

패키지형 에어컨 실내기 자기음 개선을 위한 실험적 연구

Experimental Study of Improving Electromagnetic Sound for Indoors side Package Air conditioner

김문섭* · 구형모** · 모진용** · 박득용** · 한형석**

Munsub Kim, Hyungmo Koo, Jinyong Mo, Deugyong Park and Hyungsuk Han

Key Words : 모터 자기음, 영구분상형 캐퍼시터 전동기,

ABSTRACT

In this paper, It is introduced to electromagnetic sound by AC motor and example of application by experiments. And Through adjusting some design parameter related to Mass, Damping coefficient and Stiffness of the system, we could find best design point to reduce motor total noise as well as noise component at AC power frequency (2f).

기호설명

1. 서론

에어컨 보급의 증가에 따른 업체간의 Market share 경쟁이 치열해 지면서 세계 각 메이커들은 이에 대한 연구개발에 박차를 가하고 있다. 특히 실내기의 경우 최근 대부분의 아파트 및 건물들이 방음 시공을 하기 때문에 소음에 대한 민감도는 계속 증가하고 있는 추세이니 만큼 소음 저감에 많은 투자가 이루어지고 있는 실정이다.

일반적으로 실내기 에어컨 운전 중 발생하는 소음은 냉매 유동음, 열교환기 Pin 떨림음, 실외기 진동 전달음, Fan의 BPF(Blower Passing Frequency), Fan Motor 2f 자기음등이 있다.

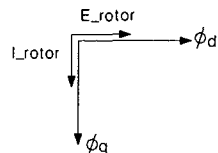
본 논문에서는 Package 에어컨에 대한 Fan 모터 2f 자기음의 원인파 이에 대한 개선 예를 소개하고자 한다.

2. 에어컨 실내기 자기음

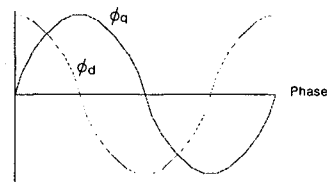
일반적으로 가전제품에 사용되는 AC 모터는 영구분상형 캐퍼시터 전동기로 모터를 구동하기 위한 보조권선 이 캐퍼시터를 포함한 형태로 스위치로 동작하는 캐퍼

시터 기동형이나 저항 기동형에 비해 더 부드럽고 조용하게 운전된다. 하지만 일반적으로 AC 모터는 AC 전원으로 구동되므로 모터 1회전 당 2번의 토크 Ripple이 존재하며 이는 일반 백열등이 60Hz 전원을 사용할 경우 1초에 120번 깜박거리는 것과 동일한 현상으로 생각하면 된다.

그림 1은 영구 분상형 캐퍼시터 전동기의 자속 파형 및 주극 자속과 속도 전압, 이에 의한 회전자 전류 및 직교 자속 간의 위상관계를 보여주고 있으며 그림 2는 이들 자속의 위상차에 대한 모터의 회전을 보여주고 있다. 그림 1에서처럼 모터에서 발생하는 토크는 합성 자속에 비례하기 때문에 1회전당 2번의 Ripple을 가지게 되고 이 때문에 120 Hz 자기음이 발생됨을 알 수 있다.



(a) 자속 파형 및 주극 자속과 속도 전압, 이에 의한 회전자 전류 및 직교 자속 간의 위상관계



(b) 영구 분상형 캐퍼시터 전동기의 자속 파형
그림 1 영구 분상형 캐퍼시터 전동기의 자속 특성

* 삼성전자주식회사-공조개발팀
Tel: 031-200-6248
** 삼성전자주식회사-공조개발팀

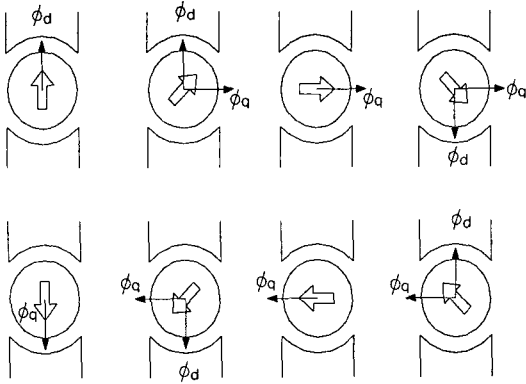


그림 2 자속의 위상차에 대한 모터의 회전

따라서 보통 에어컨 실내기의 모터 자기음은 120Hz 또는 2nd, 3rd Harmonic 성분에서 Dominant한 Peak를 가지며 이 Peak 성분이 클 때 체감적으로 매우 불쾌감을 주는 Tone 성분으로 문제가 된다. 또한 이들 주파수에서 맥동이 발생할 경우 더욱 불쾌한 소음을 초래하게 되므로 문제가 될 수 있다.

