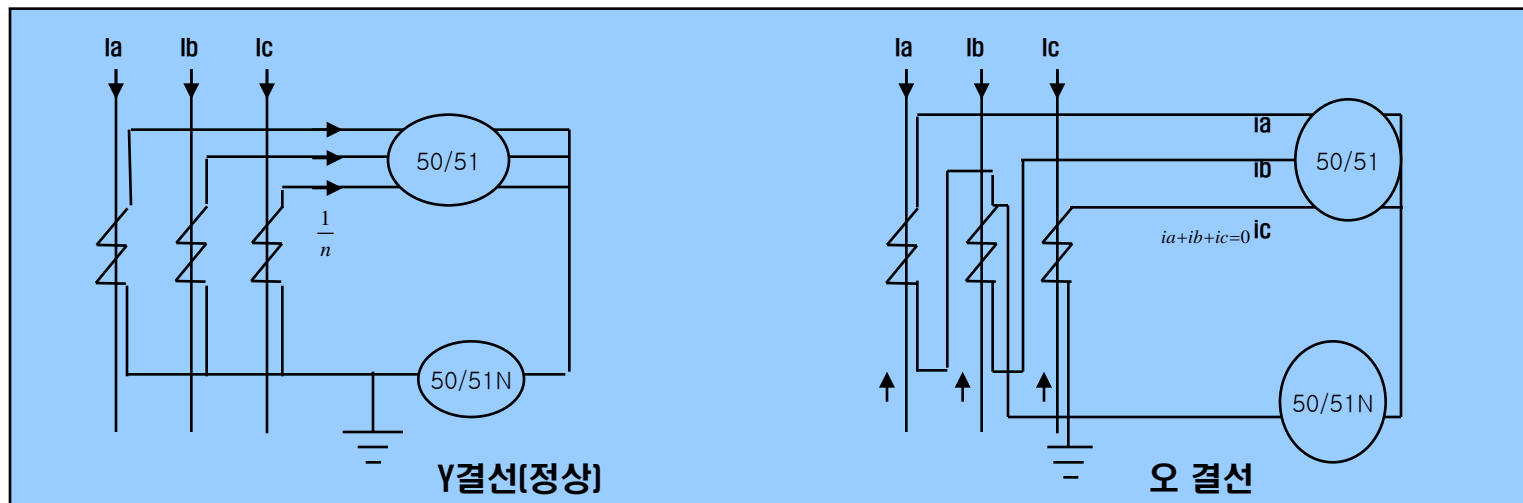


5. CT 및 PT의 결선

또 Δ 전류가 필요한 경우에는 계전기 2차측에서 Δ 결선이 가능하므로 상당히 유연성이 있는 결선이라 할 수 있다.



Y결선에서 B상 CT의 극성을 바꾸어 결선하면 $i_a = \frac{1}{n} i_a$, $i_b = \frac{1}{n} i_b$, $i_c = \frac{1}{n} i_c$ 가 흐르게 되어 각상 전류의 절대값은 같으나 오 결선된 상의 선전류 Vector는 반대가 되고 잔류회로에는 지락이 없을 때에는 $i_a + i_b + i_c = 0$ 되어야 하나 $i_a - i_b + i_c = i_a + i_b + i_c - 2i_b = -2i_b$ 즉, 극성이 바뀐 상의 전류의 2배 전류가 중성선에 흐르게 되어 계통에 지락 사고가 없을 때에도 지락 계전기가 오 동작하게 된다.

V결선은 중성점이 접지되어 있지 않은 비접지 계통으로서 지락 전류가 극히 적어서 영상변류기 (ZCT)로만 검출이 가능한 계통에서 지락을 제외한 과부하 또는 단락 검출에 쓰인다.

