

건축전기설비기술사 문제 해설

김세동 | 두원공과대학 교수, 공학박사, 기술사(kimse@doowon.ac.kr)

문제 전기설비 사고를 사전에 방지하기 위한 온라인 진단방법에 대해 설명하십시오.

☞ 본 문제를 이해하기 위해서는 스스로 문제를 만들고, 답을 써보시오. 그리고, 기억을 오래 가져갈 수 있는 아이디어를 기록한다.

항 목	Key Point 및 확인 사항
가장 중요한 Key Word는?	예방진단기술
관련 이론 및 실무 사항	1. 전력기기의 예방보전 방법에는 어떠한 방법이 있는지 알고 있나요? 예를 들면, 사전 예방 및 사후 진단 방법이 있을 수 있지요. 2. 전력용 변압기의 예방진단방법을 알고 있나요? 3. 가스절연개폐장치의 예방진단방법을 알고 있나요? 4. 폐쇄형배전반의 예방진단방법을 알고 있나요? 5. 전력기기에서 부분방전으로 인한 열화가 가장 많은 것으로 지적되는데, 부분 방전의 종류와 특징에 대해서 알고 있나요?

해설

1. 온라인 예방진단기술의 개요

진단기술은 그 목적에 따라 이상의 발생을 미리 감지하여 손실을 예방하는 목적의 '예방 진단' 과 이상이 발생하면 이를 신속하게 식별하여 손실을 최소로 하는 목적의 '사후 진단' 으로 분류할 수 있다.

전기설비에서의 예방 진단은 주로 상시 감시가 용이한 개개의 설비를 대상으로 현재의 설비 상태를 감시하고 이상 징후의 조기 검출을 통하여 고장을 사전에 예방하고자 하는 것이므로, 따라서 예방 진단에서는 각 설비에 대한 징후를 판단하여 이상 유무를 정확하게 식별하고 이를 토대로 설비의 수명 등을 예측할 수 있는 기술들이 필요하다.

2. 전력용 변압기의 예방진단기술

1) 부분방전 On-line 진단 방법

(1) 개요 : 전기사용(On-line) 상태에서 컴퓨터를 통하여 전력설비의 부분방전 상태를 감시, 진단할 수 있는 시스템이다.

(2) 센서의 종류와 특징

- ① 음향방출(AE) 센서 : 100kHz~300kHz, 45dB의 공진형 센서
- ② 초음파센서 : 규정된 레벨이상의 펄스에 의해서 일정 주기를 갖는 펄스로 크기와 개수를 저장, 표시
- ③ 로그스키 코일(고주파전류센서) : 100kHz~500kHz, 40dB의 CT형 센서
- 부분방전에 의한 전류 펄스를 검출

2) 절연유 ON-line 진단시스템

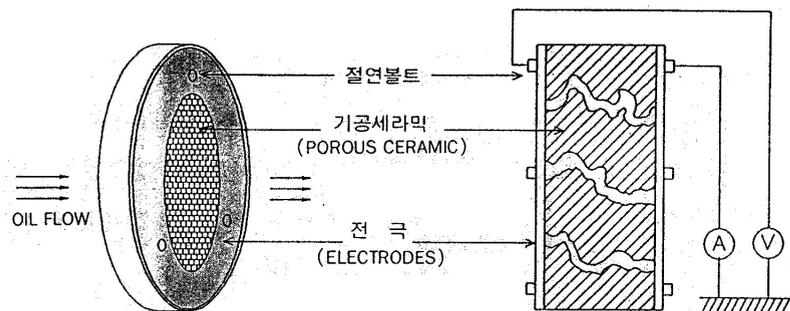
(1) 개요 : 전기사용(On-line) 상태에서 컴퓨터를 통하여 절연유 열화 상태를 감시, 진단할 수 있는 시스템이다.

(2) 절연유의 주기적 점검 필요성

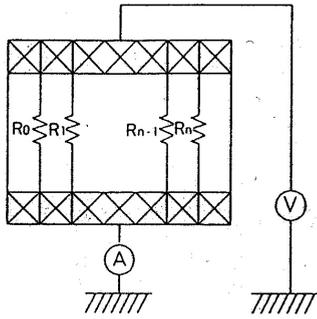
변압기는 고압을 사용전압인 저압(200V, 380V)으로 변환하여 주는 기기로, 1,2차 권선과 철심 및 절연물질인 절연유(Oil)로 구성되어 있다. 절연유는 고압권선과 외함 사이 또는 고압권선과 저압권선 사이를 절연시켜 사고를 방지하는 역할을 하고 있다. 이 절연유의 수명이 다하면 절연이 파괴되어 누전, 합선 등의 사고가 발생하여 큰 피해를 야기시킨다. 따라서, 절연유를 주기적으로 점검하고 관리하는 것이 필요하다.

