

# CATV망을 이용한 배전용변압기 부하의 원격감시시스템 개발

(The Remote Monitoring Computer System Development of Distribution Transformer Load using CATV Network)

박 창 호  
(Chang-Ho Park)

## 요 약

본 논문에서는 배전용변압기의 원격감시용 시스템 구축 및 운영기술을 제시하였다. 특히 이 시스템에서 사용하는 통신매체로서는 전력회사의 주요 배전선에 시설되어있는 CATV전송망을 활용하였다. 이 시스템은 배전용 변압기 2차전압, 전류를 측정하는 센서부분, 데이터의 부호화 및 해독을 담당하는 RF모뎀부분, 데이터를 송·수신하는 통신 매체부분, 그리고 모니터링된 계측데이터를 변환하는 서버부분 등 4개의 주요요소로 구성되어 있다. 또한 각 요소의 구성에 대한 기능과 개발과정을 기술하였으며, 중부지점의 실제통에 적용함으로써 본 논문에서 제안한 시스템의 신뢰성과 효과성을 검증하였다.

## Abstract

This paper presents the operation technology and the remote monitoring system of distribution pole transformer. Especially, this system uses cable TV network as communication media which is located in KEPCO's main distribution line. It has four major components such as sensor for measuring the secondary voltage and currents of distribution transformer, RF modem for data modulating/de-modulating, 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. In addition, the reliability and effectiveness of proposed system was confirmed by applying this remote monitoring system to lungbu branch area.

## 1. 서 론

최근 전력계통은 전력수요의 증가와 더불어 수송가로부터의 서비스 향상에 대한 요구를 항상 받고 있기 때문에 이를 충족시키기 위해서는 양질의 전력을 안정적으로 수송가에 공급하여야 한다. 한편, 산업의 발달

과 함께 도시과밀화 현상 및 전력소비의 급속한 증가로 인한 수요변화 추세에 효율적으로 대처하기 위해서는 수요증가 추세에 대한 정확한 경향분석 및 부하에 즉, 부하의 관리에 대한 정확한 시스템이 필요하다.

배전용 변압기 부하관리의 목적은 변압기에서 공급하는 부하의 크기를 추정하고, 향후 배전 최대부하를 정확히 예측함으로써 종합적이고도 경제적인 운전 및 과부하에 의한 변압기 소손사고를 미연에 방지하는데 있다. 배전용 변압기의 최대부하의 추정방법으로는 전

\* 정회원 : 한전전력연구원 선임연구원  
접수일자 : 1999년 4월 12일

등부하의 경우에 부하[KW]와 사용량[KWh]의 상관관계, 동력부하의 경우는 최대부하와 부하설비 즉 계약 전력[KW]의 상관관계를 이용하여 현재의 부하를 추정하고 미래부하를 예측함으로써, 부하관리업무에 활용하고 있다. 그러나 통계적 방법에 의한 부하관리는 급변하는 수용가의 전력 사용패턴, 기후변화 및 상가, 주택가, 농어촌 등 다양한 전력사용 고객의 부하를 정확히 추정 또는 예측할 수 없다는 한계를 갖고 있다. 특히 배전부하에 절대적인 영향을 미치는 저압 동력부하의 경우는 계약전력의 초과사용 및 배전용 변압기에서 공급하는 전력수용가 정보의 불일치로 인하여 상기의 통계적 방법의 부하관리를 활용하는데 있어서 배전용 변압기 소손사고는 물론 변압기 부하의 공급계획, 용량상정도 많은 문제점을 야기하고 있다[1].

최근에는 실시간 데이터를 유·무선방식을 활용하여 주기적으로 원격 취득함으로써 부하를 직접 감시할 수 있는 시스템 개발을 시도하고 있으며, 이러한 시스템을 경제적인 방법으로 구성할 수 있다면 배전용 변압기의 정확한 부하상태 파악에 의한 최적의 운전을 위해 가장 효과적인 방법이 될 것이다

