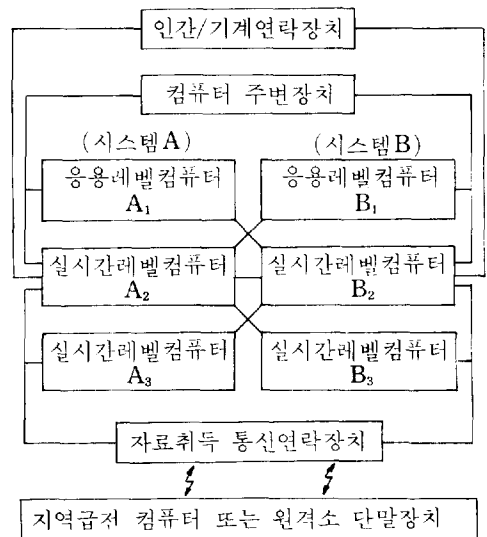


그림 1. EMS의 일반적 구성도

로 표시되고 상태변화나 한계치 초과시 및 비충전부분(Deenergized Portion)만 색상으로 표시되게 하는 단순색상 표시법이 많이 사용되고 있으며 페이지당 보다 많은 정보를 상세하게 표시하기 위하여 완전그래픽표시(Full Graphic Display)가 채용되어가고 있다. 전력계통만도 평상시에는 표시되지 않고(Dark Prinple) 이상시에만 점등하는 방식이 많이 채용되고 있으며, 경보표시 카테고리별로 간단한 지정에 따라 표시장치를 선택할 수 있게 하고 있으며 음향경보(Audible Alarms)는 아주 중요한 것을 제외하고는 거의 적용하지 않고 있다.

3.2.3 資料 連繫

전력계통운용의 자동화를 위해 컴퓨터시스템이 중앙제어소는 물론 지역제어소에도 이용이 확대되고 또한 전체계통의 안전성해석 기능이 적용됨에 따라 부분적인 주요계통의 감시와 해석을 떠나 실시간데이터에 의한 전체계통의 감시와 해석을 위해 컴퓨터시스템간의 자료연계가 폭넓게 이용되고 있으며 이들 자료연계는 통신용 마이크로프로세서와 번복조기 그리고 고속전송에 적합한 통신회선을 통하여 이룩되는데 마이크로 프로세서를 이용함으로써

- 메세지 변환(Message Translation)
- 서식 변경(Format Conversion)
- 메세지 완충(Message Buffering)
- 오차 검정(Error Checking) 등을 할 수 있어 서로다른 기종의 컴퓨터간 자료연계와 서로다른 회사의 원격소콘솔 및 RTU와도 자료전송이 가능하다.

자료전송형식(Protocol)에 대하여는 Point to Point전송을 위해 Bisync 또는 HDLC가 그리고 네트워크 구성에 의한 전송을 위하여는 CC-ITT X.25가 많이 적용되고 있다.

3.2.4 階層 構成

대전력 계통에서 방대한 계통을 각각의 지역 특성이나 전압레벨, 경제성, 사회적 여건 등을 고려하면서 효율적으로 신뢰성있게 운용하기 위하여 일반적으로 운용체제를 분할하고 있다. 따라서 여러개의 지역제어소나 더 나아가서 배전집중제어소를 설치하여 분산제어(Decentralized

Control)를 하게 된다.

계통운용측면에서 볼때 이러한 분할은 레벨적 분할(Level Decomposition), 시간적 분할(Time Decomposition) 그리고 운용형태적 분할(Mode Decomposition)으로 구분할 수 있다.

레벨적분할은 지역적으로 또는 전압레벨에 따른 계통별로 분할하게 되며 일반적으로 피라미드 구조(Pyramidal Structure)를 이룬다.

시간적분할은 제기능의 수행상 운동시간이 각기 다르고 그 폭이 넓기 때문에 이에따라 분할하게 되며 순서적구조(Sequential Structure)를 나타낸다.

운용형태적분할은 계통운용상태를 정상상태, 경계상태, 비상상태, 회복상태로 나누어 각각의 운용형태별로 제어방법이 다르도록 분리하게 되며 상관적구조(Interactive Structure)를 갖는다.