(3) On-line 진단방법

- ① 개요 : 변압기 내부에 절연유 열화상태를 감지할 수 있는 PCS(porous ceramic sensor : 절연유 열화센서)센서를 내장시켜, 변압기가 운전 중에도 외부에서 간단한 방법으로 절연유의 열화상태를 판정할 수 있다.
- ② 센서 원리 : 절연유의 열화가 진행됨에 따라 유중에서 가스와 도전성 파티클 등이 발생을 하게 되는데, 이 도전성 파티클 등은 센서에 흡착하게 되며, 이때 센서 양단에 DC전압을 인가하여 측정되는 누설전류 값으로 절연유의 열화상태를



(a) 센서 원리



양 호	$nA = V/R_0$:60nA 이하
요주의	$nA = V / (\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2})$:60~120nA
불 량	$nA = V / (\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n})$:120nA 이상

(b) 절연유의 평가기준

그림 1. 절연유 온라인 진단원리 및 평가기준

판단한다. 즉, 진단시스템(예, TOID System)은 절연유중에 부유하고 있는 도전성 물질(Carbon등)의 양에 따라 변하는 누설 전류를 검출하여 이상상태를 진단한다(그림 1 참조).

3) 온라인형 유증가스 분석장치

- (1) 개요 : 유입변압기는 내부 고장으로 방전이 발생하면 주로 아세틸렌이나 수소가스가 발생하고, 과열이 발생하면 메탄, 에틸렌, 이산화탄소 등이 발생한다. 이들 발생 가스량을 분석하고, 내부 이상 판정을 시행하는 장치가 유증가스분석장치이다.
- (2) 종래의 방법 : 현장에서 채취한 기름을 가스 크로마토그래피로 분석한다.
- (3) 온라인 방법 : 반도체 센서나 전해식 센서를 이용해서 수소, 메탄, 일산화탄소, 에틸렌, 에탄, 아세틸렌, 가연성가스 총량을 분석한다.

한국전기연구원 선종호 박사팀은 2004년도 6월에 변압기 절연유의 가스성분 분석 결과를 입력하면 순환전류, 전압유도, 접촉 불량, 와전류, 코어 접지물 사이의 다중접지 등 각종 전기적 특성과 열화 정도를 예측할 수 있는 '지능형 유입변압기 유증가스분석 프로그램'을 개발하였다.

3. GIS(가스절연개폐장치)의 예방진단기술

GIS(Gas Insulated Switchgear)는 주회로가 탱크로 뒤덮인 밀폐구조로 되어 있기 때문에 눈으로 상태 확인을 하기가 어려우며, GIS의 예방진단은 매우 중요하다.

1) 온라인형 부분방전 검출장치

실제로 현장에서 일어날 수 있는 이상의 요인으로는 탱크 내로의 이물 침입, 접촉 불량, 보이드 크랙의 생성 등이 있고, 이들의 이상으로 발생하는 부분방전을 검출하는 각종 방식이 실용화되고 있으며, 온라인 검출방식을 들면 다음과 같다.

(1) 전기적 방법

- 내부 안테나방식(절연스페이스 매입 전극) : GIS 탱크 내에서 부분방전으로 발생하는 전자파를 절연스페이스로 매입된 전극을 중간 전극으로 검출하는 방식

- 외부 안테나방식(전압차동형) : GIS 내부에서 부분방전으로 탱크 플렌지 절연부에 발생하는 전자파를 공진회로, 차동앰프로 검출하는 방식

(2) 기계적 방법

- 진동검출방식(초음파 센서) : GIS 내부의 부분방전이나 이물의 진동으로 발생하는 탱크의 기계적 진동을 가속도센서(AE 센서)로 검출하는 방식

2) 온라인형 LA 누수전류 측정장치

피뢰기는 최대 서지 혼입이나 흡습이 진행되면 최종적으로 누수전류의 증가로 이상이 나타난다. 이 때문에 GIS 내에 수납되어 있는 피뢰기의 접지선에 전류센서를 설치하고 누수전류를 상시 감시하는 온라인형 누수전류 측정 장치가 도입되고 있다.

