

디지털 제어용 CT의 국제규격(IEC 60044-8)에 대한 검토

* 정영환*, 김정배*, 송원표*, 김덕수* 고희석**
 *(주)효성 중공업연구소 ** 경남대학교 전기공학과

A Study about International Standard of Digital Controlled CT

Y.H.Chung*, J.B.Kim*, W.P.Song*, D.S.Kim* H.S.Koh*
 * Hyosung Corporation ** Kyongnam University

Abstract - Conventional current transformers possess many qualities due their simplicity. However, the technological innovations now underway in the field of switchgear and substation control systems tends to underline their drawbacks. New technologies must be developed to provide users with better service quality in terms of precision, operating safety and interoperability. The current transformer presented combines simplicity and the high degree of precision offered by Rogowski coils with the processing possibilities of digital electronics.

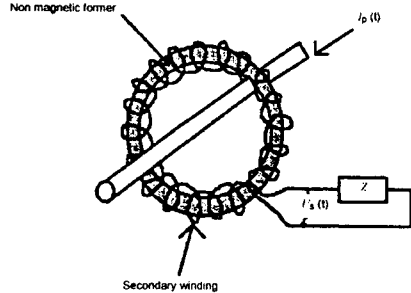


그림 1. 로고스키코일형 CT

1. 서 론

지금까지 GIS(Gas Insulated Switchgear)용 CT(Current Transformer)로는 철심형CT가 주로 사용되어왔다. 철심형CT는 제작이 매우 용이하고, 일차측 전류의 변화가 간단하다는 점에서 쉽게 적용되었다. 그러나, 변전소 제어시스템이 디지털화되면서, 철심형CT는 디지털변전소에 적용하는데 있어서 많은 단점들이 부각되고 있다. 따라서, 이러한 단점들을 보완하면서, 기존의 철심형CT의 성능을 그대로 가진 Electronic Current Transformer(이하 ECT)가 그 대체기기로 대두되고 있다. ECT에는 로고스키코일(Rogowski coil)형 CT(적분기 有 또는 無), 션트(shunt) 저항이 병렬로 연결된 철심형 저전력 CT(LPCT)가 이 범주에 포함된다.[1-3]

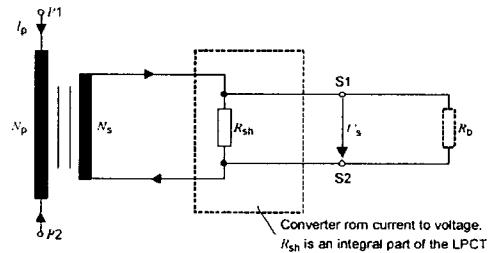


그림 2. LPCT

본 논문에서는 IEC(International Electrotechnical Commission) TC(Technical Committee) 38에서 준비중인 ECT규격 IEC 60044-8의 내용중에서, 기존 철심형CT와 공통된 부분을 제외한, 당사에서 개발 중인 170kV 50kA 2000A용 로고스키코일형CT와 관련된 내용들에 대해서 소개하고, 선진업체의 개발상황을 보이고자 한다.

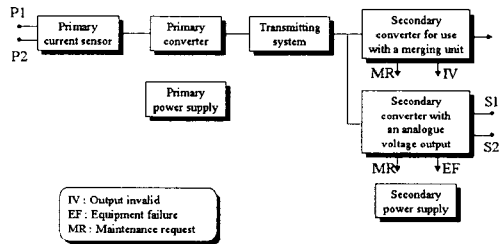


그림 3. 단상ECT의 블록다이아그램

2. IEC 60044-8

2.1 규격의 범주

IEC 60044-8은 전기적 측정장치 및 보호장치에 사용되는, 아날로그 또는 디지털 출력을 가진 ECT에 적용된다. ECT에는 로고스키코일(Rogowski coil)형 CT(적분기 有 또는 無)(그림 1), 션트(shunt) 저항이 병렬로 연결된 철심형 저전력 CT(이하 LPCT, 그림 2)가 이 범주에 포함되며, 광신호에 의한 데이터 송수신부도 포함하고 있다. 그림 3에 단상ECT를 블록다이아그램으로 나타내었다.

