

12V 교류발전 전력제어 모듈의 열 특성 개선 연구

박찬우*, 양승우**, 송제호**

*한국전자통신연구원

**전북대학교 융합기술공학부

e-mail:gamer@etri.re.kr

A Study on Improvement of Thermal Characteristics of 12V AC Power Control Module

Chan-Woo Park*, Seung-Woo Yang, Je-Ho Song**

*Electronics and Telecommunications Research Institute

**Dept. of Convergence Technology Engineering, Jeonbuk National University

요약

본 논문에서는 LIN 인터페이스를 기반으로 하는 차량 발전시스템용 전력제어 모듈 개발을 위해 전력제어 모듈 회로설계 및 MCU S/W 개발과 기구물을 설계하고, 시제품을 제작하여 실제 구동시 제어 모듈의 열 분포 측정 및 개선에 대한 방향을 제안한다.

승하는 문제가 있었고, 이로 인해 주변 소자의 온도도 상승되는 것을 예상하였다.

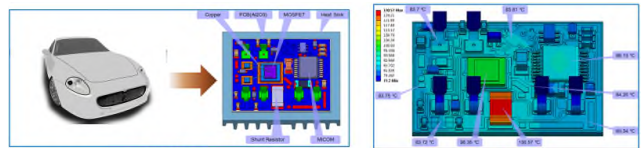
1. 서론

차량의 첨단 기능이 지속적으로 추가됨에 따라 점차 전자 장비가 늘어나고 있는 추세를 보이고 있으며, 최근 몇 년 사이에는 100% 전기로만 움직이는 차량까지 등장하고 있다. 차량의 발전에 필요한 제어 모듈에 들어가는 각종 소자가 장시간 고열에 노출되게 되면 오작동을 일으켜, 차량의 전력생산에 영향을 초래하게 되고, 결국 불안정한 전력이 생산되어 심지어는 운행에 영향을 끼칠 가능성도 존재한다. 이에 본 논문에서는 LIN 인터페이스를 기반으로 하는 차량 발전시스템용 전력제어 모듈 개발을 위해 전력제어 모듈 회로설계 및 MCU S/W 개발과 기구물을 설계하고, 시제품을 제작하여 실제 구동시 제어 모듈의 열 분포 측정 및 개선에 대한 방향을 연구하고자 한다. 이후에는 차량 발전시스템에 들어가는 전력제어 모듈의 열 특성 개선을 위한 설계 및 시제품을 제작하여 열특성 개선여부를 평가하려고 한다.

2. 본론

2.1 기존 제품의 문제점 인지

기존 차량발전기용 전력제어 모듈 시제품의 열해석 결과 MOSFET메인 칩셋과 Shunt저항의 표면온도가 과다하게 상승



열 해석 Model [그림 1] 열해석 모델 및 열해석 결과

2.2 전력 제어모듈 설계 및 제작

기능 구현 알고리즘과 프로그램 작성을 위해 모듈의 각 상태별 동작 기능과 상태의 조건을 포함하는 State Diagram을 작성하였고, MCU를 적용한 회로설계를 위해 Microchips PIC16F18129LIN을 선정하였다. 이후 입출력 및 기능을 고려한 Block Diagram을 작성하였고, 선정된 MCU를 적용하여 Block Diagram등을 바탕으로 회로를 설계하였다. 동작 정격 및 패턴 설계에 적합한 소자를 선정하였다.

이후 하우징, 방열판, 커버, 브러쉬 커버의 설계에 들어갔고, 3D 프린터를 이용해 금형제작 전 발전기 조립성 확인을 위한 목업을 제작하였다. 그 결과 기구부품간 조립성에 문제가 없고, 발전기 조립성에도 문제가 없음을 확인하였다.

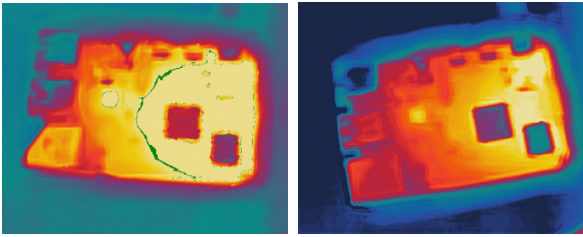
2.3 열해석 모델 시뮬레이션 및 실제 측정

열 해석 모델 및 열해석 결과와 설계부품을 실제 제작하여 발열시험을 진행하였다. 그 결과 MOSFET의 해석온도는 98.35°C, 실제 측정온도는 100.3°C, Shunt 저항의 해석온도는

참고문헌

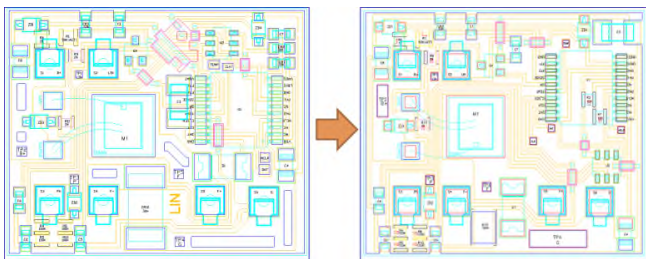
- [1] 박철우, 홍철현, “구조 및 열 해석 기초”, 인터비전, 2008.
- [2] 남우춘, “예제로 배우는 PCB 설계”, 북두출판사, 2017.

130.57°C, 실제 측정온도는 132.6°C로 해석 결과와 실제 측정 결과의 오차값은 2°C로 큰 차이가 없음을 확인하였다.



[그림 2] 열 분포 측정 1,2차 결과

이 결과를 토대로 Shunt의 온도가 과도하게 높아짐에 따라 MOSFET에도 영향을 미침을 확인하였고, 발열 문제를 해결하기 위해 Shunt저항을 인쇄저항 방식으로 변경하여 열 해석 결과 MOSFET은 86.74°C(11.61°C 감소), Shunt저항은 85.16°C(45.14°C 감소)로 해석되었다. Shunt 인쇄저항 시료를 제작하여 열 분포 측정 결과 열 해석보다 더 낮은 온도값(시험 결과 45.14°C)을 얻어 개선 효과가 입증되었다.



[그림 3] 설계 부품 부분변경

실험 과정에서 발전기에 장착된 High Load 전압의 흔들림 문제 개선을 위해 GND 패턴의 수정 및 Shunt저항의 인쇄저항 방식으로 설계변경 부품을 제작하여 발열시험을 진행하였다. Shunt 저항을 인쇄저항으로 개선한 제품의 발열 시험 결과 MOSFET은 100.3°C에서 85.1°C로, Shunt 저항은 130.57°C에서 80.2°C로 각각 15.2°C, 50.4°C 감소함을 확인하였다.

3. 결론

본 논문에서 열 해석 모델 시뮬레이션 및 이를 바탕으로 제작된 시제품의 측정값은 비슷함을 확인할 수 있었다. 또한, Shunt 저항을 인쇄저항 방식으로 바꿈에 따라 열 해석 모델상 45.14°C, 실제 측정값 43.2°C가 낮아짐을 알 수 있게 되었다. 이로 인해 주변 MOSFET 칩셋도 영향을 받아 11.61°C가 낮아짐을 열해석 모델을 통해 밝혀내었다. 설계변경을 통해 실제 온도측정에서 MOSFET의 최고온도는 85.1°C(개선전에 비해 15.2°C감소), Shunt저항 최고온도는 80.2°C(개선전에 비해 50.4°C 감소)감소 효과가 있음을 입증하였다.