

A Study on the Digital System for Supervisory Control of the Circuit Breakers

李 聖 煥*
(Sung-Hwan Lee)

Abstract - In this paper, we developed the window based monitoring system. This system offers the analysis of accidents in the power plants, the operating status of relays and the historical data with which the experts can offer the idea about the operation of the power system. And we can also monitor the status of the ACB and relay at a long distance by means of the function of communication in the digital protective relay itself. By means of the above functions, we developed the system, which is run after the diagnosis and maintenance of the electrical machines and an amount of data are realized by graphical method fitting the operating convenience of the users.

Key Words : Air Circuit Breaker, Supervisory and Control System, Digital Protective Relay, OCR, OCGR

1. 서 론

최근 배전계통이 다양화 되고 있는 추세로 고객들이 한계 품에 여러기능의 복합된 제품을 요구하고 있는 실정이며, 배 전기기를 제조하는 대부분의 국내·외 업체가 기중차단기 (Air Circuit Breaker(ACB)) Model의 다양화와 기중 차단기 의 부가 가치를 높일 수 있는 저가의 고성능, 고기능 과전류 계전장치를 이용하여 배전반 수요의 신규 창출 효과를 위해 노력중이다. 현재 ACB는 저압 600V이하 전력계통의 수·배 전반에 취부되어 선로의 고장발생에 따른 ACB의 차단 및 투입을 아나로그 계전기 또는 디지털 과전류 계전기를 탑재 하여 단순히 CB(Circuit Breaker)를 On/Off 하는 수준의 ACB Frame 단독형으로 동작하는 구조로 사용하고 있는 실 정이다.[1]

본 연구의 ACB 감시제어시스템은 개별형인 단독의 ACB 에 디지털 과전류 계전기[2][3]의 통신 기능을 이용하여 동 작을 감시하여 데이터를 수집하고, 선로 고장발생에 따른 각 종 경보 데이터를 데이터 베이스화한다. 그리고 사용자 중 심의 시스템 운전상황에 맞는 정보의 표현과 통신 인터페이 스를 구현하여, ACB의 투입 및 제어를 목적으로 상태를 진 단하고 원격에서 이를 실시간으로 Monitoring할 수 있도록 한다. 이와 같이 ACB의 선진화를 위해 필요한 모든 감시기 능을 시스템에 적용함으로써 PC 기반의 감시시스템 기술을 확보하고 저가 표준형의 ACB 전용의 감시제어 시스템을 구 축한다.[4][5]

2. 감시제어 시스템

ACB 전용의 감시제어시스템은 상위 시스템과 네트워크 의 통신중계부분 그리고 하위 시스템으로 구분 할 수 있 다.

상위시스템은 ACB의 감시와 각 계통의 주 전원을 일 관 관리하여 각종 정보인 상태감시, 경보(Alarm), 계측치(선 류, 전압, 전기량)를 분석 처리하여 상용전원의 순간 정전, 부하 급변, 전원전압의 변동 등이 발생 시에도 신속 대처할 수 있는 운영자를 위한 Operator Station을 제공하고, Windows NT 및 Windows 98 환경의 시스템이 이용된다. 통신중계부분의 네트워크를 수행하는 장치는 통신제어장치 를 이용하여 하위 시스템으로는 디지털 과전류 계전기인 APR(ACB Protection Relay)을 이용하였다. 상위 시스템과 통신제어장치와의 네트워크로 Ethernet, TCP/IP를 이용하는 근거리 통신망인 LAN(Local Area Network) 이 이용된다.

2.1 시스템 구성

ACB 전용 감시제어시스템은 그림 1. 에서와 같은 구성을 가지며 ACB를 그룹별 또는 개별 관리하는 중앙 감시부와 통신 네트워크를 담당하는 통신제어장치, ACB Frame에 장 착되어 단말장치 역할을 하는 APR로 구성 되어있다.

상위 중앙감시부와 통신제어장치간에는 Ethernet 이용한 UDP(User Datagram Protocol)을 통신구조이고, 각 장치별 ACB Frame과는 RS-485 구조의 멀티드롭 통신으로 통신제 어장치를 이용하여 ACB를 다중으로 연결하는 구조이다.

* 正 會 員 : 威 德 大 情 報 電 子 工 學 部 傳 任 講 師 · 工 博
接 受 日 次 : 2001 年 9 月 19 日
最 終 完 了 : 2002 年 11 月 6 日

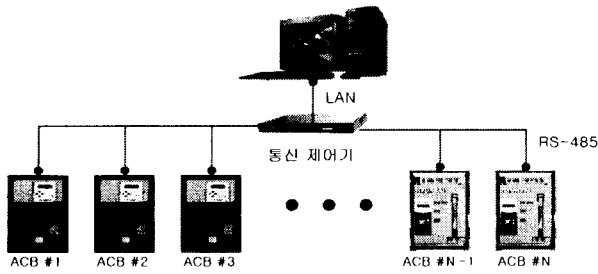


그림 1 기중 차단기 감시제어 시스템

Fig. 1 The Supervisory and Control System of Air Circuit Breakers

2.2 감시제어 기능

상위 시스템은 Operating System이 Windows 기반의 98이나 NT로 구성되는 시스템으로, 주요 기능으로는 각 ACB가 설치되어 운전되는 공정도 그래픽 화면, 경보(Alarm) 화면, 경향(히스토리컬 Trend/ Real Trend)등의 기능 화면 및 보고서 기능 화면 등이 감시 및 제어를 위하여 구성되어 있다.

