

전력선 통신을 기반으로한 TRIAC 위상제어 방식의 발열유리 온도제어시스템

이수형*, 이창열*, 김인동*, 노의철*, 최창호**
부경대학교 전기공학과*, (주)정암안전유리**

Power Line Communication-based TRIAC phase-controlled heated glass temperature control system

Su Hyeong Lee*, Chang Yeol Lee*, In Dong Kim*, Eui Cheol Nho*, Changho Choi**
Dept. of Electrical Eng., Pukong National University, Korea*
Jeong-Am Safety Glass CO.,LTD, Korea**

ABSTRACT

선박과 건축용 창유리에 발생하는 결로 결빙 현상을 방지하기 위해 발열유리를 사용 한다. 발열유리를 ON/OFF방식으로 제어하게 되면 발열유리의 종류에 따라 유리코팅이 훼손 될 우려가 있다. 발열체의 등가저항 및 열시정수가 적은 경우에는 TRIAC의 위상제어 방식을 사용해야 한다. 또한 다수의 발열유리를 제어하기 위해서는 제어기 각각의 통신선이 필요하지만 전력선통신을 이용하면 별도의 통신선이 필요가 없어진다. 그러므로 설치비용이 감소하고 외관이 좋아지며, 발열유리의 추가적 설치와 장치의 위치 변경이 용이해진다. 본 연구에서는 전력선통신과 TRIAC 위상제어 방법을 이용하여 전체 발열유리 온도제어 시스템을 구성하고, 실험을 통해 검증하였다.

1. 서론

선박과 건축용 창유리에 발생하는 결로 결빙 현상^[1]을 제거, 방지하기 위해 발열유리를 사용 한다.^[2] 제어방식으로 ON/OFF 제어를 사용할 시 발열유리의 등가저항 및 열 시정수가 적은 경우 발열유리는 높은 출력 전압에 민감하게 반응하므로, 높은 출력 발생하여 유리코팅이 훼손 될 우려가 있다. 하지만 TRIAC의 위상제어 방식은 TRIAC의 턴온 시점을 교류입력 전원전압의 위상에 대해 임의로 가변하므로 출력전압의 크기가 틀려지는 특성을 가진다. 따라서 발열체의 등가저항 및 열시정수가 적은 경우 TRIAC의 위상제어 방식을 사용해야 한다.

다수의 발열유리를 제어하기 위한 통신을 할 때 발열유리간 별도의 통신선이 필요하므로 추가적인 비용이 발생하고 유지보수가 까다롭다. 하지만 전력선통신은 전력전달을 목적으로 하는 전력선의 전원과 함께 통신신호를 실어서 전송하는 통신방식이므로 별도의 통신선이 필요가 없어진다.^[3] 그러므로 통신선을 제거함에 의한 설치비용이 감소하고 외관이 좋아진다. 또한 발열유리의 추가적 설치와 장치의 위치 변경이 용이하다.

2. 전력선통신

2.1 전력선통신의 개요

그림1은 고주파 데이터신호를 전력선에 실어 교류 전원과 함께 변조되는 과정을 나타낸 것이다.

