

지하철 역사의 안정적 전원공급을 위한 보호시스템 검토

A study on present status and improvement of protection relay system in subway station for stable power supply

나종우* 조원강** 박동선** 유연성** 문화수**
Na, Jong-Woo Jo, Won-Kang Park, Dong-Seon Yoo, Yeon-seong Moon, Hwa-Soo

ABSTRACT

Nowadays, subway station has provided not only transportation but living spaces for everyday activities. Therefore, a variety of facilities have been installed for a safety of citizens such as fire-fighting equipment, platform screen doors and giving high level of benefits such as air-conditioning and heating equipment, escalators, lighting apparatus. In order to operate these facilities appropriately, it is needless to say that electric power supply must be reliable. Many protection relays have been installed to protect electric apparatus and power system, nevertheless it's study has been insufficient in the concrete.

From this paper, through analyzing of protection relay system of electric room operated in line 2 of Seoul metro, we can help to improve stable power supply system of subway station.

1. 서 론

현대사회에 있어서 도시철도의 역사(驛舍)는 이용시민들의 중요한 생활공간으로 자리 잡고 있다. 이렇듯 도심에서의 지하철은 단순한 운송수단을 넘어서 이용시민의 문화공간이자 또 다른 생활 공간으로 그 중요성이 날로 커지고 있는 실정이다. 역사에는 기본적인 조명 설비 뿐 아니라 화재와 같은 사고에 대비하기 위한 소방설비들이 시설되어 있으며 또한 승강장에는 이용객들의 안전을 위하여 스크린 도어 설비가 설치되어져 있다. 아울러 역사의 공기질 향상을 위한 공조 설비 뿐 아니라 각종 부대시설을 위한 동력설비들이 마련되어져 있다. 이러한 설비들의 이용을 위해서는 안정적인 전원 공급의 확보가 필요선 결과책임은 주지의 사실이다. 현재 지하철 1~4호선 구간을 담당하고 있는 서울메트로는 이러한 각 종 역사 시설물의 효율적인 활용을 위한 역사 전원 공급에 있어서 각 지하철 역사에 전기실을 설치하여 그 관리에 만전을 기하고 있다. 병렬 급전방식으로 정전사고에 대비하고 있으며 또한 그 중요도가 높은 상시 부하에는 ATS 및 UPS 설비등을 시설하여 안정성을 더욱 높이고 있다. 각 역사의 전기실에는 안정적인 전원공급을 위한 여러가지 설비들이 있으며 각종 사고에 대비하여 여러가지 보호 계전기들이 설치되어 있다. 본 논문에서는 여러가지 계전기의 설치 목적과 기능에서부터 지하철 전력계통의 특성, 부하설비등을 조사하여 검토, 이를 토대로 하여 바람직한 보호협조에 대한 결론을 도출하게 될 것이다.

* 나종우, 서울메트로 제1전기사무소 비회원
** 조원강, 서울메트로 제1전기사무소 비회원
** 박동선, 서울메트로 제1전기사무소 비회원
** 유연성, 서울메트로 제1전기사무소 비회원
** 문화수, 서울메트로 제1전기사무소 비회원

2. 본 론

2.1 지하철 역사 전원 공급 계통

지하철 역사의 전원은 아래 도면과 같이 1, 2, 3호계로 구분하여 3상 6,600V로 공급하고 있으며 1, 2호계는 조명용, 동력용, 신호용등의 변압기를 거쳐 저압으로 변성하여 역사 조명, 열차신호, 개집표기, PSD등에 전원을 공급하고 있으며, 3호계는 역사 냉, 난방을 위한 것으로 고압냉동기와 보조동력의 전원으로 사용되고 있다.

또한 사용되는 부하는 그 특성에 따라 정전이 되면 열차운행과 승객편익을 크게 침해하여 상시 무정전으로 전원을 공급하여야 할 상시부하와 정전이 되어도 특별한 배려가 요구되지 않는 일반부하, 계절별로 공급되는 냉, 난방부하 등이 있다.

