

전력회사의 원방 감시 제어 시스템의 운용 개선 사례

우 회 곤

한국전력공사 기술연구원 전자용역 연구실

The Example of Improvement and Development for SCADA System
operation in KOREA ELECTRIC POWER CORPORATION

HEE GON WOO

Applied Electronic Department, Research center, Korea Electric Power Corporation(KEPCO)

Abstract

This paper describes an overview of the remote Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) System for automatic operation of Electric power system in KEPCO.

And the example of improvement and development for effective operation of the SCADA is reported briefly.

I. 서 론

전력회사는 전국적으로 산재한 발전, 송전, 변전, 배전 설비를 효율적으로 운용하면서 시시각각으로 변화하는 수요에 따라 양질의 전력을 안정되고 경제적으로 공급해야 한다. 이와같이 합리적인 전력 계통 운용을 달성하기 위해 적절한 전자 통신 시스템을 도입, 활용하고 있다.

그중 전국적으로 확대 설치되어 전력공급 신뢰도 확보와 수용가 봉사 수준을 향상시키고 있는 변전소 집중 원방 감시 제어 시스템의 운용 개선 사례를 중심으로 기술하고자 한다.

II. 전력 계통 운용 자동화 시스템

전력 계통의 복잡 다양화, 전력 품질 향상의 요청이 높아지고 전자, 통신, 컴퓨터, 제어기술의 급격한 발달에 따라 도입된 원방 감시 제어 시스템을 넓은 의미로 전력 계통 운용 자동화 시스템이라 말하고 그 대상 계통에 따라 의미가 조금씩 다른 이름으로 불리어지고 있다.

1. 원방 감시 제어 시스템 도입 내역

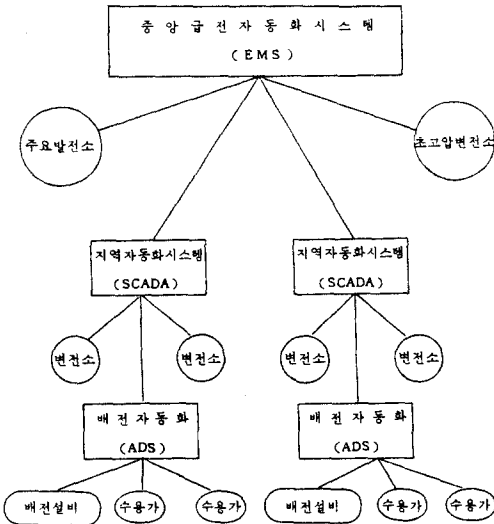
- 원방 측정 장치 (1963년) : 서울 화력발전소 출력과 수색 변전소의 주변압기 부하.
- 자동 주파수 제어 장치 (1966년) : 화천 수력발전소의 출력을 서울에서 자동 조정.
- 디지털 텔레미터 장치 (1976년) : 154KV 주요 발, 변전소의 전압, 전류, 전력 및 조류 방향.
- 자동 급전 시스템 (1979년) : 중앙 급전 지령소에서 주요 발, 변전소의 상태 감시 및 원방 제어 (AGC, ELD).
- 변전소 집중 원방 감시 제어 시스템 (1981년) : 지역 급전 지령소에서 관할 변전소 상태를 원방 감시 제어 (SCADA).
- 수력 발전계 자동화 (1986년) : 한강계 수력발전소를 집중 감시 제어.
- 배전 계통 자동화 시스템 (연구중) : 배전 선로 운전 자동화, 부하 집중 제어, 자동 원방 검침.
- 에너지 관리 시스템 (설치중) : 종합 전력 계통 운용 자동화 (자동 급전 시스템 대체)

2. 원방 감시 제어 시스템 현황과 미래

현재 온 라인 리얼 타임 (ON LINE REAL TIME) 컴퓨터 시스템으로 전력 계통 운용의 자동화를 위해 설치 운용중이거나 도입 추진중인 시스템 현황은 표 1 과 같으며 이들 시스템이 계층 구조 형태로 데이터 링크되어 상호 정보 교환을 하면서 유기적으로 운용될 종합 자동화 시스템은 그림 1 과 같다.

