

The Development of ASS Controller Using DSP

禹天熙[†] · 韓泰煥*
(Chun-Hee Woo · Tae-Hwan Han)

Abstract - In this study, We developed the microprocessor based controller for Auto Section Switch(ASS). This is installed at consumer's medium-high voltage(load capacity is below 4,000 kVA) switchgear. This function is cooperate with protection device of fault section and automatically dividing the section. And It is designed by Air puffer type extinction structure and adopt the mechanism and breaking part module of existing Load Breaker Switch. In addition, We successfully conducted the operation test and checked main function of proto-type.

Key Words : Auto Section Switch, Digital Controller, Over Current Protection, Inrush Current

1. 서 론

자동고장구분개폐기(ASS: Auto Section Switch)는 특고압 수전설비의 부하용량 4,000KVA 이하의 수용가(대용량 전기로, 전동기 등의 단독부하 및 2,000KVA 이상의 특수부하)에 설치되어 과부하 또는 고장전류 발생 시 선로를 탐보호 기기와 협조하여 고장으로 인한 계통 과급 사고를 감소할 목적으로 사용된다.[1] 즉 전로에 이상이 발생되거나 과도 고장 시에는 동작하지 않고, 영구 고장에서만 전로를 자동으로 차단함으로써 수용가의 고장이 선로로 과급되는 것을 방지하고, 수용가의 피해도 최소화하는 기기이다. 이때 고장 구간의 진단 보호장치와 협조하여 자동구분 분리하는 장치이다.

종래의 Oil Type 고장구분개폐기에서 Air Type으로 범제화됨에 따라 국내에서도 Air Puffer형 소호 구조를 적용한 기중부하개폐기(LBS)의 조작기 및 차단부 모듈을 이용하여 설계 제작하고 있다. 물론 주 보호기기뿐만 아니라 이를 제어하는 제어기를 일체형으로 제작하여 납품하고 있지만 대개의 경우 정지형 제어기가 주류를 이루고 있다.[2]

본 연구에서는 TMS 시리즈 DSP를 사용하여 CPU 보드 및 아날로그 입력보드를 개발하였으며 이를 동작시키는 기본 입출력시스템(BIOS : Basic Input/Output System) 및 디지털 필터 기술을 적용한 알고리즘을 제작하였다. 개발제품을 성능 시험한 결과 계통 단락고장시 허용오차(5%) 범위 내에서 신뢰성 있게 동작하였으며, 개발되어진 디지털형 제어기는 기존의 아날로그 및 정지형 방식이 가진 동작오차의 단점을 개선하고, 자기진단 및 시스템으로서의 기능을 대폭 보완할 것으로 기대되어 진다. [3-6]

2. 자동고장구분개폐기용 제어장치의 제작

최근에는 자동고장구분개폐기를 원격으로 제어하기 위하여 마이크로컴퓨터 회로를 내장하고, 동작원인 표시 및 제어기 자체 결함에 대한 감시 기능을 갖도록 요구하고 있다. 디지털형 제어장치인 경우 전류 샘플링에서의 정확도를 기할 수 있으며, 이에 따라 5% 이내의 동작오차를 확보할 수 있다. 또한 간단한 사용자 인터페이스를 제공하므로 동작치 및 과전류 차단 LOCK 기능 등 시스템 기능을 쉽게 설정할 수 있다.

2.1 개발된 제어장치의 특징

본 연구에서 개발된 제어장치는 화재, 폭발의 위험성으로부터 탈피하고 기존 Oil Type보다 소형, 경량화하기 위한 구조를 갖도록 제작되었다. 이에 따라 설치 용적을 대폭 축소하여 배전반 판넬에 취부 가능하도록 하였으며, 기존 LBS와 호환사용이 가능함에 따라 경제성을 제고하였다. 또한 유지보수의 간편함을 추구하였으며, 수동조작 방식의 수월성을 채택하고 Option에 의한 다양한 기능을 부여(Fuse, 차단 Trip 기능 등) 하였다. 구체적인 개발제품의 특징은 다음과 같다.

2.1.1 디지털 필터의 내장

샘플링홀더와 멀티플렉서를 통하여 입력되는 전류신호는 디지털 필터링 알고리즘을 거쳐 정밀하게 전류 크기가 계산되며, 이를 디스플레이 장치에 표시한다. 입력신호의 표시범위가 1A - 1000A 범위이므로 정밀 계측이 이루어질 수 있다.