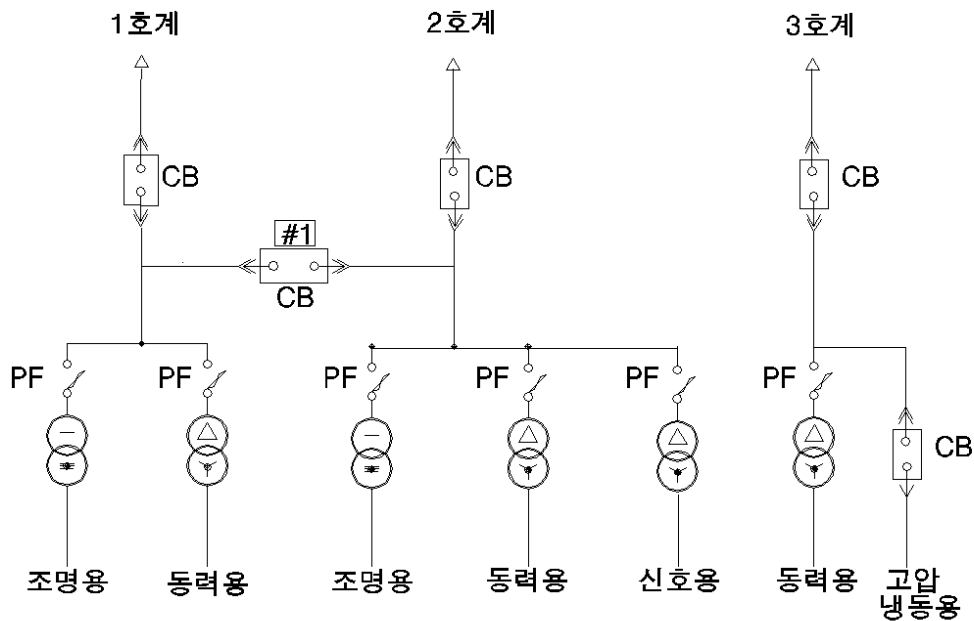


그림1. 전원공급계통(1, 2, 3호계)

2.2 지하철 역사 전원 공급 계통의 특성

지하철 정시운행과 이용 승객들의 편익을 위하여 상시(24시간) 무정전을 유지하는 방안으로 아래와 같은 방식을 채택하고 있다.

2.2.1 Link 차단기(Interlock 시스템)

그림1 #의 차단기를 링크차단기라고 하며 이는 1호 Line과 2호 Line 중 한쪽 선로에 이상이 발생하여 전원 공급이 불가능할 경우 정상인 Line에서 이 차단기를 통하여 고장상태의 Line에 급전, 정상인 어느 한 Line이 역사의 모든 부하를 부담하도록 구성하였으며 배전선로 및 차단기 용량 등은 1, 2호계를 포함한 용량으로 구성하여 만약의 사태에 대비하고 있다.

또한 1, 2호계가 정상적으로 급전중일때 링크차단기가 투입되는 사고를 방지하기 위하여 Interlock 시스템을 도입하여 정상 급전중에는 링크차단기의 투입이 불가능하도록 설치되어 있다.

2.2.2 ATS(자동절체 개폐기, Auto Transfer Switch)

저압측의 주요부하 즉 열차운전에 필요한 전원과 소방시설, 매표 및 개집표기, 통신시설, 장애자용 엘리베이터등에 상시 무정전으로 전원을 공급하기 위하여 비상시에 절체가 가능한 ATS를 전역사 전기실에 설치하여 운영중이다.

이러한 ATS는 전기실 일반부하(A,B호계)와 상시부하 사이에 설치하여 정상시에는 1호 Line으로 운용하다 1호 Line 정전시 UVR 신호에 의해 2호 Line측으로 자동절체되어 주요 부하에 전원을 공급하는 설비이다.

2.2.3 비상등

1, 2호계 중 한쪽선로의 이상시 정상적인 열차운행과 이용승객들을 안전하게 모실 수 있도록 전원 공급계통을 구성하였으나 아주 드물게 1, 2호계가 완전 정전되어 조명등이 완전 멸등될때 대부분 지하구간인 지하철 역사 내에서는 큰 혼란이 발생할 수 밖에 없어 이용승객을 안전하게 대피할 수 있도록 비상등 설비가 설치되어 있다.

2.3 전력 공급 계통에 설치된 보호계전기

2.3.1 보호계전기의 역할

배전반에 설치되어 있는 보호계전기는 전력기기 등의 보호대상물에 대하여 이상 상태를 감지 피해를 경감시키고, 과급효과를 줄이기 위해 적절한 명령을 내리는 것을 목적으로 하는 계전기로써 다음의 기본조건이 요구 된다.

가. 고장 발생시 정확히 동작하고, 오동작과 부동작을 하지 않을 고 신뢰성 유지

나. 고장시 정전구간이 최소화 되도록 사고구간을 차단하는 능력을 가져야 함.

다. 계통 상황에 따라 변화하는 사고전류 크기에 따라 보호에 영향을 미치지 않는 동작감도 유지라. 전력계통의 안정도 유지, 기기손상 및 사고확대의 방지에 필요한 동작속도를 가져야 한다.

2.3.2 보호계전기의 종류

가. OCR(과전류계전기): Over Current Relay 50/51

정정치 이상의 전류가 일정시간 이상 흐르면 동작하여 차단기 Trip 시켜 회로를 보호하는 계전기로 Trip회로에는 DC전원을 사용하고 단락고장보호 및 교류기기의 과부하 보호에 사용된다.

(51)한시요소(과전류,과부하요소)와 (50)순시요소(단락요소)로 구성되어 있으며 구간에서의 과전류 및 단락전류를 감시하여 동작하며 특히 단락시에는 순시동작이 되도록 일정전류치 이상이면 순시요소부터 우선적으로 동작한다. 발전□배전회로, 전동기 및 각종기기보호에 사용된다.

