

TRIAC ON/OFF를 통한 4kW급 발열유리 온도 제어 시스템

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

Heated-Glass Temperature Control System by using TRIAC ON/OFF Method

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

겨울철이나 추운지역에서는 선박용 및 건축용의 창유리에 결로, 결빙현상이 쉽게 발생하고 쾌적한 시야 확보 및 청결유지를 방해한다. 이를 방지하기 위해 발열유리 온도제어 시스템을 사용한다. 기존의 아날로그 발열유리 시스템은 정확한 온도설정, 상태표시 및 고장검지가 어렵다. 또한 통신에 의한 중앙제어가 어렵다. 이와 같은 기존시스템의 단점을 해결하기 위해 본 논문에서는 마이크로프로세서에 의한 TRIAC제어를 이용하여 4 [kW]급 발열유리의 온도제어 시스템을 설계한다. 그리고 실험을 통해 그 성능을 확인하고자 한다.

1. 서론

겨울철이나 추운지역에서는 창유리에 결로, 결빙 현상이 쉽게 발생하고 쾌적한 시야 확보 및 청결유지를 방해한다.^[1] 이 현상은 발열유리를 사용함으로써 방지할 수 있다.^[2] 기존의 아날로그 발열유리 온도 제어 시스템은 트리거 소자인 SBS를 사용하여 위상 제어용 펄스를 발생시켜 TRIAC의 트리거 위상제어를 통해 온도제어를 한다. VR에 의하여 온도를 설정한 후, 온도가 설정값보다 높게 되면 정특성 서미스터 PTC의 저항값이 또한 상승한다. 그리고 TRIAC의 통전각은 감소되어 온도제어를 한다.^[3] 기존 아날로그 제어 시스템의 문제점은 정확한 온도 설정, 상태표시 및 고장검지가 어렵다. 또한 위상제어 방식의 경우는 EMI/EMC 문제를 발생시킬 수 있다. 이와 같은 단점을 해결하기 위해 본 논문에서는 마이크로프로세서를 이용한 4.4 [kW]급 발열유리 제어시스템을 제안한다. 마이크로프로세서를 이용한 발열유리 제어시스템은 이런 문제점을 해결할 수 있으며, 하드웨어적 변경이 있을시 디지털제어에서는 프로그램수정을 통해 해결이 가능하기 때문에 시스템이 유연해진다. 또한 통신에 의한 중앙제어가 가능하다.

2. 제안한 발열유리 온도제어 시스템 설계

2.1 전체 시스템 구성 및 전력회로

그림 1은 제안된 발열유리 온도 제어 시스템 회로이다. 전체 시스템회로는 전력회로와 제어회로로 나뉜다. 전력회로는 TRIAC를 통해 발열유리에 전력을 공급하는 회로이며, 제어회로에는 TRIAC제어를 위한 MCU 및 게이트 드라이버를 포함하고 있다. 또한 피드백을 위한 센서회로, 중앙제어를 위한 통신회로, 제어를 위한 스위치 회로, 상태표시를 위한 디스플레이 회로 등을 포함하고 있다.

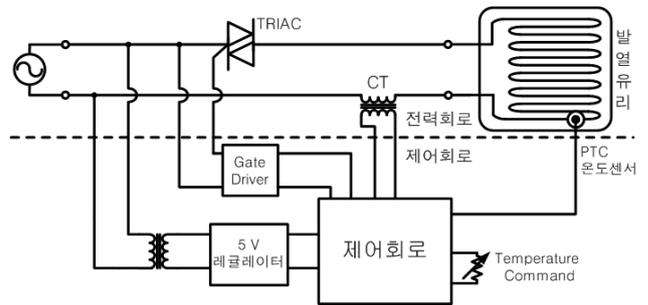


그림 1 제안된 발열유리 온도 제어 시스템

표 1은 발열유리 온도제어 시스템에서 요구하는 제어기의 설계 기본 사양이다.

