

고속도 차단기에 대한 사고전류 감지기의 적용연구

이우영, 송기동, 박경엽
한국전기연구원

Application of the Fault current detector to High speed circuit breaker

W.Y. Lee, K.D. Song, K.Y. Park
Korea Electrotechnology Research Institute

wylee@keri.re.kr.

Abstract - In this paper the performance of the high speed circuit breaker with fault current detector is described. The operating mechanism of circuit breaker in use is a magnetic actuator and a fault current detector is based on the DSP and A/D converter. The results show that 3-cycle is enough to interrupt the fault current and the more speed up performance is expected with on-going project.

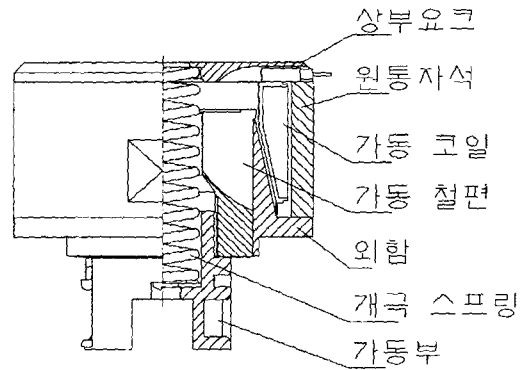
1. 서론

초전도 한류기의 전력계통 적용에 필요한 고속도 차단기능은 고속의 차단기 조작기술 및 고장전류 감지기술의 상호 협조로 이루어질 수 있는 것이다[1][2]. 기존의 차단기 조작방식은 스프링, 유압 그리고 공압 등 다양한 방식들 중 한 가지로 이루어지지만 대체로 중·저압인 경우 스프링 조작기로 사용되는 것이 일반적인데, 여기서는 기계적 구조의 단순성으로부터 보다 빠른 조작성능 확보를 위해 최근 관심의 대상이 되고 있는 magnetic actuator를 적용하는 조작기술의 도입을 시도하였다. 그리고 기 구성된[3] 사고전류 감지장치와의 기능적 인터페이스를 실현함으로써 고속 차단기능의 특성을 확인하였다.

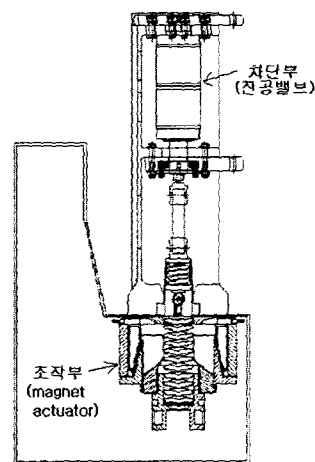
2. 고속도 고장전류 차단장치의 구성과 차단특성

사용된 magnetic actuator형 조작기의 구성은 그림 1과 같으며, 차단기의 조작력은 코일의 전자력과 스프링의 복원력으로 주어지게 되는 한 개의 코일을 사용하는 방식인데 이 코일의 전류는 콘덴서에 충전된 에너지가 제어형 스위치를

통해 방전될 때 발생되게 된다. 사고전류 감지기의 지연시간은 그림 2의 흐름도상에 있는 K_{ref} 값의 선정결과에 따라 결정되는데 예로서 K_{ref} 를 3으로 설정한 경우 약 $300\mu s$ 의 지연이 생기게 된다.



a) Cross section of magnetic actuator



b) Schematic of the interrupter and actuator

Fig. 1 Construction of circuit breaker using magnetic actuator

이는 본 감지기에 사용되는 아날로그/디지털 변환기의 샘플링 주기를 $100\mu\text{s}$ 로 사용하기 때문이며 외부잡음의 영향을 최소화하기 위해 K_{ref} 값을 크게 하는 것이 유리하나 이 값이 커지게 되면 비례적으로 증대되는 지연시간과의 상관성을 고려하여 결정하는 것이 바람직하다. 사고전류의 감지 레벨(I_{ref})은 사용되는 초전도 한류기의 quenching 전류치를 기준으로 설정되어야 하며 여기서는 고속 차단기의 정격부하전류의 3배에 해당되는 값으로 설정하여 시험하였다. 그리고 각 상의 어느 것이라도 사고전류 감지레벨을 초과하면 감지기가 동작하도록 알고리즘을 설정하였다. 사용된 싸이리스터의 안정적 동작을 위해 latching 전류값에 대한 적절한 검토가 요구된다.

