

스페이스 내장형 ECT/EVT의 특성분석

박성희, 정해은, 임기조, 강성화*, 정종훈**, 김평중**

충북대학교, 충청대학*, 동우전기공업(주)**

Characteristics Analysis of ECT/EVT within Epoxy Spacer

Seong-Hee Park, Hae-Eun Jeong, Kee-Joe Lim, Seong-Hwa Kang*, Jong-hun Jeong** and Pyung-Jung Kim**

Chungbuk National Univ., Chungcheong Univ.* Dongwoo Electric Corp.**

Abstract : 전류 및 전압을 측정하는 것은 오래전부터 CT(current transformer)/PT(potential transformer)가 많이 사용되어져 왔지만, 이들은 iron core를 사용하기 때문에 포화특성이 발생하게 되어, 오차를 유발하게 된다. 이에 대한 대처 방안으로서 현재는 로고스키코일 및 분압방식을 이용한 ECT/EVT에 대한 적용이 진행이 되고 있다. ECT/EVT는 포화특성이 없고, 선형성이 매우우수하며, 소형, 경량이라는 점에서 현재 배전반의 변화 추세를 구현할 수 있는 충분한 능력을 지니고 있다. 이에 본 논문에서는 ECT/EVT를 제작하여, 특성을 분석하고자 한다. 특이점은 ECT/EVT가 EPOXY SPACER에 내장이 되어 사용이 되며, 이런 사용조건하에서의 이들의 특성이 변화 될 수 있는지를 살펴보았다. 그 결과 EPXOY 몰딩하에서도 그 선형성을 잃지 않았으며, 원하는 오차인 $\pm 1\%$ 에 부합되는 결과를 나타내었다.

Key Words : Rogowski Coil, ECT, Voltage divider, EVT, Spacer

1. 서론

전류/전압의 측정으로서 오래전부터 많은 사용이 있었던 전력용 기기는 CT 및 PT이다. 하지만, 이들은 Iron Core를 사용함으로써 무게가 많이 나가며, 와류손의 발생등의 문제점을 안고 있다. 무엇보다도 기존의 CT/PT는 포화특성(saturation characteristics)으로 인해 일정전류 이상에서는 선형적인 특성이 나타나지 않는다. 이는 곧 오차를 유발시키며, 일정 범위의 전류/전압 측정은 한 개 이상의 제품을 사용해야하는 번거로움이 있다. 이는 현재 배전반의 추세인 소형, 경량화에 대해서 많은 저해 요소로서 작용할 수 있다. 이에 대처 방안으로서 오래전부터 로고스키코일 및 전압분압방식을 이용한 전류/전압 측정방식이 지속적으로 적용이 되고 있다. 전압분압방식에는 저항분압방식(R-divider), 커패시터분압방식(C-divider), 저항-커패시터분압방식(RC-divider)가 있으며, 이중 각각의 사용상태 및 특성을 고려하여, 선택적으로 사용이 되고 있다. 또한 ECT/EVT라는 것은 전자회로를 포함한 전류/전압 측정 시스템이라는 것과 동일하다. 본 연구논문에서는 ECT/EVT의 제작 과정 및 그에 대한 출력특성을 측정하여 나타내고자 한다.

2. ECT/EVT 원리

2.1 ECT

로고스키코일은 기본적으로 에나멜 등으로 절연된 코일, 고분자 절연물(core), 리턴코일로 구성되며, 아래의 단계로 설계하였다. 다만, 고분자 절연물은 에폭시 내에서 몰딩이 되는 점을 감안하여, 테프론 재질의 것을 사용하였다.

- 측정감도(출력전압/피측정전류)를 결정한다. - 전류의 측정 범위와 적분기의 이득, 선형성, 노이즈등을 고려하여 적절한 값으로 결정.
- magnet wire diameter, 권선밀도, 코일소경, 코일 대경 산출하여 첫 번째 단계의 결과를 만족시킬 수 있도록 로고스키코일의 형상설계에 관한 적절한 식등에 의해서 n, S를 결정하고 피측정 도체의 단면을 고려하여 선경 R을 결정한다.

본 연구에서 설계하고자 하는 ECT사양은 배전급에서 사용되는 전류측정 사양과 동일하며, 2차출력특성은 180mV(at 630A), Class 1($\pm 1\%$)이다. 로고스키코일의 기본적인 원리는 암페어의 주회법칙에 의하며, 인덕턴스에 의해 유기되는 전압을 검출하여 출력을 나타내게 된다.

2.2 EVT

EVT는 기본적으로는 저항분압 방식을 적용하였다. 저항분압방식은 제작이 용이하며, 출력특성또한 양호한 특성을 보이므로, 가장 널리 사용되는 방식중에 하나이다. 저

항분압방식은 그림 1에 나와 있는 것과 같이 고압저항과 저압저항의 저항비에 따라 출력전압이 결정되게 되는 것이다.

