-현장 계전기 기술⑥-

역/박 한 종(협회 교육홍보위원)

26. 계전기의 보조 요소

계전기에는 입력의 상태를 검출하여 응동(應動)하는 주요소 외에 그림 26·1과 같이 여러가지 보조 요소가 사용된다.

조정장치는 계전기의 동작치나 동작시간을 다수의 눈금치 중의 하나로 정하는 장치이다. 탭 블록은 동작치의 조정장치로서 가장 많이 사용된다.

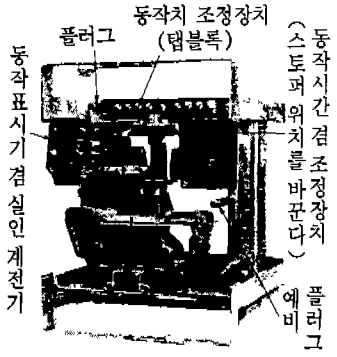
이것은 그림 26·2와 같이 구성되어 있으며, 동작 코일이나 변성기 코일 등의 다수의 탭 중의 1개를 플러그로 탭판에 접속하는 것이다.

변류기 회로의 조정치를 바꿀 때는 예비 플러그를 먼저 꼽고 나서 사용 플러그를 빼는 식으로 하여 변류기 회로를 개방하지 않도록 하여야 한다. 이 밖에 습동저항기로 회로 정수를 바꾸게 한 것이 많다. 가동형 계전기에는 스프링 삽입, 가동철심의 위치 및 스토퍼의 위치를 바꾸는 것 등도 사용된다.

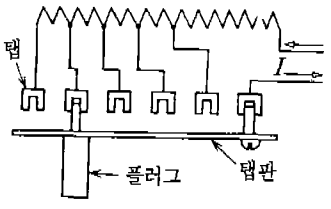
동작표시기는 보호계전기가 동작하여 차단기가 트립됐을 때 동작한 계전기를 표시하는 것이다. 표시는 표시 복귀 조작을 할 때까지 유지된다. 가동형 계전기에는 동작표시기가 많이 사용된다. 그 대부분은 접점과 직렬인 표시기 코일에 차단기의 트립 전류가 흐르면 캐치를 풀어 표시판을 낙하시키는 것이다. 일부, 가동부가 움직인 것을 이용하여 표시하는 순기계적 표시기도 있다.

상태표시기는 계전기가 동작하고 있는가의 여부의 상태를 표시하는 것으로서, 표시는 유지되지 않는다. 정지형 계전기에는 상태표시기와 동작표시기를 겸하는 것이 많이 사용된다. 그림 26·3은 이 일례로서, 계전기 동작에서는 단자 I에, 차단기 트립에서는 단자 H에 입력이 가해진다.

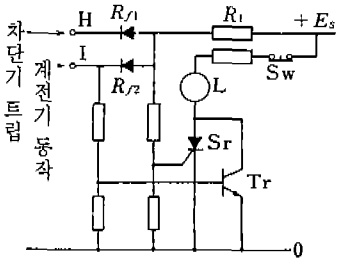
차단기를 트립할 때 계전기가 동작하면 사이리스터 Sr가 방전, L을 점등한다. 이 점등은 개폐기 SW를 열 때까지 유지된다. 단순히 계전기가 동작했을



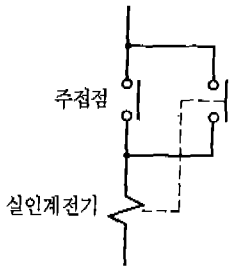
<그림 26·1> 계전기의 구성



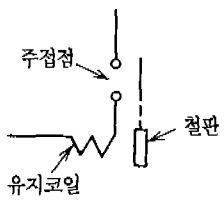
<그림 26·2> 탭 블록



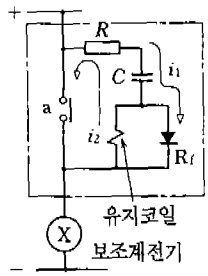
<그림 26·3> 트렌지스터형 표시기
(R_1, R_{f1}, R_{f2}은 AND 회로)



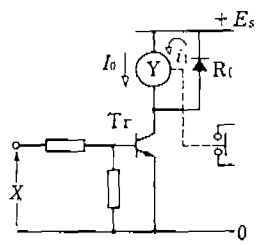
<그림 26 • 4> 실인 계전기



<그림 26 • 5> 유지 코일



<그림 26 • 6>순시유지기구



<그림 26 • 7>릴레이 드라이버

때는 트랜지스터 Tr가 ON이 되고 L을 점등한다. 이 표시는 유지되지 않는다.