그러나 이러한 분산제어하에서 최근 전체계통에 대한 안전성이 더욱강조되면서 부터 이에 관련된 기능들의 수행을 위해 기간계통에서의 자료는 물론 지역제어소로 부터 많은 양의 실시간 데이터가 수초내에 필요하게 되어 시스템간 자료연계에 의한 계층구성이 폭넓게 적용되고 있다. 계층구성의 레벨 수는 전체시스템의 수행능력에 큰 영향을 주므로 제반여건을 충분히 고려하여 선정하여야 하며 일반적으로 2~3계층구성이 지배적이다.

여기에 한전의 EMS에 의한 계층구성계획을 보면 EMS설치 초기에는 2계층으로 구성하고

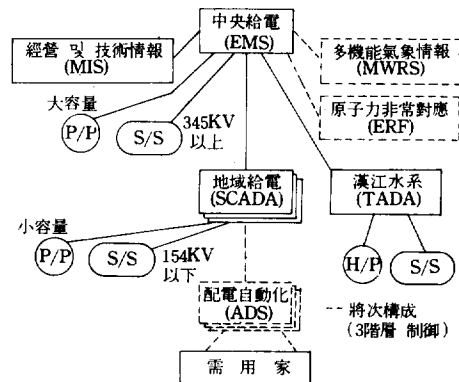


그림 2. 韓電EMS의 階層構成圖

장차는 배전자동화까지 확대하여 3계층 구성을 목표로 하고 있으며 이에대한 계층구성도를 나타내면 그림 2와 같다.

3.2.5 데이터베이스 管理

종래에는 데이터를 Filing하거나 Accessing하기 위하여 프로그램들이 일정한 형식상에서 사전에 컴파일되고 링크된 번지를 사용하므로 데이터파일이 확장되거나 수행될 때마다 모든프로그램이 다시 링크되어야만 했고, 이의 개선을 위해 포인터테이블을 이용한 간접번지지정(Indirect Addressing)이 사용되어 오므로써, 소프트웨어의 유지보수를 용이하게 하기위하여는 프로그램실행시간이 증가되었다. 그러나 최근에는 소프트웨어의 유지보수를 모든프로그램의 실행중에서도 온라인으로 할 수 있는 DBMS(Data Base Maintenance System)가 개발되었는데 한가지 문제점은 디스크의 액세스가 많아져 CPU의 책무가 증가되고 CRT표시의 응답시간이 지연되는 점이었으나 요즘은 주기억장치로 대용량의 반도체기억장치(Solid State Memory)를 채용하여 디스크의 액세스 수를 최소화함으로써 이 문제를 해결해가고 있다.

3.2.6 給電司令員 教育用 시뮬레이터

계통이 점차 복잡다양화됨에 따라 계통동요로부터 받는 영향이 더욱 민감해졌으며, 진보된 응용기능에 의해 소프트웨어가 더욱 복잡해지고 또한 여러분야에서 경험을 얻은 급전사령원을 찾기가 어려워짐에 따라 급전사령원의 교육이 더욱 더 필요하게 되었으며 이를위해 급전사령원 교육용 시뮬레이터(DTS; Dispatcher Training Simulator)가 시설되고 있다. 몇몇 전력회사들은 일반적인 전력계통의 정적특성을 교육하기 위하여 소규모의 단독시스템(Stand Alone System)을 설치하고 있으나 차츰 많은 회사들이 제어시스템의 일부분인 예비컴퓨터를 이용해서 계통의 동적특성을 해석할 수 있도록 시뮬레이터를 구성하고 있다. 따라서 최근의 시뮬레이터는 전력계통의 동적인 변화를 실제의 제어시스템에서 제어하는 것과 동일하게 모의해서 훈련할 수 있도록 구성하고 있다.

3.2.7 遠隔所 端末裝置

원격소단말장치는 실제의 전력계통과 제어시스템을 결합시켜 전력계통으로 부터 관련데이터를 취득하고 또한 원격소에 있는 전력계통의 장치를 제어하기 위한 것이다.

원격소단말장치와 중앙설비간의 자료전송은 우수한 에러검출방식을 갖춘 많은 방식의 직렬정보전송 프로토콜이 먼 거리에서 통신회선을 통해 신뢰성높게 자료와 제어신호를 전송할 수 있도록 개발되었으며 일정한 표준이 없이 다양한 에러검출방식이 적용되고 있어 통신회선 및 컴퓨터와의 결합에 따라 특수하게 제작되고 있다.

