

핫멜트 글루건의 온도제어에 관한 연구

오갑석*, 성기택**, 김규현***

*동명대학교 정보통신대학 전자공학과

**동명대학교 정보통신대학 정보보호학과

***(주)엑소

e-mail:oks@tu.ac.kr

A Study on Temperature control of Hat-melt Glue Gun

Kab-Suk Oh*, Ki-Taek Seong**, Gyu-Hyun Kim***

*Dept of Electronics Engineering, TongMyong University

**Dept of Information Security, TongMyong University

***EXSO Corporation Ltd.

요 약

본 논문에서는 핫멜트 글루건의 성능향상을 위해 기존의 디지털 온도제어 회로의 문제점을 제시하고, 이에 대응하는 새로운 온도제어 회로를 제안하고 그 성능을 검토하였다. 기존의 회로에서는 정현파의 양의 반주기 동안만 제어하여 히터에 전원을 공급함으로써 설정시간까지 도달하는 시간이 많이 소요되는 문제점이 있다. 이를 개선하여 정현파의 양의 반주기와 음의 반주기 모두 제어하여 히터에 에너지를 공급할 수 있도록 하였다. 제어를 위해 ABOV사의 MCU를 채택하였으며, 주요 회로는 영점검출 회로, 트라이액을 이용한 히터구동회로, K형 열전대 온도센서 검출회로 등을 이용하였다. 실험 결과, 기존의 방법에 비해 설정온도까지 상승시간이 약 2배정도 빠르게 상승함을 확인하였다.

1. 서론

실리콘 멜트는 몰딩을 주목적으로 건축, 가구, 벽면 균열, 물품의 접착 등의 용도로 사용되며, 핫멜트(Hot-melt) 글루건(Glue gun)은 일반적으로 고체형태의 실리콘류의 재료를 가열하여 액체형태인 핫멜트를 토출하는 공구를 말한다. 통상 고체 형태의 접착제는 실리콘으로서 봉형태로 제공되며, 300℃의 고온이나 영하 60℃의 저온에서도 절연성 및 방수성이 우수하여 전기적 절연이나 건축분야에서 방수의 목적으로 등으로 사용된다[1,2].

시중에 판매되고 있는 글루건은 대부분이 권총형의 것으로 PTC(positivetemperature coefficient) 히터를 장착하고, 실리콘 멜트가 용융되었을 때 레버를 당기면 노즐공을 통해 외부로 토출된다. 이러한 종류의 아날로그형 글루건은 PTC가 일정온도에 도달하면 저항이 높아져 일정온도를 유지하는 것과 니크롬 히터를 장착하고 SCR의 양의 반주기 동안만 제어 하는 것으로 분류된다. 따라서 PTC를 채용한 아날로그 형태는 사용자에게 의한 온도 설정이 곤란하고, 온도 설정 등의 제어가 가능한 SCR 탑재형은 AC 전원의 양의 반주기 동안만 온도를 제어하기 때문에 설정 온도까지 도달하는데 많은 시간이 요구되

어 사용자들의 불편이 야기된다. 또한 최근 모바일 글루건의 필요성이 대두되면서 기존의 아날로그 방식에 의한 제어는 디지털 방식으로 개선되어야 하고, 디지털 방식에서도 보다 짧은 시간내에 사용할 수 있는 방안이 요구되고 있다. 그리고 기존의 디지털 방식에서는 온도 등을 표시하는 장치가 미흡하여 LCD 타입의 표시창을 요구하는 수요자가 점점 늘고 있는 추세이다.

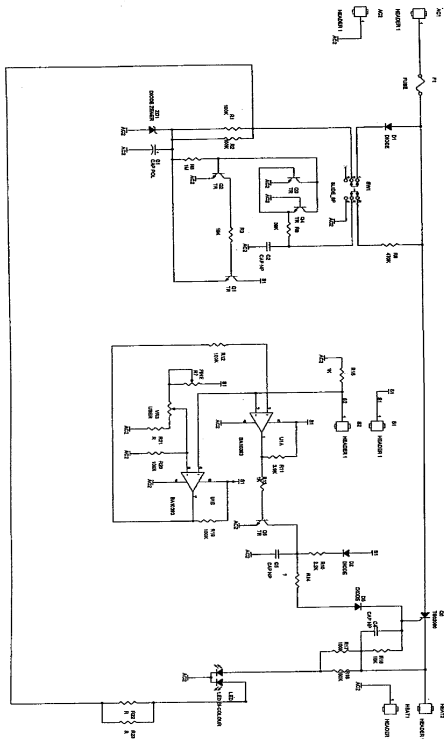
한편 산업현장에서는 온도 제어 기능을 구현하기 위하여 ATMEL, NEC 등의 MCU를 채택하는 것이 보편화 되었으며, 최근 국내의 ABOV에서도 산업용 MCU를 양산하고 있다.