① 시스템 구성기 화면

데이터 관리 설정, 통신제어기 설정, Report등의 구성 설정을 행한다.

② 공정도 화면

그룹별 공정에 대한 Event 등을 실시간으로 공정에 표현한다.

③ 그룹 ACB 화면

현재 모니터링되는 그룹을 나타내며 ACB의 타입별 데이터를 감시한다.

④ 개별 ACB 및 실시간 Trend 화면

개별 ACB의 Type별 데이터를 모니터링하고 Trend화한다.

⑤ Alarm 및 Event 조회 화면

각종 시스템장치 및 사용자들의 로깅 이벤트 조회 및 출력력을 행한다.

⑥ 보고서(일보, 월보, 년보) 화면

일보, 월보, 연보등의 데이터 등을 조회 또는 출력력을 행한다.

⑦ 시스템 네트워크 감시 화면

개별 ACB의 Type별 네트워크 결선 및 통신 상황을 행한다.

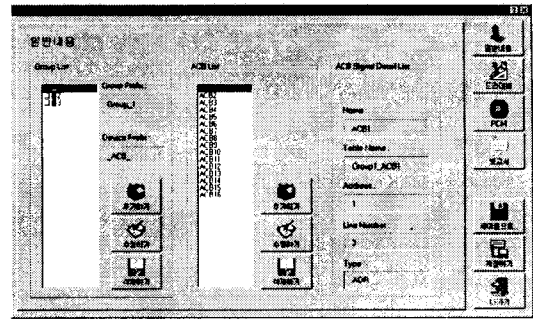


그림 2 시스템 구성기 화면

Fig. 2 The Screen of System Configurator

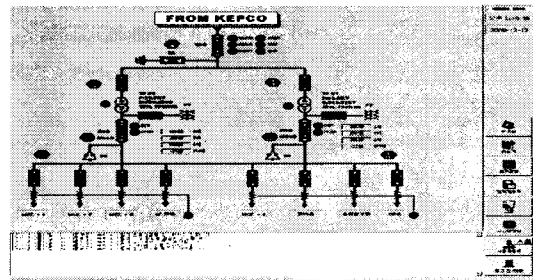


그림 3 공정도 화면

Fig. 3 The Screen of Process

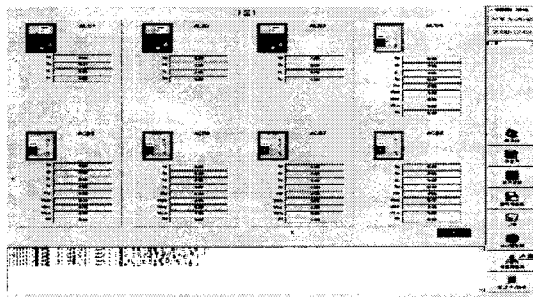


그림 4 ACB 그룹화면

Fig. 4 The Screen of ACB Group

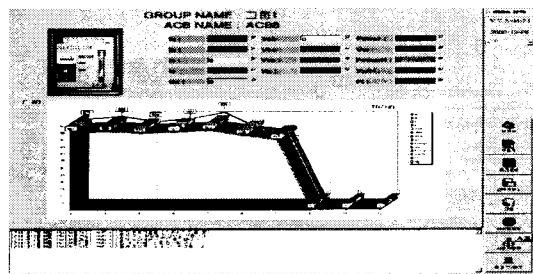


그림 5 ACB 개별화면

Fig. 5 The Screen of an ACB

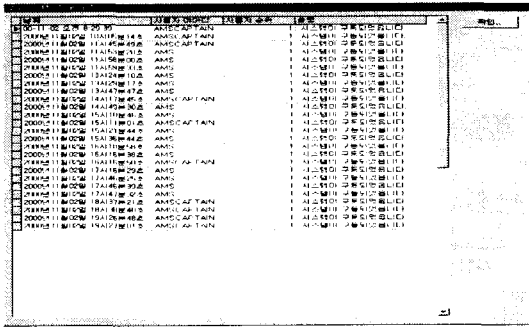


그림 6 시스템 Event화면
Fig. 6 The Screen of System Event

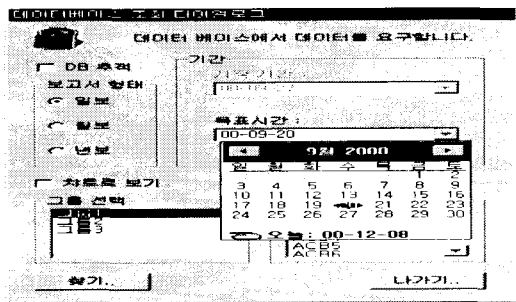


그림 7 Report 화면
Fig. 7 The Screen of Report

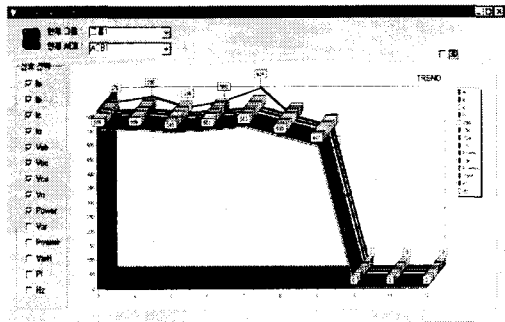


그림 8 Historical Trend화면
Fig. 8 The Screen of Historical Trends

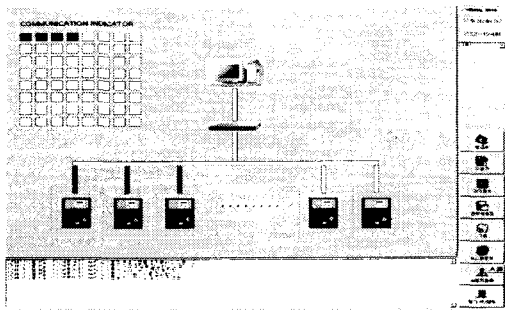


그림 9 네트워크 감시화면
Fig. 9 The Screen of Network Monitoring

2.3 데이터 통신

데이터통신 모듈은 상위 ACB Monitoring System(AMS)을 구성하는 중요한 부분으로 통신제어장치와 UDP 통신을 담당하게 된다. 기본적인 네트워크 구성으로는 통신제어장치를 기준으로 상위의 통신방식으로는 TCP/IP(Ethernet) 통신 중에서 UDP 통신을 사용하여 상위 서버와는 기본적으로 정의되어 있는 프로토콜에 의하여 통신을 수행하게 된다. 또한 통신제어장치 하위와의 통신 방식으로는 RS-485 통신을 기본으로 네트워크에 연결된 모든 ACB와 시리얼 통신을 수행하게 된다. 상위와 마찬가지로 하위의 통신도 정해진 프로토콜에 의하여 통신을 수행하게 된다.