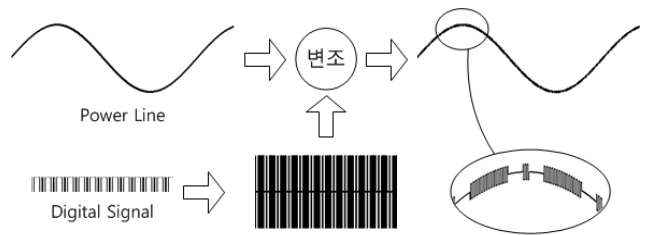


그림 1. 정현파의 변조

2.2 시스템 구성

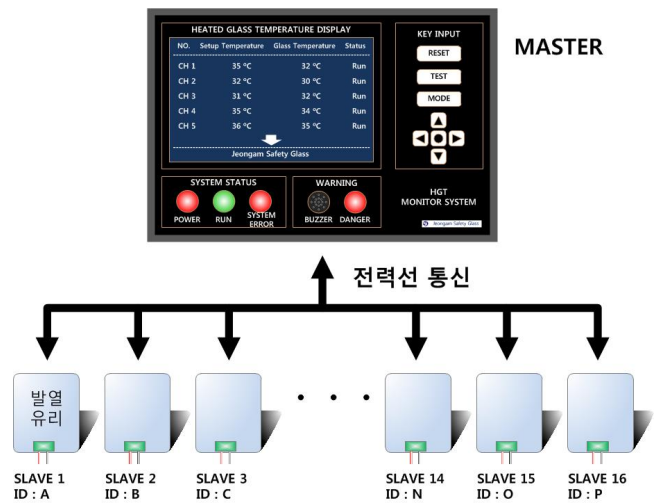


그림 2. Master 와 Slave 간 통신방식 및 데이터의 흐름

그림 2는 단일의 Master control unit과 다수의 Slave power unit 간 통신방식 및 데이터 흐름을 나타낸 것이다.

각각의 Slave control unit는 고유 ID를 할당받고 있으며, Master control unit에서 특정 ID의 Slave Power unit에 명령을 내리면 해당 ID를 할당받은 Slave power unit만 응답하는 방식을 취한다.

Master control unit는 사용자로부터 입력받은 설정온도 명령을 전력선을 통해 Slave power unit에 전달한다. Slave power unit은 발열유리의 제어상태 및 상태정보를 상위레벨 시스템에 전달하는 기능을 갖는다.

3. 온도 제어 시스템

3.1 위상 제어 시스템

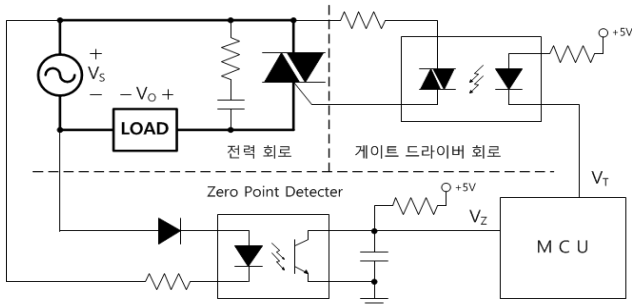


그림 3. Slave power unit의 발열유리 온도 제어 시스템

그림 3은 Slave power unit의 발열유리 온도 제어 시스템을 나타낸 것이다. Slave power unit의 전체시스템은 TRIAC을 통해 발열유리에 전력을 공급하는 전력회로와 TRIAC의 위상 각 제어를 위한 Zero Point Detector 부분과 TRIAC를 턴 온 시키기 위한 게이트 드라이버로 구성된다. 그 외 구성된 회로는 온도 피드백을 위한 센서회로, 중앙제어를 위한 전력선 통신회로, 제어를 위한 스위치회로, 고유 ID를 할당하기 위한 점퍼회로, 상태표시를 위한 디스플레이 회로가 있다.

