

원격검침을 위한 전자식 전력량계 기능과 데이터구조 설계에 관한 연구

◦ 장문중*, 현덕화*, 조선구*
*한국전력공사 전력연구원

The Study on the Design of the Function and Data Structure for Electronic Watt-Hour Meters

◦ M. J. Jang*, D. H. Hyun*, S. K. Cho*
*Korea Electric Power Research Institute of KEPCO

Abstract - With the development of Computer & Communication Technology, nowadays many people are interested in remote metering, and many vendors are suggesting various remote metering solutions. KEPCO (Korea Electric Power Corporation) adopts some of these to some customers who uses a lot of electric power, also continues researching them. But, currently used electronic watt-hour meters vary in terms of communication protocol and data structure by the vendors. So we have to know each vendor's communication protocol and data structure to construct a remote metering system, or to find problems in it. But that's impossible to know each vendor's protocol and data structure because they are reluctant to tell those to outside the company.

To solve these problems and to make a much more cost-effective metering system, KEPCO developed standard communication protocol between meters and PC (or metering server), and defined standard functions and data structure which can be used by everyone easily. Those developments support standard interface for every vendors' meters. And Those will be adopted by KEPCO for a part of a new metering standard for electronic watt-hour meters.

1. 서 론

한국전력공사에는 전자식 전력량계의 단계적 도입에 따라 다양한 회사의 전자식 전력량계가 수용가에 설치되어 있으며 이들 전력량계는 각사별로 고유의 계기접속방식과 통신프로토콜, 계기기능, 검침용 운용프로그램을 가지고 있다. 따라서, 전자식 전력량계를 검침함에 있어 각사 별로 검침용 운용프로그램을 이용하고 있으며, 현장검침을 위해서는 각 지사별로 도입된 계량기의 종류에 맞는 수만권의 운용프로그램을 보유하여야 한다.

이런 상황에서 한국전력공사는 검침업무의 복잡성을 단순화하고 유지보수에 따른 비용절감 등의 이유로 특정 제조회사의 통신방식이나 데이터구조 등에 구애받지 않도록 표준화된 전자식 전력량계의 통신프로토콜과 운용프로그램 개발을 수행하였다.

전자식 전력량계의 통신프로토콜을 통일하고 표준화된 검침용 운용프로그램을 사용함으로써 검침원에게는 다양한 검침용 운용프로그램 사용법을 익혀야하는 불편함을 없애고 각 제조사별 검침용 장비의 유지관리에 따른 비용을 절감할 뿐만 아니라 원격검침 시스템 구축시 저비용으로 보다 신뢰성 있는 원격검침시스템 구축이 용이할 것으로 기대된다.

본 논문에서는 한전표준 전자식 전력량계의 통신 프로토콜과 전력량계 기능을 정의한다. 그리고, 이에 기반하여 데이터구조의 설계에 대해서 살펴본다.

2. 전자식 전력량계 통신프로토콜 설계

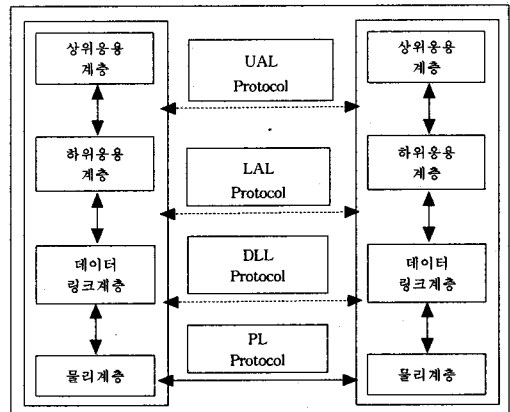
2.1 통신프로토콜 계층

전자식 전력량계의 통신프로토콜은 검침 데이터 교환을 위한 전용규격인 IEC 1107과 62056-31, 62056-41, 62056-51, DNP 3.0을 기반으로 설계하였다. 그리고, 필요에 따라 ISO 646(1991), ISO 1155(1978), ISO 1177(1985), ISO 1745(1975), ISO/IEC 7480(1991), ISO/IEC 7498-1(1994), ITU-T V.24/V.28 등 관련 표준 통신규격을 참조하였다.

