

고정압용 프리미엄 환풍기를 위한 인버터형 모터 드라이브 시스템 개발

차현록*, 이성호*, 김경수*, 이규석*, 전승규*, 송두영**
한국생산기술연구원*, 전남대**

Inverter Motor Drive System Development for High Static Pressure Ventilation Fan

Hyun-Rok Cha*, Sung Ho Lee*, Kyung Su Kim*, Kyu Seok Lee*, Seong Kyu Jun*, Doo Yong Song**
Korean Institute of industrial technology*, Chonnam National University**

Abstract - 본 논문은 주거환경 변화 및 공기 중 부유물질로 인한 피해를 보호하기 위해 제정된 공기질 관리법안에 적합한 대기 환경 조건을 구현하기 위한 고정압 환풍기용 모터 및 제어 알고리즘에 관한 논문이다. 외기에 압력이 변화하는 외란에도 일정한 풍량을 낼 수 있도록 하기 위해서 속도와 전류의 두 물리량을 곱의 형태로 취하여 profile을 만들고 이에 추종하는 방식을 본 논문에서 제안하였다. 제품의 상용화를 위해서 풍량센서가 없는 센서리스 방식을 구현하기 위해서 전류 값을 토대로 압력 변화량을 일정하게 제어 하는 방식을 취하였다. 고정압제어를 위해서 Open-loop상태에서 모터의 P-Q(압력-풍량)data를 측정하고 이를 기초로 예상 구동 영역을 유추하고 이를 토대로 Profile을 만들고 이 Profile을 추종하는 제어를 통해서 고정압제어를 실현 하였다. Reference로 속도를 기준으로 하였으며, 동일 속도에서 전류의 값을 비교하여 제어하고자 하는 전류 값이 되도록 함으로써 정압을 실현하였다.

1. 서 론

2004년 공기질 관리법안의 통과는 대기환경관리에 대한 수요의 급증을 표현해주고 있다. 아울러 삼성경제연구소에서도 미래 상품에 대한 예측 중 신선했던 환경 관련된 제품이 매년 끊이지 않고 있다. 특히 40층 이상의 초고층 아파트에서는 밀폐구조로써 환기가 어려워 환기기에 대한 다양한 요청이 이루어져 오고 있는 것이 사실이다.

이러한 요청 중 고정압특성이 가장 큰 요청이라 하겠다. 고정압특성은 외부의 환경에 의해서 외란이 발생하여도 일정량의 풍량을 유지하므로 실내로부터 오염된 공기를 지속적으로 제거가 가능케 하는 특성이다. 기존의 환기용 모터는 대부분 제어를 하지 않는 단상유도전동기를 이용하여 환기를 실시하고 있으므로 외부의 환경에 대해서 고정압특성을 내는데 한계가 있었다. 아울러 최근 원유가 급등에 따른 에너지 절감의 요청으로 구동 모터의 고효율화 경향이 동시에 추구하고 있다. 따라서 본 논문에서는 위의 경향에 맞추어진 고정압특성의 BLDC모터를 개발하고 이를 제어 하는 알고리즘을 개발하여 시연코자 한다.

현재 대형 공조용 설비에는 VAV(Variable air Volume) Control라는 기법을 통해서 외란에도 강한 배기성능을 지닌 공조용 Fan제어를 실시하고 있기는 하나 대부분 대형기에 속하고 풍량제어를 위해서 풍량센서를 사용하는 점 등으로 고가여서 일반 가정에서는 사용이 제한되어져 왔다.

이러한 점들에 기인하여 본 논문에서는 풍량센서가 없는 저가형태이며, 일반가정용으로 적용이 가능한 소형 고정압 Fan모터 및 이를 제어하기 위한 제어방법에 관한 연구를 실시하였다. 향후 본 연구를 통해 도출된 결과를 통해서 일반가정에서도 적용이 가능한 범용 고정압 팬 모터의 활용에 영향을 줄 수 있을 것으로 판단된다.