1) 데이터 엔진

대다수 모니터링 시스템에서는 하위 디바이스와의 통신을 통하여 컴퓨터의 하드디스크에 정보를 저장하고 현재 수집된 데이터를 MMI에 전송하는 역할을 한다. AMS에서는 모니터링 시스템 기능을 담당하는 것이 엔진이다. 통신제어장치로부터 데이터를 받아 저장하고 현재 정보를 MMI에 올려주는 역할을 하는 것이다. 또한 통신제어장치와 연결하면서 통신 관리 및 데이터베이스 생성 관련 처리 기능 등의 부가 기능 또한 포함되어 있다.

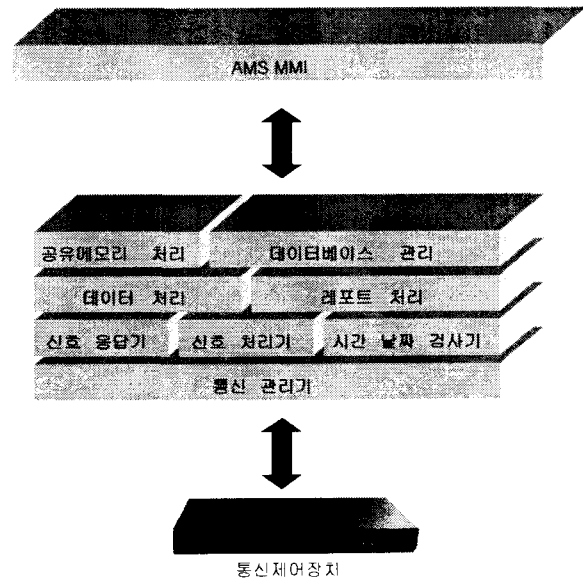


그림 10 데이터 엔진 구조
Fig. 10 The Structure of Data Engine

시스템 엔진은 컴퓨터 화면상의 MMI, 컴퓨터 내부의 데이터베이스와 유기적으로 연동하도록 설계되어 있다. 또한 통신제어장치와의 통신을 위한 통신부분도 같이 연결되어 있다.

엔진의 구조(그림 10)는 APR의 정보를 1차 수집하여 저장하고 있는 통신제어장치와 통신을 위한 통신관리기를 1 계층에 두고 그 위에 통신제어장치에서 송

신한 신호를 분석하는 신호응답기와 신호 응답기의 정보를 기준으로 다음 요청 명령을 처리하는 신호 처리기 그리고 컴퓨터 시스템의 시간을 기준으로 레포트 정보에 대한 처리를 검사하기 위한 시간날짜 검사기를 2계층에 두고 있다. 2 계층에서의 정보를 byte로 구성된 신호 블록이라면 3계층은 신호 블록을 분석한 신호 정보라 할 수 있다. 각 신호 정보를 분석하여 저장 처리 및 MMI를 위하여 상위 데이터로 전송하는 데이터 처리기와 2계층에서 시간날짜 검사기에 의한 정보를 이용하여 레포트를 만들어 내는 레포트 처리가 이루어진다. 4 계층에서는 실제 사용자의 눈으로 확인할 수 있는 MMI부분과의 인터페이스를 위한 공유메모리 관리 및 각종 정보를 저장 검색 처리하는 데이터베이스 관리기가 존재한다.

위와 같은 계층 구조는 각 계층마다 역할을 부여하여 팀 개발과 같이 여러 개발자가 존재시 각 계층 별로 독립적인 시험이 가능하며, 새로운 기술이 발생시 인터페이스만 맞추어 주면서 해당 부분, 교체를 가능하게 할 수 있다.

2) 통신관리기의 흐름

일반적인 LAN통신에서와 같이 AMS의 엔진은 이벤트 처리 방식을 따르고 있다. 통신제어장치와는 UDP를 통하여 데이터를 송수신 한다. 엔진에서의 통신 관리기는 실제 통신을 관리하는 통신 포트 감시 및 처리 부분, 수신된 데이터를 분석하고 3계층의 데이터 처리에서 전송 및 다음 수행을 위하여 신호처리에 명령을 전달하는 신호 응답기, 신호 응답기에서 전달된 명령을 이용하여 해당 다음 프로토콜을 구성하는 신호처리기로 구성된다.

