

직류급전시스템 시험적용 사례를 통한 디지털 직류 보호계전기에 관한 연구

論 文

55B-12-9

A Study on the Digital DC Protection Relay through with Field Adoption Test in the DC Distribution System

高寅錫[†] · 車廣錫^{*} · 閔丙薰^{**}

(In-Suk Ko · Kwang-Seok Cha · Byung-Hoon Min)

Abstract - This study identifies the comparison of Technical specification and Characteristics of DC Protection Relay(ETCPU200) used in DC Distribution System in Korea. ETCPU200 has completed Field Test and approved its capability by finding out causes of recent operations through lately developed digital DC protection relay in parallel operation at Maebong-Substation, Sangbong-Substation, Nakseongdae-Substation, Euljirosaga-Substation, Jegi-Substation and Chongyangri T/P area. It also examines additional features for efficient System Analysis and Operations.

Key Words : DC Relay, DC Distribution System, 50F, ETCPU200

1. 서 론

최근 전기철도의 사용증대와 함께 계통의 복잡화, 다양화 및 대용량화되고 서비스의 질적 향상의 요구가 점점 고조되면서 기존의 계통 운용설비로는 충족하기 어려운 사고 검출의 다양화, 신속화, 감시제어 항목의 증대, 보수점검의 합리화, 자동화 및 보호제어시스템의 고 신뢰도 등이 발생되고 있다.[1][2]

현재 직류급전시스템은 거의 외국 회사의 보호제어 시스템을 사용하고 있다. 또한 그 사양이 모두 상이하고 보호기기의 표준이 정해지지 않아서 디지털방식과 아날로그 방식이 혼용 사용되고 있다. 따라서 상기와 같은 새로운 요구들을 충족시키기에는 어려운 상태이며 향후 추진 개선하여야 할 설비의 자동화 및 무인화 단계에 상당한 장애 요소 및 추가비용이 발생될 것으로 보인다. 그러므로 직류전기 철도 보호제어시스템의 보호, 제어, 감시, 계측 및 자동화 등의 기능들을 집적화함은 물론, 고도의 신뢰성과 차세대 IT 기술과 접목될 수 있는 보호제어시스템의 연구 및 체계화가 필요하다.[3]

최근들어 실운전되는 계전기중 주로 노후화된 계전기에서 빈번한 동작이 발생하고 있다. 하지만 원인분석을 위한 고장데이터의 부족과 사고분석 지원툴의 부족으로 인해 현상 규명에 많은 어려움을 겪고 있다. 사고분석을 위해서는 우선 고장발생시 정확하고 충분한 양의 사고데이터 기록이 필요하며 사고분석이 용이한 툴의 지원이 중요하다. 또한 효율적인 시스템의 분석 및 운용을 위해 필요한 보호계전기의

부가적인 기능도 필요하다. 이에 최근 국내서 개발된 디지털형 보호계전기의 병렬운전을 통하여 계전기 동작원인을 규명하고 성능을 검증하고자 하였다. 현장 시험적용 사례로는 매봉변전소, 낙성대변전소, 상봉변전소, 을지로4가변전소, 제기변전소와 청량리T/P 구간에 1년 이상 시험운전을 한 상태이다.[4]-[7]

2. 국내 직류보호계전기 현황 및 시험적용사례

2.1 국내 직류 보호계전기의 현황

지금까지 국내 지하철 변전소에서 사용되고 있는 직류보호계전기는 전량 외국 제품이였으며 그나마도 설치시기가 오래된 아날로그타입이 주류를 이루고 있다. 여기서 실제 문제시 되는것은 장비의 노후화에 따른 유지보수인데 비용은 둘째치고 고장발생시 고장원인을 찾기가 매우 어려운 실정이다. 최근에는 신형 디지털제품도 운용되고 있으나 선로 고장 발생시 신속복구를 요하는 현 상황에서 외국제품의 운용 및 유지보수는 여전히 상당한 어려움이 존재하고 있다. 다행히 최근에 국내 개발된 제품이 시장에 나오기 시작하였다. 아래 표 1은 현재 국내에서 사용되고 있는 기존제품들과 최근 개발된 국산 디지털 직류보호계전기의 주요사양을 비교하고 있다.

전반적인 기능을 비교하면 우선 주보호요소라 할 수 있는 선로고장검출(50F)기능외에 제품별로 추가적인 보호요소들로 구성되어 있다. TSUDA(FE13)은 아날로그 방식으로 50F 기능만을 제공하며 3, 4호선에 설치되어 운용되고 있는 W.H(GEC)는 76기능만을 제공하고 있다. 디지털타입에서는 연산장치와 신호처리에 있어서 제품별 큰 차이를 나타내고 있으며, 또한 고장이력, 부하이력관리 및 고장분석 지원기능들도 제품별로 큰 차이를 나타내고 있다.