원격소단말장치에 마이크로프로세서가 이용됨에 따라 프로토콜의 변환이 가능하여 다른종류의 컴퓨터와도 연결될 수 있고 자료취득주기, 정보한계치, 변환계수 등을 마이크로프로세서내의 소프트웨어를 중앙에서 다운로드(Down Load)에 의해 수정함으로써 변경시킬 수 있다.

또한 고장진단프로그램을 중앙에서 전송하여 원격소단말장치를 개괄적으로 점검할 수 있고 유지보수원이 카세트형식의 고장진단프로그램과 기록기나 CRT가 붙은 시험장치를 현장에 가지고 가서 정밀점검을 할 수 있다.

그리고 두개의 통신포트를 갖출 수 있어 두대의 마스터와 동시에 정보를 교환할 수 있으며 고장분석기록(Sequence of event reporting)이 가능하고 상태표시의 경우 변화부분이 있을때만 자료가 전송되게하는 상태변환시 전송(Data Acquisition by Exception)기능의 구비 및 자체처리와 제어(Local Processing and Control)기능의 구비가 가능하다.

3.2.8 새로운 應用機能

새로운 응용기능으로서 계통의 안전도 해석과 관련된 상태추정이나 상정사고 해석기능은 이미 표준화되고 있으며 예방제어와 관련된 온라인 최적조류계산과 자동전압조정 등의 기능은 아직까지 크게 활용되고 있지 못하지만 장차 더 진보된 다른 응용프로그램의 개발이 고려되고 있다.

3.3 EMS設計 一般基準

EMS와 같은 급전종합자동화시스템을 설계시

기본적으로 고려해야 할 사항은 다음과 같다.

- 전력계통의 확장에 대처
- 시스템소프트웨어, 하드웨어의 발달에 대처
- 실용성이 입증되지 않은 기능 심중히 고려
- 장래를 고려하여 충분한 설비의 현대식 설계
- 경제성과 예산범위 고려

일반적으로 기존설비의 실태, 운용방침, 계통 확장성 등에 맞추어 최적의 비용으로 설계하기 위한 기준(Criteria)을 살펴보면 다음과 같다.

(1) 높은稼働率(High Availability)

제어시스템의 가동율은 높을 수록 좋지만 어느 기준 이상의 가동율을 얻기 위하여는 막대한 비용을 투자하지 않으면 안된다. 일반적으로 필수적인 기본기능에 대하여 99.8%(년간17.6시간 고장)을 잡는 것이 좋다.

(2) 豫備設備 具備(Redundancy)

제어시스템의 어느곳에서도 단일부품의 고장으로 필수적인 기본기능이 중단되지 않게 예비설비를 구비해야 하며, 특히 고장에 대한 영향을 받기 쉬운곳이나 수리에 오랜기간이 소요되는 곳은 2중의 부품고장에도 보호되도록 고려해야 한다.

(3) 信賴性과 安全性(Reliability and Security)

제어시스템이 언제든지 안전한 상태에서 신뢰성있게 동작되도록 준비되어야 하며 시스템설계와 완성시 하드웨어적으로나 소프트웨어적으로 협조되어야만 한다.

(4) 新技術 適用(State-of-the-art Design)

비록 기존기술로 요구기능이 충족된다 하더라도 신기술을 적용함으로써 보다 효과높은 기능의 성취와 확장능력을 넓히며 신뢰성과 안전성을 개선할 수 있게 된다.

유지보수의 어려움을 고려하여 신기술의 적용을 회피해서도 안되며 아직 입증되지 않은 기능에 대해 장차적용을 고려하여 신기술을 적용해서도 안된다.

(5) 人間·機械 結合(Man-Machine Interface)

제어시스템은 급전사령원이 전력계통을 운용하기 위한 도구로서 편리하고 손쉽게, 효율적으로 재빠르게 기능을 수행하도록 인간·기계의 결합이 이루어져야 한다.

(6) 人力 節減(Conservation of Manpower)

제어시스템을 운전하고 수정, 보수하며 또한 계통을 운용하기 위하여는 인력이 필요하게 되는데 이를 최소한 줄일 수 있어야 하며 특히 급전사령원을 효과적으로 이용할 수 있도록 하는 것이 중요하다.

