

## 전자식 전력량계용 한전 프로토콜 및 운영 프로그램 개발

유인협<sup>°</sup>, 장문종<sup>°</sup>, 현덕화<sup>°</sup>  
<sup>°</sup> 한국전력공사, 전력연구원

## Development of Automatic Meter Reading Program for Electronic Power Meter

In H. Yu<sup>°</sup>, Mun J. Jang<sup>°</sup>, Duk H. Hyun<sup>°</sup>

<sup>°</sup> Korea Electric Power Research Ins.(KEPRI)

**Abstract** - A communication protocol for automatic meter reading is designed for electronic power meter. Communicational functions and data structures are standardized and data reading software is developed according to the developed protocol. The communication protocol is designed with reference specifications, IEC 62056-31 and Distributed Network Protocol(DNP). For design, communicational functions and specifications of the industrial meters were analyzed for the purpose of developing a new one for KEPCO meters. The protocol is designed with 3 layer model, physical layer, data link layer and application layer. A documentation was completed with data gathering, data classification, authentication, error detection. An emulator system was made for testing the protocol. A meter reading software was developed using the protocol. Many different protocols and meter reading softwares are integrated into one with the developed protocol and software as KEPCO's standard.

## 1. 서 론

원격 검침 시스템은 한국전력공사 주도하에 대용량 수용가를 대상으로 시험과 적용이 추진되고 있다. 계약전력 100kW이상인 대용량 수용가가 전체 수용가의 1%이내로써 전력사용량은 70%이상을 차지하고 있는 실정이므로 투자효과를 고려하여 원격검침 시스템을 대용량 수용가에 대하여 우선 적용 및 시행되고 있다. 원격검침을 실시하기 위해 현재 대용량 수용가인 8만호중 약 60% 이상이 데이터 통신이 가능한 전자식 전력량계로 교체되었다. 계약전력 5,000kW 이상 수용가중 약 600호는 '95년도부터 전화를 이용한 원격검침을 운영하고 있다. 그리고 '99년도부터 영등포 지점에 고압 수용가 600호를 대상으로 전화선과 CATV망을 이용한 원격 검침 시험 시스템을 구축하고 다양한 시험도 실시한 바 있다. 그리고 100 kW이하의 저압 수용가를 대상으로 한 원격검침은 현재 제주도 지역 약 5000호를 대상으로 무선방식과 전력선 통신을 이용하여 시험 시스템을 구축하고 있다. 그러나 현재 국내의 전력량계 제조사들은 통신 프로토콜을 공개하지 않고 납품시 운영 프로그램을 제공하고 있다. 따라서 전력량계의 운영 보수 면에서 호환성이 없는 실정이다

## 2. 본 론

## 2.1 통신 프로토콜

본 프로토콜을 개발하기 위한 설계방안은 다음과 같다. 원격검침시스템의 통신프로토콜은 일반 데이터 통신용 프로토콜과는 몇가지 차이점이 있다. 일반 데이터 통신 네트워크에서는 하나의 네트워크와 다른 네트워크간의 연결을 위하여 경로설정(routing) 등을 중요시한다. 그러나, 감시제어시스템의 경우, 통신망 자체가 하나의 큰 네트워크를 구성하는 것은 아니며, 라우팅은 필요하지 않다. 또한, 시스템 특성상 점대점(point-to-point) 방식의 통신방식이 일반적이다. 감시제어시스템에서 중점을 두고 있는 것은 높은 데이터 무결성과 데이터 일치성이다. 또한, 원격검침시스템의 통신환경은 잡음이 심한 환경, 느린 통신네트워크 환경에 있기 때문에 이를 고려한 설계가 필요하다.

원격검침시스템은 일반적인 데이터통신에서 사용하는 OSI 7 계층을 전부 다 사용하는 것이 아니라, 보통 Physical, Data Link, Application Layer로 구성하여 사용한다. 일반적인 원격검침시스템은 지역적인 시스템이므로 네트워크에 해당하는 부분이 빠져있는 상태이다.