2.1.2 다양한 전기량 표시장치 제공

제어기의 표시부에는 상전류(R, S, T상) 및 지락전류를 표시부와 설정 스위치가 구비되어야 한다. 각상의 전류를

[†] 교신저자, 正會員 : 明知專門大學 電氣科 副教授 工博
E-mail : chwoo@mail.mjc.ac.kr

* 正會員 : 明知專門大學 電氣科 副教授 工博
接受日字 : 2004年 4月 7日
最終完了 : 2004年 5月 18日

선택해서 보고자할 때 이 스위치를 누르면 R→S→T→G→R로 변화되고 스위치 조작을 하지 않고 5초가 경과되면 자동으로 R,S,T중 최대전류의 상이 표시된다. 전류표시는 2초에 1번씩 변화시키며, 전류 표시판에는 100A 미만은 0.1A단위로 표시되고 100A 이상은 1A단위로 표시한다. 상전류나 지락전류가 설정전류 이상일 때는 LED가 점등된다.

표 1 개발 제품의 사양

Table 1 The basic specification of Proto-type

구 분		내 용	
사용전압 및 주파수		AC 220V ±10%, 60Hz	
전류 검출 방식		Peak치 검출	
전류변환용 CT		개폐기 : 3CT 사용 제어기 : 4CT 사용(1CT : 지락전류 검출)	
설정 전류	상전류	10A,20A,30A,50A,70A,100A,140A,200A, LOCK	
	지락 전류	5A,10A,15A,25A,35A,50A,70A,100A, BYPASS	
과전류 TRIP 기능	상전류	반한시	150% : 2.79 Sec
			300% : 0.43 Sec
			600% : 0.1 Sec
	지락 전류	반한시	150% : 5.83 Sec
300% : 0.927 Sec			
600% : 0.225 Sec			
돌입전류 억제 기능		상전류 및 지락전류에 상관없이 0.5초 또는 1초 지연 선택 가능	
과전류 LOCK 기능		고장전류가 800A이상인 경우 Lock되며 비보호 장치의 회로 개방후 축세 Trip이 된다.	
축세 TRIP 기능		비보호 장치의 동작으로 무전류 발생시 순시 Trip된다	
축전지 검사 기능		내장된 축전지(Battery)의 품질상태 자동 Check	
RESET 방법		Reset Switch에 의한 복귀	
허용 오차	전류표시	표시범위 : 1.0A ~999A	
		표시오차 : ±5% 이하	
		동작시간 : 각 조정치의 ±10%이하	
내전압		1. 전기회로와 대지간 : 2000V AC 1분간	
절연저항		1. 전기회로 상호간 : 100MΩ / 500V DC 2. 전기회로 상호간 및 단자간 : 10MΩ / 500V DC	
허용 환경	운전온도	-20 ~ 40℃	
	습도	45 ~ 85% RH	
구동부 접점		투입접점 : AC 250V 10A, 1a TRIP접점 : AC 250V 10A, 1a	

2.1.3 돌입전류 억제 기능 내장

돌입전류 억제기능을 제공하기 위해서 설정스위치로 0.5초 또는 1초를 선택하며, 또한 과전류 LOCK 기능에 의한 TRIP 또는 축세 TRIP일 때 LED가 점등된다. 이밖에도 Battery의 수명이 다하여 개폐기의 TRIP이 힘든 상태인지 표시를 하여야 하며, 이에 따라 전원의 충전여부를 표시하는 방법을 제시하고 있다.

2.1.4 입력 신호의 Auto Calibration 기능 내장

현장에서 일반적으로 제품 설치 시 변류기(CT)로부터 들어오는 신호를 미세 조정할 필요가 있다. 피시품의 제어장치는 자동으로 Calibration하는 기능을 내장한다.

2.1.5 EVENT 기록기능 제공

사고전 일정 시간까지 데이터를 메모리에 내장하고 있어, Fault Recorder로서의 기능도 수행하며, EVENT를 기록하게 된다. 고장이 발생한 상, 고장전류의 크기 등 고장 이력을 8개까지 저장한다.

2.2 개발된 제어장치의 기능

자동보호개폐기의 기능에는 크게 과전류로부터 계통을 보호하는 주된 보호기능 외에, 무전류 상태에서 갑자기 과전류 상태가 되는 돌입전류를 억제하는 기능, 800A 이상의 과전류에서 LOCK하는 기능, 추세 Trip 기능 등이 있다.