2. 본 론

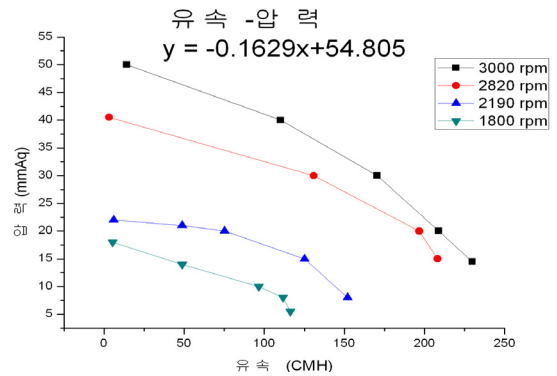
2.1 구동 특성

기존의 소형 환풍기는 대부분 AC 모터로 되어 있어 제어가 어려웠다. 그러나 본 논문에서 제안하는 BLDC 모터는 제어가 다른 모터에 비해 용이해 환풍기 시스템으로 구성할 경우 손쉬운 제어가 가능할 것으로 판단된다. 따라서 제어 특성을 파악하기 위해서 제어를 하지 않는 상태인 open loop상태에서 모터의 구동 특성을 파악코자 하였다.

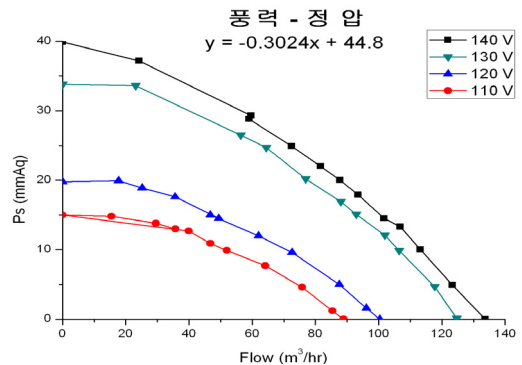
2.1.1 P-Q(압력-풍량) 특성 비교

그림1은 일정속도에서 풍량 변화를 측정한 그림이다. 그림에서 보듯이 목표치인 AC특성 대비 높은 영역에서 운전되고 있음을 알 수 있다. 또한 일정속도로 제어 시 부하가 적은 저압구간에서 풍량이 매우 높이지는 단점이 있다. 이는 소음 및 높은 에너지가 소비되어 비효율적이라 할 수 있다. 따라서 고정압제어를 위해서는 일정속도제어가 아닌 가변속 제어가 필요로 됨을 알 수 있었다. 그림 2는 속도제어를 실시하지 않는

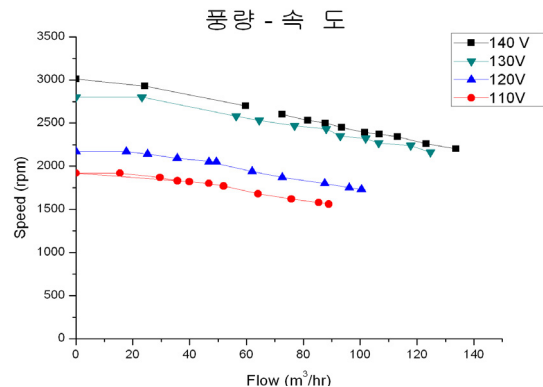
상태에서 전압을 일정하게 하여 각각 변화 시킬 경우 특성을 평가 한 결과 이다. 그림1과 경향성은 동일하게 나타나나 전압을 증가에 따른 풍량의 증가가 일정속도제어에 의한 속도증가에 의한 풍량 증가량 보다 훨씬 큰 것으로 나타났다. 그림3에서 알 수 있듯이 일정 전압 일 때 풍량이 증가할수록 속도가 낮아지는 것을 알 수 있었다. 이는 풍량의 증가가 부하의 증가와 동등하기 때문이다. 그림4에서 보듯이 일정전압상태에서 풍량에 따른 전류는 풍량이 증가할수록 전압이 증가됨을 알 수 있었다. 따라서 일정전압에서 풍량이 증가 할수록 속도는 낮아지고 전류는 높아짐을 알 수 있었다.