2.1.1 원격검침시스템에서 본 OSI 7 Layer 원격검침시스템의 경우, 통신망 자체가 하나의 큰 네트워크를 구성하는 것은 아니며, 라우팅 및 end-to-end 에러제어 등은 필요하지 않다. 그래서, 7계층을 3계층으로 단순화시킨 EPA(Enhanced Performance Architecture) 모델이 제시되었다. 이러한 모델로 전환되면서, 원격검침시스템에서 요구하는 데이터 무결성 및 일치성 등을 만족하기 위하여 프로토콜 구현에 좀더 쉽게 접근할 수 있다. 이 모델에서는 통신매체의 정의와 프레임 포맷 및 데이터 전송방식 등의 단순하고 기초적인 정의만 해주면 된다. Data Link 와 Physical 계층은 Point-to-Point link-oriented 이고 Session, Transport, Network 계층은 End-to-End Connection Oriented 개념이 들어간다. 구축할 원격검침시스템은 Point-to-Point 개념이므로 Data Link 와 Physical 계층을 구현하여 Application 계층과 연동할 수 있으면 된다. Data Link 계층은 무선 및 유선통신의 다양한 통신매체를 수용할 수 있는 MDI(Medium Dependent Interface) 기능과 그 위에서 작동하는 확장된 MAC 기능을 구현하여 다양한 통신매체에 적용할 수 있는 원격검침시스템용 프로토콜을 구성한다. IEC 에서의 EPA 모델에 일치하는 표준안을 발표하였지만, AMR 용 국제 표준규격은 IEC 62056-41(1998), IEC 62056-31(1999)이 각각 PSTN, 전용선에 따른 Media에 국한된 규격이다. 이에 통신매체에 국한되지 않는 프로토콜을 설계하게 되었다.

## 2.1.2 프로토콜 설계 절차

원격검침시스템 프로토콜을 설계시, 먼저 기존에 존재하는 다양한 프로토콜을 면밀히 조사하여, 여러 가지 조건을 분석하므로, 공통된 표준과 확장에 대비할 수 있다. 원격검침용 프로토콜로 적당한가에 대한 평가는 아래 표

의 11가지 요소로 분석할 수 있다.

평가 요소	설 명
Media independent	일반 트위스트 페어, 광섬유, 무선통신 등을 사용하여 모두 쉽게 구현이 가능해야 한다.
Addressable	모든 기기에 쉽게 적용할 수 있어야 한다.
Secure	해당 프로토콜은 다양한 에러를 검출해 내는데 용이해야 한다.
Data Selectable	다양한 데이터에 대하여 요구/전송/변환(request/send/mapping)이 가능하여야 한다.
ISO/OSI Compliant	OSI 7계층 참조모델에 의한 구조를 가져야 한다.
LAN(vs. point-to-point)	해독할 수 있는 주소를 갖고 동작 가능하여야 한다.
Duplex	두 기기 간에 명령과 응답을 정의할 수 있어야 하고, 이를 통해 양방향 통신이 가능하여야 한다.
Documentation	구현을 위하여 충분한 documentation(Spec)이 존재해야 한다.
Easy to Interface	쉽게 인터페이스가 가능한 물리 계층의 하드웨어와 인터페이스 방법이 존재하여야 한다.
Multiple source Hardware	다양한 업체(vendor)의 하드웨어와 연결할 수 있는 기본적인 하드웨어가 존재하여야 한다.
Public domain	프로토콜이 특허나 법으로 규제없이 공개되어야 하고, 자유롭게 사용 가능하여야 한다.

표1. 원격검침 프로토콜의 평가 요소 및 설명

이러한 조건을 만족하며 현존하는 원격검침용 프로토콜은 존재하지 않는다. 11개의 평가요소 중 앞의 3개의 요소(중요도가 큰 요소: media independent, Addressable, Secure)에 초점을 두어 국내 실정에 맞는 원격검침용 통신프로토콜을 구성하였다. 구성 시에는 기존의 프로토콜과 향후 확장시의 프로토콜변화를 고려하여, 쉽게 구현이 가능하도록 설계하였다.

