

상용차용 에어컨 시스템의 토출온도 특성

한근우*, 김성곤*, 이충훈*, 최명현*, 정영국**

*(재)전북자동차기술원, **세한대학교

Refrigerant Temperature Characteristics of Air Conditioner System in Commercial Vehicles

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

*JIAT, **Sehan University

ABSTRACT

본 연구는 종전의 기계 방식, 가정용 방식 그리고 제안된 방식 등 상용차용 에어컨의 토출 온도특성에 대하여 다룬다. 이를 위하여 제안된 시스템을 제작하고 전기적인 특성과 토출온도, 연료절감 및 CO₂ 배출량 저감 특성 테스트를 수행한다.

1. 서론

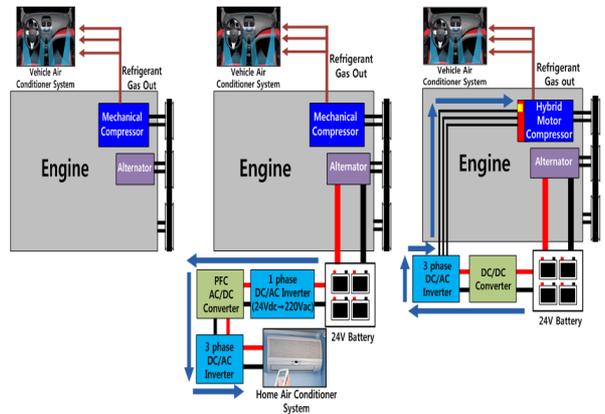
여름철 에어컨 사용량이 많은 상용차의 경우, 냉방 동력을 위해 빈번하게 대형 엔진을 구동함으로써 과도한 연료 소비와 배기가스 오염을 발생시킨다. 한편 국내 일부 상용차에서 사용하고 있는 가전용 에어컨 시스템은 무시동 기간에도 냉방이 가능하다는 장점이 있지만 가전용으로 제작된 에어컨 시스템은 자동차와 상의한 안전규격과 설치비용이 크다는 단점이 있다. 이 문제를 해결하기 위하여 상용차용 무시동시 에어컨 압축기 시스템이 제시된 바[1] 있다. 무시동시 에어컨 압축기 시스템은 24V 배터리를 10배 이상 승압 가능한 고주파변압기를 포함한 공진형 DC전력변환기와 3상 DC/AC인버터 그리고 압축기용 모터가 필수적이다[2].

본 연구에서는 차량용 에어컨의 출력특성으로서 에어컨의 토출 온도를 종전의 방식들과 서로 비교해보고, 제안된 방식의 전력변환기의 전기적 특성, 연료 절감 및 CO₂ 배출량 저감특성을 실험에 의하여 파악하기로 한다.

2. 이론

그림 1은 상용차용 에어컨 시스템을 나타내고 있다. (a)는 일반적인 기계식으로 엔진이 구동될 때만 에어컨이 사용 가능하여 주정차시에는 공회전이 불가피하다. 이로 인해 대기환경 오염은 물론 불필요한 연료가 소비되는 점이 있다. (b)는 국내 일부 상용차에서 사용되고 있는 가전용 에어컨 시스템이다. 차량의 24V 직류 배터리를 220V/60Hz의 교류 전원으로 변환하기 위한 별도의 단상 DC/AC 인버터와 가전용 에어컨으로 구성된다. 이 방식은 무시동 기간에도 냉방이 가능하지만 가전용으로 제작된 에어컨 시스템이므로 자동차와 다른 안전규격과 낮은 효율 그리고 장착 가격이 높다는 단점이 있다. (c)는 제안된 상용차를 위한 무시동시 에어컨으로서 구체적인 회로는 그림 2와

같다. 제안된 시스템은 1차 측의 저전압 24V 배터리 전원을 200V이상의 높은 전압으로 승압하는 공진형 컨버터와 압축기 구동을 위한 3상 인버터로 구성되어 있다. 기존 기계식과는 달리 무시동 기간에도 냉방이 가능하다. 또한 가전용 에어컨을 개조 장착한 시스템에 비해 전력변환시스템의 구조가 간단하며, 효율이 높고 차량의 연료 소비량도 줄일 수 있다.



(a) Mechanical type (b) Home type (c) Proposed type

Fig. 1 Various types of air conditioner systems for commercial vehicles

3. 실험 결과

표 1은 제안된 시스템의 실험 파라미터를 나타낸다.

Table 1. Experiment system parameters

Item	Values	
컨버터 입력전압	24V	
컨버터 출력전압	250V	
컨버터 최대출력	2.5kW	
고주파 변압기 권선비	3 : 18	
인버터 선간전압	250Vrms	
인버터 상전류	10Arms	
전동식 압축기	3상 전동기	PMSM
	정격출력	1.5kW
	극수	4극
	정격속도	3,000rpm
	Phase Rs	0.08405mΩ
	Ld	0.00093mH
	Lq	0.00194mH
냉매	R134	

그림 3은 표 1의 실험 파라미터로 제안된 에어컨을 구동하였을 때의 실험 결과를 나타내고 있다. (a)는 24V를 250V로 승압하기 위한 공진형 컨버터의 출력 전압과 전류 그리고 고주파변압기의 2차 전류를 나타내고 있다. (b)는 250V로 승압된 직류전압으로 에어컨 압축기를 구동하기 위한 3상 BLDC모터의 선간 전압과 상전류를 보이고 있다.

