

EMS 竣工에서 본 EMS 設備竣工과 利用效果

Completion of EMS and its Effects

李 暲 宰

韓國電力公社 中央給電指令所長

1. 서 론

우리는 과거의 농경사회로부터 공업화 사회를 거쳐 최근에는 부가가치가 큰 기술집약형의 지식산업이 주도하는 고도 정보화사회를 맞이하게 되었다.

특히 고도화된 정보문화사회의 형성으로 인간의 지적욕구가 다양화되고 첨단 정밀기기 및 전자계산기의 범용화가 이루어짐으로써 고품질의 전기공급에 대한 의존도가 점차 증대되어 가고 있다.

그러나 고객의 요구수준이 점차 증대되면 될 수록 전력사업자로서의 대응 여건은 매우 불리한 방향으로 기울어지고 있는 추세이다. 즉 발전설비의 대규모화와 원격화로 인한 계통 안정도의 저하요인이 증대될 뿐만 아니라 전력설비의 입지 선택에 따른 각종 제약요소의 등장으로 인해 용지 확보에 따른 어려움이 발생됨으로써 대 전력 유통이 불가피하게 되었고 기상 변화 등 불

가항력적인 재해가 이들 전력설비에 영향을 줄 경우 순간전압 강하나 전력계통 사고로 확대되어 나타나기 때문에 전기의 품질과 공급 신뢰도를 저해하는 한 요인으로 작용하고 있는 것이다.

이와 같이 전기의 양과 질에 있어서의 신뢰성과 경제성을 동시에 만족시키면서 전력계통을 운영한다는 것은 대단히 어려운 과제이다.

또한 최근에 다변화된 각종 에너지원, 이를테면 원자력, 유연탄, LNG, 중유, 내연, 양수, 수력 등이 제각기의 특성으로 인해 에너지 사용량에 대한 큰 제약을 받고 있는 가운데 경제운영이 이루어져야 하며 더욱이 경인지구를 비롯한 대도시의 집중 전력수요에 맞는 적정량의 전력을 공급하는 데 뒤따르는 계통 안정 운용상의 각종 제약조건들을 만족시켜야 한다.

이를 해결하기 위해서는 고도의 기능과 다량의 정보처리가 가능한 고속의 대용량 컴퓨터 시스템이 필요한 단계에 이르렀다. 특히, 기존의 발전, 송변전 제어 시스템에서 더 나아가 부하

의 형태까지도 조절 가능한 부하관리 시스템으로 확장 발전시킴으로써 앞으로는 고객에 대한 공급 신뢰도 증진과 더불어 국가적인 에너지 절약이라는 기능을 수행할 수 있는 고객 정보관리 시스템이 필요하게 되었다.

이를 위해 한전에서는 중앙급전지령소에 지난 '84년 12월부터 '88년 10월까지 약 4년여에 걸친 공사끝에 이른바 EMS(Energy Management System)를 설치, 운용하게 됨으로써 다가오는 2001년대를 바라보는 에너지 관리문제를 해결함은 물론, 전력 에너지의 고품질화와 안정적인 공급 그리고 에너지 생산의 경제성을 추구하는 종합 에너지 관리체제를 갖추게 되었다.

여기서는 한전 EMS 시스템의 준공과 더불어 EMS 설비개요와 그 이용효과 및 향후추진계획에 대해 간략히 서술하고자 한다.

2. EMS 설비개요

한전 EMS 시스템은 8대의 32비트 컴퓨터에 의해 이중 구성을 가지며 데이터 처리업무의 효율성을 높이기 위해 공유 메모리(Shared Memory) 방식을 취하고 있고 SCADA 업무를 위해서는 마이크로프로세서 시스템이 결합되어 있다. 8대의 CPU는 두 레벨 시스템을 구성하게 되는데, 2대는 응용 레벨을 위해, 4대는 실시간 레벨을 위하여 사용되며 나머지 2대는 소프트웨어의 개발과 응용 및 시험용으로 사용된다. 각 레벨에서 절반이 온-라인이고 나머지 절반이 예비가 되며, 각 레벨간의 자료교환은 분할된 공통 메모리(Common Memory)시스템에 의해 이루어진다.