계층별 구조로 보면 OSI의 참조모델을 따르나, 검침 데이터 전송에 직접적으로 필요한 물리계층(Physical Layer), 데이터링크계층(Data Link Layer), 하위응용계층(Lower Application Layer), 상위응용계층(Upper Application Layer)의 4개 계층으로 되어 있다.

〈그림 1〉에서 각각 통신프로토콜 계층과 각 계층별 대응관계를 보여주고 있다. 물리계층은 RS-232 레벨에서 상호 호환되도록 물리적 인터페이스를 통일하였다.

〈그림 1〉에서 점선은 각 계층별로 독립적인 통신 프로토콜을 가지고 있음을 의미한다. 즉, 각 계층은 이들 통신 프로토콜에 의해 자료를 전송하고 전송 에러를 점검하며 에러 발생 시에는 재전송을 요구하게 된다.



〈그림 1〉 통신프로토콜 체계

〈그림 2〉는 설계된 표준프로토콜을 기반으로 구성된 메시지 포맷으로, 첫 번째 11 바이트는 데이터링크 계층에서의 기능을 수행하기 위한 헤더부이고, 두 번째 필드(1 바이트)는 하위응용계층에서의 기능을 수행하기 위한, 헤더부, 세 번째 필드(1 바이트)는 상위응용계층에서의 기능 수행을 위한 헤더부, 네 번째 필드는 상위응용계층에서 정의된 기능들을 수행하는데 필요한 데이

터들을 전송하는 필드부로 길이는 필요에 따라서 가변적이다. 그리고, 마지막 필드는 에러확인을 위한 CRC 코드 2 바이트로 구성되어 있다.

| | | | | |
|---------|-------|--------|----------|--------|
| 11bytes | 1byte | 1bytes | Variable | 2bytes |
| DLH | LAH | UAH | DATA | CRC |

〈그림 2〉 메시지 포맷

2.2 물리계층(Physical Layer, PL)

물리계층은 8 Bit Data, 1 Start Bit, 1 Stop Bit, no Parity Bit, 그리고 RS-232C 전압 레벨과 제어신호를 제공하는 bit Serial을 지향하는 비동기 물리계층이다. 물리계층은 송수신, 연결 및 해지 등의 기본 서비스를 제공한다.

2.3 데이터링크 계층(Data Link Layer, DLL)

데이터링크계층은 OSI 모델의 2계층에 해당하는 계층으로 상위계층에서 요구하는 서비스 기능을 받아서 전송 흐름을 제어하면서 해당 기능을 수행한다.

데이터링크계층은 ISO의 OSI 표준에 기술된 바와 같이 물리적 접속상에서 링크계층의 데이터나 전송정보를 제공한다. 또한, 링크상태와 같은 이벤트의 상태정보를 제공한다. 〈그림 3〉은 데이터링크계층의 메시지 구성이다.

| | | |
|---------|-----------------|--------|
| DLH(11) | DLDU (variable) | CRC(2) |
|---------|-----------------|--------|

〈그림 3〉 데이터링크계층 메시지

2.4 하위응용계층(Lower Application Layer, LAL)

대량의 데이터를 전송할 때, 세션의 재설정 등의 문제를 해결하기 위해 하위응용계층에서 데이터의 분할과 조립을 담당한다. 하위응용계층의 메시지 구성은 〈그림 4〉와 같다.

| | |
|--------|-----------------|
| LAH(1) | LADU (variable) |
|--------|-----------------|

〈그림 4〉 하위응용계층 메시지

2.5 상위응용계층(Upper Application Layer, UAL)

상위응용계층은 사용자 프로세스로부터 받은 데이터에 기능 정보와 제어정보를 실어 하위응용계층으로 전송하거나 하위응용계층으로부터 전송 받은 메시지를 사용자 프로세스에 제공하는 역할을 한다. 〈그림 5〉는 상위응용계층의 메시지 구성이다.

