

전등선 반송방식 통신시스템 실현에 관한 연구

김인수 오원록 김관호 오상기
한국전기연구소

A study on the transmission system realization
using residential power line carrier

INSOO KIM WONROCK OH KWANHO KIM SANGKI OH
Korea Electrotechnology Research Institute

ABSTRACT

This system exchange half-duplex serial data at 1200 baud by FSK modulating a carrier frequency at 200KHz over the 110V A.C. power line.

Transmitter output voltage to A.C. line is 4V p-p and line sensitivity is selected 2.54mV because CISPR Noise limitation is 66dB μ V at 150 ~ 500KHz.

The designed and realized system has obtained system margin of 58 dB and probability of error, $P_e = 1.78 \times 10^{-7}$ was obtained

I. 서론

정보를 효율적으로 전송하기 위한 방법으로 여러가지 전송매체 즉, 유선, 무선, 적외선, 광섬유 등이 이용되고 있다. 그러나 유선링크와 밀접한 관계를 갖는 기존 전력선을 전송 매체로 사용하면 신호전송과 전력공급을 동일한 매체로 이용할 수 있으며 기존 건물에서는 전송로를 다시 설치할 필요가 없다는 장점이 있기 때문에 이용가치가 부각되고 있는 실정이다. 그러나 전등선은 전기기기에서 발생하는 잡음이 크며 임피던스가 낮고, 변화하기 때문에 신호의 전송매체로서 품질이

그다지 좋은 편은 아니다. 본 연구에서는 전송 매체인 전등선의 특질을 잘 고려하여 양질의 전송 시스템을 설계하고 구현하고자 한다.

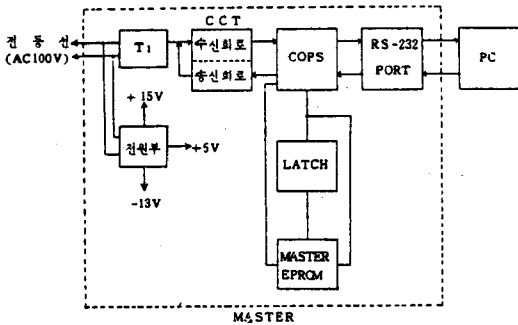
II. 시스템 설계

전등선 선로특성상 송신부는 일정하게 변화하는 선로 임피던스에 적응하여야 하며 수신부는 수V의 임펄스 잡음과 때때로 2KV를 초과하는 Spike로부터 수mV 밖에 되지 않는 신호를 복원해야 하므로 복잡하고 값비싼 회로를 구성하여야 한다. 그러나 최근 반송파 전류 통신에 알맞은 IC가 개발되어 이러한 CCT (Carrier Current Transceiver) I.C.를 채택하였고 본 시스템에서의 동기 방식은 전송속도를 선로 주파수의 몇배 정도로 제한되는 선로 주파수 동기식보다는 비동기식을 사용하여 속도를 빠르게 하였으며 변조방식은 임펄스 잡음 제거 특성이 우수하고 송수신 영역에서 쉽게 응용할 수 있는 FSK 방식을 사용하였다. 그리고 회선 제어 방식은 전송 제어 순서가 간단하며 중앙감시형에 적당한 Polling 방식을 채택하였다. 또한 반송파 주파수는 전등선상의 잡음과 선로 임피던스의 변화등을 고려하여 200KHz로 하였다. <표 1>에 본 연구에서 구현한 시스템의 설계 사양을 표시하였다

전 송 매 체	100V (60Hz) 전등선
전 송 방 식	반이중 방식
제 어 방 식	Polling
TOPOLOGY	BUS - type
예 러 검 출	4 bit CHECKSUM
변 조 방 식	FSK
반 송 주 파 수	200KHz
주 파 수 편 이	4 %
전 송 속 도	1200 baud
동 기 방 식	비동기 (Async)
송신 출력 전압	4V p-p
수 신 감 도	5.1mV p-p
최대접속단말수	256 대
설 치 장 소	옥내

<표 1> 통신 시스템 설계 사양

1. 신호중계장치 (MASTER) 와 단말장치 (SLAVE) 설계
제작한 신호중계장치 (MASTER)의 구성도는 <그림 1>와 같다.