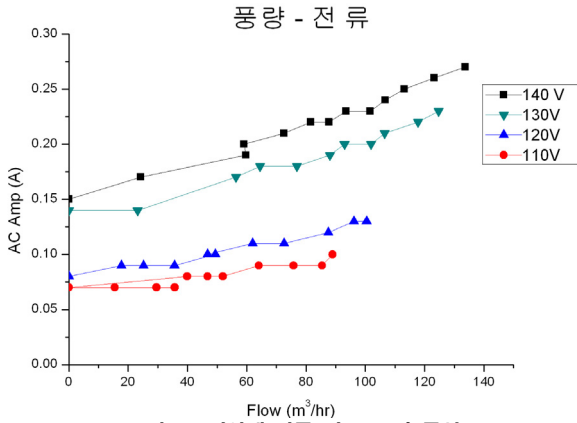
<그림 1> 속도에 따른 정압-풍량 특성



<그림 2> 전압에 따른 정압-풍량 특성



<그림 3> 전압에 따른 속도-풍량 특성



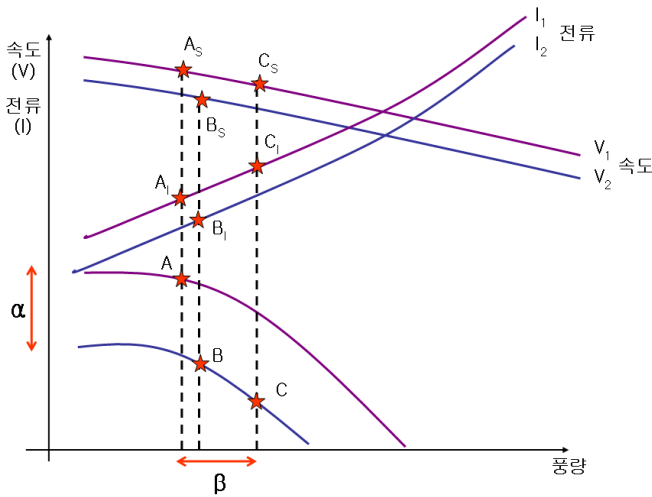
〈그림 4〉 전압에 따른 전류-풍량 특성

〈표 1〉 일정전압 상태에서 제어되지 않는 특성 정리

	속도	전류	현상적 의미
풍량 증가시	감소	증가	토출구가 열려감
풍량 감소시	증가	감소	토출구가 막혀감

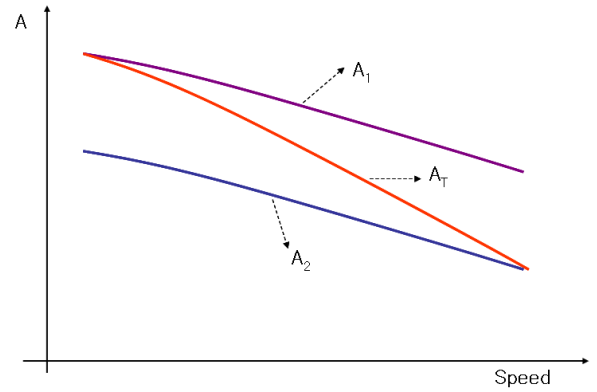
2.2 고정압제어를 위한 제안된 방법

그림5는 고정압 제어의 개념적 이해를 돕기 위해서 그린 그림이다. 그림에서 보듯이 일정전압상태에서 제어되지 않는 모터에 외란에 의해서 압력이 α 만큼 변할 경우 운전 점은 A에서 C로 변하게 된다. 그 경우 그림에서 보듯이 풍량이 β 만큼 증대되어 고정압제어가 되지 않는다. 따라서 고 정압을 위해서는 A점에서 C점으로 이동할 경우 정풍량(고정압)을 유지 함을 알 수 있다. 따라서 제어의 변수는 전류의 경우 AI에서 제어 하지 않을 경우 C_1 로 이동되는데 B_1 로 이동되게 제어하고 이때 동시에 운전 속도 A_s 에서 B_s 로 이동되게 제어할 경우 고정압이 유지 될 수 있을 것이다.

