

Arrester용 Surge counter의 동작특성

김석수, 최익순, 변진호, 이강섭, 박태곤

한국전기연구원, 하늘산업전자, 천호산업(주), 창원대학교

Operating characteristic of surge counter

Seok-Sou Kim, Ike-Sun Choi, Jin-Ho Byeon, Kang-sup Lee and Tae-Gon Park

KERI, Sky Ind., Chun-Ho Co., LTD and ChangWon Uni.

Abstract

A surge counter is installed under surge arrester, which is protecting the power system apparatuses against abnormal voltage and surges originated in power system line. A surge counter is the device of knowing the times of surge flowed in.

There are two methods to get the electric power for mechanical movement and detect the surge. One is using ZnO varistor resistor and the other is using the current transformer. In this paper, the characteristics of these methods are presented with using the test and evaluation of them. The process of evaluating the characteristics is essential to develop the domestic surge counter.

Key Words : surge counter, ZnO, varistor, arrester, current transformer,

1. 서론

피뢰기에 인가되는 surge는 적어도 수 kA를 상회하게 되는데 이를 검출하기 위한 counter는 수 kA에서 수백 kA를 넘나드는 surge로부터 안전해야 하며 surge의 유입을 정확히 검출할 수 있어야 한다. surge의 검출을 위한 counter는 고용량의 순간적인 전력을 저용량의 지속적인 전력으로 변환하는 변환작업이라고 할 수 있는데 이것은 각 counter들이 적정 전압으로 적정 시간을 유지해야 하는 기계적, 전기적 특성을 가지고 있기 때문이다.

본 연구에서는 이러한 surge counter의 특성에 대한 분석 및 실험을 통해 surge counter의 동작특성을 파악하고 안정성 및 동작특성에 대해 살펴보았다.

2. 실험

2.1 Counter의 응답특성 분석

counter는 자기유도를 통해 기계적인 동작을 취하고 있다. 따라서 counter는 이러한 기계적인 동작을 만족시킬 수 있는 최소한의 동작가능 특성이 존재한다.

기존 counter의 경우 그 정격 전압이 명기되어 있는데 그 정격전압을 기준으로 counter의 동작에 필요한 전력특성을 알아보았다. 그림 1에서와 같이 Transistor 및 FET, Triac을 이용하여 적정 전압에 대한 인가시간을 컨트롤 하였고 파형을 측정하여 그 형태를 관찰하였다.

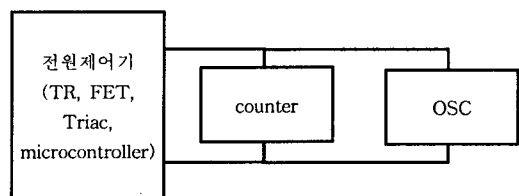


그림 1. counter 응답특성 시험 구성도

2.2 surge 신호의 검출

surge counter의 surge 신호 검출은 counter에 ZnO 소자를 두고 소자가 Open 될 때의 특성을 이용하여 신호를 검출하는 경우와 counter를 관통해 흐르는 전류를 CT(Current Transformer)를 통해 검출하는 경우가 있다. 두 가지 경우가 각각 적용된 제품에 대해 성능 평가를 실행하였으며, CT의 특성 시험을 실시하였다. CT 특성평가의 경우 surge의 용량을 변화시켜가며 CT의 파형을 shunt를 통해 검출하였다.

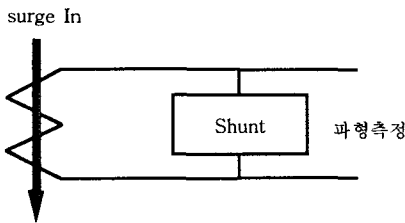


그림 2. CT 응답특성 시험 구성도

2.3 surge counter의 구성과 시험

상기 2.2의 실험을 통해 얻어진 결과에 따라 surge counter 시험회로를 구성하고 시험을 실시하였다. 이 때 counter의 출력신호를 검출하여 그 특성을 파악하였다.

