

수전설비를 구성하는 차단기의 특성과 응용(하)

글 / 윤 여 덕 (한보공업주식회사 이사)

목 차

1. 수변전설비란
2. 수변전설비의 구성기기
3. 차단기의 필요성
4. 차단기의 특성
5. 차단기의 응용
6. 맺음말

5. 차단기의 응용

5-1 차단기의 기능

ANSI-C37,100-1972에 기술된 내용을 응용하면 아래와 같다.

즉 회로의 정상적인 상태 뿐 아니라 단락과 같은 비정상적인 상태하에서도 소기의 개폐를 할 수 있는 기능을 갖고 있어야 한다고 되어 있다.

원문을 인용하면 다음과 같다.

“A mechanical switching device, capable of making, carrying, and breaking currents under normal circuit conditions and also, making, carrying for a specified time and breaking currents under specific abnormal circuit conditions such as those of short-circuit.”

한편, 다음과 같이 설명할 수 있다.

A circuit breaker is applied generally to carry and switch load current and to interrupt short-circuit current when required.

그런데 차단기는 한번만의 동작이 아니라 일반적으로 자주 동작된다는 것이고, 소정의 조정된 내용에 따라(Duty Cycle에 따라) 동작되어야 한다는 것이다.

그러므로 위에 기술된 기능에 따르려면 차단기의 정격은 필요로 하는 회로에 계산되어 지는 요구치와 같거나 그 이상이 되어야 한다는 것이다.

5-2 차단기의 차단방식

차단기는 수동으로 인한 차단(Push button) 방식과 전기적인 동작차단(trip coil) 방식이 있다.

그러나 전기적 차단은 아래의 두가지 기능을 가져야 한다.

① 정상적인 개폐동작일 경우에는 조작자에 의하여 차단기를 열 수 있도록

② 비정상적인 조건에서 회로 보호를 목적으로 열 때에는 자동으로 조작되도록

또한 전동트립방식은 외부전원을 필요로 하는데, 하나는 축전지로부터, 또 하나는 정류된 교류전원(Capacitor첨부)을 쓰는 것인데, 차단기의 트립코일에 연결된다.

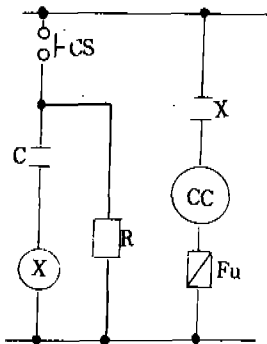
정상적인 개폐는 조작자 제어스위치(Control Switch)를 사용하지만, 전기적 자동차단은 계기용

<동작설명>

- ① CS가 "ON"되면 X가 여자된다.
- ② X의 주접점 X가 "On"으로 되고 CC가 여자된다.
- ③ 차단기는 투입동작이 시작된다.
- ④ 투입동작 완료 직전에 LS가 "On"된다.
- ⑤ 그렇게 되면 Y가 여자되어서 Y_a로 자기유지 한다.
- ⑥ Y_b가 "open"되어 X의 여자는 끊어진다.
- ⑦ X의 주접점 X가 open되어 CC의 전류를 끊게 되고, 차단기의 투입동작은 완료된다.
- ⑧ 이 상태에서 트립신호에 의하여 차단기가 트립하여 Y가 여자된 상태, 즉 Y_b가 "오픈"상태를 유지하고 있으므로 차단기는 재투입동작은 하지 아니한다 (전기적 트립자유).

⊙ LS는 차단기의 조작기구 또는 가동 core에 연동되어 있으므로 기계적 조정, 마모에 주의를 요한다.

(나) CX방식



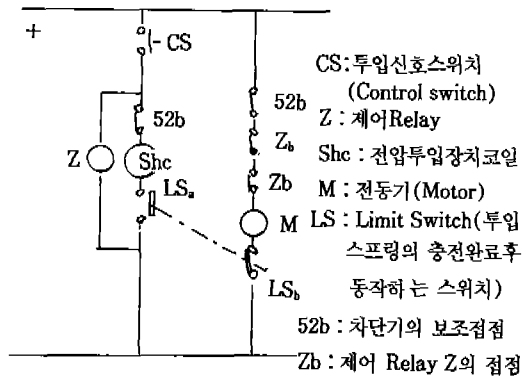
- CS: 투입신호 스위치 (control switch)
- C: 콘덴서
- X: 릴레이 주접점
- Fu: 보호용 퓨즈
- R: 저항

<동작설명>

- ① CS를 "On"하면 C의 충전전류에 의하여 X가 여자된다.
- ② X의 주접점 X가 "On"으로 된다. 그렇게 되면 CC가 여자된다.
- ③ 차단기는 투입동작을 개시한다.
- ④ 완전히 투입된 후 C의 충전전류 저하에 의하여 X가 유지전류 이하로 된다.