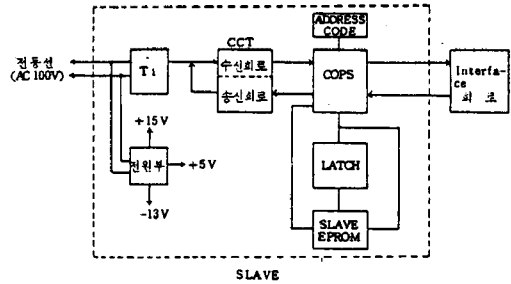


<그림 1> 신호중계장치 (MASTER)의 기본 구성도

MASTER는 Personal Computer에서 명령을 RS-232C를 통하여 받아서 마이크로프로세서 [COPS]에 의해 일정한 양식의 메시지 형태로 바꾸며, 이것은 CCT에 의해 FSK 신호로 바뀌어서 커플링 코일 (Coupling Coil) 인 T1을 통하여 전등선상에 데이터를 전송한다. 수신시에는 전등선상의 데이터가 T1과

CCT의 수신회로를 통하여 COPS에 오면 MASTER EPROM의 Software에 의해 일정 양식의 메시지로 되고 이것이 RS-232 C Port를 통해 P.C로 보낸다.

제작한 단말장치 (SLAVE)의 구성도는 <그림 2>와 같다.



<그림 2> 단말장치 (SLAVE)의 기본 구성도

단말장치 (SLAVE)는 신호 중계 장치 (MASTER)가 전등선을 통해 보낸 신호를 T1을 통해 수신한다. 이 수신된 신호는 FSK로 CCT의 수신회로를 거쳐나오면 본래의 디지털 신호로 복원된다. 이 단말장치는 COPS에 있는 PORT에 연결된 부하에 명령을 보내거나 부하의 정보를 Interface 회로로부터 수신하여 COPS와 SLAVE EPROM에 의해 메시지 형태로 바꾸고 CCT의 송신회로에서 FSK 신호로 변조시킨 후 T1을 통해 전등선상에 신호를 보낸다.

2. 커플링 코일 설계

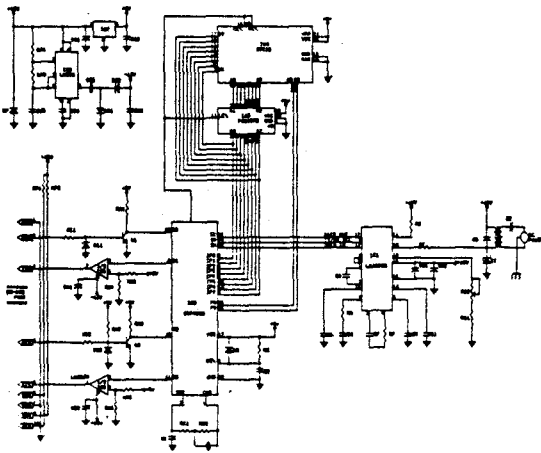
T1은 커플링 코일로서 전등선로에 신호를 송신하거나 선로로부터 신호를 수신하는 역할을 한다. 그러나 전등선의 임피던스는 200KHz에서 최소 5Ω 최대 40Ω, 평균 10Ω으로 전등선의 부하에 따라 변화한다. 변화되는 선로 임피던스에 결합하기 위해 CCT쪽에는 T1과 CQ로 탱크회로를 구성하였고 2차측에 선로 커플링 캐패시터 Cc를 연결하여 전등선에 결합시켰다. 탱크회로에 반사된 선로 리액턴스는 동조를 벗어나게 하는 원인이 되며 이것을 최소화시키기 위해 높은 비율이 L, C로 탱크 회로를 구성하였다.

수신모드시에는 T1과 Cc가 HPF로, T1과 CQ는 BPF로 작용하여 60 Hz 성분을 제거하고 전등선로부터 음절연의 역할을 한다. 수신감도와 최대출력 신호 전압은 커플링 코일의 권선비에 따라 달라진다. 본 시스템에서는 7:1의 권선비로 수신감도는 5.1mVp-p와 4Vp-p의 신호를 전등선모에 송신시킨다. 본 시스템의 T1에 대한 설계치는 <표 2>와 같다.

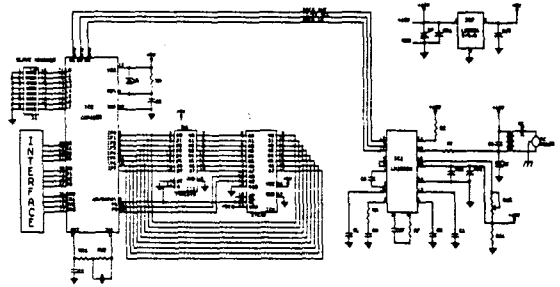
항 목	설 계 치
1차측 Turn수	39 T
2차측 Turn수	5.5 T
1차측 L 값	30.7 μ H
2차측 L 값	0.98 μ H
Load Q	12
Unload Q	35
Cc	0.22 μ H
CQ	21 nF