본 논문에서는 전동·동력 공용변압기인 3상 4선식 변압기를 대상으로 배전계통의 실 부하를 원격으로 직접 감시하기 위한 전압, 전류 등의 계측과 RF(Radio Frequency) 기능을 수행하는 모뎀을 설계, 제작하여 현장에 설치하였다. 전송매체로서는 전력회사 통신망인 CATV전송로를 활용하기 위해 상·하향 전송주파수 2개를 확보하였으며, 데이터 전송을 위한 통신프로토콜을 자체적으로 설계·개발하였다[2,3]. 또 현장에서 계측되어 전송된 전류 및 전압데이터를 서버에서 실측치로 환산하기 위한 2차식 함수모델을 적용하고, 실 계측자료와의 비교를 통한 모델의 적합성을 검증하였다. 그리고 서버 및 클라이언트용 응용프로그램 개발, 환산된 자료의 데이터베이스화 등의 과정을 통하여 감시대상지역 도면 위에 계측된 각 상전류, 전압과 이를 통하여 계산된 변압기 이용률, 부하 불평형률 등의 정보를 설비위치 및 용량정보와 함께 표시되게 함으로써 배전부하를 직접 감시할 수 있는 배전변압기 원격감시시스템을 개발하여 시범시스템을 실 배전계통에 적용하고, 성능 및 신뢰성을 검증하였다.

## 2. 시스템의 구성

본 시스템은 배전선로에 설치되어 있는 변압기의

전압, 각 상전류 등 실 부하를 측정하는 계측기와 취득된 데이터를 전송하는 통신장치, CATV전송로 그리고 수집된 데이터를 가공하여 운용자에게 유용한 정보를 제공하는 통신 및 응용프로그램, 처리장치(서버)와 관리자 감시용PC 등으로 구성되어 있다.

시범적용 대상으로는 상가, 사무실 등 부하밀집 지역이며, 3상 4선식 결선 변대주의 표 1과 같이 선정하였다.

표 1. 3상 4선식 표본변압기  
Table 1. 3 $\phi$  4w Sample Transformer

변압기용량(KVA)			설치 개소	결선방식
A	B	C		
100	100	100	7	3상4선 220/380-Y
75	75	75	6	"
75	50	50	1	"
50	50	50	1	"
50	30	30	1	"
30	30	30	3	"
20	20	20	1	"
합계			20	

또한 계측기에서 취득되는 데이터는 매 10분 또는 미리 정의한 시간간격에 따라 계측되는 변압기 2차측 각 상전류 및 전압 등이며, 이는 그림 1 에서 보는바와 같이 각 방송국 분배센터의 광 송·수신기와 사내 전용회선을 거쳐 9,600BPS의 전송속도로 전력연구원 서버로 전송된다.

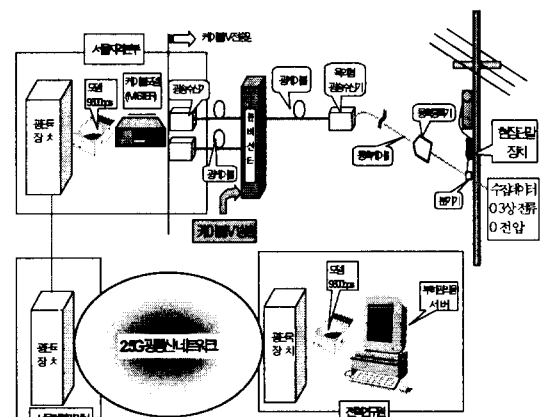


그림 1. 원격 부하감시 시스템의 구성도  
Fig. 1. Configuration Diagram of Remote Monitoring System

즉, 데이터 전송은 전류, 전압계측 → DC변환 → A/D 변환 → CPU ↔ RF Modem ↔ 분기기 ↔ 방송국 분배센터 ↔ 광케이블 ↔ 케이블모뎀 ↔ 전용데이터 모뎀 ↔ 광통신 네트워크 ↔ 전용데이터 모뎀 ↔ 부하감시용 NT서버 등의 경로를 통해서 이루어지며, 수신된 데이터 값에 각각 일정한 상관계수를 곱하여 2차측 전압 및 각 상전류를 산출하여 감시대상 지역의 이미지 도면 위에 주기적으로 표시하고, 변압기의 이용률, 각 상의 불평형률, 부하전력을 계산하여 표시한다.

### 3. 계측장치

원격감시 대상 3상 4선식 변압기의 전압, 전류 등 배전부하를 직접 취득토록 하기 위해 전용의 계측 및 CATV 회선전용모뎀 기능을 보유한 장치는 다음과 같이 별도로 설계·제작하였다.

