

# - 현장 계전기 기술 9 -

역/박 한 중(협회 교육홍보위원)

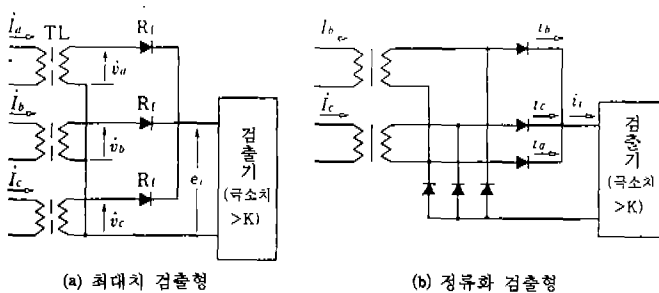
## 39. 3상형 계전기

과전류 계전기나 부족전압 계전기는 1개의 검출부로 3상의 어느 상의 사고라도 거의 동등하게 응답하는 3상형의 것이 있다.

3상 과전류 계전기는 3상 중 전류가 최대인 상의 전류치가 동작치 이상이 되면 동작하는 것으로서, 그림 39·1은 트랜지스터형의 예이다. (a)의 최대치 검출형은 전류에 비례하는 전압  $v_a, v_b, v_c$ 를 정류기  $R_f$ 로 결합하여 전압  $e_r$ 를 얻는다.

$e_r$ 의 순시치는 각 전압  $v_a, v_b, v_c$ 중 순시치가 정인 것의 최대의 것과 같으며, 1주기중의 극대치는 3상 전류  $\dot{I}_a, \dot{I}_b, \dot{I}_c$ 중 최대의 것에 비례한다.  $e_r$ 의 피크치가 예정치 이상이 되면 검출기가 동작한다.

(b)의 정류화 검출형(整流和 檢出形)에 있어서는  $\dot{I}_b, \dot{I}_c$  및  $-\dot{I}_b - \dot{I}_c$  각각의 정(正)의 반파(半波)에 비례한 전류  $i_b, i_c$  및  $i_a$ 가 흐른다.  $i_b, i_c, i_a$ 의 순시치 합인 전류  $i_t$ 의 극대치가 예정치 이상이 되면 검출기가 동작한다.



<그림 39·1> 트랜지스터형 3상 과전류 계전기

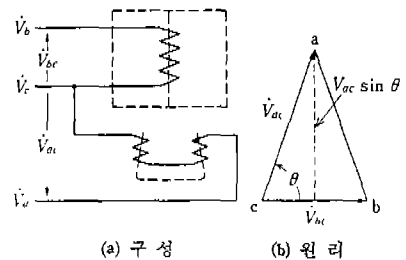
비점지 계통에서 영상 전류를 제로로 하면  $-\dot{I}_b - \dot{I}_c = \dot{I}_a$ 로서 전술한  $i_a$ 는  $\dot{I}_a$ 의 정의 반파에 비례하며, 또한  $i_t$ 의 순시치는 3상전류중 순시치의 절대치가 최대인 것에 비례한다. 따라서  $i_t$ 의 극대치는 3상전류중 최대인 것에 비례하며, (a)의 것과 동일하게 응동한다.

3상 부족전압 계전기는 3상의 어느 상의 전압이 강하하여도 동작하는 부족전압 계전기이다. 그림 39·2는 유도원판형의 것으로서, 두  $\Delta$ 전압을 입력으로 하는 전력형 구동 마그넷의 토크가 작아지면 동작한다. 동작 조건은

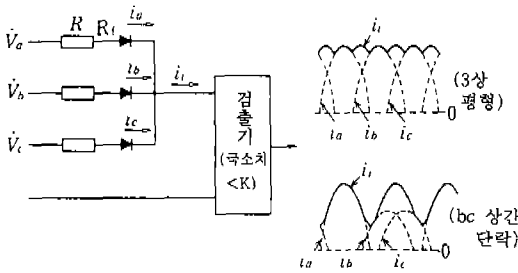
$$V_a V_{bc} \sin \theta < K \quad \text{..... (52)}$$

다만  $\theta$ 는  $\dot{V}_{ac}$ 가  $\dot{V}_{bc}$ 보다 앞서는 각도이고,  $K$ 는 정수이다.

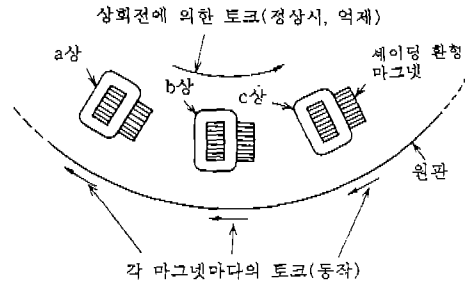
3상 전압 벡터의 대가리를 정점으로 하는 3각형 abc를 그림 (b)와 같이 그렸을 때 저변 bc는  $V_{bc}$ 와 같고 높이는  $V_{ac} \sin \theta$ 와 같다. 토크는 3각형의 면적에 비례하며, 이 면적이 일정치 이하가 되면 동작한다. 3상 사고시는 전압이 3상 평형되어 저하하



<그림 39·2> 유도(원판) 3상 부족전압 계전기



<그림 39·3> 트랜지스터형 3상 부족전압 계전기



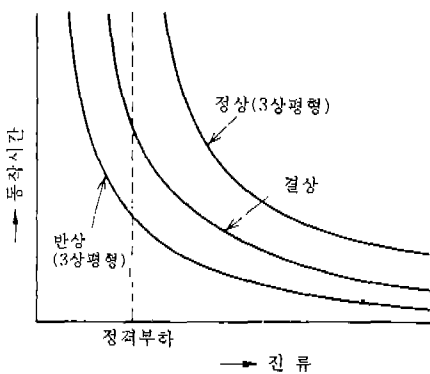
<그림 39·4> 유도원판형 3E 릴레이

므로 토크는 전압의 2승에 비례해서 작아진다. 2상 단락시는 3각형의 저변만 작아지고 높이는 변화하지 않으므로 토크는 사고 상간 전압의 1승에 비례해서 저하한다. 이 때문에 동작치(사고상간 전압)는 사고 종류에 따라 다르며 3상 사고가 가장 고감도가 된다.