(1) 동작표시의 종류

한시 요소 : (ICS: Indicating Contact Switch Unit) 과부하전류감지(51)

순시 요소 : (IIT: Indicating Instantaneous Element) 단락전류감지(50)

(2) 정정치 기본적으로 고려하여야 할 사항

오동작하지 않는 범위에서 가장 예민한 검출감도가 되도록 한다.

가장 빠른 속도로 동작하도록 한다.

계통에 배치된 모든 보호계전기들과 동작협조가 되도록 한다.

(3) 설치개소 및 보호 범위

OCR(과전류 계전기)는 아래 도면에 표시된 것처럼 1, 2, 3호계 고압측에 설치되어 있으며 변압기 과부하, 단락 등으로 인한 장애 확산을 방지하기 위하여 설치되어 있다.

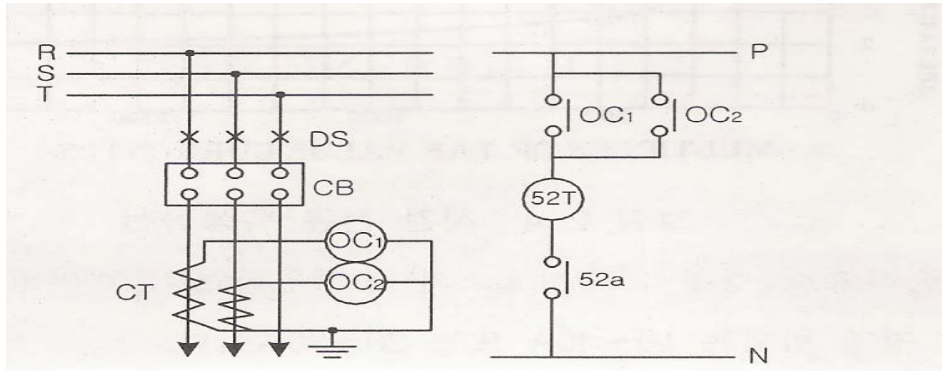


그림2. 전기실 단선결선도의 OCR

나. UVR(부족전압계전기): Under Voltage Relay 27

회로의 전압이 정정치 이하로 떨어질 때 또는 일시적인 정전상태를 검출할 목적으로 사용된다.

(1) PT 2차측 전압 사용

UVR은 PT 2차측 단자에 접속되며 PT의 2차 전압은 110V것이 주로 사용된다.

(2) UVR의 정정 방안

UVR의 정정은 전압TAP과 타임 레버로 정정하며 보통 PT 2차 전압의 80%선에 정정하여 80%이하 부족 전압시 UVR이 동작 되도록 하며 타임 레버는 UVR설치 목적에 따라 그 특성에 맞게 정정한다.

(3) 설치개소 및 보호범위

- 그림3 #1 : 단로기반 상단에 위치하여 전선로에 동시 급전(병렬)을 방지하기 위하여 설치한다.
- 그림3 #2 : 저전압 계전기로써 순간적인 정전시 연동으로 인한 비상조명등이 점등된다.

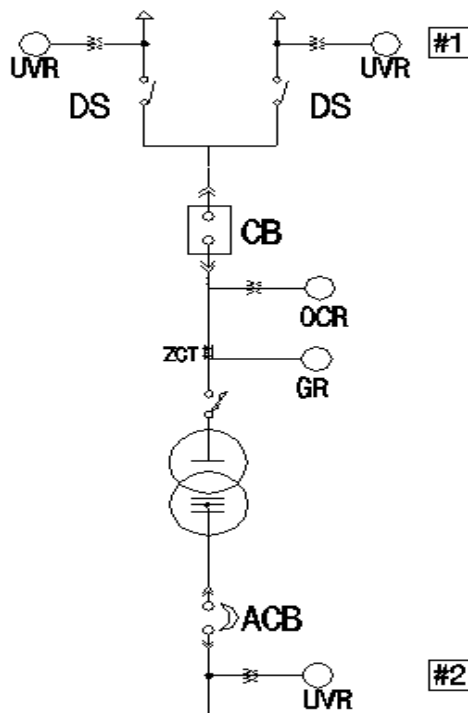


그림3. 전력계통도 보호계전기 설치위치

다. GR: 지락계전기(Ground Relay)

지락계전기는 주로 비접지 고압선로에서 선로나 기기의 지락사고가 발생하였을 때 사고의 파급을 방지하기 위하여 차단기를 차단시키거나 경보를 하게 하기위하여 사용하는 계전기로 지락사고시 영상변류기(ZCT)로부터 검출된 지락전류를 계전기의 입력단자에 인가하여 유입된 전류치가 정정치 이상이 되면 접점이 폐로 또는 개로되어 동작신호를 출력하는 계전기이다. 따라서 지락방향계전기(SGR,DGR)과 같은 방향성이 없으므로 주로 고압단일선로에 많이 쓰인다.

