

전력계통에 있어서 접지의 실제

조 연 옥

1. 서 론

배전계통을 설계하여야만 하는 전기기사는 필연적으로 변압기, 발전기의 중성점을 또는 Δ 결선된 저압계통에서 1 상을 접지하느냐 비접지 방식으로 하느냐를 결정해야 하는 어려운 일에 당면한다. 또 다음으로 만일 접지식으로 한다면 어떤 방법으로 접지하느냐 하는 문제가 야기된다. 따라서 여기서는 국내에서 가장 많이 사용하는 계통전압인 22.9kV, 6.6kV 또는 3.3kV, 380V 또는 440V 계통 그리고 220V와 110V 계통에 대하여 접지의 실제를 연구하기로 한다.

2. 접지와 비접지

우리나라의 3.3kV와 6.6kV 계통에서 때로는 380V나 440V 계통에 많이 사용되는 비접지 방법은 특별히 비접지식이 접지식에 우월하다는 이론적 근거없이 관습적으로 사용되고 있는데 불과하다. 물론 비접지식으로 하면 변압기 결선을 Y 결선으로 하여 중성점을 접지하는데 드는 비용이 절약된다는 점과 한 지점에 접지가 일어나도 그 접지점을 계통으로부터 즉시 분리하지 않고 제 2의 사고가 날 때까지 전력공급을 계속할 수 있다는 관념적인 장점이 있다. 그러나 최근에는 계통을 접지함에 따른 여러가지 유익한 점을 살려 접지방식을 선택하는 경향이 뚜렷하다. 그러면 접지방식을 선택하느냐 비접지로 하느냐에 미치는 제사항을 기술한다.

2-1 과전압에 따르는 위험

비접지식에서는 계통내의 과전압발생을 효과적으로 억제할 수 없으므로 기구에 사고를 더 자주 유발한다. 더구나 이 사고는 어떠한 기구에 국한

하지 않고 여러 기구가 동시에 사고를 당하는 경우에 까지 이른다. 비접지계통의 1 상의 접지는 다른 전전상에 1.73배 ($\sqrt{3}$)의 과전압을 부과하고 이 연속적인 과전압이 기기의 절연파괴에 까지 이르지 않는다고 하더라도 최소한 기기의 사용 연수를 줄이는 역할을 한다. 전력계통에 과전압을 일으키는 원인이 되는 사항은 ① 낙뢰 ② 스위칭 서어지 ③ 정전기 발생 ④ 고전압과의 접촉 ⑤ 1 상의 접지 ⑥ 비접지계통의 공진현상 ⑦ 비접지계통의 반복접지에 의한 서어지 발생 등이다.

2-2 안정성

접지식이든 비접지식이든 간에 사람과 재산에 재해를 주는 정도는 고압 이상에서는 하등의 차이가 없다. 그러나 저압에서는 비접지식이 갖는 과전압 때문에 더 위험하다.

2-3 아아크성 사고에 의한 기기파손

아아크성 사고는 그 특유의 굉장한 열적 특성 때문에 그에 연관되는 기기를 거의 또는 완전히 파괴한다. 이러한 사고를 방지하는 방법은 초기에 사고를 검출하고 빨리 차단하는 방법밖에 없다. 따라서 접지식이 유리하다.

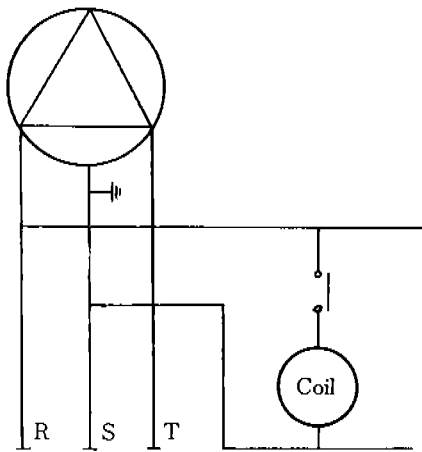
2-4 전력계통 외에 미치는 영향

계통내에서는 접지식이 비접지식에 모든 면에서 유리하나 접지전류가 통신선에 유도장애를 유발하는 점에 유의하여야 한다.