원격검침용 프로토콜을 구성할 때, 현존하는 모든 프로토콜을 수용할 수 있는 프로토콜을 구성하기란 쉽지 않다. 모든 프로토콜을 수용할 수 있는 프로토콜을 구현한다는 것은 각 프로토콜에 대한 모든 기능을 가지고 있어야 한다는 의미이다. 호환성의 문제는 새로운 부가 필드를 요구하게 되고 원격검침시스템에 부하를 가중시키는 문제를 발생시킨다. 이를 위한 해결책으로 프로토콜의 소프트웨어 구현시, 유지보수 및 확장성을 고려한 코딩 및 설계를 하는 방법이 있다. 프로토콜의 구성후, 실증 시험 및 국내개발업체의 의견을 반영하여 프로토콜을 향상시키는 작업을 한 후, 표준화에 이르는 절차를 밟을 예정이다.

### 2.1.3 프로토콜 계층의 수행내용

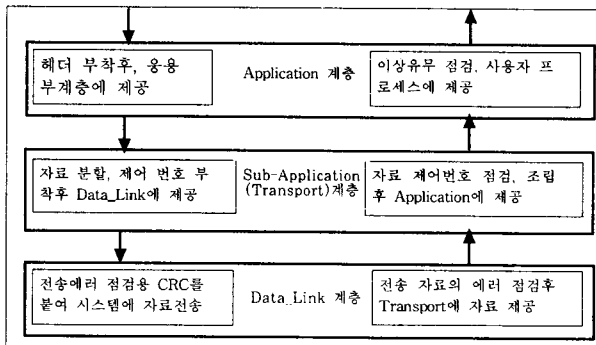


그림 1. 프로토콜 계층의 수행 내용

프로토콜을 구성하는 각 계층은 특정한 기능을 가지고 있으며, 그림 1은 각 계층의 수행과정을 개략적으로 나타낸 것이다.

### 2.1.4 Physical Layer

Physical 계층은 8 Bit Data, 1 Start Bit, 1 Stop Bit, no Parity Bit, 그리고 RS-232C 전압 레벨과 제어 신호를 제공하는 bit Serial을 지향하는 비동기 물리계층이다. Physical 계층의 특징은 다음과 같다.

1) 회선 구성 : 프로토콜에서 제공하는 Data\_Link는 다음과 같다.

- 다중 서버 연결(Multiple Master)
- 다중 계기 연결(Multiple Slave)
- 점대점 연결(Peer\_to\_Peer)

2) 전송 모드 : 프로토콜의 Physical 계층은 Serial 모드로 데이터를 송수신해야 한다. 일반적으로 전송된 단위당 데이터 길이는 8 Bit이다.

3) 통신속도 : 2,400, 4,800, 9,600, 19,200 bps S/W, H/W 적으로 속도를 가변할 수 있어야 하며, Default 속도는 9,600 bps이다.

4) 가입자회선 : 모뎀과의 인터페이스는 RS-232C 9핀 통신(계량기, male)을 기본으로 한다.

### 2.1.5 Data Link Layer

Data Link 계층의 자료 구조는 다음과 같다.

11 bytes (인중시 27 bytes)	4 bytes	최대 243 bytes(가변)	2 bytes
Data Link Header	Application Header	Data	CRC

데이터 링크 계층의 헤더필드의 구성은 다음과 같으며 인증절차를 진행해야 할 경우, 16바이트의 헤더가 더 필요하다.

START	LEN	ADS	ADP	CC	ZA1	ZA2
2 bytes	1 byte	6 bytes	1 bytes	1 byte	8 bytes	8 bytes

#### 2.1.5.1 시작필드(START)

시작필드는 2바이트로 구성되어 있으며, 시작필드의 값은 0x2F02로 고정되어 프레임의 시작을 알린다.

#### 2.1.5.2 길이필드(LEN)

길이필드는 제어필드와 송수신주소필드를 포함한 데이터의 길이를 나타내며, START, 길이필드 및 CRC를 제외하며 최대 255를 나타낼 수 있다.