이러한 AC 모터의 전자기적 특성에 따른 2f 자기음은 다른 기구적인 특성에 따라 증폭되는데 이러한 증폭에 영향을 미치는 인자는 다음과 같다.

1. 모터 및 Fan의 질량 불평형량
2. 모터 Grommet의 경도 및 강성
3. 모터와 구조물(Fan, Bracket....)사이의 조립 강성
4. 모터 축의 상태
5. 모터 고정자 Slot의 권선 저항
6. 모터 Air-gap 길이
7. 회전자의 Scew 각

1~4의 경우 강제진동에서 고유진동에 관련된 항목이며 5~7의 경우 가진력 관련 항목이다.

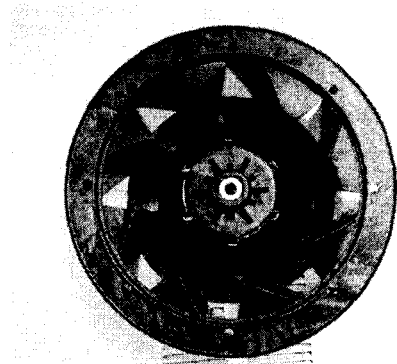
본 논문에서는 1~4의 항목에 대해서 실험적으로 접근하고자 하며 5~7의 항목은 다루지 않는다.

3. 실내기 자기음 개선 시험 및 결과 분석

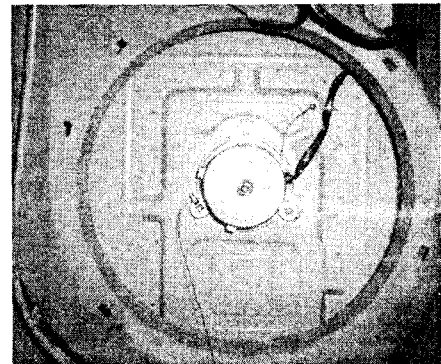
3.1 자기음 개선 시험

그림 3은 본 논문에서 시험한 실내기 Fan 및 모터의 형상을 보여주고 있다.

실내기 모터에 대해서 2장에서 언급한 4가지 요소에 대해서 실험적으로 2f 전원 주파수를 최적화 하였다.



(a) Fan



(b) Motor

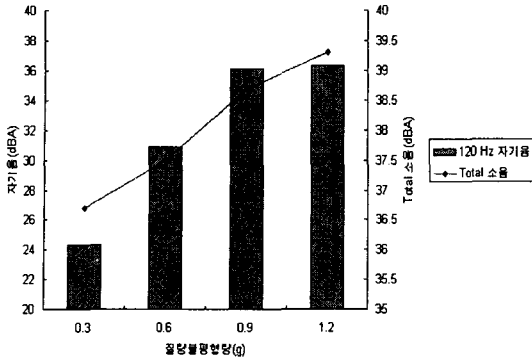
그림 3 실내기 Fan 및 모터의 형상

즉 실내기 모터를 식 1에서처럼 1 자유도계로 가정 했을 때 c,k 및 M에 대해서 실험적으로 자기음을 최소화시키는 설계 최적화를 하였다.