그림 39·3은 트랜지스터형의 3상 부족전압 계전기이다. 3상 Y전압에 의해 반파 정류전류  $i_a, i_b, i_c$ 가 흐른다. 각 전류 합인 전류  $i_1$ 의 극소치가 일정치 이하가 되면 검출기가 동작한다.

$i_1$ 의 극소치는 그림과 같이 3상 평형상태에서는 각상 전압 파고치의  $\sqrt{3}/2$ (각상간 전압 파고치의  $1/2$ )에 대응하고, 2상 사고에서는 사고 상간 전압 파고치의  $1/2$ 에 대응한 값으로 강하하여 사고 종류에 따른 동작치의 변화가 적다.

3E 릴레이는 전동기 보호용의 것으로서, 전류가 정상순(正相順)이고 3상 평형하고 있을 때는 저감도 동작이지만 전원측에서 일부의 상이 빠지는 결상이나 상순이 반대가 되는 반상(反相)에서는 고감도로 동작한다.

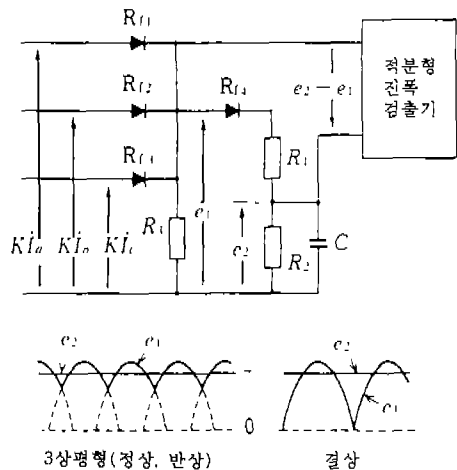


<그림 39·5> 원판형 3E 릴레이의 동작시간 특성

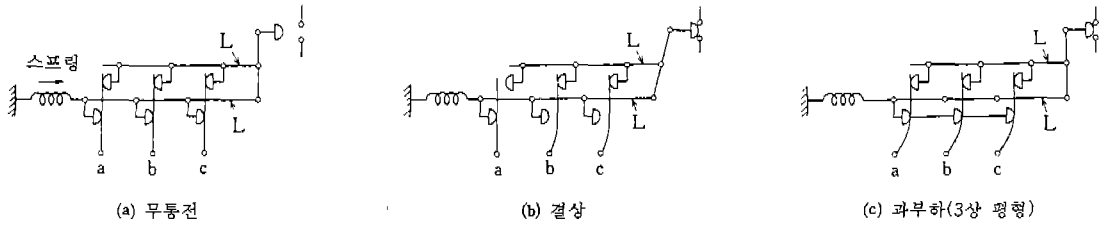
그림 39·4는 유도원판형 3E 릴레이의 원리이다. 3개의 세이딩 환형 구동 마그넷이 그림과 같이 배치되고 이것에 각상 전류가 흐른다. 각 마그넷마다 그림과 같은 방향의 동작 토크가 생기고 또한 각 마그넷 상호의 상회전에 의해 억제 토크를 발생한다.

정상(正相)상태에서는 상회전에 의한 토크가 억제방향이므로 저감도이다. 결상상태에서는 상회전에 의한 토크가 없기 때문에 고감도가 되고, 반상상태에서는 상회전에 의한 구동력이 동작방향이 되어 더욱 고감도가 된다. 그림 39·5는 원판형 3E 릴레이의 동작시간 특성이다. 결상 및 반상에서는 정격부하 전류 이하에서도 동작한다.

3E 릴레이의 보호능력중 반상은 공사시 모터가 정회전하는가의 여부 등으로 판단하면 되는데, 도리어 계전기 전류회로의 상회전 문제가 번거롭다고 하는 의견도 많다. 이 때문에 반상의 감도가



<그림 39·6> 트랜지스터형 2E 릴레이의 예



〈그림 39·7〉 열동형 2E 릴레이

정상(正相)과 같은 2E 릴레이도 많이 사용된다.

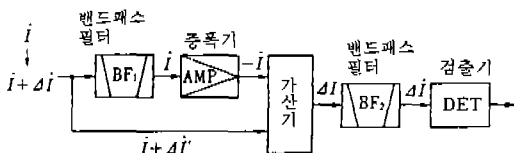
그림 39·6은 트랜지스터형 2E 릴레이의 예이다. 전압  $e_1$ 의 순시치는 각상 전류에 비례한 전압  $K\dot{I}_a, K\dot{I}_b, K\dot{I}_c$ 로서 순시치 정인 것 중 최대의 것과 같다. 전압  $e_2$ 는  $C, R_1, R_2$ 에 의해  $e_1$ 의 피크치보다 약간 낮은 직류 평활전압으로 되어 있다.  $e_2 - e_1$ 가 적분형 진폭검출기에 가해져  $e_2 - e_1$ 의 정부분에 대해서 반한시 특성으로 동작한다.

결상시는 정상 및 반상의 3상 평형시에 비해서  $e_2 - e_1$ 가 크며 고감도 고속도로 보호된다. 또한 트랜지스터형의 2E 또는 3E 릴레이는 정상을 반한시 보호, 결상 및 반상을 정한시 보호로 하여 다른 요소로 보호하는 것도 많다.

그림 39·7은 열동형 2E 릴레이(결상 보호불이 열동형 계전기)의 원리이다. 그림 (a)는 무통전으로 바이메탈의 변위가 없고 레버  $L, L'$ 는 정상위치에 있고 접점은 폐로하지 않는다. 그림 (b)는 a상이 결상인 경우이다. a상의 바이메탈이 변위하지 않기 때문에  $L$ 은 정상위치 그대로이고 bc상의 바이메탈 변위에 의한  $L'$ 의 이동이 확대되어 소전류에서도 접점을 닫는다. 3상 평형부하(정상 또는 반상)에서는 바이메탈이 3상 모두 변위하고  $L, L'$ 가 함께 이동하여 접점을 닫는다.  $L'$ 의 움직임이 확대되지 않고 동작하는 데 대전류가 필요하다.

