

# 저가형 단상 BLDC 모터 및 드라이버 개발

김창환<sup>\*,\*\*</sup>, 주대석<sup>\*</sup>, 신덕식<sup>\*</sup>, 조주희<sup>\*</sup>, 이상택<sup>\*,\*\*\*</sup>, 김희준<sup>\*\*\*</sup>, 이광운<sup>\*\*</sup>, 김대경<sup>\*</sup>  
전자부품연구원<sup>\*</sup>, 목포해양대학교<sup>\*\*</sup>, 한양대학교<sup>\*\*\*</sup>

## Development of a Low-cost Type Single Phase BLDCM and Driver

Chang Hwan Kim<sup>\*,\*\*</sup>, Daesuk Joo<sup>\*</sup>, Duck Shick Shin<sup>\*</sup>, Ju Hee Cho<sup>\*</sup>, Sang Taek Lee<sup>\*,\*\*\*</sup>,  
Hee Jun Kim<sup>\*\*\*</sup>, Kwang Woon Lee<sup>\*\*</sup>, Dae Kyong Kim<sup>\*</sup>

Korea Electronics Technology Institute<sup>\*</sup>, Mokpo National Maritime Univ<sup>\*\*</sup>, Hanyang Univ<sup>\*\*\*</sup>

### ABSTRACT

본 논문에서는 팬 구동용 저가형 단상 BLDC 모터 설계 및 드라이버 회로를 제안 하였다. 제안한 모터 및 드라이버의 시제품을 제작 하여 기존의 팬 구동용 3상 BLDC 모터 및 드라이버 대비 효율, 소음, 가격적인 측면을 비교 수행 하였다. 비교 결과 가격적인 측면에서 20% 정도의 절감효과를 얻음으로서 본 논문에서 제안한 단상 BLDC 모터 및 드라이버의 유용성을 확인하였다.

### 1. 서론

전 세계적으로 환경문제에 대한 관심이 크게 증대되고 있으며 에너지 절약에 대해 필요성이 높아지고 있다. 가정용, 산업용 등에서 많이 사용되고 있는 환풍시스템의 구동 모터 및 드라이버는 고효율, 저소음, 저가격화 방향으로 개발 되고 있는 추세이다. 현재 팬 시스템은 AC 유도기가 많이 적용되어 있으며 고효율화의 요구로 3상 BLDC 모터로 바뀌어 가고 있는 추세이다. 그러나 가정용, 산업용의 특성상 저가격화에 대한 요구도 반영해야하므로 단상 BLDC모터에 대한 연구도 이루어지고 있다<sup>[1]</sup>. 본 논문에서는 환풍기 시스템을 저가형으로 구현하기 위해 단상 BLDC 모터 및 제어회로를 제안하였고 시제품을 제작하여 팬 시스템에 적용함으로써 제안한 방식의 유용함을 확인 하였다.

### 2. 팬 모터 구동용 단상 BLDC 모터 설계 및 제작

단상 BLDC 모터를 이용한 환풍 시스템의 개발을 위해 표 1 과 같이 모터의 설계 사양을 설정하였다. 모터의 회전자 및 고정자의 설계를 통하여 효율 70%, 정격출력 120W, 정격속도 3000rpm을 목표로 하였다.

표 1 설계 모터 사양

Table 1 specifications for the design of the motor

항목	목표 사양	단위
입력 전압	310Vdc	V
모터 출력	120	W
출력 토크	0.382	Nm
출력 속도	3000	RPM
모터 효율	70	%
위치 센서	Hall Sensor	

그림 1은 표1의 모터사양을 반영하여 제작한 팬 모터 구동용 단상 BLDC 모터의 시제품 이다.

통상 단상 BLDC 전동기는 토크가 발생하지 않는 회전자 위치점이 발생하여 초기 기동이 불가능해지는 경우가 있으므로 비대칭 공극으로 설계하여 고정자의 형상은 회전자가 항상 일정한 위치에 정지하여 토크가 발생할 수 있게 하였다.