두개의 CT를 사용하여 그림과 같이 결선한다. 지락 전류는 매우 작으므로 $ia + ib + ic = 3I_0 \approx 0$

따라서 $ib = -(ia + ic) = -\frac{1}{n}(ia + ic) = \frac{1}{n}ib$

즉 $ib = -(ia + ic)$

여기서 n: 변류비

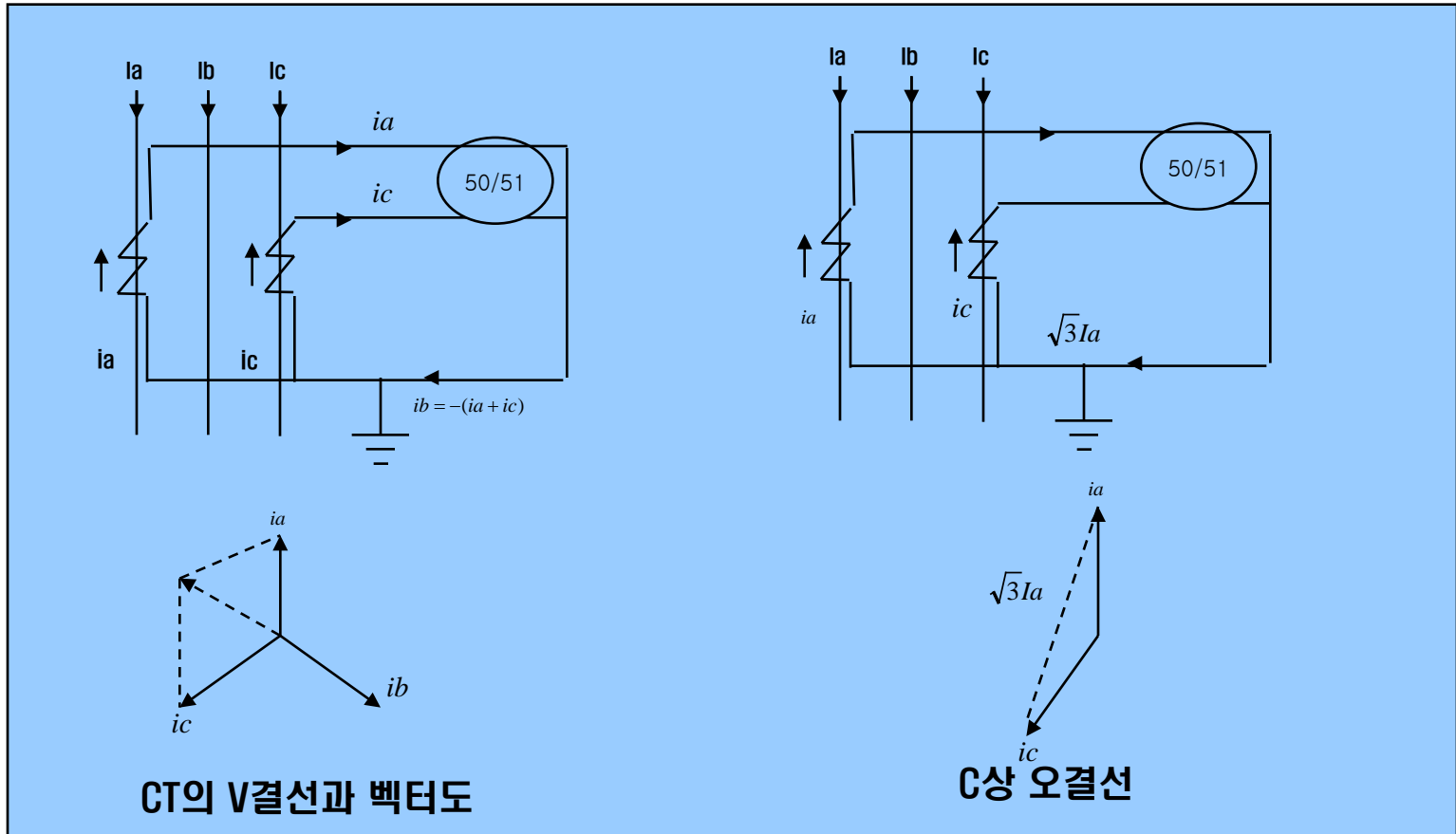
의 관계가 성립하므로 CT3개를 결선한 것과 같이 된다. 그림에서와 같이 A상과 C상에 과전류 계전기를 두 개 설치하면 어느 상의 단락 고장에도 응동하여 보호가 가능하다.