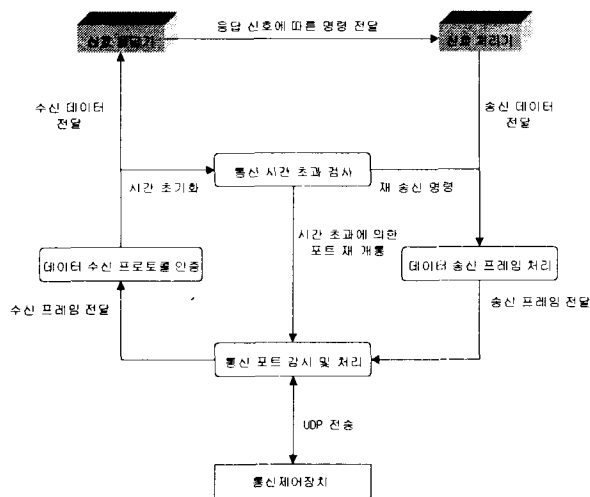


그림 11 통신 관리기의 흐름도
Fig. 11 The Flow Chart of Communication Administrator

위의 그림(그림 11)에서 보는바와 같이 통신 포트 감시 및 처리 부분은 통신제어장치와 직접 연결되어 통

신을 하는 부분으로써 이벤트에 의한 UDP통신을 주로 담당한다. 통신 포트 감시 및 처리에서 데이터가 수신될 경우 수신된 프레임을 데이터 수신 프로토콜 인증 부분으로 전달하여 해당 데이터가 통신제어장치에서 수신되었는지를 판단한다. 이에 인증 과정이 완료된 후에는 데이터 신호 응답기로 송부하여 데이터를 이용하게 만들어 준다. 신호 처리기에서 AMS에서 통신제어장치로 보내야될 명령을 결정한 후에는 데이터 송신 프레임 처리 부분을 거쳐 통신제어장치와 규약된 프로토콜로 데이터를 변환한다. 이후에 통신 포트 처리 부분으로 전달하게 된다. 통신 관리기 내부에서는 신호처리기에서 RESET, 구성정보, 데이터 등의 요청 명령을 생성하여 통신제어장치로 전송한 후에는 통신 시간 검사 부분이 동작하게 된다. 이 부분은 Connection Oriented의 개념을 가지고 있는 TCP가 아닌 Connection Less의 개념을 가진 UDP를 이용하고 있기 때문이다. TCP를 사용하지 않는 이유는 다수의 통신제어장치가 접근시 해당 접근에 대한 접속 서비스를 일원화하여 시스템을 운영하고 TCP상에서 통신 불량 발생에 의해 재 연결을 시도하는 과정을 없애기 위함이다. 이러한 이유로 UDP를 사용하였으며, UDP 포트를 통하여 데이터를 송부 시에 자동으로 통신 시간 검사 부분이 동작하게 되는 것이다. 일정 통신 시간이 경과 시에는 바로 직전에 송신했던 정보를 반복 횟수만큼 송신한다. 이에 한계 횟수에 도달 시에는 시간 검사 처리 부분에서 신호 처리기와 무관하게 RESET명령을 송부한다. 이에 하단의 통신제어장치는 RESET명령을 수행하거나 혹은 RESET명령조차 받지 못할 수 있다. 즉 통신 시간 초과에 의한 RESET명령이 전달된 후에도 응답이 없을 경우 AMS와 통신제어장치간의 통신은 완전히 두절된 것으로 결정이 된다.

3) 공유메모리 관리 및 데이터 처리의 흐름

윈도우 시스템에서의 공유메모리라는 명칭은 다양한 형태로 사용된다. 동일한 실행 환경에서 전역변수를 사용한 공유메모리 방식 및 윈도우와 윈도우 통신 방식을 이용한 공유메모리 방식 등이다. AMS에서는 윈도우 시스템에서 권한 및 제한에 규제가 없는 전역 공유메모리를 이용하였다. 이것은 윈도우 표준 API(Application Program Interface)에 규정된 것으로 윈도우즈에서 제공할 수 있는 한 최대의 메모리를 잡을 수 있으며, 해당 메모리에 이름을 부여하여 사용하는 방식이다.

AMS에서 공유메모리 관리기의 역할은 MMI 소프트웨어상의 영향을 최소화하여 독립적인 엔진 실행을 위함이다. 하나의 프로그램에서 많은 이벤트 발생 및 여러 가지 프로세싱이 이루어지기 때문에 MMI의 처리과정과는 다르게 동작하여야 한다. 또한 엔진에서는 정확한 시간 개념을 통한 데이터 수집을 목적으로 하고 있기에 실행 시 많은 속도 문제를 발생시키는 MMI부분과는 독립된 구조로 구동되어야 한다. 다음 그림(그림 12)에서 보듯이 공유 메모리의 흐름은 공유메모리 생성, 파괴 및 데이터 처리로 이루어진다. 공유메모리

