

전력설비종합자동화를 위한 감시제어 포인트 선정에 관한 연구  
(STUDY ABOUT THE SELECTION OF CONTROL AND INDICATION POINT FOR TOTAL AUTOMATION)

이 용 해 .  
LEE YONG HAE

남 태 연  
NAM TAE HYUN

한국전력공사 전자통신처  
ELECTRONICS & COMMUNICATION DEP. KEPCO.

The selection of control and indication points effects the super-  
visory and control scope of SCADA system. This paper proposes the point  
selection for the no-man substation. The points for no-man s/s are 3-4times  
as many as points of man-substation. And also the considering points  
are described to implement total automation.

1. 서론

전력계통은 전력의 생산에서 소비에 이르기까지 발전, 송전, 배전계통 및 부하가 복잡하게 연결되어 공급과 수요가 이루어지는 유기체적인 시스템이다.

전력계통이 점차 복잡해져오함에 따라 계통의 제어와 운용 계획업무는 각다해되고 전력의 안정적인 공급에 대한 요구 또한 증대하고 있다.

최근 정보전송을 위한 통신기술과 정보처리를 위한 전자계산기의 발달에 힘입어 분산시설된 전력계통을 중앙의 한 곳에서 집중감시제어(SCADA: SUPERVISORY CONTROL & DATA ACQUISITION)하는 시스템의 출현으로 각 전력계통별 자동화가 이루어지고 있다.

전력설비 종합자동화는 발전, 송전, 배전 등의 각 전력계통의 전력정보를 상호 연계하여 일관된 계통운용 체제를 확립함으로써 전력설비를 효율적으로 운용하고 전력의 품질 및 신뢰성을 향상시킴을 목적으로 한다.

전력설비 종합자동화는 크게 전력계통에 있는 설비나 계통의 상태 등을 감시제어하는 감시제어 자동화와 급전, 수요 예측 및 발전계획 등 계통의 운용 계획업무를 자동화하는 계통운용 계획 자동화

로 나눌 수 있다.

안전의 전력설비 자동화 시스템은 급전종합자동화 시스템(EMS: ENERGY MANAGEMENT SYSTEM), 변전소 연방감시제어(SCADA) 시스템, 배전자동화 시스템(ADS: AUTOMATED DISTRIBUTION SYSTEM)으로 그림 1에 나타난 바와 같이 각 전력계통별로 시설 운용하고 있으며 현재 이들 시스템의 종합자동화를 구현하기 위한 기본계획 수립을 위해 연구를 수행하고 있다.

본 논문에서는 변전소 연방감시제어시스템의 감시제어 자동화에 중점을두고 그 기능과 운영현황을 살펴보고 감시제어 자동화의 궁극적 목표인 무인화를 위한 단계별 추진방안과 운영방안을 제시하고 이에 따른 감시제어 포인트를 선정하고 전력설비 종합자동화를 위해 고려되어야 할 포인트 정보에 대해 기술하였다.

2. 변전소 연방감시제어(SCADA)시스템 현황

안전의 변전소 연방감시제어 시스템은 배전사령 업무현대화, 전력공급 신뢰도 향상(전력시간단축, 적정전압유지) 및 전력설비의 경제적 운용(변압기 적정부하운용) 등을 목적으로 1981년 서울 지역에 최초 시설된 이래 표 1에 나타난 바와 같이 이미 6개 지역에 시설운용되고 있으며 계속확대 시설을

