

전력선 통신과 공중 전화망에 의한 전력량의 원격 검침 시스템의 개발

박 종 연, 조 호 찬, 최 승 지
강원대학교 전기전자공학부
전화 : 033-250-6292 / 핸드폰 : 019-9767-5813

Development of the Remote Meter Reading System Using a Power Line Communication and PSTN

Chong-Yeun Park, Ho-Chan Jo, Seung-Ji Choi
School of Electrical & Electronic Engineering, Kangwon National University
E-mail : notagain@kwnu.kangwon.ac.kr

Abstract

This paper has studied a remote AMR(Automatic Meter Reading) system using the power line and the telephone line as a communication media and the digital power meter.

In the developed system, because we have used the power line and telephone, the facility is very easy and then its cost is not expensive.

The system includes following elements: a digital power meter, an indoor communication system using a power line modem and a telephone line interface system for sending data to the utility company.

망의 TD회로 및 교환기 정합장치를 이용하는 방법부터 최근에는 광 망, CATV 망, 전력선 망, PCS 망 등 다양한 통신망을 이용하는 장치들이 연구 및 개발되어 왔다.[5] 이러한 각각의 데이터 전송 매체가 가지는 장단점 때문에 원격 검침 시스템의 용도 및 대상 그리고 비용 등이 고려되어 각각의 통신 매체가 유연성 있게 이용되고 있다. 본 논문에서는 AC220V/60Hz 를 사용하는 일반 가정(대개 주택용 전력에 해당함)에 사용하기 적합한 시스템을 개발하였다. 그림 1 은 이러한 원격 검침을 위한 전체 시스템을 간략히 블록으로 나타낸 것이다.

I. 서론

국내에서는 오래 전부터 다양한 수용가(Subscriber)에 대한 적절한 요금 적용, 전력의 효율적인 공급, 검침원의 방문 검침에서 발생하는 문제점 등의 이유로 원격 검침 시스템의 개발에 대한 연구가 되어왔으며 현재에도 활발하게 이루어지고 있다. 현재까지의 연구 결과를 살펴보면 전력량계의 경우 이미 설치되어 있는 기계식 전력량계를 사용하여 디지털 신호를 얻는 방법에서 전력량 계측을 위한 전용 칩을 이용한 전자식 전력량계가 개발되었으며, 데이터 전송에서는 공중 전화

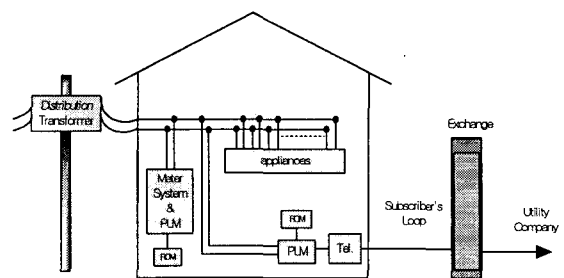


그림 1. 원격 검침 시스템의 블록도

본 논문에서는 Cirrus Logic社의 CS5460A를 이용하

여 전자식 전력량계를 구현하였다. 데이터 전송을 위해서는 전력량계에서 전화선 인출구까지는 전력선을 이용하였으며 이후 중앙 제어실까지는 공중 전화망을 이용하였다. 전력선이란 원래 전력을 공급하기 위해 시설된 것으로 별도의 선로를 가설하지 않아도 되는 등의 이점으로 현재 저·고속 통신을 위한 모뎀이 개발되고 있다. 하지만 전력선의 채널 구성이 복잡하고 선로 특성이 열악하여 현재까지도 장거리 전송 및 데이터 통신의 신뢰성 부족 등의 이유로 수용가 내에서의 통신에만 전력선 통신을 이용하였다. 공중 전화망은 다른 통신망에 비해 가격이 저렴한 반면 신뢰성도 비교적 양호하기 때문에 중앙 제어실까지의 통신에 이용하였다.

II. 전력선 통신 및 공중 전화망 통신

2.1 전력선 통신

본 논문에서 전력선 통신은 수용가의 전력선 인입구 즉, 전자식 전력량계가 설치되는 지점과 전화선이 사용 가능한 지점의 물리적 거리를 해결하기 위해 사용된다. 전력선 통신은 선로의 임피던스 변화, 각종 노이즈, 통신 선로에서 발생하는 감쇠 등에 의해서 장거리 전송이 어렵고 신뢰성이 떨어지는 것이 특징이다. 이에 전력선 통신을 AC220V/60Hz 단상 전력을 사용하는 가정 내에서의 통신에만 적용하였으며 Philips사의 TDA5051AT를 선정하여 전력선 통신을 구현하였다. 그림 2에 TDA5051AT의 응용을 위한 블록도를 나타내었다.