(1) 접지고장과 영상전류

접지고장이 발생하면 지락고장이 발생 한 곳에 전류가 흐르고 GR은 이 지락전류를 잘 이용하고 있기 때문에 지락전류를 검출할 수가 있는 것이다.

GR(그림4)의 전류코일에 흐르는 전류는 $I_a + I_b + I_c + I_g$ 의 벡터합이다. 각선의 부하전류를 $I_A + I_B + I_C = 0$, 전류코일에는 I_g 가 흐른다. 이 I_g 의 1/3을 영상전류라고 한다.

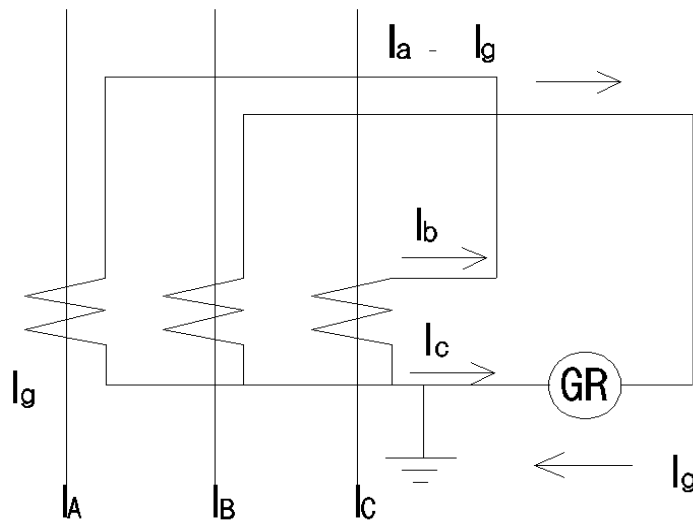


그림4. GR 검출 회로도

라. ACB(Air Circuit Breaker)

ACB는 주로 600V이하에서 사용하는 저압차단기로서 지하철 역사에서는 조명배전반과 동력배전반과 같은 저압 배전반의 차단기로 사용되고 있다. 아크 소호 방식에 따른 분류로써 ACB는 기중에서 아크 챔버의 도움을 받아 자력으로 소호하는 방식을 쓰고 있으며 보호계전과 관련하여 동작전류 및 시간조정이 가능하며 과부하기능과 단락기능(단한시□장한시)을 설정 할 수 있다. 그럼 보호계전과 관련하여 각 기능을 살펴보도록 한다.

(1) 단한시(STD), 장한시(LTD)

장한시는 계전기를 통하는 전류가 설정치를 상회하더라도 장시간 후에 계전기를 트립시키는 것이며 단한시는 장한시로 설정된 전류에 의하여 연동되어 움직이는데 가령 1000A 정격의 계전기에서 장한시를 80%에 설정하고 단한시를 200%에 설정하였다면 단한시 동작전류는 장한시 설정의 두배로써 1600A가 된다. 여기에서는 정격보다 훨씬 큰 전류를 검출하게 됨으로 트립에 이르는 시간도 짧아서 보통 1초 이내에 트립시키게 되어 있다.

(2) INST(Instantaneous)

순시는 부하의 쇼트나 낙뢰등으로 순간전류가 엄청나게 흐를 때 급속하게 차단하는 기능을 말하는 것으로 설정 전류는 정격의 2배에서 20배까지 세팅하게 되어 있다. 보통 외부 설정 타입이 없고 내부적으로 최단시간의 타이밍을 주는데 50ms정도의 빠른 속도를 가지게 된다.

(3) PRE-TRIP

공장과 각종 사무실에서 전기기구에 대한 수요가 증가함으로 인해 전력 수요가 예측보다 증가함에 따라 종종 배전 계통에 설치된 보호계전기의 정정치보다 과부하가 걸리게 된다. 만약 그러한 조건이 지속된다면 트립 시그널이 PRE-TRIP 기능을 동작시킴으로써 원하지 않는 전력손실을 방지해준다. PRE-TRIP알람은 자동적으로 장한시 픽업 전류에서 90% 수준으로 자동적으로 세팅되게 되어있다. 동작시간 또한 150초로 고정되어져 있다.

(4) GFT(Ground Fault Trip): ACB에 지락검출기능을 추가한것으로 NON으로 설정도 가능하다.

지락전류 검출 방식

ACB의 지락전류 검출 방식은 다음과 같다. CT3대를 이용하여 과부하전류를 검출하고 3P 차단기는 잔류회로에 지락계전기를 설치하여 지락전류를 검출한다. 4P차단기도 CT3대를 이용한 잔류회로 방식을 사용하고 있으나, 상간불평형 전류에 의한 오동작을 방지하기 위해 중성선에 CT를 설치해 지락전류를 검출하는 방식으로 구성되어 있다.