여기서 V결선에서 CT한개의 극성이 반대가 되면 즉 C상의 CT결선에서 극성이 바뀌었다면

$ia = \frac{1}{n}ia, ic = -\frac{1}{n}ic,$ 가 되어

$ib = -(ia - ic) = -\frac{1}{n}(Ia - Ic) = -\frac{\sqrt{3}}{n}Ia = -\frac{\sqrt{3}}{n}Ic$

즉 $ib = -(ia + ic)$ 가 되고 Ia 와 Ic 의 백터차가 Ib 가 되므로, $ib = \sqrt{3}Ia$ 가 되어 B상 전류는 실제의 1.73배로 나타난다.



CT의 V결선과 벡터도

C상 오결선

V결선과 전류벡터

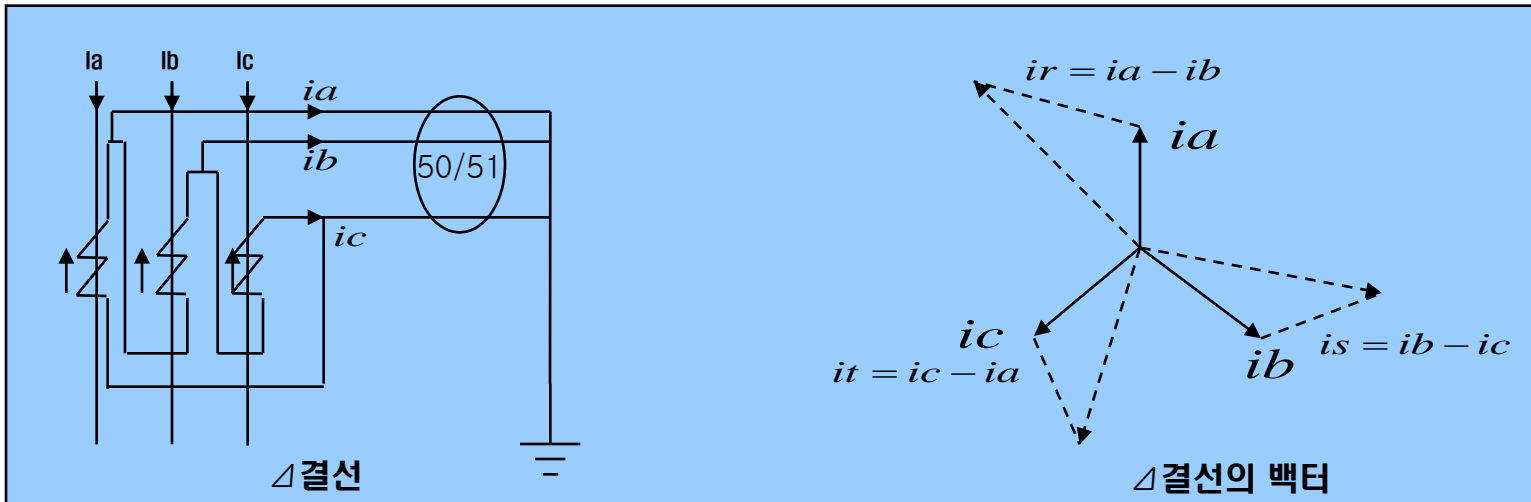
△결선

그림에서와 같이 CT를 한상으로 결선하는 방법으로 계전기 각 상에 흐르는 전류

$$i_r = i_a - i_b = \frac{1}{n}(I_a - I_b) \quad i_s = i_b - i_c = \frac{1}{n}(I_b - I_c) \quad i_t = i_c - i_a = \frac{1}{n}(I_c - I_a)$$

로 되어 3상 평형 부하에 있어서는 선 전류의 $\sqrt{3}$ 배가 되고 선 전류보다 결선에 따라 30° 진상 또는 30° 지상으로 된다.

그림과 같은 결선에서는 i_r 은 i_a 보다 30° 지상으로 된다. 지락사고시에는 지락 전류가 CT Δ 결선 내부를 순환하고 CT 2차측 선로에 나타나지 않는다. 변압기가 Y로 결선되어 중성점이 접지되어 있는 경우에는 Y결선측 CT를 Δ 로 결선함으로써 외부 지락 사고시 변압기 보호용 차동 계전기의 오 동작을 막을 수 있다.