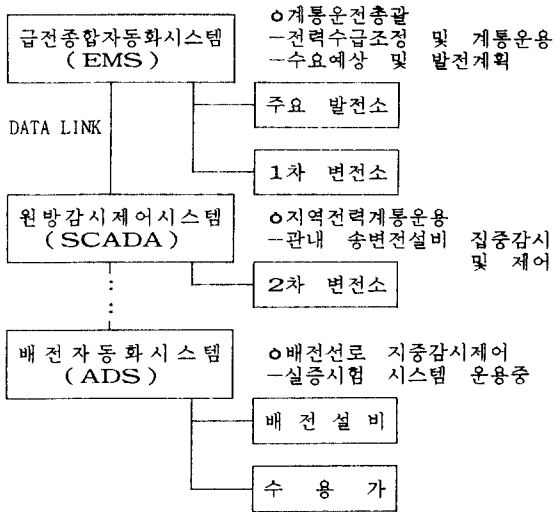


그림 1. 한전의 전력설비 자동화 시스템 구성현황

구분	기시설운용 ('89. 6 기준)	시설계획
대상지역	서울, 남서울, 부산, 대전, 대전, 광주, 제주지역	대구, 제천, 창원
변전소수용율	76 %	99 %

표 2-1. 변전소 원방감시제어 시스템 시설현황

계획하고 있다.

시스템의 주요 기능 및 운영현황을 나타내면 그림 2-1 과 같다.

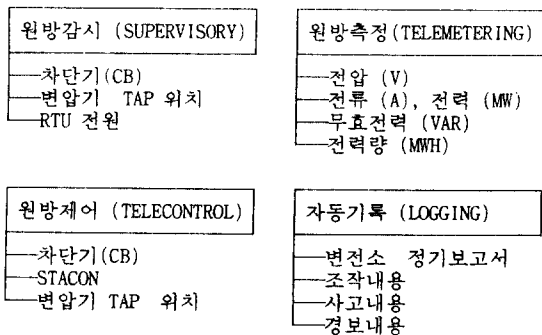


그림 2-1. SCADA 기능 및 운전현황

감시제어 자동화의 추진단계는 그림 2-2와 같이 원방감시, 원방제어, 무인화로 발전 진행되며 현재 안전의 자동화 단계는 원방감시의 정착에 따라 원방제어 단계에 진입하는 과정에 있으며 부분적인 원방조작을 시행하고 있다.

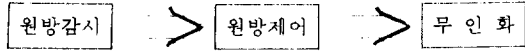


그림 2-2. 자동화 추진방향

### 3. 무인화 추진방안

감시제어 자동화의 궁극적 목표인 무인화를 추진 하기 위해 현재 계통운전시 지령과 조작이 이원화된 원방감시체제에서 탈피해 지령과 조작을 일원화 하는 원방제어체제의 확립이 필수적이라 할 수 있다.

또한 무인화 단계로의 진입을 위해서는 무인화 대상이 되는 변전소의 선정기준, 계통운용 체제의 정립, 송변전설비의 보강 등을 통해 무인화 운전여건을 조성하고 무인화 운전기준을 정립하여 이에 따른 시범운전을 통해 미비점을 보완하여 나가는 등 단계적으로 추진되어야 한다.

#### 1) 무인화 대상변전소 선정

무인화 대상변전소 선정에는 대상변전소의 자동화 여건, 대상변전소의 자동화 필요성, 대상변전소의 규모 등을 고려하여 단계적으로 추진한다.

무인화 대상변전소로는 GIS 변전소, 최근 신설된 옥외변전소로 개메기 동작 신뢰도가 높은 변전소 또는 소형변전소를 우선대상으로 하는 것이 바람직하다.

#### 2) 계통운전체제 정립

현재 배전사령실의 감시제어 관장목이 너무 넓고 지령과 조작이 이원화되어 있어 동시 다발사고 발생시 신속 정확한 업무수행이 곤란하므로 무인화 추진을 위해서는 전력소 단위의 제어소를 신설하여 배전사령은 지역급전 업무에 집중토록하고 변전소 원격운전은 전력소 단위 제어소에서 담당케 함으로 계통운용의 지령과 조작을 일원화하는 것이 필요하다.

### 3) 송변전설비의 보강

동작신뢰도가 높은 개폐기의 보급과 접지개폐기의 보급을 확대하여 원격조작여건을 조성하고 개폐기 동작시 완전한 동작상태를 확인할수 있는 방안이 강구 되어야 한다.

