

# — 현장 계전기 기술 12 —

역/박 한 중(협회 교육홍보위원)

## 54. 보호계전기의 불량 감시와 자장 점검장치

트랜지스터 계전기에는 불량에 대한 상시 감시 장치와 자동 또는 수동의 자장(自藏) 점검장치를 부속시킨 것이 많다. 이것은 트랜지스터형은 이와 같은 감시나 점검을 하기 쉬운 점과 다수의 부품이 사용되고 있어 신뢰성 향상의 문제가 있기 때문이다. 감시장치는 주로 오동작 불량을 검출하는 능력이 있고 점검장치는 주로 오부동작 불량의 검출을 목적으로 해서 사용되고 있다.

감시장치로는 오동작 감시, 비교 감시, 입력 감시 및 트립회로 감시가 주로 사용된다. 오동작 감시는 상시 부동작의 계전기나 시퀀스 회로가 오동작한 것을 검출하여 경보 표시하는 것이다.

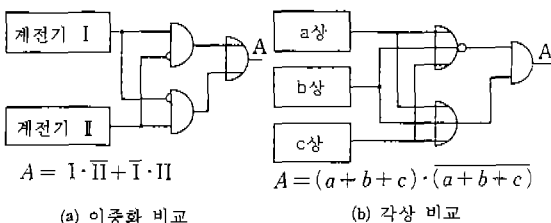
사고시의 정상동작에서 오정보를 하지 않도록 오동작이 약간의 시간 계속하면 경보하는 것이 보통이다. 리액턴스 계전기와 같이 상시에도 동작하는 계전기나 정전시에 동작하는 부족전압 계전기에는 적용할 수 없다.

비교 감시는 그림 54·1과 같이 여러 개의 동종

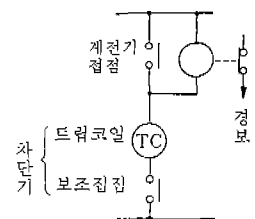
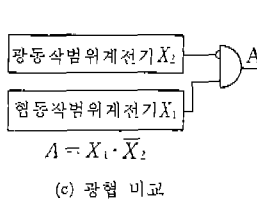
계전기의 응동(應動)을 비교하는 것이다. 이중화 비교는 계전기가 이중화되어 있는 경우에 사용되며 응동이 일치하지 않는 것으로 검출한다. 거리 계전기 등은 고속동작을 위해서 정반파(正半波)에 응동하는 검출회로와 부반파에 응동하는 검출회로 두 가지가 사용되는 일이 많지만 이와 같은 정부 양 파형에서는 단일 계전기도 사용할 수가 있다.

각상 비교는 3상의 각 상의 계전기 응동이 일치하지 않는 것으로 검출한다. 광협(廣狹) 비교는 동작범위가 넓은 계전기가 부동작이고 좁은 계전기가 동작했을 때 불량으로 판단하는 것으로서, 넓은 계전기의 부동작 불량과 좁은 계전기의 오동작 불량을 검출할 수 있다.

광협 비교는 상시의 응동이 동작이나 부동작으로 고정하지 않는 계전기에도 사용할 수 있고 리액턴스형 계전기 1, 2단 등에 사용된다. 이중화 비교와 각 상 비교는 상시의 응동이 고정되지 않는 계전기에 사용하면 정상적인 특성차로 오검출할 우려가 있다. 이 대책은 상당히 번잡하기 때문에 통상적으로는 사용되지 않는다. 부족전압계전



<그림 54·1> 비교 감시



<그림 54·2> 트립회로 감시

기에는 각상 비교가 주로 사용되며, 통상적으로는 오동작 감시지만 정전시에는 오부동작 감시가 된다.

입력 감시는 보통 차동전류, 영상전류 및 영상 전압 등 상시 0인 입력이 어느 시간 발생한 것으로 검출하며, 주로 계기용 변성기 회로의 불량을 감시한다. 이들 입력이 발생한 것으로 동작하는 계전기의 오동작 감시로 점할 수도 있지만 다른 감시용 계전기를 사용하여 고감도 검출을 하는 경우도 있다. 트립회로 감시는 그림 54·2와 같이 차단기 트립회로가 단선하면 보조계전기 X의 b점점이 닫혀서 검출한다.

점검장치는 보통 차단기의 트립회로를 개방하고 계전기 내부회로를 전환하거나 또는 점검 입력을 인가하여 점검한다. 그림 54·3의 것이 일반적으로 사용된다. 초단점검(初段點檢)은 초단 트랜지스터의 입력을 직접 제어하는 것으로서, Y가 닫힘으로써 Tr가 OFF되고 출력 P가 생긴다. X의 닫힘에서는  $i_0=0$ 으로서 Tr가 ON하고 출력 P가 없어진다. 입력회로 불량의 검출은 곤란하다.

