

수배전설비 실무

제1장 수전설비 점검착안사항

제2장 접지 설비

제3장 차단장치

제4장 계기용 변성기

제5장 과전류 계전기

제 1 장 수전설비 점검착안사항

1. 계약용량과 수전전압

계약전력과 공급전압

계 약 전 력	공급방식 및 공급전압
500kw미만	교류 단상 220V 또는 교류 3상 380V중 안전이 적당하다고 결정한 한가지 공급방식 및 공급전압
500kw이상 10,000KW이하	교류 3상 22,900V
10,000KW초과 400.000KW이하	교류 3상 154,000V
400.000KW초과	교류 3상 345,000V

2. 수전방식

수전방식이란 전력회사로부터 전력을 공급받는 형식을 말한다.

저전압 수전방식(380/220V), 특고 수전방식(22,9/154/345/765KV)

수전방식의 종류는 1회선 수전방식, 평행 2회선 수전방식, 본선+ 예비회선 수전방식, LOOP 수전방식 SPOT NETWORK 수전방식 등이 있다.

수전방식 선정시에는 건물의 용도, 부하의 중요도, 전원공급신뢰도, 예비전원의 유무, 경제성 등을 고려해야 한다.

수전방식의 비교

명칭	장점	단점
1회선수전	간단, 경제적 공사 용의 저압방식에 많이 적용 특고압에서 소용량에 적당	소규모 용량에 많이 사용 선로 및 수정용 차단기 사고에 대책이 없음 신뢰도 낮음
평행 2회선 수전	한쪽의 수전사고에 대해서 무정전 수전이 가능 2회선중 경제적, 국내에서 가장 많이 사용	수전선 보호장치와 2회선 평행수전 장치가 필요 1회선 수전방식에 비해 시설비 많음
본선 예비선수전	선로사고에 대비가능 단독 수전이 가능	시설비증가 절체용 차단기 필요
스팟 네트워크	무정전 공급이 가능 전압변동이 적음 부하증가 적응성 큼 2차변전소를 감소시킬 수 있다 전등 전력의 일원화가 가능	시설 투자비가 많이 듦 아직까지는 보호장치를 전량 수입 구내에는 아직 많은 실적이 없다.

3.지중전선로 시설

공사방법에는 직접매설식, 관로식, 암거식(전력구식)등이 있다.

지중전선로 특징

구분	장점	단점
직접 매설식	공사비 저렴 공사기간 짧음 굴곡개소 시공용이	외상사고 발생우려 보수, 점검 불편 증설, 철거곤란
관로식	증설, 철거용이 보수, 점검 비교적용이 외상사고 발생우려 감소	회선량 많을수록 송전용량 감소 굴곡개소 시공 곤란 케이블 신축 흡수력 저조
암거식	다회선 포설용이 부수, 점검편리 외상사고 발생우려 적음	공사비 고가 공사기간 장기간 소용 케이블 화재시 파급확산

4.수전설비 주요기기

1.ALTS (automatic load transfer switch:자동부하절체개폐기)

일반 개폐기는 정상시의 부하전류 개폐 및 과부하전류 차단에 사용하는 것으로 단락전류와 같은 대전류는 차단할 수 없다. 그러므로 이중전원을 확보하여 주전원 정전시 또는 전압이 기준치 이하로 떨어질 경우 예비전원으로 자동 절환 함으로서 수용가가 항상 일정한 전원공급을 받을 수 있도록 하여야 하는데 특히 상수도 분야에서의 정전사고는 수도물 중단과 바로 연결되는 일이 발생되므로 반드시 자동부하절체개폐기를 사용하여 이중전원을 꼭 확보해 둘 필요가 있다. 조작은 자동 또는 수동전환이 가능하여 배전반내에서 원방조작도 가능하며 3상 일괄조작방식으로 옥내외 설치가 가능하다.

2.ASS자동고장구간개폐기(ASS) (automatic section switch)

우리나라의 배전방식은 거의 3상 4선식 다중접지 방식으로 이 방식은 지락사고시 중성선에 흐르는 지락전류가 단락전류보다 클 수 있는 문제가 생긴다. 이와 같은 지락사고를 변전소의 차단기와 배전선로에 설치된 RECLOSER와 협조하여 고장구간만을 신속, 정확하게 차단 혹은 개방하여 고장의 확대를 방지하고 피해를 최소화시키기 위하여 사고구간을 자동 분리하고 그 사고의 파급확대를 방지하기 위하여 피해를 최소한으로 억제하기 위하여 개발된 개폐기로 공급변전소 CB와 Recloser와 협조하여 사고발생시 고장구간을 자동분리한다. 사고 정전의 파급을 막기 위해 지난 1982년 12월 28일 개정된 내선규정의 수전방식 중 11.4kV-Y의 경우 2000kVA 이하, 22.9kV-Y 4000kV이하의 특별고압간이수전설비에 대하여 수전용량이 500kVA를 초과하는 경우 인입구개폐기로서 자동고장구분개폐기(ASS)를 설치하도록 의무화하였으며 DS봉이나 끈을 매 수동으로 개폐할 수 있고 900(A)이하의 고장전류가 흐를때는 자동 트립해서 차단기 역할을 하며 더 큰 고장전류가 흐를때는 차단용량이 부족해서 제어함의 기억장치로 감지하고만 있다가 한전측의 보호장치가 동작해 순간 정전이 되는 즉시 무전압 상태에서 접점을 열어주게 된다. 그러므로 한전의 보호장치가 재폐로계전기(reclosing relay)에 의해서 전기를 다시 공급하면 고장이 발생한 수용가는 이미 배전선로에서 분리되었기 때문에 다른 수용가에는 정상적으로 전기를 공급할수 있게

된다.

3.GR블이 PAS (pole mounted air switch : 구분개폐기)

점검 보수시 정전이 필요한 경우 전로를 개폐하며 구분개폐기를 사용하여 지락이 발생하였을시 자동적으로 전로를 차단한다. 구분 개폐기의 부하측 단자부터 수용가측 책임 분계점으로 정한다. 책임 분계점에는 지락 차단장치를 시설하게 되어 있으므로 구분 개폐기로서는 지락 계전장치블이 고압 교류 부하 개폐기가 많이 사용되고 있다. 보통 구분 개폐기가 설치된 전주를 1호전주라고 부른다.

4.LBS (load breaker switch:부하계폐기)

통상 상태에 있어서 소정의 전류를 투입, 차단 및 통전하고 그 전로의 단락상태에서의 이상 전류까지 투입할수 있어 수변전설비의 인입구 개폐기로 많이 사용되며 고장전류는 차단할수 없어 전력퓨즈를 사용하며 퓨즈의 용단시 결상을 방지하는 목적으로 채용되고 있으며 차단기와 같이 단락전류와 같은 대전류의 차단능력은 없지만 부하전류의 차단을 할 수 있는 동시에 차단기의 기능을 가지고 있다. 3상 부하가 있는 경우 트립장치(Trip Device)가 있는 3극부하개폐기와 조합한 전력퓨즈를 사용하는 것이 바람직하다. 동작내용은 전력퓨즈가 내장된 동작표시장치(스트라이커)가 돌출하면서 트립장치가 작동하여 스프링에 축적된 힘에 의하여 가동부하 접점을 자동 개방시키도록 되어있어 3상에 연결된 어느 전력퓨즈라도 하나만 끊어지더라도 자동 트립되기 때문에 결상을 방지하게 된다. 보수 점검은 접촉부의 이상변형,소모, 과열 변색, 퓨즈의 변색유무등. 절연저항은 100메거 이상, 교체 권장시기는 15년 또는 개폐횟수 200회.

5.MOF (metering out fit : 계기용 변성기)

전기를 얼마나 사용했는지를 알기 위해서는 계량기를 설치하여 전기 사용량을 알수가 있는데 가정용 저압 전기에서는 계량기를 별다른 장치 없이 바로 부착 연결하여 사용할 수 있지만 고압 전기를 사용하는 곳에서는 그렇게 하다가는 난리가 난다. 이유는 간단, 고압 전기에 견디어 남을 계량기가 없다. 굉음과 함께 단번에 폭발해 버릴 것이며 감전이나 다치거나 않으면 천만 다행. 따라서 고압 전기를 사용하는 곳에 안전하게 한전 계량기를 연결하기 위해서 만들어 낸 것이 바로 MOF 이다. 다음에 나오겠지만 이 장치는 하나의 기기에 PT와CT를 조합하여 고전압과 대전류를 저전압과 소전류로 낮추어 계량기 즉 정확한 말로 하면 적산 전력량계를 설치할 수 있도록 하는 장치를 말한다. MOF는 한전에서 관리하기 때문에 함부로 손을 대지 못한다. 바로 전기 요금하고 직접 관계가 있기 때문이다. 본 사업소 등 산업용 대용량에서는 3중계량기로 전기요금을 산정하는데 이것은 우리나라 전체 전기소비 시간대를 평균하여 전기를 가장 많이사용하는 낮 시간대(최대부하시간대)와 비교적 작게 쓰는 중간시간대, 그리고 사용이 가장 작은 심야시간대로 구분하여 전기요금을 3단계로 차등화로 적용하기 위한 계량기이며 최대부하시간대에는 전기 사용을 가능한 억제하고 심야시간대에 대신 사용함으로써 전기요금을 상당부분 줄일 수 있다.