#### 2.1.5.3 수신주소 필드(ADS)

수신주소 필드는 6바이트로 구성되며 프레임이 수신될 주소를 명시한다. 주소가 xffff이면 모든 스테이션의 주소를 나타내며, 동보(broadcast)통신용으로 사용한다.

#### 2.1.5.4 송신주소 필드(ADP)

송신주소 필드는 1바이트로 구성되며 프레임을 전송한 주소를 명시한다. Default 값은 0x00이다.

#### 2.1.5.5 제어코드(CC)

제어코드는 프레임의 방향(Direction), 프레임의 형식(Type), 흐름제어(Flow Control) 정보를 포함하고 있다.

#### 2.1.5.6 인증 코드(ZA1, ZA2)

인증용 데이터를 전송하는데 사용된다.

### 2.1.6 Application Layer

Application Layer의 자료 구성은 1 byte의 Application Sub Layer 헤더와 3bytes의 Application Layer 헤더 및 데이터로 구성된다.

#### 2.1.6.1 Application Sub Layer

대량의 데이터를 전송할 때, 세션의 재설정 등의 문제를 해결하기 위해 어플리케이션 부계층에서 데이터의 분할과 조립을 담당한다.

#### 2.1.6.2 Application Layer

응용계층은 사용자 프로세스로부터 받은 자료에 사용자

가 요구하는 기능 정보와 제어정보를 실어 응용 부계층으로 전송하거나 응용 부계층으로부터 전송 받은 자료를 사용자 프로세스에 제공하는 역할을 한다. 데이터의 비밀성을 유지하기 위하여 Making과 Unmasking을 수행하는데, 그 절차는 IEC 62056-51의 'Annex D. Masking algorithm for data confidentiality'를 따른다. Masking과 Unmasking은 모든 데이터의 교환에서 이루어져야 한다.

## 2.2 운영 프로그램

전자식 전력량계 운용프로그램은 계량기와의 통신을 통하여 필요한 데이터를 상호간에 주고받는 기능을 담당하는 통신관리부와 검침한 데이터를 유지하면서 관리하는 데이터베이스부, 데이터베이스를 통하여 사용자에게 필요한 정보를 제공하는 자료관리부, 기타 통신을 위한 설정과 배포등록을 수행하기 위한 환경관리부로 구성된다. 그림 2는 운용프로그램의 기능별 구성도를 보여준다.

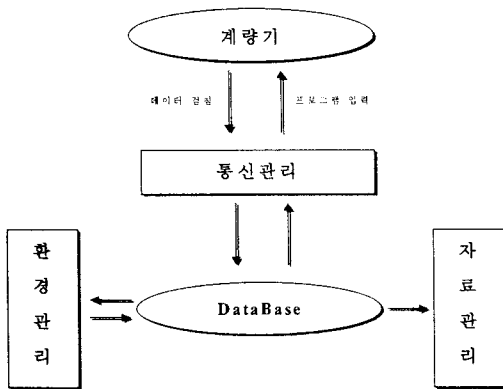


그림 2. 운영 프로그램의 기능별 구성

### 2.2.1 파일관리

파일관리 기능은 사용자확인 기능과 프린터 설정기능, 프로그램 종료 기능을 포함한다. 사용자확인 기능은 운용프로그램을 사용하고자 하는 사용자가 운용프로그램을 구동시킬 권한이 있는지 확인하기 위해서 필요한 기능이다. 프린터 설정기능은 운용프로그램에서 각종 보고서를 출력할 때 사용할 프린터의 선택사항을 설정한다.

### 2.2.2 통신관리

통신관리 기능은 계기와 통신연결 기능과 통신해제 기능, 동작프로그램 즉시입력설정 기능, 예약입력설정 기능, 계기설정변경 기능, 계기데이터검침 기능, 계기초기화 기능으로 구성되어 있다.