계획과 예측 그리고 계통 안전도 해석과 관련된 모든 기능은 응용 레벨 시스템에서 처리되고 MMI와 SCADA 그리고 발전제어, 경제급전 등의 기능 및 자료 연계와 전력계통반 표시처리 기능 등은 실시간 레벨에서 처리된다.

자료취득과 제어, 전력계통반 표시처리, 원격 콘솔(Remote Console)과의 자료 통신 취급 등

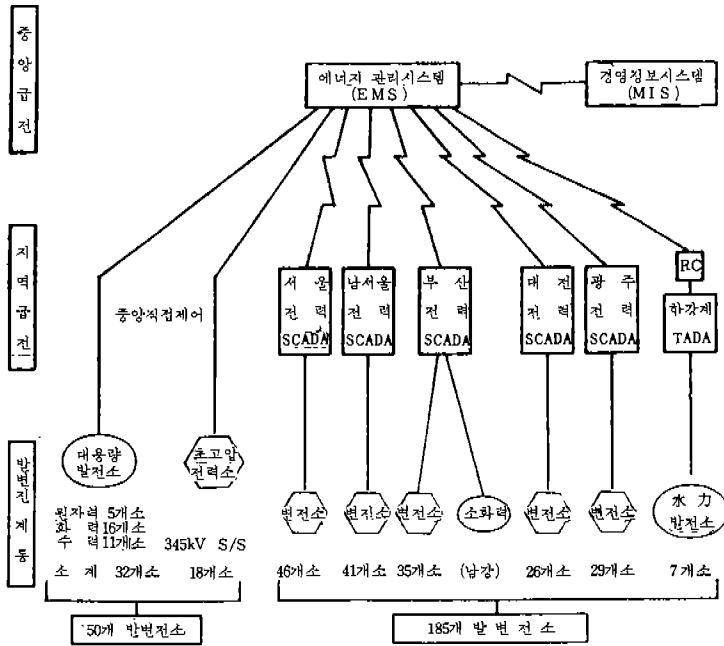
어느정도 고정된 업무의 수행에는 CPU의 부담을 줄이기 위하여 마이크로 프로세서 시스템을 채택, 분산 처리되고 있다.

특히, 미국의 SCI사에서 도입된 응용 소프트웨어는 응용 레벨 CPU에서 실행되고 운용 소프트웨어는 실시간 레벨 CPU에서 실행된다. 유지보수와 소프트웨어의 개발, 시험을 위한 소프트웨어 개발용 CPU도 디스크와 주변장치를 구비하고 있어 동일한 환경하에서의 프로그램 유지보수 및 개발, 시험이 가능하게 구성되어 있다.

응용 소프트웨어에는 상태추정, 상정사고 해석, 최적 조류계산 및 급전원 훈련 모의기능 등 최신의 전력계통 해석용 프로그램을 모두 갖추고 있을 뿐만 아니라, 각 지역에 분산 배치되어 운용중인 지역급전 제어 시스템(SCADA System)과의 자료 연계에 의한 계층제어 체제(Hierarchical Control System)를 구축함으로써 전체 전력계통을 종합적으로 총괄 제어할 수 있다. 즉, 전국의 주요 발전소 및 345kV 변전소는 EMS에서 직접 감시, 제어할 수 있고, 소규모 발전소 및 154kV 이하 변전소는 각 지역별로 설치된 SCADA 시스템에서 감시, 제어하면서 통신회선을 통한 자료 연계로 필요한 데이터를 중앙의 EMS에 전송함으로써 그때 그때의 상황에 의거 중앙의 EMS 운전원에 의해 간접 제어될 수 있다. 그림 1에 한전 EMS 시스템의 계층제어 체제 구성도를 나타내었다.