9.V.A.(meter) : 전압.전류계

전압 및 전류의 수치를 나타내어준다.

11.DS (disconnecting switch : 단로기)

기기의 점검을 위해 회로를 일시 전원에서 끊기위한 개폐기로서 부하전류는 개폐할수 없다. 즉 전기가 살아 있는 상태에서는 절대로 끊어서는 안된다. 이유는 소형 나이프스위치를 개방할 때 스위치의 블레이드(날)와 클립간에 작은 불꽃이 생기는 것을 경험하였을 것이다. 고압회로에서는 이것이 불꽃정도로 끝나지 않고 아크열로 그 부근의 공간이 전리되어 그 부근 일대가 이온과 전자의 바다와 같이 되어 도전성을 띠고 삼상단락으로 발전하는 결과가 되어버린다. 주위 경험자들의 말을 들어보면 통전중 단로기를 여는 순간 큰 불덩어리가 바람처럼 쏟아 나온다고 한다. 올바른 조작법은 투입시는 흑봉으로 블레이드(칼날)의 흑구멍에 삽입하여 블레이드와 접촉자의 중심이 일치하도록 겨냥해서 조용히 투입하고 열때는 흑봉으로 블레이드를 조금 당겨서 일단 정지 시킨후 이상이 없으면 정규적인 개로 위치까지 조용히 연다 (2단 조작). 보수 점검은 단자부, 접촉부의 과열,변색또는 얼룩여부, 지지애자의 균열, 파손여부. 절연저항은 500메거이상, 교체 권장 기간은 20년 또는 1,000회조작.

12.LA (lightning arrester : 피뢰기)

전기설비는 그 계통전압에 따라 뇌 임펄스전압 및 교류전압등의 절연강도가 정해져 있으며 이 값 이상의 과전압이 가해지면 전기설비는 절연 파괴된다. 이와 같은 우뢰 또는 회로의 개폐등으로 인한 과전압의 파괴값이 어느값을 초과한 경우 전류를 분류하여 특성요소(산화아연)에 의해 과전류를 단시간에 접지선을 통해 대지로 방전하고 대신 계속 방전되면 안되기 때문에 속류(정상전류)는 단시간에 차단하여 계통의 정상적인 상태로 자동 복귀하는 장치를 말한다. 변압기의 고,저압 혼촉을 방지하기 위해서 의 2차측 1선을 접지하여계통을 보호할 수 있으나 고압변압기에서는 2차측을 접지할 수 없으므로 이 때 계통에 피뢰기를 대신 설치하여 계통을 보호하는 역할을 한다. 보수 점검은 접지선의 내부 심선이 끊어졌거나 녹아 붙지 않았는지, 용기가 깨지거나 금이나 충격받은 흔적등. 절연저항은 1,000메거이상, 교체 권장시기는 15년.

13.TR (transformer : 변압기)

변압기는 철심과 권선을 가지고 전자유도작용으로 수전전압 또는 배전전압을 부하에 적당한 전압으로 변환 하는 것으로 변전설비중에서 가장 중요한 기기이며 변압기 본체를 절연유 속에 넣은 것을 유입변압기라 하고 가격이 싸고 절연 내력이 강하고 유지보수비가 저렴하여 일반적으로 가장 많이 사용한다. 다음은 유입변압기에 대해서 알아보면 변압기 권선법은 저압권선을 철심에 끼워 권선하고 고압권선을 외측으로 감는 동심 배치권선법을 많이 사용하며 철심은 방향성 규소로 강대를 사용한 권철심이 많이 사용되고 있다. 그리고 절연유는 광물질의 오일로서 변압기 본체를 오일속에 넣음으로서 절연물을 양호하게 유지하여 냉각효과를 올린다. 변압기의 점검은 절연저항계(보통 메거라고 하는데 메거란 말은 상품명. 정확한 말은 절연저항계)로 절연저항 측정이나 직류고압법으로 사용전압의 1.5배를 걸어 내전압 시험을 하는것도 좋지만 변압기 내부에서 이상이 발생하면 가스가 발생하므로 가스 분석으로 이상 유무를 가장 정확히 진단할 수 있다. 우선 가스의 색상을 보고 간단히 추정할 수

있는데 백색은 절연지의 손상, 회색은 오일속의 아크에 의한 오일의 분해로 판별할 수 있고 발생 가스의 성분을 분석하면 메탄, 에틸렌, 프로필렌 등은 절연물의 과열, 수소, 아세틸렌, 일산화탄소, 탄산가스 등은 오일이나 절연물의 아크분해에 의해 발생된다. 그리고 발생 가스중 수소, 메탄, 에탄 등의 가연성 가스의 양이 많아지면 위험하므로 즉시 정밀 진단을 실시하여 적절한 대책을 강구하여야 한다.

유입변압기는 패킹부가 열화 되면서 경화되어 누유되는 일이 있는데 고무패킹 보다는 코르크패킹이 경화가 덜 된다. 본인이 근무하는 곳에도 그런 일이 있어 고무패킹을 코르크패킹으로 교체한 일이 있다. 고장 검출은 내부 1,2차의 전류의 차에 의해 검출되는 차동계전기와 유중 가스발생에 의해 검출되는 브호홀츠계전기등이 있다. 그리고 대형변압기의 상부에는 콘서베이터라는 것이 붙어 있는데 이 역할은 변압기도 사람처럼 호흡을 한다면 이해가 가지 않을지 모르지만 사실이다. 왜냐하면 부하의 변화에 의해 변압기도 온도가 올라갔다 내려갔다 하는데 이런 과정에서 변압기내의 절연유가 팽창 수축을 반복한다. 보통 대형변압기는 완전 밀폐형이므로 온도 변화에 의해 절연유의 부피가 변하게 되면 반드시 외부 공기가 들어와야 하는데 이때 아무 대책이 없으면 습기가 섞인 외부 공기가 그대로 변압기에 들어와 절연유를 오염 시키고 급기야는 절연과피로 이어지는 사고가 발생하게 되는데 바로 이런 대책으로 밀폐된 변압기 상부에 질소가스를 봉입한 원통을 만들어 두면 절연유가 팽창 수축(호흡)하더라도 질소가스와 연결되어 가스의 부피만 늘어났다 줄어들었다하여 외부 공기와는 상관없으므로 습기가 유입되지 않는다. 이제 변압기도 호흡을 한다는 것이 이해가 될 것이다. 소용량의 변압기에는 콘서베이터 대신 실리콘겔이라는 습기제거제로 대신한다.

통상 허용 온도는 섭씨 65도이하이며 75도이상이면 경보, 95도 이상이면 트립되도록 규정하고 있다. 변압기의 운전은 용량의 75%부하에(철손=동손) 운전하는 것이 효율이 가장 좋다. 보수점검은 이상음(진동, 공진, 철심진동, 방전), 냄새(국부 과열), 누유, 유면위치, 흡습제(실리카겔)변색, 온도, 유중 가스측정등. 특히 주의하여야 할 것은 변압기 절연유는 발암성 물질이기 때문에 직접 피부에 닿지 않도록 하여야 하며 작업시는 반드시 고무장갑을 끼고 작업을 하여야 한다. 절연저항은 30메거, 교체 권장시기는 30년.

14. 몰드변압기

변압기 본체를 에폭시 수지로 절연하여 몰드화한 변압기로 크기가 작고 화재위험이 적은 점이 있으나 충격전압에 약한 단점이 있다. 실제로 전기안전공사의 안전점검시 내압시험을 하고 난후 변압기가 종종 소손되는 일이 있다고 한다. 주의 할 것은 유입변압기와 달리 대전되고 있어 감전사고의 위험이 있기때문에 절대로 코일표면에 접촉해서는 안된다. 교체 권장시기는 15년.

