

냉장 차량용 듀얼 컴프레서 인버터 시스템

한근우*, 김성곤*, 이충훈*, 최명현*, 정영국**

*(재)자동차융합기술원, **세한대학교

Dual Compressor Inverter System for Refrigerator Vehicles

Keun Woo Han*, Seong Gon Kim*, Chung Hoon Lee*, Myoung Hyun Choi*, Young Gook Jung**

*JIAT, **Sehan University

ABSTRACT

In the single type mechanical compressor mounted on the refrigerated vehicle, one compressor is responsible for the refrigerator function of the air conditioner and the refrigerator, so it is difficult to maintain a certain refrigeration temperature in the summer. Particularly, in a mechanical compressor using an engine as a power source, the refrigeration quality is deteriorated due to unstable rotation of the engine. In this paper, we propose a three phase inverter of a dual compressor system that uses an electric compressor separately from a mechanical compressor of a refrigerated vehicle. The output characteristics of the developed inverter were verified through a vehicle air conditioning simulator.

1. 서론

최근 웰빙문화에 대한 관심 고조와 생활수준 향상에 따라 채소류, 청과물, 육류 및 생선류 등에 대한 소비자들의 고품질 요구가 증대되고, 이러한 소비자 요구를 만족시키기 위한 저온유통체계(Cold chain)가 성장하고 있다 또한 산업의 발달로 인하여 특정 온도를 유지하며 운반하는 부품과 제품들의 수요 역시 확대되고 있다 이와 같이 특정 온도를 유지하여야 하는 식품 및 반도체 등을 장거리로 운송하기 위하여 냉장기를 탑재한 차량이 사용된다 종전의 차량용 냉장기는 차량 엔진과 연계하여 기계식 컴프레서를 구동하고 이를 불연속으로 온/오프 제어하기 때문에 일정 저온을 지속적으로 유지하기가 어렵다 특히 냉장 차량에 장착되는 싱글형 기계식 컴프레서는 하나의 컴프레서가 운전석 에어컨과 냉장기의 냉장기능을 모두 담당하고 있어서, 하절기에는 특정 냉장온도를 유지하기가 어려우며, 따라서 냉장기는 과도한 구동을 하게 되어 엔진 연료가 과다하게 소비된다. 특히 기계식 컴프레서는 엔진의 불안정한 회전으로 말미암아 냉장 품질이 저하되는 문제점이 있다[1].

본 연구에서는 기계식 컴프레서가 운전석 에어컨을 담당하고, 전동 컴프레서는 냉장기를 담당하게 하는 냉장 차량용 듀얼 컴프레서 인버터시스템을 개발하여 이상의 문제점으로 해결한다 냉장 차량의 전동 컴프레서 테스트 벤치를 구성하여 제안된 시스템의 인버터의 출력 특성을 검증하기로 한다

2. 듀얼 컴프레서 인버터 시스템

그림 1은 본 논문에서 제안한 냉장 차량용 듀얼 컴프레서 인버터 시스템이고, 그림 2는 제어 블록선도를 나타낸다.

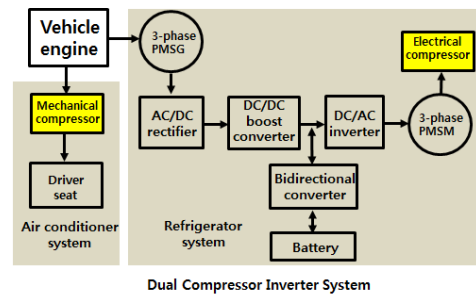


Fig. 1. Dual compressor inverter system

냉동 차량의 엔진 동력을 공급받은 3상 PMSG는 3,000rpm에서 220V의 선간전압이 발생한다. 이 전압은 AC/DC정류기에 의하여 제어되지 않은 330V 직류전압으로 변환되며, 부하가 연결되면 매우 심하게 전압강하가 발생되므로 부스트 컨버터에 의하여 310V로 일정 제어한다. 또한 3상 PMSG의 출력전압이 강하되거나 부하변동으로 인해 DC/AC인버터의 직류링크 전압이 강하되는 경우에도 부스트 컨버터는 직류링크 전압을 310V로 일정하게 유지시켜주는 역할을 한다.

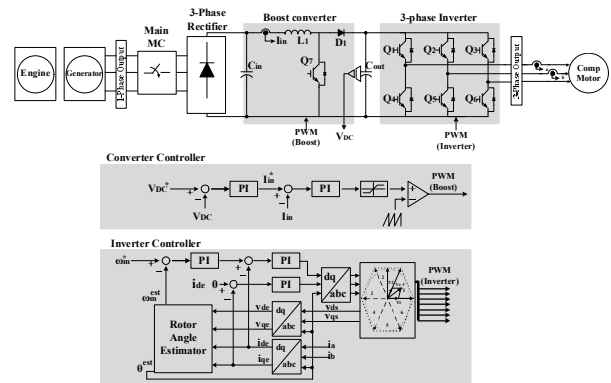


Fig. 2. Control block diagram

부스트 컨버터의 직류링크 전압은 양방향 컨버터를 통하여 배터리로 충전되며 엔진이 정지되거나 이상 발생시에도 전력을 공급받아 냉장기는 연속적으로 동작 가능하다. 본 연구에서는 듀얼 컴프레서 인버터의 출력특성에 주안점을 주므로, 양방향 컨버터에 대한 내용은 고려하지 않는다. 3상 인버터에 의하여

컴프레서 구동 영구자석형 전동기(PMSM)의 속도를 제어하여 냉장 차량의 냉장기의 냉각동작이 수행된다. 3상 PMSM제어를 위하여 3상 인버터는 확장된 유기전력 기반의 센서리스 추정 알고리즘[1,2]을 적용하였다.