△결선과 벡터도

△결선에 있어서 CT1개가 오 결선으로 극성이 바뀌었을때 즉 B상의 CT극성이 바뀌어 결선되면 아래의

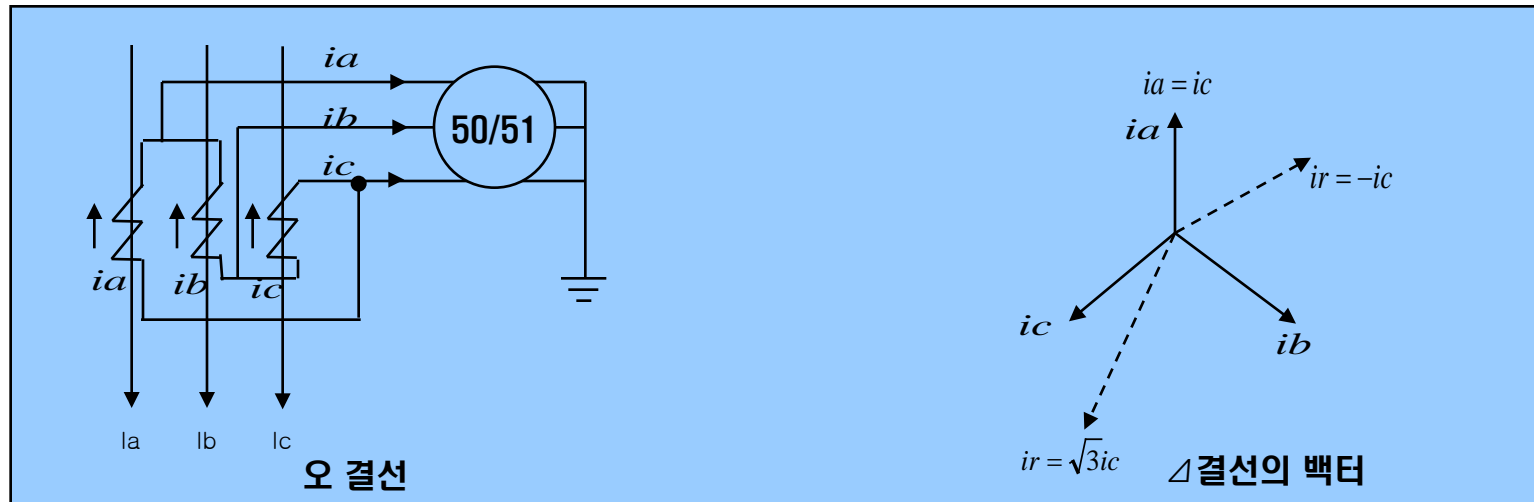
벡터도와 같이 $ir = ia + ib - ic$

$is = -(ib + ic) = ia$

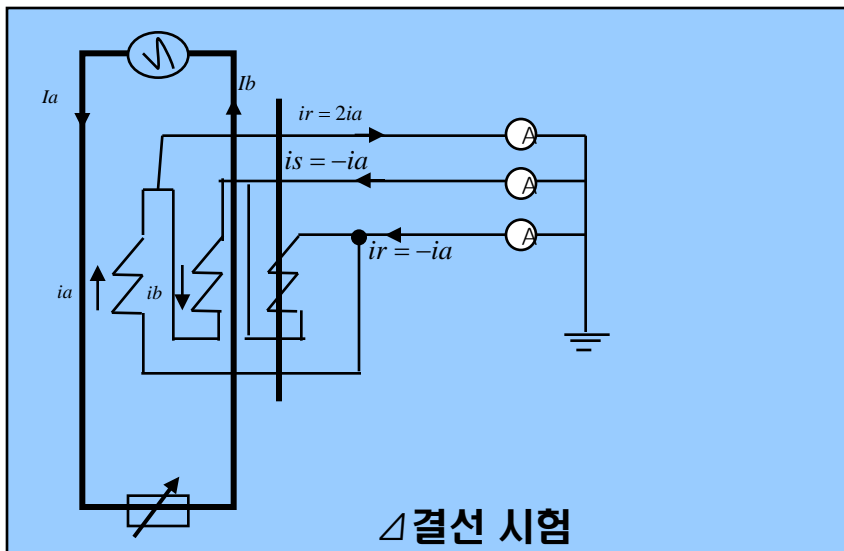
$it = ic - ia = \sqrt{3}ic$ 가 된다.