의 생성은 구성정보에 명시된 APR의 대수 및 신호 정보의 크기 등을 기준으로 공유메모리의 크기를 결정한다. 또한 공유메모리가 생성되는 시점에 각 APR에 대한 기준 메모리 위치가 결정되며, 신호마다 상대적인 메모리 위치가 결정되는 구조로 이루어져 있다. 공유메모리를 접근하는 MMI에서도 동일한 메모리 분석기가 포함되어 있다. 데이터 처리부분을 기준으로 데이터의 흐름을 설명하면 통신제어장치에서 수집한 APR의 정보를 통신 관리기에 의해 AMS로 수집된다. 통신 관리기에 수집된 프레임은 중간 처리 과정을 거쳐 실제 데이터로 변환된다. 이 변환된 데이터가 존재하는 위치가 데이터 처리부이다. 즉 데이터 처리부에서는 현재 들어온 각 신호 정보를 모두 알 수 있다. 데이터 처리부에 들어온 데이터는 우선 데이터베이스 관리부로 전송된다. 데이터베이스 관리부는 독립적인 수행을 하기 위하여 데이터 처리의 흐름과 별개로 동작하며, 데이터가 전송되기를 기다릴 뿐이다. 데이터베이스 관리부는 데이터 처리부에서 전송한 데이터를 각 해당하는 APR의 데이터베이스 저장하는 과정을 거친다. 또한 데이터베이스 처리부는 데이터를 해당 공유메모리에 적재한다. 이는 한 대의 APR에 해당하는 신호 정보 블록을 그대로 공유메모리를 적재하여 공유메모리 적재시간을 최소화한다.

을 시작하고 상태 검사 부분에서 년, 월, 일보에 대한 입력 처리 상태를 확인 후에 데이터 처리 부분에서 데이터를 가지고 와서 데이터베이스에 삽입하는 과정으로 이루어진다. 일보일 경우에는 현재의 AMS에 수집된 현재의 데이터를 이용하여 레포트용 데이터를 생성하며, 월보일 경우에는 일보의 데이터를 기준으로 최대값, 최소값, 평균값을 계산하여 처리를 한다. 또한 연보일 경우에는 각 월보의 데이터를 이용하여 값을 처리한다.

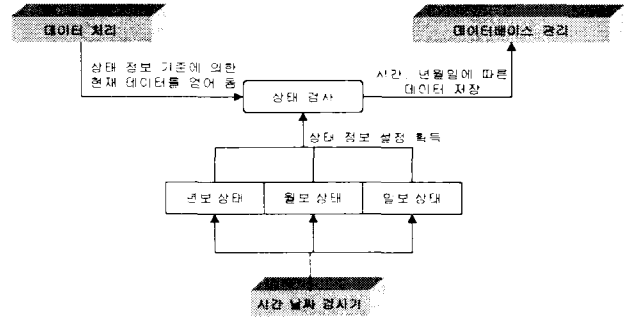


그림 13 Report 처리 흐름도
Fig. 13 The Flow Chart of Report Process

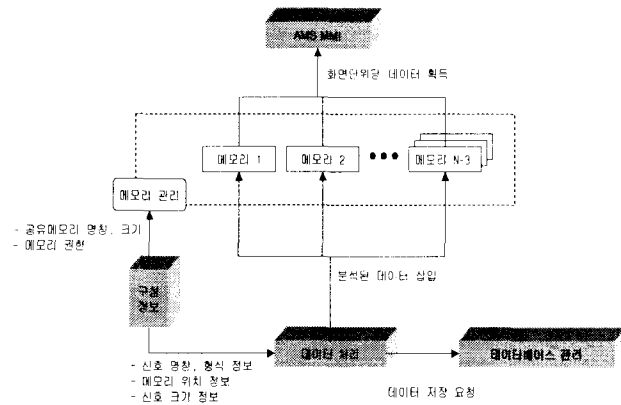


그림 12 데이터 처리 흐름도
Fig. 12 The Flow Chart of Data Process

4) 레포트 처리의 흐름

레포트 처리기는 시간 날짜 검사기에서 설정된 년, 월, 일 상태 정보를 이용하여 실제 데이터를 데이터베이스에 입력하는 기능을 수행한다. 레포트 처리기는 데이터베이스와 밀접하게 동작하므로 그 동작의 시간이 다른 흐름보다 많이 소요된다. 이러한 이유로 레포트 처리기는 독립적인 태스크 형태로 수행된다. 즉 시간 날짜 검사기에서 검사 완료 후 레포트 삽입이 발생하여야 할 경우 레포트 처리기에 이벤트를 전송하게 되어 있다.

다음 그림(그림 13)에서 보는바와 같이 레포트 처리기는 시간 날짜 검사기에서 보낸 이벤트에 의해 동작

5) 데이터 관리기의 흐름

데이터베이스 관리기는 AMS상에서 발생하는 모든 정보에 대하여 입력, 검색, 출력을 할 때 사용하는 부분이다. AMS에서 사용한 데이터에 대한 데이터베이스 입출력은 일반 데이터베이스 입출력과 동일하기 때문에 설명에서 배제하고 AMS에서 독립적으로 사용한 데이터베이스 초기 구동 대한 설명을 한다. AMS에서 사용한 데이터베이스 관리기는 데이터베이스의 구조가 존재하지 않는 시스템에서도 구성이 될 수 있도록 되어 있다. 즉 AMS에 대한 설치버전을 이용하여 설치하면 데이터베이스 엔진만 설치되며, 이후에 엔진을 시작하면 자동으로 구성정보를 기반으로 하위 데이터베이스 구조를 만들게 되어 있다. 이러한 구조는 사용 데이터베이스의 종류에 무관하게 허용할 수 있는 구조로 차후 범용으로 사용하는 일반 데이터베이스까지 구동시킬 수 있다.