< 표 1 > 전력 계통 운용 자동화 시스템 현황

분	시스템명 (제작처)	공급소 (설치년도)	대상 전력계통 (개소)	비
中央站 自動化	ALD (美, L&N)	본사, 급전지령소 (1979)	발전소: 31 변전소: 21	'87 EMS로 대체 인기예정
地線給電 自動化	SCADA (美, HARRIS)	서울전력배전사령실 (1981)	변전소: 45 수용가: 3	'86 변전소 2, 수용가 59개소의 지중개폐기수용
		남서울전력배전사령실 (1983)	변전소: 8	'86 변전소 30개소 추가 및 2중시스템
		부산전력배전사령실 (1985)	변전소: 31 발전소: 1	'86 변전소 7개소 추가 예정
		대전전력배전사령실	변전소	시스템 배막중 '87 준공예정
水 系 自動化	TADA (日, FACOM)	한강수력 (1986)	발전소: 6	漢江水力系 綜合管 理
중 央 자 동 화	EMS (日, TOSHIBA)	본사 신사유, 급전지령소	발전소 변전소 지역급전	'87 ALD 대체 예정
配 電 자 동 화	ADS (미정)	경기지사 보전사령실	변전소: 2	'86 현장실증시험 설치계획

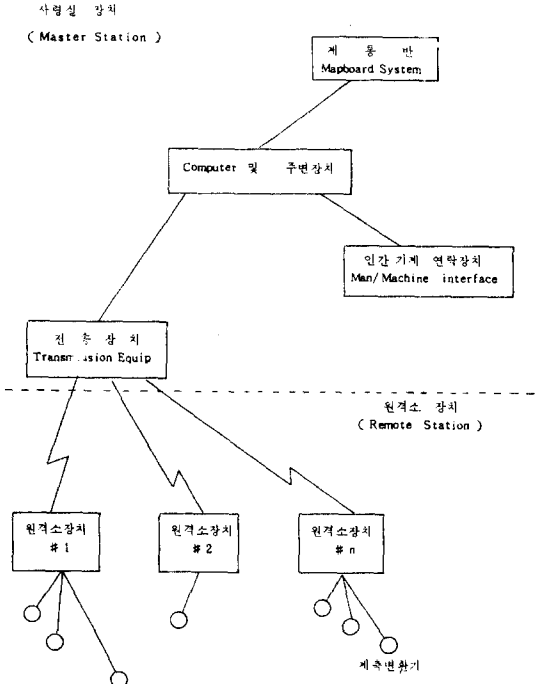


< 그림 1 > 전력 계통 운용 종합자동화 예상도

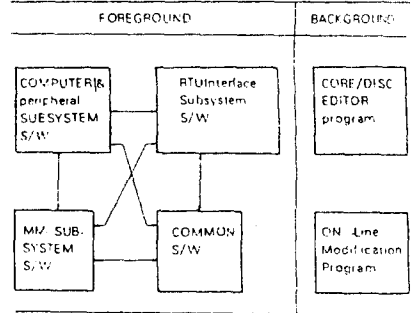
III. 변전소 집중 원방 감시 제어 시스템

1. SCADA 시스템 구성

수용가의 전력 공급을 직접 관장하고 있는 지역 급전 계통의 능률적인 운용을 위해 관할 변전소의 운전 상태를 원방 감시 제어할 수 있는 시스템을 한 전에서는 SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) 시스템이라 부르고 그 구성은 그림 2와 같다.