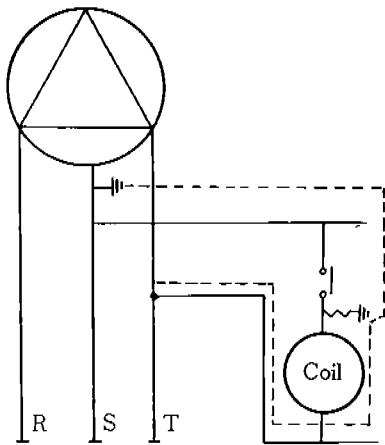
3. 접지방법

3-1 직접접지(Direct or Solid Grounding)

모든 3 상 4 선식 계통과 600V 이하의 저전압에



정



오

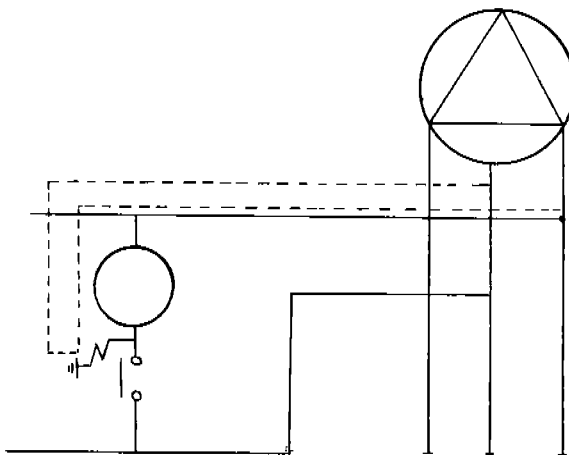


그림 1

서 중성점을 접지하는데 또는 220V 이하의 Δ 결선에서 1상을 접지하는데 사용하는 방식이다. 그

리고 여기서 우리가 특별히 간과하여서는 안될 점으로 우리나라의 22.9kV 계통이 극히 일부를 제외하고는 다중 직접 접지되어 있다는 사실이다. 이 사항은 최근 대도시에서 22.9kV 계통의 송배전선이 케이블화하면서 통신선에 미치는 유도장애가 심각함으로써 부득히 22.9kV 계통에 비접지식이 채용되고 있다. 이 시점에서 22.9kV에 일본에서 사용하고 있는 비접지방식을 케이스별로 채택하는데는 많은 혼란을 줄 요소가 다분히 있으니 유의하여야 한다. 중성점 직접 접지식을 계획할 때 유의할 점을 기술한다.

3-1-1 영상전류에 의한 유도장애

전력선과 병행하여 통신선이 설치되어 있는 경우 특히 도시에서 특별 고압이 케이블화하여 정보선과 병행할 때는 심각한 유도장애를 일으킨다.

이러한 부득이한 경우는 고저항접지나 비접지식으로 하여 유도장애를 최대한 억제하도록 하여야 한다.

3-1-2 발전기에 있어서 접지전류

대개의 경우 특히 고압 이상의 발전기에 중성점이 직접 접지될 때는 접지전류가 3상 단락전류보다 크고 발전기 권선에 자속의 불평형에 따른 큰 기계적 힘을 가하여 손상을 입힌다. 따라서 저항 접지하여 접지전류가 3상 단락전류보다 커지지 않도록 한다. 그리고 만일 저저항 접지를 채용하면 3상 4선식 운전에서 지장을 초래하지는 않는다.

