



# 건축전기설비기술사 문.제.해.설.

글 / 김세동 (두원공과대학교 교수, 공학박사, 기술사 e-mail : kimse@doowon.ac.kr)

수변전설비의 예방보전 시스템에 대해서 설명하시오.

항 목	Key Point 및 확인 사항	비 고
Key Word	예방보전 시스템	—
관련 이론 및 실무 사항	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 사후보전(Breakdown Maintenance)과 예방보전(Preventive Maintenance : 부품의 정기교환)의 차이점</li> <li>2. 예측보전(Predictive Maintenance : 열화상태 감시에 의한 보전)</li> <li>3. 전기학회지, 전기저널지 등에서 전기설비의 예방보전 시스템에 대한 특집 기사를 찾아서 정리</li> <li>4. 현대중공업 등의 전문메이커 제품을 통해 어떠한 진단 장비가 보급되고 있는지 확인</li> </ol>	—



## <해설>

### 1. 개념과 특징

예방보전 시스템은 각종 센서를 수변전기에 부착하고 센서에서 검출한 정보를 컴퓨터로 데이터 처리하여 수변전 기기의 이상을 검출한다. 전기설비 유지보수의 합리화를 도모하고 안전성 확보와 함께 사고를 미연에 방지하기 위하여 전기설비를 분해하지 않은 상태에서 이상의 징후를 진단하고, 이것을 온라인 상태로 감시하기 위한 기술을 말한다.

예방보전으로 기기의 장수명화를 도모하는 동시에 예지보전으로 얻어진 각종 데이터로부터 기기의 수명을 예측 하고 있다.

### 2. 구성

수변전기기의 상태를 정량적으로 파악하고, 기기의 이상 징후 및 발생할 수 있는 사고를 예지하여 필요에 따라서는 유지보수를 실시하도록 하는 것을 기본으로 하는 예지보전기술이 반영되는 예방보전 시스템이 구성되고 있다.

#### 가. 시스템 고려사항

수변전기기의 상황을 판단하기 위해서는 가능한 센서를 많이 배치하는 것이 바람직하지만 시스템의 확장성 등을 고려해서 감시대상 기기 및 감시항목의 중요도와 도입 시의 비용 등을 종합적으로 고려하여 단계적으로 확장이 가능 하도록 한다.

#### 나. 시스템 구성 예

예방보전의 종합관리를 행하는 Master Station(MS), 각 구성기기마다 설치한 센서로부터의 정보 수집과 진단을 행하는 Local Station(LS)으로 구성된다. MS는 종합적으로 유지보수 업무의 지원을 행하도록 중앙관리센터에 진단정보를 전송한다.

중앙관리센터의 보전관리시스템은 건물 및 설비의 보전관리로서 다음과 같은 업무의 지원을 행한다.

- ① 설비 대장 관리
- ② 보수 계획 관리
- ③ 보수 작업 관리
- ④ 공사 위탁 관리

### 3. 수변전기기의 예측보전 관리 항목

#### 가. 변압기

변압기의 내부 이상을 진단하는 방법으로는 부분방전법, 절연유의 특성시험 및 가스분석법, 역률측정법, 전압서지 시험법 등이 있다. 유입 변압기의 경우 절연유 중의 과열 등의 이상에 의하여 발생하는 주된 가스성분의 양을 분석함으로써 이상을 판정하는 소위 가스분석이 널리 사용되고 있다. 이와 같은 가스분석은 오프라인과 더불어 온라인으로 실시하여 채유, 분석 및 진단을 자동화하기 위한 방법도 실용화되고 있다.

그리고 몰드변압기의 경우 내부에서의 부분방전을 전기적, 음향적으로 검출함으로써 변압기 내부의 크랙, 절연파괴, 급격한 절연성능의 열화에 대한 진단기법이 실용화되고 있다. 다음은 예측보전관리 항목을 나타낸다.

- 가스누설(가스 압력) • 온도 이상(가스 온도) • 절연 열화(분해 가스) 이상 진동
- 온도 이상(오일 온도) • 누설(유면) • 유중 가스(가스) • 절연열화(부분 방전)

#### 나. 특고압 GIS

가스절연개폐장치는 본래 무정비, 무점검을 지향한 기기이지만 금속기기에 의해 밀폐되어 있는 개폐장치 내부의 기기가 충분한 기능을 유지하고 있는지의 확인과 내부 이상 징후의 조기 발견이나 고장개소의 확인이 필요하며, 이를 위해 외부진단 기술이 적용되고 있으며 다음은 예측보전관리 항목을 나타낸다.