### 4) 무인화 운전기준

무인화변전소의 운전원칙은 정상시나 사고시를 막론하고 배전사령 또는 전력소 단위 제어소의 원격조작자에 의해서 계통운전 및 조작이 될 수 있도록 한다.

무인화 운전기준을 사고처리, 정전 및 보수작업, 절체조작, 기타 등으로 나누어 연방조작해야 할 조작대상을 나타내면 다음과 같다.

#### 1) 사고처리

##### ○ 경고장일 경우

- T/L 순간사고시의 시송전: T/L CB
- D/L 순간사고에 대한 1회 강송: D/L CB

##### ○ 중고장일 경우

- 1차 BUS 사고에 대한 응급조치 조작: 1차 BUS LS, CB
- 2차 BUS 사고에 대한 응급조치 조작: 2차 BUS LS, CB
- M.Tr 사고에 대한 응급조치 조작: M.Tr 1,2차 CB, LS      1,2차 BUS CB, LS
- T/L 영구사고에 대한 복구조작: T/L CB, LS
- 1차 BUS 영구 사고에 대한 복구조작: 1차 BUS LS, CB
- 2차 BUS 영구 사고에 대한 복구조작: 2차 BUS LS, CB
- M.Tr 영구 사고에 대한 복구조작: M.Tr 1,2차 CB, LS      1,2차 BUS CB, LS
- D/L 영구 사고에 대한 복구조작: D/L CB, LS

#### 2) 정전 및 보수작업

- M.Tr 보수 및 점검작업 조작: M.Tr 1,2차 CB, LS
- T/L 보수 및 점검작업 조작: T/L CB, LS

- 1,2차 BUS 보수 및 점검작업 조작: 1,2차 BUS LS, DS

- D/L 보수 및 점검작업 조작: D/L CB, LS

### 3) 절체조작

- M.Tr 부하절체 조작(통합운전조작포함):

절체대상 CB, LS

- T/L 부하절체 조작(역수전 조작포함):

절체대상 CB, LS

- 1,2차 BUS 절체조작: 절체대상 CB, LS

- 전력용 콘덴서(STATIC CONDENSER): S.C용 CB

### 4) 기타

- ULTC 조작: 자동/수동 및 RAISE/LOWER

- 154 KV 선로 보호: 43Pw, 43CA ON/OFF

- 재폐로 (79) 개폐조작: 79 ON/OFF

### 4. 무인화 감시제어 포인트

무인화 운전에 필요한 감시제어 포인트를 선정하면 다음과 같다.

#### 1) 감시포인트

- 개폐상태: 차단기, 수전계통 절체용 LS, RTU 제어용 DC 전원 S/W

- RTU 전원: RTU DC 고장

- T/L 보호: 단락순시(종합), 단락한시(종합), 지락순시(종합), 지락한시(종합), P/W 및 C/R 동작(T/L별), 43PW 및 43CA IN/OUT(T/L별), P/W 고장(T/L별), C/R TEST 수신(T/L별), CB 결상(T/L 종합)

- M.Tr 보호: M.Tr 종합경보(M.Tr별), M.Tr1 차종합 OCR, M.Tr 2차종합 OCR, DCR(87)(종합), 중고장(86 T)(종합), OCGR(51 NS)(종합), ULTC A/M 상태(M.Tr별)

- 154 KV BUS: 154KV BUS DCR

- D/L 보호: OCR 순시(종합), OCR 한시(종합), 67 G(접지)(종합), OCGR 순시(종합), OCGR 한시(종합), OVGR(전압별), 재폐로 ON/OFF(D/L별), 재폐로 LOCK-OUT(종합), UFR 동작(종합), CB DRAW OUT(D/L별)

기기타:DC 고장, DC 접지, AC 소내전원고장,

GAS 압력경보, AIR조작 압력경보, 소내 MOTOR고장, 지중 케이블 고장, 화재감시, 출입구 감시, ALL SOUND ARARM ON/OFF