본 논문에서는 아날로그형 글루건의 문제점 개선과 국산 MCU의 파급 효과를 위하여 AC 전원의 전주기 제어를 위해 기존 SCR을 대신하여 트라이액을 도입한 디지털 글루건 온도 제어 회로를 제시하고, 향후 제어기 및 LCD 탑재형 글루건 개발을 고려하여 주변회로를 설계하였다. MCU의 사양은 LCD 구현과 키 입력을 고려하였으며, 구현된 시스템에서 제안한 제어기법과 기존의 양의 반주기 제어 기법에 의한 설정온도로의 상승시간 측정 결과를 비교 검토하였다.

2. 시스템 설계 및 구현

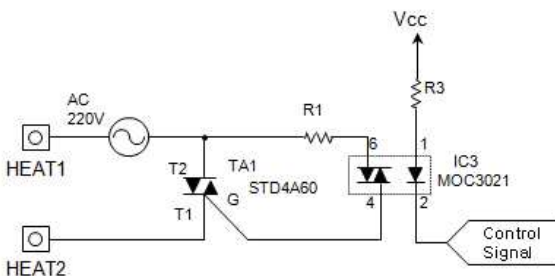
2.1 시스템 설계

기존 니크롬 히터에 기전력을 전달하는 회로는 그림 1과 같이 교류전원이 마이너스에서 플러스로 변경되는 시점에 SCR을 TURN ON시키고, S1과 S2 양단에 연결된 NTC(Negative Thermal Component)의 저항 변화에 의한 전압과 설정용 가변저항에 의해 인가되는 전압을 비교기로 출력하여 출력이 HI이면 SCR을 OFF시키고, LOW이면 SCR을 ON시키는 동작을 한다[1]. 이러한 SCR의 동작특성은 양의 반주기 동안만 제어할 수 있어 작업온도까지 도달하는 시간이 많이 소요되는 문제점이 있다.



[그림 1] 기존의 아날로그형 히터 구동회로

본 연구에서는 그림 2와 같이 양의 반주기와 음의 반주기 모두 제어할 수 있도록 회로를 설계하였으며, 제어신호의 동기를 위해 영점검출 회로를 사용하였다[3].



[그림 2] 제안 히터 구동회로

향후 주문 제작형 LCD display 장착을 고려하여 우선 설정온도, 현재온도 및 ON/OFF의 표시하기 위해 3자리 FND를 채택하였다. 그리고 버튼의 사용에 수월성을 고려하여 선택음과 설정음을 내는 부저도 함께 설계하였다.

2.2 하드웨어 구현

제어를 위해 ABOV사의 MCU(96F6632)를 사용하였으며, 온도센서는 K형 열전대를 사용하여 약 150배 증폭한 신호를 P23/AN3핀에 연결하였다. 온도설정을 위한 3개의 스위치는 [AN0:2]와 연결하고, 영점검출 신호는 외부인터럽트0번과 연결하였다. 동기화된 트라이액 구동 신호는 P63핀과 연결하였다. FND의 공통단자에 트랜지스터를 연결하고 이를 구동하기 위해 Tr의 베이스와 [P31:P33]와 연결하였고, 각 세그먼트는 [P40:P47]을 연결하였다.

상기의 주요 회로를 중심으로 주변회로를 설계하였으며, 실험을 위한 테스트 보드는 그림 3과 같이 구현하였다. 좌측 상단의 첫 번째 콘넥터는 220V 입력, 9V, 18V출력 사양을 갖는 트랜스포머와 연결하고, 두 번째 콘넥터는 전원 220V와 연결하고, 좌측 하단의 첫 번째 콘넥터는 글루건의 제어 전원 및 온도센서와 연결된다. 우측 상단의 콘넥터는 OCD(On Chip Debug) 및 다운로드에 사용된다.



[그림 3] 테스트 보드 조립 사진

2.3 소프트웨어 구현

소스는 Keil-C를 이용하여 컴파일 하였으며, 다운로드 는 ABOV사에서 제공하는 H/W 인터페이스 장치를 사용하였다. 주요 구현 내용은 다음과 같다. 좌측 하단의 전원 스위치를 ON하면 FND에는 설정된 온도가 표시되며, 중앙의 DN은 설정온도의 감소기

능을 하며, SET 버튼은 설정기능과 동시에 종료 기능을 함께하며, UP 버튼은 설정온도의 감소기능을 한다. 각 버튼이 눌러질 때 마다 부저에 ‘술’음이 발생되도록 하였다.