3. 이용 효과

고속의 대용량 컴퓨터를 중추로 한 전력계통 운용제어 설비중 가장 진보된 EMS를 도입, 운용함으로써 도래되는 효과에 대해 서술하면 다음과 같다. 특히, EMS의 도입을 계기로 4대의 콘솔을 이용하여 전압제어, 주파수제어, 경제 급전 및 안전제어 기능을 각각 분담, 수행시킴으로써 계통운용제어의 효율적인 수행이 가능해진 것이 가장 두드러진 특색이라고 하겠다.



〈그림 1〉 한전 EMS 시스템의 계층제어 체제 구성도

가. 경제 급전

전력사업의 기본이 되는 전력 에너지의 생산, 수송 및 소비과정을 총괄하는 분야인 전력계통 운용은 시시각각으로 변동하는 전력수요에 맞춰 발전기의 에너지 소비비용을 최소화하기 위한 방법으로서 경제급전에 의한 자동 발전제어 기능을 사용하고 있다. 종전에 사용되던 기능에 비해 우수한 특성을 소개하면 다음과 같다.

첫째, 발전제어 기능의 속응성이 크게 증진되었다. 즉, 매 6초의 주기로 현장설비에서 발전 출력량을 읽어와 6초 주기로 제어신호를 송출 하던 방식에서 2초 주기의 출력량 취득과 4초 주기의 제어방식으로 개선, 보완시킴으로써 발전제어 기능의 속응성이 크게 향상되었다.

둘째로, 지역 소요량에 대한 산출주기의 향상이다.

종전에 사용되던 방식에서는 매 6초 주기로 각지역의 소요예상량을 계산하던 것을 금번 EM

S 시스템의 도입을 계기로 매 2초마다 계산, 적용되도록 개선시킴으로써 보다 정확한 소요량 파악으로 경제적인 자동 발전제어 기능 수행이 가능해졌다.

셋째, 부하배분 신호송출방식의 개선이다. 종전의 단일 신호송출방식에서 14개의 다단계 신호송출방식(R1~R7, L1~L7)을 채택, 사용함으로써 신속, 정확한 발전제어가 이루어질 수 있게 되었다.

넷째, 5분 부하예측에 의한 선행급전 프로그램의 실행이다. 종전까지 지령원의 판단에 의한 선행급전방식에서 매 5분 주기로 예상부하를 예측하고 이를 기초로 선행급전을 실시함으로써 보다 신뢰성 있는 경제급전효과를 초래하게 되었다.

마지막으로 인간-기계 연락장치(MMI: Man-Machine Interface)의 기능보강이 주요 특징이라고 하겠다.

그림 2에 인간-기계 연락장치의 기능에 관한

AGC&ED SUMMARY (1)

89-03-11 SAT 10:57:55
OPERATIONAL MODE

BASE-FREQ								ACT-FREQ								TIME-ERR				RESERVE				TEL-SUM		DUMY		SYS-TOT		FTED		FT5		FT10			
59.995								60.009								-3.48				748				10500		57		10637		10656		10437		10438			
NAME	AUTO	MODE	ACT	DES	OPT	AOT	H.L.	L.L.	NAME	AUTO	MODE	ACT	DES	OPT	AOT	H.L.	L.L.	NAME	AUTO	MODE	ACT	DES	OPT	AOT	H.L.	L.L.	NAME	AUTO	MODE	ACT	DES	OPT	AOT	H.L.	L.L.		
HCM1	0	MAN	11	11	11	11	10	11	SRJ1	0	AGC	225	226	226	202	300	181	HDC1	1	R	AGC	270	263	263	231	300	181	HDC2	1	L	RUL	-0	0	0	0	0	0
CCM1	1	R	10	10	10	10	10	10	---	---	---	---	---	---	---	---	---	GR11	1	L	MAN	556	556	550	554	550	550										
EAM1	1	R	14	14	13	6	2	2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	USG1	1	L	MAN	592	592	590	594	590	590										
CPG1	1	R	13	13	13	9	9	9	GR13	1	L	MAN	975	970	975	980	975	975	YGG1	1	L	MAN	970	973	975	975	975	975									
PDG1	1	R	11	11	11	1	1	1	YGG2	1	L	MAN	926	926	870	911	870	870	UJN1	1	L	MAN	986	989	975	975	975	975									
SYG1	1	R	10	10	10	10	10	10	UJN2	1	L	MAN	652	653	650	655	650	650	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---									
ADG1	1	R	16	16	16	15	4	4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---										
DCG1	1	R	16	16	16	15	4	4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---										
CJU1	1	R	14	14	14	14	14	14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---										
CPP1	1	R	124	129	129	123	200	98	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---										
			147	146	146	136	200	85	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---										