다시 말하면 오 접속된 상과 한 상 앞선 상의 전류는 선 전류와 같고 오 접속된 상보다 한 상 늦은 상의 전류 ir 은 선전류의 $\sqrt{3}$ 배인 전류가 CT2차측에 나타난다.

이럴때는 부하 전류로만 오 결선을 판단하기 어려울 때가 많으므로 다음과 같이 시험을 시행하여 미리 오 결선을 제거 해야 한다.



△결선의 오 접속



상기 그림과 같이 CT1차측 A,B상에 단상 전류 I_a 를 흘리면

$$i_r = \frac{1}{n}(I_a - I_s) = \frac{1}{n} 2I_a \quad i_s = \frac{1}{n}(I_b - I_c) = \frac{1}{n} I_a \quad i_t = \frac{1}{n}(I_c - I_a) = -\frac{1}{n} I_a$$

$\therefore i_s = -I_b' I_c = 0$ 가 된다. 만일 Δ 결선중 CT1개의 극성을 바꿔었을때(A상 극성이 바뀌 었을때)

$$i_r = \frac{1}{n} I_a \quad i_s = \frac{1}{n} .2I_a \quad i_t = -\frac{1}{n} I_a$$

가 되므로 오 결선을 찾을 수있다. 이와 같은 시험은 AB,BC,CA상에 각각 3회 실시하여 오 결선 여부를 확인 한다.

6. 영상전류를 얻기 위한 CT결선

6-1) 잔류회로의 결선

전원의 중성점은 직접 접지했거나 저항접지로 한 전력 계통에서는 계통 지락시 영상전류를 얻기 위해 CT Y 결선의 전류 회로를 이용하는 수가 있다.

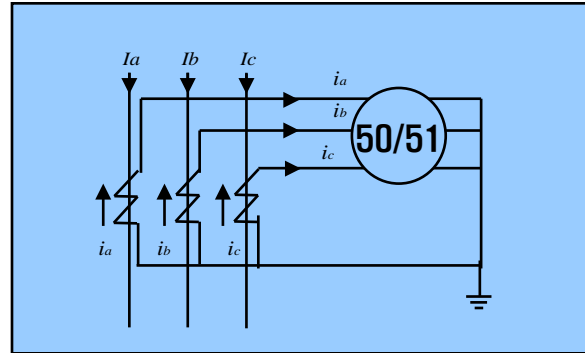
각 상의 전류를 대칭분으로 표시하면

$$I_a = I_o + I_1 + I_2$$

$$I_b = I_o + a^2 I_1 + a I_2$$

$$I_c = I_o + a I_1 + a^2 I_2 \quad \text{여기서}$$

$$a = \epsilon^{j\frac{2}{3}\pi} = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}, \quad a^2 = \epsilon^{j\frac{4}{3}\pi} = -\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}, \quad \text{잔류회로 A상 기준이}$$