[†] 교신저자, 正會員 : 인택전기전자(주) 대표이사

E-mail : entec@entecce.com

* 正會員 : 서울메트로 전기처 처장

** 正會員 : (전)서울메트로 기술본부장, 현 철도전문대학원

接受日字 : 2006年 10月 2日

最終完了 : 2006年 10月 13日

표 1 국내 직류보호계전기 사양비교

Table 1 Comparison of the Features in the DC Protection Relay within the Country.

구분	ENTEC(ETCPU200)	Secheron(PCU6000)	Secheron(SEPCOS)	Balfour Beatty(DCP106)	TSUDA(FE13)	W.H(GEC)
주요설치노선	1, 4호선	5~8호선	2호선 일부	부산지하철	1, 2호선	3, 4호선
연산처리방식	Digital연산방식 (32bit DSP/32bit cpu)	Digital연산방식 (16bit cpu)	Digital연산방식 (16bit cpu)	Digital연산방식 (16bit cpu)	Analog방식	Analog방식
Data Sampling	16bit ADC, 10000 Sample/1sec	10bit ADC, 1000 Sample/1sec	12bit ADC, 1000 Sample/1sec	12bit ADC, 1000 Sample/1sec	-	-
보호 기능	과전류	76(순시,한시)*3개, 76Alarm*3개	76(순시,한시)*1개	76(순시,한시)*1개	-	76(한시)
	차전류	50F(정방향,역방향), 50F Alarm	50F(정방향,역방향)	50F(정방향,역방향)	50F(정방향)	-
	연락차단	85F	85F	85F	-	-
	부족전압	(80F, 80F Alarm)*2개	-	80F	-	-
	과전압	(45F, 45F Alarm)*2개	-	-	-	-
	차전압	Difference Voltage	Difference Voltage	Difference Voltage	-	-
열적보호	(26, 26 Alarm)*2개	-	26, 26 Alarm	26	-	-
제어 기능	직류제폐로	82	-	-	-	-
	Line Test	선로시험	선로시험	선로시험	-	-
계측 기능	PLC	PLC Max.242로직 (사용자로직구성가능)	PLC (제작자 로직구성)	PLC (제작자 로직구성)	-	-
	계측기능	전류,전압(현재/평균/최대), Power, Energy	전류,전압(현재/평균)	전류,전압(현재/평균)	전류,전압(현재/평균/최대), Power, Energy	-
기록 기능	시스템이력	1000Event, System동작이력	-	100 Event	xxx Event	-
	고장 이력	100 Event	-	-	-	-
	고장파형 및 상태	전압/전류/상대 fault저장16개 (4000Samples, 0.1ms~100ms) Prefault 가변(0~99%)	-	전압 fault저장1개 (200Samples, 1ms~100ms) Prefault 고정	전압/전류/상대 fault저장3 개(1000Samples, 최소 1ms) Prefault 가변(0~99%)	-
	자기진단 이력	100 Event	-	-	-	-
	시간별이력	최대전류전압, 평균부하(40일)	-	-	-	-
	일별이력	최대전류전압, 평균부하(3년)	-	-	-	-
고장분석기능	윈도우GUI기반, RS232 port사용 PC로 Download 고장전후 전압/전 류/상태표시, 파형의 확대/축소, 고 장분석화면 출력,comtrade file변환	-	윈도우Text기반, RS232 port사용 PC로 Download 고장전후 전류표시	윈도우GUI기반, RS232 port사용 PC로 Download, 고장전후 전류, 파형의 확대/ 축소, 고장분석화면 출력	-	-

2.2 국산 디지털형 보호계전기의 시험적용 사례

현장적용시험은 서울메트로 3호선 매봉변전소를 비롯해서 표 2와 같이 시행되었다. 시험결과는 계기변전소 및 청량리 T/P를 중점적으로 기술하고 그 외는 간략히 기술한다.

계기변전소 및 청량리T/P는 급전선로의 보호를 위해 1970년대 개발된 일본 TSUDA사의 FSR(FE-13) 및 FSR(FM-1)이 사용되고 있으나, 이 계전기는 동작이 빈번하게 이루어지고 있으나 반면 동작원인을 규명할 수 있게 되어있지 않기 때문에 이를 분석하고자 영업운전중인 구간임을 감안하여 신형 디지털 직류보호계전기 ETCPU200(이하 '시험계전기'라 한다)을 기존 계전기와 병렬 연결하여 급전구간의 감시 및 동작원인을 분석하였다. 그 외 설치개소에도 동일하게 성능검증을 위한 현장시험을 수행하였다.

현재 시험계전기를 개량한 제품이 기존설비를 대체하여 서울메트로 4호선 창동 차량기지 변전소에서 기지 구내와 4호선 본선 북단구간, 그리고 1호선 서울역 T/P와 청량리 T/P에서 영업운전 중에 있다.

표 2 현장시험적용 사례

Table 2 Cases of Field Adoption Test

설치개소	현장적용 시험기간
매봉변전소(3호선)	2004. 11. 23 ~ 2006. 6. 19
계기변전소, 청량리 T/P(1호선)	2005. 4. 8 ~ 2005. 6. 7
낙성대변전소(2호선)	2005. 6. 28 ~ 2006. 5. 25
상봉변전소(7호선), 을지로4가변전소(5호선)	2005. 6. 14 ~ 2006. 6. 30

2.2.1 제기역 설치내역

계전기는 청량리 하선(F1)과 청량리 상선(F2)에 각각 1대씩 설치하였다. 급전선은 청량리까지 DC1500V이며 청량리부터는 AC 22.9kV로 구분 되어있다.