#### 40. 기타의 보호계전기

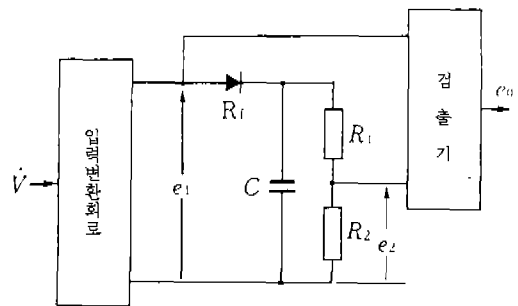
이상 외에 특수한 계전기가 여러 용도에 사용되



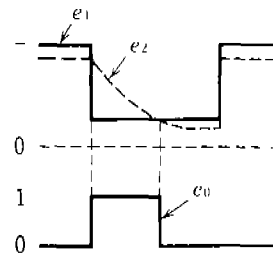
〈그림 40·1〉 전류변화폭 계전기의 예

고 있다. 전류변화폭 계전기는 전류가 변화했을 때 변화 전후의 전류 벡터차가 일정치 이상 있으면 잠시 동작하는 것으로서, 사고 검출 등에 사용된다.

그림 40·1은 그 일례로서, 전류가  $\dot{I}$ 로부터  $\dot{I} + \Delta\dot{I}$ 로 변화했을 때 변화전류  $\dot{I}$ 가 밴드패스 필터  $BF_1$ 에 기억되고 가산기에 얻어진 현재치와 기억치의 차  $\Delta I$ 에 검출기가 응동한다. 현재치에는 고조파분이 포함되고 기억치에는 포함되지 않으므로 전류 변화가 없고  $\Delta I = 0$ 일 때도 고조파분 출력치가 가산기에 생긴다. 이 때문에 밴드패스 필터  $BF_2$ 를 사용하여 검출기를 고조파분에 응동시키지 않도록 한다.

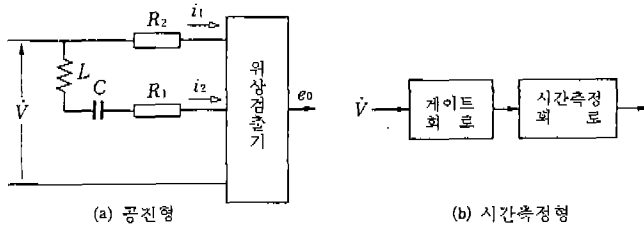


(a) 회로



(b) 파형

〈그림 40·2〉 전압감량 계전기의 예



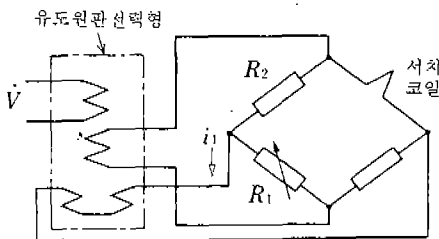
〈그림 40·3〉 주파수 계전기의 예

전압감량 계전기는 전압이 일정폭 이상 강해졌을 때 동작하는 것이다. 변화폭 계전기가 벡터량의 차에 응동하여 크기가 변화하지 않고 위상이 변화하기만해도 동작하는 데 비해서 감량계전기는 크기가 작아질 때만 동작한다. 그림 40·2는 그 예로서, 입력전압  $\dot{V}$ 에 대응한 직류전압  $e_0$ 을 얻어  $e_0$ 을 콘덴서 C에 기억시키고 이것에 비례하는 전압  $e_2$ 를 얻어  $e_2 > e_1$ 일 때 동작시킨다.

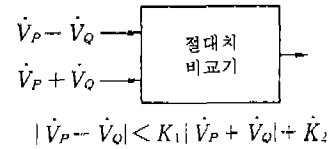
주파수 계전기는 전력계통의 주파수 이상시에 부하나 전원을 차단하고(부하 또는 전원 제한) 주파수를 회복시켜 안정 운전을 계속시키는 등에 사용된다. 그림 40·3은 그 예로서, (a)는 주파수 변화에 의한 공진회로의 위상 변화를 위상검출기로 검출하는 것이다.

위상검출기로서는 트랜지스터형 외에 유도원통형이나 전력형의 유도원판형도 사용된다. 이들 유도형은 2교류량의 적출력을 발생하고 이 적출력은 양자의 위상관계로 정부(正負)가 반전하므로 위상검출기로서 사용할 수 있다.

(b)는 전압 파형의 특정 시점에서 게이트 회로를 개폐하여 1 주기 또는 수 주기의 시간 측정회로에서 검출하는 것이다. 시간측정 회로로서는 트랜지스터형의 타이머 회로 외에 수정발진기 등의 진동수를 계수하는 디지털형의 것도 있는데, 높은 정밀도를 요하는 경우는 후자가 사용된다.



〈그림 40·5〉 서치 코일을 사용한 온도계전기



〈그림 40·4〉 동기검정 계전기의 예

사고 등에 의한 전압 위상의 변화는 주파수의 변화이기도 하므로 주파수 계전기는 위상 변화로 오동작하지 않도록 배려되고 있다.

동기검정 계전기는 2 전원간의 동기를 확인하는 계전기로서 2 계통간의 병렬이 가능한 것을 검출하는 데 사용된다. 그림 40·4는 그 일례로서, 2 계통의 전압  $\dot{V}_P$ 와  $\dot{V}_Q$ 의 차가 합에 비해서 작은 것으로 검출한다. 동기상태가 아니라도 이 조건은 단시간 성립하므로 유도원판형을 사용하여 반환시 특성으로 하거나 타이머 회로를 사용하여 오동작을 방지한다.

온도계전기는 회전기의 축승(軸承)이나 변압기의 최고 유온부 등에 감온부를 설치하여 이상 온도 상승을 검출하는 것이다. 실폰형 등 팽창 압력이나 기화 압력에 의해 직접 가동부를 구동하는 것 외에 그림 40·5의 서치 코일(감온 코일)을 설치한 전기식의 것도 있다.