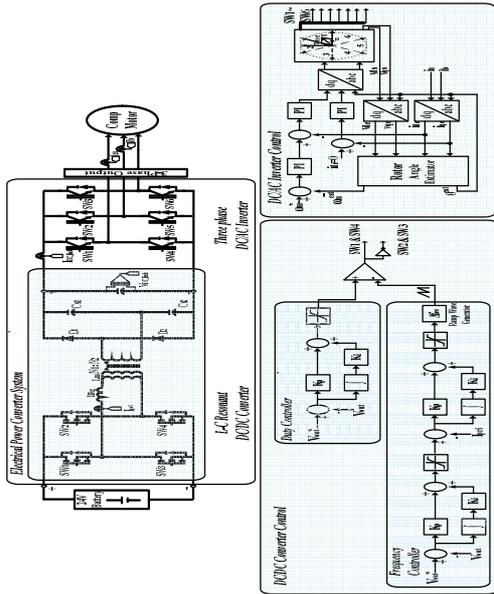
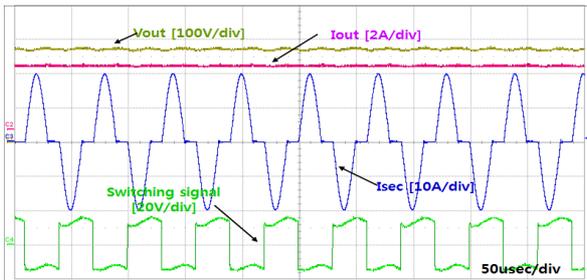
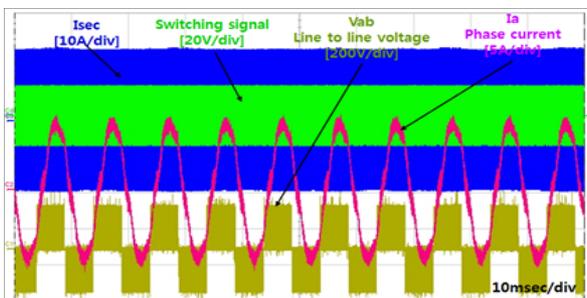


Fig. 2 The proposed air conditioner system for commercial vehicles



(a) DC converter



(b) Three phase Inverter

Fig. 3. Experiment waveform of the power converter in the proposed system

그림 4는 종전의 기계식 에어컨, 가전 개조식 에어컨 그리고 본 논문에서 제안된 에어컨의 토출 온도 특성을 나타낸다. (a)의 기계식의 경우 5℃ 부근에서 토출 온도가 불규칙적이며, (b)의 가전 개조식의 경우는 22℃의 매우 높은 토출 온도특성을

보이고 있다. (c)는 제안된 무시동시 에어컨으로서 5℃에서 일정한 토출 온도를 보이고 있다. 특히 제안된 방식은 다른 방식에 비하여 70(W)×20(H)×20(D)=28,000cm³ 여유 공간이 확보되고, 무게도 가전 개조식은 46kg으로 무거운 구조이나 제안된 방식은 7kg이므로 중량 면에서 장점이 있다.

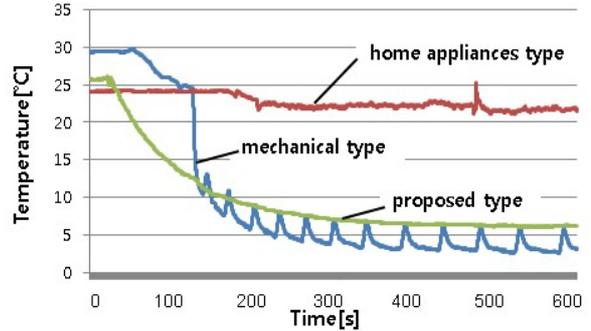


Fig. 4. Temperature distribution of the air conditioning system

표 2는 제안된 시스템의 차량 연료절감 및 CO₂ 배출량 저감의 테스트 결과이다. 상용차는 일반적으로 공회전시 650rpm를 유지하면서 에어컨이 작동되며 11L급 엔진의 경우 1시간당 약 2.38L의 연료를 소모한다. 이를 기준으로 연료절감 및 CO₂ 배출량 저감(경유 1L당 CO₂ 배출량 : 2.58kg/L)을 계산한 결과를 표 2에 나타냈다.

Table 2. Fuel and CO₂ savings (11L class the proposed system)

Item	1 day	1 month	1 year
연료절감[L]	7.14	164	984
연료절감액[원]	9,996	229,908	1,379,448
CO ₂ 배출량 저감[kg/L]	18.42	423	2,538

5. 결론

본 연구에서는 상용차 에어컨의 출력특성으로서 토출 온도를 종전 방식과 제안된 방식에 대하여 비교하였다. 또한 제안된 시스템의 전력변환기의 출력 전압과 전류 등 전기적인 특성과 연료 절감 및 CO₂ 배출량 저감에 대하여도 고찰하였다. 기계식의 경우 5℃ 부근에서 불규칙한 토출 온도를 보이고 가전 개조식은 22℃의 높은 온도를 유지하나, 제안된 방식은 토출 온도를 5℃로 일정하게 유지하였다. 제안된 방식의 에어컨 압축기 구동용 전력변환기는 출력 전압 및 전류 등 전기적인 특성이 양호하고, 한 달에 164Liter의 연료절감과 423kg/Liter의 CO₂ 배출량 저감을 보였다.

이 논문은 (재)전북자동차 기술원(JIAT)의 연구비 지원에 의하여 연구되었음

참고 문헌

- [1] 한근우,김성곤,정영국,임영철 "상용차를 위한 무시동 에어컨 압축기용 공진형 DC/DC전력변환기 개발", 전력전자학회지 논문지, 제19권, 6호, pp.557-563, 2014.12
- [2] 한근우,김성곤,이충훈,최명현,정영국,임영철 "전력변환장치를 이용한 상용차용 무시동 에어컨 압축기 시스템", 한국조명전기설비학회 논문지, 제26권, 6호, pp.96-108, 2015.6