

발전기의 전기보호 ①

글/전민호

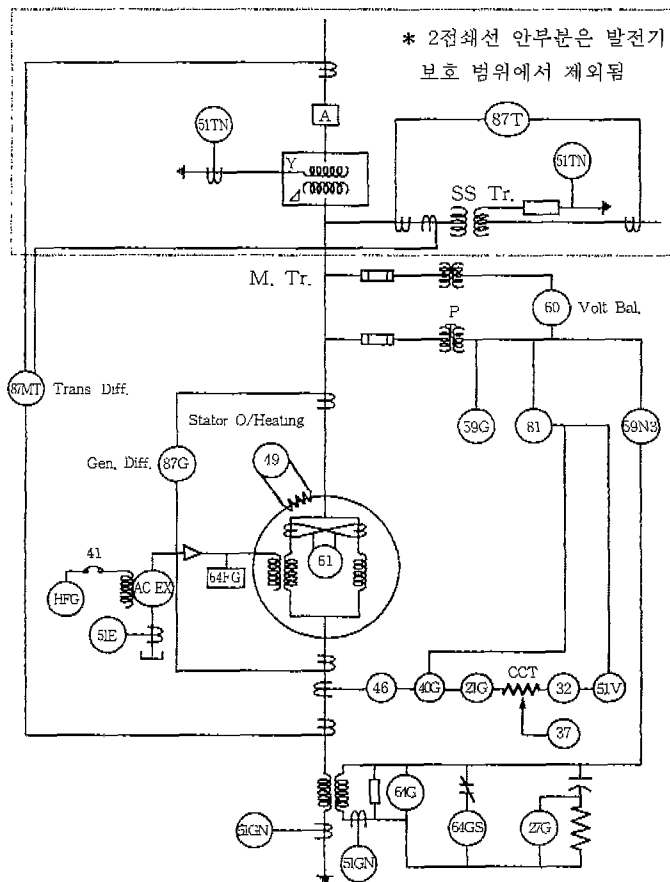
발전기도 여타 주요 전기설비와 마찬가지로 다중 보호되도록 하여 안전을 도모하고 있으며, 보호방법에 있어서는 유도원판형 등 아날로그 방식에서 디지털 방식으로 발전, 변경되고 있지만 보호의 종류, 보호 목적 등에 있어서는 종전과 다를 바가 없다.

본지에서는 먼저 전체 접속도를 제시하여 발전기 보호계통 전체를 한 눈에 알아볼 수 있도록 한 뒤, 개별 계전기에 대해 보호 목적, 정정 방법, 정정시 고령할 사항 등을 이론보다는 실무 중심으로 쉽게 기술하고자 하였으니 바론 이해 있기 바라며, 많은 참고되길 바란다.

1. 발전기 전기보호 계통도

발전기의 전체 보호 계전기와 그 결선 상태를 나타내면 그림 1과 같다.

그림에는 제반 보호 계전기의 종류와 입력원 그리고 보호범위 등이 나타나 있다.



<그림 1> 발전기 전기보호용 계전기 전체 접속도

2. 개별 보호계전기 설명

각 보호계전기의 보호 목적, 결선 관계, 정정 방법, 정정시 유의해야 할 사항 등을 기술하면 다음과 같다.

가. 전기자 권선 단락 보호 계전기(87G)

권선의 단락 고장을 방지하면 코일 소손 뿐만 아니라 계통사고로 파급되므로 일반적으로 비율차동계전기를 사용하고 고장을 검출하여 발전기 및 계자 주 차단기를 끊고 비상 정지시킨다.