WATER LEVEL 873
 105753 SC SC MAJOR P/JC P/D SYS FREQ AGC 627 CB
 105750 SCADA MAJOR P/JC P/D SYS FREQ AGC 627 CB
 FREQ DSCRPNV REC 13 2 AUT MAJ MIN CLOSE

AGC&ED SUMMARY (2)

89-03-11 SAT 10:57:59
OPERATIONAL MODE

AGC MODE								LAMD								DCOST				AVE COST				SYSTOT		ROPTMW		AOH.L		AOL.L		ROPT							
FF								0								0				8.82				10649		10700		12841		9598		■							
NAME	AUTO	MODE	ACT	DES	OPT	AOT	H.L.	L.L.	NAME	AUTO	MODE	ACT	DES	OPT	AOT	H.L.	L.L.	NAME	AUTO	MODE	ACT	DES	OPT	AOT	H.L.	L.L.	NAME	AUTO	MODE	ACT	DES	OPT	AOT	H.L.	L.L.				
SUL4	1	L	MAN	95	95	181	181	189	70	BRG1	1	L	MAN	475	470	476	476	511	201	HNM1	1	L	MAN	154	160	158	234	179	99	SCP1	1	L	MAN	501	500	530	538	566	200
ICH1	1	L	MAN	182	182	180	180	240	105	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
YSU1	1	L	OFF	0	0	0	0	0	0	SCP2	1	L	MAN	530	542	532	532	560H	201	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---										
YNM1	1	L	OFF	0	0	0	0	0	0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	YDG1	1	L	OFF	0	0	0	0	125	0											
USM1	1	L	OFF	0	0	0	0	0	0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	YML1	1	L	MAN	25	25	25	25	56	23											
USN4	1	R	AGC	312	315	272	200	41	252	---	---	---	---	---	---	---	---	---	GSN1	1	L	OFF	0	0	0	0	66	66											
PTG1	1	R	AGC	326	327	270	200	410H	250H	---	---	---	---	---	---	---	---	---	BSN1	1	L	OFF	0	0	0	0	60	60											
GIM1	1	L	OFF	0	0	0	0	162	0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	SCN1	1	L	MAN	125	120	116	116	203	106											
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---											

8437-223 UL LUNG DO. 0369-542 SUM JIN GANG.
 105753 SC MAJOR P/JC P/D SYS FREQ AGC 627 CB
 105750 SCADA MAJOR P/JC P/D SYS FREQ AGC 627 CB
 FREQ DSCRPNV REC 13 2 AUT MAJ MIN CLOSE

DES: Desired Value
 OPT: Optimal Value
 AOT: Advanced Optimize Value
 FTED: Feedword ED
 FT 5 } 5 min Load Forecast
 FT 10 }

<그림 2> 인간-기계연락장치 구성

CRT 화면을 나타내었다.

나. 주파수 유지율 개선

계통주파수의 유지범위는 과거 $60 \pm 0.2\text{Hz}$ 였으나 매년 그 유지율이 향상되어 EMS시스템의 도입, 운용과 더불어 '88년부터 유지범위를 $60 \pm 0.1\text{Hz}$ 로 상향 조정하였으며, 앞으로는 발전기의 부하 추종성 등 설비개선 뿐만 아니라 수요예측 및 발전계획의 합리화와 정확성 그리고 설비운용의 자동화 등으로 주파수 제어능력을 향상시킴으로써 장기적으로는 $60 \pm 0.05\text{Hz}$ 까지 개선시켜 나갈 예정이다.