2.2.1 과전류 보호기능

Lock 전류(800 [A]) 이하의 전류에서 최소 동작전류의 1.5배에서 2.5초 이상의 강반한시성 특성을 가지고 후비보호 장치의 지연동작과 협조하여 과부하 전류를 직접 차단한다. 여기서 과전류 동작시간은 돌입억제 기능이 제거된 후부터 시간을 측정함을 의미한다.

- 1) PHASE 반한시 특성범위 : 100% ~ 1000%
- 2) GROUND 반한시 특성범위 : 100% ~ 1000%
- 3) 과전류 동작 개시점 : 각 TAP 정정치의 ±10% 이내
- 4) 반한시특성 : 150%전류에서 2.5초 이상이고 강반한시성 일 것
- 5) 동작시간 오차 : ±10%이하

표 2 제어기의 과전류 한시동작 특성

Table 2 The Inverse characteristics of Over Current

과전류비	기존형		신형	
	PHASE	GROUND	PHASE	GROUND
150%	3.0 SEC	5.8 SEC	3.0 SEC	7.5 SEC
300%	0.5 SEC	1.25 SEC	0.5 SEC	1.25 SEC
600%	0.22 SEC	0.57 SEC	0.22 SEC	0.57 SEC

2.2.2 돌입전류 억제 기능

다른 수용가 또는 전원측 선로의 고장으로 인해 후비 보호장치가 동작할 때 무전압 직전 고장전류의 유무를 판단함으로써 후비 보호장치의 제가압시 발생하는 돌입전류로 인해 오동작하지 않도록 하는 기능을 제공한다.

1) 돌입전류 억제기능의 동작조건

정상전류(각상의 통전전류가 1A 이상의 전류)가 통전하고 있다가 무전류 상태가(각상의 통전전류가 0~1A범위의 전류가 30 ~ 150mS 이상 지속시를 말함) 된 후 과전류 상태가 되면 돌입전류 억제기능에 의하여 0.5초 또는 1초 지연후 과전류 동작기능이 작동(전류검출에 의한 돌입전류 검출)된다.

2) 돌입전류 억제기능의 부동작 조건

- ① 제작후 초기 설치시 또는 내장된 Battery 교환 후에 초기 한번은 돌입전류 억제기능이 작동되지 않는다.
- ② 설정치의 100±10%의 통전상태가 지속되다가 무전류

상태(각상의 동작전류가 0~1A 범위의 전류가 30~150mS 이상 지속시를 말함)가 된 후 과전류 상태가 되면, 돌입전류 억제기능이 작동하지 않고 즉시 과전류 동작기능이 작동(정상시 정상전류가 통전되지 않았다고 판단)한다.

2.2.3 과전류 LOCK 기능

Lock 전류 이상의 고장 발생시 개폐기를 보호하면서 고장을 제거하는 기능을 제공한다. 800A 이상의 전류가 통전되면 이 때 800A 이상의 전류가 통전되었다는 것을 기억하고 있다가 800A 이하의 전류가 통전되는 순간을 포착하여 50mS 이내에 TRIP 신호를 출력한다. 만약 200A 이하의 전류이면 과전류 동작기능(TCC Function)에 따라 동작한다.

2.2.4 축세 TRIP 기능

과부하(100±10%)로 인하여 과전류 동작기능이 작동 중이다가 후비 보호기기 개방상태(각상의 통전전류가 0~1A 범위의 전류가 30~150mS 이상 지속시를 말함)가 되면 즉시 TRIP하는 기능을 말한다. 즉 후비 보호장치의 순시동작과 협조하거나 Lock 전류 이상의 전류에 대하여 후비 보호장치가 개방된 뒤에 동작하는 기능이다.

2.2.5 축전지 과방전 방지기능

제어장치에 내장된 축전지는 AC220 [V]에 의해 자동으로 충전되며, LCD 및 조작키를 통해 축전지의 상태를 자기진단할 수 있다. 축전지의 단자전압을 감시하여 그 전압이 DC23 [V] 미만으로 저하되면 일정시간 후에 축전지를 회로에서 분리함으로써, 축전지가 과방전되는 것을 방지한다. 축전지가 회로에서 분리되었을 경우, 외부전원이 들어오거나 축전지를 양호한 것으로 교체해 주면 자동 복구된다.

