

다중 무선 제어용 PLC 통신 모듈 개발

박종석*, 현웅근*, 유춘식**
 호남대학교 전자공학과*, 전기공학과**

A multiple wireless communication module for PLC controller

Jong Seok Park*, Woong Keun Huyn*, and Chun Sik Yu**
 Department of Electronics and Electrical Engineering Honam University

Abstract - A wireless communication module for multiple PLC was developed. The function of the developed system are dual communication, concurrent multiple communication, PLC control, and interpretation of PLC command, and A/D D/A converting. The multiple communication approach is based on master-slave control concept. To show validity of the developed module, several experiments are illustrated.

1. 서 론

옥외 대단위 공장이나 온실 자동화 시스템등의 시설물에 대한 제어에는 일반적으로 PLC를 많이 사용한다. 이는 가격대비 성능의 우수함뿐만 아니라 시스템의 신뢰성 또한 좋기 때문이다. 옥외 시설물들의 제어를 위해서는 다수의 PLC가 사용되는데 PLC 개개의 통신 혹은 PLC와 PLC끼리의 통신의 경우 현재 통신 모듈로 주로 LAN, RS232, RS422, RS485등의 유선을 사용하는 경우가 대부분이다. 하지만 옥외 시설물 제어의 경우 사람이나 차량의 이동이 빈번한 통로이거나 통신 선로가 기후 등에 노출되어 전선의 유지보수 상태가 어려운 경우에는 유선 통신 설비의 이용이 어렵다. 무선의 경우 PLC 특성상 공장내에 noise등을 고려하여 주로 IRDA 방식의 모듈이 사용된다. 본 연구에서는 PLC용 무선 통신 모듈을 개발하였고, A/D, D/A 기능을 가지므로 원격 계측에도 사용되는 시스템을 개발하였다. 또한 Master-Slave 제어 개념을 사용하여 PC대 PLC 또는 다수의 PLC끼리의 동시 통신이 가능한 protocol을 개발 하였다. 1:n 통신의 경우 main 제어기인 PC와 연결된 통신 모듈을 master로 선정하여 slave인 다수의 PLC의 제어가 가능하며, PLC to PLC통신의 경우 PLL를 이용한 주파수 변경으로 통신이 가능하다. 본 연구에서 개발한 무선 PLC 제어 모듈은 447Mhz대의 미약 전파 주파수를 사용하며 A/D, D/A 기능 및 dual serial 통신 기능, I/O 제어 기능 및 PLC 명령어 해석, PLC 제어 기능 등을 갖고 있다.

2. 본 론

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 취

이 논문은 과학기술부, 한국과학재단 지정 지역 협력 연구센터인 여수대학교 설비 자동화 및 정보시스템 연구개발 센터의 연구비 지원에 의해 연구되었음.

소화 하여, 데이터 버스를 이용하여 버퍼에 저장하면 이 데이터를 RF module 제어 MPU인 89C52는 버퍼의 데이터를 capture한다. 무선 송/수신 제어 MPU인 89C52는 데이터를 안정하게 전송하기 위해 패킷화하여 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 복조과정을 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 데이터를 전달한다.

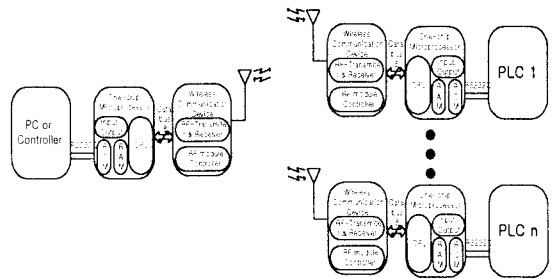


그림 1 개발된 PLC용 무선 통신 모듈의 블록선도

2.1 PLC의 통신 프레임

PLC 통신은 RS422/RS485/RS232 등으로 이루어지나 본 연구에서는 LG GLOPA PLC를 택하여 RS232 통신방식을 사용하였다. PLC의 통신 프레임은 그림 2와 같다.