< 그림 2-A > SCADA 시스템의 H/W 구성

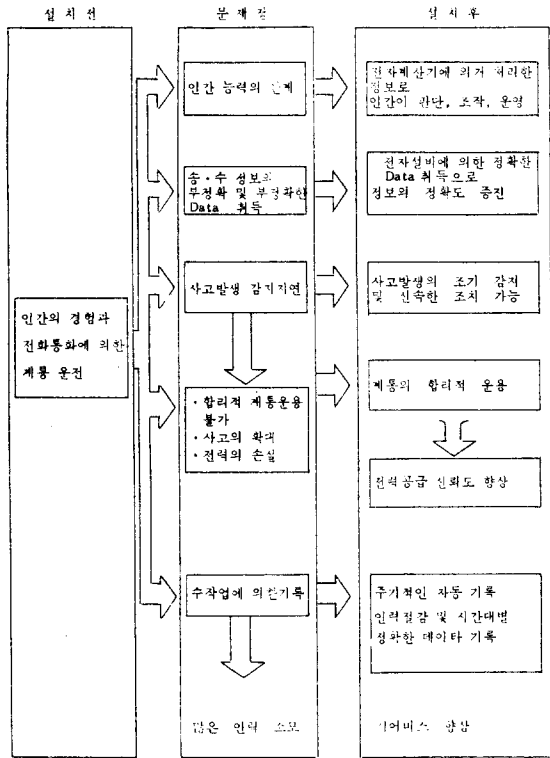


< 그림 2-B > SCADA 시스템의 S/W 구성

2. SCADA 시스템의 기능 및 효과

< 표 2 > SCADA 시스템의 기능

원격 측정 (Telemetry)	모선전압, 변압기부하, 조류 무효전력, 유효전력 등의 측정
원방 감시 (Supervision)	차단기 개폐상태 (현장설비) 주변압기 Tap 위치 감시
원격 제어 (Remote Control)	CB 개폐 조작 전압조정기 위치 제어
기록 업무 (Logging)	각종 사고 및 DATA를 주기적으로 기록, 자동처리
기타 업무	경보 표시 사고, 화재, 보안상태 (개문여부)



〈그림 3〉 SCADA 시스템의 설치효과

IV. SCADA 운용 개선 사례

1. SCADA 시스템 공동 연구

서울지역의 변전소 운전상태를 집중 원방 감시하기 위해 1981.4월부터 미국 HARRIS 사의 SCADA 시스템을 운용해 오면서 그 효과와 경제성은 인정되었지만 시스템 활용성을 더욱 높이고 국내 기술 축적을 통해 우리 실정에 맞는 운용체제를 갖추고자 한국 전력 공사와 금성 통신 주식회사(한전 SCADA 시스템 설치)가 1984년부터 공동연구에 착수하였다.

한전 SCADA 시스템(MICROPLEX 7500)과 관련되어 해외 훈련이나 실무 경험을 갖춘 공동 연구진은 먼저 주요 시스템 기능 및 운용체제를 분석한 후 시스템 운용중 야기된 당면 과제들을 개선시켜가고 있다.

이 연구 결과 개선된 사례는 다음과 같으며 기존 시스템의 성능을 최대한 활용하기 위해서는 각종 응용 프로그램을 계속 개발하여 실 계통에 적용해 나갈 계획이다.

2. 기록 체제 개선

(1) 필요성

SCADA 시스템은 기록기(LOGGER)를 통하여 전력 계통 및 컴퓨터 시스템내에서 발생하는 각종 사고 내용과 계통 운용 관련 데이터 값을 자동으로 기록한다. 그리하여 사고분석, 시스템의 운전 기록 유지 및 전력계통 운전의 참고 자료로 유용하게 사용되고 있다. 그러나 전력 계통 운용 관련 데이터나 보고용 자료가 출력되는 동안에 사고가 발생하면 이 사고 기록이 우선 순위가 가장 높으므로 먼저 기록됨에 따라 필요한 각종 자료의 연속적인 기록이 되지 않아 기록 관리 및 사고 분석에 어려움이 없었다.

(2) 개선 내용

기록 내용과 용도에 따라 기록 종류를 정비하여 전력 계통 관련 데이터나 사고 내용은 기존 기록기(#1 기록기)에서 기록하고 컴퓨터 시스템이나 데이터 전송계의 사고 기록을 위해 별도의 기록기를 설치하여(#2 기록기) 분리하였다.

이와같이 기록 분리 체제를 갖추기 위하여 수정한 주요 프로그램은 다음과 같다.

- EDITOR SKELETON MACRO LIBRARY FILE 수정
- SYSTEM DATA MODULE 수정
- LOGGER HANDLER 수정
- DATA SKELETON CORE TABLE 2의 재BUILD
- LOGGER SCHEDULER의 LFN ASSIGN 수정
- SYSTEM LOGGER CONFIGURATION MODDULE의 수정
- SYSTEM LOGGER PROGRAM 수정

(3) 개선 효과

- 사고 기록의 신속한 분석으로 신뢰도 향상.
- 계통 운전 관련 데이터 기록 관리 합리화.
- SCADA 운용 체제 개선 기술 자립을 위한 기반조성.

