

변전기기 예방진단 시스템의 적용 - 765kV 변전소 예방진단 시스템

권동진 최인혁 유연표 정시환 최영준 최대희 김경근
 * 한국전력연구원 ** 한국전력공사 *** 주식회사 효성

The Application of Preventative and Diagnostic System for 765kV Substation

D. J., Kweon I. H., Choi Y. P., Yoo S. H., Jung Y. J., Choi D. H., Choi K. K.
 Korea Electric Power Research Institute ** Korea Electric Power Corporation *** Hyosung

Abstract -In this paper we introduce preventative and diagnostic systems developed to prevent substations from accidental fault of electric power transmitting apparatus.

We propose monitoring and diagnostic system for ultra high voltage GIS and main transformer of 765kV substations as an example of preventative and diagnostic techniques being applied in Korea.

We also present a guideline to construct and manage an expert system for this purpose.

Finally, an engineering solution as a substation management support system is proposed.

Keywords: Ultra high voltage transmitting apparatus, Preventative Diagnostic, MTR, GIS, Expert system

1. 서 론

국내에서 765kV 송/변전 라인의 상업운전이 가시화 되면서 사고시의 간과할 수 없는 과급효과와 고가의 변전기기 운영에 따른 효과적인 유지보수 등 고장예측과 상시진단 등의 기술정립이 필요하게 되었다.

이에 대비하여 한편에서는 1998년부터 관련 연구를 시작하였으며, 최근 2년간의 연구에서는 변전기기 및 감시 제어 설비 메이커와 더불어 극초고압 기기에 적용하기 위한 예방진단 시스템 개발을 추진하는 한편 기기의 효과적인 진단, 보수를 위한 예방진단 전문가 시스템 개발에 착수하였다.

극초고압 변전기기에 적용하기 위한 구체적인 상태감시 기법과 적용 센서류 항목선정, 진단기법의 개발 등이 현재 마무리단계에 있으며, 765kV 상업운전에 앞서 345kV급 변전소에 시범적용하여 시 운전중에 있다.

본 논문에서는 위의 사항과 관련되어 최근까지 진행되어 온 일련의 연구에 대한 방향을 조명하고 MTR, GIS분야로 나누어 지는 진단항목과 기법을 살펴보고 전문가 시스템의 향후 전망을 제시하고자 한다.

2. 본 론

2.1 예방진단 관련 개발 및 추진현황

지금까지의 변전기기 예방진단 관련 연구추진 현황 및 계획을 아래 <표 1>에 나타내었다

산학연별 추진현황	90	98	99	00	01
Academic Circles					
PD/Wear Phenomenon Analysis	○				
Wearing mechanism research	○				
KEPCO/KEPRI					
Aging/Accident Reporting		○			
Collect Diagnosis Knowledge base		○	○	○	
Selecting Proper sensors for Items			○	○	
Heavy Electric Industries					
Develop Sensor applications			○		
On Line Monitoring Technique			○	○	
Develop data acquisition Apparatus			○	○	
Common					
System Integration			○		
Construct Knowledge Base			○	○	
Construct expert system				○	○
Apply 345kV as Test Run				○	
Apply 765kV diagnosis system					○

<표 1> 연구추진 현황 및 계획

2.2 각 기기별 감시 항목

2.2.1 극초고압 주 변압기

절연유 열화

절연유를 활성상태에서 샘플링하여 용존하는 H₂, C₂H₂, C₂H₄, CH₄, C₂H₆, CO, CO₂, H₂O 등 7성분 가스의 양을 분석한다. 용존하는 가스의 양에 따라 한전 내부의 진단기준<표 2> 또는 국제규격인 IEC standard 599 - 1978에 의한 열화 진단을 행한다.

