

# 발전소 시뮬레이션시스템 접지방식 연구를 위한 타시스템 접지방식 분석

오영일, 마복렬, 김응석 한국전력공사 전력연구원

## The Grounding Method Application of Power Plant Simulator

Y.I.Oh, B.R.Ma, E.S.Kim, Korea Electric Power Research Institute  
(Tel: 042-865-5275; Fax: 042-865-5204; E-mail: young@kepri.re.kr)

발전소 시뮬레이션 시스템 기술은 종합적인 지식을 바탕으로 자료수집 및 분석, 소프트웨어 개발 환경, 수학적 모델, 전산기 구성, 각종 계기류 설계 및 구매 장착 등의 노하우를 알아야만 제작할 수 있는 종합적인 기술이다. 또 지식기반의 기술이며 부가가치가 높은 기술이기 때문에 선진 각국에서는 계측제어 시스템의 기술개발 및 시장 확대를 위하여 힘을 쓰는 동시에 타국으로의 기술정보 유출을 경계하는데 신경을 곤두세우고 있다. 현재 복잡화되어 가고 있는 산업 사회의 전력 수요에 대한 대폭적인 증가 추세에 따라 발전소에서는 보다 효율적이며 합리적이고 경제적인 전력 공급을 위해서 전력 생산에 대한 신뢰성 향상 및 안정성 확보는 물론, 효율성 높은 운전이 절실히 요구되고 있다. 한편, 국내의 시뮬레이션 시스템 분야 기술은 아직도 완벽한 수준에는 미치지 못하며, 이 분야의 기술력 확보 및 신기술 개발은 향후 미래의 모든 시스템산업의 성패를 판가름하는 아주 중요한 척도가 될 것이다. 이 중에서 접지 분야는 고전압 혼축에 의한 저압측 선로의 전압상승 방지, 모선(Bus)이나 전력 기기의 절연보호 및 회로전압의 안정등으로 시스템 성능을 한층 증가 시켜줄 뿐아니라 기기의 오동작이나 낙뢰등으로 인명피해 발생을 없애주는 아주 중요한 분야임에도 불구하고 이 분야의 국내 관련법규등이 미비한 사항이다. 그래서 발전소 분산제어 시스템분야의 장기간 신뢰성 및 안정성을 가지고 있고, 국내에서 많이 사용하는 미국 Bailey의 infi-90 및 독일 ABB의 Procontrol-P를 비교 분석하여 발전소 시뮬레이션 시스템의 접지에 응용 하고자 한다.

일반적으로 접지의 원칙은 일점접지 및 단독접지이다. 단독접지는 구내 전력계통 고장전류 발생시 또는 낙뢰유입시 대지 전위차가 생길 때,

순환전류에 의한 오동작을 방지하기 위한 것이다. 하지만 넓은 구내에서 일점접지를 지키려면 접지선이 길어져 임피던스 증가에 따라 안정된

접지역할을 하지 못하므로 문제가 된다. 현대의 접지이론은 고장전류 발생 시 국부적인 전위차 억제와 고속 디지털 제어시스템에 적합한 다중접지를 발전시키는데 주목하고 있다. 단독접지는 제어설비의 접지선과 대전력기기의 접지선을 중간에서 겸용하는 경우 전력기기 고장(지락, 상간 단락 등)이 발생할 때 제어설비의 기준전위가 증가하는 것을 방지하기 위한 것이다. 대지에 연결할 때 접지봉을 제어설비 전용으로 설치하는 경우에는 접지저항을 충분한 수준으로 유지하기 곤란하므로 대지 접지망 자체는 발전소 지하에 매설된 접지망을 함께 사용하는 것이 보통이며, 다만 인출점 만을 달리한다. 따라서, 접지이론을 실제 적용시킬 때 완전하게 절대적인 것은 없으며, 단독접지가 가능한 구역에는 단독접지를 실시하고, 다중접지가 필요한 경우에는 대지 전위차 발생이 최소가 되도록 고려하여야 한다. 다중접지를 하는 경우에도 평상시에는 대지 전위차가 크게 생기지 않으므로 문제 여부를 알 수 없는 경우가 많으며, 낙뢰 유입이나 기기 고장시 전위차가 발생하여 갑자기 전자제어설비에 오동작 또는 손상을 초래하기도 한다.