### 2.2.3 자료관리

데이터관리 기능은 계기에서 검침정보를 가져와서 운용프로그램을 통하여 사용자에게 보여주고 보고서를 출력하는 기능을 수행한다. 동작프로그램관리 기능은 계기에서 동작하는 프로그램을 계기에 설정하여 사용할 수 있게 하는 기능을 수행한다. 검침자료관리 기능은 계기에서 검침한 자료들을 계기와 검침시간별로 관리하는 기능을 수행한다. 최대수요전력관리 기능은 계기와 검침시간별로 최대수요전력을 관리한다.

### 2.2.4 환경관리

환경관리 기능은 계기와 통신을 하기 위해서 통신방식과 통신에 사용할 포트, 전송속도와 같은 필요한 통신설정 정보를 처리하는 기능이다. 배포자료등록 기능은 새로 정의한 동작프로그램을 운용프로그램에서 사용할 수 있도록 등록해주는 역할을 수행한다.

### 2.2.5 화면구성

운영 프로그램의 화면 구성은 다음과 같으며 초기화면은 아래 그림과 같다.

메뉴	새부화면	기능
기본 화면	사용자확인	권한 있는 사용자인지 확인하는 화면
파일 관리	프린터설정	출력할 프린터 선택 및 옵션 설정
	종료	운용프로그램 종료
통신 관리	계기연결접속	계기와 통신연결 및 기본정보 수집
	계기연결끊기	계기와 통신해제
	즉시입력설정	계기에 즉시 적용될 동작프로그램 입력
	예약입력설정	계기에 예약 적용될 동작프로그램 입력
	계기검침	계기상태와 검침데이터, 최대수요전력 정보 수집
	계기설정변경	계기시간변경, 자동응답설정, LCD 옵션 설정, 부하이력과 수요전력 초기화
자료 관리	계기초기화	계기의 동작프로그램 계기
	동작프로그램검색	설정프로그램 조회
	검침데이터검색	검침데이터 조회
환경 관리	최대수요전력검색	최대수요전력 조회
	계기통신설정	기본 통신정보 변경
	배포자료 등록	설정 프로그램 데이터 등록

표 2. 운영프로그램의 화면 구성

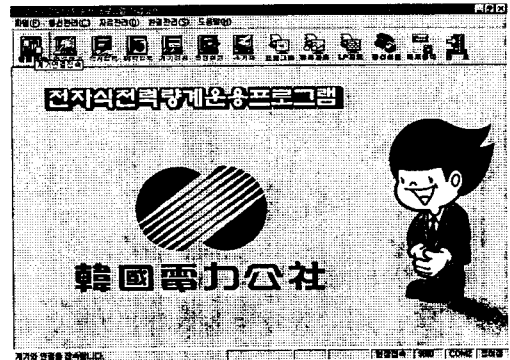


그림 3. 프로그램의 초기화면

## 3. 결 론

전자식 전력량계의 통신프로토콜과 운용프로그램에 대한 표준화작업을 통하여 한국전력공사에서는 특정 제조사의 통신방식이나 데이터구조 등에 구애받지 않고 원격검침을 보다 용이하게 구축할 수 있는 이점을 가지게 되었다. 또한, 향후 변화하는 계량기 시장에서도 한국전력공사가 표준을 주도할 뿐만 아니라 국내 전자식 계량기 제조사에 대해 기술을 이전하여 국내산업 발전에도 이바지하는 바가 클 것으로 기대된다. 개발된 3상 전자식 전력량계 운용프로그램은 보완작업을 거쳐 한국전력공사의 표준 검침용 운용프로그램으로 활용할 예정이며, 향후 한국전력공사에 도입되는 3상 전자식 전력량계는 표준한전통신프로토콜 준수를 요구하여 운용프로그램과 호환되도록 할 계획이다.

### (참 고 문 헌)

- [1] W. Stallings, "Networking Standards", Addison Wesley, 1993
- [2] IEC, "IEC 62056-31 Electricity metering - Data exchange for meter reading, tariff and load control Part 31", 1999.
- [3] 한국전력공사, "전자식 전력량계 한전 표준 통신규격 개발", Nov., 2000