<표 2> T1의 설계 사양

신호중계장치와 단말장치의 회로도는 <그림 3>와 <그림 4>에 표시하였으며



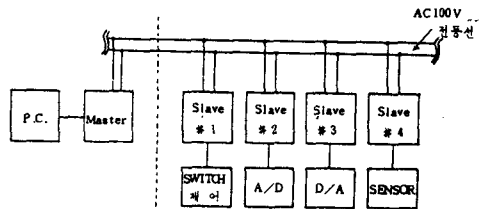
<그림 3> 신호중계 장치(MASTER) 회로도



<그림 4> 단말 장치(SLAVE) 회로도

여기서 IC1은 CCT로서 LM1893을 사용하였다. Co, Ro는 반송파 주파수를 조정하기 위한 것이고 RA, CA는 ALC를 안정화 시키기 위해 사용된다. 그리고 CF는 잡음여유, RF는 PLL 안정, CI는 임펄스 제거에 관계되며, CQ는 캐리어 주파수에 공진하기 위한 공진용 콘덴서이다. IC2는 마이크로프로세서로 COP402를 사용하였으며 외부 발진기로 4MHz 수정 발진자를 사용하였다. DR, RR, CR은 전원 공급시 OOPS가 Clear 되도록 하기 위한 회로이다. IPO ~ IP7은 8 bit 데이터 입력과 8 bit 출력 포트이며 IC3은 LATCH로 8 bit 데이터를 IC4에 전달한다. IC4는 EPROM 으로 IC3로부터 8 bit 번지의 정보를 AO ~ IA7 포트로 받아들이고 Do-D7 포트에서 8 bit 데이터를 IC2의 IPO-IP7 포트로 내보낸다. IC6, IC7은 각각 -13V와 +15V를 얻기 위한 Regulator IC로 필요한 직류 전원을 공급하는 전원회로이다.

제작한 전체 시스템의 구성도는 <그림 5>과 같으며

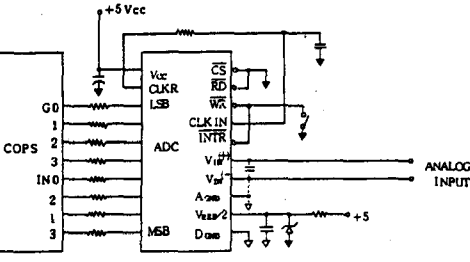


<그림 5> PC와 Master, Slave와의 접속도

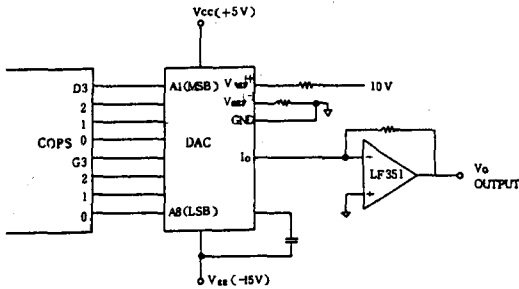
<그림 6>, <그림 7>, <그림 8>, <그림 9>은 제작한 각종 Interface 회로들이다.

III. 기본 회로 전송 시험

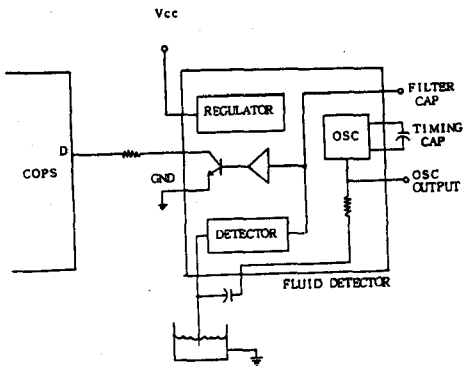
<그림 6> Interface (Switch Control) 회로



<그림 7> Interface (A/D Converter) 회로

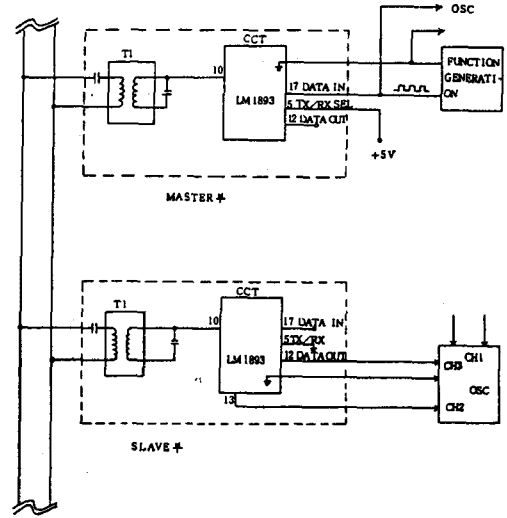


<그림 8> Interface (D/A Converter) 회로



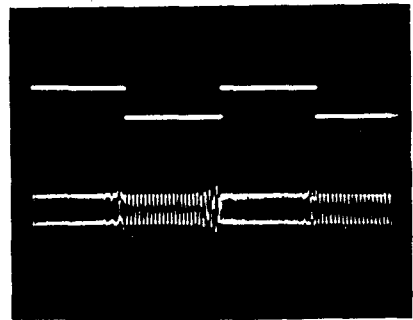
<그림 9> Sensor (Fluid Detector) 회로

<그림 10>과 같은 기본회로를 사용하여 전송시험을 하였다.