각각의 ECT는 자기진단에 의한 MR(maintenance request)정보와 ECT의 출력이 무효함을 알리는 IV(output invalid)정보, 그리고 기기에 고장이 발생하였음을 알리는 EF(equipment failure)정보도 내보내도록 규정하고 있다. 이러한 단상ECT들의 아날로그 출력들은 Merging Unit(이하 MU)에 모아지고, MU에서는 규격에 정의된 디지털 값으로 출력을 내보내는 것까지가 전체구성이라 하겠다. 그림 2에 전체구성을 나타내었다.

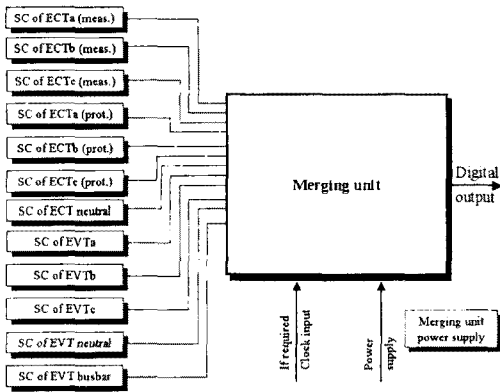


그림 4. 전체구성

MU는 ECT뿐만 아니라, EVT(Electronic Voltage Transformer)의 2차측 변환기출력까지 모아서, 각각의 신호의 동기화 등을 처리하여 디지털 출력으로 송신하게끔 정하였다.

3. 정 격

3.1 아날로그 출력

규격상에 정격 아날로그 출력(그림 1)은 정격 일차전류에서 다음과 같이 정하고 있다.

$$2.5\text{mV} - 150\text{mV} - 200\text{mV} - 225\text{mV} - 4\text{V}$$

이중에서 중저압에서 사용되는, 2차측 변환기가 없는 타입의 경우는 정격을 LPCT 센서의 경우, 22.5mV와 225mV로 정하고 있고, 공심코일의 경우에는 150mV로 정하고 있다. 그리고, 2차측 변환기가 있는 타입은 보호용(protective) 출력은 200mV, 측정용(measuring) 출력은 4V로 정하고 있다.

그리고, 이들 출력의 정격 지연시간은 다음과 같이 정해져 있다.

$$0, 50\mu\text{s}, 100\mu\text{s}, 200\mu\text{s}, 500\mu\text{s}$$

이러한 지연시간(t_{dr})은 디지털데이터를 연산, 처리, 전송하는데 요구되는 시간으로 정의되어 있다.

또한, 부담(R_b)은 다음의 저항값들로 규정되었다.

$$2\text{k}\Omega, 20\text{k}\Omega, 2\text{M}\Omega$$

총 부담은 이들 값과 같거나, 커야한다.

3.2 디지털 출력

정격 디지털 출력도 다음 표1과 같이 표준이 정해져 있다.

	Measuring ECT	Protective ECT	EVT
Rated value	2D41 H	01CF H	2D41 H
Rated value for extended range	2D41 H	00E7 H	2D41 H

표 1. 정격 디지털 출력

표1의 값은 정격 1차전류(r.m.s 값)에서의 출력으로서 16진수로 정해져있다. Protective ECT의 경우에는 어떠한 오버플로우없이 정격 1차전류의 50배까지 전류를 측정할 수 있어야 한다. 그리고, 이들출력도 마찬가지로

지연시간은

$$2 \times T_s, 3 \times T_s$$

의 두가지로 정해져있다. 여기서, T_s 는 digital data rate의 역수로서 digital data rate는 또한 다음으로 정해져 있다.

$$80 \times f_r, 48 \times f_r, 20 \times f_r$$

여기서, f_r 은 정격주파수이다. 그리고, 이보다 높은 data rate가 시스템에 적용되는 경우에는 IEC 60255-24의 under-sampling기술이 적용되어야 한다고 규정되어있다.

3.3 위상 오프셋(offset)

정격 위상오프셋의 표준은 다음과 같다.

$$0^\circ, 90^\circ$$

90°의 경우는 공심코일 단독의 경우에 해당한다.

3.4 전원

2차측 변환기에 사용되어질 전원은 표2, 3과 같이 정하여졌다.

(V)
24
48
60
110 또는 125
220 또는 250

표 2. DC 전압

3상, 3선 또는 4선식 V	단상 3선식 V	단상 2선식 V
-	120/240	120
(220/380)	-	(220)
230/400	-	230
(240/415)	-	(240)
277/480	-	277

표 3. AC 전압

3.5 Wake-up time

ECT중에서 일차측전류에 의해서 기동되는 타입들에 대해서는 지연시간과는 다른 기동시간이 필요하게 되고, 그 범위를 아래와 같이 제한하였다.

$$0, 1\text{ms}, 2\text{ms}, 5\text{ms}$$

이 밖에 많은 정격에 대한 표준들이 규정되어 있으나, 기존의 철심형CT와 차이가 없으므로, 본 논문에서는 생략한다.