2.2.6 통신기능

제어장치는 RS-485 동기방식을 사용하여 모니터링시스템과 통신하며, 구체적인 사양은 다음과 같다.

- 1) RS-485, Multi-drop, 반이중 방식
- 2) 동기 방식 : 비동기 방식
- 3) Baud Rate : 2400 bps - 19200 bps
- 4) Protocol : modbus(RTU) protocol
- 5) CAN(Controller Area Network) Protocol v2.0B

2.3 제어기의 제작

제어기는 입력부의 신호를 분석하여 각 상황에 따라 출력부에 신호를 전달하며, 또 칩 내부에서 WATCHDOG 기능을 부가시켜 이상 상태 시 자동 RESET시키는 MPU를 중심으로 전류검출부, 전원부, 설정치 입력을 위한 Key 조작부, 개폐기가 투입 및 트립상태 표시, 축전지(Battery) 시험결과 등을 표시하는 LED 표시부로 구성한다.

2.3.1 MPU

입력부의 신호를 분석하여 각 상황에 따라 출력부에 신호를 전달한다. 또 칩 내부에서 WATCHDOG 기능을 부가시켜 이상 상태시 자동 리셋시킨다.



그림 1 개발 완료된 자동구분개폐기의 제어기
Fig. 1 The developed ASS controller

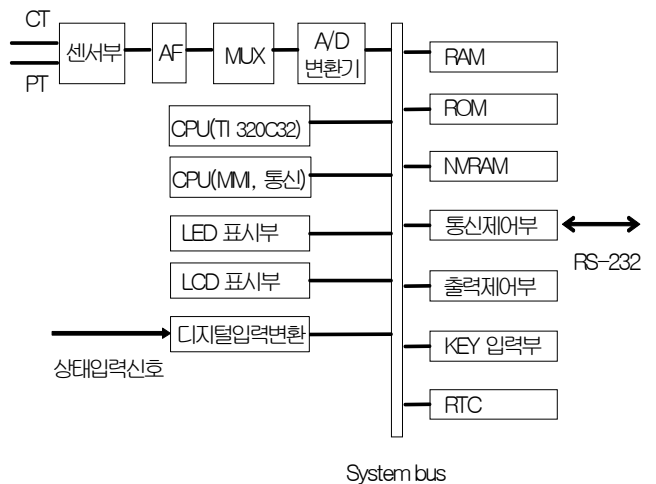


그림 2 자동고장구분개폐기의 제어장치 블럭도
Fig. 2 The block diagram of ASS controller

2.3.2 전류검출 및 표시부

각상(R, S, T, N)에 흐르는 전류를 입력하여 신호변환 및 필터링을 수행하고 DFT 알고리즘을 거쳐 A/D변환한다. 그 결과를 이용하여 각상의 전류값 및 지락전류를 표시할 때는 LCD를 사용하여 표시한다. 또한 개폐기의 투입 또는 트립 상태, 고장전류 발생 상태 그리고 축전지(Battery) 자기진단 결과 이상 표시는 LED를 이용하여 운영자에게 알려준다.

2.3.3 Key 조작 및 설정치 입력부

조작부는 개폐기의 투입 및 트립 동작을 위한 조작과 표시장치의 표시내용 변환을 위한 조작으로 나누어지며, 설정치 입력은 버튼(Button)을 이용하여 설정치를 셋팅한다. 제어기의 전면 표시부는 현재의 R, S, T 상전류를 표시하고, 상전류 및 지락전류를 설정치 표시, 돌입전류 억제시간 설정치를 표시한다.

2.3.4 투입/트립 구동부 및 전원부

제어기는 투입 및 TRIP 신호 출력으로서 DC24V 축전지의 전압을 사용하는데, 이에 필요한 전원은 AC 220V, 60Hz

를 입력받아 DC 24V, DC5V, DC ±12V(전류소비 25W이하)를 출력하도록 제작되었다. 충전을 위하여 Battery Charger를 사용하며, DC12V 3AH용 축전지를 2개 직렬 연결하여 DC24V로 구동한다.