표 1 제어기의 기본 설계 사양

항 목	설계 사양
최대전력	4.4 [kW]
정격전압	단상 AC220 [V], 50 60 [Hz]
최대전류	20 [A]
제어소자	MCU, TRIAC
과 부 하	150 [%] 1분간 동작
고장검지	과전류, 부하개방, 각 소자 정상유무

2.2 제어 방식 및 알고리즘

2.2.1 제어 방식

표 2는 TRIAC의 제어 방식에는 위상제어 방식과 On/Off 제어 방식이 있다, 그 중에서 노이즈가 적고 와 TRIAC 사용률이 높은 On/Off 제어 방식을 채택하였다.

표 2 TRIAC의 2가지 제어 방식

	위상 제어	On/Off 제어
제어방법	트리거펄스의 위상	1/2 Cycle 단위
출력률	$P(t)=V(t)*I(t)$	단순 분수 계산
주요용도	모터등의 출력제어	히터등의 출력제어
노 이 즈	임펄스 노이즈 발생	노이즈가 거의 없음
사 용 륜	정격의 1/2 이하	정격의 80[%] 이하

그림 2 (a)는 On/Off에 대한 제어 신호이며, (b)는 TRIAC을 통해 총 120개의 반 사이클이 제어되는 Timing Diagram을 나타낸 것이다. 즉, 1초당 공급되는 전력을 백분율로 조절한다.

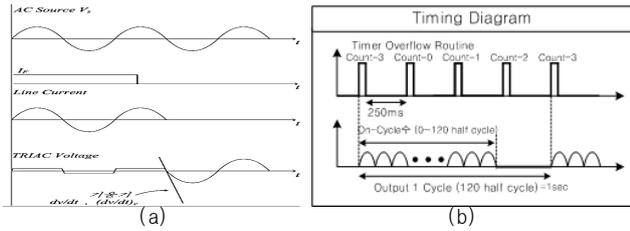


그림 2 제어 신호 및 타이밍 다이어그램

2.2.2 제어 알고리즘

본 시스템은 발열유리에 PTC 온도센서가 부착 유무를 자동으로 인식하여 온도 피드백을 사용하지 않은 Open Loop 제어모드와 온도 피드백을 사용하는 Close Loop 제어모드로 나뉘어 제어 된다. 또한 스위치를 통해서 Open Loop 제어모드와 Close Loop 제어모드를 선택할 수 있게 설계하였다. Open Loop 제어모드는 전면 다이얼을 통해 출력률을 선택 하여 제어하며 Close Loop 제어시 이 전면 다이얼로 설정온도를 선택할 수 있다. 유리의 열용량이 매우 크기 때문에 제어기로는 P 제어를 선택하여 시스템을 구성하였다. 제어기에 사용된 CT, PTC센서를 사용하여 고장검지를 하였으며 사고 발생 시 전면 표시기에 에러를 출력하고 조치하도록 한다.

3. 실험 결과

본 논문에서는 4 [kW] 저항부하와 2.2 [kW] 발열유리를 대상으로 실험이 진행되었다.

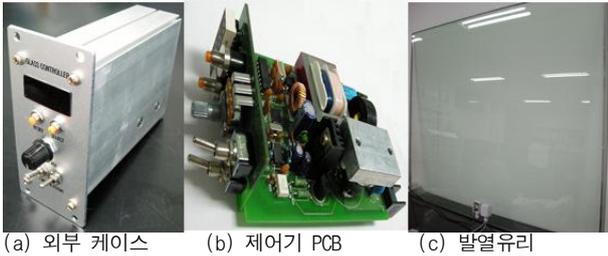


그림 3 제작한 시제품 및 발열유리 사진

그림 3 (a)는 제어기의 방열을 겸한 외부케이스의 모습이며, (b)는 제어기의 PCB의 모습이다. (c)는 실험에 사용된 1.5 [m²]의 면적을 갖는 2.2 [kW] 발열유리이다. 발열유리 하단에 온도 피드백을 위한 PTC온도 센서가 부착되어 있다.