15.SC (static condenser : 진상콘덴서)

순수한 저항만의 부하에서는 전압과 전류의 위상차가 없기 때문에 무효 전류가 흐르지 않아 역률이 100%이지만 코일이나 콘덴서 부하에서는 전압과 전류의 위상차가 생긴다. 쉽게 말하자면 전압과 전류가 각각 따로 논다는 것이다. 콘덴서에서는 콘덴서의 충전작용하는 특성으로 전류가 전압보다 90도 앞서고(진상) 코일에서는 코일 자속에 의한 전류 흐름의 방해작용으로 전류가 90도 뒤진다(지상). 이러다 보니 전압과 전류의 위상 차이 만큼의 무효전력(쓸데없는 전력, 사람으로 치면 놀고 먹는 백수전달)이 생기는 것이다. 이 무효 전류가 크면 클수록 역률이 낮아 각종 기기의 설비 용량이 쓸데없이 커야하고 그만큼 전력 손실이 따

른다. 그러므로 모터등 일반 부하는 대부분 코일(유도성)이기 때문에 이 부하의 역률을 개선하기 위해서 진상 콘덴서를 설치한다. 이에 따라 전선로 내의 전력 손실이 감소되고 전압 강하나 전압 변동률이 개선되며 설비에 여유가 생기는 효과를 얻는다.

용량은 변압기에 설치시는 변압기용량 500kVA이하: 변압기용량의 5%의 값, 500-2,000kVA: 4%의 값, 2,000kVA초과: 3%의 값을 적용한다. 그리고 전동기에 설치할때의 용량은 대체로 전동기 출력의 1/2-1/4정도의 콘덴서를 설치하면 적당하다. 그리고 전기설비의 역률은 한전 공급 규정상 90% 이상으로 유지하도록 되어있으나 95%정도가 좋다. 언뜻 100%로 하면 가장 좋을 것 같아도 부하가 적은 심야시간대 등에는 잘못하면 100%를 초과한 앞선 역률이 되어 그 또한 앞선 만큼 무효가 될뿐 아니라 송전단 전압보다 수전단 전압이 높아버리는 페란티 효과라는 것이 발생되어 이상전압이 유발하게 된다.

보수 점검은 콘덴서는 밀봉구조이므로내부의 이상을 발견하기가 매우 어렵기 때문에 이상전류에 의한 과열, 이음,외함의 균열이나 팽창등을 유심히 관찰할 필요가 있다. 외함의 허용 팽창값은 콘덴서 용량의 10-30(KVA): 15(mm), 50(KVA): 20(mm), 75-100(KVA): 25(mm), 150(KVA): 30(mm) 이내 이며 요즘은 NCS(Neutral Current Sensor: 중성점 전류 검출장치)를 장치하여 내부의 고장이 발생하면 회로를 자동 차단 시키는 회로를 구성하여 사용하고 있다. 그리고 설치시 주의할 점은 2대이상 병렬설치 피할 것, 콘덴서 차단기는 콘덴서 전류의 3배이상의 능력, 조합설치시 간격은 6cm이상, 용량 100kW이상 가연성 및 지하등은 전용 차단기 설치등이며 절연저항은 100메거 이상, 교체 권장시기는 6년.

16.MSR (motor starting reactor: 모터 기동용 리액터)

정수장이나 취수장, 가압장등 대부분의 사업장에는 고압 유도전동기로 물을 펌핑하는데 고압 유도전동기를 기동시에는 5배이상의 기동전류가 소모되며 전동기가 정지 상태에서 전전압으로 기동을 시켜 버리면 모터 코일에 손상이 가거나 수명이 단축되는 원인이 된다. 쉽게 말하자면 모터가 정상적으로 돌아갈 때에 100%라는 전압이 필요 하다면 기동시에는 정상적으로 돌아가는 상태가 아니고 정지 상태에서의 이제 겨우 돌아 가려는 상태로 50-80%의 전압을 넣어주는 것이 적절한데 100%의 전전압을 넣어 버리면 모터가 소화를 못하고 나머지는 스트레스로 부담해야 하는 것이다. 사람도 달리기를 하기전 준비운동을 먼저 한다든가 우선 출발 할 때에는 조금 천천히 달려야 근육등에 무리가 안가는 것 처럼 모터 기동시에도 (스타트 할 때 불과 5-10초만) 전압을 줄여서 기동하고 수초후 전전압을 넣어 정상상태로 하자고 생각해 낸 것이 리액터(코일)이다.

그렇다면 기동시 전압을 낮추는 방법으로는 언뜻 생각하면 저항을 쓰면 되지 않느냐고 생각할 수도 있겠지만 천만의 말씀, 저항을 쓰게 되면 엄청난 전력손실이 발생하기 때문에 결국 전력손실이 발생한다는 것은 열로 변하여 여러 가지 위험을 초래하므로 저항은 쓸 수 없다. 리액터는 회한하게도 단순히 임피던스(교류분 저항)로 전압을 낮추기는 하나 대신 전력을 소모하지는 않는다. 이러한 점으로 모터 기동용으로 리액터가 주로 사용된다. 리액터의 용량은 대략 모터용량과 같거나 조금 크게 선정하면 된다. 주의 할 것은 기동리액터는 장시간 회로와 연결되어 운전되면 소손되어 화재의 위험이 있기 때문에 모터 기동후에는 반드시 회로와 분리되었는지를 확인해야 한다.

17.SRC (series reactor for condensers: 콘덴서용 직렬리액터)

전력계통에서 선로에 대용량의 콘덴서를 접속하면 여러 요인으로 인하여 회로의 전압이나

전류의 파형의 왜곡을 확대하는 수가 있으며 때로 기본과 이상의 고조파를 발생하는 수가 있다. 또한 정류기에 많이 사용하는 싸이리스터, 아크로, 전기로등의 부하에서 발생하는 고조파가 콘덴서의 회로 투입에 의해 전원측 리액턴스와 콘덴서 리액턴스가 LC공진에 의해 확대되는 현상이 일어난다. 고조파로 인한 영향으로는 동손, 철손의 증대로 기기의 과열, 소음의 증가 원인이 되며 절연과괴, 보호계전의 오동작, 충전전류 발생등 각종 장애가 발생한다. 이고조파를 줄이는 방법은 고조파에 대해 회로를 유도성(코일)로 하면 되기 때문에 콘덴서에 직렬로 리액터를 연결하여 주면 된다. 또한 이 외에도 콘덴서 투입시 단시간 이기는 하나 상당한 전류가 흐르는데 이러한 콘덴서 투입시 돌입 전류 억제효과, 모선의 순간 전압강하 억제효과등이 있다. 용량은 모터등 유도성 일반 부하에서는 콘덴서 용량의 6%, 변환기,아크로등에서는 13%정도로 하면 적당하다. 절연 저항은 500메거 이상.

18.DC (discharge coil : 방전코일)

콘덴서를 전로로부터 개방할 경우 잔류 전하로 인한 위험한 사고의 방지와 재투입할 때 걸리는 과전압의 방지를 위해서 방전장치가 필요하다. 방전장치로는 방전코일과 방전저항이 있으며 경제적인 면에서 대용량의 것에는 방전코일, 소용량의 것에는 방전저항이 많이 쓰인다. 방전시간은 방전코일의 경우는 5초 이내에 콘덴서의 잔류 전하를 50(V)이하로 저하 시킬수 있어야 하며 방전 저항은 5분이 걸리는 것이 보통이므로 취급에 유의하여야 한다. 절연저항은 500메거이상.

19.COS (cut out switch : 컷아웃스위치)

주로 변압기 1차측의 각 상마다 설치하여 변압기의 보호와 개폐를 위한 것으로서 단극으로 제작된 것인데 내부의 퓨즈가 용단되면 스위치의 덮개(특고압용의 경우 퓨즈홀더)가 중력에 의하여 스스로 개방되게 하여 멀리서도 퓨즈의 용단여부를 쉽게 눈으로 식별할 수 있게 한 것이며 COS에 퓨즈 대신 동봉을 사용하면 단로기 대용으로 사용할 수 있는 장점이 있다. 그러나 COS는 정격차단 전류용량은 그다지 크기가 않으므로 이를 채용할 경우에는 신중을 기하여야 한다. 퓨즈의 차단전류용량 부족은 과전류에 의하여 용단될 때 퓨즈링크의 폭발을 일으킬 우려도 있다. 외형을 자기제 외면(원통형)에 퓨즈를 장치하는 구조이다. 과전류 차단기로 시설하는 휴즈 중 고압선로에 사용하는 휴즈는 정격전류의 1.3배의 전류에 견디고 또한 2배의 전류로 120분안에 용단되는 것이어야 한다.