(7) 最少 投資費(Minimum Capital Investment)

투자비는 초기 설치시의 투자비 뿐만 아니라 운용비, 유지보수비, 확장비등을 고려하여 수명기간(Life Cycle)동안의 전체투자비가 최소가 되도록 고려하여야 하며 초기투자비가 적으면 운전유지보수 및 확장시 비용이 크게 들며, 또한 가격비중이 주로 소프트웨어와 원격소단말장치 및 설치비에 대한 것이 크고 중앙설비의 비용이 적으므로 확장성을 고려하여 중앙컴퓨터설비가 충분하도록 해야한다.

(8) 運用費의 最少化(Minimum Operation Cost)

제어시스템의 경제적운용은 인원, 유지보수, 통신 및 투자비와 직접적인 관계를 갖게되며 시스템의 유지보수가 쉬워 인력이 적게 들어야 하고 원격소단말장치 등의 설비증가에도 인력의 증가나 통신비의 증가가 적어야 한다.

(9) 經濟的 通信費(Economic Communication Cost)

같은 지역으로 여러개의 예비회선을 구성하는 것은 비용이 많이 들므로 고려해야 하고 공동이용선로(Party Line)의 구성을 적극 활용해야 한다.

(10) 維持補修性(Maintainability)

제어시스템은 유지보수에 편리하고 최소인원으로 유지보수가 가능하도록 설계되어야 한다. 고장나기 쉬운 부품에 대하여는 항상 예비품을 컴퓨터실에 갖추어 놓아야하고 가격이 아주 비싼 품목을 컴퓨터실에 저장해 놓고 구태어 높은 가동율을 달성하려고 할 필요가 없다. 또한 장치들이 주위온도의 변화에 따라 특성의 변화가 심해서는 안되며 제작사에 의해 공급된 고장진단프로그램을 갖추어야 하고 조직적으로 잘 훈련된 보수요원이 필요하다.

(11) 擴張性(Expandability)

전력계통의 확대에도 충분히 적용할 수 있도록

록 하드웨어와 소프트웨어가 최소의 정지시간(Down Time)하에서 손쉽게 확장될 수 있는 능력을 갖춰야만 한다.

시스템의 수명기간동안 송전선의 수가 증가하고 발전기가 추가되며 이에 따라 시스템의 소프트웨어가 더욱 복잡하게 되고 보조기억장치의 크기나 수량이 증가되며 주기억장치의 모듈이 추가되게 된다.

확장능력은 비록 그것이 수년내에 이용되지 않아도 충분히 고려되어야 하며 한편 제작사에 의하여 너무 낮게 또는 과잉되지 않게 설계시 잘 고려해야 한다.

(12) 壽命期間(Life Span)

새 시스템은 최소한 12년의 수명기간을 갖어야 한다. 시간이 경과하면서 가동율은 떨어지고 부품이나 대체할 장치를 구하기가 어려워진다. 중앙설비의 수명기간은 예비품, 유지보수의 질, 제작사의 지원능력에 따라 좌우된다.

(13) 人體安全設計(Personnel Safety Design)

모든 운전조작이 영전위(Ground Potential)에서 시행되도록 하고 정지중 운전전압이 100볼트가 넘는 곳은 어디에서나 차폐되도록 하며 국제적인 방화나 안전규칙에 따라 설계되어야 한다.

(14) 人間工學的 要素(Human Factor)

운용자가 편리하고 쉽게 그리고 자연적으로 여러가지 변화상태를 판독하고 조작할 수 있도록 장치의 배치나 CRT의 고선명도, 전력제통반의 단순화 등이 설계에 고려되어야 한다.