| | | |
|--------|-------|-----------------|
| UAH(1) | OH(2) | UADU (variable) |
|--------|-------|-----------------|

〈그림 5〉 상위응용계층 메시지

메시지의 항목헤더(Object Header)는 메시지에 포함되는 데이터(UADU)를 해석하는 방법을 제공하기 위해서 사용된다. 항목헤더의 구성은 요구나 응답 메시지가 동일하나 표현방법에 있어서는 요구하는 메시지와 응답하는 메시지가 서로 다를 수 있다. 〈그림 6〉은 상위응용계층 항목헤더 메시지 포맷이다.

| Object Group | Main Item | Detail Item |
|--------------|-----------|-------------|
| (1byte) | (4 bits) | (4 bits) |

〈그림 6〉 상위응용계층 항목헤더 메시지

3. 전자식 전력량계 데이터 구조와 기능

전자식 전력량계에서 설계한 통신프로토콜에 따라 메시지를 주고받을 때 메시지에는 검침에 필요한 각종 데이터가 포함되어야 한다. 서버와 계기에서 필요한 기능에 따라 데이터를 기능별로 구분하여 정의함으로써 원하는 데이터를 쉽게 접근할 수 있다.

데이터는 필요한 기능별로 설정정보와 관련하여 계기 설정그룹과 검침설정그룹, 요금설정그룹을 포함하며 상태와 검침정보와 관련하여 계기상태그룹과 검침데이터그룹, LP 데이터그룹을 가진다. 그리고, 예약된 동작프로그램의 기능과 관련하여 예약계기설정그룹, 예약검침설정그룹, 예약요금설정그룹으로 분류한다.

각 그룹을 식별하기 위해서 그룹별로 분류코드를 부여하며 코드는 2 바이트의 길이를 가진다. 첫 번째 바이트는 그룹을 식별하는데 사용하며, 두 번째 바이트는 상위 4 비트와 하위 4 비트로 나누어 상위 4 비트는 각 그룹의 주항목을, 하위 4 비트는 주항목 내에서의 세부항목을 지정하는데 사용된다. [표 1]은 데이터그룹과 분류코드 기능을 정의한 전자식 전력량계의 기능별 표준 데이터 구조이다.

〔표 1〕 전자식 전력량계의 표준 데이터 구조

| 데이터 그룹 | 분류코드 | 기능 |
|-------------|--------|--------------------------|
| 계기설정그룹 | 0x01FF | 계기, LCD, LCD 출력항목, 모뎀 설정 |
| 검침설정그룹 | 0x02FF | 검침방법, LP 설정, 수요전력 설정 |
| 요금설정그룹 | 0x03FF | TOU, 휴일, 일광절약 설정 |
| 계기상태그룹 | 0x04FF | 기본정보, 검침, 계기, 통신, 정전정보 |
| 검침데이터그룹 | 0x05FF | 현월 기준 전 6개월 검침데이터 |
| 최대수요전력데이터그룹 | 0x06FF | 기간별 LP 데이터 |
| 예약계기설정그룹 | 0x11FF | 계기, LCD, LCD 출력항목, 모뎀 설정 |
| 예약검침설정그룹 | 0x12FF | 검침방법, LP 설정, 수요전력 설정 |
| 예약요금설정그룹 | 0x13FF | TOU, 휴일, 일광절약 설정 |

3.1 계기설정그룹(0x01FF)

계기설정그룹은 기기설정, 디스플레이설정, 디스플레이출력항목, 모뎀설정 항목으로 구성되어 있다. 기기설정항목은 현재프로그램명과 예약프로그램명, 권한에 따른 비밀번호, 변성기배수, 계기상수, 필스폭 등을 포함한다. 디스플레이설정은 경고와 에러 표시 여부, 스크롤 시간, 데이터 포맷 등 디스플레이에 표시되는 방식에 관한 값들을 설정한다. 디스플레이출력항목은 정상모드와 선택모드, 시험모드에서 나타날 최대 30개까지 항목을 설정한다. 모뎀설정은 모뎀종류와 각 모뎀별 특성에 따라 필요한 정보들을 설정한다.