20.PF (power fuse : 전력퓨즈)

고압 및 특별고압 기기의 단락보호용 퓨즈이고 소호방식에 따라 한류형과 비한류형이 있으며, 한류형 퓨즈는 높은 아크저항을 발생하여 사고전류를 강제적으로 한류억제해서 차단하는 퓨즈이며 밀폐절연통 안에 퓨즈 엘레먼트와 규소 등이 소호재를 충전, 밀폐한 구조이며 현재 수변전 설비에서 많이 사용된다. 전력휴즈는 과부하전류나 과도전류의 보호는 기대하지 않는다. 왜냐하면 정격전류의 수배이상인 과부하전류는 부하의 변동이 원인이 되어 발생하고 과도전류는 변압기의 투입전류, 전동기의 기동전류 등 매우 짧은 시간에만 발생하고 시간이 지나면 자연적으로 정상적으로 돌아가는 전류이므로 이것 때문에 끊어지지 않아야 한다. 전력휴즈가 이를 보호하게 되면 자주 결상이 되거나 수명이 단축된다. 그러므로 파워휴즈는 과전류 가운데 단락전류를 고속도 한류차단하는 단락보호용 휴즈이다. 전력휴즈는 차단기와는 달라서 자주 과부하를 차단할 필요가 있는 부분, 퓨즈동작 후 재투입이 필요한

개소에는 사용하지 않도록 해야 한다.(재투입 불가능). 전력퓨즈는 차단기와 릴레이, 변성기의 3가지 기기 역할을 하는 특성이 있으며 경제적인 기기이면서도 확실한 동작특성을 가지고 있으며 소형 염가일 뿐만 아니라 동작대상의 일정 값 이상 과전류에서는 오동작이 없는 완전한 차단특성을 가지고 있다. 파워휴즈가 차단할 수 있는 단락전류의 최대전류값을 정격차단전류(kA)라 한다. PF는 모양이 COS와 너무 흡사하여 이 기기에 익숙하지 않은 사람은 확실히 구분하는데 어려움을 느끼게 되며 크거나 개폐형 고리의 형태 및 상단 접촉부의 형태가 차이가 나는데 PF가 고리도 크고 전체 크기가 크다. PF는 고장전류를 안전하게 차단할수 있는 반면 COS는 단락사고나 접지사고때의 고장전류를 안전하게 차단할수없다. 또한 이들 모두 부하전류가 흐를 때 개폐할수 없으며 퓨즈가 끊어지면 퓨즈통이 상단 접촉부에서 빠져 꺼구로 매달리거나 원통형 PF는 상단부 스트라이커(표시용으로 뽀족하게 튀어나온 부분)가 튀어 나오게 되어 휴즈가 끊어진 여부를 알 수 있다. PF는 휴즈가 끊어지면 휴즈 전체를 바꾸어야 하나 COS는 퓨즈만 바꾸면 된다. PF의 용단된 부위로 사고의 내용을 대략 알 수 있는데 원통 납땜부에서 용단된 것은 노열화, 중간 부분에서 용단된 것은 과부하, 엘리먼트가 증발하여 원통이 변색된 것은 단락사고의 가능성이 큰 것으로 추정할 수 있다. 또한 3상인 경우 1개가 용단 되었을지라도 3개 모두를 교체하여야 한다.

제 2 장 접지 설비

1. 접지설비 개요

접지는 일반적으로 대지(지구)에 전기적인 단자를 설치하는 것
전기, 전자, 통신설비등을 대지와 낮은 저항으로 전기적 접속을 하는 것
접지 대상을 대지와 등전위 낮은 전위차로 접속
대지는 영 전위라고 하지만 실제로 대지 표면에 임의의 지점에서 전위가 항상 영전위를 위지한다고 볼 수 는없다.
특히 직류나 저주파 전위는 거의 영에 가깝다고 볼 수 있지만 고주파전위는 대지 표면에서 크게 변화한다. 또한 대지표면에서 직류나 저주파전위도 정확하게 영이 아니고 지구중심을 향하여 복잡한 양상의 전위 기울기를 나타낸다.

2. 접지의 목적

접지의 목적은 안전과 안정으로 크게 나눈다.
접지를 필요로 하는 개소(전로 및 기기)와 대지를 전기적으로 접속하여 접지를 시공한 개소의 전위를 영전위로 유지 하고, 인축에 대한 감전방지와 전기 시설이 되어있는 건축물의 피해 및 화재를 방지하기 위함이며, 접지효과를 전기적 특성인 대지 귀로에 이용하는 것을 목적으로 하는 경우도 있다.

3. 접지의 분류

1. 계통접지

구분	종류	접지목적
계 통 접 지	2중접지	특고, 고압/저압 변압기 혼촉시 저압측의 대지전위 상승을 억제하기 위하여 변압기 2차측 전로를 접지
	중성점접지	대지전압의 강하 1선지락시 건전상 정위상승 억제 및 보호장치의 확실한 동작을 위하여 변압기 중성점을 접지
	인입구접지	저압선로에 침입하는 뇌격 및 고전압 혼촉으로 인한 이상전압의 침입을 억제하기 위하여 2중 접지측 전로에 추가접지
	변성기 2차 접지	계기용 변성기의 고저압 혼촉에 의한 위험방지를 위하여 2차측 전로를 접지
	저압변성기 2차접지	제어회로용 변압기(440/110V)의 보호장치 동작을 위하여 2차측 전로를 접지

2. 기기접지

전기기기의 절연이 어떤 원인으로 인하여 저하되면 기기 외함이 누설전류로 인하여 지락이 발생하면 대지전위 상승으로 인한 감전사고를 예방하기 위한 접지

3. 뇌해방지용 접지

낙뢰는 뇌운 속에서 전하의 축적에 따라 아래쪽 지표에는 운저전하와 역극성 전하가 유기되므로 양자 간 전계 강도의 증가로 공기의 절연과괴 내력을 넘으면 양자 사이에 방전이 발생하여 불꽃과 큰소리를 내는 낙뢰(대지뇌격)가 발생한다.

뇌격전류가 유입될 때 이 근처의 전위가 상승하며, 전이분포가 생긴다,

뇌격지점 부근에 전기설비, 사람이나 가축이 있다면 뇌격전류에 의한 전압이 인가되어 전기기기의 소손 및 사람, 가축이 피해를 입게 된다.

대지와 전기적으로 접촉된 접지전극이 있으면 전위상승, 전류분포, 전위분포, 보복전압을 낮게 할 수 있다.

피뢰치이나 피뢰기의 접지로 뇌방전 전류를 안전하게 대지로 흘려보내는 것을 목적으로 한다,

4. 정전기장애 방지용 접지

마찰등으로 발생한 정전기가 축적하여 각종 장애를 일으키지 않도록 정전기를 신속히 대지에 방류하기 위한접지

5. 등전위 접지

필요로 하는 모든 부분에 전위차가 발생하지 않도록 금속부분을 상호 결합하는 접지

예) 병원설비의 접지등

6. 노이즈 방지용접지

외부의 노이즈가 전자장치나 통신용기기에 침입하여 오동작 또는 동작상태가 나빠지는 것을

방지하거나 전자설비등에 발생하는 전자파 에너지가 외부로 유출되오 다른 기기에 장애를 일으키지 않도록 하는접지

예) 실등류의 접지, 각종 실드 케이블로 접지한 변압기의 정전실드접지, 변압기나 초크 철심의 접지, 일렉트로닉스 장치의 전기수전단 필터접지등

7.기준접지

전자기기는 미약한 전위 변동에도 오작동을 일으킬 수 있다. 따라서 인공적인 기준 전위면(전위의 안정된기준점)을 설치할 필요가 있다.

고주파 영역에서 전위변동을 최소로 하기 위해 특히 대형 컴퓨터실을 대상으로 한다
주접지극은 철골, 철근콘크리트 건축구조체 접지에한함.

4.독립접지와 공용접지 비교

구분	장점	단점
독립접지	원인규명 용이 전위간섭의 최소화	극간 상호간섭 우려 접지계통의 복잡화 접지선간 노이즈 우려
공용접지	접지계통의 단순화 저 저항 확보 용이 전위 지준점 용이	접지 전극간 전위상승 우려

제 3 장 차단장치

1.아크의 생성과 소호

아크는 전위차가 있는 두 도체 사이의 절연매질의 파괴로 전로가 형성된 현상
아크의 특성으로는 온도는 섭씨 약 5,000~25,000도 이고 절연매질의 절연내력을 저하시키고 도체의 용융을 초래한다.

아크의 소호는보통 회로의 전류가 0의 값을 통과하여 극성을 반전하려고 하는 순간 차단력을 발휘시켜 소호한다. 차단시의 소호현상은 통상 절연내력설로 설명할 수 있다.

차단때 재기전압의 상승특성과 극간의 절연내력회복특성과의 경쟁력인 관계로 설명 할 수 있다. 즉 절연의 회복특성이 재기전압보다 우세하면 차단가능하고 반대면 불가능하다.