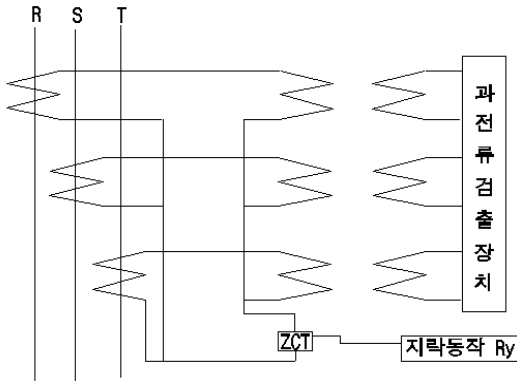


그림5. 3극 ACB의 지락검출 회로도

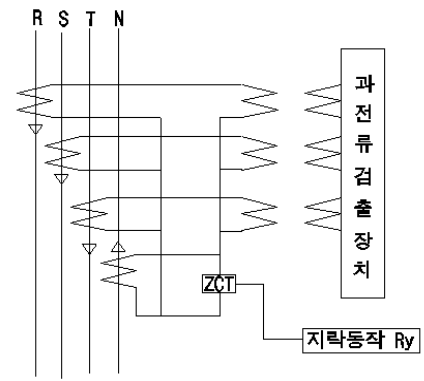


그림6. 4극 ACB의 지락검출 회로도

동작원리

3P차단기는 그림과 같이 잔류회로에서 검출한 지락전류를 영상변류기를 통해 지락계전기를 동작시켜 트립시킨다. 4P차단기는 잔류회로에 나오는 불평형전류를 중성선에 CT를 결선하여 상쇄시키고 지락전류만 검출하도록 구성되어 있으며, 지락전류는 영상변류기를 통해 지락계전기를 동작시키게 된다.

마. GFR (Ground Fault Relay)

(1) 개요

GFR은 지하철 전기실 말단 부하의 지락 보호형으로 설치한 계전기로써 지락사고 검출시 해당 MCCB를 트립시킴으로써 사고 범위를 국한 시키는 기능을 하는 것으로써 현재 10개의 회로의 경계선로의 지락전류를 동시에 감지하며 각 선로의 현재의 지락 전류량과 사고시 사고지락 전류량을 표시 할 수 있는 다기능 계전기이다.

(2) 설정범위

감도정정스위치를 통해 해당선로의 특성에 맞게 0.1~10A중 선택하여 설정하며 동작시간 정정 스위치를 통해 0.05~10초 중에서 선택하여 설정하면 된다.

2.4 보호계전기 설정 방안

2.4.1 보호계전기 고압배전반

가. OCR(과전류계전기)

(1) 한시치

○ 고압 1, 2호계

- 한시탭: 호계별 선로 허용전류(변압기 정격 1차전류 합)의 120%로 하면

$$I_{in} \times CT비 \times 1.2 = X [A]$$

상기 계산식 보다 전류가 대폭 증가하는 것은 고장이다. 모터의 기동전류나 전원의 전압변동, CT계전기의 오차를 고려하여 탭을 선정한다.

- 한시레버: IEC 강반한시(VI) 기준 300% 부하에서 0.675sec에 동작하는 1(0.1)선정

○ 고압 3호계: 고압냉동기(콘돌과 및 리액터기동)및 Y-△로 기동하는 동력부하

- 한시탭: 고압 1,2호계 한시탭 설정과 동일하게 선정
- 한시레버: 모터의 기동시간이 약 15sec이므로, IEC 장반한시(LI) 기준 300% 부하에서 18sec에 동작하는 3(0.3) 선정

(2) 순시치

한시탭 설정전류의 500%로 계산하고, 순시요소는 직류분의 영향을 받으며 눈금값 보다 낮은 값에서 동작하므로 상위 탭을 선정하고 동작시간은 0.05sec로 한다.

$$I_{in} \times CT비 \times 1.2 \times 5 = X [A]$$

나. UVR(부족전압계전기)

- (1) 탭(Tap): 부하의 전압변동에 따른 저전압 보다는 전력계통의 급전상태 검출을 위한것이므로 확실한 동작을 위하여 가장 낮은 탭인 60[V]에 선정
- (2) 레버(Lever): 구분개폐기의 투입조건을 만들어 주기 위한 역할로 확실한 동작을 위하여 0[V]에서 8sec에 동작하는 10 선정

다. GR(접지계전기)

VCB 2차에서 변압기 1차까지의 접지 고장을 검출하기 위한 목적으로 사용되며, 큐비클내 케이블 및 Bus Bar로 연결되어 있으며, 5~20m이내의 비교적 짧은 거리를 보호하고 있다.

$$\text{GR 설정 (비접지식)} \quad C = \frac{2I_t}{2\pi f \sqrt{3}V} [\mu F] \quad I_t = \frac{2\pi f C \sqrt{3}V}{2} [mA]$$

C : 케이블 km당 정전용량(VCB 2차~변압기)

