

근거리 원격 자동화를 위한 무선 PLC 통신 모듈 개발

박 종 석*, 현 응 근

호남대학교 전자공학과

전화 : (062) 940-5482 / 팩스 : (062) 940-5077

A Development of a wireless control module for PLC system

Jong Seok Park*, Woong Keun Huyn

Department of Electronics Engineering Honam University

E-mail : wkhyun@honam.honam.ac.kr

Abstract

A wire communication module for PLC controller was developed. This system consists of RF module interface part, RS232 serial communication control part, LED display part and control S/W with GUI interface. RF communication frequency is controlled by PLL controlling and communication rate is also controlled as 1200 and 4800 bps. Communication and control status are displayed on LED. As a S/W part, graphic user interface on Window 95 O.S. was developed. To show the validity of the developed system, several communication and control of PLC system were experimented.

I. 서론

산업현장에서 자동화 기기를 제어하거나 온실 자동화 시스템을 제어하는 controller로써 PLC는 가격대비 성능에 있어서 우수한 제어기로 사용되고 있다. PLC의 현재 기능은 programable logic 제어부, 확장 모듈로써 A/D, D/A converter, I/O 부 및 PID 제어 모듈 등으로 구성되어 있으며, 통신 모듈로써 RS422, RS485, 이더넷(Ethernet)을 이용한 고속 통신 모듈등이 있고 RS232C는 main controller에 기본내장 되었다. 따라서 현재 나와있는 PLC시스템으로써는 토목 공사장의 원격 관측 제어 및 원격 온실 제어의 경우 유선 통신 방식을 쓸 수밖에 없는 바, 이 경우 유선통신 선로의 매설비용이 거

에 따라서 수천 만원의 공사비가 소요되고, 주차 빌딩 같은 건물 내 자동제어 시스템의 활용 면에서도, PLC간 통신 및 모니터링을 위한 Host PC 와 PLC 간의 통신의 경우 건물벽을 뚫어서 공사를 해야하는 불편함 및 그에 따른 공사비가 소요된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 무선 PLC통신 모듈의 개발이 절실히 요구되는데, 아직까지 PLC모듈 중에서는 무선통신을 위한 interface 모듈이 개발되지 못했다.

본 논문에서는 PLC를 이용한 원격 자동화를 위하여 (1) 사용거리는 실내에서는 100m, 장애물이 없는 경우 500m이내에서 원격 통신이 가능하고, (2) FSK 방식, 주파수 447Mhz대역에 미약 전파(10mw)를 사용하여 주파수 사용 허가가 필요 없으며, (3) 주파수 변경으로 최대 60개까지의 PLC와 통신 가능, (4) 일반 PC 및 PLC와 통신이 가능한 저가의 무선 통신 모듈을 구성하였다.

II. 시스템의 구성

위의 기능을 구현하기 위해서 ① RF module 제어부 ② dual RS232 통신 제어부 ③ Host PC에서의 통신용 S/W 개발등의 부분으로 나누어지며, 전체적인 시스템 블록선도는 그림 1과 같다. 원칩 마이크로 컨트롤러인 80C196KC는 Host PC 또는 PLC로부터 RS232C를 통해 들어오는 최대 256Bytes의 PLC 통신 프레임을 받아들여 명령어와 포맷화된 데이터만을 최소화 하여, 데이터 버스를 이용하여 버퍼에 저장하면 이 데이터를 RF module 제어 MPU인 89C52는 버퍼의 데이터를 capture

한다. 무선 송/수신 제어 MPU인 89C52는 데이터의 손실을 최소화하기 위해 맨체스터 코드로 데이터를 변경하여, RF module을 통해 디지털 데이터를 주파수 변조하여 무선으로 송신한다. 이 신호는 실내 100m, 실외 500m 이내에 위치한 Host PC 혹은 PLC와 RS232C로 연결된 무선 디지털 송수신 장치에 수신된 후 복조 과정을 거쳐 무선 모듈 제어부 MPU인 89C52에서 명령어와 포맷화된 데이터로 복원하여 버퍼에 저장한다. 통신 제어부 MPU인 80C196KC는 버퍼의 데이터를 capture하여 PLC 통신 프레임으로 복원하여 PLC 또는 Host PC에 원래 프레임으로 데이터가 전달한다.