3-1-3 저전압계통의 조작전원

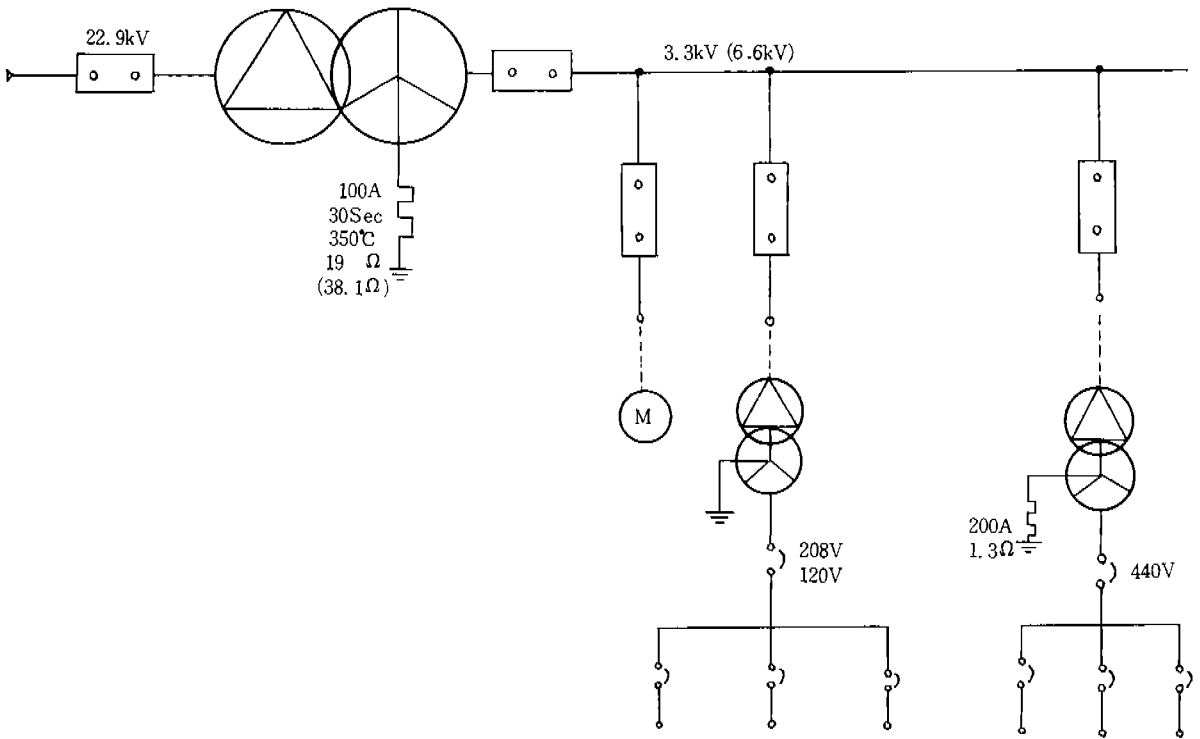
Δ 결선된 220V 이하의 전압이 직접 조작 전류로 사용될 때 접지상과 조작전원간에 상호 조화가 이루어지지 않아 그림 1에서와 같이 기구가 오동작하는 경우가 자주 일어난다.

3-2 저항접지

저항접지란 저항을 통하여 중성점을 접지하는 방식으로 주로 과전압 발생을 억제하는 기능을 살린 접지방식이다. 직접접지와 비교하여 저항접지를 선택하는 이유를 다음에 기술한다.

3-2-1 접지전류

직접 접지시에 접지전류가 3상 단락전류보다 큰 경우가 있으니 차단기용량 계산시 검토하여야 한다. 접지사고가 만일 기기 내부에서 발생하면 큰 사고전류의 열적 작용으로 사고기기는 큰 손상을 받는다. 사고시 접지전류가 항상 통과하는 기로에 있는 변압기, 차단기, 발전기와 케이블 등에 불평



형 힘에 의한 기계적 스트레스를 주어 변형파괴한다. 그러므로 이를 한도내에 억제하기 위하여 보통 저항접지한다.

3-2-2 인체의 안전

큰 접지전류를 감소시킴으로써 인체에 미치는 충격에 의한 사고를 경감한다.

3-2-3 전압강하

순간적인 전압강하(Voltage Drop)를 억제한다.

3-3 고저항 접지와 저저항 접지

3-3-1 고저항 접지

이 방식은 계통내의 과전압을 한계내에 보통 상 전압의 250% 이내에 억제하면서 비접지의 유익한 점을 이용하는 방식이다. 접지전류는 25A 이내이고 대부분 5A 정도이다.