2) 제어포인트

- 개폐조작: 차단기, T/L 1차 LS, 22KV BUS TIE, LS, DS
- T/L 보호: 43PW, 43CA I/O(T/L별), C/R TEST 송신(T/L 별)
- M.Tr 보호: 재폐로 계전기 ON/OFF (D/L별)

3) 측정포인트

- 1차 모선측: 전압
- T/L 측: 유효전력, 무효전력, (전류, 역률: 계산치)
- M.Tr 2차측: 전압, 유효전력, 무효전력, 전력량 권선온도, 접지전압 (전류, 역률: 계산치)
- D/L측: 전류 (PEAK)
- SC용 개폐기측: 무효전력
- 기기타: M.Tr TAP 위치

5. 전력설비 종합자동화에 고려되어야 할 사항  
현재의 감시제어 포인트는 정상시의 정보를 중심으로 하고 있으나 종합자동화를 진행해 나감에 따라 감시제어기능, 사고검출, 사고복귀 및 설비계획, 관리, 기록 등의 정보를 강화할 필요가 있다.

1) 계통운용 및 제어기능의 강화

- 송전선, 모선의 P, Q, A, V 정보, CB, M.Tr 등의 신뢰도 등의 계통설비 운전상태 감시를 위한 감시제어 기능의 강화
- 현재에는 감시대상설비에 대해 몇초 단위로 순차적으로 SCANNING 하고 있어 사고발생순서의 파악이 곤란하므로 SOE(SEQUENCE OF EVENT) 정보의 추기류 사고발생순서 및 사고 정보의 신속한 수집 실시
- 계통사고 추정 EXPERT SYSTEM 을 위한 정보

강화 (전계통 보호 릴레이 동작상황, LS 및 CB 동작상태)

2) 경영계획 및 계통특성 관련 정보 강화

- FEEDER별 MW, MWH 등 수요상징 및 계통특성 파악 데이터
- 소내고장, 화재발생, 침입방지 정보 등 보안 관리정보
- 기상, 낙뢰, 환경정보

6. 결론

감시제어 포인트 선정이 시스템에 미치는 영향은 매우 크다. 많은 감시제어 포인트를 갖는 것은 많은 정보를 수집할 수 있으나 시스템의 처리용량 경제성등을 고려할 때 최소의 포인트로 최대의 정보를 얻을 수 있도록 선정하는 것이 이상적이다.

어기에 제안된 무인화 감시제어 포인트는 유인 기존 포인트에 비교할 때 3-4배 정도로 포인트가 증가된다. 따라서 현재 제어소당 40개 이상의 변전소를 감시제어하는 시스템 구성을 제어소당 10개소 이내로 구성하는 방안이 필요하다.

앞으로 시범 무인변전소의 운전을 통해 감시제어 포인트를 효과적으로 보안하여야 하며 장차 전력설비 종합자동화를 위해서 계통운용 및 제어기능, 경영계획 및 계통특성관련 정보를 강화하기 위한 연구가 계속추진 되어야 하겠다.

첨부 1. 변전소 무인화를 위한 설비별 표준포인트 산출

C/I : CONTROL & INDICATION, C/O : CONTROL ONLY,  
I/O : INDICATION ONLY,

○ GIS형 변전소

구 분	개폐기류			계전기 I/O	전 압	전 력	전 류	V A R	T A P	은 도	접 지	전 력 량	기타 I/O
	C/I	C/O	I/O										
T/L	4		5	5		1		1					
M.Tr	8	1	6	5	1	1		1	1	1	1	1	
2 차 BUS	2												
D/L	5			6			1						
1 차 BUS	1				1								
기 타													11

○ 육의철구형 변전소

구 분	개폐기류			계전기 I/O	전 압	전 력	전 류	V A R	T A P	은 도	접 지	전 력 량	기타 I/O
	C/I	C/O	I/O										
T/L	4		5	5		1		1					
M.Tr	3	1	6	5	1	1		1	1	1	1	1	
2 차 BUS	6												
D/L	4			6			1						
1 차 BUS	1				1								
기 타			11										11