발전소 접지방식은 다중접지를 많이 사용한다. 다중접지란 최소길이의 접지선으로 시스템의 바닥 Mesh 및 건축 구조물( I Beam등)에 Bonding하여 지하 접지망에 연결하는 것. 이 다중접지의 장점은 설치가 간편하고 고주파에서의 전자파 효과를 방지할 수 있다. 단점은 접지루프의 발생에 의한 공통모드 노이즈를 유발한다는 것이다. 발전소 접지저항은 보통  $0.5\Omega \sim 0.7\Omega$ 이며, 접지 굵기는 중선선 굵기 이상이며, 연선을 권장한다.

미국의 Bailey와 독일의 ABB의 접지 방식은 서로 유사점이 상당히 많이 눈에 띄이는 반면 자기 고유의 시스템의 독자적인 방식도 여러 부분 고수하고 있다. 서로의 공통점은 접지가 가지는 일반적 상식수준의 방식들이다. 미국의 Bailey와 독

일의 ABB의 접지 방식중 시스템접지방식만 간략하게 살펴보고자 한다.

## 1. 미국의 Bailey Ground System(infi-90)

같은 종류 설비의 접지는 동일한곳에 같이 접지를 한다. AC Ground System은 파워모듈이 있는 것과 없는 것으로 구성되어있다. 파워모듈이 있는 것은 파워 그라운드 터미널 단자가 있어 보충접지를 그곳에 할 수 있도록 되어 있고, 없는 것은 캐비넷 그라운드 접지에 되어있고 그 둘은 같이 연결되어 있다.

### 1.1 DC Ground System

DC common bus bar DC설비 캐비넷에 하단에 하나씩 설치되어 있고, 이들 서로는 인접한 캐비넷에 상호 연결되어 있다. DC설비 캐비넷 그라운드 접지(외함접지)는 그들 인접한 캐비넷과 연결되어 있지만 DC common bus bar와 직접 연결되어 있지 않다. 콘트롤 시스템 측정을 위한 기준전위를 보장해 준다. 그림 1에서 간략하게 DC접지만 보여주고 있다.

### 1.2 AC Ground System

AC Ground System 과 DC Ground System 두 시스템이 가장 가까운 곳에 한 곳만 서로 연결하고 그곳에서 한곳만 Ground Ring Cable(BARE COPPER-AWG 4.0)에 접지 해야 한다. 그림 2에서 볼 수 있는 것과 같이 이것은 AC 와 DC Ground System의 같은 등전위를 지도록 할 수 있고, 전도결합, 유도결합, 용량결합 등을 통한 원하지 않는 잡음을 없애기 위함이다. 그리고 Ground Ring Cable과 I Beam을 서로 연결한다. 왜냐하면 건축 구조물 등이 동선보다 더욱 양호한 주파수 특성(저 임피던스)을 가지고

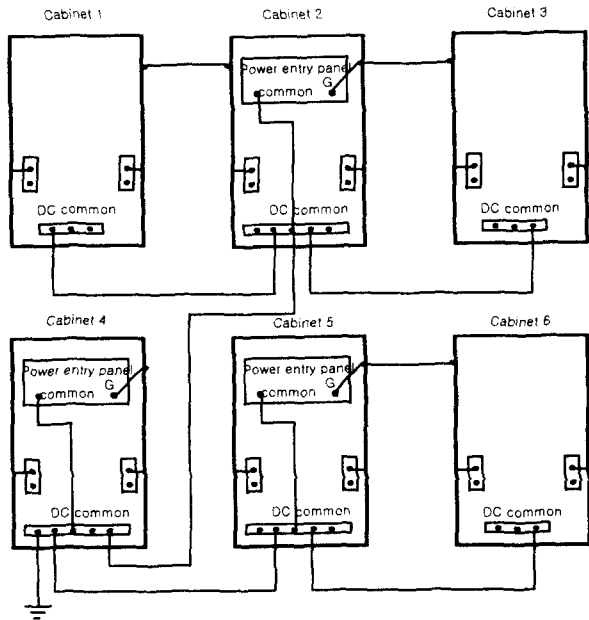


그림 1 DC Ground System

있기 때문이다. 그리고 정전기의 순간적인 방전으로 인한 피해를 예방하고 부정확한 자료의 입력을 줄이기 위해 전자기기 실 바닥에는 전도성 타일을 설치하였다.