- ⑤ X의 주접점 X가 Open으로되어 CC의 전류를 끊고, 차단기의 투입동작은 완료한다.
 - ⑥ 이 상태에서 트립신호에 의하여 차단기가 트립되어도 C는 충전상태에 있기 때문에 충전전류에 흐르지 않고 X가 재여자되지 않으므로 차단기는 재투입동작을 하지 않게 된다(전기적 트립자유).
- ⊙ 기계적으로 연동되는 스위치가 없으므로 제어가 전기적으로 처리된다.

(다) 전동스프링(Spring) 조작의 투입제어회로:



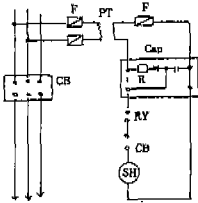
- CS: 투입신호스위치 (Control switch)
- Z: 제어Relay
- Shc: 전압투입장치코일
- M: 전동기(Motor)
- LS: Limit Switch(투입스프링의 충전완료후 동작하는 스위치)
- 52b: 차단기의 보조접점
- Zb: 제어 Relay Z의 접점

<동작설명>

- ① 전원이 들어옴과 동시에 M가 여자되어 투입 Spring Charge를 시작한다.
- ② 투입스프링 Charge가 끝나면 LS가 동작한다.
- ③ LS_b가 "Off"로 되어 M의 여자를 끊고, 동시에 LS_a가 "On"으로 되어 Shc의 회로가 구성된다. 여기에서 투입준비는 완료된다.
- ④ 다음에 CS를 "On"함에 따라 Shc가 여자되어 차단기의 투입 Latch를 해제시켜 차단기는 투입되고,
- ⑤ LS_a는 원래상태로 복귀한다.
- ⑥ 또 52b가 "Off"로 되어 Shc와 M의 회로를 완전히 끊고, 투입동작은 완료한다.
- ⑦ 특히, CS조작중 트립신호에 의하여 차단기가 트립된 경우, M여자→Shc동작→차단기투입동작(Pumping)을 방지하기 위하여 Z를 여자시켜 zb가 Off되어 M의 회로가 끊어지게 된다.

(라) 콘덴서 트립장치(Condenser Trip Device)

Cap:Condenser Trip 전원장치
SH:CB의 전압트립코일
RY:계전기점점



평상시에는 교류를 정류하여 콘덴서(Condenser)에 충전하여 두었다가 트립신호용 점점이 “On”되면 콘덴서의 방전전류를 차단기의 트립코일에 흘려서 차단기를 트립시키는 장치이다. 교류조작용 차단기 정전시에 트립전원용으로 많이 사용된다.

5-4 차단기의 응용

차단기는 일반적인 회로의 개폐 이외에 다음과 같은 종류의 응용을 들 수가 있다.

- 고속도 부하전환(Load Transfer)
- 가공송전 및 케이블의 개폐
- 전동기의 개폐
- 여러번의 자동재폐로(Auto Reclosing)
- 단락전류의 차단
- 커패시터(Capacitors)의 개폐
- 무부하변압기 및 건식리액터의 개폐 등

(1) 변압기 여자전류의 개폐

유도성의 소용량의 전류를 차단할때 교류전류의 자연영의 값 앞의 유한의 전류에서 강제로 차단하는 전류제단현상이 일어나는데, 이때 높은 인덕턴스에 축적된 제단순시의 전자에너지($\frac{1}{2} Li^2$)는 정전에너지의 형태로 변환($\frac{1}{2} CV^2$)되어 V에 해당하는 이상전압이 발생한다.