3) UHF PD 예방진단시스템

(1) 개요

GIS 내에 전기적인 결함으로는 도전성 파티클이나 부유전극, 돌출전극, 절연체 내 공극 등이 다양하게 존재하며, GIS 내 전극에 고전압이 인가되면 이러한 결함들은 대부분 부분방전(PD) 현상을 수반하게 된다. 이렇게 생성된 부분방전에 의해 전자파가 발생하여 밀폐공간 내에서 GIS 길이 방향으로 빛의 속도로 전파하게 된다. 전자파의 주파수 대역은 수 MHz에서부터 수 GHz에 이르기까지 광범위한 분포를 보인다.

(2) UHF PD 신호검출용 센서 이용 예방진단

UHF 신호용 센서의 검출대상 주파수 대역은 300MHz에서 2,000MHz 범위로 한정하고 있으며, 센서로 검출된 전자파 신호를 처리하여 부분방전 결함을 검출한다. UHF 신호용 센서는 GIS 내부에 설치하는 내장형과 GIS 외부에 설치하는 외장형이 있다.

※ 피에스디테크는 'GIS UHF 부분방전 상시감시시스템'을 개발하였다. GIS 감시를 위하여 이전에는 수분 분석, 가스분석, 초음파 진단 방법 등이 사용되었지만, 최근에는 초광대역(UHF, Ultra High Frequency) 진단방법을 개발하여 국내에서도 활발히 적용되게 되었다.

이 시스템은 광대역 초고주파 부분방전 신호를 5pC 이하까지 측정할 수 있는 센서 제작 기술, 주파수 전환기술, 광대역 신호처리기술, 노이즈 저감기술, 고정밀 RF 회로 설계기술, 현존 최고의 DSP 기술, 각종 통신방식 구현기술 등 다양한 첨단기술이 탑재되었다.

4. 폐쇄배전반 이상감시 시스템

1) 개요

고전압 전력기기(차단기, 큐비클 내부 기기, Mold변압기 등)의 과열, 접촉불량 등의 이상발생시 전자파가 발생된다. 이 전자파는 광대역에 걸쳐서 발생하며, 교류전압 60Hz

의 주기성과도 연관성을 가지고 있다.

2) 기존의 진단 방법

- 육안 측정
- 코로나 측정
- 적외선 측정

3) 새로운 진단방법

전력기기의 접촉 불량 등으로 발생하는 전자파를 무지향성의 광대역 안테나를 사용하여 여러 방면에서 방사되는 전자파를 검출하고 60Hz 전원주파수와 비교하여 발생 시간차, 간격 등으로 열화의 진단상태를 온라인 진단한다.

5. 맺음말

밀폐형 전력기기 중 주변압기와 개폐장치(GIS)는 주된 기술발전의 방향이 고신뢰형이 전제된 집적화, 장수명, 무고장화에 초점이 맞춰져 절연의 상태를 효과적으로 감시하여 고장 전에 신뢰성을 회복시키는 상태기준의 유지관리기법(Condition Based Maintenance)에서 최근 고도의 경제성 개념이 접목된 신뢰성 중심의 유지관리기법(Reliability Based Maintenance)으로 개념 변화를 가지고 있으며, 앞으로는 전력기기를 유비쿼터스형 자율신경계 단계에서 절대 신뢰성을 가질 수 있는 기기로 발전해 나갈 것을 전망된다.

[참고문헌]

1. 김광화, 전력기기 진단기술, 전기안전
2. 川北浩司, 변전설비에 대한 센서 적용기술, 월간 전기, 2004. 9
3. 윤진열, 가스절연개폐장치의 예방진단기술, 전기의 세계, 제52권, 제12호, 2003
4. 선종호, 김광화, 유중가스분석에 의한 변압기 이상진단법 기술동향, 전기의 세계, 제52권, 제12호, 2003
5. 선종호, 변압기 진단 인터넷으로 손쉽게, 한국전기신문, 2004.6.7
6. 강창원, GIS UHF 감시시스템 국산화, 한국전기신문, 2004.11.1



 1980년 한양대학교 전기공학과 졸업, 1986년 동대학원 졸업,
 2000년 서울시립대학교 전기전자공학부 대학원 졸업(공학박사),
 한국전력공사 건설처 근무, 한국건설기술연구원 수석연구원 역임,
 현재 두원공과대학 교수, 건축전기설비기술사,
 당 협회 편수위원, 내선규정전문위원회 위원