

245kV GIS용 전자식변성기 개발

김영민*, 김민수*, 김정배*, 이학성*
(주)효성중공업연구소*

The Development of Electronic Transformer for 245kV GIS

Young-Min Kim*, Min-Soo Kim*, Jung-Bae Kim*, Hahk-Sung Lee*
HYOSUNG Corporation Power & Industrial Systems R&D Center*

Abstract - 지금까지 변전소나 발전소에서 전류, 전압을 측정하는 수단으로서 주로 철심과 권선으로 구성되어진 변류기(CT), 계기용 변압기(PT)가 사용되어져 왔다. 최근, 2차측의 계측기나 보호 Relay의 Digital화가 진전되어져 있다. 또한, Digital Network로 총합한 Intelligent 변전소가 시범적으로 구축되어짐에 따라 Digital Network에 대응한 초고압용 신형 CT, VD가 요구되어지고 있다.

상기와 같은 요구로 인해 당사에서는 기존의 CT·PT의 단점을 보완할 수 있는 245kV GIS용 로고스키코일형 CT와 Capacitive Voltage Divider를 개발 중에 있으며, 센서 자체의 특성시험에서 IEC 60044-7, 8 Class 기준을 만족하는 특성을 얻을 수 있었다.

이러한 신형 CT·VD의 적용으로 종래의 CT·PT가 차지하는 공간이 필요 없게 되어 컴팩트한 GIS의 구조가 가능하게 될 것이다.

1. 서 론

전력 수요가 급격히 증가하면서, 전력설비의 초고압화 및 대용량화가 요구되고 있고, 한편으로는 전력의 안정적인 공급과 효율적인 이용이 절실히 필요한 실정이다. 이에 따라, 현재 대부분의 송전 시스템은 345kV 급으로 운용되고 있으며, 최근에는 신송전선로에 765kV급을 적용하고 있다.

이와 같이 초고압 환경에서 전류, 전압의 정확한 계측을 위해 사용되는 철심형 변성기 및 권선형 변류기는 절연특성, 기계적 강도, 내진성, 경제성 등의 많은 문제점을 안고 있다. 더욱이 고전압이나 대전력 환경 하에서는 각종 임펄스성 전압, 전류 그리고 자연계의 기상 변화에 의한 뇌서지 등이 직/간접적인 경로를 통해 각종 발전전소의 계측, 제어장치에 좋지 않은 영향을 주고 있다.^[1]

최근 변전소의 디지털화와 기존의 CT의 단점들이 부각되면서 로고스키코일형 CT가 대안으로 등장하고 있다. 이러한 시도가 이루어지는 가장 큰 이유는 기존의 철심형 CT가 포화특성을 가지는데 반해 로고스키코일형 CT는 공심형으로 철심이 없기 때문에 전 영역에 대해서 선형적인 출력특성을 나타내어, Relay용과 Metering용으로 나뉘어 사용되어 오던 철심형 CT를 단 한개의 로고스키코일형 CT로서 계측 및 보호가 가능하다는 것에서 기인한다.^[2]

상기와 같은 철심포화에 따른 측정 전류의 상한이 없는 로고스키코일형 CT로 대체할 경우, GIS의 소형·경량화를 도모할 수 있으며, 철심형 CT와는 달리 저전압으로 출력이 나오므로 디지털 Relay에 적합하다.

한편, 기존의 GIS에 설치되는 계기용 변성기(PT)에 있어서는 PT가 연결되는 모선의 마지막 차단기가 개방 될 때 차단기 극간의 충전용량과 모선의 대지간 충전용량에 의해 결정되는 용량성 리액턴스와 모선 유도전압에 의해 포화된 PT의 유도성 리액턴스가 직렬로 결합하여 LC 공진 현상이 일어나고, LC 공진현상에 의해 매우 높은 주파수의 과도전압을 발생시키는 철공진 현상을 발생시켜 결국은 GIS의 절연파괴를 초래하게 하는 단점을 지니고 있었다.

상기와 같은 철공진에 대한 방지대책이 가능하며, 사이즈면에 있어서도 축소화가 가능한 CVD(Capacitive Voltage Divider)를 적용함으로써 GIS를 보다 신뢰성 있고, 안정하게 운전하고자 한다.

이에 발맞춰 당사에서는 초고압 GIS용 로고스키코일형 CT 및 CVD를 개발하고 있으며, 본 논문에서는 현재까지 진행된 개발 상황에 대해서 서술하도록 하겠다.