동작지 전환 점검은 동작치를 전환하여 동작 또는 부동작으로 하는 것이다. 그림은 기준전류  $i_0$ 를 X의 개폐로 변화시키고 있지만  $i_0$ 를 변화시켜도 된다. 이 방법은 상시 입력의 변화가 적은 부족전압계전기나 주파수계전기에 적합한 방법으로,

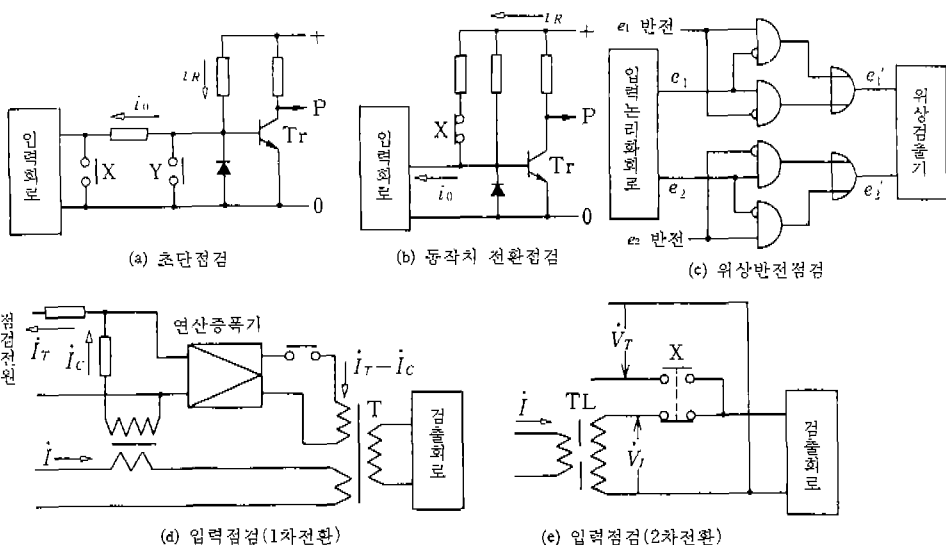
입력회로 불량의 감시도 가능하고 큰 특성 변동도 검출할 수 있다.

위상 반전 점검은 여러 교류량의 위상관계에 응동하는 위상검출형 계전기의 1교류량의 위상을 반전시켜 점검한다. 그림은 교류량  $E_1, E_2$ 에 대응한 논리신호  $e_1, e_2$ 를 반전시키는 것으로서,  $e_1$  반전지령(反轉指令)으로  $e'_1 = \bar{e}_1, e_2$  반전지령으로  $e'_2 = \bar{e}_2$ 가 된다. 이 방법은 상시 입력이 있는 거리계전기 등에 적용되며 입력회로 불량도 검출할 수 있다.

모제전기는 반전 지령으로 동작하므로 부동작이면 불량으로 판정한다. 리액턴스 계전기는 전류가 일정치 이상일 때만 점검하여 응동이 반전하지 않는 것으로 불량으로 판정하는데 동작한계 부근일 때는 오경보의 우려도 있다. 이것을 방지하려면 특성도 전환시켜야 한다. 영상 전압 전류에 응동하는 지락방향계전기는 상시 입력이 없으므로 점검할 수 없다.

입력점검은 계전기의 입력을 상시 입력에서 점검 입력으로 전환하여 점검입력에서의 동작 또는 부동작으로 양부를 판정하는 것이다. 입력회로의 불량도 검출되고 특성 오차의 검출도 가능하다. 그러나 CT회로를 개방하면 이상전압이 발생하므로 전환불량에서도 개방하는 일이 없도록 대책이 강구된다.

(d)는 연산증폭기 등을 사용하여 점검전류  $\dot{I}_r$ 와



〈그림 54·3〉 점검방법

보상전류  $I_c$ 의 차  $I_r - I_c$ 를 가하고  $I_c$ 에 의해 입력 전류  $I$ 를 보상한다. (e)는 입력전류  $I$ 를 트랜스 리액터  $T_L$  등에 의해 전압  $V$ 로 변환한 전압에 응동하도록 계전기를 구성하고 전압을 점검전압  $V_T$ 로 전환하여 점검한다. 후자는  $T_L$ 의 출력불량을 검출할 수 없다. 그리고 과전류계전기 등은 부하전류에 점검 입력을 중첩시키는 경우도 많다.

거리계전기 등 다수의 계전기 단체(單體)로 구성되는 계전기 점검에는 전체 계전기를 전부 동작 또는 부동작으로 하여 점검하는 일괄 점검과 각상마다 각단마다 점검하는 개별 점검이 있다. 일괄 점검은 입력 인가는 간단하지만 논리 시퀀스의 불량을 검출할 수 없고 또 계전기 단체마다의 검출이 필요하다. 이중화 비교감시를 하지 않고 있는 경우에 자동경보를 하려면 각 계전기의 출력을 경보장치에 도출해야 한다.

개별점검은 입력 인가는 복잡해지지만 트립 지령만을 보는 지령시간의 양부에서 각 계전기 및 논리 시퀀스의 불량을 검출할 수 있다. (d)의 1차 전환 입력점검은 점검 입력인가가 복잡하지만 동일 입력이 다수인 계전기 단체에 사용되는 경우는 도리어 다른 방법보다 간단해진다. 거리계전기의 개별점검에는 미니 모의(模擬) 송전선이 많이 사용된다.

가장 감시점검장치를 사용하는 경우 하나의 불량으로는 계전기가 오동작하더라도 오차단이 되지 않도록 처치된다. 가장 일반적인 방법은 사고검출 계전기의 병용인데 한시계전기가 사용되는 경우는 이 동작시간내에 자동점검하여 오동작 불량이 있으면 차단하지 않는 방법도 있다. 점검중 사고의 대책으로 사고검출계전기와 사고구간 선택계전기를 분할하여 점검, 비점검계전기가 동작하면 점검중 계전기를 운용으로 복귀시킨다. 이 경우 고속도 보호는 곤란하다.