그 값을 V_m 라 하면

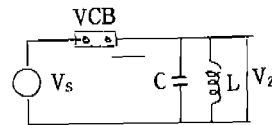
$$V_m = \sqrt{IC^2 \times \frac{L}{C} + E^2}$$

여기서 I_c :제단전류

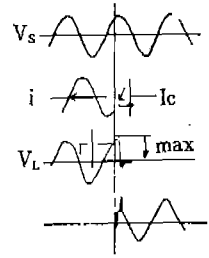
E:제단이 나타날 때 변압기의 단자전압

위식에서 제1항은 제단에 의한 전압이고, 제2항은 전원전압이다. 제1항의 $IC\sqrt{\frac{L}{C}}$ 는 일반적으로 변압기의 Surge Impedance가 커짐에 따라 커지게 된다.

즉, 소용량 변압기는 여자 임피던스가 큰 반면, 대지정전용량이 작기 때문에 변압기 무부하시 서지임피던스가 커져 전류 Chopping시 Surge전압도 커진다(그림 3 참조).



VCB:전공차단기
 V_s :전원전압
L:부하임피던스
C:부용용량
 I_c :제단전류



<그림 3> 변압기의 여자전류차단

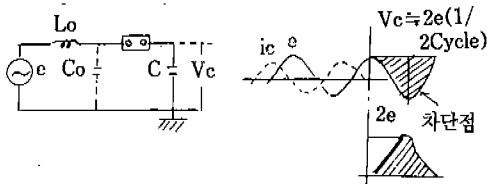
(2) 콘덴서의 개폐

콘덴서의 개폐는 전류차단후에 개폐기의 전극간에 걸리는 전압으로 인하여 어려운 책무의 하나라 할 수 있다.

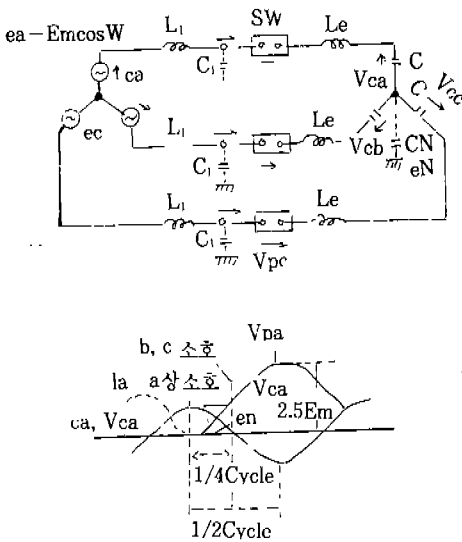
일반 유도성 부하의 회로와는 달리 콘덴서 자체의 손실이 작기 때문에 전류억제작용이 작고, 전류 차단후 콘덴서에는 전류잔압(Residual Voltage)이 남으므로 이 전류잔압과 전원전압이 극간에 걸려(최고 2.5배정도)이 회복전압에 견딜 수 있으나 하는 것이 문제가 된다.

만약에 차단기가 이 회복전압에 견디지 못하게 되는 경우에는 재점화가 생기게 된다.

이러한 경우 회로의 인덕턴스(Inductance)와 콘덴서의 커패시턴스(Capacitance)에 의한 진동을 일으켜 연속적으로 재점화가 발생하게 되어 전하가 누적하여 잔류하게 되므로 이상전압의 발생요인이 된다(그림 4,5 참조).



<그림 4> 단상회로인 경우



<그림 5> 3상회로인 경우

(3) 무부하 송전선의 개폐

무부하 송전선의 충전전류를 차단후 1/2사이클에서 개폐기기의 극간전압은 정상대지전압 파고치의 2~2.5배로 상승하는데, 이로 인하여 재점화가 발생할 수 있다. 재점화가 발생하면 기기의 절연회복특성은 고주파 소호조건이 되어 선로측에 3~3.5배의 잔류전압이 충전되고, 다음의 1/2사이클에서 극간에는 4~4.5배의 과전압이 인가되어 재점화가 계속 반복

하게 된다.

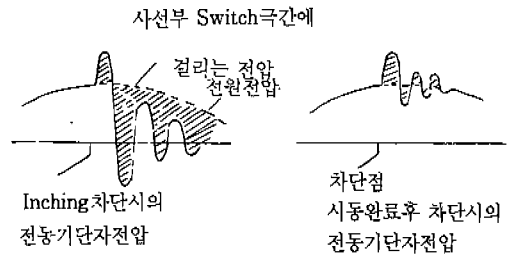
최근에는 고속도 차단, 병렬저항의 채용, 진공 및 SF₆ 가스 등 높은 소호매체의 채용에 따라 재점화는 문제가 되지 않으며, 무재점화차단시의 서지전압은 통상 2배 이하이다.