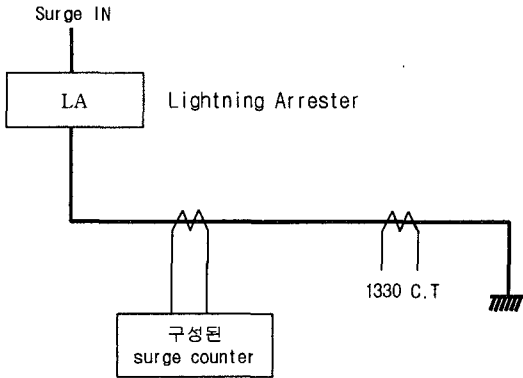


그림 3. surge counter 시험 회로도

3. 결과 및 고찰

3.1 counter 3종류에 대한 응답속도

표1에서 sample b, c의 경우는 제조사가 동일하

다. 이 경우의 정전압 응답속도를 살펴보면 9ms로 같다는 것을 알 수 있는데 이것은 기계적인 구조가 동일하다는 것을 의미하며, 다만 기계부의 구동을 위한 입력전압이 다를 뿐이다.

표 1. counter 응답특성 표

제품	sample A	sample B	sample C
입력전원 [V](DC)	48	24	220
임피던스 [Ω]	1.8k	250	12k
정전압 응답속도 [ms]	5	9	9
용용 용이성	○	△	○

표1의 파라미터를 이용하여 각 카운터의 구동 전력량을 계산할 수 있다. a의 경우

$$\frac{48^2}{18000} * 5^{-3} = 640 [\text{W}]$$

가 되는데 미소전력인 것을 알 수 있다.

counter의 실험을 통해 얻은 결과에 따르면 단지 적정 전압과 함께 적정 전력량을 충족 시켜줘야 함을 알 수 있었고, 계산된 전력량에 의해 카운터 구동 신호가 계산되어질 수 있고 이는 CT의 용량을 계산하는데 활용되어 진다.

3.2 counter의 동작성능

기존 surge counter의 동작 상태를 살펴보면 2개사 제품의 경우 동작상태가 모두 양호 하였으나, 1개사 제품의 경우 surge 전류가 큰 경우 한번에 카운터가 2회씩 동작을 하거나 동작하지 않는 경우가 발생함에 따라 응답특성이 좋지 못함을 알 수 있었다. 3개사 제품의 counter 검출방식을 보면 1개사는 CT type이며, 나머지 2개사는 ZnO 바리스터 type이었다. CT type과 ZnO 바리스터 type 모두 정상적인 동작을 수행하였다.

정상동작을 수행하지 못한 나머지 하나의 ZnO 바리스터 type은 ZnO 바리스터의 선정과 주변 구성요소와의 결합에 문제가 있는 것으로 생각되며, 반면 CT type은 ZnO 바리스터 type에 비해 최소 사양의 동작 성능만 만족하게 되면, CT Core의 포

화로 인해 그 검출 신호가 제한되므로 항상 일정한 동작상태의 유지가 용이하다.

표 2. 3개사 제품의 시험조건과 동작상태

0 : 1회 정상동작, n: 1회 시험 n회 동작, X : 동작 불

시험사양				카운터		
충전전압 [kV]	시험전압 [kV] (MEI)	시험전류 [kA]	파동/파폭 [us]	A사	B사	C사
27.3	3.16	3.28	-	0	0	2
27.3	3.2	3.10	8.6/20	0	0	X
27.3	3.24	3.12	8.6/20	0	0	X
24.0	2.84	1.98	8.6/20.7	0	0	0
24.0	2.80	1.92	8.6/20.8	0	0	0
24.3	2.84	2.02	8.4/20.4	0	0	0
21.6	2.4	0.902	8.1/21.6	0	0	0
21.6	2.4	0.898	8.1/21.6	0	0	0
21.6	2.44	0.896	8.1/21.8	0	0	0
18.0	2.2	0.368	8.3/26.6	0	0	0
18.0	2.2	0.288	8.3/26.6	0	0	0
17.0	2.16	0.182	6.6/35.7	0	0	0
17.0	2.16	0.182	6.6/35.7	0	0	0
16.0	1.96	0.176	-	0	0	0
16.0	1.96	0.146	-	0	0	0

3.3 CT의 응답특성과 Impulse current

그림 4는 surge 인가시 CT의 출력신호를 shunt를 통해 측정 한 파형으로서 surge의 용량을 높게 조정하여도 큰 차이가 나지 않았다. 즉, 상당한 전류 폭의 surge에 대해 적용이 가능해 지는 동시에 CT의 특성상 절연성을 가지므로 counter 자체의 회로 안정성도 보장된다는 것을 알 수 있다.