4. Type test

이와같이 제작된 ECT는 아래의 항목들에 대해 Type test를 실시하도록 규정하고 있다. 항목들중 EMC immunity test에 대해서 표4에 간단히 소개한다.

- 1) short-time current test
- 2) temperature-rise test
- 3) lightning-impulse test
- 4) switching-impulse test
- 5) wet test for outdoor type ECT
- 6) RIV test

- 7) transmitted overvoltage test
- 8) low-voltage components voltage withstand test
- 9) EMC test : emission
- 10) EMC test : immunity
- 11) accuracy test
- 12) additional accuracy test for protective ECT
- 13) verification of the protection
- 14) tightness test
- 15) vibration test

시험항목	참조 규격	Severity class
Harmonic and interharmonic test	61000-4-13	2
Slow voltage variation test	61000-4-29	+20% ~ -20%
Voltage dips and short interruption test	61000-4-29	40% × 0.05s 100% × 0.05s
Surge immunity test	61000-4-5	4
Electrical fast transient / burst test	61000-4-4	4
Oscillatory waves immunity test	61000-4-12	3
Electrostatic discharge test	61000-4-2	2
Power magnetic field immunity test	61000-4-8	5
Pulse magnetic field immunity test	61000-4-9	5
Damped oscillatory magnetic field immunity test	61000-4-10	5
Radiated, radio frequency, electromagnetic field immunity test	61000-4-3	3

표 4. 내성 요구치와 시험항목

5. 선진업체 개발상황

5.1 ABB

ABB는 1998년에 300kV GIS용으로 개발한후 현재는 550kV 63kA 4000A GIS용(그림 5)으로 개발하였다.[2]

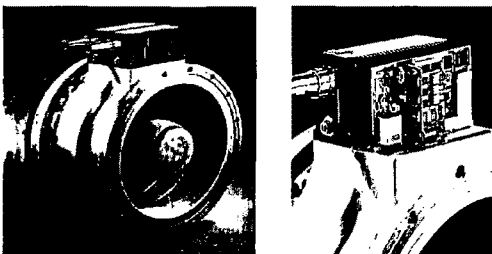


그림 5. 550kV 63kA 4000A GIS용

ABB는 또한, 24kV GIS용(그림 6)으로 공심코일타입으로 개발하였다. 기본적인 사양은 표 5와 같다.

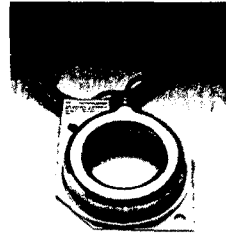


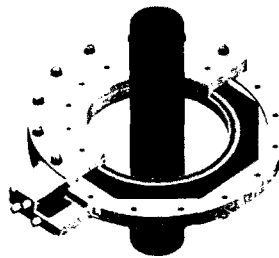
그림 6

정격전류	80 300 800A
일차측전류	10 ~ 1600A
출력전압	150mV
정격주파수	50, 60Hz
온도범위	-40 ~ +70°C
단락전류	31.5/80kA

표 5

5.2 Alstom

Alstom 역시 550kV 63kA 4000A GIS용(그림 7)으로 개발한 내용을 발표하였다.[3]



6. 고찰

IEC 60044-8은 아직 발효되지 않은 상태이나, 현재 거의 완성단계이며(Stage code : CDIS), committee에서도 8월쯤으로 적용시기를 계획하고 있다. 하지만, 변전소의 완전 디지털화가 선행된 후에야 이 규격은 효과를 보일것으로 예상되며, 이미 개발한 ABB나 Alstom에서도 규격에 따라 수정이 불가피할 것으로 예상된다.

당사에서는 2000년 1월부터 170kV 50kA 2000A GIS를 대상으로 하여 로고스키코일형CT를 개발중에 있으며, 올해안에 Prototype을 제작할 계획이다.

(참고 문헌)

- [1] IEC 60044-8 38/280/FDIS
- [2] Andrzej. Walter. CIGRE 1998, "Combined sensors current and voltage are ready for application GIS"
- [3] Thuries. Dupraz. Baudart. Gris. CIGRE 1996. "Contribution of digital signal processing in the field of current transformers"