3. 경보 발생 체제 개선

(1) 필요성

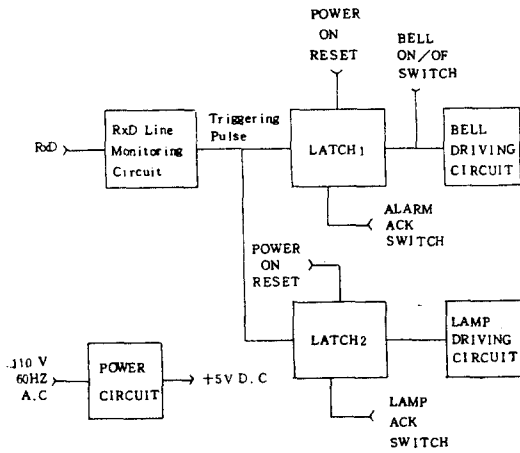
기록 분리 프로그램에 의하여 출력되는 기록은 크게 데이터 기록과 사고 기록으로 나누어 진다.

데이터 기록은 운용자가 조작대를 통하여 STATION, PAGE, SYSTEM 등의 데이터를 요청할 때 수행되며, 사고 기록은 사고 내용을 감지한 프로그램의 요구에 의해서 자동으로 출력된다.

이때 변전소 운전 관련 사고시에는 조작대에 있는 경보기를 통하여 경보를 발생하나 시스템 운전 관련 사고나 전송계의 사고시 경보를 발생하지 않아 신뢰도 유지에 문제점이 있었다.

(2) 개선 내용

시스템에서 시스템 사고 기록기로 전송되는 메시지의 FIRST CHARACTER에서 START BIT를 감시하여 경보를 발생하게 했다.



<그림 4> 경보 발생기의 BLOCK DIAGRAM

(3) 개선 효과

이상과 같이 경보 발생기를 부착함에 따라 시스템 관련 사고 발생시 경보가 발생함에 따라 시스템 운전원에 의해 즉각적인 대응 조치가 가능하며 시스템 운용의 신뢰성 및 효율을 향상시키는 계기가 되었다.

4. 포인트 정보 리스트 프로그램 개발

(1) 필요성

변전소에 설치된 RTU와 각 포트간의 CONNECT-

ION LIST는 RTU를 설치할 당시 생성된 것이다.

그러나 빈번한 전력 계통 변경으로 인하여 이 CONNECTION LIST는 수시로 수정을 해야 하며 복잡한 과정을 거치는중 오류를 범하기 쉽다. 또한 RTU 유지 보수시 각 포인트에 관련된 정보를 정확히 파악하여야 할 뿐만 아니라 포인트 여유나 계통만(M-AP BOARD) 결선 관계, SCALE FACTOR 및 OFF SET값 등의 구별에도 많은 애로점이 있었다.

이와같이 방대한 포인터와 복잡한 내용을 일목요연하게 나타내어 주며 항상 정확한 정보를 제공해 줄 수 있는 포인터 관련 종합적인 정보 리스트가 필요했다.

(3) 개발 내용

현재 SCADA 시스템에는 최대 80개까지의 원격소와 각 원격소당 500여개의 포인트를 수용하고 있는데 각 항목별로 모든 포인트에 대한 정보가 MICROPLEX DATA BASE에 산재해 있는 포인트 관련 각종 정보를 이용해서 특정 포인트에 대해 계통 관리 및 시스템 운용에 필요한 항목만 한데 묶어 출력시키게 하였다. 새로 개발된 이 프로그램에는 현재 주 프로그램과 24개의 서브 부분으로 구성되어 있는데 기능상 크게 세부분으로 나눌 수 있다.