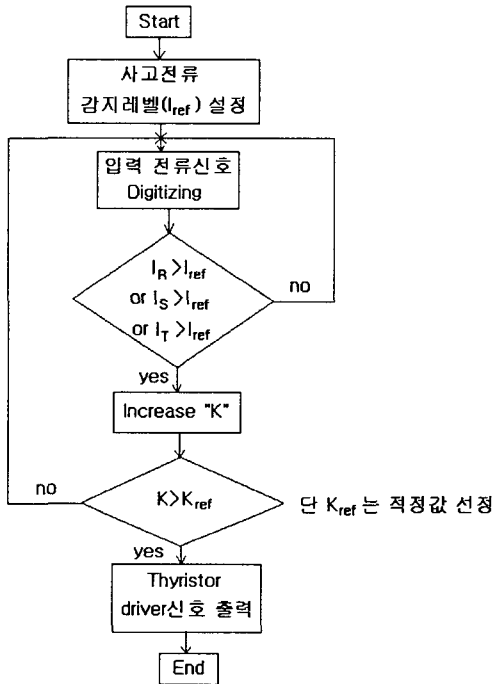
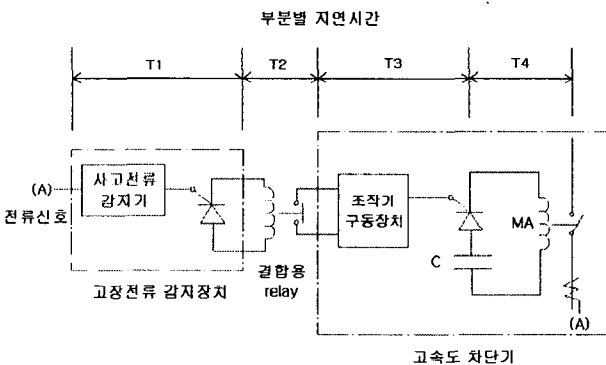
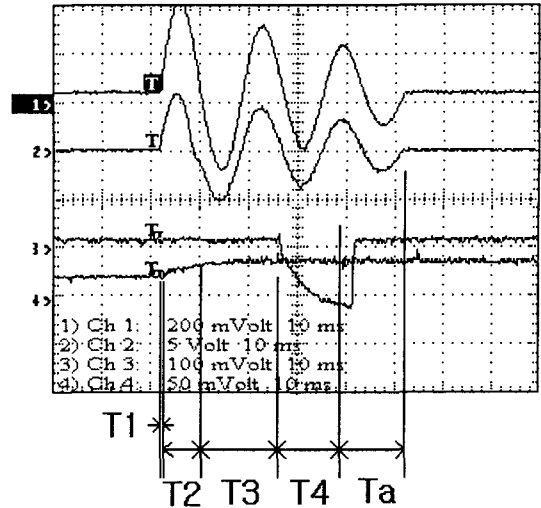


Fig. 2 Process of the fault current detection unit

그림 3은 고장전류 감지기와 차단기의 결합된 회로구성과 각 부분의 지연시간을 나타낸 것이다.



a) Delay times of the sectional processes



b) Performance results of circuit breaker

- T1: 고장전류 감지장치의 지연시간
- T2: 결합용 relay의 동작시간
- T3: 고속도 차단기의 신호처리 시간
- T4: 고속도 차단기의 magnet actuator 동작시간
- Ta: arcing time

Fig. 3 High speed fault current detector and its test results

차단기 전체의 동작시간은 이러한 각 부분별 동작 시간의 합으로 나타나기 때문에 부분별 지연시간 특성에 대한 관심은 앞으로의 성능개선 측면에서 필수적인 것이라 볼 수 있다.