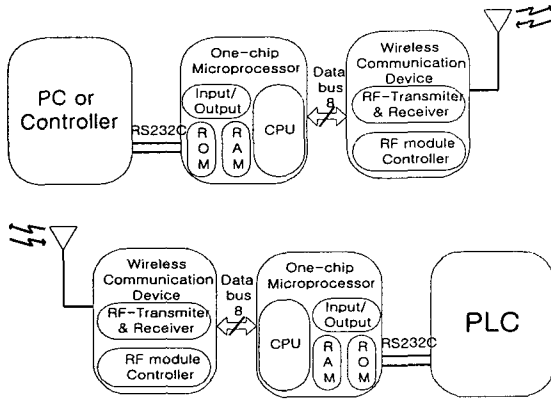


그림 1 개발된 PLC용 무선 통신 모듈의 블록선도

II. 무선 통신 보드의 설계

보드의 설계 방법은 우선 PLC의 통신 프레임을 분석하고, RF 모듈을 선정 한 후에 interface 회로 및 제어 방법을 개발한다. RF 모듈 MPU는 8bit과 16bit 두 종류를 사용하며, dual 통신을 위하여 전용 통신 IC를 interface 한다. 또한 저전력 소비를 위하여 모든 IC는 CMOS계열을 사용하였다.

II-1. PLC의 통신 프레임

PLC 통신은 RS422/RS485/RS232 등으로 이루어지나 본 논문에서는 LG GLOPA PLC를 택하여 RS232 통신 방식을 사용하였다. PLC의 통신 프레임은 그림 2와 같다. 아래 그림 2의 프레임중에서 (1)번 frame은 PC -> PLC측 요구 프레임이고, (2)번 frame은 PLC측에서 수신 성공했을 경우의 PLC의 정상 응답 프레임이며, (3)번 frame은 수신시 error가 발생했을 경우 PLC의 이상 응답 프레임이다. 여기서 국번은 여러 대의 PLC를 network으로 연결했을 경우 결정되는 PLC의 번호이며

이는 PLC의 고유 ID이다. 만일 PC와 하나의 PLC가 연결 될 경우 PLC의 국번은 00이 된다. ENQ 와 EOT는 통신 frame을 구성함에 있어서 Start bit과 Stop bit의 역할을 한다. PLC의 명령어는 직접 변수와 액세스 변수, 모니터로 나누어지며 명령어 타입은 변수의 개별 읽기 (SS)와 연속 읽기(SB)로 나뉜다. 주로 R(read) W(write) 등을 사용하며(다른 명령어는 LG GLOPA 사용 설명서 참조) read는 PLC의 port 및 status data를 ,PC측에서 PLC측의 데이터를 읽을 때, write는 PC측에서 PLC측의 I/O 및 memory, A/D, D/A를 제어할 때 사용한다. format된 data는 PLC 기종에 따라 다르므로 생략한다.

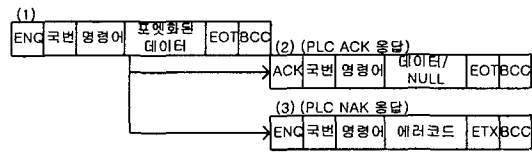


그림 2 PLC의 통신 프레임 절차

직접변수의 개별 쓰기의 프레임 예로 PLC의 베이스 모듈 번호 0번, 슬로 번호 0번, 워드 형태 1번 출력의 예로 컴퓨터의 요구 프레임에 대한 PLC의 정상 응답과 이상 응답 프레임을 나타내면 그림 3과 같다.

(1) 컴퓨터 요구 프레임

ENQ	국번	명령어	명령어 타입	블럭개수	변수명 길이	변수명	EOT	BCC
(H05)	(00)	(W)	(SS)	(01)	(08)	(%QW0.0.1)	(H04)	BCC 1byte ('9')

(2) PLC 정상 응답 프레임

ACK	국번	명령어	명령어 타입	데이터 개수	데이터 값	EOT	BCC
(H06)	(00)	(W)	(SS)	(01)	(H##)	(H04)	BCC 1byte ('9')

(3) PLC 이상 응답 프레임

NAK	국번	명령어	명령어 타입	에러 코드	ETX	BCC
(H15)	(00)	(W)	(SS)	(H0001)	(H03)	BCC 1byte ('9')

그림 3 직접변수 개별 쓰기의 프레임

II-2. 통신 모듈 제어부

통신 모듈 제어부는 PC 혹은 PLC의 data를 입력받아서 최소 데이터를 생성하는 통신 제어부와 입력 데이터를 맨체스터 코드를 생성하여 무선으로 송/수신하는 모듈 제어부로 제작하였다.

통신 모듈 제어부의 내부 기능은 다음과 같다.

(1) 통신 제어부

- ① PC와 RS232통신(57600 bps)
- ② PLC 통신 프레임 생성 및 해석

(2) 모듈 제어부

① RF module 통신(4800 bps)

② 입력 데이터의 맨체스터 코드 생성 및 해석

우선 RF모듈은 FSK방식의 4800bps 까지 통신이 가능하고 PLL제어로 60 channel까지 주파수 선택이 가능한 모듈을 사용하였다. 송/수신 주파수는 447.2625 Mhz ~ 447.9875Mhz대역을 사용하며, channel간 폭은 12.5K hz이다. 그리고 PLL의 기준 주파수는 10.6Mhz이다.