2.차단기 정의

정상상태의 전류를 투입, 통전, 차단하며 단락과 같은 소정의 이상상태에 있어서 일정시간의통전, 차단이 가능하도록 설계된 개폐장치

3.차단기가 갖추어야 할 기본조건

1)투입상태에서 양호한 도체이며, 정상 및 단락전류 발생시 열적,기계적으로 견뎌야 할 것

- 2)개방상태에서 양호한 절연체이며, 상간 또는 상과 대지간 절연이 유지되어야 할 것
- 3)투입시 이상전압 발생이 최소화되어 안전하게 투입할 것
- 4)개방시 접촉자의 손상없이 신속하고 안전하게 회로를 분리 할 것

4,차단기의 종류

1.VCB (vacuum circuit breaker : 진공차단기)

진공차단기란 전로의 차단을 고진공의 용기(진공벨브) 속에서 접점을 여 닫는 것으로 진공 중의 아크 소호능력을 이용하여 매우 높은 절연내력을 지니고 있어 화재 염려가 없으며 소형,경량으로,구조가 간단하여 정수장 대부분 이 차단기를 사용하고 있다. 차단 시간은 3싸이클이며 보수 점검은 차단기가 완전히 접속 위치까지 삽입여부, 개폐표시기의 표시상태, 조작, 제어코일류의 소손, 냄새, 진공벨브의 진공도 측정등. 진공증착부의 변색유무를 확인하여 광택이 나면 양호한 것이고 유백색등 변색 되었으면 교환하는 것이 좋다. 주로 래치타입(순시여자방식)으로 조작시에만 전원이 들어가고 그 후 전원이 끊어지더라도 계속 그 상태를 유지할 수 있다. 절연저항은 500메거이상, 교체 권장기간은 20년 또는 10,000회 조작.

2.ACB (air circuit breaker : 기중차단기)

전기회로에서 접촉자간의 개폐동작이 공기 중에서 이상적으로 행해지는 차단기. 전류비를 고려하여 적합한 적용을 할때 전류의 손실이 없도록 과전류를 미리 예측하여 자동적으로 회로를 개방하거나 수동적인 방법으로 회로를 개폐하며 공기차단기의 일종으로 교류 1,000V 이하의 주로 저압 회로에서 사용한다.

3.ABB ((air blast circuit breaker :공기차단기)

개방할 때 접촉자가 떨어지면서 발생하는 아크를 10-30 kg/cm² ·g의 강력한 압축공기로 불어 소호하는 차단기로 주로 고압회로에 인다. 유입차단기처럼 전류의 크기에 의해 소호능력이 변하지 않고 일정한 소호능력을 갖고 있으며, 화재의 위험성이 적고 차단능력이 뛰어나며 유지보수도 용이하나 별도의 압축공기를 위한 컴프레서 등의 부대설비가 필요하며 수천 V에서 초고압의 것까지 만들어지고 있다.

4.GCB (gas circuit breaker : 가스차단기)

전기 흐름의 차단이 SF6과 같은 특수한 기체, 즉 불활성 기체를 소호 매질로 하여 동작하는 차단기. 가스 차단기의 특징은 SF6 가스의 물리적, 화학적, 전기적 성질이 매우 우수하여 절연내력이 우수하고, 소호능력이 뛰어나며, 아크(arc)가 안정적이다. 절연회복이 빨라 고전압 대전류차단에 적합하다. 차단시에 외부로 가스를 유출하지 않으므로 공기차단기와 같은 폭발음이 없어 소음 공해가 없으며 변압기의 여자전류차단과 같은 소전류차단에도 안정된 차단이 가능하다. 과전압의 발생이 적고, 아크 소멸 후 절연회복이 매우 우수하여 근거리선로 고장, 탈조차단, 이상지락 등의 가혹한 조건에서도 강하며 소형으로 축소가 되는 등의 장점을 갖고 있기 때문에 최근에 유입차단기 및 공기차단기 대신에 급속히 사용되고 있다. 현재 사용되고 있는 대표적인 가스 차단기는 차단부 압력방식에 따라 이중압력형과 단일압력형으로 분류되며 구조적으로 보면 애자형과 탱크형으로 분류된다. 이중압력형은 초

기에 제작보급되었던 것으로 구조가 복잡하고 신뢰성 및 보수면에 있어 단일압력형보다 열등하나 단일압력형은 구조가 간단해서 신뢰성이 높고 보수가 용이하기 때문에 최근 널리 사용되고 있다. 가스 차단기의 단점으로는 절연내력을 높이기 위하여 고기압의 가스 밀폐 탱크를 필요로 하며 가스 밀폐가 불량한 경우 부식성 가스가 발생하거나 수분이 SF6가스 중에 있으면 절연물이나 금속을 부식시키는 경우가 있어 절연과피를 일으킨 예도 미국의 500kV SF6 차단기에서 확인되었다고 한다. 따라서 가스 중의 먼지나 수분 관리에 충분한 주의가 요구된다. 정격 전류, 차단 전류는 모두 공기차단기와 같은 정도로 550kV, 4000/8000A, 차단전류 50kA정도까지 제작되고 있다.

5.MBB (magneticblaster circuit breaker : 자기차단기)

아크와 차단전류에 의해 만들어진 자계와의 사이의 전자력에 의해 아크를 소호실로 끌어 넣어 차단하는 구조로 아크와 직각으로 자계를 주어 아크 슈트안에 아크를 밀어넣고 늘어나게 함으로써 아크전압을 증대시키고 냉각하여 소호를 한다. 즉 대기중에서 전자력에 의해 소호 장치내에 아크를 구동하는 장치를 말하며 특히 소전류에 대해서는 아크에 의한 자계가 약해서 소호능력이 저하하므로 차단기구에 연결한 부스터에 의해 압축공기를 만들어 이것을 뽑아 소호를 돕고 있다. 주로 고압전로에 사용된다. 화재의 염려가 없고 절연유도 쓰지 않으며 열화가 없으므로 보수가 간단하지만 소호 능력면에서 특고압에는 적당하지 않고 일반적으로 큐비클 내장형으로 사용된다.

6.OCB (oil circuit breaker : 유입차단기)

아크를 기름에 의한 절연 내력과 냉각작용으로 빨리 소호 시키도록 한 것으로 가격이 싸서 과거에는 많이 사용 되었지만 화재 위험이 있고 유지 보수도 곤란하여 지금은 많이 사용하지 않는다.

7.VCS (Vacuum Contactor Switch :고압전자접촉기)

주접촉부를고압전자접촉기 전자석의 힘으로 개폐하며 전로의 개폐가 진공 중에서 동작하는 것을 고압전자접촉기라고 하며 주사용 용도는 모터, 변압기, 콘덴서등의 부하개폐기로 사용되며 전로의 개폐를 목적으로 한다. VCB와 조합해서 모터 기동용으로 많이 사용한다. 래치 타입(순시 여자방식)과 마그네틱 타입(상시 여자방식)의 2종류가 있는데 ⊖ :래치타입 ⊕ : 마그네틱타입이다. 마그네틱 타입은 운전중 전원이 끊어지면 트립되어 버리므로 가격이 다소 바싸더라도 래치타입을 쓰는 것이 낫다.

8.MSC (magnetic switch : 전자개폐기)

저압용으로 전자접촉기의 ON/OFF에 의해 모터 등의 부하를 운전/정지시킴으로써 부하를 보호, 제어하는 목적으로 사용된다. 과부하계전기에 의해 부하에 일정 이상의 과전류가 흐르면 이를 감지하여 전자접촉기의 조작전원을 OFF시켜 부하를 정지시킨 전자접촉기와 과부하계전기가 조합되어 사용되며 이를 전자개폐기 라고 한다.

9.MCCB (molded case circuit breaker :배선용차단기)

저압용으로 개폐기구, 트립장치 등을 절연물 용기내에 일체로 조립한 것으로 통전상태의 전로를 수동 또는 전기 조작에 의해 개폐할 수 있으며, 과부하 및 단로 등의 이상 상태시 자동적으로 전류를 차단하는 기구를 말함. 배선용차단기는 교류 600V 이하, 또는 직류 250V 이하의 저압 옥내전로의 보호에 사용되는 mold case 차단기를 말하며 일반적으로 NFB의 명칭으로 부르기도 한다. 소형이며 조작이 안전하고 퓨우즈를 끼우는 등의 수고가 없기 때문에 종래의 나이프 스위치와 퓨우즈를 결합한 것에 대신하여 널리 사용되고 있다. 트립장치에는 열동형(바리메탈이 차단기를 흐르는 전류에 의하여 가열되어 만곡되므로 트립동작을 하는 것), 코일에 전류를 통하여 과전류에 의하여 철편을 흡인하여 동작하는 것 양자를 결합한 열동전자식 및 전자식 등이 있다. 트립 특성은 정격전류의 100%를 연속통전하여도 트립동작하지 않고 정격전류의 125%, 200%의 전류에 대한 동작시간이 별도로 정해져 있다.