그러나 이와 같은 것을 하지 않더라도 점검시간 20초 이하이고 점검간격이 1월 이상이면 점검중 사고시의 부적합 응답은 점검에 의해 방지되는 불량응동에 비해서 무시할 수 있는 것이 신뢰도 계산에서 얻어지고 있다.

점검감시장치에의 투자는 계전장치의 약 20% 정도이고 실적은 자동점검 감시불이 계전장치의 전체 불량량의 85%가 자동장치로 검출되고 있다.

## 55. 시험시의 주의사항

시험시에 우선 주의해야 할 것은 사람의 안전이고 이어서 오조작, 오차단 및 기기 파손의 방지이다. 사람의 신뢰성은 그다지 높은 것이 아니고 중요한 행동에 대한 재차의 안전 확인과 냉정한 두 사람의 판단이 사고방지에 효과적이다.

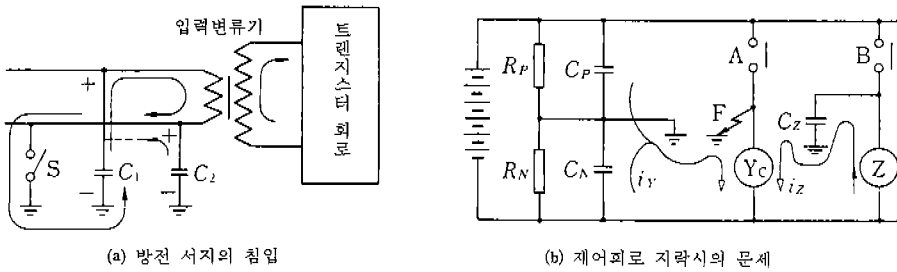
CT 2차회로의 개방에 의해 1차전류에도 의하지만 위험한 고전압이 발생한다. 이 때문에 우선 CT 회로를 단락하고 나서 계전기 등의 접속을 개방하고 계전기를 접속하고 나서 단락을 푼다. CT회로를 단락하지 않고 과전류계전기 등 CT회로의 탭을 전환하는 데는 예비 플러그를 새로운 탭에 넣고 나서 현 플러그를 뺀다. 이러한 작업도 육안으로 볼 수 있는 개방부는 0.5mm 전후의 공극일 때 방전이 일어나지 않는 것을 확인하고 육안으로 볼 수 없는 개방부라도 이상음이 나지 않는 것을 확인하면서 하는 것이 좋다.

배전반 밖으로 도출되는 케이블은 전부 이상전압이 가해질 위험을 가지고 있다. 계기용 변성기 2차회로나 각종 제어회로의 실측 예에서는 수 kV의 서지가 관측된 예가 있고 특히 표시선은 송전선과 병행해서 부설되므로 사고시의 유도가 크며, 10kV 정도가 되는 일도 있다.

2차정격 5A, 100VA 과전류 정수 40의 CT회로는 800V의 상용 주과전압을 발생할 가능성이 있으며 2차 정격전류가 1A인 CT회로 전압은 더욱 높다. 케이블계통 부근의 지락사고에서 큰 고주파 과도전류가 CT 2차에 흘러 유도성 부담에 이상전압을 발생시켜 단락한 예도 있다. 그 밖에 계기용 변성기의 1차측 전압이 2차측에 침입한 예도 있다.

콘덴서에 방전회로가 없으면 전원 차단 후에도 전하가 남아 감전의 우려가 있다. 반대로 단자간을 단락하여 방전시키면 서지로 인한 손상의 우려가 있다.

트랜지스터형 계전기는 외래 서지 흡수용으로 배전반 단자에 콘덴서를 설치하고 있는 것이 많은데 이것은 시험시에는 그림 55·1과 같은 문제를 야기시키는 원인이 된다. (a)와 같이 절연저항 측정 등에서  $C_1$ ,  $C_2$ 를 충전한 채로 회로의 접지를 회복(그림에서 S 닫힘)시키면 전류회로 등 저임피던스회로를 거쳐 방전되고 순시치가 대단히 큰 전



〈그림 55·1〉 서지 흡수용 콘덴서 시험시의 악영향

류가 트랜지스터 회로에 들어간다.

이것은 고저항을 통하는 방전으로 방지할 수 있지만 테스트의 최고 눈금 전압 렌지로 전압을 측정하면서 방전하는 것이 편리하다. (b)와 같이 접점 A가 열려 있어도 F점을 잘못 지락시키면  $C_p$ ,  $C_n$ 의 충전전 전류  $i_f$ 가 흘러 계전기 Y가 오동작하고 접점 B가 열려 있어도 A의 개폐로  $C_z$ 를 통과하는 전류  $i_z$ 가 흘러 계전기(또는 트립 코일) Z가 동작한다.

오점속으로 인한 손상도 많다. 이것들 중 맹점이 되기 쉬운 것은 이중 접지이다. 그림 55·2는 이 예인데, (a)는 계전기의 전류회로에 단락전류가 흐르고 (b)는 전류회로가 바이패스되어 시험결과를 오인할 우려가 있다.

절연 트랜스를 사용하면 이러한 우려가 없다. 트랜지스터 계전기의 신호 체크를 동시에 2점 이상 할 때도 동일한 문제가 있으며 기준 전위에 주의를 요한다.