2. 본 론

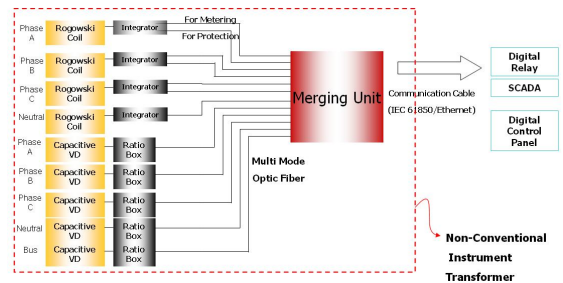
2.1 전자식 변성기 시스템 구성

당사에서 구축하고자하는 245kV GIS용 전자식 변성기의 전체 시스템 구성도는 그림1과 같이 구성된다.

먼저, 전류측정을 위한 센서로는 로고스키코일 및 디지털 적분기를 사

용해서 Protection용과 Metering용의 출력신호를 광통신을 이용해서 신호취합 및 전송장비인 Merging unit으로 전송하며, 이와 마찬가지로 전압측정을 위한 센서로서 CVD 및 RatioBox를 사용하여 측정된 신호를 Merging unit으로 전송하게 된다.

전류/전압센서로부터 신호 취합 및 상위시스템으로의 신호 전송을 담당하는 Merging unit은 GIS 1Bay 당 1대가 필요하며, 변전소 내 현장에 설치되게 된다. 또한, 본 시스템 구성도는 전자식 변성기 관련 규격인 IEC 60044-8에서 규정하고 있는 내용이다.



<그림 1> 전자식 변성기 시스템 구성도

2.2 로고스키코일형 CT

2.2.1 로고스키코일형 CT 측정원리 및 제작

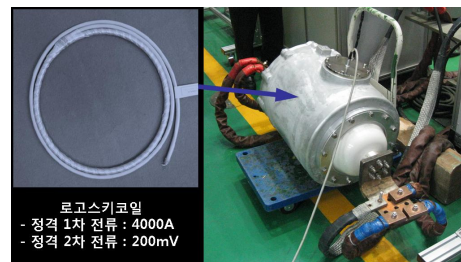
245kV GIS용 로고스키코일형 CT는 전류측정을 위한 공심코일로 이루어진 검출부와 적분기로 이루어진 신호처리부로 나누어진다. 공심 코일부는 시변전류를 측정하는 센서로서 로고스키코일의 출력전압은 코일을 관통하는 전류와 코일간의 상호인덕턴스와 전류의 시간변화에 비례하며, 널리 알려진 바와 같이 다음 식으로 표현할 수 있다.

$$E = M \frac{dI}{dt} \quad (1)$$

여기서, E : 로고스키코일의 출력전압[V], M : 상호인덕턴스[H], I : 로고스키코일 관통전류.

식 (1)에서와 같이 로고스키코일의 출력은 전압이므로 적분회로를 적용한 그림3과 같은 적분기를 이용하여 최종 출력 전압 V 를 구함으로써 로고스키코일의 관통전류 I 를 얻을 수 있다. 적분기는 전처리 Bandpass Filter와 디지털 적분기 등으로 구성되어 있다.

그림2는 GIS용 Tank 내장 Type 로고스키코일형 CT와 시험챔버 이다.



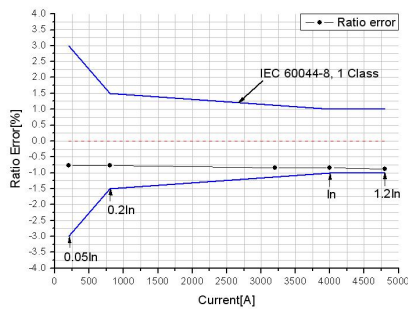
<그림 2> 로고스키코일 및 시험챔버



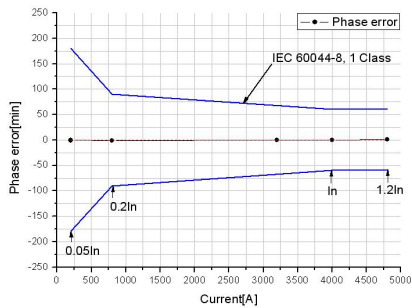
〈그림 3〉 디지털 적분기

2.2.2 로고스키코일형 CT 특성시험

상기의 그림2와 같이 제작된 로고스키코일을 시험 챔버에 설치하여 시험을 수행하였으며, 로고스키코일의 자체 특성을 확인하기 위해 적분기를 제외하고 시험을 수행하였다. 로고스키코일의 정격1차전류(4000[A])의 5[%], 20[%], 80[%], 100[%], 120[%]를 로고스키코일을 관통하는 도체 인가하였을 때, 로고스키코일의 출력을 측정하여 기준값과 비교함으로써 오차특성을 확인하였다. (정격 4000[A]/200[mV])
 그 결과 IEC 60044-8의 1Class 규격에 출력·위상오차가 만족한 특성을 보이고 있음을 그림 4, 5를 통해 알 수 있다.