계전기가 설치된 급전선은 제기 변전소에서 청량리 상선(F1)과 하선(F2)에 급전전원을 공급하고 말단 청량리에 54F(Tie용)가 있어 상선과 하선이 연결되어 있는 상태이다. Tie용 54F에는 전류전압에 의하여 동작하는 전류전압형 50F가 장착되었으며 제기변전소와 연락차단을 통해 급전 구간을 보호한다. 급전선 길이는 제기에서 청량리까지 약 1km이다.

현재 사용 중인 50F(FE-13)의 트립신호를 시험계전기에 입력 받아 50F(FE-13)가 동작할 경우 사고파형을 저장하고 시간별 부하이력 및 일별 부하이력을 저장 할 수 있게 하였다.

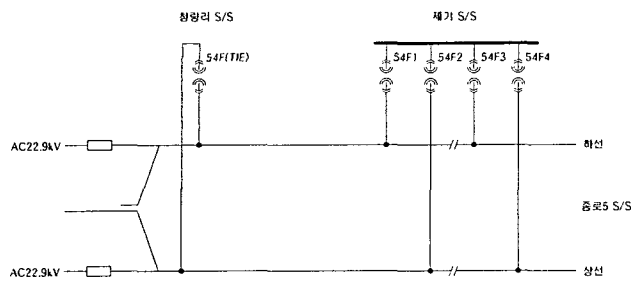


그림 1 계전기 설치위치
Fig. 1 Location of the Installed Relays

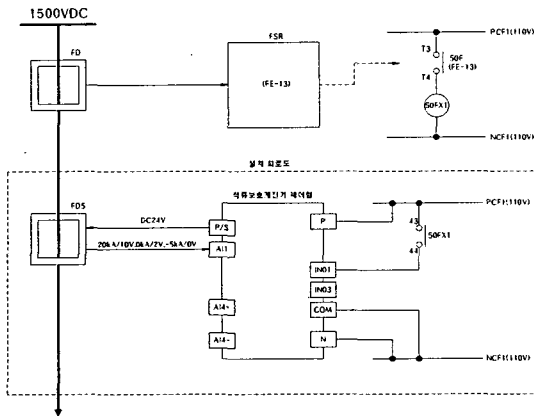


그림 2 제기역 초기설치 계통도
Fig. 2 The First Installed Location in the Jegi S/S

초기설치 후 연락차단에 의한 감시가 안되는 문제점을 발견하고 연락차단에 의한 감시의 필요성에 따라 50F(FE-13) 동작시에 입력 받던 신호라인을 54F의 Holding Coil을 제어하는 보조 릴레이 50FT의 동작신호를 입력받게 변경하였다. 50FT 릴레이는 50F, 85F, 수동개방신호에 의해 동작되므로 시험계전기는 54F가 개방되면 선로전류를 기록하게 된다.

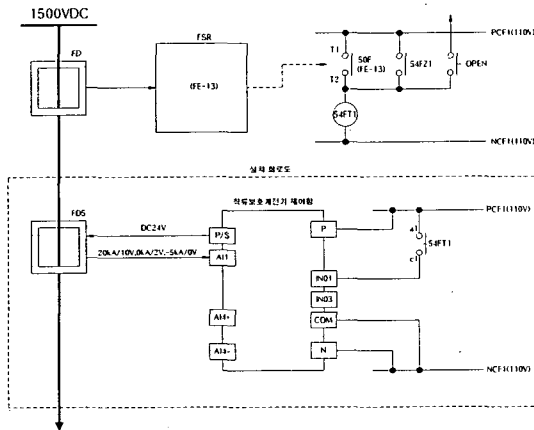


그림 3 설치 변경후 계통도
Fig. 3 The Diagram after Changed Install Location

2.2 청량리역 설치내역

시험기간 중 청량리 T/P의 F31H(54W)가 차단되고 연락차단으로 제기변전소의 54W(F11,F12)가 차단되는 원인을 규명하기 위하여 제기변전소 F12에 설치되었던 시험계전기를 청량리 T/P F31H로 이설 작업하였다.

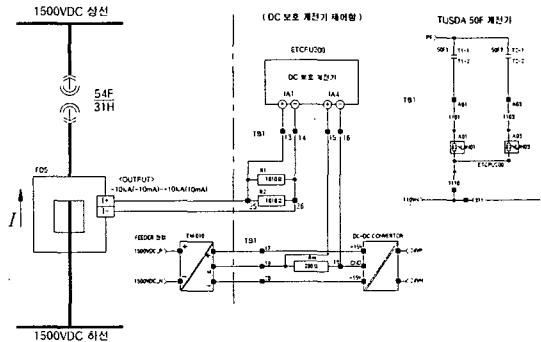


그림 4 청량리역 설치 계통도
Fig. 4 The Install Diagram in the Cheongyangri T/P

2.2.3 제기변전소 및 청량리 T/P 동작이력

제기변전소에서 2개월간(2005/4/08~2005/6/7) 시험한 결과와 청량리 T/P에서 3주간(2005/5/20~2005/6/7) 시험한 결과 54W(F12), 50F(F11)T/P, 그리고 F31H 연락차단(85)에 의한 빈번한 동작을 하였다. 아래 표는 적용시험 2개월 동안 동작한 이력이다.