다음 그림(그림 14)에서 보는바와 같이 데이터베이스 초기 시작 과정을 수행하면 데이터베이스가 저장되는 환경 부분을 검사하게 된다. 환경이라는 부분은 데이터베이스 저장되기 위한 디렉토리 및 용량 등을 계산하는 부분으로 해당 디렉토리의 존재는 한번 생성된 후에는 디렉토리 존재 시에 생성이 안되지만 용량 계산은 지속적으로 이루어진다. 환경 검사 완료 후에는 데이터베이스 엔진에서 사용할 데이터베이스 이름을 검사하게 된다. 데이터베이스 이름이 존재하지 않을 경우에는 컴퓨터 시스템에 AMS용 데이터베이스가 설치되지 않은 것으로 보고 데이터베이스 이름과 전체 구조를 구성정보에 따라 새로 설치하게 된다. 이름 검사가

완료되면 데이터베이스를 사용하기 위한 기본 구조는 완결되었다. 그러나 각 신호 및 APR에 대한 신호 정보를 저장하기 위한 테이블은 구성되지 않았다. 따라서 구성정보에 따라 데이터베이스 테이블을 만들게 된다. 각 테이블은 APR 신호만을 저장하는 테이블로 구성된다. 이러한 과정 완료 후에는 레포트를 위한 기본 테이블을 작성한다. 레포트 테이블은 시간 날자 검사기에서 수행한 레포트 생성 과정을 거치게 되고 해당 날짜의 레포트 테이블을 생성하는 것이다. 이러한 과정이 완료되면 AMS시스템의 기본 데이터베이스 테이블은 모두 완성이 되는 것이다. 이후 레포트 처리기를 위한 데이터베이스 태스크를 구동하게 한다.

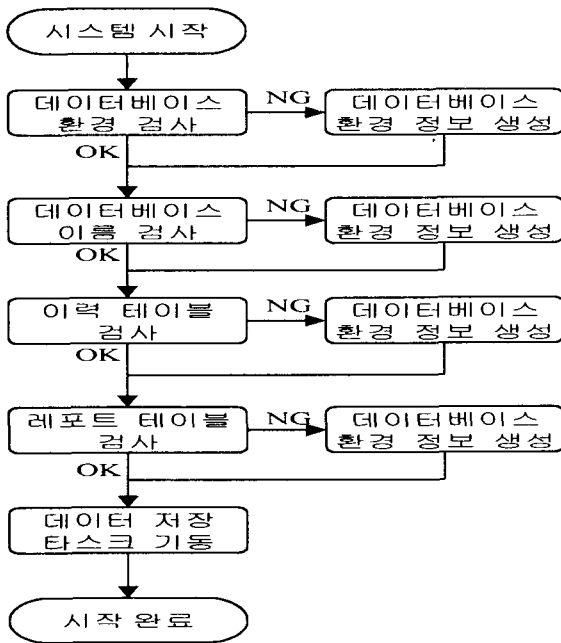


그림 14 데이터베이스 처리 흐름도
Fig. 14 The Flow Chart of DataBase Process

3. 시스템 기능 시험

본 시스템은 실제적인 현장의 입출력 데이터를 취득하여 DDC(Direct Digital Control)역할을 하고 계전장치(과전류계전기, 지락과전류계전기)기능을 갖는 차단기 보호용 디지털 계전기를 이용하여 ACB(기중차단기)를 사용하는 Feeder Line의 모든 전기량을 계측표시하고, 계통의 사고 발생시에 따른 사고의 원인분석, 계전기 동작상태등, 계통운전에 필요한 모든 정보를 고유의 필드 버스를 이용하여 제공하는 역할을 한다.

3.1 디지털 계전기 동작시험

본 논문에서 구현된 ACB용 디지털 계전기의 동작시험을 통해 기기 보호에 대한 검증을 실행하였다. 전력계통의 전압, 전류를 입력받아 보호계전 모듈에 적용하기 위해서는 전

압, 전류의 실효치를 계산해야 한다. 이 때 입력신호는 직류 유효값과 고조파가 포함된 정현파 신호로 표현되므로, 기본 주파수 성분의 실효치와 위상각을 얻기 위해 DFT를 이용한 디지털 필터링을 사용하였다. 이렇게 필터링 되어진 기본파 성분만을 사용하여 동작되는 ACB용 보호계전기의 보호계전 요소들의 동작 시험을 시행하였으며, 보호계전기의 허용오차가 ±5% 이하를 만족시키고 있음을 실험 결과로 알 수 있다.

1) 과전류 계전 시험

ACB용 디지털계전기의 과전류 계전기능은 장한시, 단한시, 순시 요소를 만족해야 한다. 먼저 순시요소는 표 1에서 순시 정정치를 9A로 설정하고 입력전류를 18A로 인가했을 경우 50ms 이하의 시간에서 정확히 계전기 동작이 이루어지고 있음을 보여 주고 있다.

표 1 과전류 계전기의 동작시간 오차(순시 특성)
Table 1 The operation time error of an over current relay (instantaneous time characteristic)

구분	동작치 정정	동작 시간 정정	입력 전류	공칭 동작 시간	허용 오차	실측 동작시간			오차 (%)		
						R	S	T	R	S	T
순시	최소 (9A)	-	200% (18A)	50ms 이하	-	26	27	25	-	-	-

단한시 요소는 동작치 정정은 최소(5A)로 놓고, 동작시간 정정은 동작시간 특성이 정한시이므로 최소(80ms)일 때와 최대(560ms)일 때로 나누어 실험하였다. 인가전류는 동작정정치의 200%, 700%, 2000% 전류를 인가하였다.