PLL control은 주파수 channel 변화를 위해 사용한다. 이는 chip내에 M64072와 호환되는 동작을 하며, PLL을 제어하기 위해서는 무선 모듈 내에 RST, SI, CPS등의 3단자에 serial 입력 및 동기화입력신호를 보내게 된다. RST단자는 reset신호로써 active low신호로 신호의 active를 알리며, SI는 serial data input 신호, CPS는 falling edge때 유효한 신호로써 입력 동기 pulse신호이다. 입력 data는 17개의 송/수신 주파수 결정 data(D0 ~ D16)와 수신과 송신의 국발을 결정하는 data(D17~ D21) 등 22개의 data로 되어 있다. 이러한 신호는 8bit MPU의 Port 1의 0, 1, 2번 단자에서 제어하며, clock단자는 falling edge신호때 SI data가 유효하게 하면 되므로 timer interrupt를 사용하지 않고 delay time으로 pulse를 만들었다. 주파수의 결정은 channel간 폭의 기준 주파수인 12.5KHz에 long integer형의 data를 곱하는 형태로 결정되며, 송신 주파수 계산식은 다음과 같다.

$$TxVoc = 12.5 \text{ KHz} \times N$$

여기서 TxVoc는 447.2625 ~ 447.9875사이 값이 되도록 N을 결정 하며, 수신 주파수의 경우 송신 주파수 보다 21.65MHz의 차이를 둔다. N의 정수형 data는 17bit binary data로 변형 되어야 하며, C언어로 다음과 같이 구사한다.

```
for( i=0; i<17; I++ ){
    x = N/2;
    y = N % 2;
    PLL_data[i] = y;
}
```

송/수신을 위한 PLL data의 결정은

- (1) PLL 기준 주파수 입력(12.5 KHz)
- (2) 송/수신 주파수 입력 (송신: 447.2625 ~ 447.9875 Mhz사이 결정 수신: 송신보다 21.65Mhz 이하)
- (3) 송/수신 data 대기
 - 송신: PLL의 Lock Up data 확인시
 - 수신: SQL active signal 확인후 수신

송/수신 각 신호는 (3)번 항의 신호 확인후 60msec

delay후 capture하며, 송신 확인 신호인 PLL의 Lock UP 신호는 polling으로, SQL신호는 16bit MPU의 interrupt으로 checking 한다.

통신 제어부와 모듈 제어부의 통신 프레임의 변환 과정을 그림 4로 나타내었다.

(1) 컴퓨터 요구 프레임

ENQ	국번	명령어	명령어 타입	블럭개수	변수명 길이	변수명	EOT	BCC
(H05)	(00)	(W)	(SS)	(01)	(08)	(%QW0.0.1)	(H04)	('9')

(2) 통신 제어부의 데이터

명령어	타입	변수명	BCC
(S)	1byte	(QW001) 5bytes	('9') 1byte

(3) 모듈 제어부의 송신 데이터

쓰레기 데이터	Start byte	명령어 타입	변수명	BCC	Stop byte	쓰레기 데이터
(Hcc) 6bytes	(H7b) 1byte	(S) 1byte	(QW001) 5bytes	('9') 1byte	(H7d) 1byte	(Hcc) 4bytes

그림 4 통신/모듈 제어부의 프레임 변환 과정

위 그림 4는 (1)번 컴퓨터의 요구 프레임, (2)번 통신 제어부의 전송 데이터, (3)번 모듈 제어부의 송신 데이터의 블록선도를 나타낸 그림이다.

III 실험 결과 및 고찰

개발의 중간 결과로 RF controller의 H/W 및 제어 S/W 그리고 PC측의 GUI에 입각한 MMI를 개발하였다. 그림 5는 그림 4의 직접변수 개별 쓰기의 통신 프레임을 최소화한 신호를 입력 받아서 8bit MPU가 맨체스터 코드를 생성하여 무선 모듈에서 송출하기 위한 Tx 신호와 RF모듈을 제어한 결과를 Logic Analyzer로 출력한 것이다.