(1) 결선 및 동작원리

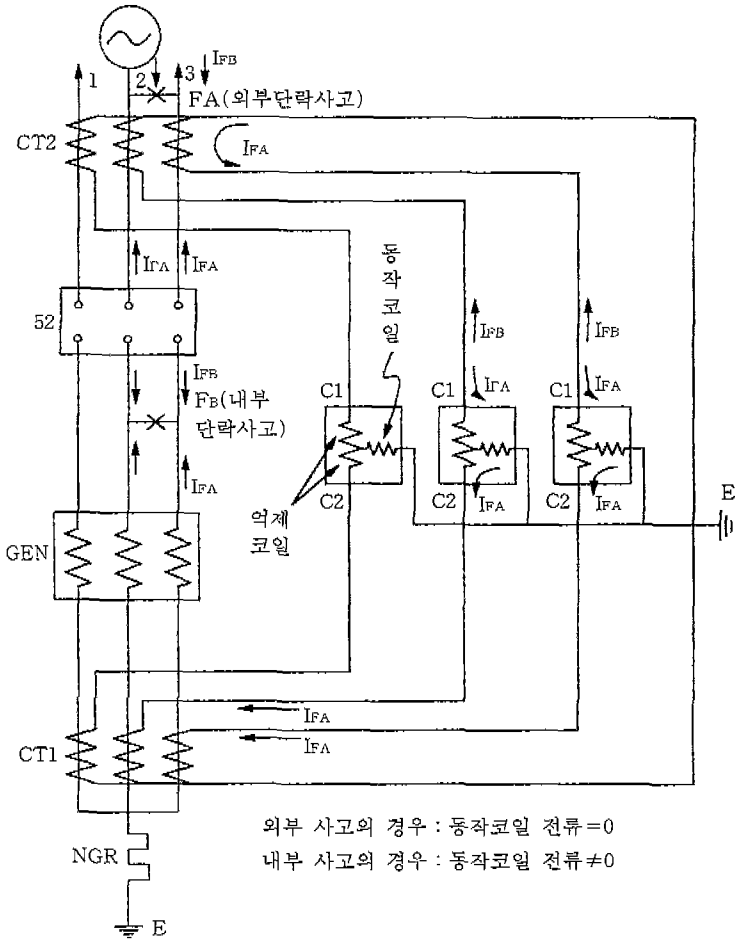
○ 결선도는 그림 2와 같으며, 동작 원리는 보호 범위 내에서의 단락고장시는 계전기 동작코일에 전류가 흘러 동작하나, 외부 단락의 경우는 동작코일에 전류가 흐르지 않아 보호계전기가 동작하지 않는다. CT1, CT2에 특성차가 있으면 외부 고장의 경우에도 동작코일 전류가 '0'이 되지 않아 오동작하는 일이 있으므로 유의해야 한다.

○ 부하전류와 CT전류는 서로 반대 방향으로 흐르며, CT전류의 자세한 흐름은 그림 2-1의 화살표와 같다.

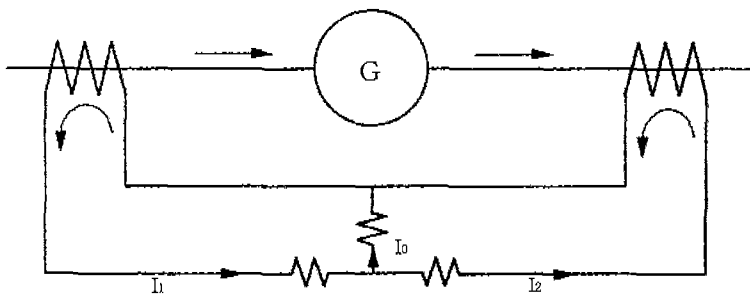
가-1. 전기자 권선 층간 단락 보호계전기(61G 외)

권선 층간 단락 보호는 1상 2회로 이상을 갖는 구조에 채용되며, 다음과 같은 방법이 있다.

그림 3-(a)는 상 권선간에 비율차동 계전기를 채용한 경우



<그림 2> 발전기 전기자 단락 보호방식 접속도

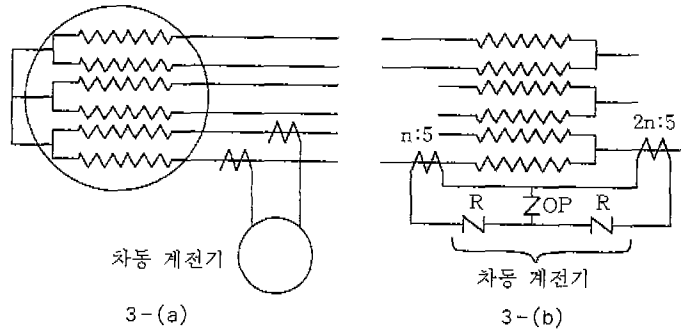


$$\text{비율} = \frac{I_1 - I_2}{I_1} \times 100$$

- 비율정정은 일반적으로 5~10%로 하고 있다.