3.2 검침설정그룹(0x02FF)

검침설정그룹은 검침방법과 LP, 수요전력 항목으로 구성되어 있다. 검침방법 설정항목은 검침시행조건과 정기검침일, 비정기검침일, 유효전력과 무효전력, 피상전력을 설정하며, LP 설정항목에서는 채널과 저장간격시간을 설정한다. 수요전력 설정항목은 수요간격과 보조수요시간, 수요지연시간, 지연가능 정전시간, 수요초과값 설정, 설정제한시간, EOI 출력시간간격, 수요전력복귀 설정, 수요전력초기화후 특정정과일, 수요측정방식을 설정한다.

3.3 요금설정그룹(0x03FF)

요금설정그룹은 TOU 설정과 휴일입력, 일광절약 항목으로 구성되어 있다. TOU 설정항목은 계절과 요일, 계절별 요일적용을 설정하고, 휴일입력 설정항목은 정기휴일과 비정기휴일을 설정한다. 일광절약 설정항목은 일광절약 기능 사용유무, 시작요일, 종료요일을 설정한다.

3.4 계기상태그룹(0x04FF)

계기상태그룹은 계기의 상태정보를 가지고 있는 그룹으로 기본정보와 검침정보, 에러/이벤트 플래그, 통신속도, 정전정보, 일반정보, LP 기본정보, 통신에러 항목을 포함한다. 기본정보 항목은 계기 펌웨어(firmware) 버전과 계기 ID, 공급방식, 현재시간, 최초프로그램 설정일시, 현재프로그램 설정일시, 변경전 일시변경일시, 변경후 일시변경일시를 가지고 있다. 검침정보 항목과 일반항목은 검침과 관련된 정보들을 포함하며, 통신속도는 현재의 광포트와 모뎀에서 설정된 속도를 표시한다. 계기정보항목과 LP 기본정보항목, 통신에러 기록항목, 정전정보 항목, 에러와 이벤트 플래그 항목은 각 항목별로 발생회수와 발생일력, 복구일력 정보를 유지한다.

3.5 검침데이터그룹(0x05FF)

검침데이터그룹은 6개월분의 검침데이터를 보관한다. 에너지와 수요전력, 누적수요전력, 연속누적수요전력, 최대수요발생일시, 최대연속누적수요발생일시, 수요전력발생역률1·2, 평균역률1·2, 이전시한수요전력, 최대수요전력발생일력 항목으로 구성되어 있다. 각 항목은 현재월을 기준으로 이전 6개월 정보를 보관한다.

3.6 LP 데이터그룹(0x06FF)

LP 데이터그룹은 3개월분의 LP 데이터를 보관한다. 15분 LP 데이터와 1시간 LP 데이터, 하루 LP 데이터, 한주간 LP 데이터, 30일 LP 데이터, 90일 LP 데이터 항목을 포함한다. 각 항목은 4개의 채널에 대해서 각 시간별로 LP 정보를 기록하여 보관한다.

3.7 예약계기설정그룹(0x11FF)

예약계기설정그룹은 기기설정, 디스플레이설정, 디스플레이출력항목, 모뎀설정 항목으로 구성되어 있으며 계기설정그룹과 같은 데이터 구조를 가진다. 단지 예약계기설정그룹의 값들은 계량기에 동작프로그램이 예약되어 있을 경우 예약시간이 되면 자동으로 계기설정그룹의 값들이 예약된 계기설정그룹의 값들로 변경된다.

3.8 예약검침설정그룹(0x12FF)

예약검침설정그룹은 검침방법과 LP, 수요전력 항목으로 구성되어 있으며 검침설정그룹과 같은 데이터 구조를 가진다. 단지 검침설정그룹의 값들은 계량기에 동작프로그램이 예약되어 있을 경우 예약시간이 되면 자동으로 검침설정그룹의 값들이 예약된 검침설정그룹의 값들로 변경된다.