표 3 제기역 동작이력

Table 3 Operation Events in the Jegi S/S

No	Time	50F 동작	54W 동작
1	2005/04/23 19:32	F11	F12
2	2005/05/09 08:25	F11	F12
3	2005/05/19 20:55	F11	F12
4	2005/05/21 17:58	F11	F12
5	2005/05/23 19:33	F11	F12
6	2005/05/30 15:49	F11	F12

표 4 청량리 T/P 동작이력

Table 4 Operation Events in the Cheongyangri T/P

No	Time	연락차단(85)
1	2005/04/13 22:05	F11(청량리하선)
2	2005/04/22 20:00	F11(청량리하선)
3	2005/05/04 19:44	F11(청량리하선)
4	2005/05/06 19:01	F11(청량리하선)
5	2005/05/12 08:34	F12(청량리상선)
6	2005/05/14 15:56	F11(청량리하선)
7	2005/06/03 07:56	F11(청량리하선)

3. 본 론

3.1 제기변전소 및 청량리 T/P 사고분석

3.1.1 54W 및 50F에 의한 동작 - 사례 1

제기변전소 F11에 2005년 4월 23일 Delta I(PDIT)로 발생한 사고로서 당시 그림 5와 같이 F1과 F2의 급전구간에는 차량 3대가 운행 중에 있었고 차량 3대는 54F1과 54F2에서 급전전류를 분할 공급받고 있었다. 분할된 급전전류는 54F1이 4485A를 공급중이고 54F2는 6833A를 공급하고 있었다. 이때 54F2의 54W2(현 정정치 7000A)가 6833A의 과전류에 의해 트립 동작되고 이로 인하여 54F2에서 공급하고 있던 급전전류를 54F1이 모두 공급하게 되었다. 이로 인하여 54F1의 50F1은 Delta I 전류가 2873A(320kA/s)로 급상승하여 트립 동작한 것이다. 또한 이때 F1의 최대 급전전류는 7358A가 되어 54W1(현정정치 7000A)이 동작되었다.

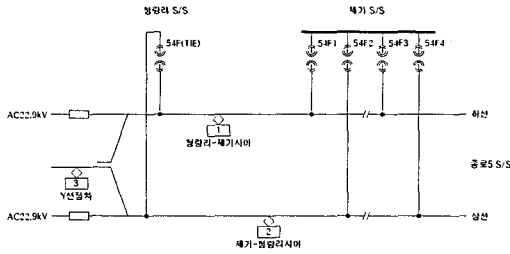


그림 5 사례 1 당시 급전 단선도
Fig. 5 The Diagram in the Fault Case 1

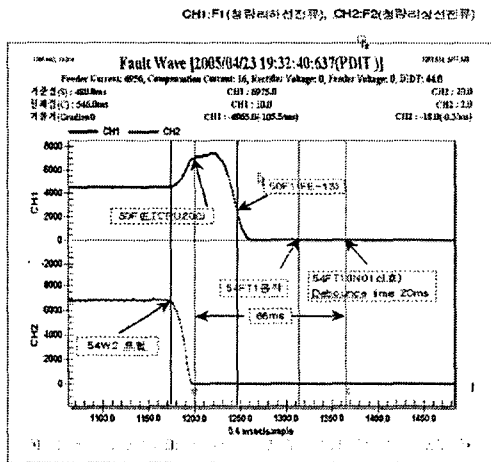


그림 6 사례 1 당시 기록된 사고파형
Fig. 6 The Recorded Waves in the Fault Case 1

표 5 사례 1 동작이력
Table 5 Operation Events in the Fault Case 1

No	Time	시간차	내용
1	2005/4/23 19:32:40:707	20ms후	Debounce time 동작시간(20ms정정), IN01 Event 발생
2	2005/4/23 19:32:40:687	28ms후	54FT1(개방Holding Relay) 동작
3	2005/4/23 19:32:40:659	18ms후	50F1(FE-13) 동작
4	2005/4/23 19:32:40:641	0ms	PDIT Event 발생, 50F(ETCPU200)

사고당시 기록된 사고파형과 이벤트 그리고 54FT1의 동작 시간을 기준으로 분석하면 아래와 같다. (54FT1의 a 접점 동작시간은 28ms임.)