<그림 2-1> CT전류의 흐름

이고, 3-(b)는 분할 권선과 단자간에 1:2 비율의 CT를 사용한 비율차동 계전기를 쓴 것이다. 그리고, 그림 3-(c)는 분상 계전방식으로 총간단락이 일어나면 분할해서 감은 동일상 2권선의 전류에 차가 생겨 교차 접속된 한시 과전류계전기가 동작하도록 한 것이다.



나. 전기자 권선 지락 보호 계전기

발전기 고정자 권선으로부터 주변압기 저압측 권선 사이에서의 접지사고를 조속 검출, 계통과 분리시켜 사고 확대를 막는 보호계전기이다.

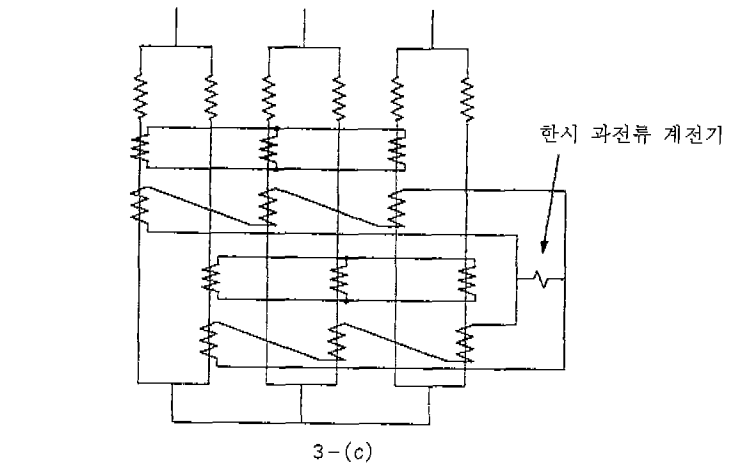
- (1) 중성점 지락 과전압 계전기에 의한 보호 방식 (64G)(=중성점 변압기 접지 방식)

대용량 발전기로 비상 접지시 계통에 주는 영향이 클 때 고장전류가 적으면서(고저항 접지 방식이므로) 일선지락 고장시의 과도 이상전압을 낮게 억제하고자 할 때 채용되며, 발전기-주변압기가 유닛 접속되는 경우에 한한다.

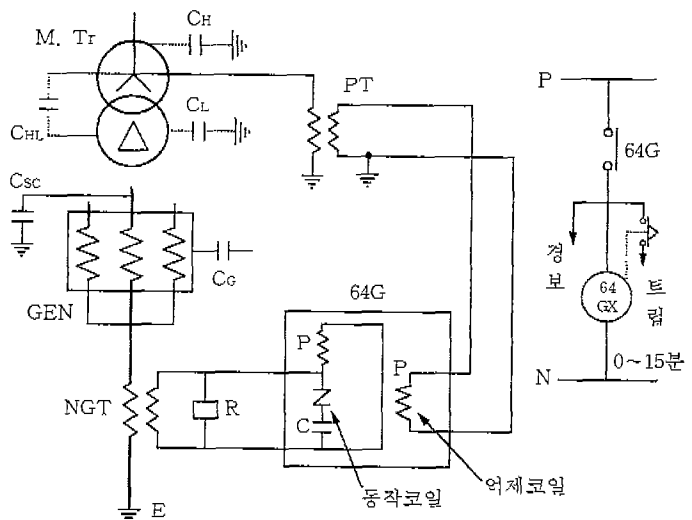
(가) 결 선(그림 4)

(나) 정정 조건

- 고정자 권선의 90(%) 이상 1선 지락시 동작해야 하고,
- 중성점 잔류 제3 고조파 전압에 동작하지 말아야 하며,
- 주변압기 고압측 회로 지락 고장시의 영상 이행 전압에 동작하지 말아야 한다.