- 가스 누설(가스 압력), 사고 구간 파악(가스압력 급변) • GCB 조작기구 불안정(개극 시간)
- GCB 제어부 불안정(Trip Coil 단선)

#### 다. 고압 GIS

- 절연 열화(부분 방전) • 이상 과열(가스 온도) • 가스 누설(가스 압력)
- VCB 조작기구 불안정(개극 시간), VCB 제어부 불안정(Trip Coil 단선)

#### 라. 고압 스위치기어

- 절연 열화(부분 방전) • 절연 열화(누설 전류), 국부 과열
- VCB 조작기구 불안정(개극 시간), VCB 제어부 불안정(Coil 단선)

### 4. 수변전설비의 예방보전 시스템 사례

#### 가. 변압기의 예방보전 시스템

변압기 내부의 잠재적인 위험 결함 요소들을 사전에 진단하고 예방하는 시스템이며, 고장 위치 추정은 인접한 센서(Acoustic Emission Sensor)의 신호크기 차이와 주파수 스펙트럼을 비교하여 수행한다. 부분방전 위치를 추정하기 위하여 주파수 분석법을 기반으로 부분방전 실시간 및 이벤트 데이터를 이용한다.

나. GIS 예방진단시스템

GIS 내부의 잠재적인 위험 결합 요소들을 사전에 진단하고 예방하는 시스템이며, 최대 6개의 PD모듈을 내장하고 있고 각 PD 모듈은 부분방전 신호를 실시간으로 취득하여 2D 형태의 배열로 표현한다. 여기서 사용하는 UHF 부분방전 센서는 부분방전이 발생하게 되면 GIS 내부를 빛의 속도로 이동하는 전자기파가 생성되고, 전자기파는 내부 또는 외부의 UHF 부분방전 센서를 통하여 취득한다.

5. 예방보전의 전망

상태 감시, 진단을 기본으로 하는 예지보전시스템의 도입은 앞으로 점점 보급이 확대될 것으로 예상되며, 센서류의 비용이 증가되기 때문에 온라인과 오프라인을 병용하는 보다 합리적인 시스템 구축이 요구된다. 앞으로 설비진단을 위한 엑스퍼트 시스템, 인공지능 등을 응용하는 진단시스템의 인텔리전트화라는 방향으로 진전될 것으로 예측된다.

☞ 추가 검토 사항

1. 설비진단에 적용되는 측정기술별 각종 센서의 현황을 살펴보시기 바랍니다.

측 정	센 서	적용 사례
진동 측정	<ul style="list-style-type: none"> <li>진동센서</li> <li>파형처리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Shaft 열화진단</li> <li>Unbalancing 조정</li> </ul>
음향 측정	<ul style="list-style-type: none"> <li>음향센서</li> <li>초음파센서</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Shaft 손상검출</li> <li>부분방전 방전음 검출</li> <li>초음파 탐상법</li> </ul>
온도 측정	<ul style="list-style-type: none"> <li>열전대 온도계</li> <li>저항 온도계</li> <li>방사선 온도계</li> <li>적외선 센서</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>권선 온도감시</li> <li>Shaft 온도감시</li> <li>회전부 온도감시</li> <li>온도분포에 이상 손실 발생부위 검출</li> </ul>
유량 측정	<ul style="list-style-type: none"> <li>유량 센서</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>냉각수량</li> <li>냉각 이량의 측정</li> </ul>
왜형 측정	<ul style="list-style-type: none"> <li>변위 센서</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>응력 측정</li> </ul>
광 측정	<ul style="list-style-type: none"> <li>광센서</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>차단기의 스토로크 특성의 측정</li> <li>가스절연 내부 이상검지 기능</li> </ul>
화학 계측	<ul style="list-style-type: none"> <li>가스크로마토 그래프 가스센서</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>변압기 유중 가스분석</li> <li>윤활유 진단</li> </ul>

[참고문헌]

1. 전기설비의 진단기술, 전기저널지
2. 광희로 외, 전기설비의 절연열화진단기법, 전기학회지