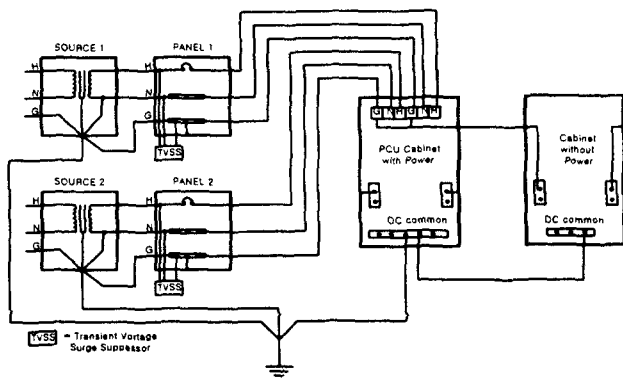


그림 2 AC Ground System

## 2. 유럽의 ABB Ground System (Procontrol-P)

별도의 DC 24V Power Supply System를 가지고 있는 Procontrol-P 분산제어시스템의 접지 계통은 전자기기 동작을 위한 기준전위 접지와 신호선의 shield를 위한 접지, cabinet의 외함 접지

로 구분되며 구성은 다음과 같다.

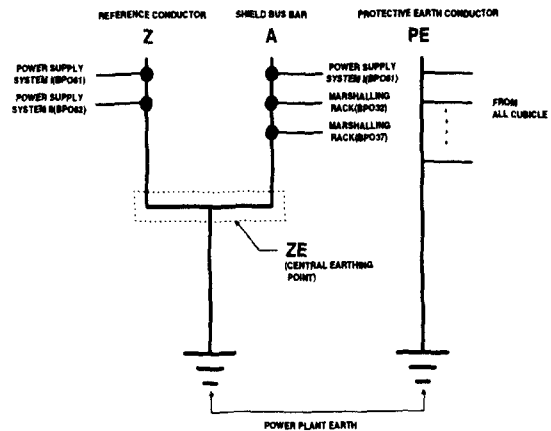


그림 3 Procontrol-P System 접지계통도

### 1) Reference Conductor " Z "

전자기기나 장치(즉, Procontrol-P system)의 기준전위(0 V)를 위한 bus bar.

### 2) Shield Bus Bar " A "

신호선의 shield 연결용 bus bar

### 3) Protective Earth Conductor " PE "

Cabinet 외함 접지용 bus bar

### 4) Central Earthing Point " ZE "

"A" 와 "Z"의 Common connection bar(그림3)

### 2.1 Procontrol-P System cubicle의 종류

Procontrol-P System의 cubicle는 기능에 따라 크게 다음과 같이 분류할 수 있다.

#### 1) Power Supply Cubicle

DC 24V를 공급하는 cubicle로서 이중화되어 있음.

#### 2) Procontrol-P Cubicle

전체 프로세스를 제어하기 위한 각종 모듈들이 설치되어 있는 cubicle

#### 3) Interface Cubicle

현장 구동기기(motor, sov...)와의 접속을 위한 cubicle

4) Marshalling Rack

신호선들의 분배 및 연결을 위한 cubicle

5) Alarm Cubicle

Main electrical system(154KV bus, 6.9KV SWGR등) 경보용 cubicle

2.2 Connection concept

1) Basic connection concept

DC 24V를 사용하는 Procontrol-P(or Alarm) cubicle과 power supply cubicle간의 기본적인 연결개념은 표시되지 않아지만 주의할 점은 첫째, 전원공급이 이중화 되어있어 또 하나의 power supply cubicle이 있는데 이 cubicle에는 "A"가 "ZE"로 연결되지 않는다. 둘째, alarm cubicle은 common 설비이므로 전원공급을 이중화함에 있어 각 호기의 power supply cubicle를 각각 사용한다는 점이다.