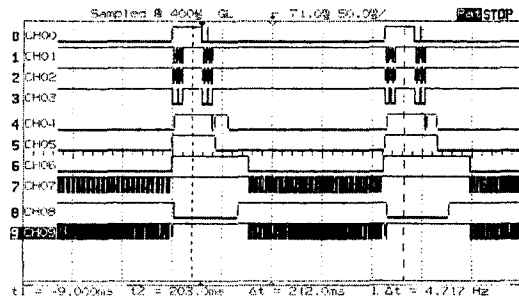


그림 5 제작된 RF controller의 송신 제어신호

그림 5의 channel에 대한 과형을 설명을 하면
(1) ch0 : Tx ON 신호(LOW)

- (1) ch1 : Signal Input 신호(Reference와 TX VCO)
- (2) ch2 : RST신호(LOW)
- (3) ch3 : CPS신호로 falling edge신호(pulse)
- (6) ch4 : LOCK OUT 신호(LOW)
- (5) ch5 : Tx PW ON 신호(LOW)
- (7) ch6 : DATA CONTROL 신호(LOW)
- (8) ch7 : Tx 데이터 신호
- (9) ch8 : SQL 신호(수신측의 신호 : HIGH)
- (10) ch9 : Rx 데이터 신호(수신측)

위 그림 5의 ch1 - ch3은 crystal이 10.6MHz인 경우 PLL기준 주파수를 12.5KHz로 setting해주는 제어 신호의 열이고, ch0 - ch6은 송신을 하기위한 PLL setting 제어 신호이다. ch7은 위 그림 4의 (3)번 Tx 데이터 신호이다. ch8과 ch9는 수신측의 PLL 수신 제어 신호와 수신 데이터이다. 송신이 끝난 후에는 자동으로 수신상태로 변환한다. 이 data를 PLC가 수신하면 응답 프레임으로 정상적으로 동작됨을 송신한다. 그림 6은 현재 제작 시험 중인 PLC용 무선 통신 모듈 제어 장치의 전체 실험모습이다.

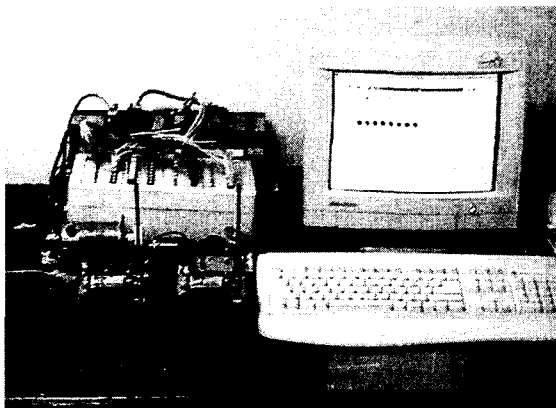


그림 6 제작 시험중인PLC용 RF 제어장치와 제어 장치 PLC 통신 실험 모습

본 개발에서는 모든 PLC 명령code는 PC에서 생성되며, 이 data가 RS232통신 방식으로 통신 제어부로 입력되고, 4800 bps로 PLC와 연결된 모듈 제어부로 무선 송신된다. PC에서의 MMI S/W는GUI에 입각하여 VC++를 사용하여 test program에 제작되었으며, file I/O기능, Edit 기능, I/O on-off기능 및 slot read/write기능을 갖고 있다.

IV. 결론

본 개발에서는 PLC용 무선 원격 제어 모듈 및 GUI에 입각한 PLC 원격 Test program을 개발하였다. 개발 내용은 다음과 같다.

1. RF controller 및 PC 통신부 개발 및 제어 MPU 설계
 - (1) RF 모듈 interface 회로 설계
 - (2) 주파수 setting을 위한 PLL control S/W
 - (3) PC 및 PLC serial 통신 interface
 - (4) Ring buffer 구조를 갖는 메모리 제어부
2. PLC 제어 및 Test Program 개발
 - (1) PLC 통신 protocol 분석
 - (2) baud rate 제어 S/W
 - (3) 자체 제어 및 명령어를 위한 protocol 설계
 - (4) GUI에 입각한 MMI 개발

참고문헌

- [1] LG산전(주), LG GLOPA PLC manual, 1997.
- [2] Intel(Ltd.), Intel Embedded Microprocessor & Peripheral component, 1998.
- [3] J. E. Hipp, "Modulation Classification Based on Statistical Moments", Proc. IEEE MILCOM'86, CA, Oct. 1986.
- [4] Dinid Sumner, Wireless communication experimenter's manual, Antenas, components and design, 1991.
- [5] F. F. Liedtke, "Commputer Simulation of an Automatic Classification Procedure for Digitally Modulated Communication Signals with Unknown Parameters", Signal Processing, vol. 6, no, Aug. 1984.
- [6] E. A. Lee, D. G. Messerschmitt, Digital Communication, Kluwer Academic Publishers, 1998.
- [7] B. Sklar, Digital Communication-Fundamentals and Applications, Prentice Hall, 1988.
- [8] MicroSoft press, VC++ version 5.0 manual, 1998