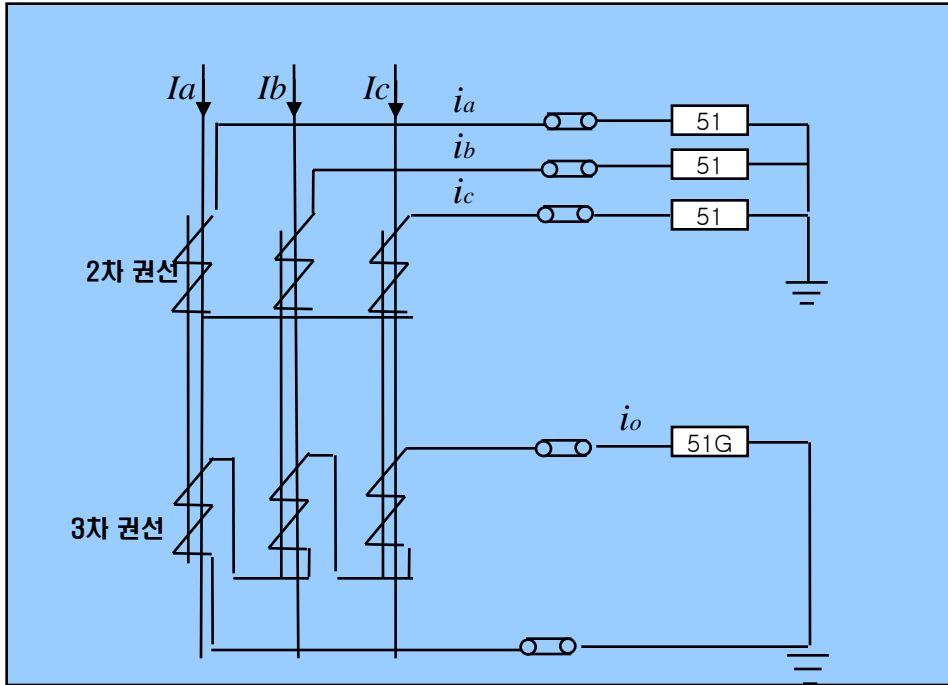


되고 영상전류 I_o 는 각 상에서 모두 동상 이라고것을 알 수 있다.

다음 그림의 회로는 잔류 회로로서 그 동상분 즉 영상 전류만 흐르게 된다. 잔류 회로에 흐르는 영상 전류는 $3I_o = I_o + I_1 + I_2$ 가 된다.

여기에서 잔류회로 결선에 있어서는 CT2차측 접지는 CT바로 뒤에서 해야 하며, 계전기에서 해서는 안되는것인데 그것은 CT1차와 2차 혼촉시 유리하고 영상회로의 계전기를 단락 할 우려가 있기 때문이다. 접지가 2개소 이상이면 영상 전류의 바이패스 회로가 형성되어 접지 계전기는 동작하지 않는다.