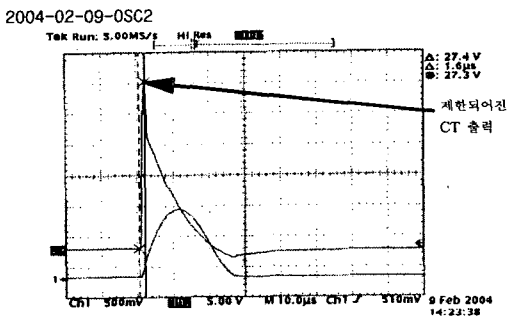


그림 4. CT의 응답특성

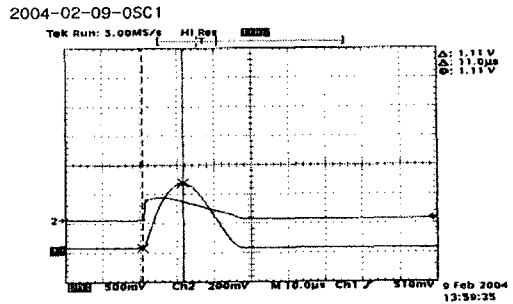
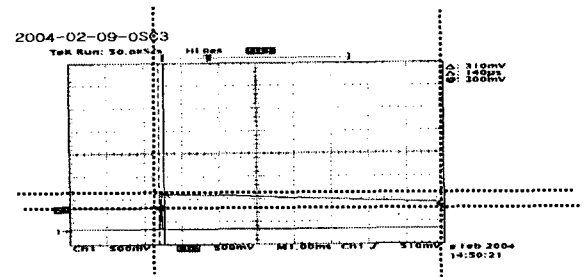
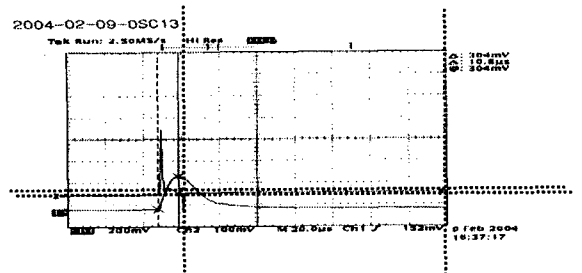


그림 5. counter에 인가된 Impulse current 파형



(a)



(b)

그림 6. counter에 인가되는 신호

그림 6의 a, b에서 볼 수 있듯이 작지만 지속적인 신호가 counter에 인가되는 것을 알 수 있다. 이는 counter의 구동조건을 만족할 수 있는 신호였으며 동작실험을 통해 확인하였다. 다만 고전력 (High current)으로 가면서 콘덴서와 코일에 의한 공진 현상이 나타나는데 동작상태와는 무관했다. 더욱이 카운터 회로 자체는 CT형과 ZnO 바리스터형 모두 RLC병렬회로의 형태를 가지고 있으므로 바리스터 형태나 CT형태에 관계없이 같은 특성을 보일 것으로 판단된다.

4. 결 론

Surge counter의 응답특성, CT의 특성과 counter의 동작성능을 조사하여 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 3종류의 counter에 대한 응답특성 파라미터를 고찰하여 적정 구동전력을 계산하고 이에 따른 CT 용량을 선정할 수 있었다.
2. counter의 동작성능을 비교 분석한 결과 ZnO 바리스터 type은 ZnO 소자와 구성요소와의 조건에 따라 동작상태가 일정하지 않는 경우도 있다.
3. CT type은 core의 포화특성으로 일정이상의 동작조건만 충족하면 일정한 동작상태를 보여 주었다.
4. ZnO 바리스터 및 CT에 대한 검토와 실험을 추가적으로 실시하면 정확한 동작과 안정성이 뛰어난 고신뢰성 surge counter의 개발을 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 중소기업청 지원으로 산·학·연 공동기술개발 컨소시엄사업으로 수행된 과제입니다.

참고 문헌

- [1] 김석수, 조한구, 박태곤, 박춘현, 정세영, 김병규, “배전급 피뢰기용 ZnO 바리스터 소자의 미세구조 및 서지 특성에 관한 연구,” 전기전자재료학회논문지, 15권, 2호, p. 190, 2002.
- [2] 한국산업규격, “갭리스형 금속산화물 피뢰기,” KS C 4616, 1997
- [3] 한국전력공사, “전력용피뢰기,” ES-153-261~283, 1998.
- [4] Metal-oxide surge arresters without gaps for a.c. systems, IEC 60099-4, 1998. 8.