트랜지스터 계전기 시험에서는 서지와 부품의 열용량에 대한 주의가 중요하다. 이를 대만히 하면 시험하는지 망가뜨리는지 모르게 된다. 트랜지스터 계전기는 반 단자부에서 침입하는 서지에는 잘 보호되고 있다. 그러나 기타 부분의 보호는 충분하지 않으며 측정기를 연결하거나 손을 대거나

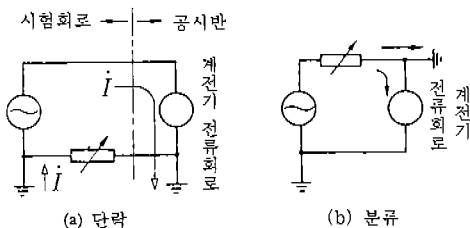
하는 데 다음과 같은 주의가 필요하다.

입력 임피던스가 수 10kΩ 이하인 측정기를 내부회로에 연결하거나 테스트의 저항 렌지로 도통 시험을 하거나 하면 부품의 전류용량 이상의 전류가 흐를 우려가 있다. 측정기를 통해서 소내 전원의 서지가 계전기 내부에 침입하지 않는다는 보장은 없다. 그림 55·3과 같이 측정기 전원측에 설치한 콘덴서  $C_T$ 는 0.1~1.0μF 정도의 용량으로 서지 억압에 유효하다. 그러나 측정단자측 콘덴서  $C_M$ 은 피측정회로측에 순간적인 대전류  $i_s$ 를 흘릴 우려가 있다.

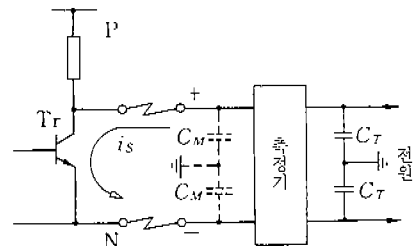
측정용 전선과 다른 전선의 밀착은 피해야 한다. 비닐선을 40cm 길이로 밀착시키면 서지 전압의 수 10%가 계전기에 이행하고 15cm 격리하면 1% 이하가 됐다고 하는 데이터가 있다.

보조계전기나 오실로용 모터 등 유도성 부하의 차단으로 인한 서지의 침입에도 유의할 필요가 있다.

대지와와의 사이에서 잘 절연된 사람이나 계전기의 전하가 반도체의 절연 파괴를 일으키는 일이다. 맑은 날에 고무바닥 신발을 신고 고절연바닥을 걸었을 때는 우선 자신을 방전하고 나서 일에 임해야 한다. 남땀인두의 누전으로도 불량은 많이 발생한다.



〈그림 55·2〉 시험시의 이중접지



〈그림 55·3〉 측정기 주변의 콘덴서의 효과

## 56. 시험회로

정특성 시험은 계전기의 입력을 서서히 변화시켜서 동작치나 복귀치를 시험하는 것이다. 이 방법은 사고시의 입력 급변치와는 다소 다른 값이 되는 경우도 있지만 응동치를 정밀하게 파악하기 쉽고 오차의 관리가 용이하다. 이 때문에 거의 모든 계전기가 정특성 시험으로 성능이 관리되고 있다.

정특성 시험에는 다음과 같은 시험회로가 사용된다. 이들 회로는 또한 고속형 이외 계전기의 동작시간 측정에도 사용된다.

과전류계전기 등의 전류입력 조정에는 그림 56·3의 전류조정회로를 사용한다. (a)는 접동저항기(摺動抵抗器) 또는 수저항기 등의 조정저항기  $R_H$ 로, (b)는 슬라이더덕 등의 전압조정기  $V_H$ 로 전류를 바꾼다.

절연 트랜스  $T_1$ 은 이중접지 방지 등의 목적을 위한 것으로 반드시 사용할 필요는 없다. 계전기 시험장치로서 제공되는 것은 대부분의 것이 (b)의 형으로서  $T_1$ 의 2차측 탭으로 광범위하게 최대 출력전류를 전환시킬 수 있다.

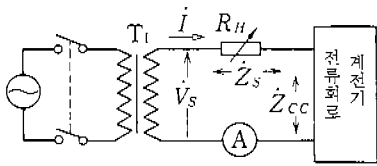
전류회로는 계전기 전류회로의 임피던스  $Z_{cc}$  크기의 10배 정도 이상의 임피던스  $Z_s$ 를 직렬로 접속하는 것이 우선 원칙으로 되어 있다.  $Z_s$ 를 사용하지 않으면  $Z_{cc}$ 가 포화했을 때 전류  $I$ 의 파형이 왜곡된다. 가동철심형 등은 응동에 의한 입력회로

임피던스 변화로 전류가 변화한다, 전류회로에 전압회로 등에서 전압이 유도됐을 때 흐르지 않을 유도에 의해 전류가 흐른다는 등과 같은 실제와 다른 현상이 생긴다.

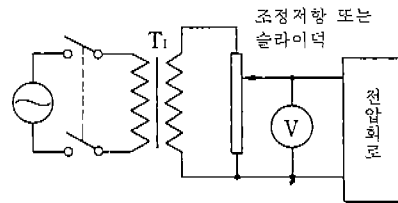
이들 문제의 유무는 기종에 따라 다르다. 유도 원관형 반한시 과전류계전기에는 철심의 포화에 의해 대전류시의 반한시 특성을 완화시키는 것이 많으며  $Z_s$ 를 생략하면 동작시간이 다른 값이 된다. 또한  $Z_s$ 는 절연트랜스  $T_1$ 에 1차 또는 2차 어느 쪽에 사용해도 되지만 (b)와 같이 1차측에 사용하면  $T_1$ 의 VA를 작게 할 수 있다.