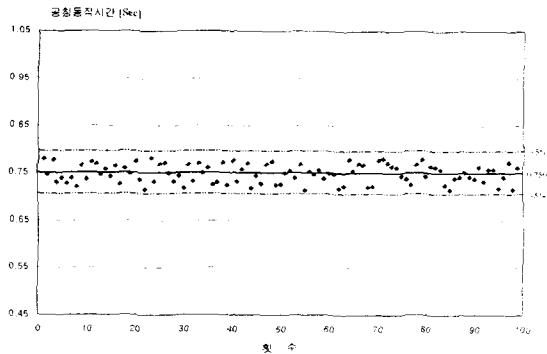
표 2 과전류 계전기의 동작시간오차(정한시 특성)
Table 2 The definite operation time error of an overcurrent relay(definite time characteristic)

구분	동작치 정정	동작 시간 정정	입력 전류 (%)	공칭 동작 시간 [S]	허용 오차	실측 동작 시간	오차 [%]
정 한 시	최소	최소	200	0.08	±5%	0.082	2.5
			700	0.08	±5%	0.079	-1.25
			2000	0.08	±5%	0.077	-3.75
		최대	200	0.56	±5%	0.567	1.25
			700	0.56	±5%	0.559	-0.18
			2000	0.56	±5%	0.553	-1.25

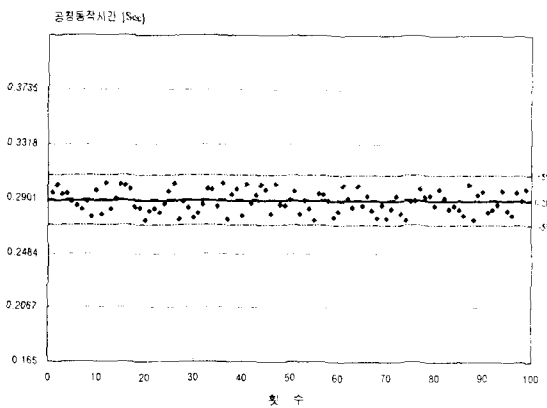
장한시 요소는 동작 정정치의 200 %, 700 % 및 2000 %의 입력전류를 인가하고, 이 때 동작시간의 허용오차는 공칭 동작 시간의 ±5 % 이하를 만족하고 있음을 표 2에서 알 수 있다.

2) 지락 과전류 계전 시험

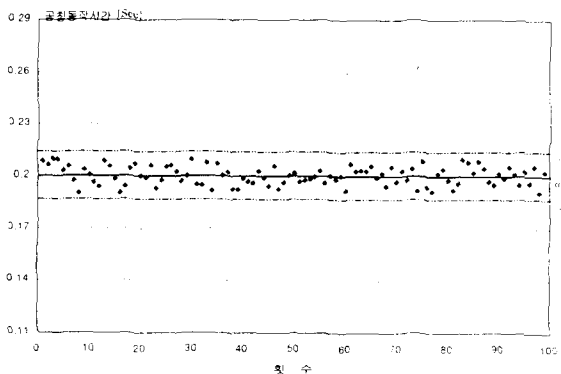
지락 과전류 계전요소는 정한시 특성을 만족해야한다. 동작치 정정은 최소(0.5A)로 놓고, 동작시간 정정은 동작시간 특성이 정한시이므로 최소(80ms)일 때와 최대(560ms)일 때로 나누어 실험하였다. 인가전류는 동작정치의 200%, 700%, 2000% 전류를 인가하였다.



(a) 입력전류가 정격의 200%



(b) 입력전류가 정격의 700%



(c) 입력전류가 정격의 2000%

그림 15 지락 과전류 계전기의 동작시간오차
Fig. 15 The operation time error of an overcurrent relay

표 3 지락과전류 계전기의 동작시간오차

Table 3 The operation time error of an overcurrent ground relay

구분	동작치 정	동작시간 정정	입력 전류 (%)	공칭 동작시간 [S]	허용 오차	실측동작시간	오차[%]
정 한 시	최소	200	200	0.08	±5%	0.081	1.25
			700	0.08	±5%	0.078	-2.5
			2000	0.08	±5%	0.078	-2.5
		최대	200	0.56	±5%	0.559	-0.18
			700	0.56	±5%	0.559	-0.18
			2000	0.56	±5%	0.558	-0.36

3.2 시스템 기능 시험

디지털 계전기 자체에 내장된 RS-485 통신포트를 이용하여 Multi-Drop 방식으로 통신제어장치와 접속된다. 통신 Protocol은 HDLC(High Level Data Link Control) Protocol을 사용하며 계측정보, 계전기 출력 상황정보, 계전기 상태 정보를 상위시스템으로 전송한다. 데이터 프레임의 상세한 내용은 다음과 같다.

1) 통신 프로토콜

프로토콜은 HDLC Header(2 Byte), Command(3 Byte), Analog Data(26 Byte), Digital Data(4 Byte), Fault Information Data(8 Byte)와 확장성을 고려하여 Reserve(12 Byte)로 구성되어 있다. 통신제어장치의 Data 요청명령 Frame과 이 요청에 따른 응답 Frame의 세부 내용은 다음과 같다.