- step1: F2의 54W2가 6833A의 과전류에 의해 트립.
- step2: 54F2가 트립 되면서 F1의 급전전류가 최대 7358A까지 급상승.
- step3: 급상승된 Delta I 전류는 2873A(320kA/s)가 되어 시험계전기가 PDIT로 동작되고 또한 TSUDA 50F1(FE-13)과 HSCB 54W1이 동시 동작.
- step4: TSUDA 50F1(FE-13)과 HSCB 54W1이 동시 동작하나 파형에서 보듯이 전류가 거의 차단될 때 50F1(FE-13)이 동작하게 된다. 이는 HSCB 54W1의 빠른 동작으로 인해 전류가 차단된 후 이어서 TSUDA 50F1(FE-13)이 동작.
- step5: TSUDA 50F1(FE-13)은 54FT1(응답시간 28ms)의 코일을 여자 시키며 시험계전기의 입력 IN01에 전달.
- step6: 시험계전기는 IN01에 입력신호가 있으면 설정된 20ms의 Debounce time후에 전류파형을 기록

3.1.2 연락차단(85)에 의한 동작 - 사례 2

제기변전소 F11에서 2005년 4월 22일 "NONE"로 발생한 사고로서 청량리 T/P에 있는 54F가 트립 동작되고 연락신호에 의해 제기변전소의 54F1이 트립 동작하였다.

저장된 전류파형을 보면 급전전류가 F1(1600A)과 F2(1800A)가 정상전류이다. 연락차단 신호지연이 약 200ms로 볼 때 트리거지점으로 부터 200ms 되는 지점에서 연락신호가 Active된 것으로 보면 청량리 Tie용 50F는 급전차량의 희생 또는 부하의 급속한 감소로 인하여 ΔI가 발생 시 동작된 것이며 급전전류는 정상부하로 급전선로에 사고는 없었다.

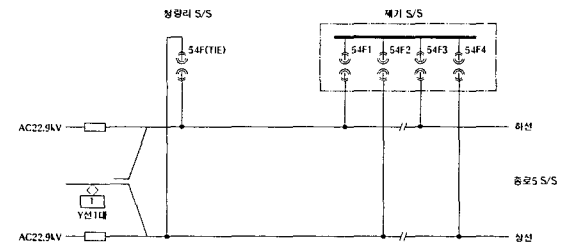


그림 7 사례 2 당시 급전 단선도
Fig. 7 The Diagram in the Fault Case 2

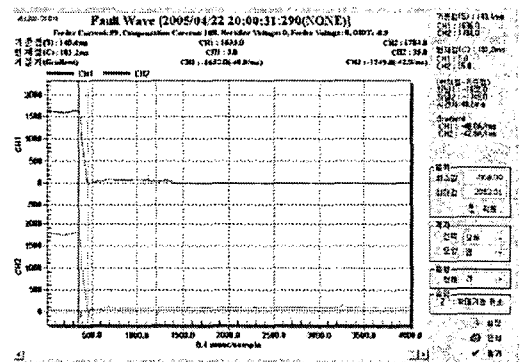


그림 8 사례 2 당시 기록된 사고파형
Fig. 8 The Recorded Waves in the Case 2

3.1.3 연락차단(85)에 의한 동작 - 사례3

청량리 T/P F31H에서 2005년 6월 3일 "NONE"으로 발생한 사고로서 청량리T/P에 있는 F31H(54F)가 트립 동작되고 연락신호에 의해 제기변전소의 54F1(F11)이 트립 동작하였다. 청량리 T/P의 급전선로 보호용 계전기 FSR(FM-1)은 $\Delta VA(\Delta I, -\Delta E)$ 로 동작하며 동작치는 300KVA로 설정되어 있었다.

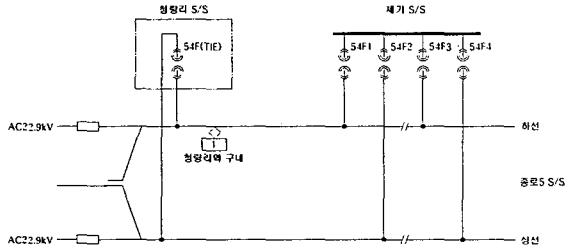


그림 9 사례3 당시 급전 단선도
Fig. 9 The Diagram in the Fault Case 3

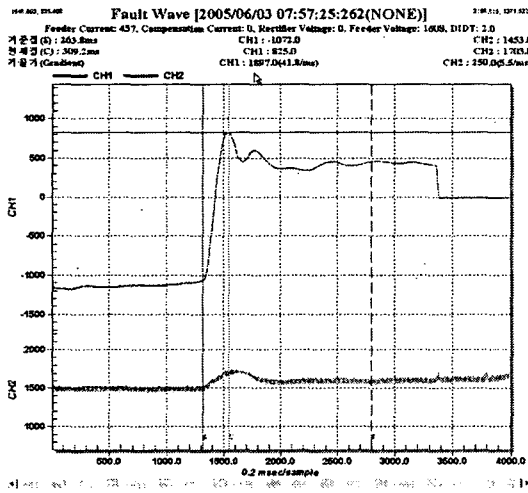


그림 10 사례3 당시 기록된 사고파형
Fig. 10 The Recorded Waves in the Fault Case 3

사고 당시 저장된 전류파형을 보면 급전전류가 -1056A가 흐르고 있는 상태에서 +825로 ΔI 가 1897A(41.8kA/s) 증가하였다. 이때 전압파형을 보면 1470V에서 1705V로 235V 상승하였고 트립될 당시에 1522V로 183V하강 하였다.