	Normal	Warning	Alarm	Urgent
H ₂	400 이하	400 이상	800 이상	1200 이상
CO	350 이하	350 이상	600 이상	800 이상
C ₂ H ₂	20 이하	20 이상	60 이상	120 이상
CH ₄	250 이하	250 이상	750 이상	1000 이상
C ₂ H ₄	250 이하	250 이상	750 이상	1000 이상
C ₂ H ₆	300 이하	300 이상	750 이상	1000 이상
CO ₂	5000 이하	5000 이상	7000 이상	
C	1000 이하	1000 이상	2500 이상	4000 이상
Change/M	200 이하	200 이상	200 이상	300 이상
Frequency	1년	3달	1달	즉각

<표 2>유증가스 진단치(단위:ppm - 한전)

부분방전

변압기 내부의 부분방전은 초음파 센서를 이용한 부분방전 음향검출기법과 누설전류 측정에 의한 부분방전 검출기법 두 가지를 병행한다.

변압기 내부 부분방전은 주로 권선의 절연파괴에 기인하는데, 이는 누설전류를 증가시키고, 부분 방전음을 발생. 따라서 절연파괴 이전에 증가하는 누설전류를 측정하고, 방전음을 초음파 센서를 이용하여 외부 노이즈의 영향을 제거한 부분 방전신호를 검출함으로써 부분방전 진행부위를 추정함

순환계통

절연유온도 및 냉각팬, 절연유 순환용 펌프모터의 과부하를 감시한다. 절연유의 과열과 이에 따른 냉각팬의 작동유무 및 순환펌프의 작동유무를 감시하여 순환계통의 고장여부를 유추하고, 냉각팬 및 순환펌프의 모터 동작전류를 상시 감시함으로써 기계적 이상을 검출한다.

OLTC(On-Load Tap Changer)감시

OLTC의 경우 지속적인 탭 절환으로 발생할 수 있는 점점의 마모상태(점점수명 예측)와 탭절환 매커니즘의 기계적 특성을 점검한다. 점점마모상태는 탭절환시의 토오크와 상관관계가 있으며, 기계적 이상상태는 탭절환속도를 측정함으로써 유추한다.

활선점유장치

점유장치는 계통에 걸리는 압력을 검출하여 그 추이를 살피고, 필터의 적절한 교체시기를 결정하기 위해 감시

한다.

2.2.2 가스 절연 개폐기 (GIS)

부분방전

GIS에서의 부분방전 검출은 UHF Coupler를 이용한다.

SF6 GAS 밀도

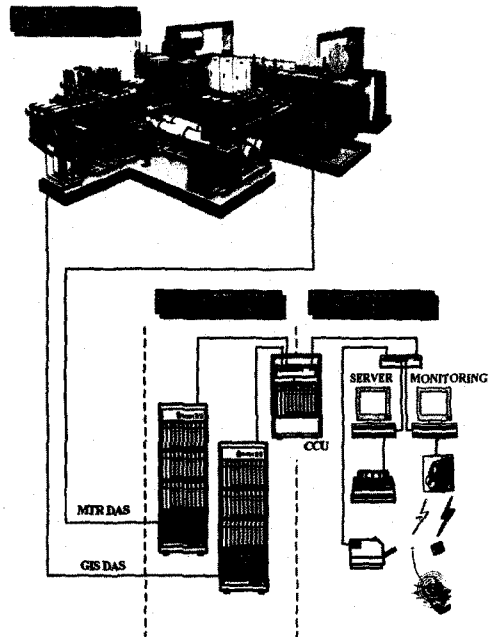
GIS의 절연매체인 SF₆ gas의 충전상태를 밀도센서를 이용하여 상시 감시한다. 센서는 가스구획별로 1개씩 부착하여 누기를 감시하며, 각 구역에서 순간적인 밀도변화가 생기지를 감시하여 부분방전의 검출에도 간접적으로 이용하도록 한다.

피뢰기 누설전류

피뢰기는 GIS에서 가장 우선적인 보호장치이므로, 반드시 기기가 적절히 동작하는지에 대하여 검사하여야 한다. 800kV/362kV GIS용 피뢰기의 내부 ZnO 소자의 열화를 감시하여, 피뢰기의 누설전류를 계산한다. ZnO 소자가 열화되면 누설전류 중 저항분 전류가 증가하는 경향을 이용하며 이의 측정을 위하여 3고조파 성분을 측정하여 진단을 행한다.