7. 3차 권선 영상 CT회로

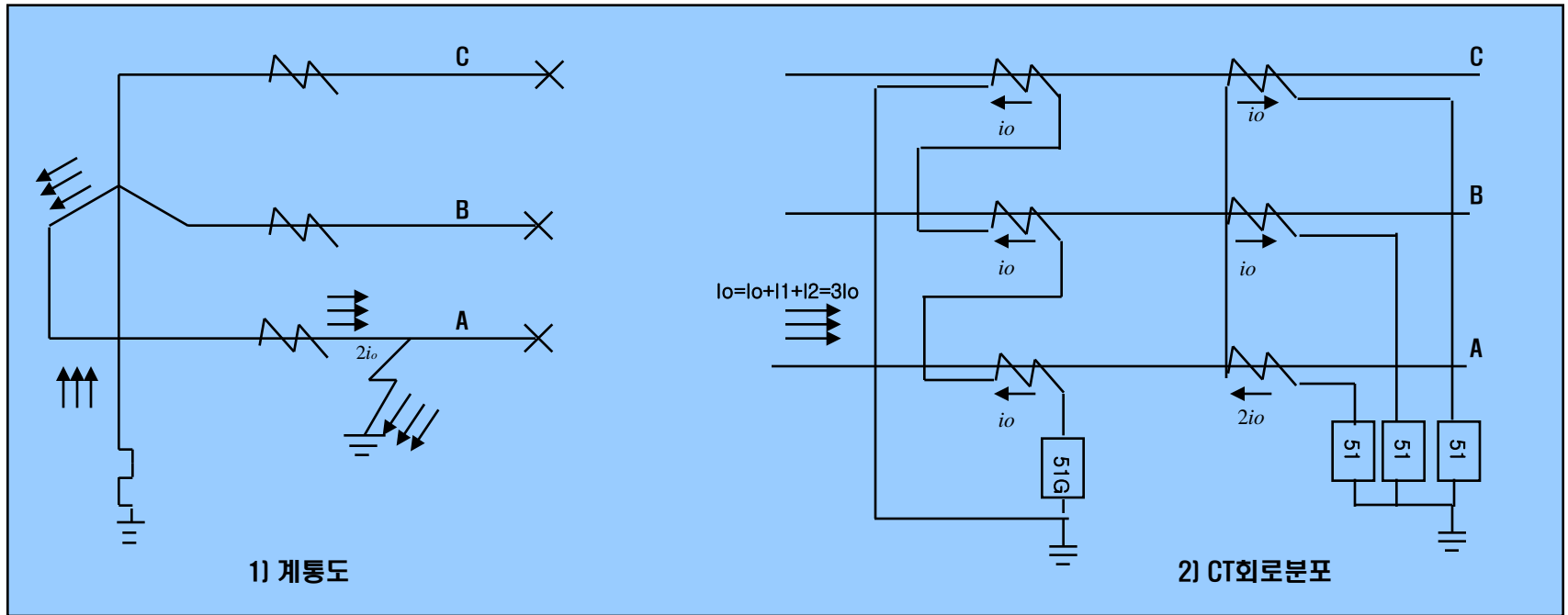


CT의 영상 분류 회로

분로회로는 전원의 중성점을 고저항 접지한 전력계통에 적용하는 회로로 3차권선 영상CT라함은 동일 철심에 과전류 계전기등을 결선하도록 되어 있는 2차 권선과 지락 영상전류를 검출하는 100/5A의 3차 권선이 동시에 감겨져 있는 CT를 말한다.

이와 같은 규격의 CT는 일본에서만 사용하고 있고 유럽이나 미국등에서는 거의 사용하지 않아 IEC또는 ANSI규격에는 JEC1201의 G급 3차 권선 영상 CT와 유사한 규격은 없다.

저항 접지계통에서 지락전류는 단락전류에 비해 현저하게 적으므로 변류비가 큰 CT의 2차 잔류 전류만으로 영상전류를 검출하기에는 영상전류 CT의 정격전류에 비해 매우 적은 경우가 있다. 이때는 CT의 2차 권선과 별도로 3차 권선을 두어 지락 계전기 전용으로 사용하게 된다. 3차 권선은 2차 권선에 비해 오차가 크게 된다.(3G급 3%, 5G급 5%)



지락 고장과 CT회로 전류

8. 영상 변류기(ZCT)

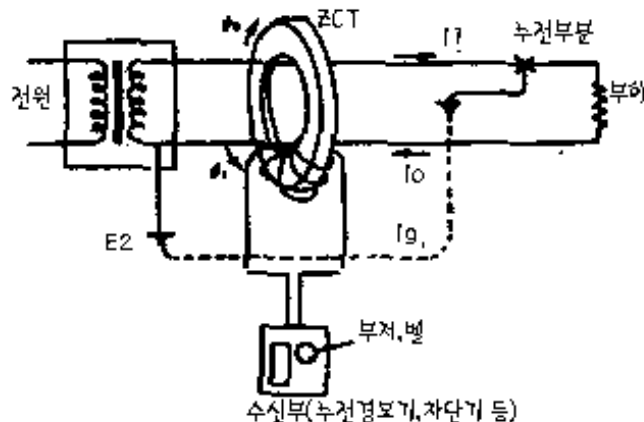
비 접지 계통선로에 지락고장이 발생했을때는 지락 전류가 극히 제한되어 GPT의 제한 저항에 의한 유효 전류와 선로의 대지 충전 전류가 전부이다.

따라서 비접지 계통의 계전기는 대단히 고감도이어야 한다.

이때문에 계전기에 상시 유입되는 잔류 전류는 극히 적은 양으로 제한되어야 한다.

누설전류가 없는 경우에는 그림과 같이 회로에 흐르는 전류는 왕복전류 i_1 과 i_2 는 같고, 왕로전류 i_1 에 의한 자속 ϕ_1 과 귀로전류 i_2 에 의한 자속 ϕ_2 는 $\phi_1 = \phi_2$ 와 같이 서로 상쇄하고 있다.

