

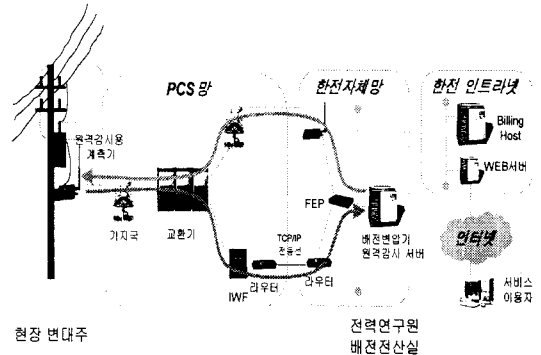
CDMA무선 데이터통신을 이용한 배전용변압기 원격감시 기술개발

박창호, 노홍래, 김준오
한전 전력연구원

A development on remote monitoring technology of distribution transformer using CDMA wireless data communication

Changho Park, Whangrae Rho, Junho Kim
Korea Electric Power Cooperation

Abstract - This paper presents the operation technology and the remote monitoring system of distribution pole transformer. Especially, this system uses CDMA wireless data communication network as media which is serviced on a national scale. It has four major components such as sensor for measuring the secondary voltage and currents of distribution transformer, CDMA wireless modem for data modulating/demodulating, communication media for sending/receiving of data, and PC server for monitoring the results of sensing or computing information. This paper also describes the configuration of each component's functions with its development process.



<그림 1> 원격 부하감시시스템의 구성도

1. 서 론

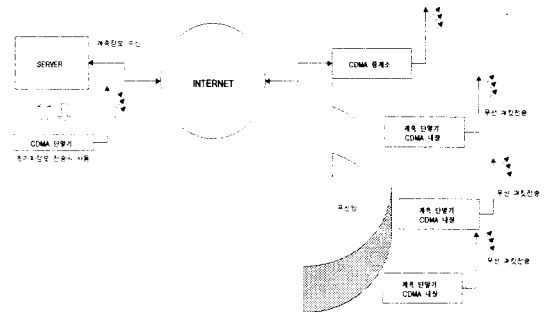
배전부하를 공급하는 배전용 변압기는 최근 사회구조의 급격한 산업화, 정보화에 따른 도시 과밀화 현상, 수용가 전력소비의 급증 및 패턴의 다양화로 인하여 동하계 피크시 과부하에 의한 변압기 소손사고가 점차 증가하고 있는 실정이다. 따라서 한전에서는 전력연구원을 중심으로 배전부하의 효과적인 관리를 통하여 변압기 소손, 유분출 등 정전사고를 감소시키기 위한 방안연구를 수행하고 있다.

본 논문에서는 현재 한전에서 배전부하의 효과적인 관리방안의 일환으로 검토하고 있는 CDMA무선 통신과 TCP/IP통신기술, 전산시스템 개발기술을 활용하여 현장의 배전변압기의 부하를 원격지에서 직접 감시할 수 있도록 하는 시스템의 각 부분별 처리기능 및 설계내용을 소개한다.

2. 본 론

2.1 시스템의 구성

본 시스템의 원격감시용 계측장치는 <그림 1>에서 보는바와 같이 배전선로에 설치되어 있는 변압기의 각 상 전류와 전압을 측정하기 위한 계측장치 부분과 계측된 데이터를 패킷, Async 데이터 서비스를 활용하여 PCS망과 인터넷망에 의해 서버로 전송하는 무선모뎀 부분으로 구성, 설계하였으며, 수집된 데이터를 가공하여 해석대상 지역의 도면상에서 운전자에게 부하의 크기, 위치정보 등 유용한 정보를 제공하는 통신 및 응용프로그램, 배전변압기 원격감시 서버와 관리자 감시용PC 등으로 구성되어 있다.



<그림 2> 취득 데이터의 흐름도

2.2 계측장치

원격감시의 대상인 3상 4선식 배전변압기 전압, 전류 등의 배전부하를 직접 취득토록 하기 위해 계측장치 및 CDMA기능 내장의 전용무선 모뎀 기능을 보유한 송수신 장치는 다음과 같이 별도로 설계·제작하였다. 특히 계측장치는 CDMA무선모뎀과 상호통신에 의하여 시간, 무선망, 모뎀상태 등을 감시토록 하고 있으며, 데이터는 예약 스케줄에 의한 자동전송, 중앙서버의 전송요구 응답, 제어스케줄, 초기화 등의 기능수행이 가능하도록 하였다. 이것을 통하여 구현한 무선모뎀과 대화식 메시지 제어, 하드웨어 핸드셰이킹에 의한 흐름제어 즉 IP ADDRESS, 포트번호 지정, 확인기능 등 다양한 기능을 수행할 수 있도록 시스템을 설계 및 구현하였다.