서치 코일은 동제(銅製)로서, 온도에 의해 저항이 변화하며  $R_1$ 으로 정해지는 특정 온도 이상에서 브리지 회로의 전류  $i_1$  방향이 반전하여 동작한다. 그림은 유도원판형의 예인데, 트랜지스터형의 위상검출기도 사용된다.

이상의 것 외에 소형 발전기(타코 제너레이터)의 전압에 의해 전압계전기를 동작시키는 속도계전기, 압력에 따라 가동부를 구동하는 압력계전기 등도 사용된다.

### 41. 보조계전기와 한시계전기

보조계전기는 용어의 정의에 의하면 「보호계전기의 보조로서 사용하며, 점점 용량의 증가, 점점 수의 증가 또는 한시의 부가 등을 목적으로 하는 계전기를 말한다」고 되어 있다.

이것은 「예정된 시간 지연을 기다려 응동하는

것을 목적으로 하는」한시계전기도 포함되지만 한시계전기 이외의 보조계전기에 대해서만 이 용어를 사용하는 경우도 많다.

한시계전기를 제외한 일반 보조계전기의 대부분은 입력이 가해지면 즉시 동작하고 입력이 끊기면 즉시 복귀하는 즉시응동 자기복귀식의 것이다. 이것들은 용어의 정의로는 다접촉 계전기의 범주에 속하며, 설사 접점수가 적어도 이 용어를 사용하게 되어 있다.

점점 용량이 작은 것은 힌지형 기구의 것이 많고, 또 전화용 계전기를 유용하는 일도 많다. 점점 용량의 것은 점점 간격을 크게 하기 쉬운(차단 용량 증가) 플랜저형이 많고, 또 공업 프로세스 제어 등에 사용하는 제어용 계전기를 유용하는 일도 많다.

수동 복귀의 보조계전기는 입력이 가해지면 캐치가 벗겨져 스프링에 의해 가능부가 동작하도록 하고, 복귀는 핸들 조작 등의 수동 조작으로 복귀시키게 되어 있다.

키프 계전기는 전기 복귀의 보조계전기로서, 동작 코일과 복귀 코일이 있는데, 동작 또는 복귀 코일을 여자하면 동작 또는 복귀하고 여자가 끊겨도 다른 코일을 여자하기까지 그 상태를 유지한다. 동작 또는 복귀 코일의 전류는 동작 또는 복

귀가 완료하면 자체의 접점으로 끊도록 한 것이 많다.

그리고 동작과 복귀는 어느 것을 동작으로 하는가는 명확치 않지만 보통은 제조자가 어느 한 쪽을 동작으로 정하고 있다.

전기복귀식으로 하기 위한 기구로서는 1) 캐치를 설치한 것, 2) 영구자석에 의한 흡인력을 이용한 것, 3) 가동부가 사점에서 동작측 또는 복귀측에 있으면 스프링에 의한 기계력이 동일 방향으로 동작하는 도약기구를 가진 것 등이 있다.

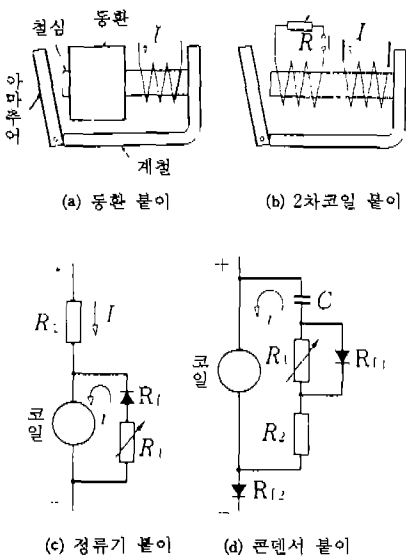
수동 복귀의 보조계전기나 키프 계전기는 제어 전원이 상실되어도 기억을 남기고 싶은 경우나 제어전원 상실 또는 회복시에 보호계전장치가 오동작을 할 우려가 있는 경우 등에 사용된다.

그림 25·4의 자기 복귀형 보조계전기의 자체 접점으로 입력을 주게 한 자기유지회로나 논리회로를 사용한 자기유지회로는 제어 전원이 상실되면 복귀하므로 일련의 시퀀스를 진행시키는 경우에만 사용된다. 유지를 장시간 계속할 필요가 있는 경우에는 수동 복귀 또는 전기 복귀의 것을 사용한다.

로크아웃 계전기는 동작했을 때 다른 장치의 응답을 수동 조작이 행하여질 때까지 저지하여 사고가 발생한 부분의 재운전을 방지하는 것으로서, 보통은 수동 복귀의 보조계전기가 사용된다. 또한 복모선(複母線) 각각에 계기용 변압기가 설치되어 있을 때 어느 출력전압을 계전기 입력으로 사용하는가를 선택하는 보조계전기는 제어전원 이상시의 문제를 피하기 위해 키프 계전기로 하는 일이 많다.

한시계전기는 예정된 시간 지연으로 동작하고 또한 시간 지연의 정밀도가 충분히 높은 것이다. 보호계전기용으로는 한시동작 즉시복귀 또는 즉시동작 한시복귀의 것이 많이 사용되며, 지연시간은 0.1~10초 정도의 것이 많다.

이것들은 예전에는 시계기구 등을 사용하여 제작됐지만 최근에는 트랜지스터형의 타이머 회로로 릴레이 드라이버를 구동하게 한 것이 대부분이다. 수 분 이상과 같은 장시간의 한시계전기는 워렌 모터 등의 소형 동기전동기를 교류 전원으로 구동하여 가동부를 회전시키는 것이 많다. 한시계전기와 표준적인 재폐로 시퀀스를 조합시킨 계전기는



<그림 41·1> 시연계전기의 예

재폐로 계전기라고 한다.

시연계전기(時延繼電器)는 예정된 시간 지연으로 동작하지만 정밀도가 낮은 것이다. 보통은 다 접촉 보조계전기에 그림 41·1과 같은 세공을 한 것이 사용된다.