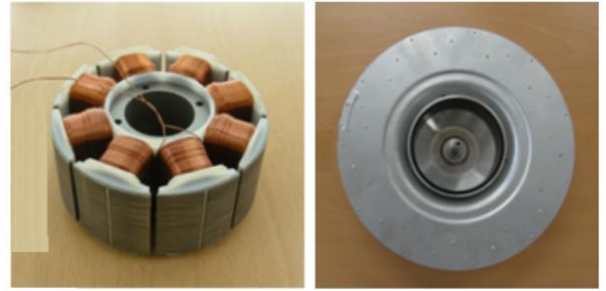


그림 1 팬 구동용 단상 BLDC 모터 시제품

Fig. 1 Single phase BLDC motor prototype for fan driving

### 3. 저가형 단상 BLDC 모터 드라이버 설계 및 제어법

3상 BLDC 모터에서 단상 BLDC 모터로 변환 후 가격 하락의 큰 요소는 드라이버 회로 구성 및 제어법의 간소화이다. 기존 팬 구동용 BLDC 모터들은 대부분 편의성과 회로를 간단하게 설계하기 위해 전용 제어 IC를 사용하고 있지만 전용 제어 IC와 8Bit MICOM의 가격을 비교해 봤을 때 8Bit MICOM의 가격이 저렴하다. 저가격으로 낮추기 위해 본 논문의 팬 구동용 드라이버에는 8Bit MICOM을 사용 하였다. 3상 전동기용 인버터인 3 Phase Bridge는 단상용 인버터인 Full Bridge로 대체하여 2개의 스위칭 소자가 감소하고 인버터 구동 시 하나의 Arm에 구성되는 게이트 구동회로와 보호 회로를 절감할 수 있으므로 스위칭 소자의 감소 및 추가 구성 회로의 감소로 가격 하락의 이점을 얻을 수 있다. 그리고 회전자 위치 정보 검출 부분인 홀센서는 3상 전동기의 제어를 위한 회전자의 위치 정보의 검출을 위해 3개의 홀센서가 사용된다. 반면에 단상 BLDC모터는 180도 통전 특성으로 홀센서 한 개로 위치정보를 검출하여 모터 제어를 할 수 있어 두 개의 홀센서를 줄일 수 있는 효과가 있다.

그림 2는 단상 BLDC 모터 드라이버 개략 회로도 를 나타내

고 있다.

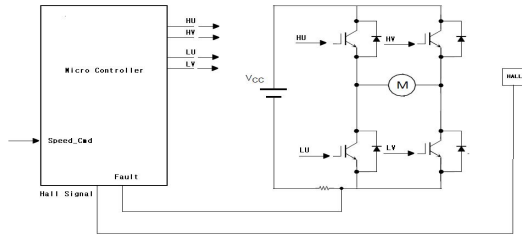


그림 2 단상 BLDC모터 드라이버 개략 회로도  
Fig. 2 Schematic circuit of Single phase motor driver

그림 3(a)는 단상 BLDC 전동기의 운전 시 전류와 역기전력 파형을 나타낸다. 저속 운전 시 전류는 역기전력과 위상이 거의 일치 하지만 고속일 경우에는 전류 위상이 지연 되는 것을 볼 수 있다. 그림 3(b)와 같이 역기전력에 맞춰 여자 했을 경우 속도가 높아지면 권선의 인덕턴스에 의해 상전류가 위상 지연이 되고 부 토크가 발생하는 구간이 생긴다. 이런 부 토크의 발생을 막기 위하여 그림 3(c, d)와 같이 역기전력이 끝나는 지점보다 앞서 여자를 중지하거나 또는 역기전력 발생 지점보다 앞서 여자를 시작하고 중지하는 방법을 사용한다. 본 논문에서는 앞서 설명한 역기전력이 끝나는 지점보다 앞서 여자를 중지하는 방법인 그림 3(c)의 방법을 사용한다.<sup>[2]</sup>