특히 앞서 언급한 자동 발전제어 기능의 신속성으로 주파수의 정도가 향상되었으며 EMS의 경향곡선 표시기능(Trend Graph Display Function)을 활용 지령원으로 하여금 수요변동의 분석이 정밀해지고 소요되는 주파수 조정용량을 결정하고 성능을 감시하는 데 용이한 인간-기

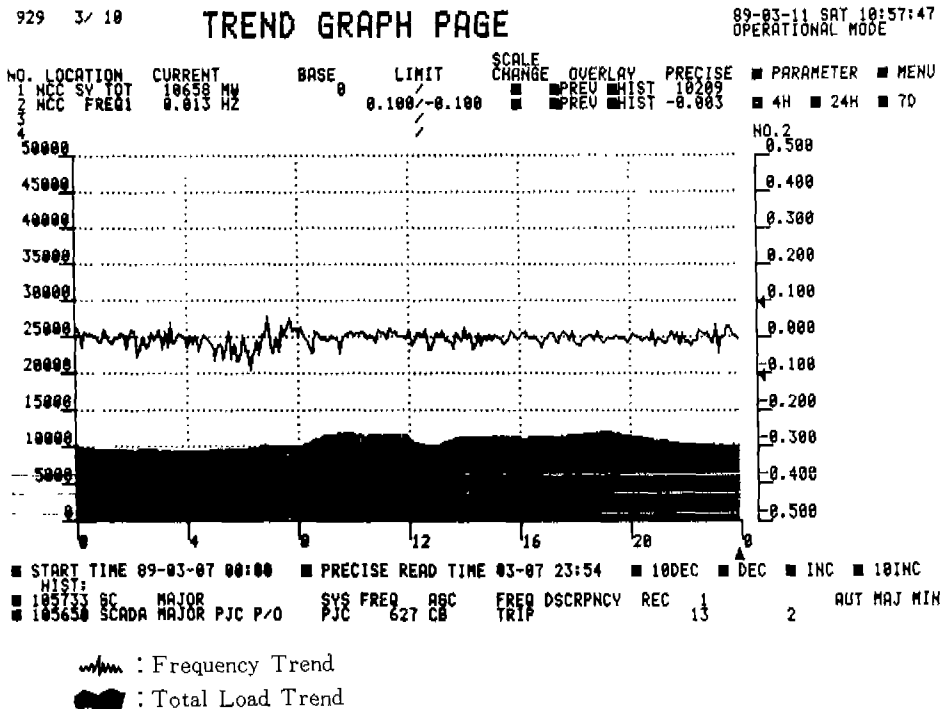
계 연락장치를 부가시켜 '88년 실적은 크게 향상되었다.

다. 전압 유지율 개선

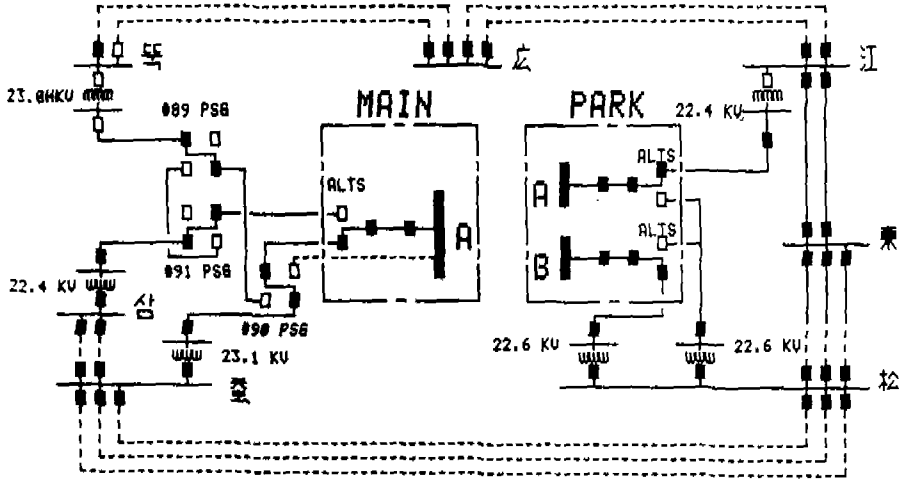
금번 도입된 EMS는 지역급전 제어 시스템(SCADA)과 자료연계 기법으로 연결됨으로써 154kV 전역에 대한 전압감시가 가능해짐에 따라 취약개소에 대한 전압감시·제어를 한 콘솔에 지정함으로써 정도의 향상을 기하였고 특히, '88년 올림피 게임 기간중 주경기장 배전전압까지 기록, 분석함으로써 고도의 정밀한 전압유지가 이루어졌다. 또한 시간대별 통계분석이 즉석에서 가능하므로 전압 급변동시의 제어가 용이하게 되었다.