가동형 계전기에는 접점을 보호하기 위해 실인(Sealin) 계전기 또는 유지 코일이 있는 경우가 많다. **실인 계전기(보조접촉기)**는 **그림 26 • 4**와 같은 접속의 것으로서, 차단기의 트립 전류가 흐르면 동작하여 주접점을 회로에 바이패스를 만든다.

유지 코일은 **그림 26 • 5**와 같은 접속으로, 트립전류가 흐르면 철편을 유지하여 주접점이 열리지 않도록 한다. 이것은 접점에 트립 전류를 차단하는 능력이 없기 때문이며 트립 전류는 차단기의 보조접점(팔레스 스위치)이 열림으로써 끊긴다. 실인 계전기는 표시기를 겸하는 것이 많다.

고속도의 가동형 계전기는 **그림 26 • 6**과 같은 **순시유지기구**를 설치한 것이 있다. 이것은 콘덴서 C가 상시 충전되어 있어 접점 a가 닫히면 방전전류 i_2가 유지 코일에 흘러 가동부를 유지시키는 것이다. 방전전류를 CR의 시정수에 따라 감쇠되고 유지력이 점차 감소하기 때문에 접점의 반조(反跳)가 방지된다. 접점 개방시의 충전전류 i_1은 R_f에서 바이패스되므로 유지 코일에는 흐르지 않는다.

접점 출력의 트랜지스터형 계전기에는 출력부에 릴레이 드라이버가 사용된다. 이것은 **그림 26 • 7**에 예를 나타냈는데, X에 정전압이 가해지면 Tr가 ON이 되고 보조계전기 Y 코일에 전류 I_0가 흘러 접점을 개폐하는 것이다. 정류기 Rf는 보호용으로서, Tr가 OFF가 됐을 때 코일에 의해 생기는 이상전압을 전류 i_1을 흘림으로써 방지한다.

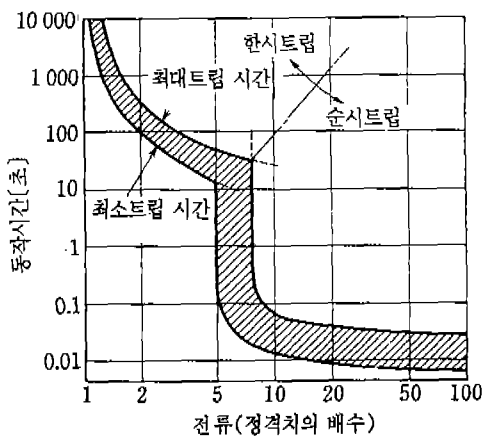
이 전류는 복귀시간을 늦게 하는 원인이 되므로 정류기에 제너 다이오드를 직렬로 접속하는 등의 방법으로 전류의 감쇠를 빠르게 하기도 한다. 이 경우는 트랜지스터에는 약간의 과도전압이 가해진다.

27. 차단기의 트립방식

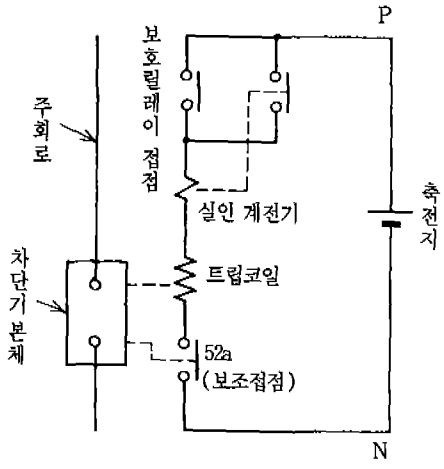
차단기를 트립하는 방식에는 내부 트립과 외부 트립이 있다. **내부 트립**은 차단기 내장의 **직렬 과전류 트립 장치**로 과전류를 검출하여 차단시키는 것으로서, 주로 저압계통의 차단에 사용된다.