#### 3.1 원격감시용 계측장치

3상 4선식 변압기의 원격감시 시스템 구성에 필요한 계측장치와 각 서브모듈, 전용 데이터모뎀, 그리고 원격서버와 계측기 RF모뎀 사이의 계측요청 및 응답 정보의 송·수신장치인 케이블 모뎀의 하드웨어 규격은 다음 표 2와 같다.

표 2. 원격통신장치의 하드웨어 규격  
Table 2. H/W Specification of Comm. Facilities

구분	규격	
계측장치	RF모뎀	9.6KBps 이상
	CPU	8BIT, 11.0592MHz 이상
	CT Ratio	0~999A, 오차±2.5% 이내
	전압측정	0~280V AC
전용모뎀	전용모뎀	9.6KBps 이상
케이블 모뎀 (마스터 모뎀)	RF Module	FUCK방식, 계측기와 정보송수신 및 네트워크관리 기능
	Power Module	110/220V 교류전압 → 직류 전압 변환기능
	특성	입력 : 0~5dBmV 출력 : 20~30dBmV 속도 : 9600~19200Bps 불효과 : 600dBc 이하 반사손실 : 16dB 이상

또한 원격감시를 위한 계측기는 전압, 각 상전류를 취득하는 계측부, 측정된 AC값을 DC로 변환하고, 이

를 이진 부호화 하는 변환부, 데이터를 수신 및 전송을 담당하는 전송부 등으로 구성된다. 다음 그림 2는 변압기의 원격감시를 위한 계측장치 및 CATV를 통한 데이터 송·수신용 RF Modem의 구성별 블록 다이어그램이다. 또한 각상의 전류를 계측하기 위한 CT는 최대 1000A까지의 2차 전류를 측정할 수 있으며, 외부에서 부착하기 용이한 흑크형태로 제작하였다. 또한 저압전압(220V)의 계측을 위한 AC입력 전압은 전압감시를 위한 데이터 취득과 동시에 본 계측기의 동작전원으로도 사용할 수 있도록 구성하였으며, 계측기의 핵심부품인 CPU는 8Bit 마이크로프로세서로서 미인텔사의 89C2051 Chip을 사용하였다.

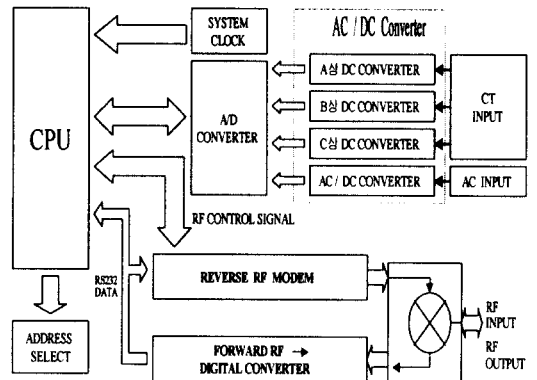


그림 2. 원격감시용 계측기 블록 다이어그램  
Fig. 2. Block Diagram of Metering Instrument

#### 3.2 계측기의 설치

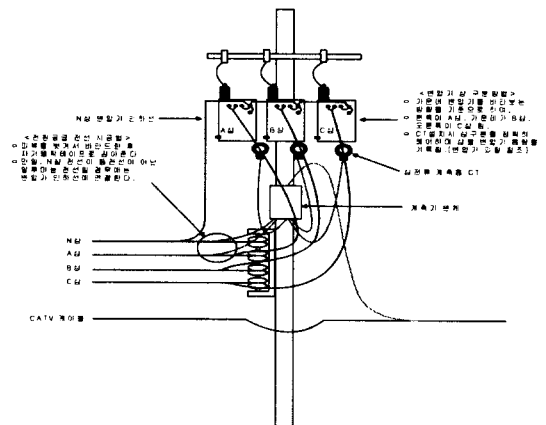


그림 3. 계측장치의 접속도  
Fig. 3. Connection Diagram of Metering Instrument

CATV망을 이용한 배전용변압기 부하의 원격감시시스템 개발

그림 3에서 보는 바와 같이 원격계측 단말장치는 배전용 변압기의 직하에 설치하며, 각 상CT를 변압기 2차측 인하선에 변압기를 대항하여 좌측으로부터 A, B, C상을 차례로 접속하고, 2차측 수용가 공급용 저압배전선에 220V 전원용 콘넥터를 접속하였다.

