

최적규모의 변전소 집중원방감시제어 ( SCADA ) 시스템 구성

이 용 해 ; 남 태 현  
한국전력공사      전자통신처

THE CONFIGURATION OF OPTIMAL STRUCTURE FOR SUBSTATION SCADA SYSTEM

LEE YONG HAE ; NAM TAE HYUN  
ELECTRONICS & COMMUNICATION DEPT.      KOREA ELECTRIC POWER CO. (KEPCO)

ABSTRACT

Current substation SCADA system has only one control center where two or three operators monitor and control more than 40 substations spreaded far and wide.

The scope of this system is too wide to cope with the concurrent multiple accidents in electric network by the typhoon and large snow.

This paper describes the method to organize the optimal structure of substation SCADA system using remote console and small scale control center.

1. 서 론

변전소 집중원방감시제어(SCADA: Supervisory Control And Data Acquisition) 시스템은 종래 인위적인 방법에 의해 현장에서 직접 감시제어하던 변전소 전력설비를 컴퓨터와 전자통신분야의 첨단 기술을 이용하여 지역전력 수급을 담당하는 배전사령실에서 다수의 변전소를 집중원방감시제어하는 설비이다.

전력설비가 복잡 대형화되고 양질의 전력공급에 대한 사회적 요구가 점점함에 따라 변전소 SCADA 시스템은 정전시간 단축 및 적정 전압유지 등 안정된 전력공급에 중요한 기능을 담당하고 있다.

최근 전력회사의 변전소 SCADA 운용이 원방감시 및 원방조작 단계에서 변전소 자동화 운전 단계로 발전하고 있음에 따라 감시제어 대상이 크게 증대하고 있어 변전소 SCADA 시스템을 안정된 전력공급 업무를 수행할 수 있는 적정 규모로 구성해야 할 필요성이 대두되고 있다.

본 논문에서는 SCADA 시스템을 감시제어 규모에 영향을 미치는 요소를 검토하고 원격사령장치(REMOTE CONSOLE) 및 소규모 제어소를 이용한 최적규모의 변전소 SCADA 시스템의 구성 및 운용방안에 대해 기술하였다.

2. 변전소 집중원방감시제어(SCADA) 시스템 개요

변전소 SCADA 시스템의 구성은 컴퓨터, 주변장치 및 인간/기계 연락장치로 구성된 제어소 장치와 변전소 운전에 관한 각종 자료 수집 및 기기제어를 위한 원격소 장치로 되어 있다.

SCADA 시스템의 기능을 간단히 살펴보면

- 자동감시 기능: 전력계통 조류 및 주요 계통 운전상태(차단기류ON/OFF 상태, 계통전압) 등을 전력계통반이나 운전원 조작대(OPERATOR'S CONSOLE)에 자동적으로 표시함으로써 운전원이 한눈에 전체전력 계통 운전상태를 감시할 수 있음
- 자동 경보기능: 전력설비 과부하시와 전압이 적정치를 벗어났을 때 즉시 경호벨 등으로 운전원에게 알려주는 기능
- 자동 기록 기능: 전력계통 전압, 전력, 조류 및 계통 사고나 조작에 의한 계통상태 변화등을 자동적으로 기록, 저장, 관리하는 기능
- 자동조작 기능: 각종 개폐기류를 원방에서 직접 조작하는 기능 등이다.

3. 변전소 SCADA 시스템 감시제어 규모

(1) 시스템 현황

지역전력 수급 업무를 담당하는 배전사령실의 업무현대화를 목적으로 1981년 서울지역에 SCADA

시스템을 최초 시설한 이래 계속 확대 실시하여 현재 5개도시에 설치 운용함으로 전국 154KV 이하 변전소의 54%가 SCADA 시스템에 수용되어 있다.

연 SCADA시스템의 규모를 살펴보면 1개 제어소당 40-50개 정도의 변전소를 수용하고 있으며 신설되는 변전소를 계속 추가 수용함으로 수용 변전소의 수는 계속 증가될 전망이다.

현재의 대표적 시스템 구성도와 수용된 변전소 설비의 입출력 포인트 선정 기준을 각각 그림1과 첨부1에 나타내었다.

측정(ANALOG INPUT),누산(ACCUMULATOR)포인트로 분류되고 각 모듈별로 조합되어 원격소 장치(REMOTE TERMINAL UNIT)에 수용된다.

각 지역별 시스템의 용량 및 수용현황을 원격소 수와 포인트수로 나타내면 표 1과 같다.