2.2.1 무선모뎀의 규격

3상 4선식 변압기의 원격감시 시스템 구성에 필요한 계측장치와 각 서브모뎀, 전용 데이터 전용모뎀, 그리고 원격

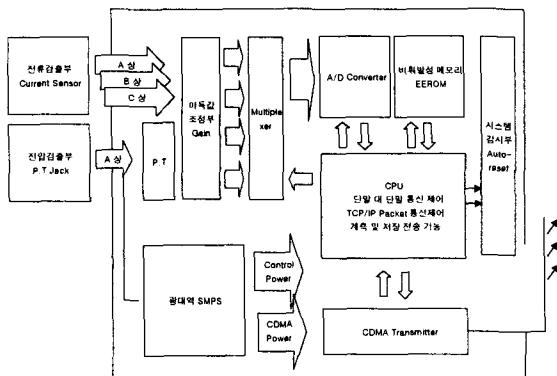
서버와 계측기 무선모뎀 사이의 계측요청 및 응답정보의 송·수신장치인 무선모뎀의 하드웨어 규격은 다음과 같다.

<표 1> 무선모뎀장치의 규격

| 구분 | 규격 | |
|---------------------------------|--|----------------------------------|
| 일반 Specification | Transmit/Receive Frequency Interval | 90MHz |
| | Number of Channels | 23Ch. (BW:1.23MHz) |
| | Operating Voltage | DC 4.2V |
| | Current Idle State | 5mA |
| | Consumption Traffic State | 1A |
| 수신 Specification | Frequency Range | 1840~1870MHz |
| | Sensitivity | Below -104dBm (C/N 12dB or more) |
| | Interference Rejection | Single Tone : -30dBm @1.25MHz |
| | CDMA Input Dynamic Range | -104~-25dBm |
| | 송신 Specification | Frequency Range |
| Output power | Max 0.2W | |
| Minimum Controlled Output Power | Below -50dBm | |
| Conducted Spurious Emission | 900KHz:-42dBc/30KHz 2MHz:-54dBc/30KHz | |

2.2.2 원격감시용 계측장치

<그림 3>은 원격감시용 계측장치의 블록 다이어그램이다. 본 장치에서 각상 전류, 전압 검출부를 통하여 수신된 데이터는 멀티플렉서와 A/D 컨버터를 통하여 아나로그 신호를 12BIT 디지털 값으로 변환시킨 다음 CPU로 전달한다. 또한 메모리로는 일정한 간격으로 저장된 데이터를 전송할 수 있도록 하고 정전시에도 자료의 손실을 막기 위해 EEROM을 사용하였다. 광대역 SMPS는 CDMA단말장치에 안정적인 대용량전류를 공급하기 위한 스위칭 파워 서플라이 모듈을 채용하였으며 또한 최대한의 동작범위를 보장하기 위하여 최저 AC 50~300V에서 동작될 수 있도록 광역 프리볼트 구조로 하였다. 시스템 감시장치는 소프트웨어적인 Reset로도 복구할 수 없는 치명적 오류에 대비하여 시스템을 상시감시 함으로써 일정시간 후에 자동으로 Reset하도록 고안된 회로를 내장하였다.



<그림 3> 원격감시용 계측기 블록 다이어그램

2.3 표본변대의 선정

본 시스템의 시범적용을 위해 서울 및 충남지역의 부하특성별, 지역별로 표본 변대주를 다음 <표 2>와 같이 선정하였다. 각 표본변대는 모두 3상4선식 결선방식으로 선정하였으며, 계측장치는 주상 및 주상변압기에 전체 200대를 설치하였다.

<표 2> 원격감시시스템의 설치규모

| 지사별 | 부하특성 | | 설치개소 | 설치사업장 |
|-----|------|-----|-------|-----------|
| | 지역별 | 크기별 | | |
| 서울 | 상가 | 고 | 30 | 영등포, 남부지점 |
| | | 중 | 20 | |
| | | 저 | 20 | |
| | 주택가 | 대 | 30 | |
| | | 중 | 20 | |
| 충남 | 상가 | 30 | 서대전지점 | |
| | 주택가 | 30 | | |
| 합계 | | | 200 | |

2.3 시스템 소프트웨어의 설계

2.3.1 서버를 통한 계측장치 Setting Instruction

서버로부터 원격지에 있는 원격감시용 계측장치의 데이터 취득을 위한 송신 Interval지정, 송수신 명령 및 에러발생시 조치에 대한 셋팅 등 커맨드 목록은 다음 <표 3>과 같다. 여기에서 기본 명령어는 송수신의 데이터 Check의 용이성을 고려하여 "S"로 시작, "."를 끝으로 전제하였으며, 각 명령어 및 파라미터의 구분은 ","(콤마)로 하였다.