3-3-2 저저항 접지

이 방식은 접지전류를 3상 단락전류보다 적게 감소시켜 직접접지의 핸디캡을 제거하는 방식으로 접지전류는 25A 이상 3상 단락전류까지 이른다(그림2 참조).

계통이 포함하는 모든 전압의 중성점을 접지하여 기기의 보호를 최대한 도모하는 것이 바람직하다(그림3 참조).

각급 전압은 변압기를 통하여 전력을 주고 받는다는 점을 상기할 때 변압기 결선의 1차나 2차 권선중 어느 하나가 Δ 결선되어 있다면 접지 전류는 차단되어 건너가지 못하고 다만 과전류로써 영향을 주는데 불과함을 쉽게 알 수 있다(그림3 참조).

4-2 전력원에 따른 접지

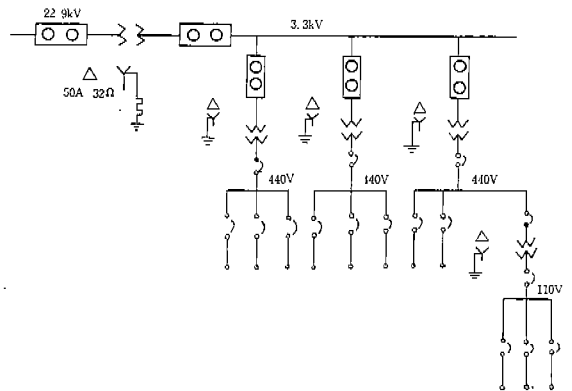


그림 3

4. 접지점의 선정

4-1 계통전압별 접지

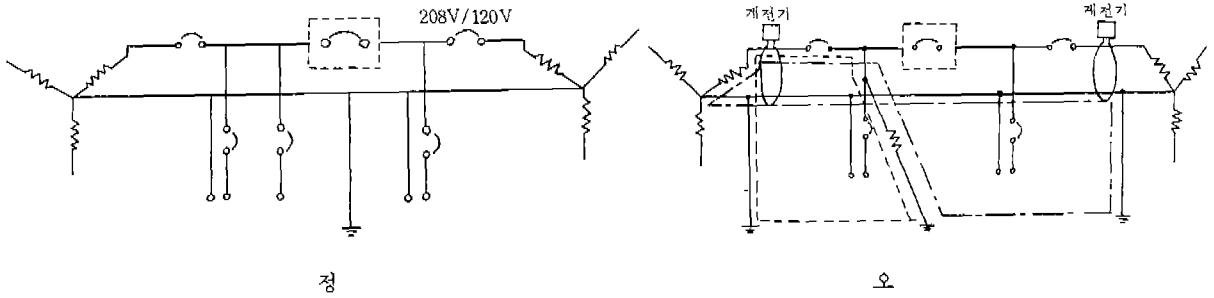


그림 4

그림 3을 보면 각급 전압에 여러 개의 변압기나 발전기가 연결되어 사용되더라도 서로가 독립분리 운전되고 있을 때는 각각의 중성점이 접지되어야 한다. 두개 이상의 전력원이 병렬 운전될 때는 중성선 차단기를 설치하여 항상 어느 하나의 중성점만이 접지되어 운전되는 조건이 가장 바람직한 일이다. 그러나 안전을 고려할 때 설비비용이 고가 되므로 2개 정도의 변압기나 발전기의 병렬운전은 두 기기의 중성점을 같이 접지하여 사용하여도 운전상 큰 지장을 초래하지 않는다.

4-3 3상 4선식 운전

3상 4선식 계통에 두개 이상의 변압기가 병렬 운전되고 중성선을 공용할 때는 중성선의 한 지점에서만 접지가 되도록 각별히 주의하여야 한다(그림 4 참조).

5. 접지사고 검출과 보호

사고가 일어났을 때 사고점을 검출하여 차단하든가 또는 운전원에게 경보하여 빨리 대책을 세워 조치를 취하도록 하여야 한다. 그런 목적달성을 위하여 사고지점을 정확하게 검출하는 기구와 기기를 확실히 보호하는 기구가 많이 발달하였으며 또한 이 기구들이 접지방법에 따라 다르게 발전하였

음도 당연한 일이다.