10.ELCB (leakage current circuit breaker :누전차단기)

저압용으로 개폐기구, 트립장치 등을 절연물 용기내에 일체로 조립한 것으로 통전상태의 전로를 수동 또는 전기 조작에 의해 개폐할 수 있으며, 과부하, 단로 및 누전발생 시 자동적으로 전류를 차단하는 기구를 말합니다. leakage current circuit breaker는 누전, 감전에 대한 방지대책으로 최근 사용되고 있는 배선용 차단기로서 그 동작원리는 전류동작에서 보면, 회로에 영상 변류기를 넣어 누전에 의한 가선의 전류차를 검출하여 회로를 자동차단해서 위험을 방지하는 방식의 것이며, 이것은 기기의 누전방지 뿐만이 아니고 전로로 부터의 누전방지에도 유효하며 또한 검출용 접지공사가 불필요하다. 정격감도전류는 고감도형(30mA 이하의 것)과 보통형(30mA을 넘는 것)이 있고, 그 동작시간은 모두 0.2초 이내에서 동작한다. 사용상 주의할 사항으로는 일반적으로 잔류전류가 적은 주택, 상점 등에서는 인입구에 가까운 주회로에 누전차단기를 설치하면 1대로서 전체가 보호되지만 공장이나 빌딩 등에서는 사용기기가 많고 배선도 긴 경우 상시 약간의 잔류전류가 있어서 주간 개폐기의 위치에 1대만을 설치하는 것은 감도에는 문제가 있고 또한 동작 시에는 광범위하게 정전이 되어 적당치가 못하다. 따라서 적당한 block 으로 나누어 누전차단기를 설치하여야 한다.

제 4 장 계기용 변성기

1. 변성기의 종류

1.CT (current transformer : 계기용 변류기)

PT의 원리와 마찬가지로 PT는 전압을 보거나 사용하기 위한 것이고 CT는 전류를 볼수 있거나 사용하기 위해서이다. 즉 고압 회로의 대전류를 소전류로 낮추기 위해서 회로에 직렬로 접속하여 사용하는 장치로 배전반의 전류계, 전력계의 전류코일 및 과전류계전기의 트립코일의 전원으로 사용된다. 주의 할 것은 변류기 1차코일에 전류가 흐르는 상태에서 2차측을 개방하면 2차 단자에 고압이 발생하여 손상 또는 감전사고를 유발하므로 유의하여야 한다. 이유는 CT 역시 하나의 변압기 이므로 1차측 코일에 발생하는 자속과 2차측 코일에 발

생하는 자속이 서로 쇠고 되어 더 이상 포화 상태로 되지 않지만 2차측을 개방(떼어놓으면) 해 놓으면 1차측 자속이 2차측과 쇠고되지 않아 계속 맴돌이 자속이 되어 포화 상태가 일어나 나중에는 폭발, 손상되어 버리는 것이다. 정수장에서 일어난 정전사고중 CT나 PT사고가 절반 이상을 차지하므로 평소 관리에 세심한 관찰과 주의를 할 필요가 있다. 과부하가 걸리지 않게 하고 평소와 다르게 이상한 소음이 발생하면 정밀 점검을 할 필요가 있으며 경험으로 보면 애초에 시설시 신뢰할만한 메이커 제품을 선정하는것이 가장 중요하다. 저마다 제품 시험에 합격한 것이라도 아직 메이커마다 절연에 대한 노하우는 차이가 많은 것이다. 연결하는 법은 1차측 K단자는 선로의 전원측, L단자는 부하측에 접속하고 2차측 k, l을 전류계에 접속한다. 정격부담은 사용부담의 150-200% 정도로 결정함이 바람직하다. 보수 점검은 PT와 동일, 절연저항은 100메거 이상, 교체 권장시기 15년.

12.ZCT (zero current transformer : 영상변류기)

전기를 사용하다가 보면 선로나 기기의 노후나 기타등으로 뜻하지 않게 누전사고가 발생하는 일이 있다. 저압에서는 누전차단기를 설치하여 누전시 전기를 차단하지만 고압전기에서는 이것 또한 간단치 않으며 선로에 ZCT를 설치하여 누전 전류를 검출할 수 있다. ZCT 그 자체만으로는 검출 기능밖에 없지만 지락계전기와 조합 사용하여 누전시 회로를 차단할 수 있다. 원리는 이론적으로 전기 벡터합이 정상시 0 이 되어야 하는데 1선 지락(누전)시 벡터합이 0 이 되지않은 것을 이용 이것을 검출하는 장치로 더 쉽게 말하자면 ZCT를 통과하며 선로에 흐르는 전류가 정상시에는 ZCT로 부터 부하로 들어갔다가 나오는 전류가 같으므로 아무런 문제가 없으나 지락(누전)시에는 부하로 들어갔다가 나오는 전류가 차이나므로 이 차이만큼의 전류가 바로 지락전류(누전)로 이 지락전류 만큼 ZCT에 검출되는 것이다. 1차 정격전류 200mA, 2차정격전류 1.5mA이다. 통상 안전공사에서 SGR트립 시험시 SGR에 1.5mA정도의 미약한 전류를 집어넣기 어렵기 때문에 ZCT 1차측에 200mA를 걸어 트립 시험한다. 또한 ZCT를 케이블에 설치 할 때 주의할 사항은 전원측에 설치할 시에는 반드시 케이블 실드의 접지선을 ZCT를 통과 하도록 하여야한다. 접지선이 이것을 통과하지 않으면 영상전류가 소멸되어 동작하지 않는 경우가 있다. 또 2차측 배선은 정전유도나 전자유도 방지를 위해서 2심 일괄 실드선으로 하든지 트위스트 페어선으로 하면 좋다.

8.PT (potential transformer : 계기용 변압기)

앞에서도 말 했지만 고압 전기에서는 모든 기기를 함부로 연결하여 사용 할 수 없다. 전기는 보이지 않기 때문에 눈으로 볼 수 도 없고 그렇다고 손으로 대어 볼 수도 없는 일이다. 전기가 살아 있는지의 확인 방법은 전압계를 연결하여 확인 할 수 있지만 고압에서는 전압계 역시 바로 연결 하다간 앞에서 처럼 큰 일 난다. 따라서 고압회로의 전압을 저압으로 낮추어 전압계나 전력계, 주파수계, 역율계, 각종 계전기, 표시등등 각종 계기용으로 사용 할 수 있는데 이러한 장치를 PT 라고 하며 1차측은 전압에 따라 다르지만 2차측 정격전압은 무조건 110V로 통일되어 있다. 코일의 소손등 고장전류를 차단하여 사고의 확대를 방지할 목적으로 1차측에 PT휴즈를 시설하는데 이 휴즈는 PT를 보호하는 것이 목적이 아니고 PT에 고장이 생겼을 때 PT휴즈가 즉시 끊어져 PT를 고압회로로부터 분리하여 주는 역할을 한다. 1대당 정격 부담(출력) 50(VA)정도로 충분하지만 트립코일, 계기류, 표시등이 접속되는 경우를 감안하여 보통 200(VA)정도로 선정한다. 보수 점검은 이상음(철심음, 공진, 방전음), 냄새, 균열(기계적 응력이 가해진 경우의 열화로 균열, 박리현상), 방전흔적등. 절연저

항 100메거, 교체 권장시기는 15년.

9.GPT (Grounding Potential Transformer : 접지형 계기용변압기)

계통의 지락사고시 영상전압(극성전압)을 검출하여 지락계전기(OVGR: Overvoltage Ground Relay) 를 동작시키기 위해 설치하며, 일반적으로 자가용 배전계통의 접지방식으로 고압의 가공선 가공선계통 및 소규모의 케이블 계통에는 비접지 방식이 사용되며, 고압의 대규모 케이블 계통에는 고저항접지방식을, 특고계통에서는 저저항 접지방식이 많이 채용된다. 원리는 중성점의 불안정을 제어함과 동시에 지락전류의 유효성분을 필요한 양만 흐르게하는 한류저항과 조합하여 각 배선에 ZCT(영상변류기)를 접속하여 정상적인 선과 고장이 생긴 선과의 선택이 한류저항에 의하여 흐르는 전류와 합해져 접지점에서 대지 충전전류를 합성한 것을 검출하는 방식이며 용량은 대략 부담하는 판넬 수(1대당 30-40VA)를 합한 것과 같다.