지역별	원격소 수		POINT 용량	수용 포인트				계
	용량	수용		감시	제어	측정	누산	
서울지역	56	40	8780	1845	1378	1129	80	4432
남서울지역	56	45	8780	2174	1616	1490	119	5399
부산지역	56	43	8780	1854	1174	1092	96	4216
대전지역	112	25	17560	710	565	646	45	1966

표 1. 지역별 시스템용량 및 수용현황

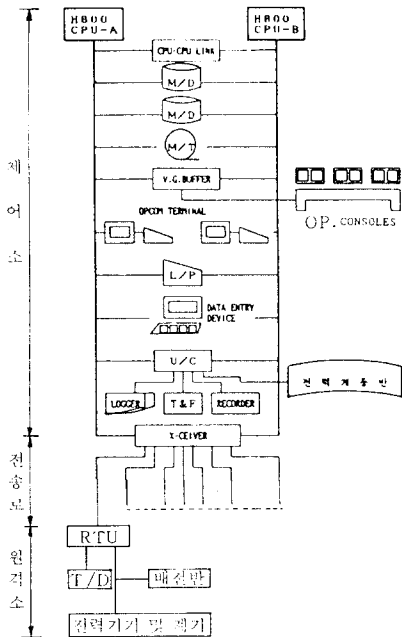


그림1. SCADA시스템 구성도

제어소의 업무는 정상시와 사고시 업무로 크게 나눌 수 있다.

- 정상시 업무
  - 변전소의 기기 운전상태 자동감시 및 자동기록
  - 정전작업에 따른 기기자동 조작
- 사고시 업무
  - 공급지장의 조기개소를 위한 복구조작 실시
  - 변전소에 사고내용 확인 및 복구 지시

변전소 SCADA 시스템의 감시제어 규모는 포인트 (POINT) 를 기본 단위로 하며, 포인트는 데이터의 성격에 따라 각각 감시(INDICATION), 제어(CONTROL)

(2) 최적규모의 SCADA 시스템 검토 필요성

변전소 SCADA 시스템의 감시제어 규모에 영향을 미치는 요소로는 감시제어의 직접적인 대상이 되는 포인트의 선정, 동시다발 사고시의 설비사고율, 변전소 자동화에 따른 감시제어 포인트의 대폭적인 증대이다.

현재 SCADA의 감시제어 규모는 1개 지역 SCADA 시스템당 감시 1,800포인트, 제어 1,200포인트 이상을 담당하고 있어 태풍, 설해등에 의해 전력계통의 동시다발 사고 발생시 2-3명의 시스템 운전원이 관할 전체 변전소를 감시제어하기에는 너무 방대한 규모이다.

'87년 7월 태풍 셀마 내습시 부산지역 SCADA가 담당하고 있는 관내 전력설비 사고의 경우 1시간에 송전선로는 176선로 중 23건의 사고, 배전선로는 440개 선로 중 110여건의 동시다발 사고가 발생함으로써 SCADA운전원의 감시제어 범위를 크게 상회하였다.

또한 변전소 SCADA시스템의 궁극적인 목표인 변전소 운전자동화를 이루기 위해서는 감시제어 포인트 수가 유인변전소의 수용기준에 비하여 4-5배 정도 대폭 증가됨으로 1개 제어소를 갖는 SCADA 시스템으로 수십개의 변전소를 집중 감시 제어하기는 동시다발 사고시에 특히 불가능하다고 볼 수 있다.

최근 SCADA 시스템에 전력용 전문가 시스템 (EXPERT SYSTEM)을 적용하여 사고 상황 판정 및 복구 절차작성 등을 자동화하기 위한 연구가 진행되고 있으나 가까운 시기에 적용하기는 어려운 전망으로, 전력설비 현장여건을 고려하고 SCADA 운전경험을

살때볼때 1인의 SCADA 운전원이 적정감시 제어할 수 있는 규모는 10개소 정도의 변전소로 판단되고 있다.

#### 4. 최적규모의 변전소 SCADA 시스템 구성

##### (1) 원격사령장치를 이용한 최적규모의 SCADA 시스템

대규모 지역 SCADA 시스템에 수개소의 원격 사령장치(REMOTE CONSOLE)를 시설하여 전체 변전소를 최적 규모의 감시제어 그룹으로 분할 운전하는 방안으로 전체 변전소가 실질적으로는 지역 SCADA에 연결되나 소프트웨어 적으로 각각 원격 사령장치의 감시제어를 받게 함으로 1개 원격사령장치당 10개 정도씩 변전소를 감시제어 하게 한다.

지역 SCADA 시스템과의 구성을 그림2에 나타내었다.

