

과전류보호계전기의 지능화 성능개선에 관한 연구

박찬원, 전찬민, 전삼석, 김동주, 김정범
강원대학교 전기공학과

Research about performance improvement intelligence of over current protection relay

Chan-Won Park, Chan-Min Jeon, Sam-Sug Chun, Dong-Ju Kim, Jeong-Beom Kim
Dept. of Electrical Engineering, Kangwon National Univ.

Abstract - 본 연구에서는 전력계통에서 배전반 자동화 장치중 하나인 ACB(air circuit breaker) controller로 사용되는 OCR(Over Current Protection Relay)의 지능화와 성능개선을 모색하고자 한다. 개발된 이 장치는 전력계통에서 전류의 흐름을 지능화 알고리즘으로 감시하여 최적으로 사고를 방지할 수 있으며, 대화형의 다양한 기능과 통신기능을 내장하고 있어 원격제어 및 관리가 가능한 특징을 포함한다.

이 시스템은 현장의 배전실에 설치되는 감시제어 장치와 중앙 지령실에 설치되는 관리장치(PC 시스템)인 호스트 장치로 구성되나, 감시제어 장치단독으로도 운용될 수 있다. 본 장치는 CT(current transducer)로부터 전류 정보를 취득하고 사용자가 정해진 지침과 비교하여 전력계통을 자동 제어할 수 있는 장치이다.

1. 서 론

최근 사회생활에서 전기에의 의존도와 전력 품질의 고도화에 대한 요구가 증대되면서 각종 Plant 및 전기설비의 각종제어, 계측, 보호에 대한 기능의 진화 및 지능화가 진행되고 있다. 구미 각국 및 일본은 이미 10여년전에 전자화 수·배전반과 전자화가 전기설비에 도입되었으며 고품질의 전력을 안정적으로 공급함은 물론 전력관리 측면에서도 자동화를 완전히 구축하고 있고, 국내에서도 최근 전기설비의 Intelligent화가 추구되면서 수배전반의 전자화 및 지능화가 급격히 요구되고 있다. 이에 본 연구에서는 이러한 흐름에 부응하여 전력계통에서 배전반의 자동화 장치의 하나인 ACB(air circuit breaker)의 controller로 사용되는 OCR(Over Current Protection Relay)에 개선사항과 새롭게 요구되어지는 사양을 갖추게 하는 것이다. 즉 OCR에 디스플레이 장치를 갖추게 함으로 내부의 동작상태 및 정밀한 센싱이 되고 있는지 확인이 가능하게 하고 통신 기능을 추가하여 다른 장치와 연동될 수 있도록 구성함으로 기기의 연결뿐만 아니라 자체기기의 진단 및 모니터링을 가능하게 한다. 또한 소프트웨어적인 필터링 방법과 하드웨어적인 필터링 방법을 이용하여 센싱의 정밀도를 보완하였다.

2. 본 론

2.1 시스템의 구성

그림 1은 전력계통에서의 계통도를 나타낸다.

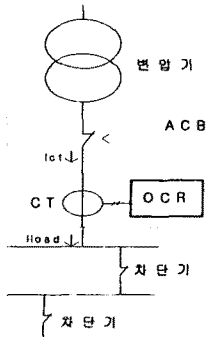


그림 1 계통도

2.2 하드웨어

2.2.1 하드웨어 구성

그림2는 OCR의 하드웨어 구성을 나타내며 이 장치는 크게 주처리보드(MAIN PROCESS BD), 콘솔(CONSOLE E), 파워(POWER SUPPLY)로 나눌 수 있으며 통신(RS232/485)은 주처리장치에 포함한다.

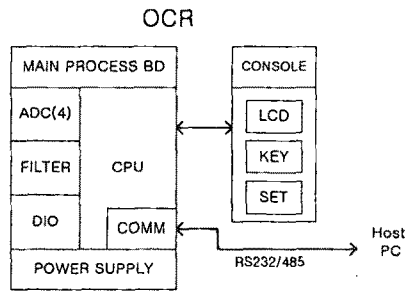


그림 2 OCR 하드웨어 시스템 구성

주처리 보드(MAIN PROCESS BD)에서 ADC(4)는 RSTG상의 4개의 전류를 입력하는 부분이다. 이에 앞서 전류센서로부터의 신호를 입력받아 Signal conditioning 회로를 거친후에 ADC에 입력된다. DIO(digital input/output)는 제어신호 출력 및 외부장치와 연동할 수 있도록 digital 신호를 입출력할 수 있는 부분이다. 통신모듈은 호스트 PC와의 data 통신을 위하여 사용되며 필요에 따라 원격제어도 가능하다. 콘솔 장치는 전류 지령치 입력, 프로텍션 time 입력을 할 수 있는 set부분과 동작을 위한 키입력 부분, 여러 가지 표시를 할 수 있는 LCD 부분으로 구성된다.