4. 韓電 EMS의 特徵

한전의 EMS는 1981.11월부터 세계 41개국의 156개 회사를 대상으로 자동급전설비의 증설 및 교체에 관한 자료조사로 부터 시작하여 자동급전설비 보장검토위원회 구성, 관련요원의 해외 파견교육 및 이 분야에 권위있는 외국의 전문가를 초청하여 기술세미나를 갖는 등 다각적으로 검토하여 1983.7월에 사업계획을 확정하였다. 동년 9월에 세부설계, 입찰기준작성, 입찰평가를 위해 한국전력기술주식회사 및 미국의 이 분야에 대한 전문용역회사인 ECC(Energy

Control and Consultant)사와 14개월간의 기술용역 계약을 맺었으며 이 결과에 따라 1984.12월 일본의 MITSUI/TOSHIBA사와 시스템공급에 대한 주계약을 맺었다. 또한 기존 원격소단말장치의 재활용을 위한 개조공사를 위해 미국의 Leed & Northrup사, 기존 SCADA 시스템과의 자료연계를 위한 개조공사를 위해 미국의 Harris사, EMS의 진보된 응용기능을 위하여 미국의 System Control Institute사 그리고 총 하드웨어의 37%에 해당되는 국산화 품목을 위하여는 금성통신(주)가 각각 부계약자가 되고 있다.

4.1 主要 特徵

한전 EMS의 주요 특징을 요약하면 다음과 같다.

(1) Toshiba사의 표준 SCADA/EMS시스템이 용(TOSCAN-6400)

(2) 4MIPS의 고속 처리능력과 16M Bytes의 주기억용량을 갖는 강력한 32비트 컴퓨터

(3) 6대의 컴퓨터에 의한 3계층 레벨 구성으로 업무의 분담처리

(4) 모든 주요설비의 이중화로 시스템의 높은 신뢰성과 가동율 유지

(5) 미국 SCI에서 개발한 진보되고 실용성이 입증된 EMS응용 소프트웨어의 적용

(6) 주업무, 부업무, FORTRAN77등을 통괄하는 진보된 실시간 운용시스템

(7) 고속으로 데이터베이스를 액세스할 수 있고 물리적데이터 구조나 프로그램으로 부터 논리적 데이터 구조로 완전히 분리할 수 있는 연관적 데이터베이스 관리시스템 구비

(8) 복수 데이터베이스 개념에 의한 온라인 데이터베이스 유지보수

(9) 데이터베이스, CRT표시, 기록형식 등을 손쉽게 수정하고 확장할 수 있는 협조지원도구(Interactive Support Tools) 구비

(10) 칼라 CRT상에 한글 및 한자의 손쉬운 표기

(11) 주기억장치 및 보조기억장치의 자동에러수정, 공동바스상의 패리티 점검 그리고 자동

자기시험 등으로 높은 동작안전성 유지

(12) 기존원격소단말장치와 공용할 수 있는 정보전송형식의 채용으로 기존 원격소단말장치의 재사용

4.2 시스템 構成

한전의 EMS시스템은 6대의 32비트 컴퓨터 TOSBAC 7/70G에 의하여 Quad 구성을 가지며 데이터처리업무의 효율성을 위해 공통메모리를 갖고 있고 SCADA업무를 위하여 마이크로프로세서 시스템이 결합되어 있다. 최대 주기억장치의 용량은 16MBytes이며 256Kbit LSI를 사용하고 있다. 6대의 CPU는 두 레벨시스템을 구성하게 되는데 2대는 응용레벨(Application Level)을 위하여 그리고 나머지 4대는 실시간레벨(Real Time Level)을 위하여 사용되며 이들 각 레벨의 절반이 예비용으로 사용된다.

각 레벨간의 자료교환은 모든 CPU에 대하여

분할된 예비메모리 시스템에 의하여 이루어진다. 각 레벨에서 절반이 온라인이 되고 나머지 절반이 예비가 된다. CPU의 각 쌍은 예비 디스크 시스템과 주변장치를 가지게 된다.

계획과 예측 그리고 계통안전도 해석에 관련된 모든 기능은 응용레벨에서 처리되고, MMI와 SACDA 그리고 자료연계와 발전제어 등의 기능은 실시간레벨에서 처리된다. 자료취득과 제어, 전력계통반처리, 원격소콘솔 자료통신 취급 등의 어느정도 고정된 업무는 실시간레벨 컴퓨터의 부담을 줄이기 위하여 마이크로프로세서 시스템에 의하여 분산처리 되고 있다.

일반적으로 SCI사에서 도입되는 응용소프트웨어는 응용레벨CPU에서 실행되고 Toshiba사의 소프트웨어는 실시간레벨 CPU에서 실행된다. 응용레벨CPU는 유지보수와 소프트웨어의 개발을 위하여 디스크와 주변장치를 구비하고 있다.