라. 신뢰도 개선

과거 전력계통 해석용 프로그램이 기술계산용 대형 컴퓨터에서 오프-라인으로 계산됨으로써



〈그림 3〉 경향곡선 표시기능

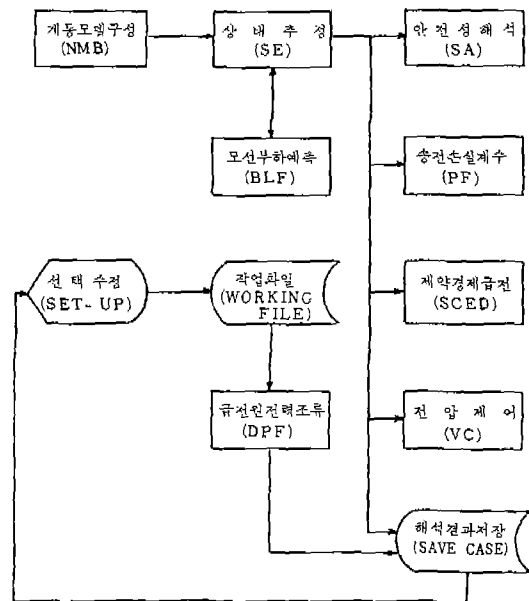


■ 185850 SCADA MAJOR PIC P/O PJC 627 CB TRIP 13
 ■ 185848 SCADA MAJOR LOCAL RTU DLY 23 KV KV LUR ENG 23.0 REC 45 2 H AUT MAJ MIN

〈그림 4〉 올림픽 스타디움 구성도

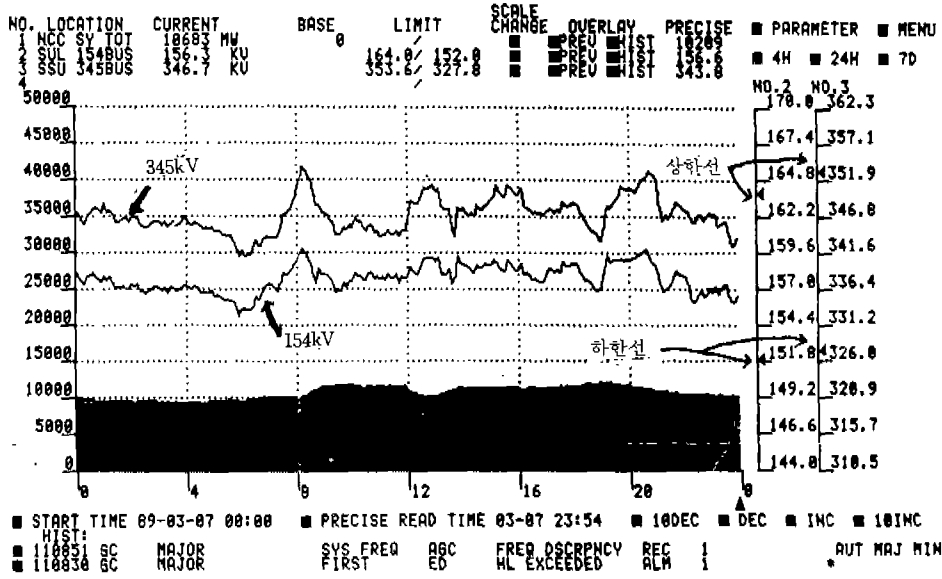
서 발생되었던 수요 및 계통상황에 대한 분석과 적응능력의 제한이 EMS 시스템이 도입, 운용됨으로써 전국에 산재된 전력계통 설비로부터 실시간(Real-Time)으로 각종 설비운용 자료를 취득해 온-라인 처리됨으로써 계통운용의 효율화를 기함은 물론 계통 신뢰도 개선을 위한 즉응성 향상에 크게 기여하게 되었다.