2.계기용 변성기 결선

1. 기본 벡터계산

$$\begin{aligned} \dot{a} + \dot{b} &= \dot{a} = \dot{b} \\ \dot{a} - \dot{b} &= \sqrt{3} \times \dot{a} = \sqrt{3} \times \dot{b} \\ \dot{a} + \dot{b} + \dot{c} &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{방향: } A \Rightarrow B \Rightarrow C \Rightarrow A \\ A, B, C \Rightarrow N \end{aligned}$$

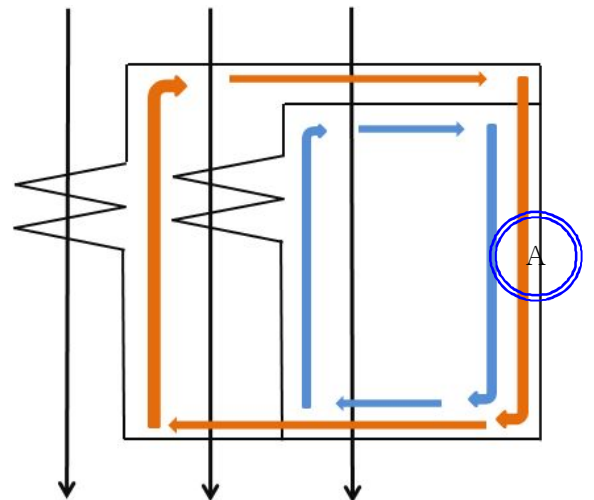
2.CT 결선에 따른 영향

1)V결선

중선선에 흐르는 전류 A루프 와 B루프의 벡터합(화살표 방향이 같은 방향이면 합, 다른 방향이면 차이며 기본적으로 전류가 흐를 루프가 형성되면 다른 CT의 권선으로 전류는 환류하지 않는다)이므로 중선선을 흐르는 전류는

$$\dot{a} + \dot{b} = a = b$$

이 되므로 CT 2개로 3상의 전류를 감시할 수 있으며 주로 비접지 계통에서 사용된다.

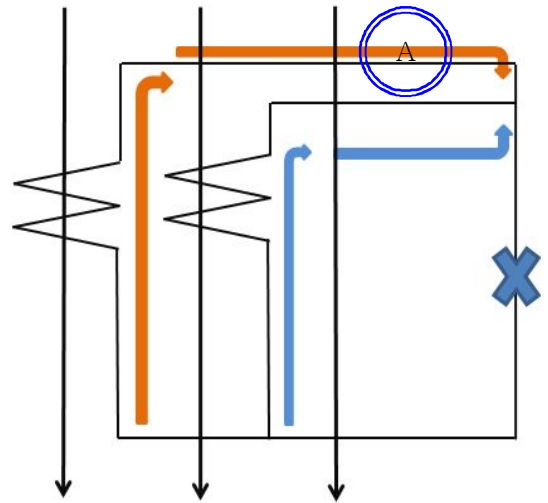


2)V결선(중성선 단선시)

중성선 단선시 A루프와 B루프의 전류의 방향이 반대이므로 벡터차이며(중성선 단선으로 다른 CT권선을 통하여 환류한다) 정상상태에 비해 각상의 전류는 2Z (Z:CT임피던스)를 통과하게 되므로

$$\frac{\dot{a}-\dot{b}}{2} = \frac{\sqrt{3} \times a}{2} = \frac{\sqrt{3} \times b}{2}$$

로 된다.

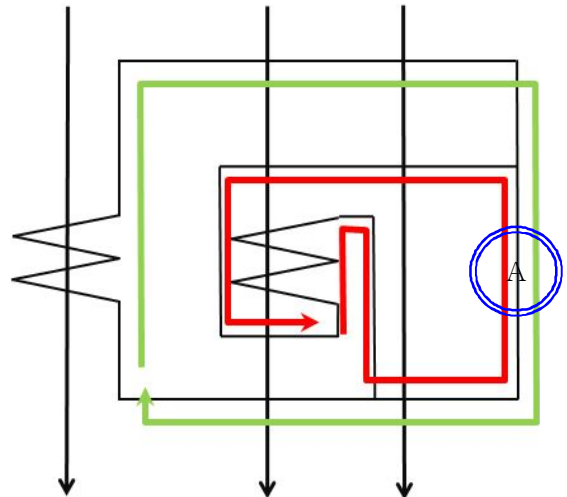


3)V결선(오결선)

오결선시 그림에서와 같이 a상과 b상의 전류는 각각 정상적으로 현시되지만 중성선의(c상) 전류는 A루프와 B루프의 벡터차가 되므로

$$\dot{a}-\dot{b} = \sqrt{3} \times a = \sqrt{3} \times b$$

와 같이 커지게 된다.

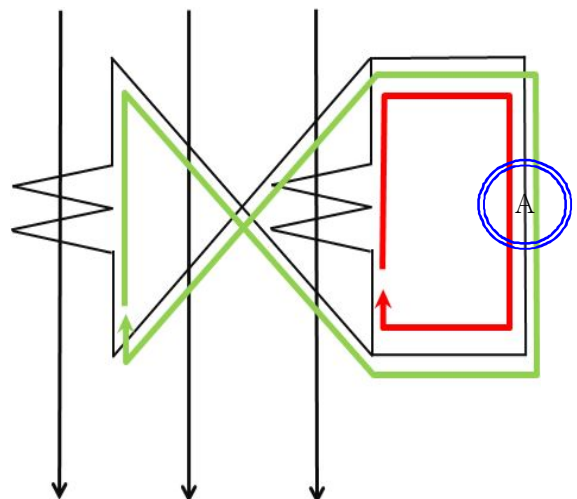


4)교차결선

그림에서와 같이 중성선에서 A루프와 B루프는 벡터차가 되므로

$$\dot{a}-\dot{b} = \sqrt{3} \times a = \sqrt{3} \times b$$

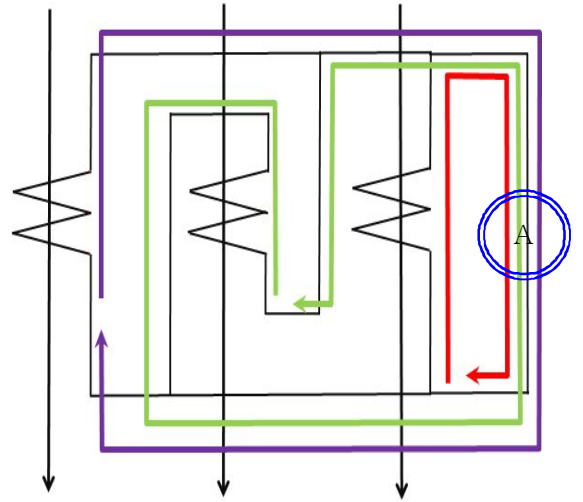
로 된다.



5) Y결선(오결선)

그림에서와 같이 B상의 CT를 오결선한 경우
중성선에서의 루프는 A상과 C상의 합과 B상
의 차가 되므로

$$\dot{a} + \dot{c} - \dot{b} = 2\dot{a}$$



6) Y결선(중성선 단선)

그림에서와 같이 중성선이 단선된 경우
A의 전류는 B,C상의 권선을 통하여 환류

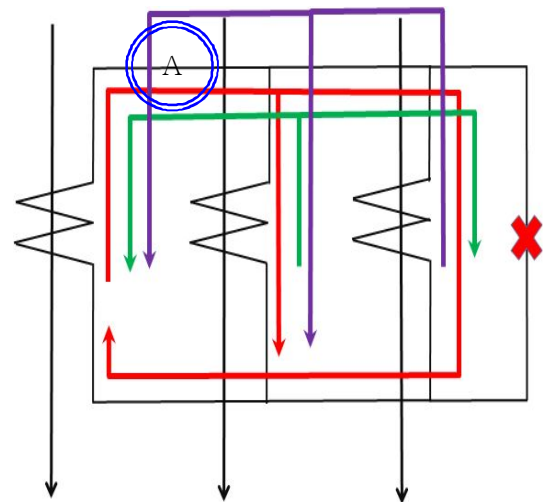
하게 되므로 A상의 전류는 $\frac{2}{3}i_a$ 가 되며

A상으로 $\frac{1}{3}i_b$ 와 $\frac{1}{3}i_c$ 가 흘러들어오는

방향이므로

$$\begin{aligned} i'_a &= \frac{2}{3}i_a - \frac{1}{3}i_b - \frac{1}{3}i_c \\ &= \frac{2}{3}i_a - \frac{1}{3}i_a \angle 120 - \frac{1}{3}i_a \angle 240 \\ &= i_a \left(\frac{2}{3} - \frac{1}{3} \angle 120 - \frac{1}{3} \angle 240 \right) \\ &= i_a \end{aligned}$$

가 된다.



제 5 장 과전류 계전기

1. 보호계전시스템

전력계통, 전기기기의 이상상태를 신속히 제거함으로써 사람의 안전, 설비의 손상방지, 2차 재해 방지를 피하는 동시에 다른 전력계통에 과급을 막고 전력공급의 안정과 신뢰도 향상을 도모하기 위해 설치된 보호계전기를 중심으로 한 시스템을 말한다.