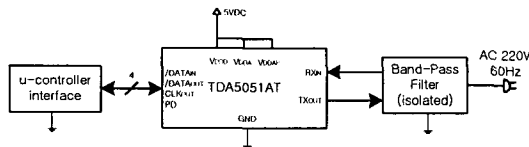


그림 2. TDA5051AT의 응용 블록도

그림 2를 보면 DC5V 단일 전원을 사용하고 제어 위한 제어선의 수가 적으며 외부에 전력 증폭기를 사용하지 않는다.[2] 이러한 점에서 생기는 장점으로는 우선 가격이 저렴하며 개발이 용이하고 또한 전송신호 [120kHz 대역]의 전력[1음의 부하에 대하여 100mW]이 작아 이웃한 모뎀과의 상호간섭을 일으키지 않으므로 짧은 거리에서의 전력선 통신에 적합하다. 표 1에 TDA5051AT의 특징을 간단히 나타내었다.

표 1. TDA5051AT의 특징

TDA5051AT	
Modulation	ASK(OOK)
Baud Rate	1,200bps
Communication Method	Half-Duplex
Band	95kHz - 148.5kHz
Output Power	100mW[1ohm Load]
Schematic	Simple
Package	SO16
Cost	Low

2.2 공중 전화망 통신

공중 전화망은 현재 가설되어 있는 다른 통신망에 비해 데이터 전송의 신뢰성이 떨어지지만 가격이 저렴하며 거의 모든 수용가에 가설되어 있으므로 가정용 전력량을 원격 검침하기에는 적합하다. 게다가 FSK 변조방식이 아닌 DTMF 신호를 데이터 전송에 사용함으로써 회로의 간략화 및 가격적인 이점을 가질 수 있다. 이를 위해 사용된 칩은 Zarlink사의 MT88L85로서 DC5V의 단일 전원을 사용하며 DTMF 신호의 송·수신 및 Call Process를 위한 기능을 가지고 있어 본 연구에 적합한 칩이다. 그림 3은 중앙 제어실에 전력량을 전송하기 위한 흐름도를 나타낸다. 이러한 전송은 전력량계의 모뎀에서 데이터의 전송이 있을 때마다 이루어지며 전송하는 데이터는 전력량계의 메모리에 저장되는 것과 별도로 전화기 측 시스템의 메모리에도 저장되어 향후 발생할 수 있는 검침 결과의 오류를 정정할 기준으로 사용하도록 하였다.

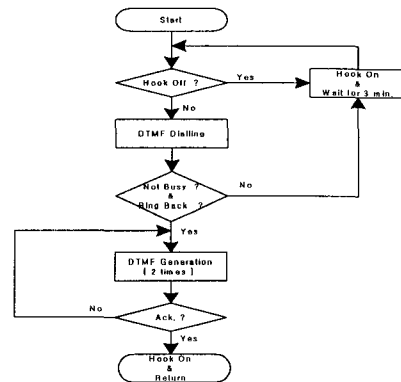


그림 3. Call Process 및 데이터전송의 흐름도

DTMF 신호로 전송되는 데이터는 수용가의 전화번호, 시간, 전력량으로서 2회 연속으로 전송되며 이에 대한 확인 신호를 받는 것으로 전송을 마치게 된다.

III. 전자식 전력량계

3.1 전자식 전력량계의 하드웨어 구성

아래 그림 4 는 원격 검침을 위해서 Cirrus Logic社의 CS5460A와 Microchip社의 PIC16F874를 이용하여 구현한 전자식 전력량계의 개념적 구성도이다.

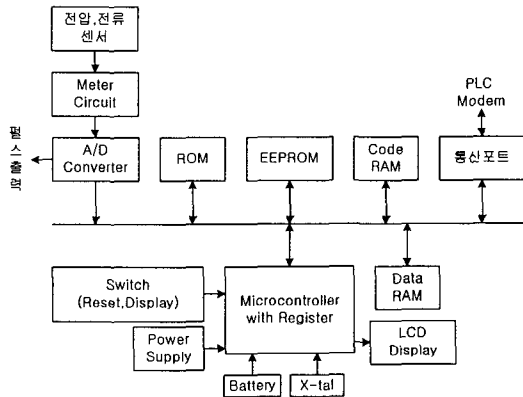


그림 4. 전자식 전력량계 H/W 구성도

구현한 전자식 전력량계는 크게 측정부, 제어부(데이터 저장메모리 포함), 통신부, 입력 및 출력부, 그리고 전원부로 나눌 수 있다.