그림 4는 원격계측용 단말장치가 전주에 부착되어 있는 그림이며, 상부콘넥터는 CATV망에, 하부콘넥터는 배전용 변압기의 2차측 단자에 각각 접속되어 있는 것을 나타낸다.

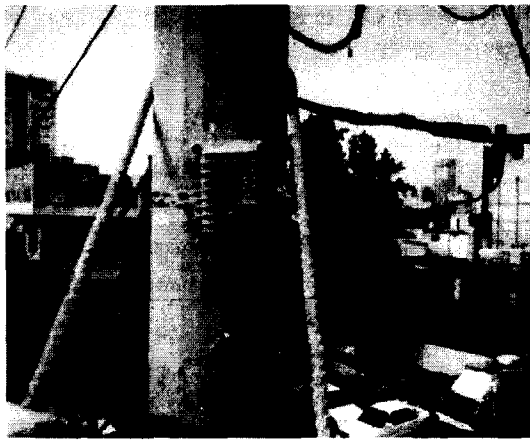


그림 4. 계측장치가 전주에 설치되어 있는 장면  
Fig. 4. View of Metering Instrument which is installed in Transformer Pole

### 3.3 CT 특성분석

CT는 1차측에 흐르는 전류에 의해서 유기되는 2차측 전압 값에 일정한 계수를 곱하여 1차측 전류를 환산한다. 각 상전류의 계측 값은 1차 측 각 상전류에 대한 2차 측 유기전압의 이진 값을 서버로 전송하고, 서버의 응용프로그램에서 이 값에 CT특성에 따른 배율을 곱하여 환산함으로써 얻는다. 본 시스템에서는 CT 1차 측에 0A~600A의 전류를 인가하고, 2차 측 유기전압을 측정함으로써 계측기에 부착된 CT 1차 전류와 2차 단자전압과의 관계를 이용하여 회귀 함수식을 산출하였다. 다음의 표 3은 1, 2차의 함수모델을 나타낸 것이며, 모델의 신뢰성을 표시하는 표본결정계수 ( $R^2$ )를 비교해 보면 1차함수 모델보다는 2차함수가 표본결정계수 0.9979로써 보다 높은 모델 적합도를 나타내었다[4].

표 3. 1차 인가전류와 2차 단자전압의 상관함수  
Table 3. Correlation Function of Primary Current vs. Secondary Voltage

함수모델	함수식	결정계수 ( $R^2$ )
1차함수	$y = 0.7846x + 45.11$	0.9938
2차함수	$y = -0.0003x^2 + 0.9513x + 32.697$	0.9979

CT 1차전류와 2차전압과의 관계를 그래프로 나타내면 그림 5와 같다.

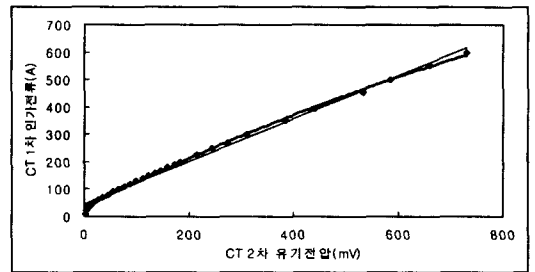


그림 5. CT 특성 그래프  
Fig. 5. CT Characteristic Graph

## 4. 통 신

원격시스템의 가장 중요한 요소는 계측기로부터 사용자 서버에 계측된 데이터를 전송하는 통신매체이다. 본 시스템에서는 대도시 배전선용 전주 중 약 60% 이상에 시설되어 있는 전력회사의 CATV전송망을 송·수신을 위한 전송매체로 활용하였다. 설치지역은 CATV망을 이용하여 초고속 멀티미디어, 케이블TV 전화, 인터넷서비스 등 부가가치서비스를 상용화지역으로써, 향후 CATV망을 활용하여 전력설비 관리업무와 부가가치서비스 업무를 병행할 수 있도록 배전 부하 원격감시용 상·하향 주파수대역을 배정하여 활용하였다.