2.3 모니터링 시스템 구축

위에 서술한 상태감시 적용항목의 센서로부터 검출되는 값을 각 변전소의 local control room에 설치된 데이터 취득장치로 검출하고, 이를 중앙 사령실의 host computer에 전송하여 감시데이터의 DB를 구축한다.



<그림 1>시스템 개념도

모니터링 시스템의 감시화면은 WEB 기반으로 설계되어 변전소 이외의 장소에서도 Internet을 통해 상시 감시가 가능하다.

모니터링시스템의 구성과 관련한 개념도가 <그림 1>에 도시되어 있다.

2.4 전문가 시스템

변전기기 예방진단 시스템의 효과적 운용을 위한 전문가시스템의 구축을 위해서 먼저 해당 기기들의 특성 데이터는 물론 기존 변전기기들의 고장형태 및 이에 매칭되는 특징적 현상, 여러 가지 사고상황에 대한 개개의 정황에 대한 자료 등 많은 경험적 데이터가 필요하다.

이를 위해 먼저 이 계통의 전문가들의 의견을 수집하고 이를 근거로 KB를 구성하며, 이들 데이터로 추론규칙을 만들어 사고상황의 예측 및 대처방안을 제시하도록 한다

PUMP(MTR) 과 UHF Coupler, SF6 Gas Density, LA Leakage Current를 적용하였다.

3. 결 론

765kV 변전소의 건설에 따라 예방진단시스템은 이들 변전소에 필수 장비로 의무적으로 부착되어야 하며, 기존의 345kV급 이하의 변전소에도 확장, 적용하여 변전소의 운영효율을 높이는 방안이 검토되고 있다.

또한 변전소 예방진단 이외에도 여기에 사용된 첨단 고전압 부분방전 감시기술, 고속 데이터 취득 및 분석기법 및 전문가시스템 등의 운영기술을 이용하여 발전소용 고압전동기의 열화진단, 배전설비 예방진단 시스템 및 전력계통의 종합 P&C 시스템으로의 확대적용이 검토되고 있다.

[참 고 문 헌]

- [1] D.J., Kweon et al: Development of the preventive diagnostic expert system of gas in oil power transformer , KIEE annual spring conference, pp1019~1021, 1999
- [2] I.H., Choi et al: Basic design of the preventive diagnostic expert system for 765kV substation equipments , KIEE annual summer conference, pp2133 ~ 2135, 1999

항 목		데이터 형식	평가 방법
MTR	부분 방전	numeric	경향, 피크치
	유중 가스	numeric	평균, 총량
	활선정유장치압력	numeric/status	경향
	외기 온도	numeric	평균
	절연유면 레벨	numeric	경향, 피크치
	OLTC	numeric/status	경향
	냉각 팬	numeric/status	피크치
	냉각 펌프	numeric/status	피크치
GIS	SF ₆ 가스밀도	numeric	경향, 평균
	CB 투입/차단시간	numeric	평균
	피뢰기 누설전류	numeric	평균
	부분방전	numeric	경향, 피크치

<표 3>진단데이터 특성 및 평가방법

또한 지속적인 운전에 의해 얻어지는 데이터와 발생하는 사건을 자료로 하는 학습능력을 갖추도록 한다. 학습에 의한 현상유추기법은 최근 많은 분야에서 우수성을 입증받고 있는 역전파 인공신경회로망 이론을 적용한다.

<표 3> 에는 각 기기별 진단요소에 대한 데이터 특성과 평가방법을 나타내었다.

2.5 시범적용 현황

2000년 5월부터 경남 의령에 위치한 345kV 변전소에 시범 적용되어 운전중에 있으며 적용 항목은 앞서 기술한 항목 중, 초음파, 유중가스, 절연유 온도, FAN,