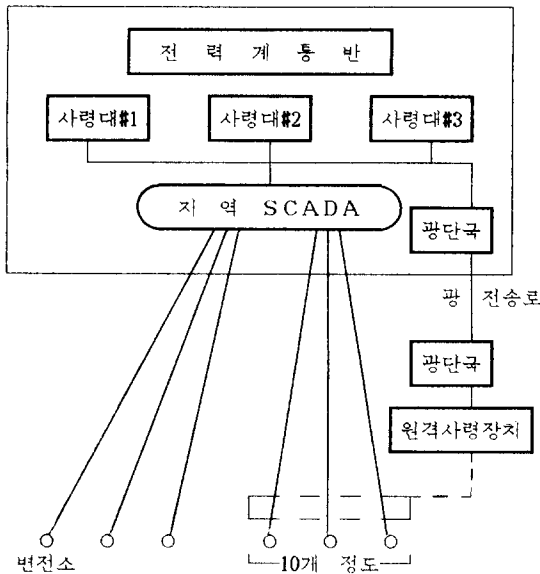


그림2. 원격사령장치 설치

원격사령장치는 지역 SCADA 시스템과 정보 전송을 통해 관할 변전소를 감시제어하는 원격사령대와 사고를 기록하는 사고 기록기로 구성되고, 원격사령대는 감시 제어를 위해 CRT 와 KEYBOARD 및 조작반으로 구성된다.

원격사령장치에 함께 설치되는 영상발생기(VIDEO GENERATOR)는 지역 SCADA 시스템과 정보교환하며 CRT 모니터를 제어하며 CRT 화면표시를 페이지 단위로 전력계통도 및 TABULAR 형식으로 하여 사령원이 원격소 정보를 쉽게 파악하도록 하며 KEYBOARD

로 CRT 화면을 편집하고 조작반의 조작명령을 지역 SCADA시스템에 전송함으로 해당원격소를 제어한다. 시스템과의 정보 전송속도는 CRT 의 화면응답 속도에 크게 영향을 미치므로 고속의 정보전송로(광 케이블)가 필요하다.

원격사령대의 화면응답 속도를 전송속도별로 표2에 나타내었다.

DISPLAY TYPE \ 전송속도	LOCAL	19.2KBPS	38.4KBPS
ONE-LINE DISPLAYS	1.0sec	4.0sec	3.0sec
TABULAR DISPLAYS	1.0	4.0	3.0
ALARM SUMMARY DISPLAYS	1.5	6.0	5.0
ABNORMAL SUMMARY DISPLAY	2.0	6.0	5.0
TAG SUMMARY DISPLAYS	2.5	7.0	5.0
SYSTEM SUMMARY DISPLAYS	1.5	6.0	5.0
ALL OTHERS	1.5	8.5	7.0

표 2. 전송속도별 화면응답속도

원격사령장치가 갖는 큰 장점은 지역 SCADA시스템이 시설되어 있을 경우 그 기능을 이용하여 10개정도 변전소를 감시제어하게 하는 적정 규모의 변전소 SCADA 시스템을 비교적 간단히 구성할수 있고 적은 투자비로 그 기능을 충족시킬수 있다는 것이다.

또한 계통이 서로 연결되어 운전되는 변전소를 그룹별로 분할감시제어 운전함으로 효과적인 지역전력계통 운영을 할수 있다.

##### (2) 소규모제어소 시설에 의한 최적규모의 변전소 SCADA시스템

소규모 제어소 시설은 독립된 감시 제어시스템을 시설하여 최적규모의 변전소를 직접감시 제어하게 하고 지역전력 수급을 위한 정보를 지역 SCADA와 자료 연계를 통해 교환함으로 변전소 SCADA시스템을 분산계층 시스템으로 구성한다.

소규모 제어소의 기능은 앞서 언급한 지역 SCADA 시스템 기능과 같고 그 구성요소는 시스템의 용량 차이를 제외하고는 유사하다.

지역 SCADA 시스템과의 구성관계를 그림3에 나타내었다.

소규모 제어소는 시설투자비가 원격사령장치에 비해 크다는 점에도 불구하고 직접 변전소를 감시제어 함으로써 정보처리 속도가 빠르고 신뢰성이 높은 가장 확실한 최적규모의 SCADA 시스템을 구성할 수 있다.

원격사령장치 설치방식은 SCADA 운전원의 감시제어 폭을 적정 규모로 개선하나 지역 SCADA시스템의 부하 즉 수십개 변전소 감시제어를 수행함에 따른 부하를

경감시킬수 없는데 비해 소규모 제어소 방식은 직접 변전소를 감시제어 함으로 지역 SCADA시스템의 부하를 경감시킬수 있어 지역 SCADA 시스템이 전력 수급에 필요한 더 많은 기능을 수행할수 있게 함으로써 지역 전력계통 운전의 효율을 향상시킬수 있다.