5-1 비접지 보호

영상전류만으로 작동하는 고감도 전류 계전기가 있으나 오동작을 많이 하므로 현재는 배타적으로 영상전류와 영상전압이 같이 작용하는 선택접지-방향접지-계전기(67)가 이용되고 있으며 주 차단기 차단이나 경보용으로는 접지과전압 계전기(64)가 이용된다(그림 5 참조).

5-2 직접접지 보호

영상전류만으로 작동하는 전류계전기-소세력계전기-(51G)가 전적으로 이용된다(그림 6 참조).

5-3 저항접지 보호

저저항 접지계에서는 소전류 계전기가 사용되고 백업용으로 때때로 접지과전압계전기가 사용된다. 고저항 접지계에서는 선택접지 계전기와 소전류계전기가 같이 사용될 수 있고 백업용이나 경보용 또는 주차단기 차단용으로 접지과전압 계전기가 사용된다.

5-4 계전기 선택과 보호에 영향을 주는 사항

5-4-1

접지과전압 계전기는 비접지, 고저항 접지와 저

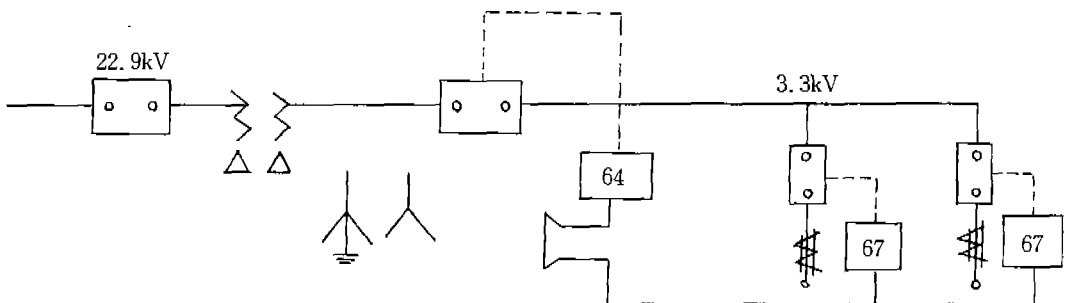


그림 5

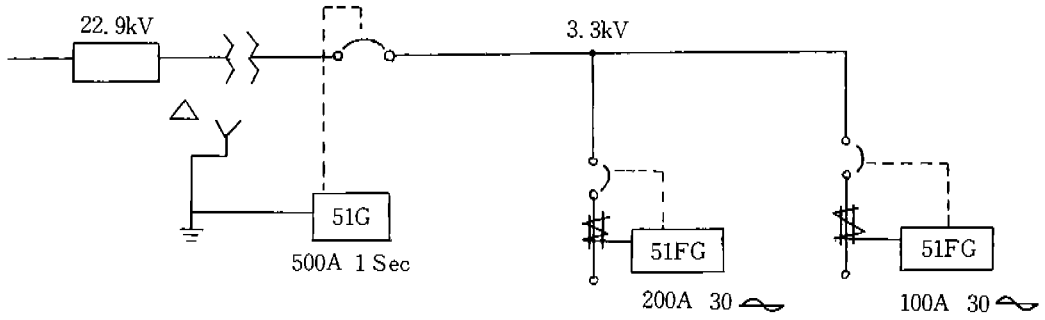


그림 6

저항 접지에 사용되며 특성상 한 지점의 사고로 계전기 전체가 똑같은 영향을 받으므로 백업용이나 경보용으로 주로 사용된다. 차단용으로는 전력원의 주차단기에만 사용되어야 한다(그림 7 참조).