표 3 제어기의 전면표시부 내용

Table 3 The display lists of ASS controller front panel

구분	항목	내용
전류 표시부	CURR_R,S,T	현재의 R, S,T상 전류
설정치 표시부	LP	상전류 설정치 표시
	LG	지락전류 설정치 표시
	LR	돌입전류 억제시간 설정치 표시
입력 버튼	SEL, SET 선택 버튼	설정치 선택 및 입력 EVENT 발생시 정보 표시
LED 표시부	IA, IB, IC	A,B,C상 과전류시 점등
	IG	지락전류(불평형)시 점등
	LOCK	과전류LOCK 기능에 의한 TRIP 일때 LED 점등
	POWER 램프	전원 입력시 LED 점등
TEST 스위치	LAMP TEST	FRONT PANEL의 모든 LAMP 점등
	BATT_TEST	Battery 양, 불량을 Test Switch
리셋		TRIP시 동작상태를 RESET 시키기 위한 스위치
투입 차단 동작	CLOSE 버튼	개폐기의 투입 조작을 위한 버튼
	OPEN 버튼	개폐기의 개방조작을 위한 버튼

3. 제어장치의 동작시험 결과

3.1 전류 정밀도 측정시험

A상과 N상에 대해서 80 [A]에서 Auto-Calibration한 후 시험하였으며, 1000 [A]까지 약 -4 [%] 오차 이내의 양호한 시험결과를 얻었다.

표 4 제어기의 전류정밀도 측정시험 결과

Table 4 The current accuracy test results of controller

인가전류 [A]		측정전류 [A]		비고
1차 전류	2차 전류	PHASE	GROUND	
5	0.01	5	5	
10	0.02	10	10	
50	0.1	50	50	
100	0.2	100	100	
350	0.7	345	344	
800	1.6	790	788	
1000	2.0	964	961	

3.2 부하 고장시 Trip 동작시험

3.2.1 부하고장시 고장전류 Pick-Up 시험

설정값의 100~110 [%]의 전류를 흘리고 트립이 일어나면 정상으로 판정하였으며, 시험 결과는 상 설정치 200 [A]에서 고장전류 검출이 되지 않았다.

표 5 제어기의 고장전류 Pick-Up 시험결과

Table 5 The fault-current pick-up test results of controller

상	기준치 [A]	10	20	50	70	100	140	200
	측정치 [A]	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상
접지	기준치 [A]	5	10	25	35	50	70	100
	측정치 [A]	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상

3.2.2 Trip 동작(TCC) 시험

릴레이를 이용하여 본체의 동작을 모의하고 CT 2차에 전류를 입력하여 시험하였다. 측정된 시간값에 자동고장구간개폐기와 릴레이 사이의 동작시간의 차이인 28 [ms]를 더하여 최종 결과값을 산출하였다. 시험시 기준치는 기존의 기준치에 자동고장구간개폐기 본체의 동작 시간을 고려하여 조정하였다.

표 6 제어기의 트립 동작 시험

Table 6 The trip operation test results of controller

구분	설정 전류 [A]	인가전류			기준치 [s]	측정치 [s]	오차 [%]
		[%]	1차 전류 [A]	2차 전류 [mA]			
상 전류	10 [A] (최소)	160	16	32	2.183	2.200	0.78
		300	30	60	0.507	0.544	7.30
		500	50	100	0.220	0.244	10.91
		1000	100	200	0.110	0.130	18.18
	80 [A]	150	120	240	2.668	2.618	-1.87
		300	240	480	0.507	0.540	6.51
		500	400	800	0.220	0.243	10.45
	200 [A] (최대)	150	300	600	2.668	2.534	-5.02
	지락 전류	5 [A] (최소)	144	7.2	14.4	6.851	6.758
300			15	30	1.464	1.546	5.60
500			25	50	0.571	0.541	-5.25
1000			50	100	0.205	0.219	6.83
2000			100	200	0.115	0.134	16.52
80 [A]		149	119	238	6.359	6.611	3.96
		300	240	480	1.464	1.549	5.81
		500	400	800	0.571	0.623	9.11
		150	150	300	6.239	6.548	4.95
		300	300	600	1.464	1.541	5.26
100 [A] (최대)		400	400	800	0.849	0.903	6.36
		500	500	1000	0.571	0.615	7.71

