



전기철도 수변전설비의 유지 및 운용 ⑦

(마지막회)

자료제공 / 교육훈련팀



목 차

제3장 변전소의 용량과 간격

제4장 변성기기와 변압기

제1절 전철용 직류 변성기기가 구
비해야 할 성능

제2절 변압기 개요

제3절 정류기용 변압기

제4절 정류기 개요

제5장 직류고속도 차단기와 계측

제1절 직류고속도 차단기

제2절 직류변류기와 직류변압기

제3절 고조파 측정

제6장 보호장치

제7장 변전소의 원방감시 제어

4. 고속도 차단기의 각종 특성

가. TRIP FREE

고속도 차단기의 투입기구는 페로코일의 여자후 주 접촉자를 닫도록 되어 있어, 회로에 고장이 계속될 때 투입조작을 한 경우 또는 닫는 순간에 고장이 발생해 과전류가 흐른 경우 즉시 차단하게 되어 있다. 이 같은 기구를 TRIP FREE라 한다.

나. 선택성

급전용 고속도 차단기는 트립코일과 병렬로 유도분로를 설치, 급증하는 부하에 대해 트립코일을 흐르는 전류 비율을 크게하여 동작치를 낮춰 선택성을 갖도록 하고 있다. 고속도차단기의 선택성이란 동일의 목적치에 대해 돌진전류 쪽이 점진전류 보다 작은 전류에서 동작하도록 한 특성을 말한다. 동일 목적설정에서 돌진전류에 의한 최소동작전류와 점진전류에 의한 최소동작전류와의 비를 선택율이라 한다. 유도분로에는 돌진전류인 때가 정상 의 점진전류의 때보다 큰 전류가 흐른다. 고속도차단기에서 동작전류값은 홀딩코일의 磁氣抵抗을 변화시키는 눈금을 조정하여 설정한다.

다. SELF HOLDING

변전소내에서 단락사고가 일어난 경우 급전용차 단기는 정방향동작 특성이므로 급격한 역방향대전류가 급전선쪽으로부터 흘러 들어온 경우 트립전류는 HOLDING COIL전류와 같은 방향이 되므로 개방하기 위해 HOLDING COIL전류를 제로로 해도 트립되지 않는 경우가 있다. 따라서 수동으로 개방하는 경우는 HOLDING COIL전류를 역방향으로 하는 방법을 취한다. HOLDING코일과 트립코일의 자속이 상쇄되지 않도록 한다.

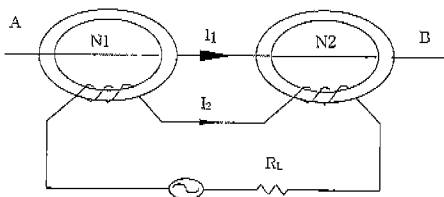
제2절 직류 변류기와 직류 변압기

1. 직류 변류기(DCCT)

가. 가포화 Reactor식 DCCT

(1) 원 리

可飽和 Reactor식 DCCT는 보조 교류전원을 사용하여 직류전류를 그것에 비례한 교류전류로 변환하는 가포화 Reactor이다. 그 구성은 그림1과 같이 근소한 기자력에서 포화하는 A, B 2조의 철심을 사용해서 이것에 1차도체(권수 N1 = 1)을 관통시키고 2차권선(권수 N2)는 상호 역극성이 되도록 하여 직렬로 결선하고 이것에 보조 교류전원과 부하 R_L을 접속한다. 직류주회로전류에 따라 철심이 자화될 때 이 A, B의 권선에 보조교류전압을 인가하면 직류의 자화력에 대항하는 자화전류가 교호로 A, B의 권선에 유입한다. 이 전류를 측정하면 직류 주회로의 전류를 알 수 있다. 즉, 직류 전류 I₁에 의해 2차 코일의 인덕턴스가 변화하고 그 결과 2차 전류의 크기 I₂는 1차 전류 I₁에 대해 I₂ = I₁ × (N1/N2)로 된다. 2차 전류의 파형은 장방형으로 그 평균치가 1차 전류에 비례한다.



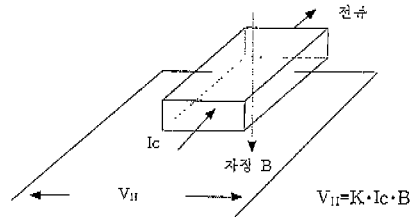
(2) 특 징

1차측(직류 주회로)와 2차측과의 사이를 절연시키므로 2차측에서의 취급이 안전하다.