- CV 14mm² : 0.14μF/km
- CV 38mm² : 0.21μF/km
- CV 100mm² : 0.3μF/km

I_t : 계전기 정정치

- (1) 계전기 정정치: 구내에 대지간 정전용량이 적으면 고압기기등의 보호를 생각하여 최소탭 200[mA]으로 놓는 것이 좋다.
- (2) 동작시간: 설정 전류의 130%에서 0.2sec에 동작

도표1. 전기실 고압 배전반 설정치(종합운동장) 정정

보호 계전기 종 별	용도 (호계)	보계전기 정정 (GIFAM 2000 FI)						차단기	변압기			비고
		OCR		UVR		GR			용도 (결선)	용량 [KVA]	정격 1차 전류 [A]	
		전류 (TAP)	시간 (LEVER)	전압 [V]	시간 [SEC]	전류 [mA]	시간 [SEC]					
GIPAM 2000	1호계	순시 :6.0In	50ms	0.6Vn	8	1.2	0.2	차단전류:8KA 정격전압:7.2KV 정격전류:400A CT비:150/5	조명 (1Φ3W)	250	37.5	강반한시 (VI)
		한시 :1.2In	0.1 (300%부하 약 0.68초)						동력 (3Φ4W)	1000	87.5	
									신호 (3Φ4W)	50	4.37	
									편의 (3Φ4W)	200	17.5	
	2호계	순시 :6.0In	50ms	0.6Vn	8	1.2	0.2	차단전류:8KA 정격전압:7.2KV 정격전류:400A CT비:150/5	조명 (1Φ3W)	250	37.5	강반한시 (VI)
		한시 :1.2In	0.1 (300%부하 약 0.68초)						동력 (3Φ4W)	1000	87.5	
									신호 (3Φ4W)	50	4.37	
									편의 (3Φ4W)	150	13.1	
	3호계	순시 :3.5In	50ms	0.6Vn	8	1.2	0.2	차단전류:8KA 정격전압:7.2KV 정격전류:400A CT비:100/5	동력 (3Φ4W)	550	48.1	강반한시 (VI)
		한시 :0.7In	0.7 (150%부하 약 18.9초)						크린로드 (3Φ4W)	100	8.7	
3호계 (냉동 1호기)	순시 :5.0In	50ms	0.6Vn	8	1.2	0.2	차단전류:8KA 정격전압:7.2KV 정격전류:400A CT비:40/5	냉동1호기 (3Φ3W)	350	30.6	장반한시 (LI)	
	한시 :1.0In	0.3 (300%부하 약 18초)										
3호계 (냉동 2호기)	순시 :5.0In	50ms	0.6Vn	8	1.2	0.2	차단전류:8KA 정격전압:7.2KV 정격전류:400A CT비:40/5	냉동2호기 (3Φ3W)	350	30.6	장반한시 (LI)	
	한시 :1.0In	0.3 (300%부하 약 18초)										

※ OCR,GR 정정 : 소수점 이하 둘째자리에서 절상 첫째자리까지 정정

※ 계전기는 GIPAM 2000으로 디지털 계전기가 설치되어 소숫점까지 정정할 수 있음.

도표2. 전기실 고압 배전반 설정치(삼성) 정정

보호계전기종별	용도(호계)	보호계전기 셋팅값							차단기	변압기			비고				
		OCR (DOC-B-CID3)			UVR (GVU-CD169)		GR (DHG-012ND)			용도(결선)	용량 [KVA]	정격1차전류 [A]					
		순시	한시 (TAP)	LEVER	전압 [V]	시간 [SEC]	전류 [mA]	시간 [SEC]									
OCR UVR, GR	1호계	20	4	1 (300%부하 약 0.68초)	60	8	200	0.2	차단전류:8KA 정격전압:7.2KV 정격전류:400A CT비:120/5	조명 (1Φ3W)	200	30.3	강반한시 (VI)				
										동력 (3Φ4W)				600	52.5		
										신호 (1Φ2W)						20	3.03
	2호계	30	5	1 (300%부하 약 0.68초)	60	8	200	0.2	차단전류:8KA 정격전압:7.2KV 정격전류:400A CT비:120/5	조명 (1Φ3W)	200	30.3	강반한시 (VI)				
										동력 (3Φ4W)				600	52.5		
										신호 (1Φ2W)						20	3.03
										편의 (3Φ4W)							
	2호계 (본선 환기)	20	1	7 (150%부하 약 18.9초)	-	-	200	0.2	차단전류:8KA 정격전압:7.2KV 정격전류:400A CT비:60/5	터널환기 (3Φ4W)	100	8.75	강반한시 (VI)				
	3호계	20	2	7 (150%부하 약 18.9초)	60	8	200	0.2	차단전류:8KA 정격전압:7.2KV 정격전류:400A CT비:120/5	동력 (3Φ4W)	400	35.0	강반한시 (VI)				
	3호계 (냉동1 호기)	20	4	12 (300%부하 약 8.1초)	-	-	200	0.2	차단전류:8KA 정격전압:7.2KV 정격전류:400A CT비:40/5	냉동1호기 (3Φ3W)	281	24.6	강반한시 (VI)				
	3호계 (냉동2 호기)	20	4	12 (300%부하 약 8.1초)	-	-	200	0.2	차단전류:8KA 정격전압:7.2KV 정격전류:400A CT비:40/5	냉동2호기 (3Φ3W)	281	24.6	강반한시 (VI)				

※ OCR 정정: 소수점 첫째자리에서 반올림하여 탭 정정

2.4.2 보호계전기 저압배전반

가. 지락전류의 검출

저압 ACB의 지락 검출 방식은 잔류회로에 의한 지락 차단방법을 사용하고 있다.