2.2.2 컨트롤러 보드 구성

컨트롤러 보드는 각종 파라미터 셋팅부와 조작키, 연산부, 디지털 입출력, 디스플레이 그리고 통신으로 구성되어진다. 파라미터 설정은 ROTARY 스위치를 이용하여 입력되어지며 입력된 값은 디스플레이에 표시되어진다. 또한 ADC를 통하여 실제 전류값이 디지털로 변환되어지며 이 값을 역시 디스플레이에 표시되어진다. 디지털 입출력은 외부장치와의 연동을 위하여 사용되어진다. 통신부는 호스트 장치와의 DATA 통신을 위하여 사용되어진다.

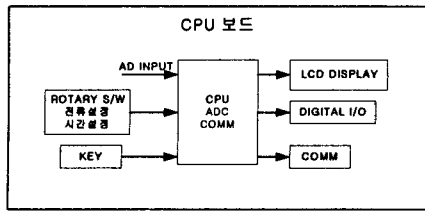


그림 3 컨트롤러 보드 블록도

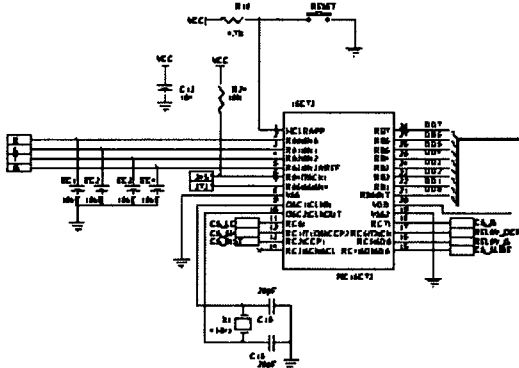


그림 4 PIC16C73 컨트롤러 회로

컨트롤러는 Microchip사의 PIC16C73을 사용하고 데이터 신호로 포트B를 사용하고 포트A는 ADC 설정하여 사용한다. ADC신호는 커패시터를 사용하여 필터링을 한다. 포트C는 디스플레이 및 IO 등을 컨트롤하기 위한 컨트롤 신호로 사용되고 있다.

2.2.3 전류 및 전압 설정회로

로터리 스위치를 이용하여 전류 및 시간 입력을 할 수 있도록 구성을 하였다.

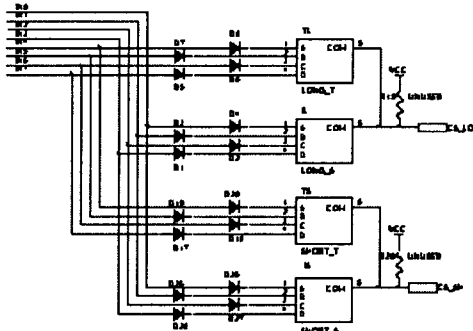


그림 5 로터리 스위치를 이용한 지령 입력

그림 5의 회로는 장한시와 단한시 지령입력 회로를 보여주고 있고 위와 같은 회로가 지락과 순시에도 똑같이 적용되고 있다. CS_LO, CS_SH의 신호로 선택을 하여 입력을 받을 수 있다. 이신호가 LOW일 경우에만 다이오드가 ON이 되어 신호를 입력 받을 수 있고 이신호가 HIGH일 경우에는 다이오드가 off가 되어 신호가 입력되지 않는다.

2.2.4 LCD 구동회로

그림 6은 LCD를 구동하기 위한 회로로 LCD구동에 필요한 data를 data line을 통하여 전달하고 레지스터 후에 control 신호를 다시 data라인으로 보내고 레지스터 시

키면 LCD에 데이터가 전달되고 구동이 된다. D29의 다이오드는 백라이트 구동을 위한 다이오드로 백라이트가 있으면 다이오드를 달아야 백라이트가 켜진다. 일반적으로 판매되는 LCD의 신호 전달 방법은 거의 표준이므로 사용하기 편리하다.