〈그림 4〉 로고스키코일형 CT 오차 특성

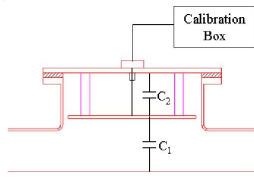


〈그림 5〉 로고스키코일형 CT 위상오차 특성 그래프

2.3 Capacitive Voltage Divider

2.3.1 CVD 측정원리 및 제작

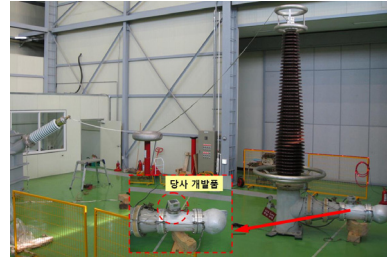
그림 6에서와 같이 245kV GIS용 CVD 내부에 Floating된 Plate와 Conductor 사이의 정전용량 C1과 Floating된 Plate와 대지간의 정전용량 C2의 분압 형태로서 GIS의 전압을 측정하게 되며, 측정된 전압은 Calibration Box와 센서 후단의 RatioBox를 통해서 정격 1차전압에 대한 4V/2V 전압신호를 출력하게 된다. 그림 7은 시험챔버에 설치된 CVD를 나타내고 있다.



〈그림 6〉 CVD 측정원리

CVD는 GIS 내부에 설치되므로 GIS 운전이 영향을 없도록 절연설계를

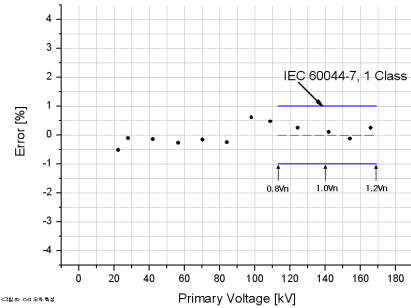
하였으며, CVD 절연내력을 확인하기 위하여 임펄스내전압시험(1050kVp ± 15회)와 상용주파내전압(460kVrms, 1분)을 실시하여 양호한 결과를 얻었다.



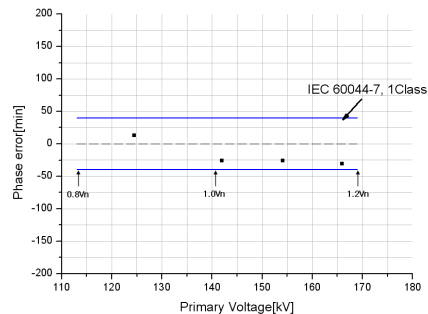
〈그림 7〉 CVD 특성 시험

2.3.2 CVD 특성시험

CVD의 성능을 확인하기 위하여 시험용 챔버를 이용하여 정격 1차전압 141[kV]의 10~120[%]의 전압의 10[%]씩 상승해 가면서 CVD의 입·출력 특성 시험을 수행하였다. 그림8, 9는 CVD의 오차·위상오차특성을 나타내고 있으며, 관련 규격인 IEC 60044-7의 1Class 기준을 만족하고 있다.



〈그림 8〉 CVD 오차 특성



〈그림 9〉 CVD 위상오차 특성

3. 결 론

본 논문에서는 기존의 철심형 CT의 포화특성과 PT에 의한 철공진 현상에 대한 대비책으로서 당사에서 개발 중인 245kV GIS용 로고스키코일형 CT와 CVD의 개발상황에 대해 서술하였다. 이러한 디지털 출력에 적합한 CT/VD는 향후 Intelligent 변전소 및 디지털 Network에 대응하는 적합한 모델이 될 것이며, 전력기기의 축소화·경량화 및 신뢰성 높은 전력공급에 기여할 것으로 사료된다.

향후, 로고스키코일형 CT/CVD의 2차변환기인 디지털 적분기와 RatioBox를 포함한 시험을 실시할 계획이며, 신호를 취합하는 Merging unit과의 연동시험을 실시하여 전체 시스템 구성을 완성할 계획이다.

[참 고 문 헌]

[1] 김영수, "전력용 광전류, 전압센서 연구동향 조사", 대한전기학회주계학회, Vol 1, pp270-pp273, 2001
 [2] 김정배 외, "170kV GIS용 로고스키코일형 CT 개발", 대한전기학회주계학회, A권, pp479-481, 2001