누전이 발생하면 누설전류 i_g 가 흐르게 되어 왕로전류는 $i_1 + i_2$ 가 되고, 귀로전류는 왕로전류보다 적어져서 누설전류 i_g 에 의한 자속이 생기게 되어 영상변류기에 유기전압을 유도시키며, 이 유기전압을 증폭해서 입력신호로 하여 릴레이를 구동시켜, 경보 또는 차단을 행한다. 이 때 누설전류 i_g 에 의한 자속에 따른 유기전압은 다음의 식으로 구해진다.



$$\bullet E[V] = 4.44 f N \phi_g \cdot 10^{-8}$$

- E : 유기전압
- ϕ_g : 누설전류에 의한 자속
- N : 2차 권선수
- f : 주파수

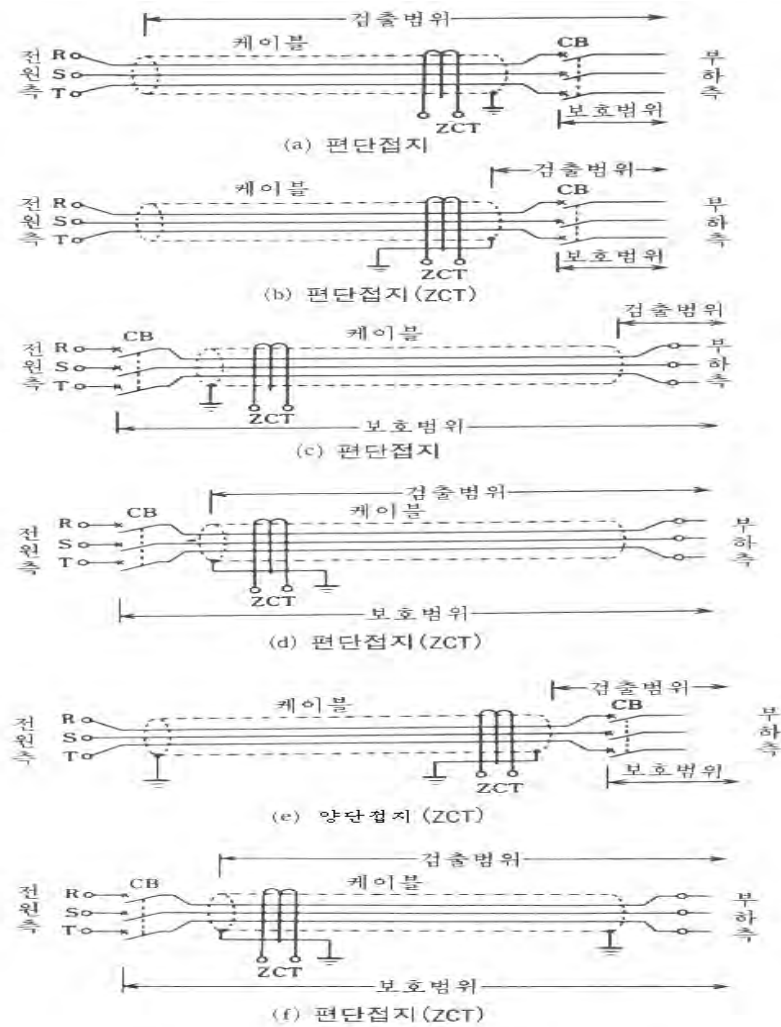
9. Ring Core CT

3상의 CT로 잔류 회로를 구성할 경우에는 각 CT의 특성이 조금씩 달라서 여자 전류가 차이가 있을 때는 잔류 회로에 항상 이 차이에 해당하는 자유 전류로 흐르게 되고 또 3차 권선에는 오차의 영향이 있으므로 잔류 회로와 3차 권선 분로의 CT결선 법은 비접지 계통에는 사용 할 수가 없다.

여기에 3상 일괄 철심인 영상 CT의 필요성이 있다.

이와 같은 영상CT를 사용하면 각 상의 정합이 쉬우며 정상 전류와 역상 전류에 기한 기전력은 2차에 기전력이 발생하지 않고 연상 전류에 의한 자속이 주로 2차 전류를 유기 시키므로 특성이 비교적 양호하게 된다.

이 영상 CT는 배전반에 조립할 수있는 형태의 것과 케이블 선로인 경우 케이블에 끼워서 쓸 수 있도록 되어 있는 Ring형이다.



관통형 ZCT의 케이블 차폐층의 접지공사