운영일지를 보면 청량리 하선에 차량이 1대 있었으며 차량이 청량리 역 구내에 진입하면서 회생전류를 발생하였다. 이 전차는 F1과 F2에서 급전전류를 나누어 공급받고 있었다. F2에서는 F31H(T/P)를 통해 전차에 1056A(-전류)를 공급하고 이때 전차가 회생하면서 825A(+전류)의 회생전류가 발생되었다.

전압은 전차부하에 의해 전압이 강하된 상태에서 전차가 회생하면서 전압이 순간 상승(+235V) 한 후에 다시 하강(-183V)하였다. 회생 전류에 의해 실질적으로는 151KVA(825A×183V)의 ΔVA 가 발생되었으나 FDR(FM-1)은 347KVA(1897A×183V)의 ΔVA 로 인식하여 동작된 것으로

판단된다. 이는 FDR의 전류감지장치 FD의 특성에 의해 ΔI 를 높게 판단한 것이다.

FD는 ΔI (전류변화량)를 감지하여FDR(FM-1)에 전달한다. FD는 회생전류와 부하전류를 구분하지 못한다. 이에 회생전류를 전부 사고전류로 인식하여 오동작한 것이다.

FD는 일본 TSUDA사의 제품이며 구형모델로써 회생전류를 구분해 내지 못하고 오동작하는 사례가 있어 현재 TUSDA사에서는 신형 FD5를 생산 하였고 일본 지하철은 이 FD5로 모두 교체 운행하고 있다.

3.2 매봉, 낙성대, 상봉, 을지로4가 시험적용

시험적용 방법은 제기변전소 및 청량리 T/P와 동일한 방법으로 하였으며 주요 이력은 그림 11~13과 같다. 현장적용기간동안 을지로4가에서는 사고가 없었으며 상봉변전소에는 연락차단(85)에 의한 사고가 1건 기록되었다.

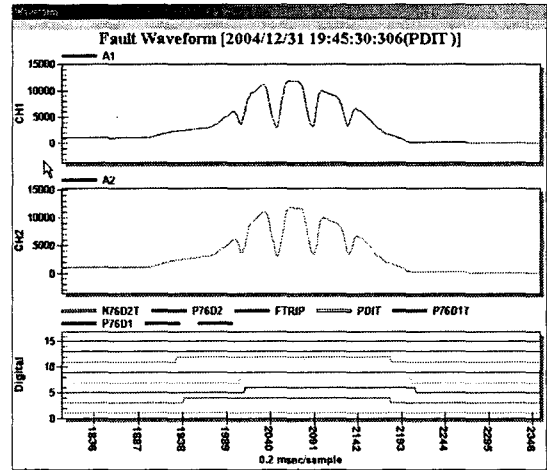


그림 11 매봉변전소 Chopper차량에 의한 50F 고장파형 (2004/12/31 19:45)
Fig. 11 The Recorded Wave in the Maebong by the Chopper train(2004/12/31 19:45)

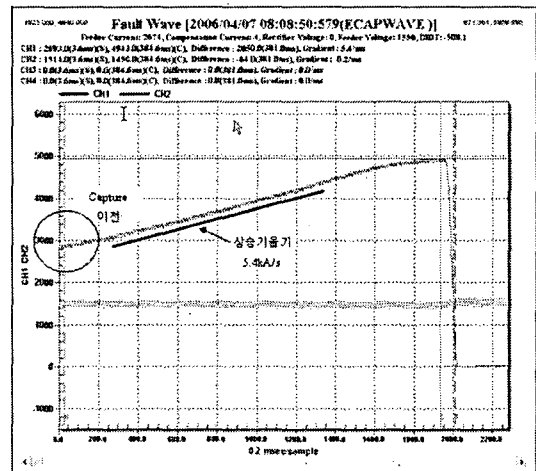


그림 12 낙성대 50F 오동작사례(2006/04 /07 08:08)
Fig. 12 The 50F Missoperation Case in the Nakseongdae S/S (2006/04/07 08:08)

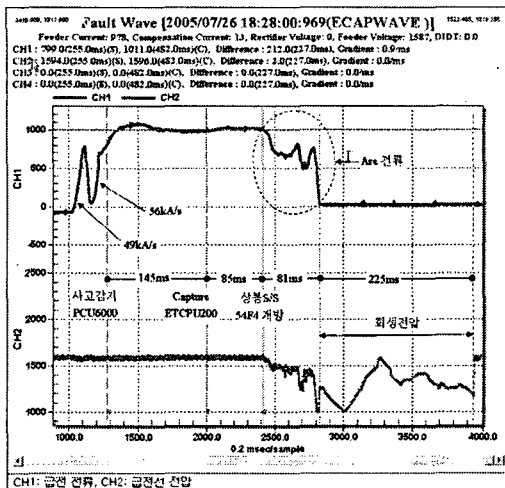


그림 13 상봉 연락차단(85) 동작사례(2005 / 7 / 26 18:28)
 Fig. 13 The 85. Operation Case in the Sangbong S/S (2005 / 7 / 26 18:28)

3.3 시험적용 사례결과 및 고찰

제기변전소에서의 54W의 오동작 요소를 없애기 위해서는 F11과 F12의 54W 설정치를 필히 상향조정해야 하며 설정치는 "시간 별 최대 부하이력"을 참고하고 변전소 최대 급전 공급용량을 고려할 때 7500A 이상으로 조정해야 할 것이다.