<표 3> 원격부하 감시장치의 셋팅 커맨드목록

| 커맨드 종류 | 설명 |
|-------------------------------|--|
| TB.1.600.1 | TB : Time Base 1 : Scanning 주기(단위 : 초) 600 : 600개 이상 취득후 처리 1 : 위의 600개에 대한 평균값으로 취득여부(0.1) |
| REQ.INT.99 | REQ.INT : 매 시간의 분에 송수신 명령(단위 : 분) |
| REQ.SET.99:99.9 | REQ.SET : 특정지정시간에 송수신 명령(단위 : 시간, 분) |
| REQ.START | 송수신 시작. |
| REQ.STOP | 송수신 끝. |
| REQ.RESET | 계측기 H/W Reset |
| REQ.ERROR | 계측기의 기록중 Error가 있으면 기록 송신하는 명령 |
| REQ.ERR-HOT REQ.ERR-COLD | Error 검출시 바로 Server에 알림 Error 검출시 검출정보 저장후 요청시 송수신(Default) |
| REQ.WARN-HOT REQ.WARN-COLD | Warning 검출시 바로 Server에 알림 Warning 검출시 검출정보 저장후 요청시 송수신(Default) |
| LIMIT.OV,UV,OC, NP | 경고 범위를 설정(Over Volt, Under Volt, Over Current, 결상등에 대한 범위 설정) |

※ 통신의 기본원칙 : Instruction은 3번까지 Retry, 제 호출은 0.5초를 기본으로 한다.

2.3.2 원격 부하감시용 계측장치의 Instruction

본 계측장치에서 서버로 전송하는 데이터의 형식과, 에러 발생시 처리 코드의 설계내용은 다음과 같다.

○ 형식 : 기본 Instruction "S(번호).(시간).Command:"

상기 형식에서도 명령어는 "S"로 시작, "."를 끝으로 전제하고 번호는 "019"를 제외한 나머지번호 8자리를 번호로 하였다. 시간은 시, 분, 초로 취득한 시간을 나타낸다. COMMAND의 구성은 명령어 및 Parameter를 "." 콤마로써 구분하였으며, 형식은 다음과 같다.

○ 형식 : 전압,전류A,전류B,전류C,Pick전압,Pick전류 A.Pick전류B.Pick전류C,①,②

여기에서,

① : Error Code, ② : Warning Code

<표 4> Error 및 Warning Code

| 에러 코드 | 설명 | 비고 |
|-----------|--------|----|
| NORMAL | 정상 | |
| ERR-PWR | 정전 | |
| ERR-AIR | 단말기 망 | |
| ERR-DT | 단말기 기기 | |
| ERR-EEROM | 메모리 | |
| ERROR | 기타 | |

| 경고코드 | 설명 | 비고 |
|------|--------------|----|
| OV | Over Volt | |
| UV | Under Volt | |
| OC | Over Current | |
| NP | 결상 | |

2.4 응용프로그램의 개발

2.4.1 개발환경 및 시스템 규격

본 시스템의 개발환경 및 배전부하관리 담당부서에 설치되는 관리자용 PC서버 및 감시용 PC의 일반적인 규격은 다음과 같다.

○ 개발환경

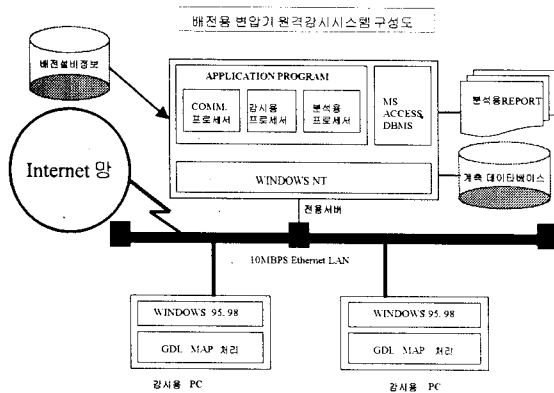
- 개발언어 : MS C++
- DBMS : MS ACCESS
- 운영체제 : Windows NT