우선 측정부는 센서를 통해 전압과 전류를 읽어서 펄스로 변환하고 펄스 값을 제어부에 전달하여 전력사용량을 계산할 수 있도록 하였고 펄스 출력 포트를 내장하여 직접 펄스를 읽을 수 있도록 되어있다. 그림 5 는 CS5460A의 내부 블록도이다.[4]

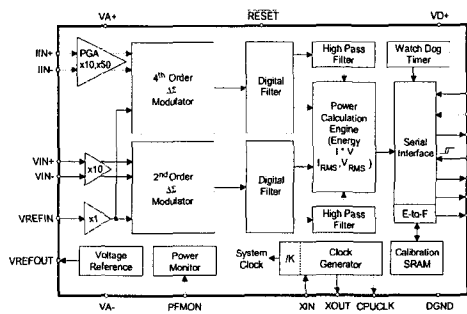


그림 5. CS5460A의 내부 블록도

제어부는 읽어들이는 펄스를 적당한 데이터 메모리에 저장하고, 명령에 따라 전력사용 데이터를 외부로 보낼 수 있도록 통신 포트에 데이터를 전달한다. 제어부

의 하드웨어 구성은 마이크로컨트롤러와 계기의 동작을 제어하는 프로그램이 내장된 ROM, 데이터 저장용 메모리(RAM), 프로그램 동작을 위한 메모리, 계기설정 등 환경을 저장하는 EEPROM로 구성된다. 그림 6 과 그림 7 은 CS5460A와 마이크로컨트롤러의 Command and Data Word Timing도이다.[4]

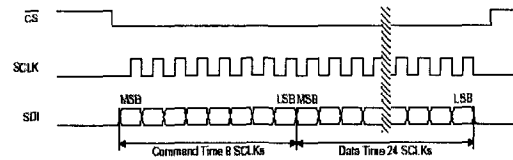


그림 6. CS5460A의 Write Timing도

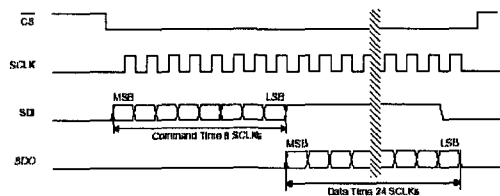


그림 7. CS5460A의 Read Timing도

출력부는 계기의 상태나 데이터를 표시하는 기능으로서 LCD로 구현하였다.

전원부는 정전을 대비하여 Low Voltage Level Detector 및 Back-Up Battery를 내장하며 전원 상실 시에도 계기가 동작할 수 있도록 자동으로 전원을 절제하는 기능을 한다.

통신부는 외부에서 계기를 제어하는 명령어 입력과 데이터 출력을 위한 포트로서 구성되며 원격검침을 위해서 전력선 모뎀을 사용하여 데이터를 전송한다.

3.2 전자식 전력량계의 기능

측정 데이터를 표시하는 형식은 총자리수와 소수점 이하 둘째 자리까지 표기하는 형태를 취하며, 측정 데이터는 순방향 kWh, 역방향 kWh, 유효전력, 피상전력, 역률, Vrms, Irms 등이다. 측정 데이터는 0.1(%)의 오차범위를 가지며 전압과 전류 검출시에 발생하는 위상차를 사용자가 전자식 전력량계를 설계할 때 보상하여 줄 수도 있다.[3][4] 개발된 시스템에서는 가정 수용가를 대상으로 하는 시스템으로서 각종 데이터 중에서 전력량만을 검출하는 것으로 하였다. 그림 7 에 본 논문에서 구현한 전자식 전력량계의 전체적인 블록도를 나타내었다.