(a)와 같이 동한(銅環)을 달면 코일 전류  $I$ 가 변화했을 때 변화분 전류에 상응하는 2차 전류가 동환에 흐르고 이 사이 자속의 변화가 늦어져 응답이 지연된다.

동작을 지연시키고자 하는 경우는 동환을 철심(폴 피스)의 아마추어측에 둔 공극 부근의 자속 상승을 늦게 하고 또한 계전기의 동작전압을 가급적 높게 한다. 이것에 의해 전화용 계전기에 있어 80밀리초 정도의 동작시간으로 할 수 있는데, 복귀 시간도 같은 정도가 된다.

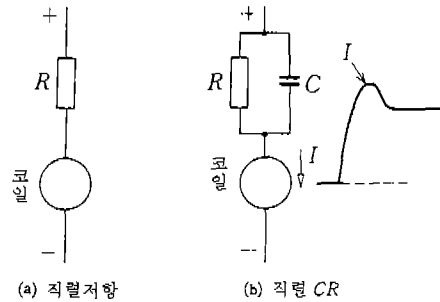
복귀를 지연시킬 때는 동환과 코일 배치를 반대로 하고 복귀전압을 가급적 작게 한다. 동환을 이렇게 배치하면 아마추어 개방시에 아마추어 부근의 자속에 대한 영향이 적고 전화용 계전기로 20밀리초 정도의 동작시간으로 수 백 밀리초의 복귀 시간으로 할 수도 있다. 복귀전압은 복귀가 보증되는 한 작게 할 수 있으므로 이와 같은 장시간으로 할 수가 있다.

(b)의 2차 코일이 달린 것은 동환과 동일한 효과의 것이지만 1) 점점으로 코일을 개폐할 수 있으므로 동작 또는 복귀의 한 쪽만을 지연시킬 수 있고, 2) 저항기에 의해 지연시간을 조정할 수 있는 등의 특징이 있다.

그러나 코일의 절연분만큼 동의 용적이 감소하며 (저항)/(감기회수)가 커지기 때문에 동환만큼 지연시간을 길게 할 수는 없다. (c)의 정류기 달린 것과 (d)의 콘덴서 달린 것은 입력이 끊겼을 때 코일에 전류  $i$ 가 흘러 복귀가 늦어진다.

지연은  $R_1$ 으로 조정할 수 있으며, (c)로 0.1초, (d)로 1초 이상으로 할 수도 있다. 동작은 지연되지 않는다. (d)의  $R_2$ 은 단시간의 여자로도 충분한 지연시간을 얻으려는 것이고  $R_1$ 는 전류  $i$ 가 다른 회로에 분류하지 않기 위한 것이다. 이 밖에 여러 가지 외부장치 회로에 의한 지연이 가능하다.

이상과 같이 시연계전기는 자속이 동작치 또는 복귀치에 달하는 시간을 지연시키는 것이다. 따라서 응답시간은 제어 전원 전압의 값에 따라 변화



〈그림 41·2〉 보조계전기 고속회로

하며 전압이 높으면 동작시간이 빠르고 복귀시간은 늦어진다. 그리고 복수의 계전기 구동회로를 병렬로 하고 하나의 점점으로 개폐하게 하면 복귀시에 각 계전기의 전류가 상호 환류하여 복귀시간이 상이해지는 경우도 있다. 사용에 있어서는 이와 같은 현상에 주의하여야 한다.

보조계전기의 동작시간을 신속히 하기 위해 그림 41·2와 같은 회로가 사용되는 경우가 있다. 보조계전기의 동작전압이 정격전압의 70% 정도인 경우는 코일의 시정수 등으로 자속이 동작치에 달하는 데 상당히 시간이 걸리며, 전화용 계전기 정도의 것으로 동작시간이 30밀리초 정도가 된다.

신뢰성을 저하시키지 않고 고속화하는 데는 코일 전류를 증가시킬 필요가 있는데, 이것은 복귀시간을 지연시키고 또 연속 여자에서는 온도 상승이 문제가 된다. (a)와 같이 직렬저항을 사용하여 회로의 시정수를 짧게 하면 코일의 소비전력을 동일하게 한채로 동작 자속에 달하는 시간을 짧게 할 수가 있어 전술한 문제없이 고속화시킬 수가 있다. (b)의 직렬 CR로는 코일 전류가 그림의 파형과 같이 되며 동작 복귀와 함께 고속할 수가 있다.

## 42. 중소형 전동기의 보호

전동기의 사고는 권선의 절연사고가 가장 많고 다음에 축승사고가 많다. 단락·과부하·결상의 보호가 일반적으로 행해지고, 필요에 따라 부족전압 및 축승보호가 행하여진다. 지락보호는 보통 선로측에서 하고 개개의 전동기에는 설치되지 않는 경우가 많다. 축승 보호는 중형기 이상에서 감

은부를 베어링에 매입한 온도계전기를 사용하여 시행된다.

부족전압 보호는 부하측 기계 및 조작상 안전 확보를 목적으로 하는 것으로서, 전자접촉기의 무전압 석방이나 부족전압 계전기에 의한 차단기 트립 등으로 정전회복시의 전동기 자동 재기동을 방지한다.

그러나 중요 프로세스 제어계는 전력계통 사고가 고속 차단된 경우의 순시전압 강하로 정지시키는 것은 좋지 않고 전자접촉기를 재폐로하는 등으로 부하측이 허용할 수 없는 범위의 순시 정전시는 운전을 계속하도록 한다.

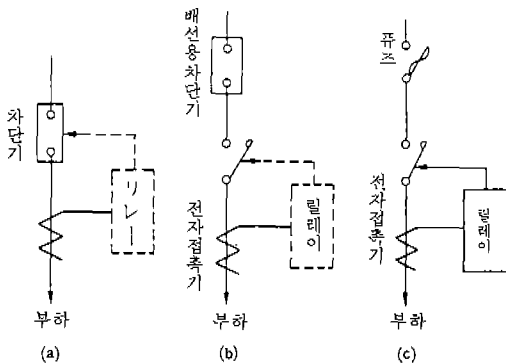
단락·과부하·결상 보호의 차단방식은 그림 42·1과 같은 예가 많이 사용된다.