이 검출부에는 순시 트립용으로 가동철심형이, 한시 트립용으로 열동형 또는 풀무 등의 한시 기구를 가진 가동 철심형이 사용된다. 이들 검출부는 접점을 개폐하는 것이 아니고 차단부를 폐로상태로 유지하고 있는 캐치를 트립하여 차단을 시킨다.

그림 27 • 1은 내부 트립의 "전류:동작시간 특성"의 예이다. 그림과 같이 대전류의 단락사고를 보호하



<그림 27 • 1> 내부 트립의 전류 : 동작시간 특성의 예



<그림 27 • 2> 직류 트립방식

는 순시 트립과 과부하를 보호하는 한시 트립이 병용되는 것이 일반적이다. 그리고 동작치나 동작시간의 정밀도는 그리 좋지 않고 그림과 같이 각각의 상하한을 나타내는 일이 많다.

외부 트립은 보호계전기의 동작에 의해 차단기의 트립 코일을 여자하거나 또는 여자를 끊고 차단시키는 것이다. 이것에는 다음과 같은 여러가지 방식이 있다.

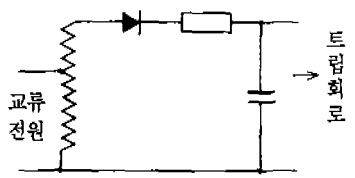
직류 트립방식은 그림 27 • 2와 같이 보호계전기가 동작했을 때 트립 코일에 직류전류를 흘려 차단시키는 것이다. 이 전원에는 일반적으로 축전지가 사용된다. 통상적인 보호계전기의 접점은 이 트립 전류를 끊을 수가 없으므로 그림과 같이 실인 계전기를 자기 유지시키고 트립 전류는 차단기의 차단시 개로의 보조접점 52a로 끊도록 한다.

코일에 정전위가 상시 가해져 있으면 전식에 의해 코일이 단선할 우려가 있으므로 접점을 정극측에, 코일을 부극측에 접속한다. 이 방식은 축전기 보수에 손이 가지만 전원이 안정되어 있고 차단기 개개의 설비도 간단하기 때문에 설비규모가 작은 경우를 제외하고 널리 사용되고 있다.

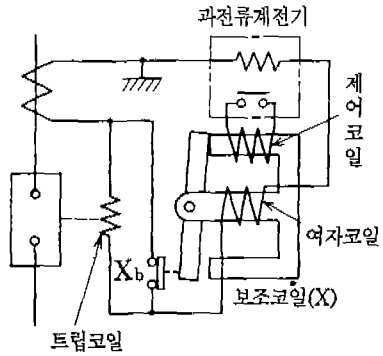
콘덴서 트립방식은 그림 27 • 3과 같이 교류전압을 정류하여 상시 콘덴서를 충전해 두고 이 전압을 트립 전원으로 하는 것으로서, 전원 이외의 회로 구성은 직류 트립과 동일하다. 장시간 정전 후에는 전하가 상실되어 차단불능이 되므로 이 점에 주의를 요한다. 규격에서는 무전압 30초 후까지, 그리고 전압 회복 후는 2초 이내에 차단 가능해지도록 정하고 있다. 콘덴서는 개개의 차단기마다 설치된다.

전류 트립방식은 계전가 동작했을 때 변류기의 2차 전류를 트립 코일에 전류(轉流)하여 차단시키는 것이다. 이 전류(轉流)에는 여러가지 방식이 있는데, 그림 27 • 4는 그 일례이다. 그림의 것은 과전류계전기의 접점이 닫히면 제어 코일이 단락되어 여자 코일에 의해 이 부분에 생기고 있던 자속이 감소, b접점 X_b가 열려 전류된다.

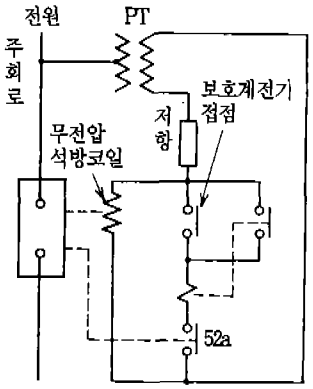
이 방식은 전류가 일정치 이상 흐르고 있지 않으면 차단되지 않으므로 과전류 보호 이외에는 사용할 수 없다. 배전계 지락사고에서는 주회로의 전압이 강하되지 않으므로 교류전압으로 동작하는 트립 코일을 별도로 설치하여 지락 보호는 이 코일의 부세로 하기도 한다. 전류(轉流)접점은 단락 대전류를 전류할만큼의 차단 용량이 필요하다. 또한 전류용(轉流用) 보조 기구는 과전류계전기에 내장되어 있는 일이 많다.