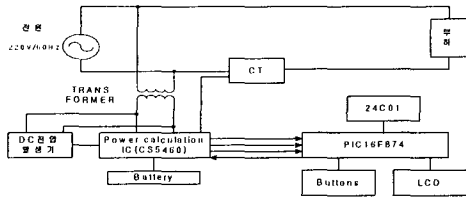


그림 8. 구현된 전자식 전력량계의 블록도

IV. 데이터 전송

본 장에서는 계측된 전력량 정보[Wh]를 중앙 제어 실까지 전송하기 위한 데이터의 형태를 다룬다. 크게 전력선 망에서와 전화선 망에서의 두가지로 구분된다.

4.1 전력선 망에서의 데이터 전송

전력선에서의 데이터 전송은 X-10시스템에서 사용하는 영 전위 검출에 의한 영 전위 지점에서의 전송을 행하였다. 영 전위에서의 데이터 전송은 여러 가지 이유에서 더욱 신뢰성이 있다.[1] 비록 이러한 전송은 저속 통신이지만 높은 신뢰성을 요구하는 검침 시스템에 적합하다고 고려되어 적용하였다.

전송되는 프레임의 형태는 헤더부분과 주소부분 그리고 데이터부분으로 구성되며 이를 AC220V/60Hz에 전송 신호를 실는 형태와 함께 그림 9에 나타내었다. 영 전위에서 신호가 존재하면 디지털신호 '0', 없으면 '1'로 판단한다. 그리고 모뎀이 설치된 인접한 이웃과의 간섭이 없도록 실제로는 4bits보다 충분히 긴 주소부가 요구된다.

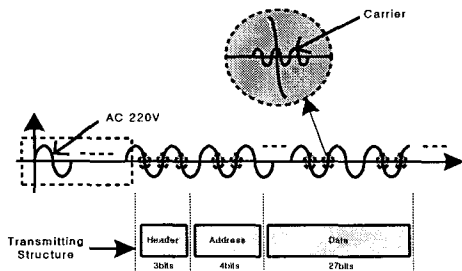


그림 9. 데이터 전송형태

데이터부분은 시간[년/월/일] 정보를 위해 11bits가 할당되며 전력량[Wh] 정보를 위해 16bits가 할당된다. 데이터 전송에서 발생하는 에러에 대한 에러 정정을 위한 코딩은 적용하지 않으며 대신 3회 동일한 프레임을 전송하여 이에 대한 확인 신호를 수신측(전화기 측 모뎀)에서 전송하는 것으로 하였다.

4.2 전화선 망에서의 데이터 전송

전화선을 이용한 데이터 전송에서는 앞 절의 전력선에서의 데이터 형태에서 헤더 및 주소 부분이 없으며 대신 수용가의 전화번호와 시간 정보 및 전력량 정보를 연속적으로 전송한다. 중앙 제어실의 전화선 인터페이스는 가정에서와 동일한 구조를 가지며 PC와 데이터 교환을 위하여 RS-232 통신포트가 준비되어있다.

V. 결론

자동검침의 필요성이 증가하고 있는 원격 검침 시스템을 전력선 모뎀, 전화 시스템 및 전자식 전력량계를 이용하여 개발하였다. 본 시스템은 수용가 내에서 전력선 통신을 이용함으로써 설치가 용이하며 추가적인 유지비용이 없다는 장점이 있다. 또한 공중 전화망의 이용에서 DTMF 신호를 사용함으로써 시스템의 구조가 간단하며 비용 면에서도 큰 이익이 생기는 장점이 있다.

개발된 시스템이 충분한 신뢰성만 검증된다면 일반 가정 특히, 한 가정이 먼 거리에 떨어져있는 시골 지역에서 유용하게 사용될 수 있을 것이다. 또한 고 부가가치를 위해 본 시스템을 가정 안전 시스템 및 수도, 가스등의 각종 계량기를 통합하여 관리할 수 있는 시스템과 연계하여 개발하여야 할 것이다.

This research was supported by the BK21 program. [Kagnwon National University]

Reference

- [1] J. B. O'Neal, Jr, "The Residential Power Circuit as a Communication Medium", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. CE-32, No.3, August 1986.
- [2] Philips, TDA5051A - Home Automation Modem, May 31, 1999.
- [3] Cirrus Logic, "Single Phase Bi-Directional Power/Energy IC", Cirrus Logic CS5460 Data Sheet, July 2000
- [4] Cirrus Logic, "Power Meter Reference Design Board and Software", Cirrus Logic CS5460 Application Note, March 2000.
- [5] 한국 전력 공사 - 전력연구원, "전자식 전력량계 안전 표준 통신 규격 개발", September 2000.