- ① 2차 부담을 크게 취하므로 각종 계기, 계전기 등을 부가할 수 있다.
- ② 2차회로 전선이 길어도 계기오차에는 그다지 영향이 없는 등의 잇점이 있지만 보조 전원이 필요하고 응답속도가 늦다(10mS ORDER)

나. HALL 소자형 DCCT

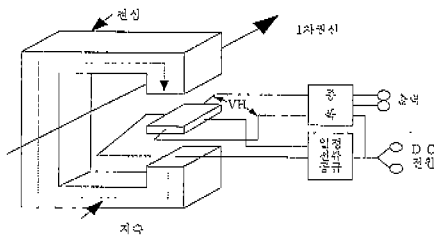
(1) HALL 소자의 동작원리



HALL 소자는 반도체의 일종으로 그림과 같이 전류 Ic가 흐를때 이것에 수직으로 자장 B를 가하면 [HALL효과]에 의해 전류, 자장 양방향에 대해 직각 방향으로 전위차 VH를 발생한다. Ic, B, VH 사이에는 VH = K × Ic × B의 관계가 있다. 결국 전류 Ic를 일정하게 하면 발생 전위차는 자장 B에 비례하는 관계가 있다.

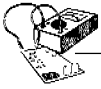
(2) HALL소자형 DCCT의 원리

HALL 소자형 DCCT는 그림과 같이 HALL소자의 HALL효과를 이용한 것으로 1차 전류에 비례하여 발생하는 자장을 철심으로 유도하여 HALL소자에 가해 1차 전류에 비례한 발생 전위차를 증폭하여 얻는다.



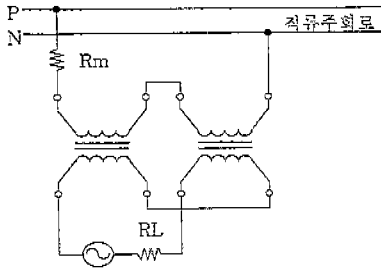
(3) 특징

가포화 Reactor식 DCCT보다 응답이 빠르(1mS이하)이다. 따라서 보호 계전기용, 사고현상 파악용으로 이용되고 있다.



2. 직류 계기용 변성기(DCPT)

가. 가포화 Reactor식 DCPT



원리는 가포화 리액터식 DCCT와 같은데 1차측에 직류 주회로를 쓰는 대신 그림과 같이 1차권선을 감고 직류 주회로 전압에서 여자한다. 또한 1차측에 직렬 저항 R_m 을 사용하여 1차 직류 권선의 전류를 적당한 소전류로 권선의 감는 횟수를 많게 한 것이다.

제3절 高調波 측정

Power Electronics기술의 급속한 진보에 따라 가전, OA기기로부터 산업기기에 이르기까지 광범위하게 반도체 응용기기의 보급이 이루어 지고 있다. 이에 수반해 고조파 전류에 의한 전력계통의 전압왜곡이 증대하고 그 결과 배전망에서의 각종 장애가 발생하고 고조파 장애가 큰 사회문제로 대두되고 있다. 이같은 배경에서 직류전기철도 변전소도 예외는 아니다. 이의 대책이 금후의 과제이다.

1. 고조파의 특징과 측정의 필요성

고조파란 기본파(일반적으로 전원 주파수)의 整數倍의 주파수를 갖는 것으로 정의되며 기본파와 복수의 고조파를 합성한 것을 歪波라 한다. 왜파는 일반적으로 고주파영역의 고조파(KHz~MHz)까지 포함하고 있는데 전력계통의 고조파로서 취급은 통상 40~50차(~KHz)까지로 Random한 양상을 갖는 Noise와는 성질을 달리한다.

일반적으로 고조파는 Noise와 비교하여 Power가 크고(수kVA~수백kVA), 傳播거리도 길며(수km~수십km), 전력회로망을 전파해나가므로 광

범위하게 걸쳐 여러 가지의 장애를 발생하는 특징이 있다.

교류급전용 변전소에서는 단상의 전기차가 고조파 발생원이 되며 3차, 5차, 7차, 9차 등의 기수차의 고조파를 발생한다. 또 전원의 임피던스와 선로의 부유용량이 특정의 주파수에서 공진하고, 고조파가 확대하는 문제가 있다.

직류급전용 변전소에서는 수천KW의 대용량 정류기부하가 계통에 접속되어 있으므로 이것이 고조파 발생원으로 되어 기준치를 초과하는 고조파 전류를 유출할 가능성이 있다.

이와 같은 고조파 장애를 경제적으로 또 확실히 방지할 대책을 세우기 위해 배전선로에 발생한 고조파를 정량적으로 파악할 필요가 있다.

2. 측정 방법

일반적으로 고조파측정은 전압측정과 전류측정이 있다.

공장이나 특정의 시설내에서 고조파 영향을 평가하는 경우는 전압측정을 하고, 고조파 발생원이 되는 기기로부터 발생하고 있는 고조파를 파악하는 때는 전류측정을 한다.