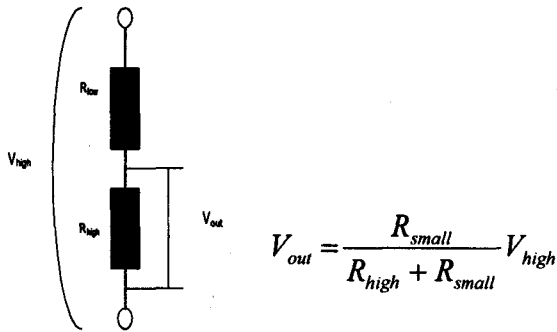


그림 1. 저항분압방식의 원리.

하지만, 본 연구의 스페이서 내장형은 공간이 협소하여 두 개의 제품을 모두 취부하는 것은 많은 어려움이 따른다. 또한 이런 관계로 저항에 직접적인 전계가 형성되어 저항의 절연특성에 상당한 우려를 끼칠 수 있다. 이 문제를 해결하기 위하여 스페이서의 두께를 20mm 증가를 시켰으며, FEM(finite element method) 해석법을 통하여 최적의 위치 파악을 하였다. 무엇보다도 저항을 보호하기 위한 corona mesh의 최적 형상 및 크기를 전계분포 해석을 통하여 분석하여 결정하였다. 또한 사양에서 원하는 출력강도인 180mV/630A를 위해 로고스키코일의 후단에 증폭기 및 적분기를 설치하여 출력특성의 보완 및 노이즈에 대한 대책을 하도록 하였다.

3. 결과 및 고찰

표 1과 2는 에폭시 성형 후의 각 ECT/EVT의 출력특성을 나타낸 것이다. ECT는 그의 선형성이 아주 잘 나타나 있으며, EVT 또한 오차범위내에서 출력특성이 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 그림 1은 ECT의 출력특성을 그래프로 표현한 것이다.

표 1. ECT output.

Input[A]	Output[mV]		Error[%]
	Theoretical	Measured	
50	4.1	4.12	-0.12
100	8.2	8.3	-1.2
300	24.6	24.4	0.8
630	51.66	51.6	0.1
1000	82	82	0
1260	103.32	102.4	0.9

표 2. ECT output.

resistor	Resistance characteristic			output characteristic			
	design	measure	error	input	output	measure	error
high	600MΩ	599.9MΩ	-0.1MΩ	13200V	1.32V	1.329V	+0.009V
low	60kΩ	60.4kΩ	0.4kΩ				

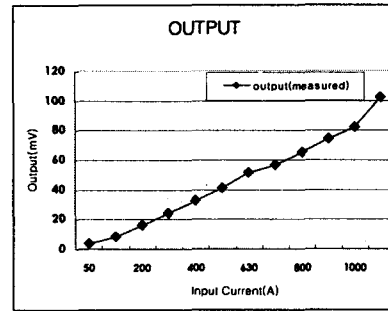


그림 2. ECT의 선형 특성.

4. 결론

본 연구에서는 기존 CT/PT의 대체품으로서 ECT/EVT의 특성을 스페이서내에 내장을 하였을 경우에 있어서 특성을 파악하고자 하였다. 그들의 특성은 규격(IEC60044-7, 8)에 명시된 특성을 만족하였다. 물론, 오차 특성에 한정되는 것이고 EMI와 관련된 특성은 예외로 하였지만, 이것은 ECT/EVT가 단독품이 아닌 다른 제품과 혼용하여 사용됨으로써 배전반의 축소 및 디지털화를 이룰 수 있는 바탕이 될 것으로 사료가 된다.

참고 문헌

- [1] John D. Ramboz, "Machinable Rogowski Coil, Design and Calibration", *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, Vol. 45, No. 2, April 1996
- [2] J. D. Ramboz, "High-current Measurement techniques, Part 2. 100kA source characteristics and preliminary shunt and Rogowski coil evaluation". *NIST Rep. NISTIR 89-4040*, Mar 1989.
- [3] Jun Kato, Tominaga T, Kuwabara N, "Improved frequency characteristics of large Rogowski coil using lighting surges observation, *Electromagnetic Compatibility. 1999 International Symposium on*, pp. 310-313, 1999.
- [4] Oates, C, "The design and use of Rogowski coils Measurement Techniques for Power Electronics". *IEE Colloquium on*, pp. 1/5-5/5, 1999.
- [5] IEC standard 60044-7, "Electronic voltage transformer", 1999
- [6] IEC standard 60044-8, "Electronic current transformer", 1999