그림 3은 고속도 고장전류 차단장치의 구성과 성능시험결과를 나타낸 것으로 고장전류 감지장치에서, 입력된 전류신호로부터 동작명령이 출력되고 이로 인한 고속도 차단기의 고장전류차단까지가 3사이클 내에 종료되는 성능이 확인되었다. 고장전류 감지로부터 차단에 이르기까지 소요되는 전체 시간을 차단장치의 구성에 따라 분리하여 살펴보면 그림 3의 a)에 보여진 바와 같이 T1, T2, T3와 T4 그리고 아크시간 T_a 로 나타나 진다. T1은 고장전류 감지장치에 적용된 감지 알고리즘의 구동시간으로 수백 μs 내의 비교적 짧은 시간이며 T2는 고장전류 감지장치의 출력단 relay의 동작시간으로 약 10ms 정도의 크기를 가지게 된다. T3는 고속도 차단기의 조작기 구동장치에서의 신호처리시간으로 10ms이상으로 나타났고 T4는 고속도 차단기의 magnetic actuator 동작시간으로 코일에 전류가 통전되는 시점으로부터 차단기의 각상 접점이 개극되는 시점까지의 시간을 나타낸 것으로 상간의 최대 2.5ms의 차이를 보이면서 가장 빠른 상의 동작

시간이 12.5ms 정도로 나타났다. Ta로 나타낸 아크시간은 차단기 개극 후 실제전류가 차단되는 시점까지의 시간으로 개극시점에 따라 달라지지만 최대 약 10ms 정도로 보면 고장발생 후 차단까지의 시간은 약 45ms 정도로 3사이클(약 50ms)내에 전류차단이 완료됨을 알 수 있다. 그림 3의 b)는 차단성능 시험결과를 나타낸 것으로 시험전류의 크기는 두 번째 주기에서 전류 값을 기준으로 3kArms로 설정하여 시험한 결과이며 채널 1과 2는 시험전류의 측정값으로 측정용 센트와 차단기에 설치된 분류비 1000:1의 CT(current transformer)로 측정된 것을 나타내었다. 그리고 채널 3은 차단기의 magnetic actuator 코일에 흐르는 전류를 나타내었고 채널 4는 결합용 릴레이 코일의 전류크기를 나타낸 것이다. 앞으로 보다 신속한 차단동작을 위해서는 T2와 T3에 소요되는 약 20ms 정도의 시간을 줄여나감으로 가능해 질 수 있을 것으로 예상된다.

고속도 차단기의 동작상태에 대한 이해를 돕기 위해 그림 3의 T3와 T4에 해당되는 부분의 동작특성을 보다 자세히 나타내면 그림 4와 같다.