<그림 27 • 3> 콘덴서 트립방식



<그림 27 • 4> 전류 트립방식

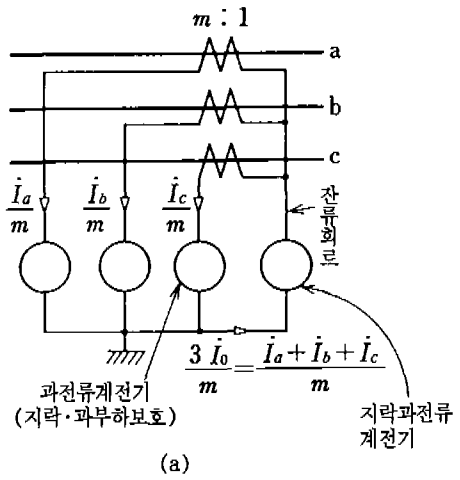


<그림 27 • 5> 무전압 트립방식

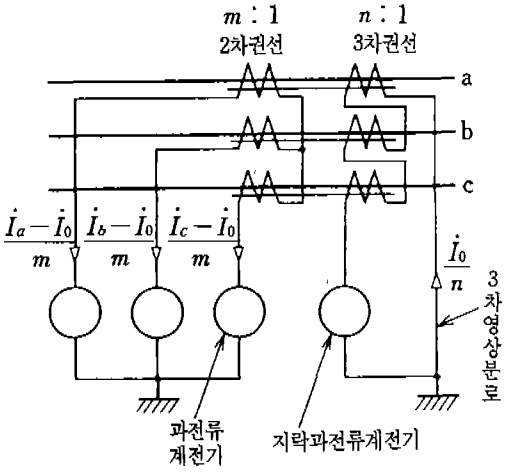
무전압 트립방식은 그림 27 • 5와 같이 무전압 석방 코일을 주회로 전압으로 상시 여자해 두고 계전기가 동작하면 석방 코일을 무전압으로 하여 차단하는 방식이다. 전원의 정전 또는 단시간 단락에서도 자동적으로 차단하므로 주로 전동기 부하의 회로에 사용된다.

28. 전류계전기

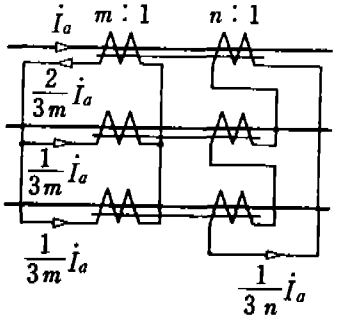
전류계전기는 전류의 크기에 응동하는 계전기로서, 예정한 동작치 이상에서 동작하는 과전류계전기, 예정한 동작치 이하의 전류에서 동작하는 부족전류



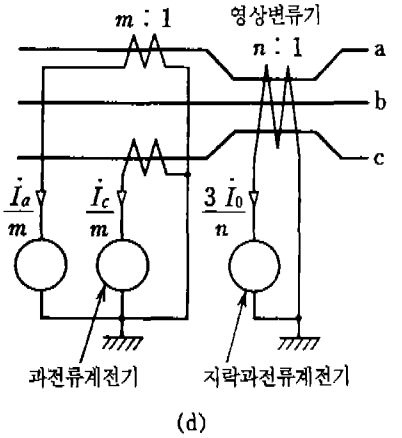
(a)



(b)



(c)



(d)

<그림 28 • 1> 과전류계전기의 입력회로 사용법

계전기 및 어느 경우나 동작하는 과부족전류계전기가 있다.

뒤의 두가지는 보호용으로 그리 사용되지 않는다.