- 사용하는 DEVICE와 FILE의 준비 및 원하는 원격소 정보의 입력.
- 원격소내의 각 PORT들에 정보 처리 및 출력
- 각 PORT내의 포인트들에 관한 정보처리 및 출력

REMOTE STATION :		9: MINAM		CONNECTION LIST		PAGE 1	
		①	②			①	
PORT ASSIGNMENTS :		PORT #	TYPE	USED PTF	SPAR PTF		
		2	C61	3	29		
		3	C61	0	32		
		4	C61	0	32		
		5	A/D	25	7		
		6	A/D	0	32		
		7	ACC	2	6		
		7	ACC	2	6		
		①	②	①	②		

***** POINT ASSIGNMENTS *****																			
POINT NAME	TYPE	PT	ADDR	POINT	SL	MAPBOARD	SCALE	OFFSET	LI-MET	DATA/STAT	CONTROL	C.R.T							
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬							
MINAM #1 P LS	DUMMY	16	1	3	0							3 1							
MINAM #1 S LS A	DUMMY	16	2	4	0							3 2							
MINAM #1 S LS B	DUMMY	16	3	5	0							3 3							
MINAM #2 P LS	DUMMY	16	4	6	0							3 4							
MINAM #2 P LS A	DUMMY	16	5	7	0							3 5							
MINAM #2 P LS B	DUMMY	16	6	8	0							3 6							
MINAM #1 P LS	DUMMY	16	7	9	0							3 7							
MISO #1 S LS A	DUMMY	16	8	10	0							3 8							
MISO #1 S LS B	DUMMY	16	9	11	0							3 9							
KUSO D/L BK	CNTL/I	2	0	120	3	5 79	NORML			1 2-3 2	101	105	2 19						
SONGGOK D/L BK	CNTL/I	2	1	121	3	5 80	NORML			1 4-5 2	102	106	2 20						
MISOONG D/L BK	CNTL/I	2	2	122	3	5 81	NORML			1 6-7 2	103	107	2 21						
MISOONG D/L BK	CNTL/I	5	0	122	3	5 11	NORML			1 6-7 2	103	107	4 21						
MISO #1 T/L	MV	5	1	220				+ 32264 +0	+ 0 +0 +	202 -	202		1 4-5	4 2					
MISO #1 T/L	MVAR	5	2	221				+ 32264 +0	+ 0 +0 +	202 -	202		1 6-7	4 2					
MISO #2 T/L	MV	5	3	213				+ 32264 +0	+ 0 +0 +	202 -	202		1 8-9	4 4					
MISO #2 T/L	MVAR	5	4	223				+ 32264 +0	+ 0 +0 +	202 -	202		2 2-3	4 4					
MISO #1 T/L	MV	5	5	224				+ 64528 +0	+ 0 +0 +	403 -	403		2 4-5	4 6					
MINAM #1 T/L	MVAR	5	6	225				+ 64528 +0	+ 0 +0 +	403 -	403		2 6-7	4 6					
MINAM #2 T/L	MV	5	7	226				+ 64528 +0	+ 0 +0 +	403 -	403		2 8-9	4 8					
MINAM #2 T/L	MVAR	5	8	227				+ 64528 +0	+ 0 +0 +	403 -	403		3 2-3	4 8					
#1 MTR	SEC	5	9	228				+ 39700 -1	+ 0 +0 +	25 -	21		3 4-5	4 10					
#1 MTR	SEC	5	10	229				+ 55309 -1	+ 0 +0 +	36 -	1		3 6-7	4 11					

<그림 5> 포인트 할당 리스트 프로그램 출력 FORMAT

(3) 개발 효과

- 사용중인 포인터의 상태 및 향후 증설에 용이
- 계통반 및 원격소 보수 업무의 용이
- 각종 정보 원인 파악 용이
- 데이터 베이스에 잘못 입력된 값을 자동 발견
- 각 포인터의 정보, 형태 SCALE FACTOR 등을 표시

5. 연구 추진 사항

(1) 필요성

기존 SCADA 시스템의 용도를 전력 수급 통계 및 계통 운전 관련 사고 분석 등으로 활용 범위를 확대해 나갈 것으로 시스템의 경제성과 운용 효율을 더욱 높일 수 있다. 따라서, 지금까지 조사분석 및 축적된 국내 기술을 최대한 집약하고 연구 추진 효과와 활용 효과가 가장 높은 분야의 시스템 응용 프로그램을 개발, 적용하기 위해 추진 중이다.