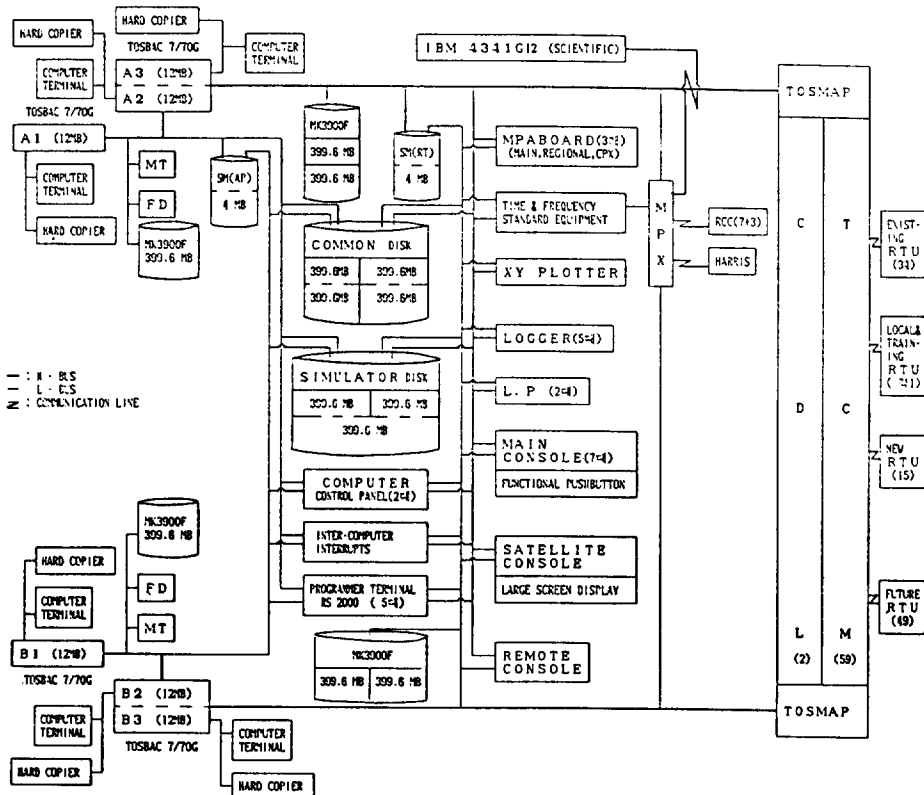


그림 3. 한전EMS의 설비구성도

6개 CPU의 상호연결을 위하여 2대의 분할메모리(Shared Memories), 공용디스크, 구성제어판넬 및 내부CPU인터럽트기능이 구비되어 있으며, 프로그램 개발을 위하여 5대의 프로그래머터미날이 어느 CPU에도 절체될 수 있도록 되어 있다.

또한 실시간 CPU도 유지보수와 소프트웨어 개발을 위하여 디스크와 주변장치를 갖추고 있으며, 전력계통반, X-Y플로터, 5대의 기록기, 7대의 급전사령대, 대형스크린용 콘솔 및 3대의 원격소 콘솔이 이들 실시간 CPU에 연결되어 있다. 그리고 6개의 지역급전소시스템과 하나의 경영정보시스템과의 자료교환이 실시간 CPU에 의한 말티프렉서를 통하여 수행된다.

시간, 주파수 표준장치가 모든 CPU와 연결되고 중앙의 자료취득장치가 실시간 CPU와 연결되어 100대의 원격소 단말장치와 자료교환을 할 수 있도록되어 있는데 초기에는 51대의 원격소 단말장치가 연결될 예정이다.

여기에 한전 EMS의 설비구성도를 나타내면 그림 3과 같다.

4.3 시스템 機能

한전 EMS시스템의 기능은 크게 다음과 같이 11가지로 구분할 수 있다.

- 시스템구성제어
- 인간/기계 연결
- 원격제어와 자료취득
- 다른 컴퓨터와 자료교환연계
- 발전제어
- 계획과 예측
- 진보된 응용소프트웨어(계통해석)
- 급전사령원 교육용 시뮬레이터
- 유지보수와 확장설비
- 운용시스템과 관련설비
- 데이터베이스

이들 기능중 일부기능은 응용레벨과 실시간레벨의 두레벨 CPU에 의해서 수행되며 나머지는 각각의 한 레벨 CPU에 의해 처리된다. 그러나 각각의 레벨로 분할된 기능도 분할메모리(Shared Memories)를 통하여 다른 레벨의 C

PU에도 상호 자료교환이 가능하다.