전류조정회로는 상당한 대용량을 필요로 하는 경우가 있다. 정격전류 5A, 정격치 소비 VA 5VA의 일반적인 반한시 과전류계전기로  $|Z_s| = 10|Z_{cc}|$ 로 하고자 하면 정격전류로 전원은 50VA 이상을 소비한다. 정격전류의 10배로 동작시간을 측정하려면 전원은 5kVA 이상의 단시간 용량이 필요하다. (a)의 회로는 전압조정기를 사용하지 않는만큼 (b)보다 대용량으로 하기 쉽다. 적당한 저항기가 없으면 바게스 물, 소금 및 빈강통 등의 금속편이 있으면 수(水)저항기를 만들 수 있다.

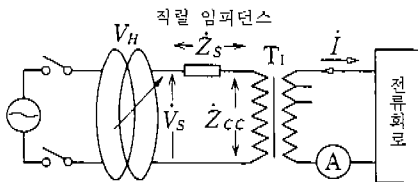
과(過) 또는 부족전압계전기 등의 전압입력 조정에는 그림 56·2의 전압조정회로를 사용한다. (a)는 조정저항기 또는 슬라이더덕으로 전압을 바꾸는 방법으로, 이중설치의 우려가 있을 때는 절연 트랜스  $T_1$ 을 사용한다. 조정저항을 사용할 때는 저항기가 전압회로 임피던스의 1/10 정도 이하로 하



(a) 조정저항  $R_H$ 를 사용한 것

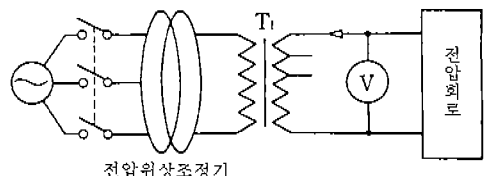


(a) 조정저항 또는 슬라이더덕을 사용한 것



(b) 전압조정기  $V_H$ 를 사용한 것

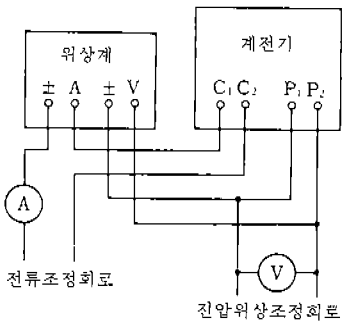
<그림 56·1> 전류조정회로



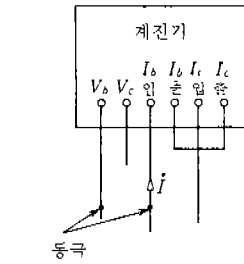
전압위상조정기

(b) 전압위상 조정기를 사용한 것

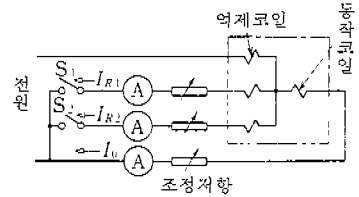
<그림 56·2> 전압조정회로



<그림 56·3> 전류전압 시험회로



<그림 56·4> 단락거리계전기의 시험회로



<그림 56·5> 차동계전기의 비율특성 시험회로

는 것이 우선적인 원칙이다. 전압회로에 직렬 임피던스를 넣어 전압을 바꾸는 것은 원칙적으로 좋지 않다.

(b)는 계전기 시험장치로 제공되는 것으로서, 3상 전원을 사용하여 출력전압의 크기와 위상을 바꿀 수가 있다. 또한 T<sub>1</sub>의 2차 탭으로 정격출력전압을 광범위하게 전환시킬 수 있다.

방향계전기나 거리계전기 등의 전류전압 시험회로는 그림 56·3과 같이 구성한다. 계전기 단자에는 접속방법이나 위치를 나타내는 기호가 표시되어 있다. 전자의 경우는 기호로 동극단자를 알 수 있게 되어 있고(그림에서는 P<sub>1</sub>과 C<sub>1</sub>), 후자의 경우는 명판 기타의 접속도로 동극단자를 알 수 있게 되어 있다. 동극단자를 알면 위상계의 동극단자에 대해서 그림과 같이 접속하면 된다.

단락거리계전기는 2상의 전류를 입력으로 하고 있는데 그림 56·4와 같이 결선하여  $I_b = -I_c$  상태를 모의한 시험을 하도록 하면 1전류 1전압의 시험회로로 시험할 수가 있다. 이와 같이 다상(多相)의 입력을 사용하는 계전기라도 통상적인 시험

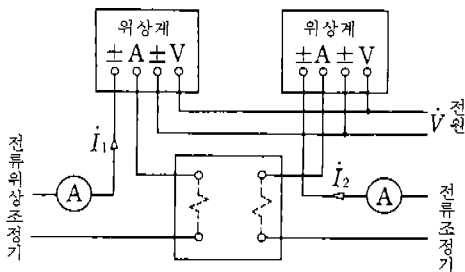
은 극력 단상으로 하도록 하고 다상으로의 시험은 불가피한 것에만 한정시킨다.