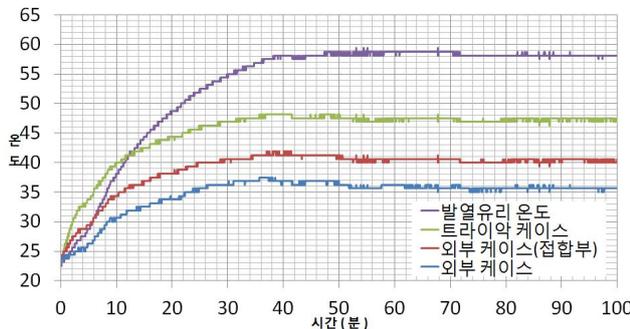


그림 4 2.2[kW] 발열유리 실험시 제어기 및 발열유리의 온도변화

그림 4는 발열유리 온도, TRIAC외부의 온도, TRIAC과 외부 케이스 접합부의 온도, 외부케이스의 온도를 각각 나타낸 것이다. 4.4 [kW] 저항 부하시 외부케이스를 결합 후 실험을 한 경우 TRIAC케이스 온도는 93 [°C]로 올라갔다. 외부케이스를 결합하지 않은 경우(68 [°C])와 비교를 하면 외부케이스를

결합한 경우 TRIAC케이스 온도는 25 [°C] 높은 것을 확인하였다. 따라서 4.4 [kW] 부하시 외부케이스를 결합한 경우에는 내부 회로 보호를 위해 팬을 이용한 냉각이 필요하다.

3.1 Open-Loop

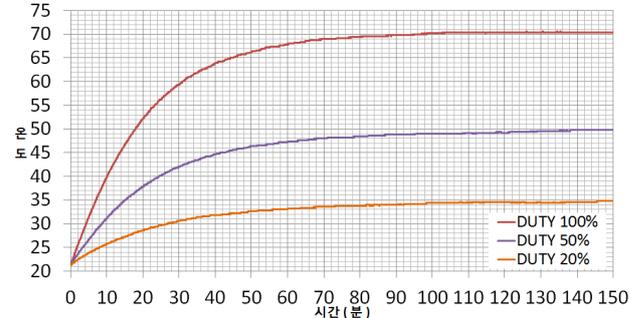


그림 5 출력률에 따른 발열유리 온도 변화

그림 5는 출력률이 100 [%], 50 [%], 20[%] 일 때 각각의 실험 결과 그래프이다.

3.2 Close-Loop

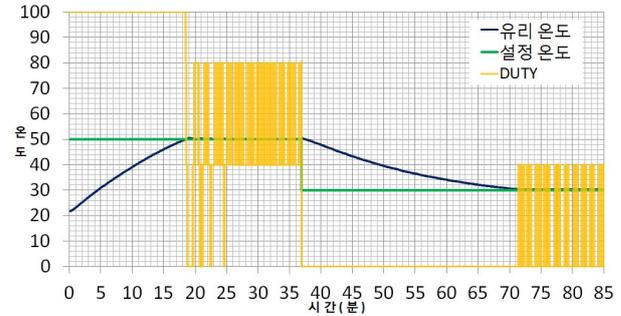


그림 6 P제어시 설정온도 변화(50°C→30°C)에 따른 발열유리 온도변화

그림 6은 초기 설정온도를 50 [°C] 로 설정하여 약 37분간의 실험 결과를 보이고 있으며, 설정온도를 30 [°C] 로 재설정하였을시의 실험 결과를 나타내는 결과 그래프이다.

4. 결론

본 논문에서는 ATmega48을 이용하였으며, TRIAC 제어를 통해서 4 [kw]급 발열유리 온도 제어 시스템을 설계하고, 2.2 [kW]급 발열유리, 4.4 [kw] 저항부하, 7 [kw] 과부하 실험을 진행하였다. 그리고 실험을 통해 제어기의 성능을 확인하였으며, 앞서 언급한 제어기에서 요구되는 사양을 만족하는 것을 확인 하였다.

이 논문은 (주)정암안전유리의 지원에 의하여 연구되었습

참고 문헌

- [1] 장철용, “단열성을 향상시킨 고효율 첨단창호”, 설비저널 제 36권 제8호 2007년 8월호, pp. 19~25, 2007.
- [2] 안중곤, 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] 김상진, “메카트로닉스를 위한 사이리스터 제어회로”, pp. 132~134, 청문각, 1999.