- ① 통신제어장치에서 APR로 보내는 명령 데이터 프레임(표 4)

표 4 HICM → APR 통신 프레임

Table 4 HICM → APR Communication Frame

APR Address	HICM Address	Data Type	A Inform
0x01 ~ 0x2F	0x90	'N'	0x00

- ② APR에서 통신제어장치 보내는 APR 필드 데이터 프레임(표 5)

표 5 APR → HICM 통신 프레임

Table 5 APR → HICM Communication Frame

HICM Address	APR Address	TYPE Index	DATA Type	FLAG
0x90	0x01 ~ 0x2F		'N'	

Ia (2byte)	Ib (2byte)	Ic (2byte)	In (2byte)	Vab (4byte)	Vbc (4byte)	Vca (4byte)	reserve (4byte)
Active Power (2byte)	Reactive Power (2byte)	reserve (4byte)	reserve (4byte)	Power Factor (2byte)	reserve (2byte)	CB (1byte)	Digital Input (1byte)
Relay State (2byte)	Phase (2byte)	Ratio (2byte)	Time (4byte)				

2) 디지털 계전기를 이용한 시스템 기능 시험

시스템 기능을 시험하기 위해 릴레이 시험장비(FREJA RTS21D)를 이용하였다. 그림 16은 과전류 계전기를 동작시켰을 때의 동작상태를 입력전류, 전압신호와 함께 msec 분해능으로 확인한 그래프이다. 그래프에서 보는 바와 같이 과전류가 입력된 후 1주기정도의 시간(16.67msec)이 흐른 뒤에 과전류 계전기가 동작하여 디지털 출력을 발생시킴을 확인할 수 있다.

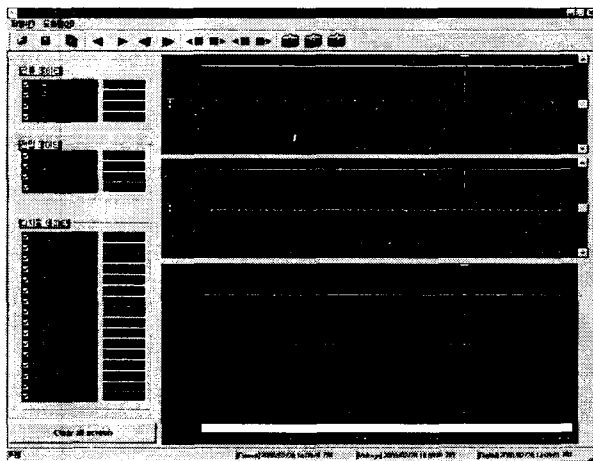


그림 16 시스템 동작 시험 화면
Fig. 16 The screen of System Operation Test

디지털 Fault Recording 기능을 이용하여 Feeder에 고장이 발생하여 디지털 보호계전기가 동작을 하게 되면 계전기 내부의 A/D Buffer에 저장된 고장전 후 40주기 입력 data와 계전기 동작상태 data가 통신에 의해 Host System에 전송되어 monitoring할 수 있다.

4. 결 론

최근 컴퓨터 기술의 발전과 감시시스템의 다양화로 고객의 요구가 시스템 구조의 간편성, 신뢰성, 정확성등 다양한 타 시스템과의 접속으로 업무의 효율을 높이하고자 하며, 기기의 각 장치에 대한 고장 진단등 최적의 운전상황을 제공하는 시스템을 요구하고 있다.

본 논문에서는 윈도우 기반(Windows 98/Windows NT)의 저가형 감시 시스템을 개발하였다. 이 시스템은 계통 사고 발생시 사고의 원인분석, 계전기 동작상태, 계통운전에 대한 전문가의 분석의견의 제시가 가능하도록 사고의 이력 데이터를 제공한다. 또한 타 시스템과의 네트워크를 중계하는 통신제어장치에 최적의 통신 Packet Frame을 적용하여 ACB에 탑재된 디지털 과전류 계전기 자체의 통신기능으로 손쉽게 ACB만의 상태감시와 선로에 대한 계전기의 동작상태 변화를 원격에서 Monitoring할 수 있다.

위의 기능을 이용하여 장치에 대한 다량의 데이터를 운전자의 조작 편의기능에 맞추어 그래픽으로 구현하여 기기에 대한 진단 및 유지 보수성을 추구한 시스템을 개발 하였다

참 고 문 헌

- [1] Robert W. Smeaton, Switchgear and Control Handbook, McGraw-Hill INC.
- [2] Drew Baigent and Ed Lebenhaft, "Microprocessor-Based Protection Relays: Design And Application Examples", IEEE Trans. on Industry Application, vol. 29, No. 1, pp.66-71, January/February, 1993.
- [3] James H. Harlow, "A Multifunction Protective Relay for the Cogeneration Industry", IEEE Trans. on Power Delivery, vol. 5, No. 4, pp. 1725-1731, 1990.
- [4] D. J. Gaushell and H. T. Datlington, "Supervisory control and data aquisition", Proc. of the IEEE, vol. 75, No. 12, pp.1645-1658, 1987.
- [5] D. J. Gaushell, W. L. Frisbie and M. H. Kuchefski, "Analysis of Analog Data Dynamics for Supervisory Control and Data Aquisition Systems", IEEE Trans. on Power Apparatus and Systems, vol. PAS-102, No. 2, pp.275-281, 1983.

저 자 소 개



이 성 환 (李 聖 煥)

1966년 8월 10일생. 1990년 연세대 전기과 졸업. 1998년 동 대학원 전기과 졸업 (공학). 1995년~2001년 현대중공업(주) 기전연구소 선임연구원. 2001년~현재 위덕대학교 정보전자공학부 전임강사

Tel : 054-760-1625
Fax : 054-760-1506
E-mail : hwaney@mail.uiduk.ac.kr