### 4.1 프로토콜

현장에 설치되는 배전용 변압기 부하감시용 계측기마다 각각 1 바이트 크기의 고유 어드레스를 부여하였으며, 서버에서는 표 4와 같은 파일 구조의 이벤트를 발생시켜 하향채널로 전송하고, 서버로부터 전송된 Address와 일치하는 ID를 갖는 계측기에서는 상향채널을 이용하여 표 5과 같은 구조의 계측데이터를 전

송한다. 송·수신시 전송 에러체크는 좌측에서 우측으로 1바이트 단위로 XOR(Exclusive OR) 값을 계산하여 최종 바이트에 값을 저장하고, 수신 측에서 전송된 값과 수신 후 계산된 값을 비교하는 방식으로 처리하고 있으며, 값이 틀릴 경우인 데이터 전송에러 발생시에는 5회의 재 시도를 할 수 있도록 설계하였다.

표 4. 하향시 전송화일 구조  
Table 4. Downward Transferring Data Structure

인식자(K)	ID	XOR
1	1	1

표 5. 상향시 전송화일 구조  
Table 5. Upward Transferring Data Structure

인식자(H)	ID	A상 전류	B상 전류	C상 전류	전압	XOR
1	1	2	2	2	2	1

### 4.2 CATV 채널 주파수

시스템에서는 서비스를 제공하는 각 채널간의 간섭을 받지 않도록 전용주파수 대역을 다음과 같이 선정하고, 주파수 및 데이터 전송시험을 실시하여 양호한 결과를 얻었으며, 이를 본 시스템의 통신매체 및 기본 송·수신 주파수로 활용하였다.

- 하향 주파수대역 : 133.35Mhz ±50KHz
- 상향 주파수대역 : 28.1Mhz ±50KHz

### 4.3 계측값의 1차 환산

#### 4.3.1 각 상 전류 계산 및 환산

데이터 서버에서 각 상 전류의 계산을 위한 함수모델은 전 구간의 전류범위를 2차식으로 표현할 수 있으나, CT의 특성곡선에 따라 보다 정확한 전류 산출을 위해 0~110A와 120A~600A로 구분하여 표 6과 같이 각각의 함수식으로 나타낼 수 있다. 여기서 y는 변압기 2차전류 값이며, x는 서버에서 수신되는 값을 나타낸다. 그 특성을 그래프로 각각 표시하면 그림 6(a), 6(b)와 같다.

표 6. 전류 구간별 함수식  
Table 6. Functional Formula by Current Range

1차범위	함수식	결정계수
0 ~ 110A	$y = -0.0101x^2 + 1.9786x + 14.955$	0.9906
120A ~ 600A	$y = -0.0001x^2 + 0.837x + 49.918$	0.9997

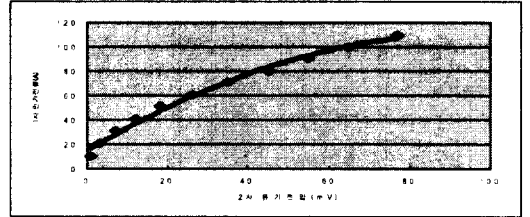


그림 6(a). 0A~110A CT 특성  
Fig. 6(a). 0A~110A CT Characteristic

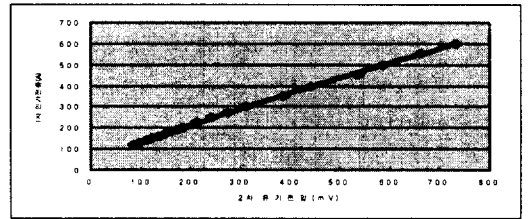


그림 6(b). 120A~600A CT 특성  
Fig. 6(b). 120A~600A CT Characteristic

따라서 각 구간별 변압기 2차 측 전류 값의 계산은 서버 측에서 수신된 값(x)을 상기의 일정한 함수에 대입하여 각 상 전류 값(y)을 정확히 산출해 낼 수 있다.