(2) 연구 내용 및 범위

- 차단 부하 자동기록 프로그램 개발

M-7500 SCADA 시스템의 DMS에서 데이터 취득에 해당하는 부분 (DAC 프로그램)을 수정하여 10 초 주기로 수집되어진 데이터를 일정 장소에 저장하여 사고 발생시 이 사고에 해당하는 포인터의 사고전 데이터를 사용할 수 있게 하였다.

또한 FORMATTER를 수정하여 현재 사고시 출력되어지는 메시지에 사고전 데이터를 포함시켜 기록기에 출력시키고자 한다.

그리고 상태 포인터와 데이터 포인터와 LINK를 시키기 위해 MICROX DATA BASE를 수정하였다.

- SCALE FACTOR 수정 프로그램 개발

RGS DATA BASE에서 수정하고자 하는 정보를 입력시키면 RGS DATA BASE내의 각 내용으로 분석하고 검사하여 해당하는 위치를 찾아내고 이미 SCALE FACTOR가 수정되어져 있는 방대한 MICROX FACTOR 값을 가져다 RGS DATA BASE를 수정하도록 하는 새로운 프로그램을 개발하고자 한다.

- RGS 기능 확대 방안 수립 및 제제 개선

DMS를 수정하고 CPU-CPU LINK를 이용하여 현재 PRIME CPU에서만 운용되고 있는 RGS를 BACK-UP을 이용하여 업무 분할을 시키고자 한다.

또한 실 시간 (REAR TIME)으로 운용되고 있는 FOREGROUND 프로그램중 보고서 생성에 관계되는 프로그램 들을 수정하여 각 포인터들에 대한 주기적인 계산 및 처리 시간을 대폭 감소시켜 문제점으로 대

두되고 있는 응답시간의 지연을 해소시키고 현재 시스템 운용자들이 요구하는 더 많은 포인터들을 보고서에 수용 가능하도록 하고자 한다.

- 최대 부하 실적 프로그램개발 안내

전력 계통 운전 업무를 분석하여 각종 보고서 출력 양식을 재 검토한 후 DMS의 제어하에 실 시간으로 운용되어지는 FOREGROUND 프로그램으로서 최대 부하 통계 작성 프로그램을 첨가시키고자 한다. 즉 RGS에서 계산되어지는 결과를 분석하여 주기적으로 최대 부하를 산출해 내고 이 값을 저장하고 있다가 일정한 시간 또는 운용자의 요구에 따라 출력되어질 수 있게 개발하고자 한다.

(3) 기대 효과

- 전력 계통 선로 사고시 정확한 지장 전력 산출
- 전력 계통 설비 변경에 따른 데이터 베이스 수정 업무 용이
- 각종 통계 분석 프로그램 개발 적용의 기반 조성
- 새로운 기능 부가로 시스템 운용 범위 확대
- 시스템 활용 효과 증진으로 전력 수급신뢰도 향상
- 응용 프로그램 국내개발 적용으로 외화 절약
- 전력 계통 운용 자동화 시스템의 소프트웨어 기술 축적
- 다양한 전력 수급관련 보고서의 자동 출력으로 업무 능률 향상 등을 기대할 수 있게 될 것이다.

V. 결 론

전력회사에서 원방 감시 제어 시스템을 이용하여 계통 운용을 자동화하기 시작한 것은 불과 6년전의 일이었다. 또한 이들 시스템은 선진 외국에서 도입한것으로서 기술 축적이 미흡한 국내에서는 운용상 문제점이나 개선 요구 사항이 있을 때 외국 기술에 의존할 수 밖에 없었다. 그러나 급격히 발전하고 있는 국내 기술 수준과 장래의 유지 보수의 편이를 위해서 자체 기술 축적에 연구 노력해야 한다.

이런 상황에서 아직 초보 단계이긴 하나 실현 가능한 범위내에서 점차적으로 시스템 성능을 향상시키고 활용 효과를 높이기 위해서 연구 개발해 나가고자 한다. 지금까지의 운용 개선 사례는 방대한 시스템에 비교해 볼 때 미미하기는 하지만 고차원의 기술 응용과 보다 더 활용 효과가 높은 응용 프로그램 개발 적용을 비롯하여 전력 계통 종합 자동화의 소프트웨어 기술 자립을 위한 기반 조성에 크게 이바지했다고 볼 수 있다.