5-4-2

선택접지-방향접지-계전기는 비접지의 배전선 차단에 이용된다. 이 계전기는 단계적 선택차단 판단능력이 없으므로 한 지점의 사고가 많은 기기에

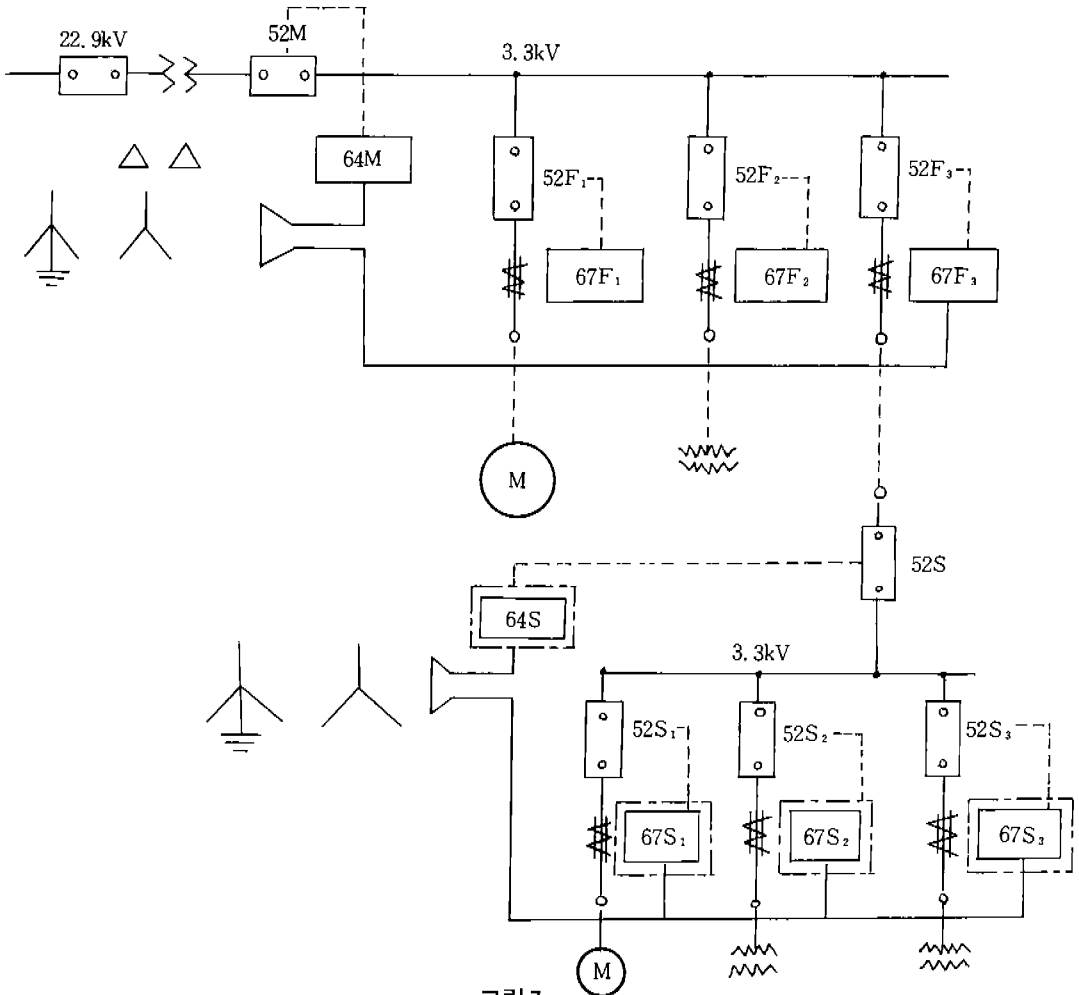


그림 7

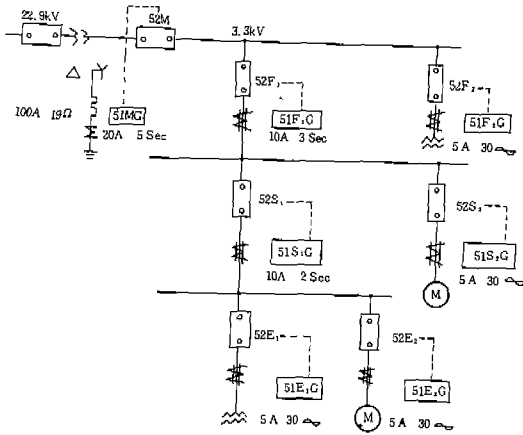


그림 8

영향을 주게 된다(그림 7 참조). 그리고 또한 영상전압을 검출할 수 없는 단상에서는 사용이 불가능하다.