(a)는 고압 중형 이상의 전동기에서 주로 사용되며, 모든 전류 차단은 차단기로 한다. 트립 지령은 차단기의 내부 트립에 의하거나 외부의 계전기에 의하거나 어느 방법도 무방하다.

(b)는 저압 소형 전동기에 사용되는 것으로서, 단락은 배선용 차단기의 내부 트립에 의해 차단하고 부하는 전자접촉기로 개폐한다. 결상 및 과부하 보호는 어느 것을 사용하거나 좋다.

(c)는 퓨즈로 단락을 보호한다. 이 경우는 반드시 계전기를 사용해서 결상 및 과부하 보호를 한다. (b) 및 (c)의 경우 전자접촉기는 퓨즈나 배선용 차단기의 차단전류 이하의 전류를 확실하게 차단할 수 있도록 하여야 하고 또 전자접촉기의 차단용량 이상의 전류일 때 계전기는 퓨즈나 배선용 차단기 차단전에 동작하지 않도록 한다.

전동기의 단락 및 과부하 보호를 생각할 때는



<그림 42·1> 전동기의 고전류 차단방식

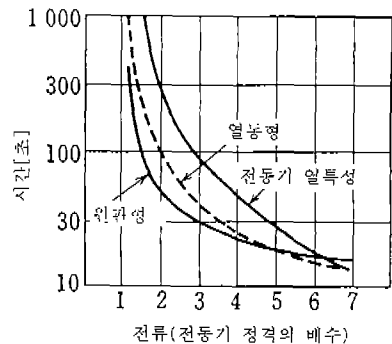
그 기동전류에 대해서 생각하지 않으면 안된다. 전동기 회전자가 정지하여 이른바 구속상태일 때는 전동기는 2차 권선을 단락한 변압기와 동일하며 정격전류의 4~10배의 전류가 흐른다. 기동시에는 특별한 기동설비가 없는 한 우선 이 구속시 전류가 흐르며 회전수의 상승과 함께 감소한다.

또한 전원측의 외부 단락시는 구속전류 정도의 대전류가 단시간 전동기에서 유출한다. 단락 보호나 과부하 보호는 이와 같은 전류로 오동작하지 않도록 하여야 한다.

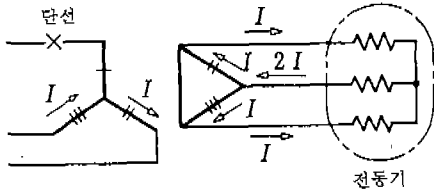
단락 보호를 계전기(차단기 내부 트립 포함)로 하는 경우는 고속도 동작의 것을 구속시 전류보다 약간 큰 동작조정치로 하여 사용한다. 내부 단락의 경우를 제외하고 구속시 전류보다 큰 전류가 흐르는 일은 없으므로 상술한 조정으로 오동작하는 일은 없다. 단락 보호는 경제적인 이유에서 2상에만 설치하는 경우가 많다.

과부하 보호는 회전자 실속(구속)의 보호를 겸한다. 차단기 내부 트립을 포함해서 열동형은 동작시간을 조정할 수 없고 정밀도가 약간 떨어지지만 그림 42·2와 같이 전류·시간특성이 과부하인 전역에 걸쳐 전동기의 열 특성과 유사하기 때문에 가장 적합하다. 그리고 또 과부하전의 전동기의 열 효과도 분별할 수가 있다.

정지형이나 원관형은 소전류에서는 과잉 보호가 되고 과전류역에서는 부족 보호가 된다. 그러나 조정과 시험이 대단히 용이하고 또 정밀도도 우수하다. 과부하 보증이 없는 연속 정격의 전동기는 정격전류의 115%에서 동작하도록 조정하는 것이 좋고, 140% 이상의 전류에서 부동작이 되는 것은 좋지 않다. 불가결한 용도에 사용되고 있는 전동



<그림 42·2> 전동기 열특성과 계전기 특성의 예



〈그림 42·3〉 Y-Δ 1차측의 결상

기에는 정격의 2배 전후에서 동작하는 즉시 동작의 과전류 계전기를 사용하고 이것이 부동작일 때는 경보만으로 하고 있다.

과부하 보호에 2E 또는 3E 릴레이가 사용되고 있을 때는 결상보호는 고감도·단시간에 이루어진다. 그러나 전원측의 단락이나 단상 재폐로에서 동작하는 정도의 단시간으로 하면 안된다. 특별한 경부하인 경우를 제외하고 결상시에는 과부하 전류가 흐르므로 과부하 보호로도 결상 보호가 가능하다.

그러나 그림 42·3과 같이 Y-Δ 변환이 행하여지면 1상만이 과전류가 되므로 과부하 보호를 3상의 각 상에 대해서 하거나 또는 그림 39·1의 정류화 검출형의 3상 과전류 계전기를 사용하여야 한다. 결상은 단락이 퓨즈로 보호되고 있는 경우에 일어나기 쉽다.

### 43. 배전계통의 보호

배전계통 보호에는 변압기, 모선 및 배전선을 포함해서 그림 8·2의 과전류 계전기에 의한 사고 구간 검출을 이용하는 것이 가장 적합하다. 이 방식은 간단하고 염가이며, 계기용 변압기가 필요하지 않은 경우가 많다. 2상의 과전류 계전기와 영상

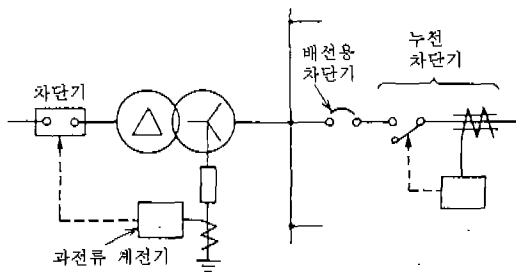
변류기를 사용한 1개의 지락계전기로 보호할 수 있다.