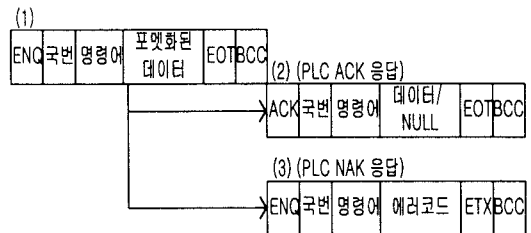


그림 2 PLC의 통신 프레임

그림 2의 프레임 중에서 (1)번 frame은 PC → PLC 측 요구 프레임이고, (2)번 frame은 PLC측에서 수신 이 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 byte와 Stop byte의 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. format화된 data는 PLC 기종에 따라 다르므로 생각한다.

2.2 Master-Slave 개념에 의한 다중 RF통신 제어

본 연구에서는 n:n 통신을 구현하기 위해 RF통신모듈에 base 주파수로 fb1과 fb2를 설정하고, Slave 들간의 통신을 위하여 fbi, fbj를 설정하였다. 아래 그림 3은 n:n 통신을 하는 시스템의 Diagram이다.

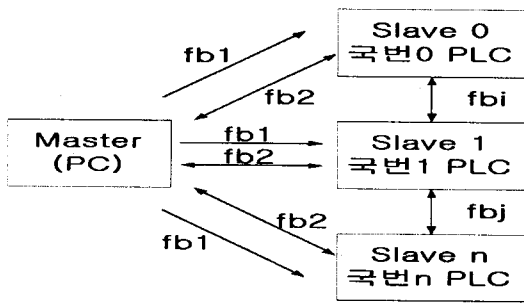


그림 3. n:n 통신 시스템 Diagram

초기에 Master는 송신 모드이고, Slave들은 수신 모드로 설정하고, base 주파수를 fb1으로 설정한다. Master에서 Slavel ~ Slave n까지를 time sharing 방식으로 통신을 한다. Master에서 Slave와의 양방향 통신 시 주파수를 fb1에서 fb2로 변경하면서 Master는 Slave에게 Command를 주거나, 통신의 이상유무를 Check, 또는 Slave에 interrupt가 발생하여 다른 Slave나 Master와 통신을 할 필요가 있을 시 Master는 base 주파수인 fb1과 fb2 이외의 주파수인 fbi 나 fbj를 선택하여 통신하고자하는 Slave들에게 전송하여 Slave 들간의 통신 또는 Master와의 통신이 가능하게 하였다.

2.3 통신 모듈 제어부

본 연구에서 사용된 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 12.5Khz이다. 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 pulse신호

이다. 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 결정된다.

송/수신을 위한 PLL data의 결정은 PLL 기준 주파수 입력은 12.5 KHz이고, 송신 주파수의 입력은 447.2625 ~ 447.9875Mhz사이에서 결정되고, 수신은 송신보다 21.65Mhz이하에서 결정된다. 송신 data는 PLL의 Lock Up data 확인시 송신하며, 수신data는 SQL active signal 확인 후 수신한다. 송/수신 각 신호는 Lock Up 또는 SQL의 신호 확인 후 60msec delay후 capture하며, 송신 확인 신호인 PLL의 Lock UP 신호는 polling으로, SQL신호는 16bit MPU의 인터럽트로 checking 한다. 통신 모듈 제어부는 PC 혹은 PLC의 data를 입력받아서 최소 데이터를 생성하는 통신 제어부와 입력 데이터를 무선으로 송/수신하는 모듈 제어부로 제작하였다. 통신 제어부는 PC와 57600bps로 RS232C 통신을 하며, PLC 통신 프레임을 생성하거나 해석하여 무선 송신 시 전송속도를 빠르게하기 위하여 불필요한 데이터 필드를 제거하고, 꼭 필요한 필드만을 생성하여 RF모듈 제어부로 전송하고, 수신되는 최소 데이터를 PLC 통신 프레임으로 복원시키는 프로그램을 구현하였다. RF모듈 제어부는 RF모듈과 4800bps로 RS232C 통신을 하며, 송신하고자 하는 패킷을 링 버퍼에 저장하여 데이터의 손실을 방지하기 위해서 Dummy data와 Start byte, Stop byte 및 BCC(Block Check Character)를 추가하여 패킷화 하여 데이터를 송신하거나, 수신된 패킷을 최소 데이터로 변경하여 통신 제어부에 전송한다. 통신 제어부와 모듈 제어부의 통신 프레임의 변환 과정을 그림 4로 나타내었다.