<그림 3> 고정자 권선 총간 단락 보호계전기 접속도



<그림 4> 중성점 변압기접지 전기자 지락보호방식 접속도

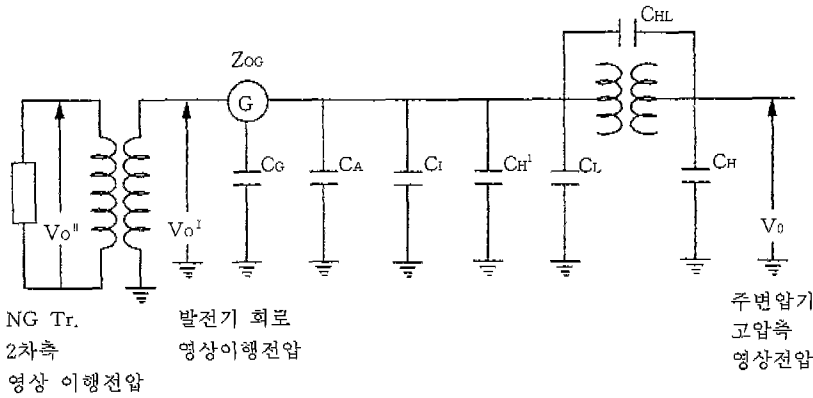


그림 4-(a) 본 회로

- CG : 발전기 대지용량(μF)
- CHL : 주변압기 고·저압권선 용량
- CI : IPB 대지용량
- Zoc : 발전기 영상 임피던스
- CH' : 소내변압기 고압측 대지용량(μF)
- CA : Surge Absorber 용량
- 3Rg : 발전기 중성점 저항(1차측 환산치)

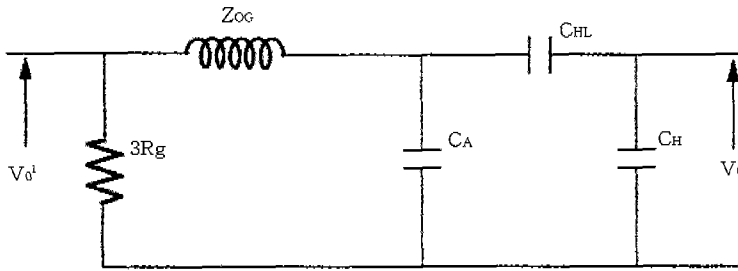


그림 4-(b) 등가 회로

(다) Tap 설정

NG. Tr. 2차측 전압 : V₀

$$V_0 = \frac{\text{선간전압}}{\sqrt{3}} \times (1 - 0.9) \times \frac{1}{\text{NR. Tr.의 변성비}}$$

실제로는 NG. Tr. 2차 저항에 의한 전압강하 때문에 90(%) 정도로 되므로, 계전기 입력 전압 V₀'는,
 $V_0' = V_0 \times 0.9 = () \text{ V}$

(라) 타이머 시한 설정

NG. Tr. 2차저항의 정격허용시간 이내에서 여유 두고 설정한다.

(마) 중성점 잔류 제3 고조파의 검토

○ 규격 : $\sqrt{2} \times E \times 10\%$ 이하로 제한. 그러나 실

제로는 0.5~1% 정도임
 ○ 일반적으로 500V 이하이므로 NG. Tr. 의 2차 전압은,

$$500 \times \frac{1}{\text{NG. Tr. 비}} = 500 \times \left(\frac{220}{19000} \right) = 5.7\text{V}$$

(비(此)가 19kV/0.22kV시)

○ 제 3고조파에 대한 계전기 감도는 Tap 전압의 5배 정도로 저하하므로 Tap이 7(V) 일때 35(V) 이하에서는 동작 아니한다.

(바) 주변압기 고압측 지락시의 영상 이행 전압 검토

주변압기 고·저압 권선의 분포용량 및 대지용량 등에 의해 영상 전압이 발전기 회로로 이행하여 이 계전기를 동작시키지 않도록 해야한다.