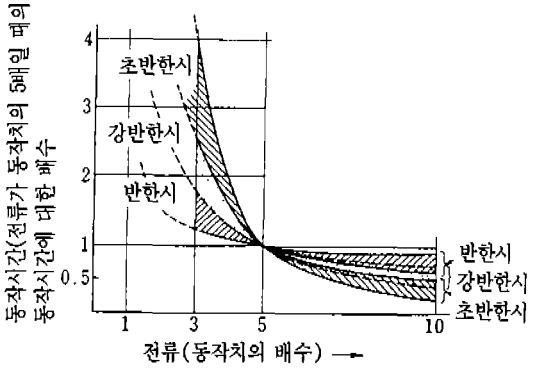
과전류계전기는 각상 회로에 단락 또는 과부하 보호용의 것이 사용되고 영상전류회로에 지락 보호용의 고감도의 것이 사용된다. 그림 28 • 1은 일반적인 입력회로 사용법이다.

(a)는 **잔류회로**에 사용하는 경우로서, 잔류회로에는 영상전류의 3배가 흐르며 지락과전류계전기가 이 전류에 응동한다.

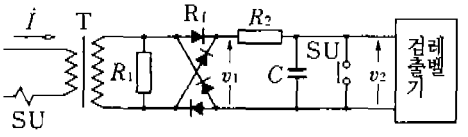
(b)는 **3차 영상분로**를 사용하는 경우로서, 지락사고시의 잔류회로 전류가 0.5A 이하 정도일 때 사용된다. 2차 권선과 3차 권선은 동일 철심에 감겨지고 3차 영상분로에 영상전류가 흐른다. 주의하여야 할 점은 2차 회로의 전류가 각상의 1차 전류가 아니고 각상 전류와 영상전류의 차에 대응하고 있는 점이다.

즉, 전류 $\dot{I}_a$만이 흘렀다고 하면 각 변류기(CT)의 2차 및 3차 전류는 (c)와 같이 된다. $\dot{I}_b$ 및 $\dot{I}_c$에 대해서도 동일하며, $\dot{I}_a+\dot{I}_b+\dot{I}_c-3\dot{I}_0=0$의 관계에서 알 수 있다.

(d)의 **영상변류기**는 각상의 1차 도체를 공통의 철심에 관통시켜 각상 전류의 합으로 여자시킨 것으로서, 2차 회로에 영상전류의 3배에 대응한 전류가 얻어진다. 이 변류기는 부하전류 등의 영상분이 아닌 전류가 오차에 의해 보기의 영상분으로 나오는 일이 적은데, 지락사고 전류가 특히 적은 비접지 배전선 등에 사용된다.



<그림 28 • 2> 각종 반한시 특성의 구분



<그림 28 • 3> 기동요소를 사용한 반한시 과전류계전기

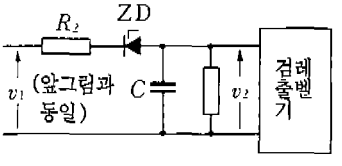
단락전류는 2상 중 어느 한 상에 흐르므로 그림과 같이 변류기와 계전기의 1상분을 절약하는 일이 많다.

반한시 특성의 과전류계전기는 열동형, 유도원판형(세이딩 코일형, 변압기형) 및 적분형 진폭검출기를 사용한 트랜지스터형 등의 기구를 사용하고 있는데, 정밀도는 뒤의 두가지가 우수하다. 그림 28 • 2와 같이 구분되는 여러가지 종류와 동작시간 특성의 것이 있으며, 용도에 따라 적당한 것을 선정할 수 있다.

한시차를 이용한 사고 구간의 검출에서는 동작시간이 부하전류의 영향을 받지 않도록 하여야 한다. 이 때문에 이러한 목적의 트랜지스터형은 그림 28 • 3과 같이 기동요소 SU가 동작하고 나서 적분이 시작되도록 하거나 그림 28 • 4와 같이 제너다이오드 등을 사용하여 v_1이 일정치 이하일 때는 적분을 하지 않도록 하거나 한다.

또한 원판형의 일반적인 것은 캠형상 원판(그림 18 • 6) 등을 사용하여 시동치와 동작치의 차를 극소하게 하도록 하고 있다. 그리고 **동작치**의 정의는 계전기가 동작하는 한계치이고 **시동치**는 계전기의 평상시의 기능이 변화하는(동작시간의 변화도 포함) 한계치이다.