가. 측정점

측정점에 관해서는 수전점 외에 고조파 영향을 받기쉬운 콘덴서설비를 중심으로 결정한다. 대표적인 측정점은 다음표와 같다.

측정점	측정항목	
	전압	전류
수전점	0	0
동력 FEEDER	-	0
콘덴서 FEEDER	-	0
조명 FEEDER	-	0

수전점은 전력공사의 규제치 이내인가를 체크하기 위하여 실시한다. 고조파 발생 부하가 다수인 경우는 부하 FEEDER에 대해서도 행한다. 또, 진상 콘덴서 설비에 오는 소리나 발열이 있는 경우는 이 FEEDER에 대해서도 측정한다.

나. 측정

(1) 전압 측정

원칙으로 계기용 변압기(PT) 2차회로의 전압 테스트단자에서 측정한다.

(2) 전류 측정

원칙적으로 변류기(CT) 2차회로의 전류 테스트 단자에서 측정한다. 전류 테스트단자가 없는 때는 CLAMP형 CT로 측정한다.

(3) 주의사항

전압측정시 PT 2차회로에 부족전압계전기(27)가 있는 때에는 측정용 Clip등을 써서 2차회로를 개방하지 않도록 주의한다. 또 전류측정시는 설비에 취부된 측정용 단자를 사용하고, CT 2차회로가 개방되지 않도록 주의한다. 부하변동이 심한 경우에는 최대부하 근방에서 측정을 하도록 한다. 파형 찌그러짐이 현저할 때 고조파 측정한다.

제6장 보호 장치

제1절 보호장치의 개요

변전소의 급전설비에 포함되는 보호장치에는 고속도차단기와 급전선고장선택장치, 연락차단장치 등 급전회로를 보호하는 장치와 변전소 급전설비 자체의 접지사고를 검출하는 접지계전기와 고속도차단기의 차단불능을 검출하는 아-크검지기 등이 있다. 급전회로를 보호하는 보호장치는 급전구간 내의 열차 외측을 포함한 전차선로를 보호하는 것이 중요한 목적이다. 전기차는 그 자체 보호장치를 갖고 있으나 실제로는 차량내부 고장으로 변전소의 보호장치가 동작하는 경우가 많으므로 차량과 변전소 보호장치간의 충분한 협조가 요망된다.

직류변전소는 이동, 변동 부하로 병렬 급전이 원칙이며 저전압 대전류 부하이므로 교류급전회로에 비해 부하전류와 사고전류 판별이 어렵다.

직류급전회로의 부하전류와 사고전류의 양상을 비교하면 다음과 같다.

사고전류는 거의 일정치로 지속하는데 부하전류는 증감하여 대전류가 장시간 계속 흐르지는 않는다.

사고전류의 돌진율(di/dt)은 부하전류의 돌진율보다 크다.

사고전류의 전류증가분(ΔI)는 부하전류의 전류 증가분보다 크다.

제2절 ME형 직류급전용 고장선택 장치 (전류 방향판별 TYPE)

1. 개 요

이 장치는 Micro Computer를 사용한 고장선택 장치로 고장선택감도를 향상시킨 것으로 다음과 같은 특징을 갖고 있다.

2. 특 징

전차의 Notch Off시 시간차로 발생하는 ΔI 를 분리하여 검출하는 방법을 채용하였으므로 종래의 장치보다 설정 전류치를 작게 설정할 수 있고 고장 선택감도도 보다 더 향상되었다.

부하의 최대 ΔI 를 표시하는 기능이 붙어 있으므로 적정한 설정치를 선정할 수 있다.

Chopper제어 전차의 운전구간에서 회생제동중에 이를 소비하는 다른 전차가 Notch Off한 경우, 또는 회생차 자체가 도중에 회생제동을 중단한 경우에 장치가 불요동작할 수 있는데 이를 방지하는 보상방법을 채용하였다.

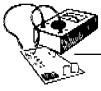
외부자계에 의한 영향이 없으므로 Cubicle내부 등의 도체 간격이 협소한 장소에 설치하여도 精度上的 문제가 없다.

3. 동작원리

가. 기본동작

급전회로의 전류가 변화하면 그 전류에 대응한 출력이 고장검출 변성기(FD)의 2차측에 전압으로 유기된다. 이 전압을 1차 지연 적분기(IC)로 적분하면, 급전회로의 전류와 비슷한 전압파형을 얻을 수 있다. 이 전압을 Analogue to Digital (A/D) 변환기로 Digital화 하여 Micro Processor MPU(1)로 2mS주기로 받아 들인다.

MPU(1)에서는 A/D(1), A/D(2)의 출력불일치 검출을 하며 ΔI 의 검출 및 Section 보상 등의 연산을 하고, MPU(2)로 연산후의 ΔI 치를 출력한다. MPU(2)에서는 ΔI 치와 설정치의 비교, 최대 ΔI 의 표시, Trip용 출력 등의 처리를 한다.