특히, 상태 추정(State Estimation) 기능의 적용으로 통신선로나 원격소 단말장치의 고장이나 이상에 따른 데이터의 유실을 방지함으로써 완전한 계통해 산출의 밀거름이 되었을 뿐만 아니라 발전기나 선로사고 발생시 과부하, 저전압 등 상정사고를 해석해 사고를 예측함으로써 전력계통의 사고확대 예방과 안전도 향상에 기여함은 물론, 계통 동요나 선로사고 발생시 급전원 조류제산에 의한 계통분석으로 파급사고의 방지는 물론 정확한 복구가 이루어질 수 있도록 계통 해석 제어기능을 한 콘솔에 지정 분담시킴으로써 안정된 전력공급이 이루어질 수 있도록 하였다.



〈그림 6〉 한전 EMS 계통해석 기능 흐름도

또한, 동적 시뮬레이터 프로그램을 채택, 운용하여 각종 사고 분석, 계산 및 복구방안에 대



維持範圍	年度	'78	'79	'80	'81	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89
157kV ± 5%	目標	-	85.0	92.0	95.0	99.0	-	99.3	99.64	99.85	99.89	-	-
	実績	87.50	93.67	95.95	98.48	99.40	-	99.57	99.82	99.88	99.93	-	-
160kV ± 5%	目標	-	-	-	-	-	99.1	-	-	-	-	99.64	-
	実績	-	-	-	-	98.96	99.15	-	-	-	99.63	99.99	-
基準電圧 ±2.5%	目標	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80.0
	実績	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	77.55	-

〈그림 5〉 전압 유지율 실적 및 경향곡선

한 급전원의 판단조치 훈련을 지속적으로 시행함으로써 예방제어와 복구제어 체계를 수립하고 있다. 여기서 그림 6에 한전 EMS 시스템의 계통해석 기능에 대한 흐름도를 나타내었다.