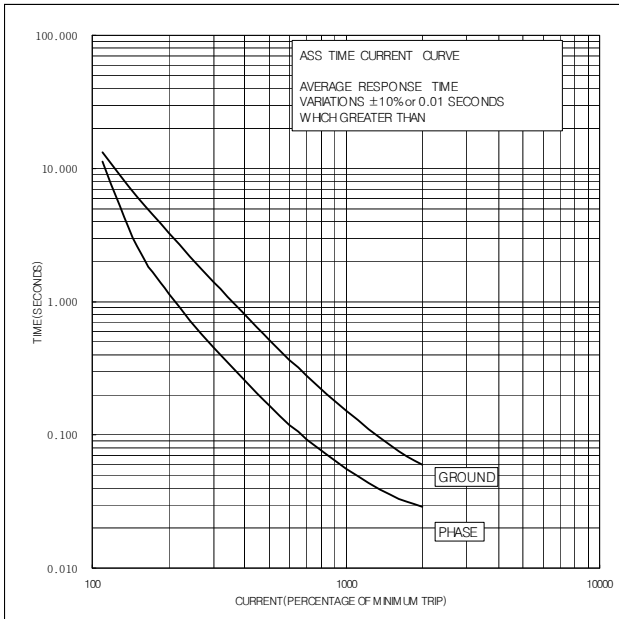


그림 3 제어기의 TCC 곡선

Fig. 3 The TCC curve of ASS Controller

3.2.3 축세 Trip 동작시험

상 또는 지락에 설정값 이상, 즉 Lock 전류 800 [A] 미만의 전류를 인가하였다가 TC 특성에 의한 시간이 완료되지 않은 상태에서 전류를 끊고, 트립 동작을 확인한다. 두 번째로 900 [A]의 전류를 인가하고 나서 TC 특성에 의한 트립은 일어나지 않고, 전류를 끊으면 트립이 되는지를 확인한다. 이때 고장표시 램프(800 LOCK) 및 복귀버튼이 정상적으로 동작하는지를 확인한다.

표 7 제어기의 축세트립 기능 시험

Table 7 The spring-charged trip test results of controller

시험방법	정상 동작	결과	비고
지락은 Bypass, 상은 50 [A] 설정 상태에서 100 [A]의 전류를 인가하였다가 끊어줌.	축세 트립	정상	
지락은 Bypass, 상은 50 [A] 설정 상태에서 55 [A]의 전류를 인가하였다가 끊어줌.	축세 트립	정상	
지락은 Bypass 상태에서 900 [A]의 전류를 인가하였다가 끊어줌.	축세 트립	정상	전류가 흐르고 있는 상태에서는 트립 되지 않음.
상은 Block, 지락은 50 [A] 설정에서 100 [A]의 전류를 인가하였다가 끊어줌.	축세 트립	정상	
상은 Block 상태에서 900 [A]의 전류를 흘렀다가 끊어줌.	축세 트립	정상	전류가 흐르고 있는 상태에서는 트립 되지 않음.
고장표시 램프(800 LOCK) 및 복귀버튼.	점등 및 복귀	정상	

3.3 돌입(Inrush)전류 보호기능 시험

제어기가 돌입전류에 대해 오동작을 하지 않기 위해서는 다음의 세 가지 조건을 만족하여야 한다.

- 1) 상의 경우, 정상전류 상태에서 영전류 상태가 되었다가 다시 전류가 흘렀을 때, 설정된 시간 동안은 설정된 배수 특성에 따라 동작하여야 함.
- 2) 지락의 경우, 정상전류 상태에서 영전류 상태가 되었다가 다시 전류가 흘렀을 때, 설정된 시간 동안은 고장전류 검출이 되지 않아야 함.
- 3) 상 또는 지락에 고장전류 상태에서 영전류 상태가 되었다가 다시 전류가 흘렀을 때, 정상적인 전류 검출이 이루어져야 함.

시험 결과 상 및 지락의 경우에는 돌입대비 시간 1초 설정에서 정상으로 동작함을 확인하였으며, 상의 경우 설정된 배수 미만의 전류에 대해서는 축세 트립되지 않고, 배수 이상의 전류에 대해서는 축세 트립되는 것을 확인하였다.