○ 시스템 규격

- 주 서버 : 펜티엄급 PC 600MHz
 - 주 메모리 : 128MB
 - 운영체제 : Windows NT
 - 내장LAN카드 16bit
- 감시용 단말 : 586급 PC
 - 주 메모리 : 64MB
 - 운영체제 : Windows'95
 - 내장LAN카드 16bit

2.4.2 시스템 구성

시스템 구성은 <그림 4>와 같이 시스템 관리기능 및 사용자 제어기능 등을 수행하는 메인 서버와 변압기의 최대전류, 이용률, 불평형률 등의 상태감시 전용의 사용자 PC로 구성되어 있고, 계측기에서 데이터를 취득하여 서버로 전송된 부하 값은 환산, 서버 또는 클라이언트의 감시화면에 실시간 운전정보를 표시함으로써, 변압기의 원격감시를 수행한다. 이와는 별도로 취득된 데이터를 임시, 시간별, 월별로 각각의 DB에 저장하여 이를 최대, 최소 등의 이력관리, 통계 및 보고서 작성에 활용한다.



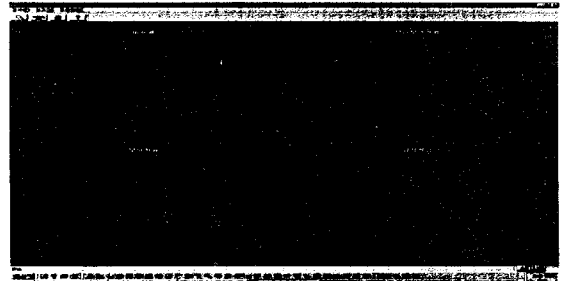
<그림 4> 네트워크 구성도

2.5 시스템의 운영

부하의 상시감시화면은 대상지역의 수치지도인 GIS도면을 배경으로 감시노드(배전변압기)의 위치 및 사양정보를 표시하도록 구성하였으며, <그림 5>에서 보는바와 같이 상시 감시화면의 하단부분에 취득된 전압, 각 상전류 및 최대전류 기록 값 및 계측기별 각상별 변압기 이용률, 전류 불평형률이 표시되도록 하였다. 또한 시스템 정상운전 중 10분 단위 계측데이터에 의하여 계산된 변압기 이용률이 규정치(통상 130%) 이상, 또 부하 불평형률이 40%이상 일 때에는 노드의 색깔을 반전(녹색→적색)시키고, 대상 변대주 번호를 별도의 하단 감시창에 차례로 기록되도록 하였다. 운영자가 이를 마우스로 선택함으로써 해당 변대주 위치 및 취득데이터 정보를 상세히 볼 수 있도록 감시화면으로 전환하여 고장발생지역의 위치 파악 및 상세 데이터 취득내용을 표시하도록 하였다. <그림 6>은 선택된 변대주에 대하여 4개의 주요 체크항목인 변압기 이용률, 부하전류, 부하 불평형률, 규정전압 등을 그래프로 나타낸 화면이며, 각 데이터는 변압기이용률 초과기록을 리스트형태로 보여주는 출력화면으로도 확인할 수 있다.



<그림 5> 배전부하의 상세 감시화면



<그림 6> 출력화면(그래프) 예

3. 결 론

본 배전용 변압기 부하의 원격감시시스템은 하계 피크 시 빈번하게 발생하는 과부하 및 부하불평형에 의한 변압기 소손 및 유 분출 사고 등의 발생을 방지하기 위한 방안 수립과 특히 3상 4선식 결선방식인 등·동 공용변압기의 부하관리를 효율적으로 하기 위한 목적으로 개발을 추진하였으며, 상용 무선 통신망을 이용하여 국내에서 처음으로 배전용 변압기의 부하를 원격지에서 직접 감시하기 위한 별도의 계측기를 제작하고, 이를 현장에 설치하여 취득된 데이터를 배전 저압부하 관리업무에 활용할 수 있는 시스템을 개발하였다.

향후 본 배전부하의 원격감시시스템의 확대적용을 통하여 실무자를 직접 감시 및 제어를 함으로써 배전부하의 과학적이고 신뢰성 있는 관리가 가능하게 될 것이다.

[참고문헌]

- (1) "주상변압기 부하관리 개선에 관한 연구", 박창호 외, 1999
- (2) "표준 LAN 상.하", 일본멀티미디어 통신연구회, 1997
- (3) 안상형 외, 현대통계학, 학현사, p.341~367, p.430~438, 1993