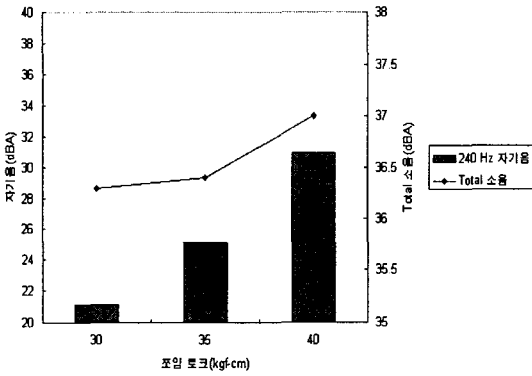
$$mX'' + cX' + kX = Mew^2 e^{i(\omega t + \beta)} + T(t)/r \quad \text{식(1)}$$

- e : 축 편심량
- M : 질량 불평형량
- r : rotor 반경

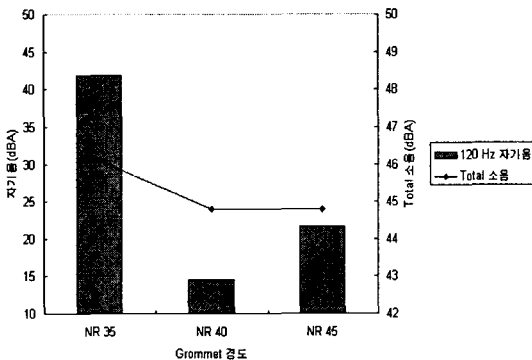
그림 4는 질량 불평형량, Fan의 조임 토크, 모터 Bracket의 Grommet 경도에 대한 소음 및 자기음의 변화를 보여주고 있다. 그림 5는 본 시험에서 결정된 최적 설계 파라미터를 적용한 후 소음 및 자기음의 저감 효과를 보여주고 있다. 표 1에서는 기존 및 최적 설계 후 각 설계인자 값을 보여주고 있다.



(a) 질량 불평형량에 따른 소음 및 자기음의 변화

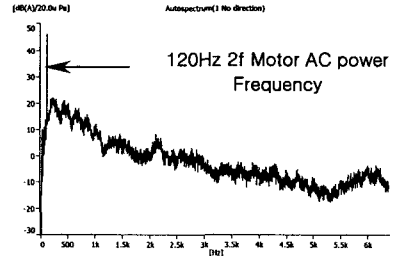


(b) Fan 조임 토크에 따른 소음 및 자기음의 변화

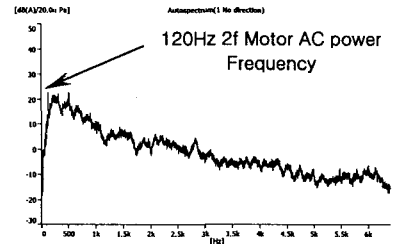


(c) Grommet 경도에 따른 소음 및 자기음의 변화

그림 4 질량 불평형량, Fan의 조임 토크, 모터 Bracket의 Grommet 경도에 대한 소음 및 자기음의 변화



(a) 기존 상태 실내기 소음 Spectrum



(b) 최적 설계 후 실내기 소음 Spectrum

그림 5. 최적설계 파라미터를 적용후 소음및 자기음저감 효과

표 1 기존 및 최적 설계 후 각 설계인자 값

설계인자	기존	최적 설계 후
Balancing	0.3g	1.2g
포임 Torque	40kgf-cm	30kgf-cm
Grommet 경도	NR 35	NR 40

4. 결 론

본 논문에서는 에어컨 실내기의 소음에 있어 모터에서 발생하는 자기음을 구조적인 측면에서 접근하여 이를 줄이는 실험적인 방법을 소개하였다. 하지만 이러한 소음 발생원인을 전자기적으로 분석하여 가진력 자체를 최소화하는 연구가 아직 완전하게 이루어지지 않음으로써 이에 대한 연구가 지속적으로 필요하다고 생각된다. 또한 기본적으로 2f 전원주파수를 발생하지 않는 DC 모터의 경우 소음뿐만 아니라 전력 소비량을 생각해 볼 때 그 적용 범위를 보다 확신시켜 나가야 할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- (1) Charles I. Hubert, "Electric Machines, Theory, Operation, Adjustment and Control", 2nd edition, Prentice Hall,
- (2) 양보석 등, 1998, "불평형 전기자력에 의한 유도전동 회전자의 안정성 해석", 한국 소음 진동 공학회지 제 8권 제 6호, 한국소음진동공학회
- (3) 정춘상 등, 1999, "전동차용 AC 전동기의 진동 특성 해석", 한국 소음 진동 공학회지 제 9권 제 2호, 한국소음진동공학회