단락 보호에는 초반한시~반한시 특성이 가장 유리하다. 그것은 배선계통에서는 고장전류의 값이 운전상태보다도 고장점 위치에 따라 정해지는 경향이 있는데, 이러한 계통에서 그림 8·2의 동작 시간 조정을 하는 경우 반한시 특성쪽이 정한시 특성보다도 전원에 가까운 단자의 동작시간을 짧게 할 수 있기 때문이다. 또, 초반한시 특성은 퓨즈나 열동형 계전기로 보호되는 말단 사고와의 선택성이 얻기 쉽다.

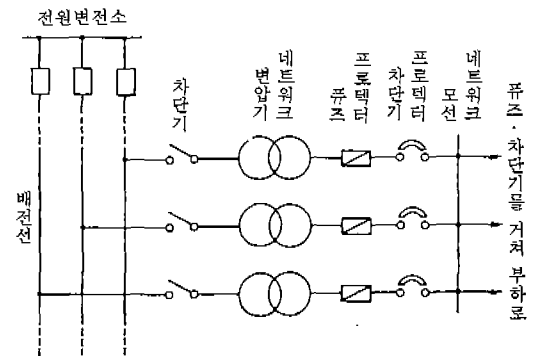
저압 배전계통의 과전류 보호는 단락 보호를 퓨즈로 하고 과부하 보호를 열동계전기와 전자접촉기를 조합한 전자개폐기로 하는 것과 양 보호를 배선용 차단기 또는 내부 트립기구를 가진 기중차단기로 하는 것이 많다.

지락 보호는 영상변류기, 트랜지스터형 과전류 계전기의 검출부와 개폐기를 조합한 누전차단기가 많이 사용되는데, 50mA 전후(변류기 1차측)의 고감도 동작으로 감전이나 누전 화재의 방지를 도모한다. 비상등 회로나 보안장치 회로는 지락사고시 회로를 차단하지 않고 경보만으로 한다. 또 그림 43·1과 같이 변압기 중성점지점에 과전류 계전기를 설치한 모선 보호 및 후비 보호도 하고 있다.

집중 부하가 있는 빌딩 수전설비 등에는 스포트 네트워크 수전방식이 채용되는 일이 많다. 이 방식은 그림 43·2와 같이 수 회선의 배전선을 각 전기실에 인입하여 부하측을 하나의 네트워크 모선에 접속하고 이 모선에서 부하에 공급하는 방식이다. 일부 배전선 또는 변압기가 운전을 정지하



〈그림 43·1〉 저압배전계의 지락보호



〈그림 43·2〉 스포트 네트워크 수전방식



더라고 저압계는 정전되지 않는다. 수전측에는 단로기를 설치하고 부하측에는 각 변압기마다 네트워크 프로텍터를 설치한다.

네트워크 프로텍터는 그림 43·3과 같이 프로텍터 퓨즈, 프로텍터 차단기 및 계전장치로 구성되며, 다음과 같은 동작을 한다.

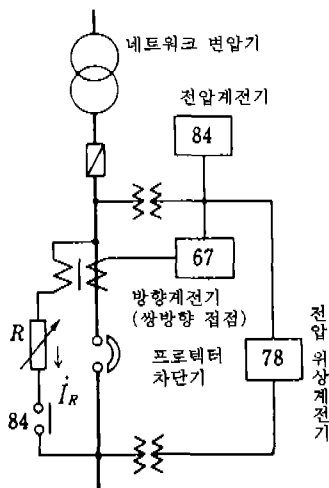
1) 역전력 차단: 배전선측 사고 또는 정전에 의해 네트워크 모선으로부터 배전선으로 전력이 유출할 때는 방향계전기 67의 역방향 접점이 동작, 프로텍터 차단기를 트립시킨다.

2) 배전선측의 전압이 진전하며 전압계전기 78이 동작하고, 네트워크측 전압이 배전선측보다 낮아 저항기 R를 흐르는 전류  $I_R$ 로 방향계전기 67의 정방향 접점이 동작하고 또한 배전선측 전압이 앞선 위상으로 전압 위상계전기 78이 동작하면, 즉 배전선측으로부터의 전력 공급이 가능하면 프로텍터 차단기를 투입한다.

방향계전기 67은 변압기 여자전류나 케이블 충전전류에 대해서도 방향 판별능력을 주기 위해 전류가 전압에 비해서 3~5° 앞섬을 최대 감도각으로 하고 있다.

고압 배전계통은 계전기에 의해 차단기를 트립하도록 한 것이 많다. 단락 보호에는 유도원판형 또는 정지형 과전류계전기(OC)가 주로 사용되며, 전용의 과부하 보호가 사용되는 일은 적다.

일반 비접지계 배전계통은 전원단에 그림 43·4와 같이 접지변압기를 두고 그 2차 브로큰 델타측



<그림 43·3> 네트워크 프로텍터

에 한류저항을 설치한다. 이것에 의해 지락사고시에 흐르는 약간의 사고전류를 사용하여 사고 구간을 선택한다.

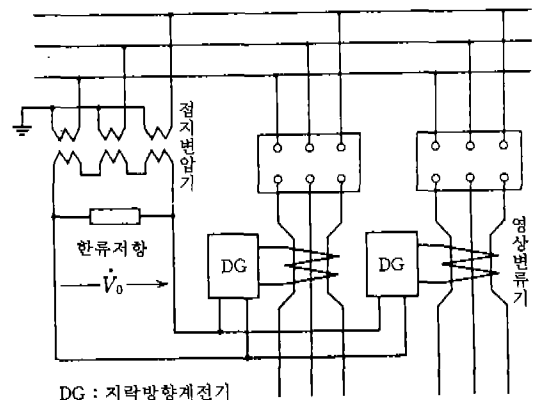
전원단의 지락 보호에는 브로큰 델타 회로의 영상전압  $\dot{V}_0$ 와 영상변류기의 출력  $\dot{I}_0$ 에 응동하는 유도원판 적형이나 트랜지스터형의 지락방향계전기(DG)를 사용한다.