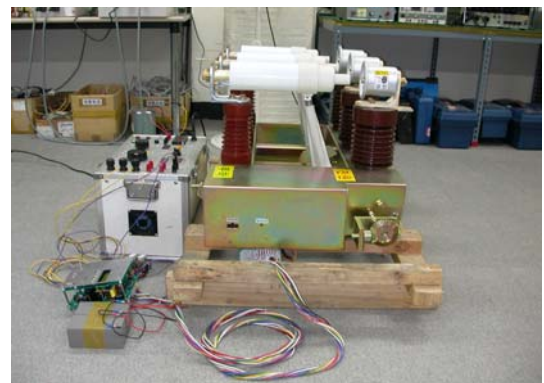


그림 4 제작되어진 제어기의 성능 시험 사진

Fig. 4 The picture of performance test of ASS controller

3.4 축전지 충전기능 시험

제어기에 내장된 축전지의 충전기능과 과전압 방지기능에 대해서 시험을 하였다. 축전지 시험시 축전지 단자전압의 정상여부를 판단하는 기준은 24.5 [V]이다.

표 8 축전지의 단자전압과 충전전류 측정

Table 8 The measuring value of terminal voltage and charging current

축전지 단자전압(DC)	충전전류(DC) [mA]	비고
25.0 [V]	3	
24.3 [V]	20	

또한 축전지의 과방전 방지기능은 축전지 단자 전압이 설정치 미만으로 저하되면 약 1분 후 자동으로 Off 되어야 한다. 시험결과 축전지 과방전 방지 기능은 정상으로 동작하고 있음을 확인하였으며, 과방전 검출 후, 검출 회로에서 약

50 [s]의 시간지연이 있으며, CPU에서는 약 1분 후 차단 신호가 출력되었다.

표 9 축전지의 과방전 보호기능 시험

Table 9 The over-discharge protection test results of battery

과방전 차단	기능여부	정상
	차단전압	약 23.3 [V]
복귀	충전 복귀	정상
	전원 Sw 복귀	정상

4. 결 론

전기공급자 측면에서 계통고장 사고를 보면 적시에 고장 피더를 차단하지 않으면 건전 구간까지 정전 사태를 초래하게 되어 전력 공급의 안정성을 떨어트리게 된다. 본 연구에서는 선로보호용 자동고장구분개폐기의 제어장치를 개발 완료하여 자체적으로 기능시험을 수행하였다.

특히 개발 피시폼은 과전류 및 단락전류를 순시적으로 검출하여 차단하고, 이에 대한 데이터를 보유하고 있음으로써 고장 원인 도출 및 차후 사태에 대한 대책을 수립하는데 중요하게 사용할 수 있으리라 평가된다. 현재는 상품화를 위하여 준비하고 있으며, 동시에 피시폼으로 공인기관에서 형식시험을 통과할 수 있도록 추진 중에 있다.

참 고 문 헌

- [1] 우천희, “선로보호형 거리계전 방식에서 뉴로-퍼지 네트워크를 이용한 고장판단 연구,” 대한전기학회 논문지, 제 42권, 제 8호, pp. 61 - 73, 8. 1993.
- [2] A. G. Phadke, M. Ibrahim, "Fundamental basis for distance relaying with symmetrical components," IEEE Trans. on power apparatus and systems, Vol. PAS 96, No 2, pp. 635 - 643, March/April 1977.
- [3] Texas Instruments, "TMS320 Floating-point DSP optimizing compiler user's guide," Feb. 1995.
- [4] Texas Instruments, "TMS320C3X C Source Debugger User's Guide," 1994.
- [5] PAUL M. Embree, Bruce Kimbie, "C Language Algorithms for Digital Signal Processing," Prentice-Hall International INC., 1991.
- [6] Jean J. Labrosse, "The Real-time kernel," R&D Publications, Lawrence, Kansas.

저 자 소 개

우 천 희 (禹 天 熙)



1961년 6월 5일생. 1985년 연세대 전기과 졸업. 동대학원 석사(1993). 동대학원 전기컴퓨터 공학박사(2000). 1985-1995 현대중공업 중앙연구소 선임연구원. 1995-현재 명지전문대학 전기과 부교수. 관심분야: 디지털형 제어시스템, 실시간 제어

Tel : 02-300-1266

Fax : 02-300-1093

E-mail : chwoo@mail.mjc.ac.kr

한 태 환 (韓 泰 煥)



1956년 3월 18일생. 1980년 한양대 전기과 졸업. 1986년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사), 1998년 충북대 전기공학과 졸업(박사). 1982~1999년 2월 LG산전 자동화사업부. 1999년 3월~2000년 2월 서울대 자동화 연구소. 2000년 3월 ~ 현재 명

지전문대학 전기과 부교수. 1999년 공업계측제어기술사

Tel : 02-300-1286

Fax : 02-300-1093

E-mail : thhan@mail.mjc.ac.kr