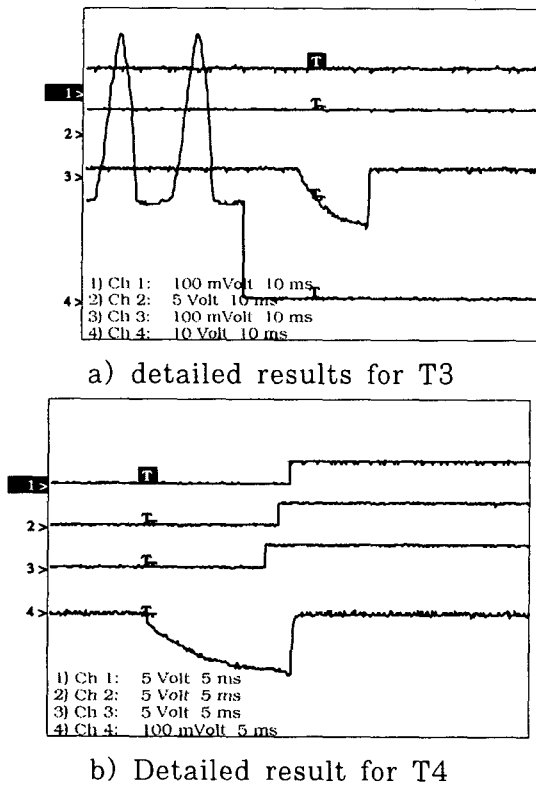


Fig. 4 Test result associated with T3 and T4

그림 4의 a)는 T3에 관한 시험결과로 채널 3이 트립코일의 전류신호이고 채널 4가 조작기 구동장치의 입력단 신호파형이다. 채널 4의 조작기 구동장치 입력단 신호는 22V정도의 offset이 걸

린 변화되는 전압파형으로 조작기 구동 명령은 양단을 단락시킴으로 인가되는데 전압 크기가 영으로 되는 점이 트립명령이 입력되는 시점 이 된다. 이로부터 트립명령이 입력되고 magnet coil에 전류가 통전되기 시작하는 시점까지의 시간이 약 12m 정도가 됨을 알 수 있다. 그림 4의 b)는 트립코일의 통전시점과 차단기 각상의 개극시점과의 관계를 나타낸 것으로 12.5ms에서 15ms 정도의 동작시간을 나타내며 상간에는 2.5ms의 개극동작 시간차이를 보였다.

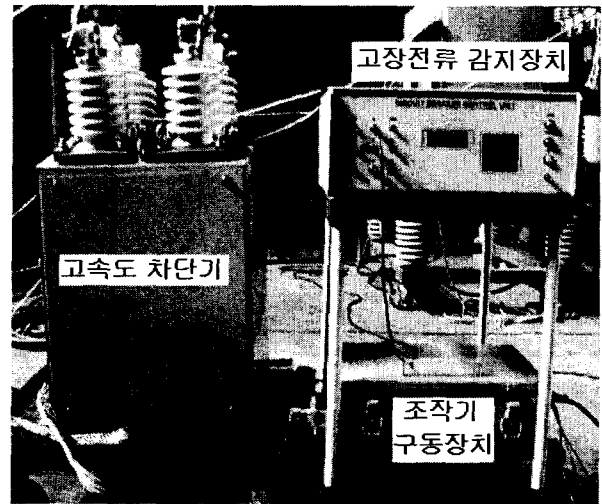


Fig. 5 High speed circuit breaker and fault current detector

그림 5는 고속도 차단기의 형태를 보인 것으로 차단기와 조작기 구동장치 그리고 고장전류 감지장치로 구성되어있음을 보여준다. 고장전류 감지장치의 입력으로는 고속도 차단기에 설치된 CT를 통하여 각 상의 전류신호가 들어가게 된다.

3. 결 론

본 논문에서는 magnet actuator 조작 장치와 고장전류 감지장치의 결합으로 구성된 차단기의 차단동작이 3사이클 이내에 이루어짐을 확인하였다. 조작기 지연시간의 구성 중 결합용 릴레이의 동작시간(T2)와 차단기의 신호처리시간(T3)를 보다 단축시키는 방법을 통하여 추후 더욱 신속한 차단동작이 이루어질 수 있는 방안을 강구해 나갈 예정이다.

본 연구는 21세기 프론티어 연구개발사업인 차세대 초전도 응용기술개발 사업단의 연구지원에 의해 수행되었습니다.

(참 고 문 헌)

- [1] W.Paul, MChen, etc. "Superconducting fault current limiter applications, technical and economical benefits, simulations and tests results", CIGRE, 13-201, Paris 2000
- [2] M.Isozaki, K.Konno, T.Fujisawa, etc. "Interrupting performance verification of 1-cycle high-speed vacuum circuit breaker", SP-98-42
- [3] 이우영, 박경엽, 송기동, 이병윤, "초전도 한류기용 고속 고장전류 검출장치", 초전도학술대회 논문집, pp 300-302, 2002