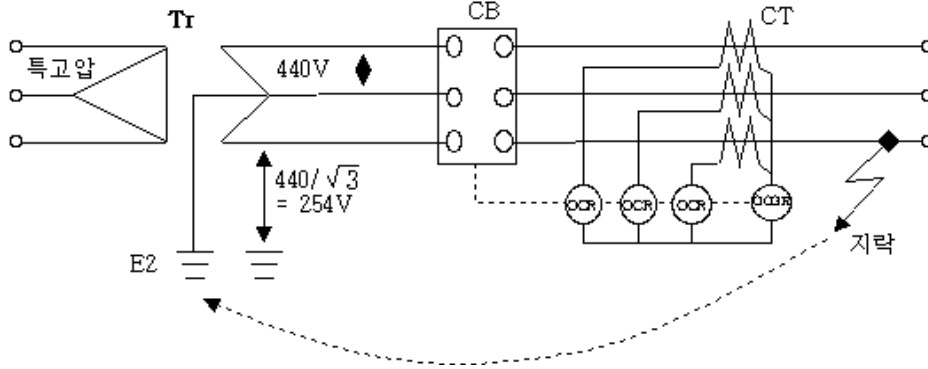


그림7. CT Y결선 잔류회로에 의한 지락차단 회로도

그림7은 특고압을 저압전로로 변성하는 변압기와 차단기 2차측에 CT3대를 Y결선하여 그 잔류 회로를 통한 지락전류를 검출하는 방법을 나타내고 있다. 정상시에는 위의 그림의 OCGR(ACB 안에 내장되어 있음)은 각 전류의 벡터합은 0이므로 동작하지 않지만 1상이 지락이 되면 각 상의 벡터의 크기가 변하게 되고 계전기 정정치 이상이 흐르게 되어 동작하게 되는 원리이다. 따라서 조명용과 동력용으로 지락전류를 계산하게 되면

$$\bigcirc I_g = 3I_o = \frac{3 \times E}{3 \times R_g} = \frac{E}{R_g} = \frac{220}{5 + 100} = 2.09A$$

(R_g의 값은 변압기 중성점 접지저항으로 5[Ω]과 400[V]미만의 외함접지인 3중접지공사의 접지 저항 값인 100[Ω]으로 계산하였다.)

상기에서 계산한 값은 지락점 저항과 지락점까지의 거리, 전원 및 선로의 영상임피던스 등을 고려하지 않은 값으로 실제값은 이 값보다 적게 되나 규정된 접지 저항값을 고려하여 최소 2.09[A]이하에서는 동작하도록 설정해주어야 한다. 따라서 GFR과 ACB의 지락보호 협조는 ACB의 최소탭으로 설정해주며, GFR은 2.09[A]보다 낮은 값에서 확실한 동작을 위해 1[A]로 해준다. 타임설정치는 ACB값이 GFR보다 커야 하므로 ACB는 0.56[Sec]에 GFR은 0.3으로 설정 하도록 한다.

나. BASE 배율 선정

ACB의 보호 구간을 선정하기 위해선 우선 BASE값을 정해주어야 하는데, 이 값은 순시나 한시치의 기준값이 된다. 이 값은 변압기 2차측 정격전류와 가장 근접하게 세팅하도록 한다.

다. 단락전류 산출 -INST값 설정

3상 단락전류를 구함으로써 ACB의 셋팅치를 조정 할 수 있다. 3상 단락전류는 옴법이나 %임피던스법, 단위법등에 의해 계산되나 실무에서의 적용은 장시간이 소요되고 그 과정이 매우 복잡하게 된다. 따라서 통상적으로 1000[KVA]미만의 변압기의 %임피던스는 5%정도 이므로 이를 이용하여 3상단락 전류를 계산하면 변압기 2차측 정격전류의 20배를 해주면 되나, 이 값은 전원측 임피던스와 선로측 임피던스에 의해 실제값은 위 값보다 작게 되나 위의 전원측 임피던스는 무시하며 선로측 임피던스를 고려한다고 하여도 그 값은 -20%보다 작게 되지는 않으므로 위의 계산값의 80~100%의 값에 정정하면 되겠다.

라. PRE-TRIP 설정

PRE-TRIP값은 변압기 용량의 최대부하를 사용할 때의 값이므로 변압기 2차전류에 맞추어주는 것이 타당하다. 개념상 최대 부하에 앞서 경보의 의미를 가지므로 LTD의 배율인 1보다 낮은 범위에서 설정하여 0.9에 설정하며 시간은 150±20이므로 160에 설정하도록 한다.