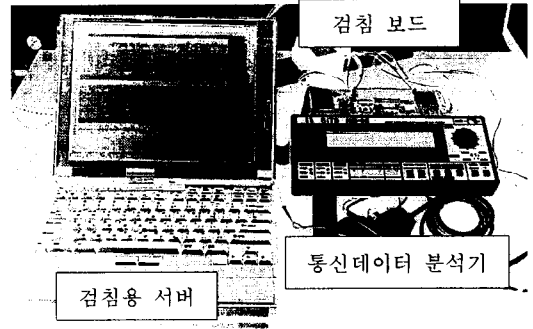
3.9 예약요금설정그룹(0x13FF)

예약요금설정그룹은 TOU 설정과 휴일입력, 일광절약 항목으로 구성되어 있으며 요금설정그룹과 같은 데이터 구조를 가진다. 단지 요금설정그룹의 값들은 계량기에 동작프로그램이 예약되어 있을 경우 예약시간이 되면 자동으로 요금설정그룹의 값들이 예약된 요금설정그룹의 값들로 변경된다.

4. 구현과 성능시험

전체적인 구성은 검침용 서버와 검침보드를 통신데이터 분석기를 통해 RS-232 레벨로 물리적으로 연결되어 있으며, 서버와 검침보드 사이에 주고받는 데이터 정보

는 통신데이터 분석기를 통해 분석하는 것이 가능하다. 검침용 서버와 검침보드는 한전표준 통신프로토콜에 맞게 구현되었으며, 검침보드는 앞에서 정의한 데이터 구조를 포함하고 있다. 테스트는 검침용 서버에서 검침보드와 연결, 검침 데이터 송수신, 연결해제 단계를 거쳐 수행하였으며, 통신속도도 1200 bps에서부터 9600 bps까지 다양하게 속도를 변경하며 테스트를 수행하였다. <그림 7>은 전자식 전력량계 기능과 데이터구조 테스트를 위해 구성한 테스트베드를 보여주고 있다.



<그림 7> 전력량계 기능과 데이터구조 테스트베드

5. 결 론

본문에서 전자식 전력량계의 통신프로토콜과 전력량계 기능에 대해서 살펴보았다. 그리고, 이에 기반한 데이터 구조의 설계를 보였다.

전자식 전력량계의 통신프로토콜과 운용프로그램에 대한 표준화작업을 통하여 한국전력공사에서는 특정 제조 회사의 통신방식이나 데이터구조 등에 구애받지 않고 원격검침을 보다 용이하게 구축할 수 있는 이점을 가지게 되었다. 이를 통해 검침원에게는 다양한 검침용 운용프로그램을 사용해야하는 불편함을 없애고 각종 제조사별 검침용 장비의 유지관리에 따른 비용을 절감할 뿐만 아니라 원격검침 구축시 저비용으로 보다 신뢰성 있는 시스템 구축이 용이할 것으로 기대된다. 또한, 향후 변화하는 계량기 시장에서도 한국전력공사가 표준을 주도할 뿐만 아니라 국내 전자식 계량기 제조회사에 대해 기술을 이전하여 전자식 전력량계 국산화에 박차를 가하는 등 국내산업 발전에도 이바지하는 바가 클 것으로 기대된다.

(참 고 문 헌)

- [1] IEC, "IEC 1107 Data exchange for meter reading, tariff and load control - Direct local data exchange", March, 1996.
- [2] IEC, "IEC 62056-31 Electricity metering-Data exchange for meter reading, tariff and load control - Part 31: Use of local area networks on twisted pair with carrier signalling", 1999.
- [3] W. Stallings, "Networking Standards", Addison Wesley, 1993
- [4] 이창균, "전자식 전력량계 적용과 원격검침", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, B권, pp. 651-653, 1994
- [5] 한국전력공사, "전자식 전력량계 표준규격 제정을 위한 연구", May, 1996
- [6] 박상서 역, "AMR : 검침자동화와 부수적인 이득효과", 한국전력공사 해외전력정보, No. 259, pp. 92-98, March, 1999
- [7] 한국전력공사 영등포지점, "AMR 시범 시스템 구축결과 보고서", July, 1999
- [8] 한국전력공사, "전자식 전력량계 한전 표준 통신규격 개발", Nov., 2000