#### 4.3.2 전압 계산

변압기 2차측 전압(기준 값 220V)은 다음 식에 의해서 계산될 수 있다. 즉 서버에서 수신된 전압을 나타내는 이진데이터 x를 아날로그 값으로 변환한 후 여기에 A/D컨버터가 1 만큼 변화되었을 때의 변동 값 a 를 곱한 다음, CT 1차측 전압 값과 CT 2차측의 양단자 사이에 나타나는 DC전압의 비율 값 b 를 곱함으로써 구할 수 있다.

$$y = ax \times b$$

여기서, y : 환산전압, x : PC서버수신 측정전압 값

a : 12Bit A/D 컨버터 1의 변동 값, 0.00122

b : 기준220V시 DC4.5V의 비율, 48.88888889

## 5. 응용프로그램 개발

### 5.1 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 133MHz
    - 주 메모리 : 64MB
    - 외장 모뎀 : 9600BPS이상
    - 운영체제 : Windows NT
    - 내장LAN카드 16bit
  - 감시용 단말 : 486급 PC
    - 주 메모리 : 32MB
    - 운영체제 : Windows'95
    - 내장LAN카드 16bit

### 5.2 시스템 구성

시스템 구성은 그림 7과 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 값을 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.

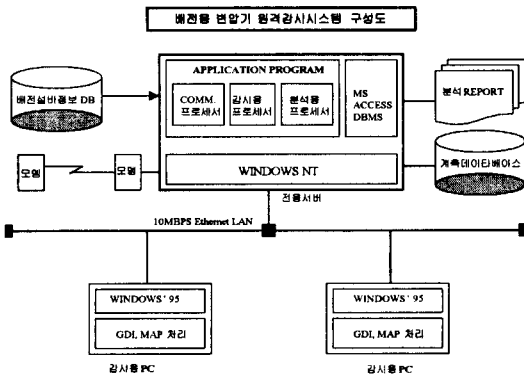


그림 7. 네트워크 구성도  
Fig. 7. Network Configuration Diagram

### 5.3 지형정보의 표시

변압기 운전 및 고장상태를 효과적으로 감시할 수 있도록 하기 위하여 변압기의 전압, 전류 값 현황, 변화추이 및 이상상태 등을 대상지역의 지형도 위에 표시하는 이미지 도면의 합성 프로그램을 개발하였다. 본 시스템 적용 대상지역의 전 지역을 표시하는 축척 1/7,500의 지도를 1MB단위의 크기로 분할하여 이미지 상태로 스캔·입력하고, 프로그램 내에서 합성함으로써 자료처리 및 화면스크롤 속도를 향상시켰다. 또 서울시 전체 지역 중 전력회사의 저압 부하관리시스템에서 추출한 감시대상지역 각 변대주 번호의 배전관리구 정보를 기초로 하여 전자도면 위에 각 좌표별로 감시 노드를 표시할 수 있도록 하였으며, 고장 또는 경고 발생지역을 상세히 감시할 수 있도록 감시화면의 확대/축소 기능을 추가하였다.

그림 8은 서울 종로·중구지역 감시대상지역 중 고장위치를 표시하는 상세화면을 나타내며, 원격 부하감시용 계측기가 설치된 변대주 위치가 표시되어 있다.

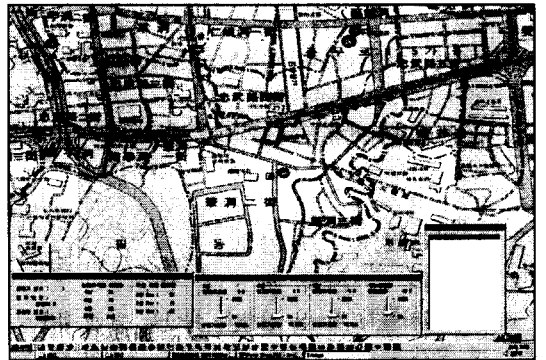


그림 8. 배전부하의 상세 감시화면  
Fig. 8. The Detailed Display of Distribution Load

### 5.4 배전부하의 원격감시

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 취득

데이터 정보를 상세히 볼 수 있도록 감시화면으로 전환하여 고장발생지역의 위치파악 및 상세 데이터 취득 내용을 표시하도록 하였다. 그림 9는 선택된 변대주에 대하여 4개의 주요 체크항목인 변압기 이용률, 부하전류, 부하 불평형률, 규정전압 등을 그래프로 나타낸 화면이며, 각 데이터는 변압기이용률 초과기록을 리스트 형태로 보여주는 출력화면으로도 확인할 수 있다.