(1) 컴퓨터 요구 프레임

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

(2) 통신 제어부의 데이터 프레임

국번	Command Type	변수명	BCC
(0)	(S)	(QW001)	(C)

(3) 모듈 제어부의 송신 데이터 프레임

Dummy Data	Start Byte	국번	Command Type	변수명	BCC	Stop Byte	Dummy Data
(UUUUU)	(H7b)	(0)	(S)	(QW001)	('9')	(H7d)	(UUU)

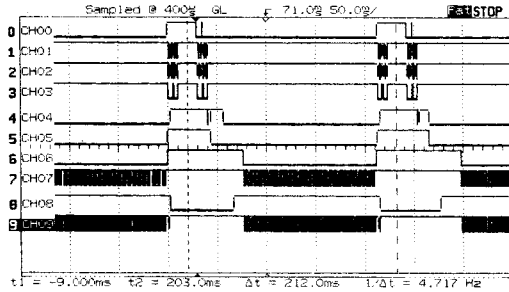
그림 4 통신/모듈 제어부의 프레임 변환 과정

위 그림 4에서 (1)번은 컴퓨터의 요구 프레임이고, (2)번은 통신 제어부의 전송 데이터 프레임이며, (3)번은 모듈 제어부의 송신 데이터 프레임을 나타내었다.

2.4 실험 결과 및 고찰

본 연구에서는 RF controller의 H/W 및 제어 S/W 그리고 PC측의 GUI에 입각한 MMI를 개발하였다. 그림 5는 그림 4의 통신 모듈 제어부의 프레임의 변환된 신호를 입력받아서 8bit MPU인 89C52에서의 RF모듈 제어 신호와 패킷화된 신호를 송출하기 위한 Tx 신호 및 수신된 RF모듈의 신호를 Logic Analyzer로 출력한 것이다. 그림 5의 channel에 대한 파형을 설명을 하면 (1) ch0 : Tx ON 신호(LOW)

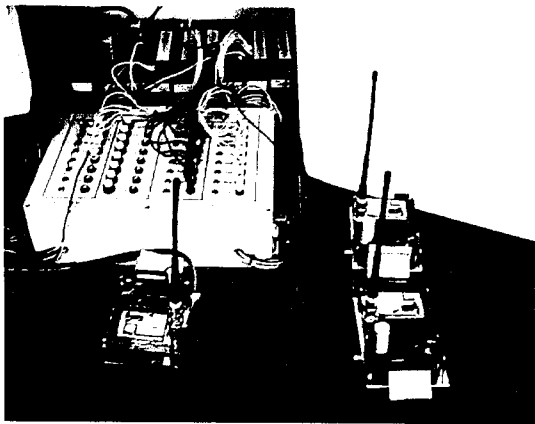
- (2) ch1 : Signal Input 신호(Reference와 TXVCO)
- (3) ch2 : CPS신호로 falling edge신호(pulse)
- (4) ch3 : RST신호(LOW)
- (5) ch4 : LOCK UP 신호(LOW)
- (6) ch5 : Tx PW ON 신호(LOW)
- (7) ch6 : DATA CONTROL 신호(LOW)
- (8) ch7 : Tx 데이터 신호
- (9) ch8 : SQL 신호(수신측의 신호 : HIGH)



- (10) ch9 : Rx 데이터 신호(수신측)

그림 5 제작된 RF controller의 송신 제어신호

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 본 연구에서 제작 실험했던 PLC용 다중 무선 통신



모듈 제어 장치의 전체 실험모습이다.

그림 6 제작 시험중인 PLC용 RF 제어장치의 통신 실험 모습

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

3. 결 론

본 연구에서는 다중 무선 제어용 PLC 통신 모듈 시스템 및 GUI에 입각한 PLC 원격 Test program을 개발하였다. RF controller 및 PC 와 PLC 통신부 개발 및 제어 MPU 설계로써, RF 모듈의 interface 회로 설계, 주파수 setting을 위한 PLL control S/W, 그리고 PLC 제어 및 다중 RF 모듈 통신 개발로써, PLC 통신 protocol 분석, baud rate 제어 S/W, 그리고 다중 무선 PLC 통신용 protocol 개발하였다.

(참 고 문 헌)

- [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, "Computer 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