◆ 영상 이행 전압의 계산

계통측 1선 지락시의 영상전압 계산은 그림 4-(a) 회로를 등가회로 그림 4-(b)로 바꾸어 계산한다.

$$3R_g = 3 \times R_g (\Omega) \times (\text{NGR변성비})^2$$

$$Z_{oc} = \frac{\%Z_{oc}(\Omega)}{100} \times \frac{[\text{정격전압}(kV)]^2}{\text{발전기 용량}(MVA)}$$

$$C_0 = C_G + C_A + C_I + C_{H'} + C_L$$

$$V_0 = \frac{\text{주변압기 선간전압}(kV)}{\sqrt{3}}$$

$3R_g \geq Z_{oc}$ 이므로 Z_{oc} 는 계산상 무시하나, 계전기 동작 여부 검토시는 안전측으로 된다.

접지 변압기 1차측 V_0' (V)는,

$$V_0' (kV) = V_0(kV) \times \frac{j\omega R_g \cdot C_{HL}}{1 + j\omega 3R_g(C_{HL} + C_0)}$$

접지 변압기의 2차측 전압 V_0'' (V)는,

$$V_0'' (kV) = V_0(kV) \times \text{접지 Tr.의 권수비}$$

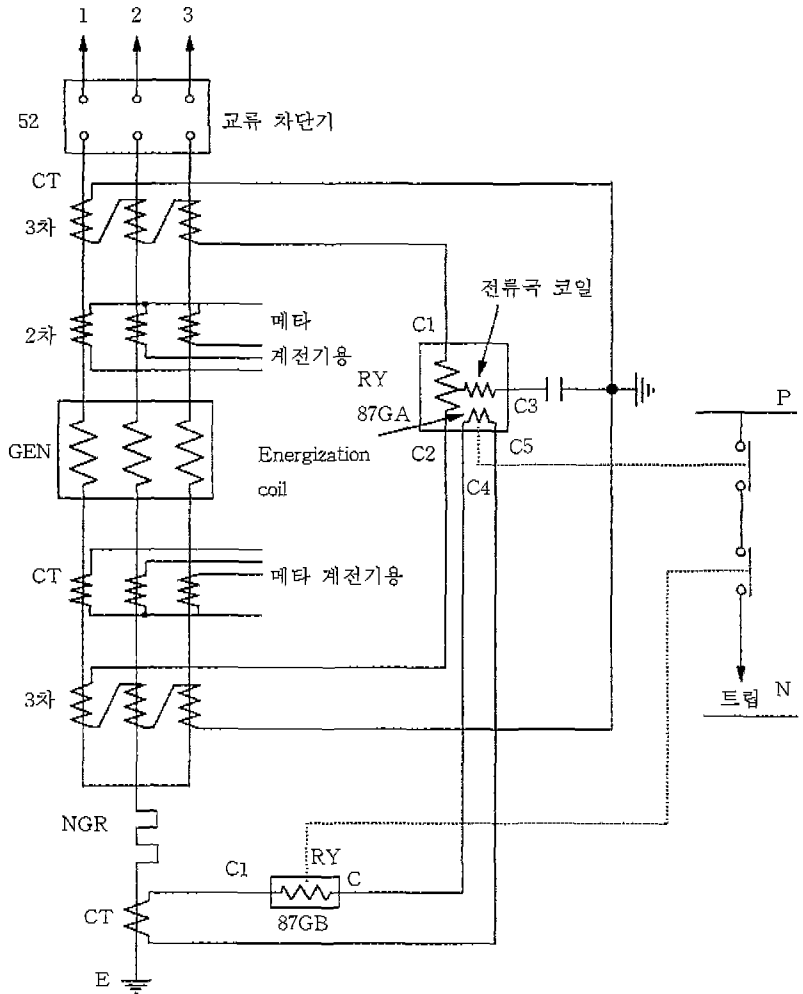
이 접지 방식은 고저항 방식이기 때문에 대용량기라도 지락사고 전류는 약 10~15(A) 정도이며, 전기자 권선의 90% 이상을 검출하려면 1(A) 정도의 전류로 되므로 차동 전류방식으로는 곤란하여 유도원판형의 한시 과전압 계전기를 채용했거나 한시계전기로 송전선 보호계전기와 동작시한 협조를 취해 사용하기도 한다.