5-4-3

소전류 계전기는 영상전류 변성기와 조합하여 단계적 선택차단 판단능력을 갖고 있으며 직접 접지와 저항접지 계통에서 전적으로 사용된다(그림 8 조).

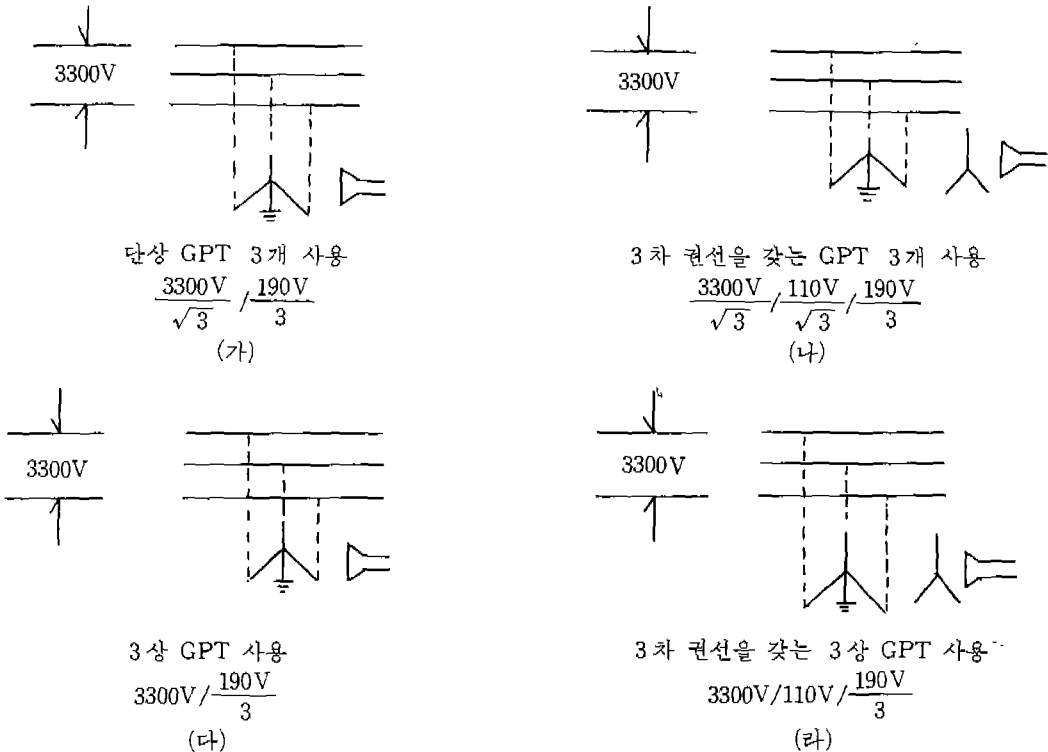


그림 9

5-5 영상전압 검출

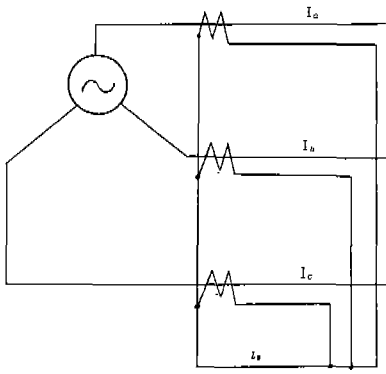
중성점 접지저항의 양단에서 검출하는 방법도 있으나 현재는 배타적으로 접지변압기(GPT)의 오픈 델타(Open-Delta)에서 검출한다. 접지변압기의 접속과 전압변성비는 그림 9와 같다.