(1) 시스템 구성제어(System Configuration Control)

이 기능은 CPU의 운전모드(On-Line, Stand-by, Simulator, Off Line Modes), 시스템기동과 재기동, 주변장치스윗칭, 각 컴퓨터간 자료전송 및 컴퓨터시스템의 상태감시를 맡고 있는데 응용레벨과 실시간레벨 CPU에 의해 이루어진다.

(2) 인간/기계 연결(MMI)

이 기능은 MMI장치의 관리를 맡고 있다. MMI장치로부터의 입력은 MMI기능에 의해 우선적으로 처리된 후에 관련된 기능의 서브시스템에 옮겨져 세부처리된다. MMI장치로의 출력은 일반적으로 모두 MMI기능을 통하여 수행된다. 이 기능은 단지 실시간 레벨 CPU에 의해 처리된다.

(3) 원격제어와 자료취득(SCADA)

이 기능은 자료취득, 자료처리, 경보처리, 선택과 제어, 기록, 과거데이터 기록, 원격소콘솔로의 자료전송, 동요분석 그리고 에너지 통계를 맡고 있다. 자료취득 TOSMAP장치와 협조되어 수행된다. 이 기능은 실시간레벨 CPU에 의해 처리된다.

(4) 다른 컴퓨터와 자료교환 연계(Data Communication Links to Other Computers)

이 기능은 지역급전소에 있는 SCADA시스템과 본사 전산지원실에 있는 경영정보시스템과의 자료교환을 맡고 있다.

기존의 3개 SCADA시스템과는 Bi-Sync의 정보전송형식(Protocol)이 사용되고 나머지 SCADA시스템과는 CCITT X.25의 정보전송형식이 사용되며, 경영정보시스템과의 자료교환을 위해서는 IBM표준 정보전송형식이 사용된다. 이 기능은 실시간레벨 CPU에 의해 처리된다.

(5) 발전제어 서브시스템(Generation Control Subsystem)

이 발전제어기능은 AGC/ELD를 맡고 있다. AGC에 사용된 알고리즘은 지역제어에러(Area Control Error)가 주파수편차에 의해 계산되고 이것이 참여율에 의해 각각의 발전기에 배분되

는 전통적인 방식이며 ELD에 사용된 알고리즘은 등중분연료비법이다. 이 기능은 실시간레벨 CPU에 의해 처리된다.

(6) 계획과 예측(Scheduling and Forecasting)

이 기능은 수동수력운용계획, 계통부하예측, 발전기기동정지계획 및 수화력 최적화 등을 맡고 있다. 수동수력발전계획은 도시바에 의해서 그리고 계통부하예측, 발전기기동정지계획 및 수화력 최적화는 한전에 의해서 성취될 것이다.

이 기능은 응용레벨 CPU에 의해 처리된다.

(7) 진보된 응용소프트웨어(Advanced Power Application Software)

이 기능은 다음의 계통안전도해석과 관련된 업무를 맡고 있다.

- 계통구성기(Network Topology)
- 상태추정기(State Estimator)
- 외부계통모델(External Model)
- 페널티계수 계산(Penalty Factor Calculation)
- 상정사고선택(Contingency Selection)
- 상정사고해석(Contingency Analysis)
- 모선부하예측(Bus Load Forecast)

- 급전사령원전력조류(Dispatcher Power Flow)
- 최적전력조류(Optimal Power Flow)
- 안전제약경제급전(Security Constrained Economic Dispatch)
- 전압제어(Voltage Control)

이상의 모든 기능은 미국 SCI사에서 개발되어 실제 적용이 입증된 소프트웨어 패키지이며 응용레벨 CPU에서 처리되고 각 기능간의 상호연관등을 나타내면 그림4와 같다.

(8) 급전사령원 교육용 시뮬레이터(Dispatcher Training Simulator)

이 기능은 급전제어소의 운용을 담당하는 급전사령원의 모의 훈련을 맡고 있는데 전력계통에서의 모든 변화를 실제와 같게 모델을 세울 수 있다. 이 기능은 실시간레벨 CPU에서 처리된다.