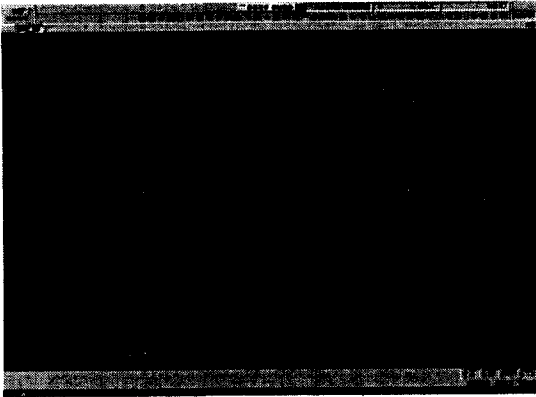


그림 9. 출력화면(그래프) 예  
Fig. 9. Output Display Sample

### 5.5 데이터베이스 구성

데이터베이스 관리시스템은 사용방법 편이, 호환성, 속도, 가격 등을 고려하여 MS ACCESS DB를 사용하였다. 데이터베이스의 저장은 각 계측기 ID별로 운용자의 선택에 따라 1~10분 단위로 발생되며, 10분 단위의 임시테이블, 1시간, 1개월 동안 계측된 데이터 중 최대전류, 이용률과 발생시간을 기록하는 1시간 및 1개월 단위의 테이블이 작성된다. 데이터베이스는 5개의 데이터베이스 테이블로 설계하였으며, 그 주요 저장Field는 표 7과 같다.

표 7. 데이터베이스 테이블의 구성  
Table 7. Configuration of Database Table

Table명	내 용	주요 Field
Pole	변압기 이력	계측기번호, 변압기 용량, 전주 번호 등
Tempo-rary	데이터 임시 보관	10분단위 전류 값, 이용률, 불평형률 등
Hour	시간단위 압축	1시간단위 최대전류 및 이용률, 시간 등
Month	월별 종합 관리	1개월단위 최대전류 및 이용률, 시간 등
Error	비정상 관리	경고 발생 값, 시간, 이용률, 불평형률

### 5.6 응용 프로그램 개발

응용프로그램은 실 부하 취득을 위한 서버용 프로그램, 감시용 클라이언트 프로그램 및 통계처리 및 부하특성 분석을 위한 프로그램 등 3가지 유형으로 분류하여 표 8와 같이 전체 11분의 프로그램으로 구성되어 있다.

표 8. 응용프로그램의 구성  
Table 8. Configuration of Application Program

유형별	처리 유형	처리 내용
실부하 취득 서버용 프로그램	이용자 관리	○ 변압기 관리자 등록 ○ 변압기 이력 수정 및 설정
	도면관리	○ 분할된 배경도면 설정 ○ 열 방향의 길이 설정 ○ 관리구 번호 입력
	통신관리	○ Serial 통신설정 ○ 데이터취득 Interval Time 설정
	경고관리	○ 이용률, 불평형률 관리
	부하관리 DB 관리	○ 과부하 관리, DB 갱신 ○ 월간, 연간 전력량 산출
감시용 클라이언트 프로그램	실시간 상태감시	○ 변압기 운전상태 감시 ○ 과부하 경보 발생
	검색 및 통계	○ 이용률초과 검색 ○ 불평형률 초과 검색 ○ 규정전압유지 검색 ○ 변압기별 운전현황 조회 ○ 최대부하 시간대 분포 통계 ○ 최대부하 분포시간 통계 ○ 변압기 운전현황 보고서
통계처리용 프로그램	보고서	

즉, 서버용 프로그램은 감시용 변압기를 등록하는 기능, 감시대상지역 이미지를 컴퓨터 내에서 합성하는 기능, 데이터 취득시간 간격설정, 이용률 및 불평형률의 기준치를 관리하는 기능 등을 수행하도록 설계되어 있다.

### 5.7 데이터 계측

표 9는 본 원격 감시시스템을 통하여 서울 중구 장충동 지역에 설치된 3상 4선식(Y결선-단상 30KVA) 변대 1개소의 실부하 계측 데이터이며, 그림 10은 계측된 데이터를 이용하여 변압기 2차전압, 각 상전류, 변압기 이용률, 부하 불평형률 등을 나타낸 그래프이다.