청량리 T/P F31H 연락차단(85)에 의하여 F11과 F12가 빈번한 동작을 한 원인은 50F(T/P)가 회생전류에 의해 오동작을 한 것이며 FSR은 회생전류에 의한 ΔI를 구분할 수 없는 근본적인 원인을 가지고 이는 제품으로서 이미 일본에서는 단종된 제품이며 현재 사용하고 있지 않는다. FSR의 오동작을 막을 수 있는 방법은 현 FSR(FM-1)로서는 불가능하며 신형 계전기로 교체가 시급하다.

매봉변전소에서 Chopper차량에 의한 사고로 판단되는 파형이 기록되었으며 운행일지와 비교하여 실제 해당시간에 차량과부하계전기가 작동한 것으로 확인되었다.

낙성대에서 발생한 50F동작은 현 서울메트로에 사용되는 신형계전기의 기본설정이 초기기율기 50kA/s와 종료기율기 12kA임을 감안할 때 기록된 파형으로 볼 때 명백한 오동작으로 판단된다.

이번 시험결과에서 보면 급전계통의 효율적인 관리를 위해서는 사고를 판별하여 검출하는 보호계전기의 고유임무 외에도 기록파형에 대한 분석기능과 부하관리, 선로의 전기적 특성 등 다양한 정보를 기록 관리 할 수 있는 것이 매우 중요하다는 점을 알 수 있다. 그림 14는 시험계전기에서 지원하는 파형보기 화면이다. 아날로그와 디지털요소를 모두 볼 수 있으며 커서를 이용한 위치정보, 파형확대 및 축소기능 등 파형분석을 위한 다양한 기능을 제공하고 있는 것을 알 수 있다.

그림 15~16은 시험기간 동안의 시간별 최대 소비와 회생 부하 및 최대최소 전압을 보여 주고 있으며 이밖에도 시험계전기는 선로의 전압전류를 실시간으로 캡처 할 수 있는

스코프 기능, 외부캡처 기능 등 다양한 기능들을 제공해 주고 있다. 이러한 기능은 시스템 운용자에게 운용계획 수립 및 계통 운전애 있어 보다 정밀하고 안정적인 환경을 제공할 것이다.

그러나 서울지하철 개통이후 지금까지 경험한 직류급전계통 사고에서 보호계전기에 의해 검출이 되지 않거나 내용이 정확하게 판별되지 않았던 다양한 '지락관련 사고의 구분 및 판단'에 관한 사항과 '선로의 정수를 고려한 사고범위의 설정' 등 교류 송배전계통과 비교할 고수준 및 지능화 방안으로 발전시킬 수 있도록 이에 대한 연구가 더욱 필요할 것으로 판단된다.

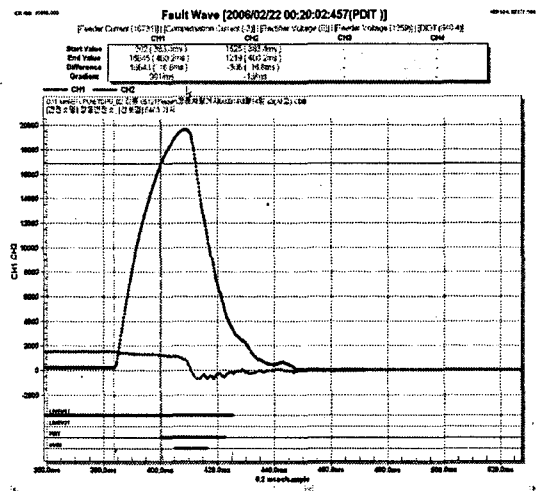


그림 14 시험계전기의 파형 보기창
 Fig. 14 The Wave View with Interface Software

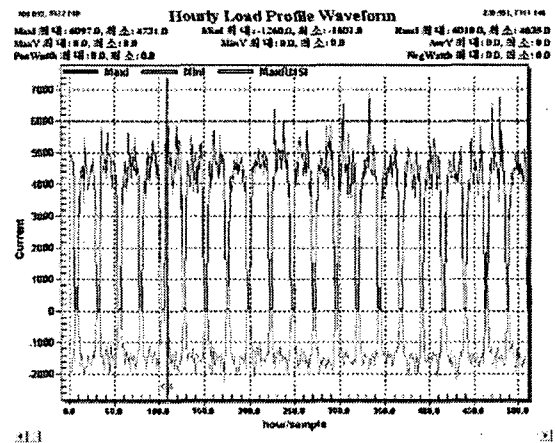


그림 15 제기변전소 F11(청량리하선) 시간별 부하이력 (2005/04/08~2005/06/09)
 Fig. 15 The Hourly Load Profile in the Jegi S/S F11(2005/04/08~2005/06/09)