전동기 보호에서는 이러한 것이 필요없다. 한시는 기동시의 돌입전류로 인한 오동작을 방지하기 위한



<그림 28 • 4> 반한시 과전류계전기

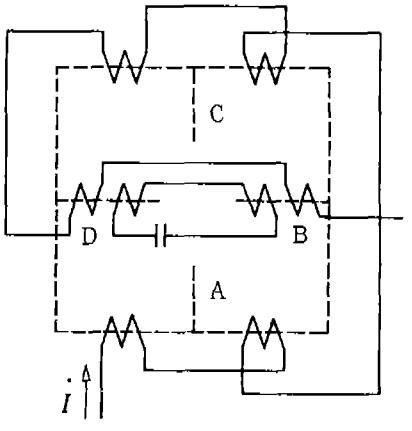
것이고 기동후는 보다 짧은 시간에 계전기가 동작하더라도 오동작하는 일은 없다. 그림 28·4에서 ZD를 제거하면 C는 부하전류에 비례한 전압으로 충전되며 사전의 부하전류가 클수록 동작시간이 짧아진다.

이렇게 하면 상시 운전중의 사고가 빨리 보호되고 또 중부하로부터의 사고일 수록 신속히 보호되므로 전동기의 과열 방지라는 점에서도 바람직한 특성이라고 할 수 있다. 열동형도 동일한 경향을 나타내며 전동기 보호용으로 주로 사용된다.

고속도 동작의 과전류계전기는 가동철심형, 유도원통형 및 순시치형 또는 증상정류형(增相整流形) 진폭검출기 등을 사용하여 제작된다. 가동철심형은 동작치와 복귀치의 차가 크고 동작치 부근의 입력으로 진동이 생기기 쉬운 등의 결점이 있지만 염가이기 때문에 수배전계나 전동기 과부하 보호의 고속도 요소(순시요소)로서 사용되는 경우가 많다.

이 요소는 동작치를 외부 사고나 전동기 기동에서는 흐르지 않는 큰 전류치로 하고 동작하면 즉시 차단하도록 사용되므로 전술한 결점에 의한 악영향은 없다. 그리고 이 요소는 한시동작의 과전류계전기에 내장되는 경우가 많다.

유도원통형은 가동철심형으로는 충분한 정밀도가 얻어지지 않는 경우에 사용된다. 이와 같은 용도로서는 소정 전류치 이상으로 회선선택 보호나 방향비교 보호를 하도록 하기 위한 전류치 검출요소 등이 있다.



<그림 28·5> 유도 원통형 과전류계전기

구동력을 발생시키는 데는 위상이 상이한 2쌍의 자속이 필요하며, 일반적으로 그림 28·5와 같은 방법이 사용된다. 그림에서는 자극 B, D의 2차 코일에 콘덴서를 통해서 2차 전류가 흘러 자극 A, D간에 위상차가 발생, 구동을 한다.

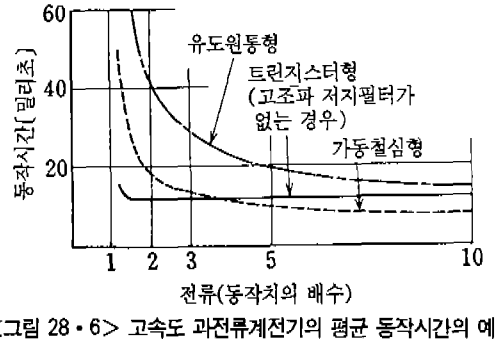
이 관계는 그림 16·2의 셰이딩 환의 경우와 동일하지만 2차 전류가 앞선 전류이고 병렬 공진적 효과 있으며 토크 발생효율이 높다. 트랜지스터형은 회로구성에 의해 고정밀도로도 저정밀도로도 된다. 또한 고속도 동작의 과전류계전기에 한시계전기를 조합해서 뒤진 시간이 일정한 정한시 과전류계전기로 한 것도 있으며, 트랜지스터형에 많다.

그림 28·6은 고속도 과전류계전기의 평균 동작시간의 예로서, 동작시간은 사고발생 위상에 따라 약간 변화한다. 트랜지스터형은 동작치 부근의 전류까지 고속도인 것이 특징이지만 고조파 대책 때문에 입력회로의 필터를 강화하면 자동형과 비슷한 특성이 된다. 이 경우 대전류 후의 복귀시간도 늦어진다. 복귀시간은 원통형이 가장 빠르다.