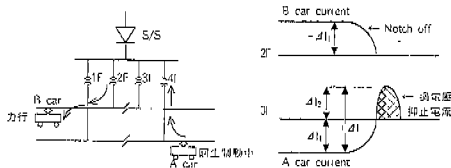


나. ΔI 의 검지

이 장치에서는 전차의 Notch On시 Timing이 맞지않아 어느 단계에서나 발생하는 ΔI 를 분리하여 검출하므로 선택감도를 높게 하고 있다. MPU에 의해 (B)전압을 100mS 늦춘 전압(C)를 만들어 (B)-(C)를 구하면 (D)의 파형이 되며 Timing이 맞지않아 어느 단계에도 발생할 ΔI 를 분리하여 검지할 수 있으므로 종래의 장치에 비해 선택감도를 높게 할 수 있게 된다.

다. 회생 실패시의 불요동작 방지

열차 밀도가 적은 시간대에 3F회선에 회생제동중의 A차가 또 2F회선에 A차의 회생전력을 소비하는 역행중의 B차가 있을 때, B차가 Notch Off함에 따라 회생전력을 소비하는 것이 급격히 없어지면 A차의 회생전류가 차단되며, 동시에 급전전압이 상승함에 따라 회생제동중의 A차내의 OVR이 동작하고 이 OVR에 연동된 과전압 억제저항이 주회로를 구성한다. 이 때의 전류변화는, 3F회선에서는 회생전류 차단에 의한 전류변화(ΔI_1)와 과전압 억제저항의 투입에 따른 전류 변화(ΔI_2)를 연속적으로 포착하므로 장치는 $\Delta I_1 + \Delta I_2$ 의 과대한 ΔI 를 검출하여 불요동작이 되는 수가 있다. 이를 방지하기 위하여 응답속도가 빠른 전류검출소자(Hall소자)에 의해 전류의 극성을 판별시켜 회생전류 차단에 따라 생기는 부영역에서의 전류변화분(ΔI)을 Cut한다. 그렇게하면 과전압억제저항의 투입에 따라 생기는 정영역에서의 전류변화분(ΔI_2)만을 검출하게 되므로 불요동작을 방지할 수 있다. 또한 회생차 자체가 도중에 회생제동을 중단한 때에도 회생전류 차단에 의한 전류 변화(ΔI)가 발생하는데 이 경우도 부영역에서의 전류변화이기때문에 Cut시킬 수 있다.



(그림) 회생제동시 전류흐름의 예

제3절 연락 차단장치

연락 차단장치는 병렬로 급전하는 양 변전소의 대향 고속도 차단기 상호간에 전기연동을 설치하여 고장검출시 자동적으로 상대측의 대향 차단기를 개방시키는 것이다. 이 장치 자체는 고장을 검출하는 기능은 없다. 이 장치는 변전소간의 신호전송방식의 종류에 따라 원제방식 전용의 연락선을 사용한 직접식, 반송파를 이용한 반송식 등으로 분류된다. 신뢰도와 연락소요시간 측면에서 직접식이 널리 쓰인다.

대향 연락차단장치는 1쌍의 연락선으로 상대측 대향 차단기를 개방시키도록 차단신호를 발신한다.

제7장 변전소의 원방감시 제어

변전소와 이들을 제어하는 제어소간에 제어용 연락회선을 포설하여 이것에 신호를 보내 변전소의 운전상태와 고장발생 상황을 끊임없이 감시 식별하면서 필요한 운전제어를 하는 방식을 원방감시제어라 한다. 이 방식은 한 곳의 제어소로부터 다수의 변전소와 전기실 등을 제어하므로써 운전원의 절감, 근로조건 개선, 사고시 종합적 조치가 신속히 행해지는 장점을 갖는다. 특히 전철용 변전소의 원방감시제어방식은 고신뢰도가 요구되며 오조작, 오동작은 불용된다. 또 소수의 제어회선으로 가능한 많은 제어 포인트를 제어감시하므로 경제적이다. 주요 기능은 다음과 같다.

1. 자료 수집(Data Acquisition)

가. 사고시 기록(Sequence Of Event)

나. 시간별 운전 데이터 보관

다. 전류 전압의 변화량 Trend 기록 등을 처리 저장한다.

라. 일별, 주간별, 월별 등 각종 보고서 작성

2. 원격 감시제어(Remote Supervisory Control)

원격지의 변전소 및 전기실에 설치된 변전기기를 선택 제어>Select Before Control).

3. 기록 기능

변전소의 기기상태 변화 내용 자동기록 및 전력량, 전류치, 전압값 등을 일정 주기별로 수집 기록 저장.

(끝)