3.2 제어 신호 및 타이밍 다이어그램

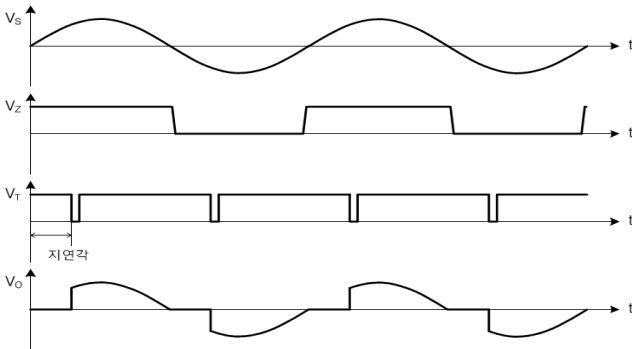


그림 4. 제어 신호 및 출력 전압 파형

그림 4는 입력 전원 전압 V_s , Zero Point 검출 전압 V_z , 게이트 전압 V_T , 출력 전압 V_o 를 나타낸다. V_z 전압의 edge를 판별하면 전원전압의 Zero Point를 알 수 있으며, 사전에 계산된 출력률에 따른 지연각을 메모리에 저장 한 후, 동작시 요구되는 출력률을 만큼 V_T 를 제어한다. V_T 스위칭 신호에 따라 TRIAC을 턴 온 시점이 결정되며, 부하에 전력이 전달된다.

4. 실험 결과

표 1. 발열유리 온도 제어 시스템의 실험 조건

항 목	실험 사양
정격전압	단상 AC220 [V], 60 [Hz]
부 하	2.2 [kW]급 발열유리
통신방식	전력선 통신, 9600 [Bps]

표1 은 Master control unit와 Slave power unit 3 개를 구

성하여 실험할 때의 실험 조건이다.

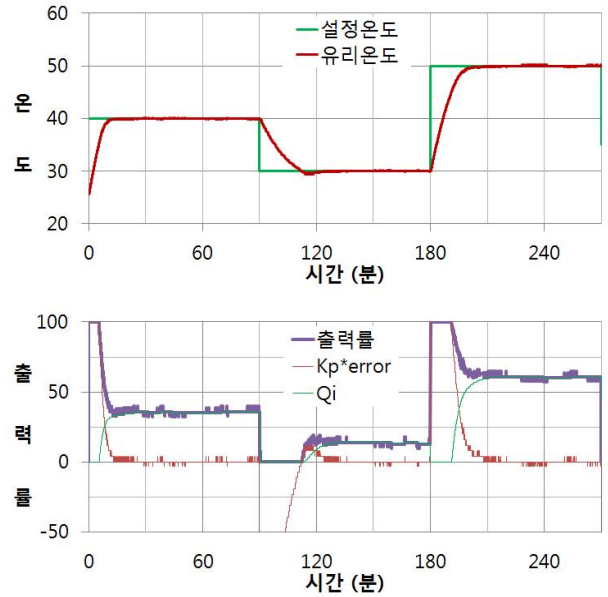


그림 5. PI제어시 설정온도에 따른 발열유리의 온도 변화 및 시스템의 출력률

그림 5는 PI제어시 설정온도에 따른 발열유리의 온도 변화 및 시스템 출력률을 나타내며 출력률은 $K_p \cdot \text{error} + Q_i$ 이다. Master control unit에서 초기 설정온도를 40 [°C]로 설정하여 90분 단위로 설정온도를 30 [°C], 50 [°C]로 재설정하여 실험하였다.

5. 결론

본 논문에서는 전력선통신을 기반으로한 TRIAC 위상제어 방식의 발열유리 온도 제어 시스템을 제안하였다. Master control unit에서 각각의 발열유리 온도값을 설정 및 Slave power unit으로 전송하고, 유리온도와 상태정보를 전송받았다. 그리고 각각의 Slave power unit에서는 2.2 [kW]급 발열유리의 온도 제어가 정확하게 되는 것을 확인하였다.

이 논문은 (주)정암안전유리의 지원에 의하여 연구되었습

참 고 문 헌

- [1] 장철용, “단열성을 향상시킨 고효율 첨단창호”, 설비저널 제 36권 제8호 2007년 8월호, pp. 19~25, 2007.
- [2] 안종근, 유석희, 강범수, 권진, 임원석, 강주희, “철도 차량 유리창에 발열 유리 시스템 사용시 객실 온도 변화에 대한 연구”, 한국철도학회 2009년도 춘계학술발표대회논문집, pp. 1109~1116, 2009.
- [3] 김관호, 오희명 “전력선통신기술의 연구개발 동향”, 대한전기협회, 전기저널, 제 341호, pp. 20~31, 2005