차동계전기는 그림 56·5의 비율특성 시험회로로 시험한다. 각 조정저항의 저항치가 계전기의 임피던스에 대해서 충분히 높도록, 즉 계전기 단자전압에 대해서 전원전압이 충분히 높아지도록 하고 전류  $I_{R1}, I_{R2}, I_0$ 의 위상에 큰 차가 생기는 것을 방지한다. 이와 같은 고려를 하고 위상계나 위상조정기를 사용하지 않고 시험한다.

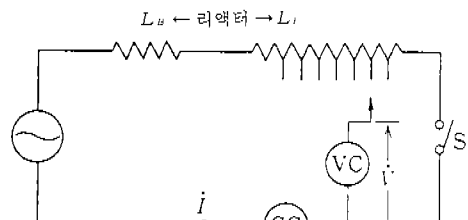
위상비교계전기나 위상비교 차동혼합방식의 계전기 등에서는 그림 56·6의 전류 위상특성시험회로를 사용한다. 전류조정기 2개를 사용하여 그 중 1개는 위상각 조정이 가능한 것으로 하고 전류: 전류의 위상계가 없을 때는 그림과 같이 위상계 2개를 사용하여 전압을 매개로 하여 위상관계를 측정한다.

동특성 시험은 사고시를 모의한 입력의 급변으로 동작치, 복귀치 및 응답시간 등을 시험하는 것으로서 고속도형의 계전기를 대상으로 형식시험 등의 특수시험으로 하는 경우가 많다.

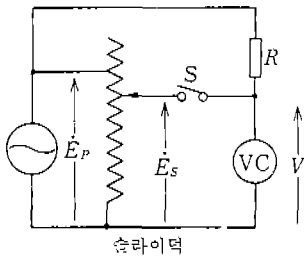
그림 56·7은 단락모의회로로서 S를 닫으면 전압회로 VC의 전압  $\dot{V}$ 가 강하하는 동시에 전류  $\dot{I}$ 가



<그림 56·6> 위상비율차동 혼합방식의 전류위상특성 시험회로



<그림 56·7> 단락모의회로



<그림 56·8>  
전압급변회로

흐른다. 사고발생 위상에 의해 직류전류분도 흐르므로 거리계전기 외에 각종 단락용 계전기의 동특성시험회로로서 우수한 것이다.  $L_B$ 에 의해 전류  $I$ 가 정해지고  $L_r$ 의 탭에 의해  $\dot{V}/I$ 가 정해진다.  $\dot{V}=0$ 일 때의 정확한 시험이 가능하도록 전류회로 CC는 전압회로 VC 밖에 두는 것이 원칙이다. 이 회로에는 리액터가 필요하지만 전선 다발을 리액터 대신 사용하여 시험할 수도 있다.

그림 56·8은 전압 급변회로이다. S를 닫으면 전압회로 VC의 전압  $\dot{V}$ 가 전원의 전압  $E_p$ 에서 2차전압  $E_s$ 로 급변한다. 저항기 R는 VC의 임피던스보다 충분히 작고 슬라이더에 특별한 과부담을 주지 않는 것으로 한다. 이 회로는 전압계전기 시험에 사용되는 외에 전류조정회로와 조합해서 거리계전기 등의 시험에 사용하는 일도 있다.

## 57. 시험방법

계전기가 설계된 기능을 유지하고 있는 것을 확인하기 위한 시험으로서 단체(單體)시험, 시퀀스 시험 및 종합동작시험이 실시된다.

단체시험은 계전기 단체의 특성이 바르게 유지되고 있는 것을 확인하는 시험으로서, 보통 정특성시험을 주로 하고 필요에 따라 동작시간시험이나 동특성시험을 추가한다. 이 경우 계전기의 구성원리에 착안하여 필요한 시험항목을 통찰하는 것이 중요하다.

예를 들면 유도원판형의 반한시과전류계전기의 경우 그 응동에 결정적 영향을 주는 불량 요인은 그다지 많지 않고 구동회로, 가동부의 마찰, 제어 스프링, 제동 마그넷, 스톱퍼 및 점접정도이다. 이들 불량은 동작치, 복귀치 및 동작시간 어느 것에 연결되므로 이들 항목을 적절하게 시험하면 발생한 불량을 발견할 수 있다.

동작치 및 복귀치의 시험은 동작시간 조절을 최대로 한 후에 예를 들면 전류조정치의 +5%의 전류로 동작하고(점접 폐로) -10%의 전류로 복귀하는(원위치까지) 것을 확인하는 것이 놓침이 적고 품도 적게 든다.

최소 동작시간 조절로 동작전류를 측정하는 방법은 가동부가 전체 행정을 확실하게 동작한다는 보장을 주지 않으므로 동작전류 조절 탭의 시험밖에 안된다. 이것에 최대 및 최소 동작시간 조절로서의 동작시간 시험을 하면 전자에서 스톱퍼 및 점접의 약간의 이동에 입각하는 불량, 후자에서 제동 마그넷에 의한 불량도 발견된다.

또한 그림 22·1의 순시치형 진폭검출기를 사용한 계전기는 동작치와 복귀시간이 중요하다. 이것은 구성원리에서 보아 통상적인 불량은 복귀치 및 동작시간의 변화는 동작치의 변화와 동시에 발생한다고 생각되는 데 비해서 복귀시간의 변화는 오프딜레이 타이머의 불량으로 단독으로 발생할 수 있기 때문이다.