2) Shield connection concept

그라운드 loop가 생기지 않도록 1단 접지를 기본으로 하고 있으나 실제 연결에 있어서는 타 시스템에 비해 매우 복잡하므로 세심한 주의가 필요하다. 모든 cubicle에는 실드선(shield)을 연결하기 위한 bar가 있는데 이중 alarm cubicle, procontrol-p cubicle, marshalling rack의 bar만 대지에 접지되어 있고, interface cubicle, local junction box의 bar는 대지와 floating되어 있음을 항상 고려해야 한다.

3) Grounding & Shielding System connection concept

Procontrol-P 제어시스템의 grounding & shielding 계통은 그림4와 같이 구성되며 그림에서 보듯이 모든 실드선이 최종적으로 "A"에 common되어 접지됨을 알수 있다. 그러므로 만약 현장계기중 단 하나의 실드선이 접지될 경우에도 전체 계통에 영향을 미칠 수가 있으므로 철저한 점검이 요구된다.

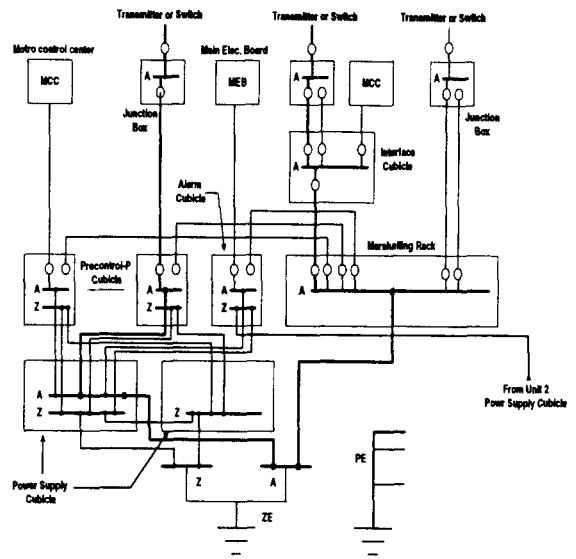


그림 4 Grounding & Shielding System Connection Diagram

3. 결론

시물레이션 시스템의 역사는 그리 깊지 않고, 군사, 우주 항공분야등 일부 분야에서만 주로 사용되었다. 발전소 시뮬레이터 분야는 최근들어 국제적으로 안전과 환경문제의 심각성을 깨닫고는 활발해진 분야이다. 발전소 시뮬레이터 시스템은 매우 복잡하고 다양하다. 전자장비 및 소자는 우리가 배워서 알 수 있는 것 보다 더 급속한 개발로 나날이 알수 없는 것 들이 많이 늘어가는 이 시점에 소자 하나하나 장비 하나 하나의 특성까지 모두 고려하여 시스템을 이해하고, 접지를 한다는 것은 정말 어려운일이 아닐 수 없다. 작은 소자나 장비들 안전이나 상호 연관관계에 너무 치우치면 시스템전체에 치명적인 악영향을 미칠 수도 있다. 앞서 이야기한 것과 같이 모든 것들 다 고려하여 접지를 하기는 힘들다. 시스템전체의 안정성 및 중요도를 고려하여 접지를 하는 것이 바람직하다. 발전소 시물레이션 시스템은 인

체의 안전을 최우선 고려를 하고 그 다음에 중요 기기별로 안정성 및 기기보호를 하고, 낙뢰나 고전압, 고전류를 우선순위로 고려하고 미세 노이즈를 잡는데 주력하는 접지를 해 나가야 한다.

**[참 고 문 헌]**

- [1] POWER ENGINEERING, Volume Number 4, December 1997
- [2] 동해화력 주제어 설비 점검 결과보고서 ('97전력연 - 단460 TM.C96SS01.D97.564)
- [3] 수화력 계측제어정비편람 (한국전력공사 발전처, '98.11)
- [4] IEEE Std 518-1982 : 전자 제어설비 기준 지