5-6 영상전류 검출

영상전류 검출은 그림 10에서와 같이 영상변류기(ZCT)를 이용하는 경우와 2권선 변류기(CT)의 2차 권선을 Y결선으로 하여 검출을 수행하는 경우가 같이 이용되고 있다. 영상변류기가 선택접지계전기에 이용될 때는 1차전류를 표시하는 것만으로 사양에 충분하다. 그러나 직접접지나 저항접지계의 소전류 계전기에 이용될 때에는 1차 전류뿐만 아니라 2차 전류도 표시하여야 사양에 충분하다. 보통변류기 표시와 꼭 같다.

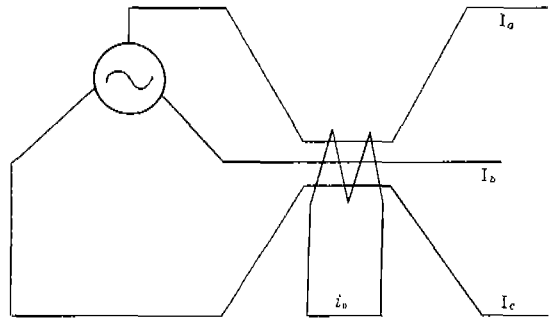
6. 결 론

6-1 전력계통은 부득이한 사유가 있을 때를 제외하고는 접지방식을 채택하는 것이 여러면에서 바람직하다.



2 권선 변류기의 경우 $i_0 = \frac{3}{n} I_0$

(가)



영상 변류기의 경우 $i_0 = \frac{3}{n} I_0$

(나)

그림 10

6-2 현재 비접지방식을 채택하고 있는 계통을 접지방식으로 바꾸고자 할 때에 고저항 접지로 바꾸면 기설의 모든 보호계통을 그대로 사용할 수 있으므로 대단히 유익하다.

6-3 3,300V 계와 6,600V 계에는 저항 접지하고 고압 모우터가 많은 계통에서는 중성선에 흐르는 최고전류가 50A 나 100A 가 되도록 중성선 저항을 선택하고 고압 모우터가 없는 계통에서는 중성선 전류가 100A 나 200A 가 되도록 선택하면 기기 보

호에 적합하다.

6-4 특고압인 22.9kV 에서는 중성선 저항의 비용이 과다하게 되므로 직접접지를 선택한다.

6-5 600V 이하에서는 직접접지가 보통이다. 그러나 380V 나 440V 에서 저항접지를 선택하고자 할 때는 중성선 전류가 500A 나 1000A 가 되어 3상 4선식 운전에 지장이 없도록 한다.

(필자 중립전기공업(주) 상무이사)

생활의 지혜

● 벽지의 수명을 길게 하려면

벽지의 수명을 길게 하려면 도배를 한 다음 묽게 끓인 풀과 아교 끓인 것을 3 : 2의 비율로 섞어서 분무기에 넣고 벽과 천정에 뿌리면 풀과 아교가 벽지에 고루 스며들어 윤기가 나고 색깔이 퇴색하지 않을 뿐 아니라 수명도 훨씬 길어진다.

● 흰색 가구에는 치약을 쓴다

흰색 가구가 누렇게 되면 보기 흉하다. 이것을 세제로 닦거나 직사광선을 쬐이면 색깔이 변하니 주의한다. 형겔에 치약을 묻혀 어루만지듯이 살짝 닦으면 희게 된다. 너무 힘들어 문지르면 페인트가 벗겨져 보기 싫게 된다.

● 김밥 싸는 법

집에서 김밥을 자르면 아무래도 짓눌려서 깨끗이 되지 않는다. 이런 때는 「하트롬」지를 물에 추겨서 식칼에 착붙이고 칼날만 1mm 정도 드러나게 도려낸다.

이렇게 하고 김밥을 썰면 밥풀이 묻어나지도 않고 깨끗이 썰어진다.

● 담배 꾀초로 거울닦기

담배를 피고 남은 꾀초는 버리지 말고 모아 두었다가 화장대 거울이나 유리창을 닦을 때 쓴다. 담배 꾀초를 가제에 싸서 그 뭉치로 흐려진 거울을 닦으면 담배속의 니코틴이 거울의 흐려짐을 막기 때문이다.