마. LTD와 STD의 설정

먼저 장한시를 설정한 후에 그 값으로 단한시를 설정한다. 즉 단한시의 배율은 장한시 정정값의 배율을 사용한다. 장한시는 Base전류의 1배를 사용하여 정정하며, 단한시는 순시치와 장한시 사이의 전류값을 설정하는데 통상적으로 순시치의 50%정도에 정정하도록 하며 장한시의 경우 모터 등의 부하를 고려하여 15[Sec]에 정정하며 단한시의 경우에는 0.24[Sec]로 하도록 한다.

도표3. 전기실 저압 배전반 설정치(삼성) 정정

배전반명		구 분		설정치		차단전류 [A]	BASE		CT비 (IcT)	변압기		비 고
		배율	시간 [SEC]	배율	전류 [I0]		용량 [KVA]	2차전류 [A]				
저압 차단기	L-1	GFT	0.1	0.56	0.1*120(IcT)=12	0.8	480	600/5	200	455	GFR은 1A 0.3Sec	
		PRE-TRIP	0.9	160	0.9*480(I0)=432							
		LTD(장한시)	1.0	15	1.0*480(I0)=480							
		STD(단한시)	8.0	0.24	8.0*480(I0)=3840							
		INST/MCR	16	-	16*480(I0)=7680							
	L-2	GFT	0.1	0.56	0.1*120(IcT)=12	0.8	480	600/5	200	455	GFR은 1A 0.3Sec	
		PRE-TRIP	0.9	160	0.9*480(I0)=432							
		LTD(장한시)	1.0	15	1.0*480(I0)=480							
		STD(단한시)	6.0	0.24	8.0*480(I0)=3840							
		INST/MCR	16	-	16*480(I0)=7680							
	P-1	GFT	0.1	0.56	0.1*200(IcT)=20	1.0	1000	1000/5	600	912	GFR은 1A 0.3Sec	
		PRE-TRIP	0.9	160	0.9*1000(I0)=900							
		LTD(장한시)	1.0	15	1.0*1000(I0)=1000							
		STD(단한시)	6.0	0.24	6.0*1000(I0)=6000							
		INST/MCR	12	-	12*1000(I0)=12000							
	P-2	GFT	0.1	0.56	0.1*200(IcT)=20	1.0	1000	1000/5	600	912	GFR은 1A 0.3Sec	
		PRE-TRIP	0.9	160	0.9*1000(I0)=900							
		LTD(장한시)	1.0	15	1.0*1000(I0)=1000							
		STD(단한시)	6.0	0.24	6.0*1000(I0)=6000							
		INST/MCR	12	-	12*1000(I0)=12000							
P-3	GFT	0.1	0.56	0.1*160(IcT)=16	0.8	640	800/5	400	608	GFR은 1A 0.3Sec		
	PRE-TRIP	0.9	160	0.9*640(I0)=576								
	LTD(장한시)	1.0	15	1.0*640(I0)=640								
	STD(단한시)	8.0	0.24	8.0*640(I0)=5120								
	INST/MCR	12	-	12*640(I0)=10240								
※ 설정치 조정범위 GFT : 배율 - 0.1,0.15,0.2,0.25,0.3,0.35,0.4 / 시간 - 80,150,320,400,480,560(ms) PRE TRIP : 배율 - 0.75,0.8,0.85,0.9,0.95,1.0,1.05/ 시간 - 60,80,100,120,140,160,180,200(sec) LTD : 배율 - 0.8,0.85,0.9,0.95,1.0,1.05,1.1 / 시간 - 0.5,1.25,2.5,5.0,10,15,20,25,30(sec) STD : 배율 - 2.2,5,3,4,6,8,10 / 시간 - 80,160,240,320,400,480,560(ms) INST/MCR: 배율 - NON,4,6,8,10,12,14,16 BASE : 배율 - 0.5,0.63,0.8,1.0												

※ GFR 설정치 조정범위 : 전류세팅 범위: 0.1, 0.3, 0.5, 1, 2, 3, 5, 10(A)

시간세팅 범위: 0.05, 0.1, 0.3, 0.5, 1, 2, 3, 5, 10 (Sec)

3. 결론

시대의 변화에 따라 보호계전기도 아날로그에서 디지털 시스템으로 변화되는 추세로 본 논문에서는 아날로그 계전기가 설치된 곳 삼성역과 디지털 계전기가 설치된 종합운동장역등 두 역을 검토하여 정정하였으며, 향후 금번에 적용된 보호시스템 검토 내용을 추적 관리하여 전역사로 확대 여부를 결정하겠으며 이를 통하여 안정적 전원공급을 실현, 지하철 안전운행과 이용승객의 편익에 최선을 다 하겠다.

[참고문헌]

1. 전기설비기술기준
2. 내선규정