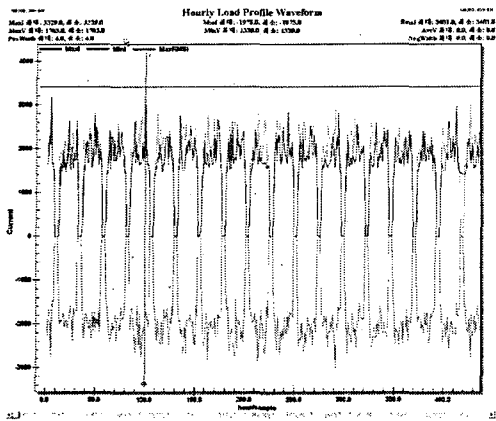


그림 16 청량리 T/P(F31H) 시간별 부하이력(2005/5/20~2005/6/7)

Fig. 16 The Hourly Load Profile in the Cheongyangni T/P(2005/4/8~2005/5/19)

4. 결 론

본 논문에서 디지털 직류보호계전기 시험적용사례를 통하여 설치개소에서 발생하는 계전기 동작에 대한 구체적인 원인 규명을 수행 하였다.

현재 운용중인 보호계전기 중에는 수십 년이 지난 것들이 많으며 이 중에서는 근본적으로 오동작이 발생할 수 있는 계전기도 있다. 현재 고객들의 서비스 요구수준은 날로 높아 가고 있는 실정이며 이것을 만족시키기 위해서는 지금까지 직류계통의 특성상 교류계통에 비해 사고전류의 판별이 매우 곤란하다는 아날로그 방식의 한계와 제한된 수효로 인한 경제성의 약점은 디지털기술의 발전과 도시철도 관련기관의 적극적인 협조를 통해 해소할 수 있을 것으로 전망되며 노력이 필요하다고 본다.

완벽한 시스템은 존재할 수 없으나 고장발생시 신속한 원인분석을 통하여 보다 신뢰성 높은 시스템 구축과 안정된 서비스 제공이 이루어질 수 있을 것이다. 따라서 계통 보호의 고유 임무는 물론이며 다양한 고장분석 및 시스템관리를 지원해 줄 수 있는 디지털 보호 계전기의 도입과 다양하고 체계적인 연구가 필요한 시점으로 사료된다.

참 고 문 헌

[1] A. Adinolfi, R. Lamedica, C. Modesto, A. Prudenzi, A. Vimercati, S. Intermetro S.p.A., "Experimental Assessment of Energy Saving Due to Trains Regenerative Braking in an Electrified Subway Line," Industrial and Commercial Power Systems Technical Conf., pp. 211-216, 1997.

[2] Zhu Panfeng, Li Yongli, "An adaptive protection scheme in subway DC traction supply system" Power System Technology, Proceedings. International Conf.2002, pp. 716-719, Oct. 2002.

[3] Seong-Ho Han, Su-Gil Lee, Won-Kyong Kim, "Development of onboard train automatic control system for Korean standard EMU" IEEE International Symposium, pp. 1257-1259, June. 2001.

[4] 디지털형 직류보호계전기 현장적용시험 최종 보고서 1호선 제기변전소-청량리 T/P, 인택전기전자(주), 2005.

[5] 디지털형 직류보호계전기 현장적용시험 최종 보고서 3호선 매봉변전소, 인택전기전자(주), 2005. 1.

[6] 디지털형 직류보호계전기 현장적용시험 최종 보고서 2호선 낙성대변전소, 인택전기전자(주), 2006. 7.

[7] 디지털형 직류보호계전기 현장적용시험 최종 보고서 7호선 상봉변전소/5호선 을지로4가 변전소, 인택전기전자(주), 2006. 6.

저 자 소 개



고 인 석 (高寅錫)

1945년 6월 15일생. 1967년 전남대 전기공학과 졸업. 1996년~현재 인택전기전자(주) 대표이사
Tel : 031) 227-1161
Fax : 031) 227-1164
E-mail : entec@entecene.co.kr



차 광 석 (車廣錫)

1952년 09월 13일생 1979년 전남대 전기공학과 졸업 1981년~ 현재 서울메트로(구:서울지하철공사) 전기처 처장
Tel : 02) 520-5840
Fax : 02) 520-5849
E-mail : ksc21c@hanmail.net



민 병 훈 (閔丙薰)

1951년 5월 21일생. 1988년 국립경기공업개방대학교 전기공학과 졸업. 2002년~현재 철도전문대학원 철도전기신호학과 박사과정, 2003년~2006년(전)서울메트로 기술본부장
Tel : 02) 520-5012
Fax : 02) 520-5018
E-mail : mbh108@krpost.net