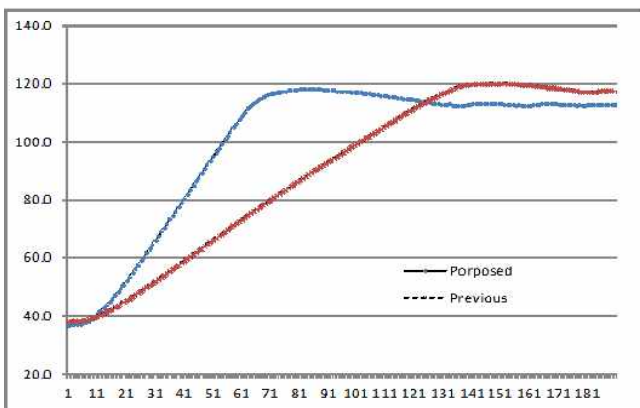
트라이액의 게이트 구동을 위한 신호는 영점 검출 신호와 동기화 되도록 하였으며, 통상의 PID제어기 설계법을 이용하여 식(1)과 같이 제어기를 설계하였으며, 각 상수값은 지글러-니콜스의 방법으로 구하였다[3].

$$u(t) = K_p(e(t) - e(t-1)) + K_f e(t) + K_D[e(t) - 2e(t-1) + e(t-2)] \quad (1)$$

여기서, 비례계수 $K_p = 29$, 적분계수 $K_f = 10$, 미분계수 $K_D = 7$ 이다.

3. 실험 및 검토

위와 같이 설계되고 구현된 제어기에 220V 60W의 정격을 갖는 글루건에 적용하여 실험하였다. 기존 구동회로의 방법과 제안 구동회로의 방법에 의한 상승온도 및 수렴온도에 대한 실험한 결과를 그림 4에 나타내었다.



[그림 4] 온도상승 실험 결과 그래프

실험 결과 기존 방법에서 설정 온도인 113°C까지 도달하는 시간은 120초가 소요되었고, 제안방법은 약 63초가 소요되었다. 그리고 오버슈터는 기존 방법이 120°C, 제안방법이 118°C이었고, 제안방법은 정상상태 ±5% 오차범위내의 오버슈터를 보였으나 기존방법은 약 50초의 시간이 소요고 정상상태 범위 이내로 안정 되었다. 이러한 결과는 기존방법에서는 NTC에 의한 온도 센서의 감도 문제로 인하여 오버슈터가 오차 범위를 벗어났다고 판단되며, 가변저항

에 의한 온도설정이 부정확하여 수렴온도가 명확하지 않은 점도 있었다. 결론적으로 온도의 상승시간만 비교하더라도 기존의 아날로그 형태의 제어기에 의한 상승시간은 제안한 제어방법보다 약 2배 느림을 확인할 수 있었다. 이는 글루건의 사용자가 빠른 작업을 희망할 경우 필요한 조치라 사료된다.

4. 결론

본 논문에서는 핫멜트 글루건의 성능향상을 위해 기존의 아날로그 온도제어 회로가 양의 반주기 동안만 제어하도록 설계된 회로를 수정하여 양의 반주기 및 음의 반주기 모두 제어할 수 있는 디지털 온도제어 회로를 제안하고 구현하였다. 이를 위해 ABOV사의 MCU를 채택하고 주변회로를 구성하였다. 실험결과 기존 방법에 비하여 제안방법이 약 2배 빠른 상승시간을 가짐을 확인하였다.

향후 각종 부품을 SMD 타입으로 변경하고, 글루건에 적합한 LCD를 채택하여 LCD 내장형 산업용 및 DIY형 글루건을 개발할 예정이다. 이와 함께 미려한 디자인을 가미하여 가볍고 전원 제공과 거의 동시에 사용할 수 있는 제어기를 추가한 모발 전용 글루건도 개발할 예정이다.

참고문헌

- [1] (주)엑소, “글루건”, 등록실용신안 20-0442958, 2008.
- [2] 최효철, “글루건”, 등록특허 10-0831333, 2008.
- [3] 오갑석, “PID 제어기를 이용한 전기인두기의 온도 제어 시스템 개발”, 한국산학기술학회논문지, 제11권, 제3호, pp. 866-872, 3월, 2010.