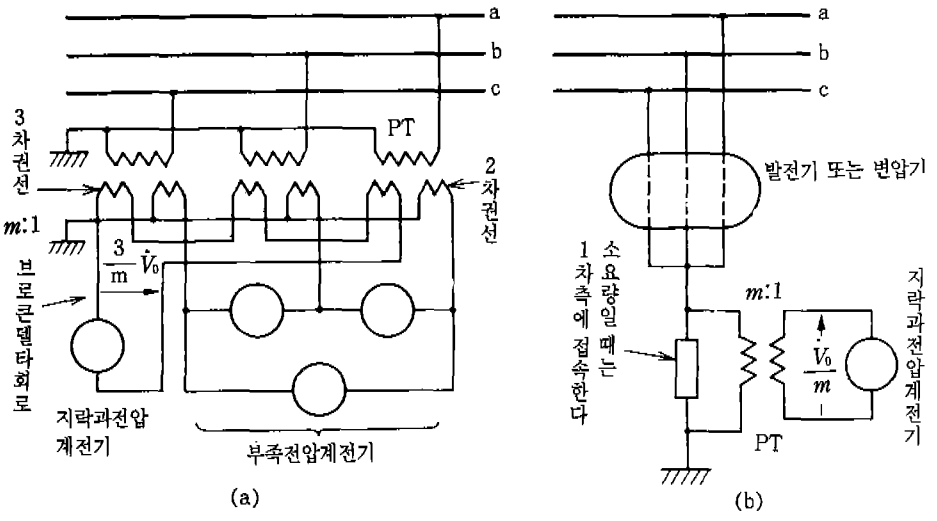
일반 지락과전류 계전기는 고감도이며 다른 것에 비해서 작은 에너지로 동작한다. 이 때문에 가동형으로는 반드시 충분한 정밀도가 얻어지는 것은 아니고 **저세력형**으로 구별되고 있다. 저세력형 기구로서는 유도원판형이 가장 많이 사용되고 있다. 또 영상변류기는 약간의 부담밖에 취해지지 않으므로 이것과 조합시키는 계전기는 보통 트랜지스터형으로 한다.

29. 전압계전기

전압계전기는 전압의 크기에 응동하는 계전기이



<그림 28·6> 고속도 과전류계전기의 평균 동작시간의 예



<그림 29 • 1> 전압계전기의 입력회로

다. **부족전압계전기**는 각 상간의 전압을 입력으로 하여 단락사고 또는 정전 검출에 사용된다. 그리고 또 직접접지계에는 각상 대지전압을 입력으로 하여 지락사고를 검출하는 데도 사용된다. **과전압계전기**는 특히 이상전압 발생의 우려가 강한 경우에만 사용된다.

지락과전압계전기는 영상전압을 입력으로 하는 과전압계전기로서, 동작치는 보통 정격전압의 수 10% 이하이며 지락사고 검출에 사용된다.

그림 29 • 1은 전압계전기의 일반적인 입력회로 사용법이다. (a)는 각상의 계기용 변압기를 사용하는 경우이다. 2차 권선에서 상간 또는 각상 대지전압이 얻어진다.

3차 권선은 **브로큰 델타** 결선되고 각상 대지전압의 합, 즉 영상전압의 3배가 얻어진다(오픈 델타라고도 하는데, 이 용어는 변압기의 V결선을 의미한다). (b)는 Y결선 기기의 중성점 대지간 전압에서 영상전압을 얻는 것이다.

반한시 과전압계전기 및 비례한시 부족전압계전기(입력전압이 클 수록 동작시간이 늦다)에는 주로 유도원판형이 사용된다. 고속도형에는 유도원통형 또는 트랜지스터형이 주로 사용되지만 지락과전압계전기 등 상시 전압과 동작치 전압의 차가 클 때는 가동철심형도 사용된다.

부족전압계전기나 과전압계전기는 운전전압의 ±10~20%의 변화로 동작시키고자 하는 경우가 많다. 이 차는 일반 과전류계전기의 운전시 전류와 동작치의 차에 비해서 작은 값이다. 상시 운전중의 값과 동작치의 차가 작은 경우는 동작치의 오차 및 동작치와 복귀치의 차를 작게 하여야 한다.

<다음호에 계속>

하루살이 **에어컨** 한달살이 **선풍기**