(4) 전동기 개폐

① 전류제한 서지

차단시에 전류가 영(0)으로 되는 전류제한 현상에 의하여 발생하는 서지로 그 진동주파수는 비교적 낮다. 차단후 스위치전극간에 나타나는 전압은 전동기 개폐조건에 따라 다르고, 일반적으로 Inching 차단시에 전극간에 걸리는 전압은 크게 된다.

즉, 전동기는 변압기와 같이 Inductance 부하인데, 보통 케이블에 의하여 연결 접속되어 있어 케이블에 의한 Capacitance로 저감효과가 있다는 뜻도 된다(그림 6참조).



<그림 6> 전동기 차단시 전압

② 재발호 서지

투입시의 선구방전 또는 차단시에 스위치 전극간에 나타나는 전압이 전극간의 내전압을 넘는 경우에 전극간이 순간 단락됨에 따라 발생하는 전압이다. 재발호를 일으킨 경우, 회로의 과도현상에 따라 스위치전극간에는 과도고주파 전류와 여기에 부하전류가 중첩되어 전류가 흐르게 되며, 이 전류치에 의하여 진동도중에 소호발호를 반복하게 된다.

5-5 서지 억제장치

① C-R 직렬형 Absorber

- ② Surge 흡수용 Condenser
- ③ 직렬 Reactor
- ④ Condenser 와 LA의 병렬접속
- ⑤ Surge Arrester
- ⑥ 비직선형 저항

6. 맺음글

이상에서 차단기의 특성, 기능 및 응용에 대하여 언급하였듯이 차단기란 결국 다음과 같은 목적에 사용 되는 것이라 하겠다.

첫째, 사람에 대한 안전이다.

차단기를 조작하는 사람이나 감시, 감독, 운전을 하는 사람에서부터 공사를 하거나 일이 있어 접근하는 사람에 대하여도 안전을 도모하고자 하는 것이다. 이상이 발생하였을 때 차단을 한다든가 접근하였을 경우 경보를 발한다든가 하여 보호를 하는 것이다.

둘째, 기기자체에 대한 보호이다.

기기가 정상상태에 있거나 이상이 발생(고장 등) 하였을 경우, 또는 다른 곳의 고장이 파급되어 내습하게 되는 경우에 보호를 받을 수 있다는 것이다.

셋째, 사고의 확대를 방지한다.

어느 기기가 고장이 생겼을 경우에 차단기가 즉시 동작하여 사고가 다른 곳에 파급되지 않도록 조치하는 것이다. 특히 수용이 일반 배전선에 연결되어 있을 경우에는 그 선로에 연결되어 있는 여러곳의 다른 수용에 피해를 주지 않도록 할 필요가 있는 것이다.

넷째, 차단기 조작자체의 안전이다.

차단기가 동작중에 파손된다든가 이상의 경우 다른 사고를 유발하여 사고자체를 확대할 수 있기 때문에 이를 사전 방지하여야 될것이다.

끝으로 보수·점검의 편의를 들을 수 있다. 아무리 차단기를 잘 만들었다 하여도 보수나 점검을 하기가 불편하면 오히려 이러한 이유가 사고를 유발하는 원인이 될 수가 있기 때문이다.

한가지 더 당부하고자 하는 것은 차단기가 트립되었다 하여도 일차측은 항상 살아있는 상태에 놓여있기 때문에 반드시 활선상태에 있다는 생각을 가지고 행동을 할 필요가 있다는 것이다.

또 아무리 기능이 우수한 차단기라 하여도 조작을 잘못하면 큰 일을 유발할 수가 있으므로 맹신하지 말고 자만하지 말것을 부탁한다.

겨울철 실내온도는 18℃~20℃로 유지하자

냉난방에서 1℃의 온도차로 10% 정도의 에너지를 절약할 수 있다.

● 행동지침

- 1) 아파트의 층간 온도차가 심한데 이런 경우 서머스테이트(온도조절계)를 조정해서 18℃를 유지하면 층간 온도차를 줄일 수 있다.
- 2) 사무용 빌딩에서도 반드시 온도계를 설치하고 조절장치를 사용하면 실내온도가 18℃로 유지된다.