방향계전기가 사용되는 것은 지락사고시에 사고점에서 전전선을 향해서 상당한 영상분 충전전류가 흘러 전류의 크기만으로는 사고회선의 식별이 곤란해지는 것과 수 10μVA와 같은 영상변류기의 미약한 출력만으로는 가동형 전류계전기를 동작시키는 것이 곤란하기 때문이다. 변류기로부터의 입력이 미약하더라도 적형계전기는 전압 입력에서 충분한 구동 에너지를 얻어 동작시킬 수가 있다.

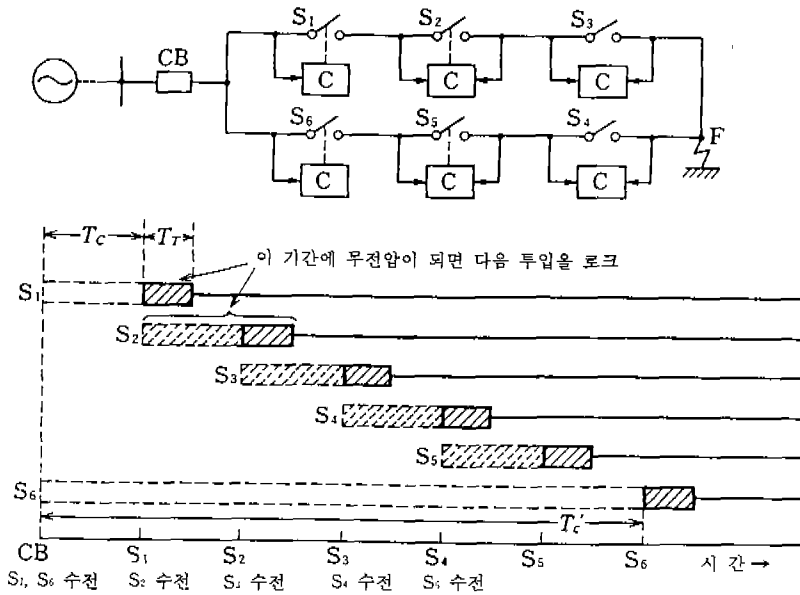
최대 감도각은  $-\dot{I}_0$ 가  $\dot{V}_0$ 에 비해서 45° 앞서는 것이 많다. 이것은 충전전류가 거의 없고  $-\dot{I}_0$ 가  $\dot{V}_0$ 와 동일 위상의 경우도 충전전류가 대단히 많아 90° 앞섬이 되는 경우도 동작할 수 있도록 하기 위해서이다. 전원단 이외 장소에서의 지락 보호에는 영상변류기 출력에 응동하는 트랜지스터형의 지락과전류 계전기를 사용하는 일이 많다.

사업용 배전선 등 대규모 배전계통에는 구분개폐기를 사용한 순송방식(順送方式)의 사고점 수사방식이 사용된다. 그림 43·5는 그 예로서 1회선 루프 배전선에 대한 것이다. 각 구분개폐기  $S_1 \sim S_6$ 는 무전압 트립식으로, 정전하면 즉시 차단하고 제어부 C가 수전하면 시간  $T_c$  후에 투입된다.

$S_1, S_6$ 의 제어부는 1방향만에서 수전하여 투입후



<그림 43·4> 비접지형 배전선 지락방향 계전기



<그림 43·5>  
사고점 수사방식의 예

시간  $T_T$  이내에 무전압이 되면 투입기구를 로크하여 재차 수전하더라도 투입을 않는다.  $S_2 \sim S_5$ 의 제어부는 양 방향에서 수전하고 나서 시간  $T_C + T_T$  간에 무전압이 되면 투입기구를 로크한다.

차단기 CB가 재폐로하고 사고가 재발하지 않으면 각 구간 개폐기는 시간  $T_C$ 마다  $S_1 \rightarrow S_2 \rightarrow S_3 \rightarrow S_4 \rightarrow S_5$  순으로 순방향으로 재폐로하고 최후에  $S_6$ 가 CB가 투입되고 나서 시간  $T_C'$  후에 역방향부터 재폐로한다. 만일 F에 사고가 있으면 1회의 CB 재폐로시는  $S_2$  투입 후 CB가 차단되고  $S_3$ 와  $S_4$ 의

투입기구가 로크된다.

2회의 CB 재폐로에서는  $S_1 \rightarrow S_2$  순으로 순방향으로 재폐로되고 시간  $T_C'$  후에  $S_6 \rightarrow S_5$  순으로 역방향으로 재폐로되어 건전 구간의 운전이 재개된다. 단락 사고에서는  $S_3$  투입시 전압 강하 때문에  $S_4$ 가 수전하지 않고 투입 로크가 되지 않는 경우가 있다. 이와 같은 때는 2회 CB 재폐로에서  $S_4$ 가 역방향으로부터 투입됐을 때 CB가 차단되고 여기서  $S_4$ 가 투입 로크가 된다. 3회의 CB 재폐로에서 비로서 운전이 재개된다. <다음 호에 계속>

㉞ 전기안전관리원 직무교육 일정 ㉞

사형처	교육일정	접수기간	접수장소	대상지역
부 산	10. 18~10. 20	9. 28~10. 14	부산지부 051)255-0361	부 산
대 전	10. 25~10. 27	10. 5~10. 21	대전지부 042)626-4700	대전, 충남·북
서 울	11. 1~11. 3	10. 16~10. 28	서울본부 02)561-3494	서울, 인천, 경기, 제주
울 산	11. 6~11. 8	10. 23~11. 2	경남동지부 0522)71-0770	경남동
대 구	11. 9~11. 11	10. 20~11. 4	대구지부 053)742-4014	대구, 경북
마 산	11. 15~11. 17	10. 30~11. 11	경남서지부 0551)92-6842	경남서
서 울	11. 20~11. 22 11. 23~11. 25	11. 6~11. 17	서울본부 02)561-3494	서울, 인천, 경기, 강원
전 주	11. 28~11. 30	11. 13~11. 25	전북지부 0652)252-3287	전남북, 광주, 제주
서 울	12. 5~12. 7	11. 20~12. 2	서울본부 02)561-3494	서울, 인천, 경기, 강원

※ 교육대상자: 전기안전관리원(이하)에 소속된 직원이거나, 이사회에 교육대상자는 20명 이상, 이수하여야 함