(9) 유지보수와 확장설비(Maintenance and Expansion Facilities)

이 기능은 데이터베이스의 유지보수와 생성, CRT표시의 수정과 생성, 기록의 유지관리와 생성 그리고 원격소단말장치의 유지보수를 맡고

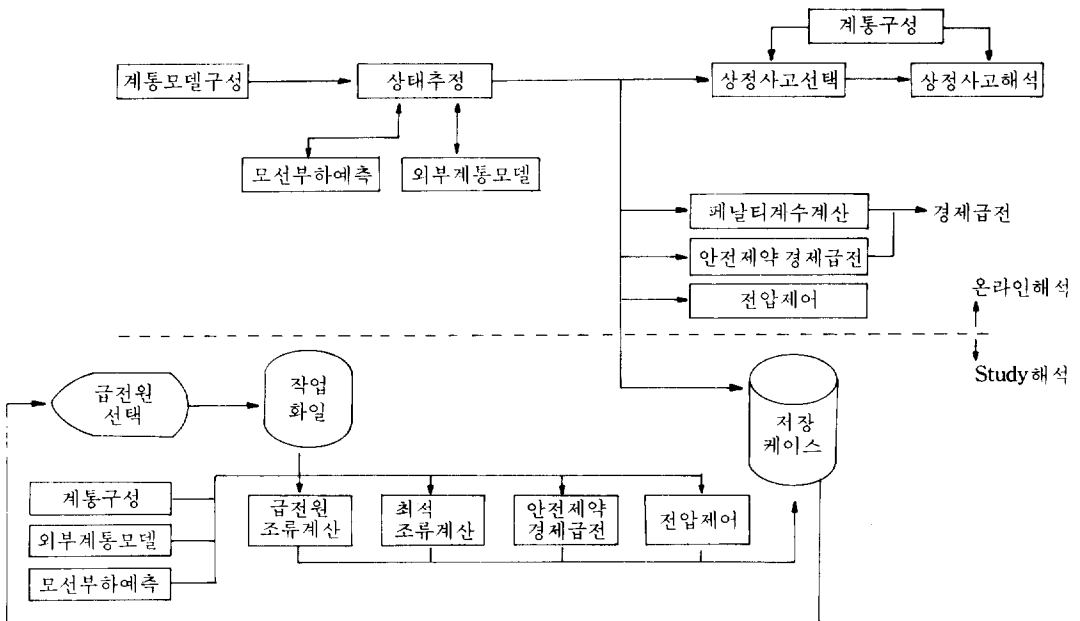


그림 4. EMS계통해석프로그램 구성도

있으며 두 레벨의 CPU에서 처리된다.

(10) 운용시스템과 관련설비(Operating System and Associated Facilities)

이 기능은 도시바사의 데이터 처리를 위한 실시간 관리시스템인 TREX-D로 구성되며 화일 관리시스템과 같은 기본소프트웨어, 데이터베이스관리시스템, CRT지원시스템, 기록생성지원시스템, 컴퓨터시스템자원감시시스템 그리고 시스템생성기능을 맡고 있다. 이 기능은 응용레벨과 실시간레벨의 두 레벨 CPU에서 처리된다.

(11) 데이터베이스(Data Base)

데이터베이스는 감시되고 제어될 전력계통을 나타내며 이것의 주된 부분은 실시간레벨CPU, 분할메모리 그리고 공통보조기억장치에 들어 있게 된다.

또한 계획과 예측 및 진보된 응용기능을 위한 데이터베이스는 응용레벨CPU에 들어 있다.

参 考 文 献

- 1) Tomas E. DyLiacco, "Energy Control Center Design", IEEE Tutorial Course, July17-22,1977 Summer Meeting.
- 2) H. Amelink and A. G. Hoffman, "Current Trend in Control Centre Design", Electrical Power & Energy Systems, Volume5, No.4, Oct. 1983.
- 3) Tomas E. DyLiacco, "Security Functions in Power System Control Centers", IFAC Symposium, New Delhi, India Aug. 16-18, 1979.
- 4) Planning Report and Technical Specification for the KEPCO EMS Project, ECC, USA, June 1984.
- 5) Contract Agreement and Progress Report for the KEPCO EMS Project Between KEPCO and TOSHIBA, Dec. 1984.