(2) 중성점 100A 접지 방식의 경우

원리적으로는 단락 보호계전기와 비슷하나, 지락전류가 발전기 정격전류에 비해 적기 때문에 단락 보호용 차동계전기로는 감도 부족하므로 전용 보호계전기로서 CT 3차 권선에 의한 영상전류 비율 차동계 전기가 사용된다.

(가) 결선 및 원리

결선은 그림 5와 같으며, 비율차동 계전기(87GA)로 내부 지락 고장을 검출하고, 중성점의 지락과전류 계전기(87GB)로 지락사고를 확인하여 동작하도록 트립회로 형성시켰다. 이것은 차동전류만으로 보호계전기의 동작 감도를 높이면 제3고조파 또는 외부 단락 사고시의 단락 과전류에 의



<그림 5> 중성점 100A 저항접지 발전기 지락보호방식 접속도

한 CT 특성차에 기인한 3차 오차 전류 때문에 오동작할 우려가 있어 그림과 같이 조합한 것이며, 중성점 지락 과전압계전기를 사용하는 예도 있다.

(나) 적용상의 주의

- CT는 동일 형식, 구조, 특성의 것을 사용할 것
- CT 2차 잔류 회로는 꼭 개로해 놓을 것
- * 페로하면 CT 2차 및 3차회로에 영상전류가 분류(分流)하여 계전기가 부동작하는 경우도 있다.


○ CT 극성에 주의할 것

(다) 정정 방식

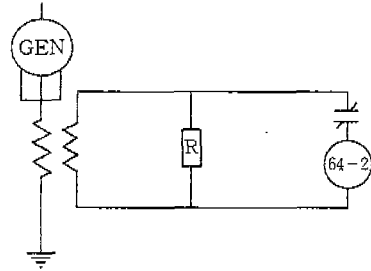
- 변류기의 3차 권선수를 적절히 하여 90% 이상 검출 가능토록 정정한다.
- 발전기 중성점 회로 CT 비를 100/5(A), 90% 이상 검출하게 하기 위해서는 $5A \times (1 - 0.9) = 0.5(A)$ 에 동작해야 한다.
- 계전기 감도중 최소 지락사고 전류의 150%를 목표로 정정하였다면 $0.5 \times \frac{1}{1.5} \cong 0.3(A)$ 가 되며,
- 정상시의 제 3고조파 전류 측정하여 이 계전기가 오동작하지 않는가 확인한다.

(3) Sub - Synchronous 접지계전기(64 - 2, 64GS)

- 발전기의 여자차단기 투입, 병입차단기는 개방 상태에서 지락 발생시 검출, 보호가 목적이다.

- 정격 주파수 이하에서는 64G가 예민하지 못하므로 20~60Hz에서 감도가 좋은 본 계전기가 사용된다. 

(가) 결 선



* 정정은 보통 최대 지락전압의 10%에서 순시 동작하도록 한다.

<그림 6> Sub-synchronous 접지계전기 접속도

○ 다음호에 계속 됩니다

절전형사무용기기및가전기기보급촉진에관한규정 제정 안내

에너지이용합리화법 제13조에 근거 산업자원부고시 제1998-136호(1999. 1. 6)에 의한 「절전형사무용기기 및 가전기기보급촉진에 관한 규정」이 '99. 4. 1부터 시행된다.

이 제도는 에너지이용합리화 및 에너지기술개발을 통하여 절전형사무용기기 및 가전기기의 보급촉진을 위해 절전형기기 제조·판매업자는 에너지관리공단에 관련기기를 자율 신고토록 하고, 또한 지정시험기관에서 일정기준에 합격한 제품에 대하여는 시험성적서를 발급토록 하는 제도로써 정부 및 공공기관 등에 승인된 절전형기기를 우선 구매토록 권장하는 제도이다.

대상품목은 컴퓨터, 모니터, 프린터, 팩시밀리, 복사기, 텔레비전, 비디오 등 7개 품목이며, 절전기준은 「Energy Star Program」, 「Energy 2000」 등 국제기준을 기초로 국내 절전기준을 선정한다.

문 의 : 에너지관리공단 생활에너지처 효율제도팀 ☎ 0342)710-6091]