가동형 계전기의 단체시험에서는 기계적 점검이 특히 중요하며 이 점검에 의해 불량 응동을 예방할 수 있는 경우도 많다. 이 점검의 중점은 가동부의 유격 및 마찰과 점접이다. 가동부의 유격은 너무 작으면 과도한 마찰의 원인이 될 우려가 있다. 너무 크면 진동 및 마모의 원인이 되는 일도 많다. 메이커는 그 회사의 대표적인 가동형 계전기에 대해서 그 종류의 치수 표준을 가지고 있는데 그 범위를 벗어난 것은 재조정하여 두는 것이 좋다.

가동부의 마찰은 동종의 계전기 가동부의 움직임 가볍게 손을 대보는 등의 방법으로 비교해보면 대략 어림을 할 수 있다. 마찰의 원인은 베어링부나 공극부의 진애, 녹 등인데, 이러한 것들은 분해 수리가 가능한 경우가 많다. 또한 유도원판형의 제동자석(制動磁石)이나 유극형의 자극에는 철분이 들어가는 일이 많다. 이 철분 제거는 복잡하지만 철편을 사용하여 제거할 수가 있다. 가동형 계전기는 자성분(磁性粉)을 흡수하기 쉬우므로 커버를 열었을 때는 주의해야 한다.

가동형 계전기에서 점접은 가장 섬세한 부분이다. 보호계전기의 점접은 극히 미소한 압력에도 접촉하여야 하는 동시에 과대한 힘에도 견디지 않

으면 안된다. 미세한 진애도 미소한 압력하에서는 접촉불량의 원인이 된다. 점점에 직접 손을 접촉하면 기름기에 의해 접촉불량이 되거나 염분에 의해 녹이 생기거나 한다.

보호계전기의 접점은 그림 57·1과 같은 바운싱이나 채터링을 발생하기 쉽다. 이것들은 접점이 본래라면 폐로하고 있지 않으면 안되는 시기에 튀어 올라 개폐를 반복하는 것으로서, 일괄해서 반조(反跳)라고 불린다. 이것들 중 바운싱은 가동부 전체가 튀어 오르는 것으로서 진동 주기가 길고 채터링은 접촉부의 스프링 부분만이 튀어 오르는 것으로서 진동 주기가 짧다.

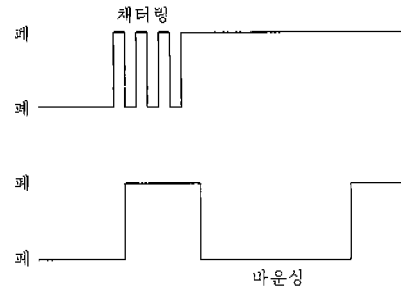
유도형과 같이 가동부의 이동에 의해 구동력이 바뀌지 않는 계전기는 동작치와 복귀치의 차가 거의 없다고 하는 대단한 특징이 있는데 이것이 그대로 반조를 발생하기 쉽다고 하는 결점의 원인이 된다. 그 중에서도 모계전기는 기억작용에 의해 동작 초기의 구동력이 크고 이것이 감소하기 때문에 반조를 발생하기 쉽다.

반조는 점점의 횡과 큰 관계가 있다. 변형이 크면 바운싱은 많지만 채터링이 대단히 적다. 반대로 변형이 작으면 바운싱이 감소하는 대신 채터링이 증가한다. 변형을 거의 영으로 하면 극히 근소한 가동부의 진동에서도 심한 접촉불량이 된다.

이들 접촉불량은 점점을 흐르는 전류에도 관계한다. 트립전류 등 수 암페어 이상의 전류에서는 점점이 반조하여도 공극이 아크로 연결되고 점점이 상치받지만 동작에는 지장이 없다. 소형 보조계전기 등 0.1A 정도 이하의 전류에서는 점점의 손상은 적지만 접촉 불량이 된다.

시퀀스 시험은 계전기 단체가 동작했을 때 정규 차단이 행하여지는 것을 확인하는 시험이다. 가동형은 점점을 손으로 개폐하여 시험을 하는 일이 많은데 접촉부를 손상시키지 않도록 주의할 필요가 있다. 트랜지스터형은 메이커가 지시하는 부분 이외에서의 시퀀스 시험은 하지 않는 것이 좋다.

종합동작시험은 계전기를 입력회로부터 동작시키고 그 동작에 의해 차단을 지령시키는 거리계전기나 부족전압계전기 등 전압강하로 동작하는 계전기가 있을 때는 전압을 3상으로 시험해야 한다. 이 경우는 불량 발견능력이 다소 저하하더라도 시험내용을 간이화시키는 것이 좋다.



〈그림 57·1〉 점점의 반조

## 58. 시험시의 오차 요인

계전기의 시험성적에는 시험설비나 시험기술에 수반되는 오차도 포함되므로 이 영향을 인식해야 한다. 시험용 전원의 왜곡은 이 중 하나의 요인인데 일반적으로는 왜곡률이 2% 이하인 입력으로 시험하는 것이 바람직하다.