3. 성능 검토

그림 3은 냉장차량의 컴프레서 인버터의 출력 성능을 검토하기 위한 전동식 컴프레서 테스트 벤치 실험 장치를 나타내고 있다. 전동식 컴프레서 구동용 3상 인버터는 제어부, 파워부, 게이트 드라이버로 구성되며, 전력 변환기의 제어기로 TI사의 DSP(TMS320F28335)가 사용되었다. 표 1은 실험에 사용된 파라미터이며, 최대 출력 2kW에서 93.6%의 최대 효율을 얻을 수 있음을 알 수 있다.



(a) Compressor inverter (b) Test bench

Fig. 3. Experiment system

Table 1. System Parameters

Items		Value
3 phase Inverter	DC link voltage	250V
	Switching frequency	18kHz
	Output Power	2kW
	Efficiency	93.6%
Compressor motor	Type	3 phase PMSM, 4 poles
	Speed(rated)	3000rpm
	Phase Rs	0.08405mΩ
	Ld(d axis inductance)	0.00093mH

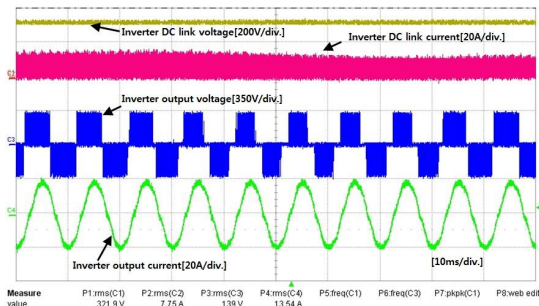
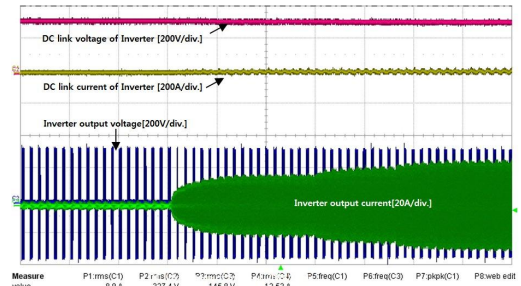


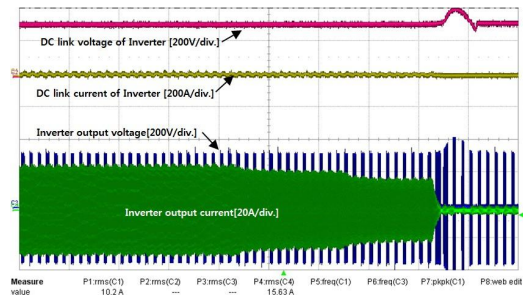
Fig. 4. Steady state output characteristics of compressor inverter

그림 4는 일정 냉장 온도를 유지하는 정상 상태 운전의 경우와 그림 5는 냉장기가 급격히 기동하거나 정지하는 경우에 대한 과도 상태에서의 컴프레서 인버터의 출력 특성을 나타내고 있다. 전동 컴프레서가 3000rpm으로 회전하는 일정 냉장 부하

의 경우, 인버터의 직류링크 전압과 전류, 인버터의 출력 선간 전압 및 상전류는 정상 상태를 보인다. 무 부하에서 냉장 부하가 급격히 변동되거나 급격히 정지하는 경우의 과도상태에서도 인버터의 전압과 전류의 특성은 안정적임을 알 수 있다.



(a) At startup of the refrigerator



(b) When refrigerator is stopped

Fig. 5. Transient state output characteristics of compressor inverter

4. 결론

냉장 차량의 기계식 컴프레서 한 개로 에어컨과 냉장기를 모두 가동하는 종전의 방식은 하절기에 냉방 및 냉장 효율이 좋지 않은 문제점이 있었다. 이를 해결하기 위하여 본 연구에서는 냉장 차량을 위한 듀얼 컴프레서 인버터 시스템을 제안하였다. 제안된 장치는 냉장 차량의 엔진과 연결된 3상 PMSM에서 발생한 CVCF의 전압을 AC/DC정류기와 DC/DC 부스트 컨버터 그리고 3상 DC/AC인버터로 VVVF의 전압을 출력하여 전동 컴프레서를 구동하였다. 제안된 시스템의 성능 검증을 위해 제작된 하드웨어와 테스트 벤치에 의하여 실험을 수행하였다. 실험 결과, 냉장 부하가 정상 상태에서는 컴프레서의 출력 특성이 양호하였고, 냉장기가 동작하거나 정지하는 과도상태에서도 부하 변동과 무관하게 전압 전류 특성이 안정함을 보였다.

이 논문은 전라북도에서 시행한 산학연핵심기술개발 및 사업화지원사업 지원을 받아 수행한 연구과제입니다.

참고 문헌

[1] K.W Han, X.D Qiu, Y.G Jung, Y.C Lim, S.G Kim and Y.C Kim, "Sensorless control of inverter for anti start refrigerator compressor for commercial vehicle," KIPE Power Electronics Annual Conference, 2014. pp. 210-211

[2] S. Ichikawa, M. Tomita, S. Doki and S. Okuma, "Sensorless control of synchronous reluctance motors based on extended EMF models considering magnetic saturation with online parameter identification," IEEE Trans. Ind. Applicat., Vol.42, No.5, pp.1264-1274, Sep./Oct.2006.