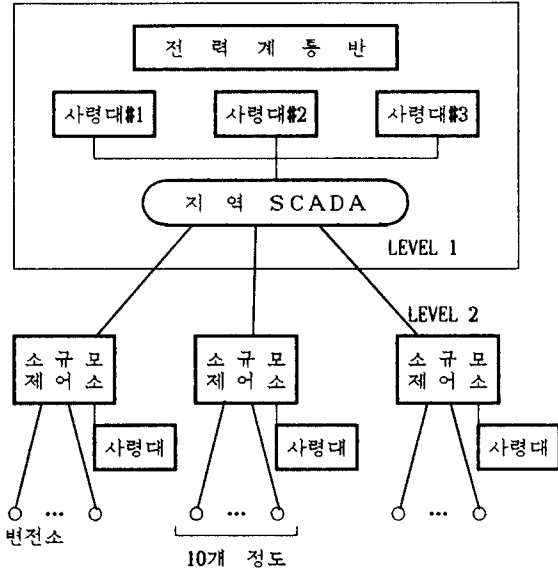


그림3. 소규모 제어소 설치

(3) 최적규모 변전소 SCADA 시스템 구성하에서의 업무 개선

- 지역 제어소(지역 SCADA 배전사령실)
  - 관내 전력계통 운전
  - 관내 전력계통 전압조정
  - 154 Kv 루프계통 감시 및 제어
  - 관내 주요 계통 운전정보 제공
  - 인근 전력계통 운전정보 입수
- 제어소(원격사령장치, 소규모 제어소)
  - 관할 송변전설비운전
  - 154 KV 계통(루프계통 제외) 감시 및 제어
  - 66 KV이하 계통감시 및 제어

5. 결 론

현재 변전소 SCADA 시스템의 분장업무는 지역 전력계통 운영을 담당하고 있으나 전력설비가 대규모화, 복잡화 되어감에 따라 관내 전체 전력계통을 1개 제어소에서 감시제어 하기에는 업무범위가 너무 방대한 실정이다.

따라서 원격사령장치 및 소규모 제어소를 시설하여 최적 규모의 변전소 SCADA시스템을 구성하고 지역

SCADA 시스템의 업무를 분담케함으로써 지역전력 계통 운영에 안전성과 효율성을 제고할수 있다.

원격사령장치는 기존의 지역 SCADA 시스템의 기능을 이용함으로 시스템 구성이 간단하고 소규모 제어소는 초기 투자비가 상대적으로 크나 분산계통 제어 시스템을 구성함으로써 신뢰성을 향상시킨다.

앞으로 원격사령장치 및 소규모제어소를 방식별로 시험운영하여 그결과를 분석하여 최적 규모의 변전소 SCADA시스템을 구현하기 위한 개선점을 도출하며, 아울러 지역제어소의 본격적인 지역전력 계통운영에 대비한 각종 응용프로그램의 개발 적용을 위한 연구 검토가 필요하다 하겠다.

첨부 1. 포인트 선정기준

설비별	구분	운 전 대 상	
		유 인 기 준	자 동 화 기 준
154KV T/L	감시	차단기(CB)	차단기(CB) 각종계전기 동작상태, 각종스위치류 IN/OUT상태 (43CA, 43PW, PW 고장등) 1,2 차 LS GIS S/S -DS, ES, CABLE FAULT 등
	제어	차단기(CB)	차단기(CB), 1차 LS GIS S/S -DS
	측정	유효전력, 무효전력	유효전력, 무효전력
154KV MTR	감시	1, 2차 차단기	1, 2차 차단기 1차 LS GIS S/S -DS, ES ULTC TAP LIMIT 각종계전기 동작상태
	제어	1, 2차 차단기	1, 2차 차단기 ULTC - 자동/수동 RAISE/LOWER
	측정	2차측-전압, 유효 전력, 무효전력, 전력량	2차측-전압, 유효전력, 무효전력, 전력량 MTR 온도
154KV BUS	감시	차단기(BUS TIE)	차단기(BUS TIE) BUS DCR 동작
	제어	차단기(BUS TIE)	차단기(BUS TIE)
	측정	전압	전압

설비별	구분	운 전 대 상	
		유 인 기 준	자 동 화 기 준
22KV D/L	감시	차단기(D/L CB)	차단기(D/L CB) 각종계전기동작상태 79 ON/OFF 상태 CB DRAW IN/OUT 상태
	제어	차단기(D/L CB)	차단기(D/L CB) 79 ON/OFF GIS S/S DRAW IN/OUT
	측정	전류	전류
22KV BUS	감시	차단기(BUS TIE)	차단기(BUS TIE) BUS TIE LS
	제어	차단기(BUS TIE)	차단기(BUS TIE) BUS TIE LS
S.C SHUNT REACT- OR	감시	1차차단기(CB)	1차차단기(CB) 각종계전기동작상태
	제어	1차차단기(CB)	1차차단기(CB)
	측정	무효전력	무효전력
전원	감시	A C고장 D C고장 D C접지	A C고장 D C고장 D C접지
22KV 지중 배전선 보 개폐기	감시		지중개폐기 ON/OFF 지중개폐기 REMOTE/LOCA AC 전원
	제어		지중개폐기 ON/OFF
	측정		전력량 (8개소)