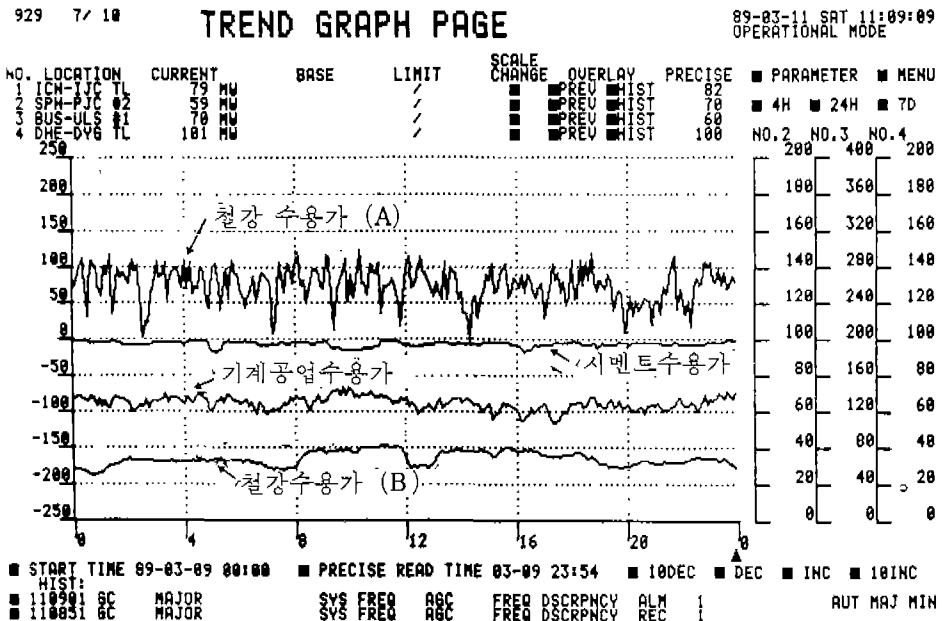
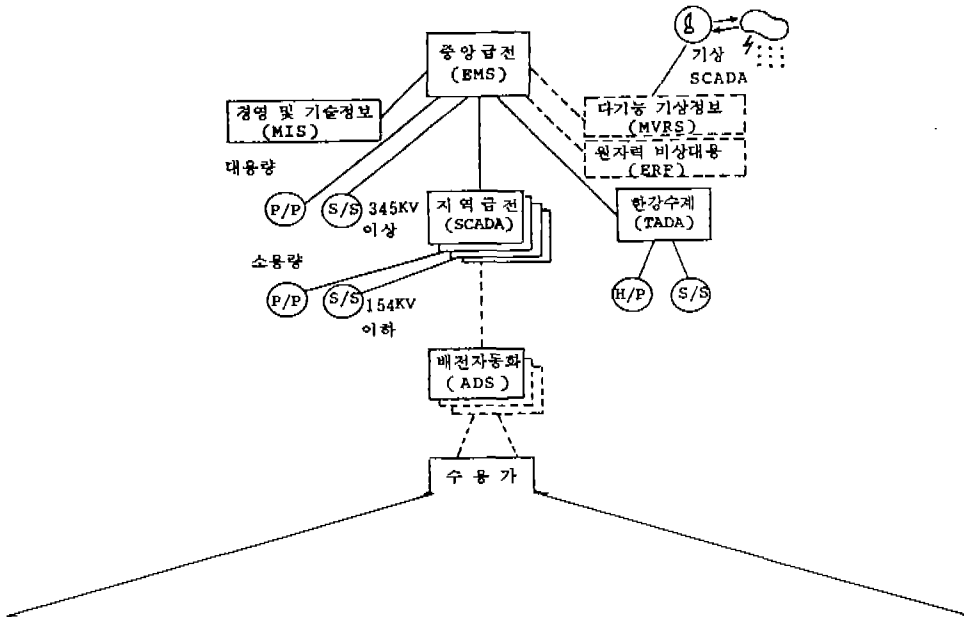
5. 결론

전력계통 운용기술은 점차 변모해 가는 전력계통의 규모와 복잡성에 대해 보다 안전하고 경제적으로 전력을 공급하기 위해 고도화될 것이고, 이와 관련된 계통운용 자동화 기술 또한 미래 지향적인 측면에서 계통고장의 자동복구 시스템, 온-라인 계통 시뮬레이션에 의한 최적

계통구성 결정과 설비고장 예방 진단 시스템의 구성 등이 등장할 것이다.

특히 기상변화에 따른 영향이 양질의 전력공급에 큰 비중을 차지하고 있음은 과거의 계통운용 실적이나 외국 전력회사의 예에서도 잘 나타나고 있다. 따라서 온도변화, 강우, 뇌운, 염해 등에 대한 순시적 기상정보를 예측하여 그 자료를 EMS 시스템과 공유함으로써 사전 계통조각, 발전기의 출력조정, 조류 제어, 운전 예비력 확보 등 기상정보에 의한 예방제어 체계를 구축하게 될 것이다.

이와 같은 계통 운용기술의 고도화에 대비하여 이론적인 뒷받침에 근거한 소프트웨어와 하



〈그림 7〉 한전 EMS 시스템의 종합관리체제 구성도

드웨어의 확고한 기술 자립을 통해 이들 간의 유기적인 관계를 이룩함으로써 전기의 생산관리 (Economy Control)로부터 품질관리 (Quality Control), 안전관리 (Security Control) 및 소비관리 (Load Control)에 이르기까지 효율적으

로 운용될 수 있는 종합관리 시스템으로 발전시켜 나갈으로써 궁극적으로는 종합적인 고객정보 관리 시스템으로 추진해 나갈 예정이다.

그림 7에 한전 EMS 시스템의 종합관리체제 구성도를 나타내었다.