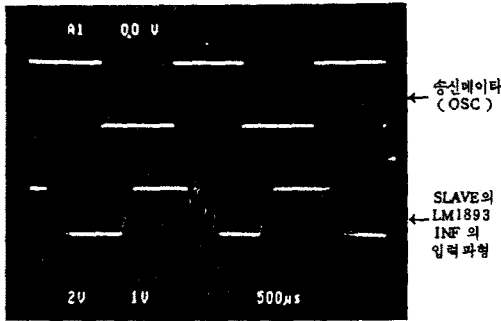
<그림 10> 전송시험 기본 회로

<그림 11>는 MASTER의 LM1893의 17번 핀에 SQUARE WAVE를 입력시켜 전등선으로 송신시켰을때 10번 핀에 나타나는 FSK 신호와 입력 데이터 신호 파형을 나타내었다.

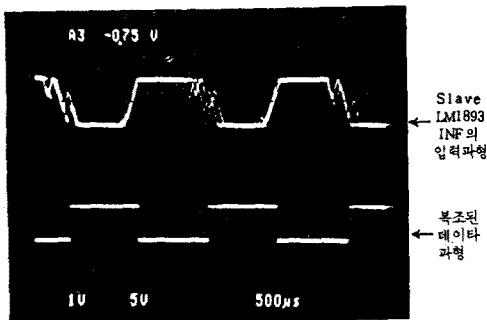


<그림 11> 데이터 입력신호와 FSK 신호 파형

<그림 10>에서 MASTER의 송신 데이터로 FUNCTION GENERATOR에서 발생하는 SQUARE WAVE를 COPS에서 발생하는 FORMATED 메세지 데이터 대신으로 LM1893의 17번핀에 입력시켰으며 <그림 12>에는 이 송신 데이터와 <그림 10>의 SLAVE부의 CCT의 Impulse Noise Filter에서 수신된 데이터의 파형을 나타내었다. 그리고 <그림 13>는 SLAVE CCT의 Impulse Noise Filter에 입력된 신호 파형과 LM1893 IC 12번 핀의 복원된 데이터 출력 파형이다.



<그림 12> 송신 데이터와 INF의 입력 신호 파형



<그림 13> INF 입력파형과 데이터 출력파형

사진에서도 알 수 있듯이 시험용 발전기의 송신 데이터와 전등선을 통해서 수신측에서 복원된 데이터는 시간 지연이 1/2 bit가 됨을 알 수 있었다. 그리고 그리고 시스템의 전송 손실 여유는 62dB로 설계하였으며 전등선상의 전송 손실은 각각의 환경(각종 전자기기의 종류와 수량) 및 선로의 분기와 연결 상태에 따라 다르므로 전송 거리를 예측할 수 없다.

IV. 결 론

본 연구에서 구상한 시스템의 반송파 주파수는 전등선상의 잡음과 선로 임피던스 변화를 고려한 결과 200KHz로 하였으며 전송 속도는 1200bps 이다. 시스템을 전등선에 결합시키는 Coupling Coil에서는 약 20dB의 신호 감쇄를 보였으며 시스템의 전송 손실 여유는 58dB로서 부부하 상태에서 7dB/50m 손실의 전력선에서 400m까지 전송이 가능하나 일반적인 전력선상에는 여러가지의 전자기기가 연결되어 있어 이들 기기에서 발생하는 잡음과 선로의 환경등을 고려해 볼때 전송거리는 짧아지게 된다.

본 시스템의 제어와 상태표시용 Personal Computer 를 이용하여 실행해본 결과 전기기기의 ON/OFF 제어, 아날로그량 계측, 센서의 상태 감시등의 기능을 원활하게 수행할 수 있었다.

V. 참고 문헌

1. Mitchell Lee, "A NEW CARRIER CURRENT TRANSCIEVER I.C.," IEEE Trans. on CE, Vol. CE-28, No 3, Aug. 1982, pp 409-414
2. Dennis M. Monticelli and Michael E. Wright, "Carrier Current Transeiver IC for Data Transmission Over the AC Power Lines, " IEEE Jour. of Solid-State Circuit, Vol. SC-17, No.6, Dec. 1982, pp. 1158-1165
3. Nobuo Genji, Hirotaka Fujimura, "Transmission Characteristics of Power Line Carrier Communication, EMCJ 86-57, pp.5-10
4. J.R.N cholson and J.A Malack, " RF impedance of Power Lines and Line Impedance Stabilization Networks in Conducted Interference Measurements, " IEEE Trans. on Electromagnetic Compatibility, May 1973, pp 84-86