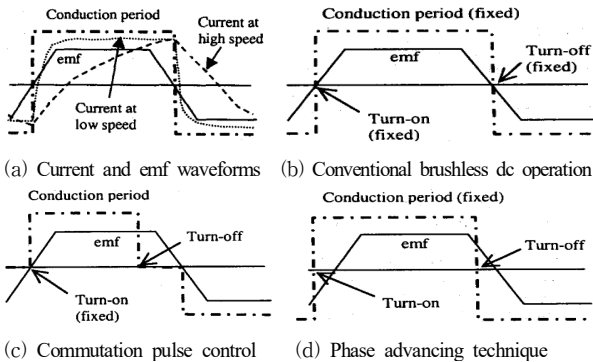


그림 3 단상 BLDC 제어 기법  
Fig. 3 Control techniques of single phase BLDC

#### 4. 모터 구동 시험 및 결과

그림 4 는 단상 BLDC 모터를 구동하여 얻은 결과 이다. 앞서 목표 사양인 표1의 출력을 모두 만족하는 결과를 나타내고 있다.

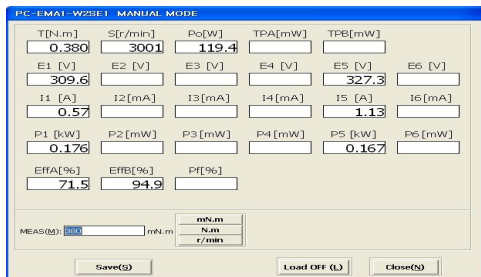


그림 4 모터 시험 결과  
Fig. 4 Motor test results

$T[N.m]$  = 출력 토크 ,  $S[r/min]$  = 출력 속도,  $P_o[W]$  = 모터 출력  
 $EffA[\%]$  = 모터 효율,  $EffB[\%]$  = 제어기 효율

그림 5는 단상 BLDC 모터의 팬 시스템 소음 실험 및 실험 결과 그래프 이다. 기존 3상 BLDC 모터를 환풍기에 적용 했을 때 대비하면 단상 BLDC 모터로 환풍기에 적용했을 때와 차이는 55dB로 거의 차이가 없다.

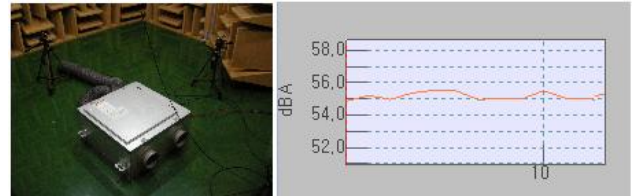


그림 5 단상 BLDC 모터 소음 실험 및 결과 파형  
Fig. 5 Noise test and result waveform of Single phase motor

#### 5. 결론

본 논문에서는 팬 구동용 저가형 단상 BLDC 모터 및 드라이버의 제작을 위해 기존 3상 BLDC 모터 및 드라이버 대신 단상 BLDC 모터 및 드라이버의 시제품을 제작하여 성능 및 소음 측정 시험을 수행하였다. 시험 결과 제안한 단상 BLDC 모터 및 드라이버가 기존 3상 BLDC 모터 및 드라이버 보다 효율 측면에서 다소 낮은 성능을 보였지만, 소음실험에서 기존 3상 BLDC 전동기와 비슷한 성능을 나타내었고 드라이버 전체의 가격 측면에서 약 20%의 가격 절감의 효과를 확인 할 수 있었다.

그 결과 단상 BLDC 전동기의 환풍기용 팬 시스템용으로 적용이 유용함을 확인하였다.

이 논문은 중소 기업청 산학연 공동기술개발사업의 “저가형 Fan 구동용 저소음 단상 BLDC 전동기 개발” 과제의 지원으로 연구되었음.

#### 참 고 문 헌

- [1] 정희준, “전자기 가진력에 의한 BLDC 전동기의 진동 특성 해석”, 대한전기학회 추계학술대회 논문집, 2007
- [2] Z. Q. Zhu, S. Bentouati, D. Howe, “Control of Single Phase Permanent Magnet Brushless DC Drives for High Speed Applications”, IEE Conf. Publ, No. 475, pp.327 332, 2000