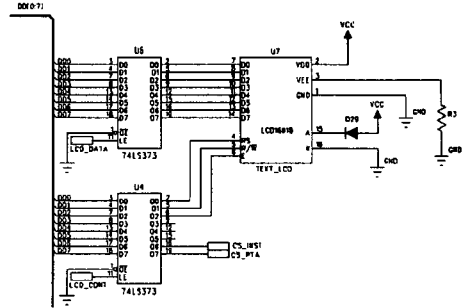


그림 6 LCD 구동회로

2.3 소프트웨어

2.3.1 소프트웨어의 구성

OCR의 소프트웨어는 셋업루틴, 운전루틴, 통신루틴으로 나누어진다. 그림7의 소프트웨어 구성도에서 운전루틴은 RSTG상의 전류를 읽어서 계통상태를 감시하는 동작을 수행한다. 기준치 이상의 전류가 흐를시에는 trip을 발생하며 차단기에 차단 신호를 출력하며 표시장치에 trip을 표시한다.

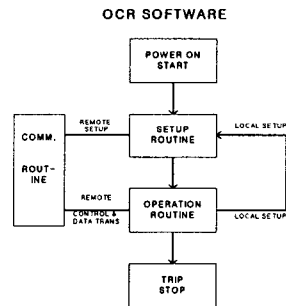


그림 7 소프트웨어의 구성

OCR장치는 순시(inst), 단한시(short), 장한시(long), 지락전류를 설정할 수 있으며 감시 시간을 설정할 수 있다. 시간은 미리 지정된 lookup table에 의하여 10단계로 지정할 수 있다. 실제 전류가 설정 전류치를 초과한 시간이 설정시간 이상이 되면 trip을 시킨다. 이러한 설정은 로터리 스위치를 이용하여 설정되며 이렇게 설정된 값은 셋업루틴을 통하여 입력되어진다. 표시장치와 키를 이용하여 설정치 및 현재 상태가 표시되며 통신 모듈을 통하여 원격으로 감시되어질 수 있다.

2.3.2 소프트웨어 플로우 차트

메인 루틴은 하드웨어 초기화와 소프트웨어의 초기화를 수행하고 실제적인 작업은 timer interrupt 루틴에서 수행한다. 하드웨어의 초기화 작업에는 input/output ports를 설정, LCD, AD Converter, Timer 설정등의 초기화를 수행한다. 소프트웨어 초기화는 timer의 변수값 및 동작루틴에서 사용되는 각종 변수들을 초기화를 수행한다. 메인루틴은 초기화를 수행한 후에 무한루프가 되며 Timer interrupt는 일정한 시간마다 반복하여 수행되어진다. 인터럽트 루틴의 동작은 R S T G상의 전류값과

시간값을 rotary 스위치를 통하여 입력을 받고 그 로터리 스위치와 대응되는 시간 및 전류값을 lookup table에서 찾아서 설정을 한다. 이 설정되는 전류 및 시간 값은 장한시, 단한시, 순시, 지락이 설정이 되며 이 값들은 실제의 시간 및 전류 값과 비교되어진다. 기준값이 설정이 된 이후에 실제의 전류를 센싱을 하고 센싱값이 기준값보다 커지면 그때부터 시간을 카운트하고 설정된 시간이 상이 되면 트립을 시킨다. 설정 값 및 센싱값은 LCD를 통해 디스플레이 되어진다. 디스플레이는 1 line 16자를 디스플레이 할 수 있기 때문에 일정한 간격으로 설정 및 시간 값을 표시해야 한다.

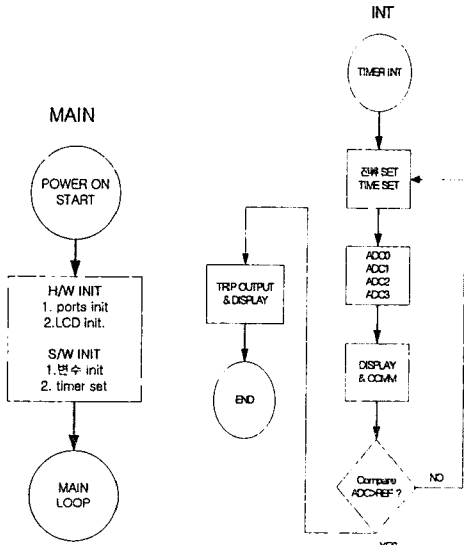


그림 8 메인루틴

그림 9 interrupt 루틴

예를 들어 R, S, T, G의 전류 및 시간, 설정 값 등이 있는데 이를 0.5초씩 순서대로 표시하여 준다. 최종적으로 설정값과 현재값을 비교하고 트립이 발생하면 먼저 릴레이를 구동을 시켜서 전류의 공급을 차단하고 트립이 판상의 전류값을 디스플레이하고 트립이 발생된 상은 LED를 통하여 표시하여 준다. 그리고 reset이 될 때까지 기다린다. 트립이 발생하지 않았으면 다시 인터럽트가 걸릴 때까지 기다리고 인터럽트가 발생하면 다시 처음부터 반복하여 수행한다.