계전기의 특성은 일반적으로 입력의 파형 왜곡의 영향을 받고 또 계기도 실효치, 평균치 및 파고치를 지시하는 것 등 여러 가지의 것이 있다. 왜곡이 많은 전원은 왜곡의 정도가 부하상태 등에 대응해서 시간과 더불어 변화하는 경향이 있고 동일 전원에서의 메이터도 왜곡의 정도에 따라 상이한 것이 될 우려가 있다. 이와 같은 전원의 경우 왜곡을 감소시키는 것은 곤란하고 왜곡이 적은 시간대를 선택해서 시험하며 데이터 정밀도를 잘 인식하고 취급하는 방법밖에 없다.

계측기의 오차는 최대 지시치에 대한 %로 보증되고 있는 것이 보통이고 지시치가 작을 때의 데이터 정밀도는 나빠진다. 특히 가동철편형 등 입력이 작을 때의 진폭이 작은 것은 이 경향이 심하다. 영점 수정 등 소정의 수정을 하여 사용하는 것은 물론이고 가급적 최대 지시치에 가까운 곳에서 사용해야 한다.

각종 측정기 중에서 위상계의 오차는 특히 크다. 가동철편형의 광각도형 위상계(전환없이 0~360°를 읽을 수 있는 것)는 전격입력에서 ±3° 정도의 오차가 있고 전압이 25%일 때는 ±5°, 전류가 30%일 때는 ±3° 정도의 오차가 가해진다.

전류력계형의 4상환형 위상계는 정격에서 ±1° 정도의 오차가 있고 25% 전압에서 ±2°, 30% 전류에서 ±1° 정도의 오차가 가해진다. 전자기술 응



용의 위상계는 전압 전류의 크기의 영향은 적지만 파형 왜곡 특히 전압과 전류의 왜곡이 상이한 경우에는 큰 오차를 발생하는 것이 많다.

시험 개시 후의 데이터가 시간과 더불어 변화하는 드리프트의 영향도 무시할 수 없다. 이것은 계전기에서는 자체 가열특성으로서 규격에도 정해지고 있지만 계측기도 무시할 수 없는 것이 있다. 입력 인가 직후와 15분 후의 데이터의 차가 클 때는 이 영향을 고려해야 한다. 통상 입력 인가 후 30분 경과하고부터의 변화는 비교적 적고 3~4시간 경과하면 거의 포화상태가 된다.

이 드리프트가 제어 전원이나 각상 전압입력 등 상시 인가되는 양으로 생길 때는 연속인가에 가까운 상태에서 시험하는 것이 좋다. 그러나 영상전압이나 과대전류 등으로 생길 때는 입력인가 시간을 극소로 하여 시험해야 한다.

가동형 계전기는 계전기를 수평으로 놓았는가의 여부도 특성에 영향을 주고 고감도의 유도형에서는 그 정도가 크다. 시험 및 설치시에는 주의할

필요가 있다.



### 〈편집자 주〉

금년 1월부터 시작한 「현장 계전기 기술」을 이 달로서 끝마친다. 그간 보호계전기의 사용방법과 응용 방법, 그리고 사고구간을 검출하는 방법들에 대해서 기본원리를 해설하였고 계전기의 여러 가지 구조와 동작원리와 특성에 대해서 소개하였다. 또한 후반에 가서는 각 보호대상마다 각종 사고구간 검출법과 계전기가 어떻게 사용되는가에 대해서 설명하였고 마지막으로 계전기를 적용, 시험하는데 있어서의 주의 사항 중 비교적 보편적인 사항에 대해서 기술하였다.

이상 1년간 연재한 내용이 일본의 것을 번역, 게재한 것이었기 때문에 우리 나라 실정에 맞지 않는 것도 있었을 것으로 생각되지만 회원 여러분들은 이것을 알고 소화시켰을 것으로 믿으며, 본 연재가 여러분들 실무에 참고가 됐다면 다행이겠다.

## 쉬어가기 자리

### 당근은 무우의 비타민 C를 파괴

건강에 좋은 채소로 알려져 있는 당근에는 아스코르비나제라는 효소가 있는데, 이는 비타민을 마구 파괴하는 역할을 한다. 때문에 무채와 당근을 섞어서 조리하면 영양가의 손실이 크다.

또 무채도 시간이 지난수목 비타민 C가 자꾸 줄어들기 때문에 먹기 직전에 만들어 먹는 것이 가장 좋다. 무채를 썰는 강판도 금속성인 것 보다는 도기나 플라스틱제가 손실을 줄여준다. 그러나 무와 당근을 섞어 무즙을 때 식초를 치게 되면 비타민 C의 파괴를 막을 수 있다.

### 다림질이 필요한 손수건 세탁법

생활의 필수품이라 할 수 있는 손수건을 매번 다림질 하기란 여간 귀찮은 일이 아니다. 하지만 샤워할 때나 세수할 때 손수건을 함께 빨아서 목욕탕의 유리창이나 욕조의 타일면에 반듯하게 펴서 붙여두면 마르고 난 뒤에도 다림 필요가 없다.

### 먹다남은 맥주나 청주는 그릇을 닦을 때 이용

가끔씩 손님을 치르고 나면 술이 남을 경우가 있다. 이럴 때 남은 술을 그냥 버리지 말고 그릇이나 유리를 닦을 때 이용하면 아주 깨끗하게 닦아진다. 그 이유는 알콜 성분이 지방을 분해시키는 작용을 하기 때문이다. 그러나 반드시 맥주나 청주처럼 당분이 없는 술을 이용해야 한다.