2. 보호계전시스템의 구비 기능

- 1) 정확성: 고장을 정확하게 검출하여 제거하는 기능
- 2) 신속성: 조건에 만족하는 고장시 신속하게 검출하여 제거하는 기능
- 3) 선택성: 고장구간만을 선택차단 및 복구함으로써 정전구간을 최소화 할 수 있는 기능

3. 보호계전시스템의 구성

- 1) 검출부: 계기용 변성기(CT, PT, ZCT, GPT)
- 2) 판정부: 보호 계전기(RELAY)
- 3) 동작부: 차단기(CB)

4. 과전류 계전기 특성

OCR(over current relay : 과전류 계전기)

일정한 값 이상의 전류가 흐르면 부하를 차단시키는 계전기로 특성은 부하에 흐르는 전류가 과전류로 되었을때는 계전기의 자체 동작 원판이 회전하여 주접점을 닫아 차단기가 동작할 때 까지의 걸리는 시간이 과전류의 정도에 비례하여 감소하는 즉 과전류의 크기가 클수록 동작시간이 빠르는 반한시성을 지니고 있으며 과전류값이 1000%이상시는 정한시로 된다. 이 말은 정한시로되면 동작시간도 비례하여 늦어지는 것이아니라 특성 곡선을 보면 이해가 빠르겠지만 가장 빠른 시간으로 동작한다고 생각하면 되겠다. 현재 한전의 OCR 동작시간은 30사이클 즉 0.5초로 조정 해 놓았다. 과전류계전기의 동작시험은 계전기의 설정 전류값의 300% 또는 700%인 전류를 흘리고 그 동작시간을 측정한다. ICS는 한시치, ITT는 순시치이며 다른 계전기도 마찬가지로 계통의 사고로 인한 계전기가 작동 했을 때에는 판넬의 조작회로는 리셋 시키더라도 계전기에 부착된 트립 표시기(타켓)은 그대로 두는 것이 나중에 사고의 원인을 파악하는데 도움이 된다.

5. 계전기 종류

1.OVR (over voltage relay : 과전압 계전기)

일정한 값 이상의 전압이 발생 하였을시 부하를 차단시키는 계전기

2.UVR (under voltage relay : 부족전압 계전기)

일정한 값 이하의 전압이 되었을시 부하를 차단하는 계전기로 주로 정전후 복구되었을때 돌발 재투입을 방지하기 위해서 설치한다. 예를 들어 지금은 모터 기동반동에 정전시 콘덴서

방전 트립장치나 자기유지회로를 써서 정전 복귀가 되더라도 모터를 돌발 재가동 되는 것을 방지하지만 만약 이런 장치가 없다면 정전후 전기가 재투입되면 돌발적으로 모든 모터가 돌아가 버리는 상황이 발생하는 것이다. 정신이 없을 것이다.

3.GR (ground relay : 지락 계전기)

지락 계전기는 기기의 내부나 회로에 지락이 발생하는 경우 영상 전류를 검출해서 동작하게 하는 계전기 이며 영상전류를 검출하는 ZCT와 조합하여 사용한다. 보통 1차200(mA) 2차 1.5(mA) 에서 동작하도록 되어있다

4.SGR (selective ground relay :선택지락계전기)

비접지 계통의 배전선 지락사고를 검출하여 사고회로만을 선택차단하는 방향성 계전기로써 지락사고시 계전기 설치점에 나타나는 영상전압과 영상지락고장전류(비접지 계통에서는 지락고장시 계통중전전류 및 GPT 2차저항에 따라 고장전류가 제한된다)를 검출하여 선택차단 한다. 계전기에 도입되는 영상전압은 모선에 설치하는 GPT 3차측 권선을 개방 델타 결선하여 사용하고 영상고장전류는 선로에 설치하는 영상 CT(zero CT or ZCT)를 사용한다.

5.DGR (directional ground relay : 지락방향계전기)

영상전압(또는 일정방향의 영상전류)을 기준으로 지락고장전류의 크기 및 방향이 일정범위 안에 있을 때 동작하는 계전기이며 루프 계통의 지락사고 보호용으로 사용된다.

6.OVGR (over voltage ground relay :과전압 지락계전기)

GPT(접지형 계기용 변압기) 에 연결하여 지락사고 시 발생하는 영상전압의 크기에 의해 동작

7.OCGR(over current ground relay :과전류 지락계전기)

CT에 연결하여 비접지 계통의 지락사고 시 지락전류의 크기에 의해 동작

8.MPR (motor protection relay :모터보호계전기)

모터를 보호하기 위해 전자접촉기와 함께 사용되며 모터의 과부하 등 이상이 발생할 경우 이를 감지, 전자접촉기를 개방시켜 전원을 차단할 수 있도록 하는 기기입니다.

9.3E relay : 3 E계전기

과부하 및 결상 보호 기능과 전동기의 역전을 방지하는 반상 보호 기능을 갖는 계전기. 이와 같은 복합 기능을 실현하기 위해 일반적으로 전자회로를 채용하고 있으며, 보통 정지형 3E 계전기를 말한다.

10.브호홀쯔계전기(buchholtz relay)

변압기본체 탱크내에 발생한 가스 또는 이에 따른 유류를 검출하는 방식을 이용한 계전기. 권선류의 사고 이외에 철심성층절연의 파괴에 의한 철심의 국부가열, 철심조임볼트의 절연 열화, 탭변환기의 고장을 검출할 수 있으며 대전류, 전기로용, 정류기용변압기, 부하시전압 조정기등에도 적용이 가능하다.

11.비율차동계전기(ratio differential realy)

총입력전류와 총출력전류간의 차이가 총입력전류에 대하여 일정비율 이상으로 되었을 때 동작하는 계전기이며 주로 변압기의 고장 유무에 사용된다.

12.재폐로계전기(reclosing relay)

송전선 사고 시 보호계전기 동작으로 선로 차단기를 차단 후 재투입을 인위적으로 하는 경우에는 많은 시간이 소요되므로 자동적으로 차단기를 투입할 것이 요청된다. 따라서 차단기가 차단되고 사고지점의 절연이 회복된 후 재폐로조건(회복조건)이 이루어 지면 자동으로 차단기를 투입시키는 계전기로 지락이나 단락 사고가 발생하는 순간 즉시 고장 전류를 차단하고 약 2초후에 자동 재투입되지만 사고가 해소되지 않으면 재차단하고 또 재투입되는 일련의 동작을 4회 거듭 하는데 이때에도 사고가 해소되지 않으면 영구 사고로 간주하고 계속 차단한다. 지금은 철거되고 없지만 과거 본인이 89년도 두류정수사업소에 발령을 받아 변전소에 업무 파악차 점검을 나갔는데 그곳에 재폐로 계전기가 부설 되어 있길래 좀 의아해 했는데 알고보니 당시 강정취수장의 약 10Km 이상 거리의 전력을 두류정수장 변전소에서 66KV로 송전하고 있었는데 연줄이나 바람에 의한 나뭇가지의 접촉등으로 자주 정전사고가 발생 되는데 이러한 사고로부터 송전선로를 보호하기 위해서 재폐로 계전기가 필요했던 것이다. 일반 수용가 변전소에서는 안쓴다.

13.전자릴레이(Relay)

계전기(릴레이)란 코일에 전류를 흘리면 자석이 되는 성질을 이용하고 있다. 코일이 전자석으로 되었을 때 철판을 끌어 당겨, 그 철판에 붙어 있는 스위치부의 접점을 닫거나 열기도 한다.릴레이가 좋은 점은 전기적으로 독립된 회로를 연동시킬 수 있다는 점이다. 5V와 같은 저전압계로 구성된 회로의 동작에 의해 AC 100V계의 회로를 ON/OFF시키든가, 대전류의 회로를 ON/OFF시킬 수 있다. 릴레이는 기계적으로 접점을 닫거나 열기 때문에 일반적으로 고속 동작은 할 수 없다. (특수 용도로 고주파 릴레이라는 것도 있어 고속 동작이 가능한 릴레이도 있다)릴레이도 여러 종류가 있으며, 코일에 가하는 전압(구동전압), 접점용량 등에 따라, 적절한 것을 선택할 필요가 있다.

14.CLR (Current-limiting Resistor : 한류저항기)

GPT 3차측, a, f간에 접속되어 사고시 1차측 중성선에 흐르는 전류(Ig)를 조정하여(통상 380mA) 유효 전류를 발생시켜 SGR(선택지락계전기), DGR(지락장향계전기)을 동작시키는 데 필요한 유효전류를 발생시키고 또한 GPT 3차측(OPEN DELTA)에 발생하는 제3고조파 및 이상전위 발생을 억제시켜 중성점 이상전위 진동, 중성점 불안정현상 등의 이상현상을 제거하기 위해 설치한다.