2.4 시뮬레이터

2.4.1 시뮬레이터 구성

본 연구에서는 실제의 동작 상태를 실험하기 편하게 하기 위하여 시뮬레이터를 간단하게 구성을 하였다. 실제의 전류를 입력하는 대신 가변저항을 이용한 분압 전압이 ADC 단자에 직접 입력되도록 구성하였다. 현재의 입력에 해당되는 전류의 값을 디지털 변환하여 R, S, T, G의 입력전류 값을 확인할 수 있도록 7-세그먼트를 이용하여 디스플레이 하도록 하였다. 릴레이의 동작상태를 LED를 이용하여 표시하도록 하였다.

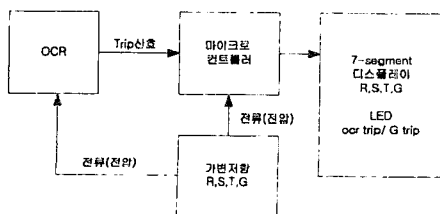
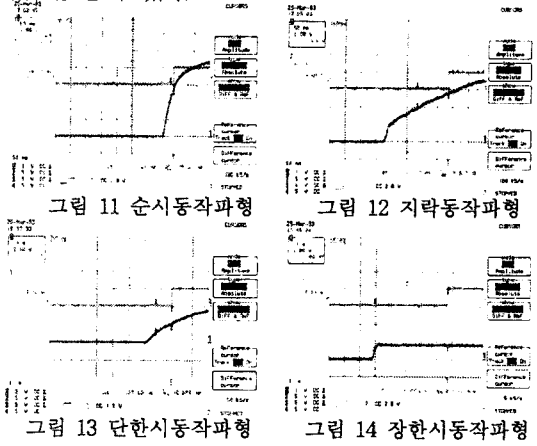


그림 10 시뮬레이터 블럭도

2.4.1 시뮬레이터에 실험측정

아래의 파형들은 시뮬레이터에 의한 실험측정 파형들로 동작 파형에서 설정치의 전류 및 시간이 잘 동작 되고 있음을 알 수 있다.



전류 설정치 및 시간은 rotary 스위치를 이용하여 각각 10단계로 조정이 가능하다.

3. 결론

OCR의 핵심 기능은 설정치 이상의 과전류가 발생하였을 때 전류 공급을 차단하는 것이다. OCR은 장한시, 단한시, 순시, 지락 과전류를 측정하여 계통을 보호할 수 있으며, 약간 틀린 환경에 적용하기 위하여 시간과 전류치 설정을 정해진 범위 내에서 가변 설정할 수 있게하여 보완하였다. 부하가 틀린 곳의 적용은 CT의 규격을 바꿈으로서 저용량에서 대용량까지 사용이 가능하다. 추가적으로 이전의 기기에 부착되지 않았던 LCD 디스플레이 장치를 부착하여 사용자가 내부 동작상태를 알 수 있도록 하였으며, 통신기능을 추가하여 외부기기 연결을 편리하게 하였으며 테스트 기능을 보강하였다. 실제 환경에서의 시스템 테스트가 어렵기 때문에 비슷한 환경을 만들어 실험할 수 있도록 시뮬레이터를 설계 제작하여 실험을 하였다. 현재 선진국의 고가의 장비는 DSP 시스템을 장착하여 여러 가지의 위험성을 보호하는 계전기들이 있다. 이들 장비는 매우 인텔리전트하며 스스로 기기의 진단 및 고장률의 알려주며 이들 시스템을 부착하여 기계의 신뢰성을 높이는 데 중요한 역할을 하고 있다. 하지만 가격이 국산에 비하면 10배 이상이 차이가 난다. 따라서 국내에서도 DSP를 이용하여 저가이면서 성능이 우수한 시스템을 개발하려고 노력하고 있다. 앞으로 더욱 인텔리전트한 시스템을 개발해야 하겠으며, 세계 경쟁을 위하여 더욱 지능화되고 외부기기와 호환이 가능한 개방형 시스템의 개발이 되어야 할 것이다.

[참고 문헌]

- [1] 박동화, 정용기, 이순형, "受·變電設備의 計劃과 設契", pp 247~262, 2001
- [2] "전압·전압보호계전기", 한국전기안전공사, pp 29~46, 2001
- [3] "전자화 배전반", pp 2~12, LG산전, 2002
- [4] "디지털계전기의 원리", 한국전기안전공사, pp 127~142, 2002