표 9. 원격계측 결과  
Table 9. The Results of Telemetering

ID 번호	계측 시간	계측전류			전 압	변압기 이용율			불 평형률 (%)
		A상	B상	C상		A	B	C	
15	9:30:14	137	122	148	221	105	93	113	19
15	9:32:25	131	121	149	221	100	92	114	20
15	9:33:31	148	130	154	220	113	99	118	16
15	9:37:24	133	120	138	220	101	92	105	13
15	9:39:36	132	120	135	220	101	92	103	11
15	9:42:29	138	125	144	221	105	95	110	14
15	9:42:40	147	130	141	220	112	99	108	12
15	9:42:50	139	126	145	220	106	96	111	13
15	9:43:02	136	126	139	221	104	96	106	9
15	9:43:46	135	125	144	221	103	95	110	14
15	9:44:41	139	126	142	221	106	96	108	11
15	9:45:58	138	126	143	220	105	96	109	12
15	9:47:27	133	123	137	220	101	94	105	10
15	9:47:49	131	124	135	220	100	95	103	8
15	9:48:11	139	121	126	220	106	92	96	13
15	9:50:12	120	111	121	223	92	85	92	8
15	9:50:56	120	112	121	222	92	85	92	7

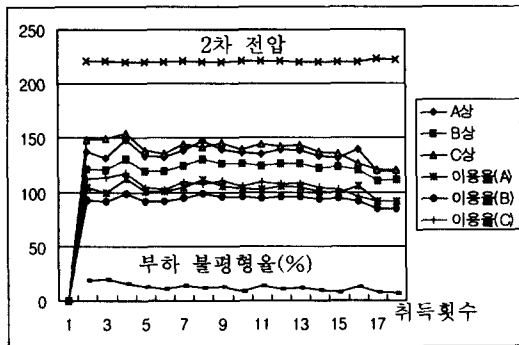


그림 10. 각 상별 전류 및 이용률  
Fig. 10. Each Phase Current & Utilization Rate

### 6. 결 론

본 배전용 변압기 부하의 원격감시시스템은 하계 피크 시 빈번하게 발생되는 과부하 및 부하불평형에 의한 변압기 소손 및 유분출 사고 등의 발생을 방지하기 위한 방안 수립과 특히 3상 4선식 결선방식인 등·동 공용변압기의 부하관리를 효율적으로 하기 위한 목적으로 개발을 추진하였으며, 통신망인 CATV회선을 이용하여 배전용 변압기의 부하를 원격지에서 직접 감시하기 위한 감시용 계측기를 제작하고, 이를

현장에 설치하여 취득된 데이터를 배전 저압부하 관리업무에 활용할 수 있는 시스템을 개발하였다.

본 시스템은 실계통 3상 4선 결선방식의 변대주에 부착하여 CATV망을 통한 계측기 - 전용 서버간의 전송시험을 실시하였다. 그 결과 현장에서 직접 측정 한 변압기 부하 전류, 전압 등과 서버에서 원격으로 계측기에 의해 취득된 각 데이터가 정확히 일치하였으며, '98. 7월부터 '99. 8월 현재까지 시범 운영함으로써 매 10분 단위의 실 계측데이터 원격취득 시스템의 신뢰성과 안정성을 확인할 수 있었다.

향후 배전부하의 원격감시시스템의 확대 적용을 위해서는 실 계측데이터를 다양한 무선, 전용통신선, CATV 망 등을 이용하여 원격으로 취득함으로써 부하를 직접 감시하고, 이를 바탕으로 미래의 부하를 예측하기 위한 시스템의 추가 개발이 필요하다.

### 참 고 문 헌

- (1) 박창호 외, 주상변압기 부하관리개선에 관한 연구 중간 보고서, 전력연구원, p.23~24, p.71~72, 1998.
- (2) 하복남 외, 국산 배전자동화 시스템 실계통 실증연구 최종보고서, 전력연구원, p.303~332, 1997.
- (3) CATV교육교재, CATV기술, 한국전력공사 중앙교육원, p.24~52, 1997.
- (4) 안상형 외, 현대통계학, 학현사, p.341~367, p.430~438, 1993.

### ◇ 저자소개 ◇

박 창 호 (朴昌浩)  
1956년 10월 24일생. 1979년 중앙대학교 전기공학과 졸업 1981년 연세대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 현재 한국전력공사 전력연구원 배전기술그룹 선임연구원.