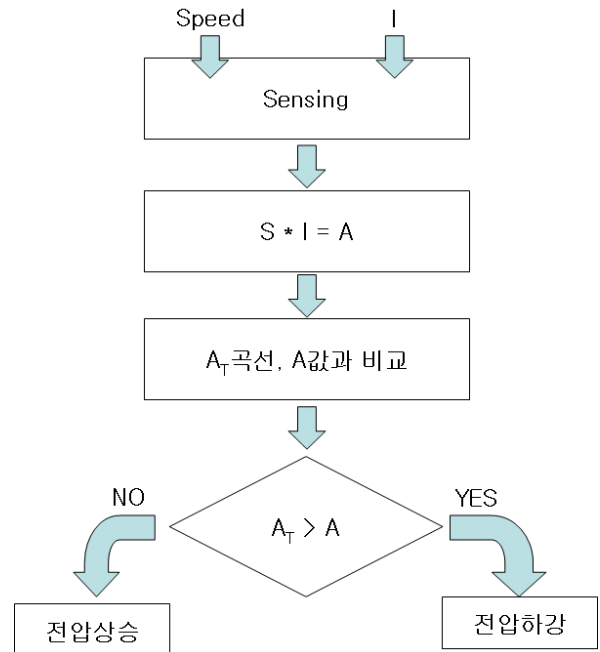


〈그림 5〉 고정압을 위한 풍량 특성도

그림6은 고정압을 위해 파악된 특성개념도로부터 본 논문에서 새롭게 제안된 고정압 제어 방법이다. 제안된 방법은 속도와 전류의 곱을 A라고 하는 물리량을 새롭게 정의하여 그 특성을 비교 분석하였다. 제어 되지 않을 경우의 전압을 V_1 이라고 하면 곡선 A_1 의 tractory를 따라서 이동하게 되며, V_2 라고 하면 곡선 A_2 의 tractory를 따라서 이동하게 된다. 이때 임의의 점 A_T 라고 하는 곡선을 따라서 이동시키게 되면 V_1 전압과 V_2 전압의 중간 값으로 이동하게 된다. 여기서 A값을 정의함에 따라 얻어지는 이익은 속도를 index로 사용하여 제어 알고리즘의 용이성 및 정밀성을 얻을 수 있다는 점에서 속도를 기준으로 측정된 전류 값을 A_T 곡선과 비교하여 A_T 에 추종하는 제어를 실시함으로써 원하는 고정압특성을 얻는 제어방법을 얻을 수 있다. 그림 7은 이와같은 고정압 제어를 위한 알고리즘이다.



〈그림 6〉 고정압제어를 위한 속도 제어 변수 곡선



〈그림 7〉 고정압제어를 위한 전압 제어 알고리즘

3. 결 론

본 논문에서는 실내용 환풍기모터의 특성에 관하여 연구하였다. 이를 위해서 BLDC 모터를 사용한 환풍기 모터 단품 특성 측정하였다. 측정 결과 풍량이 증대될수록 속도가 감소되며, 전류가 증가되는 것을 알 수 있었다. 이를 이용하여 본 논문에서는 전류와 속도의 값을 효율적으로 제어하기위해서속도와 전류의 곱의 형태로 물리량을 정의하고 이를 제어 하는 방법을 제안하였다. 향후 본 방법을 통해서 다양한 형태의 실내용 환풍기의 정압 제어가 가능할 것으로 예상되며, 보다 효율성 있는 제어를 위해서 최적의 제어 루틴을 찾는 것이 향후의 과제로 예상된다.

[참 고 문 헌]

[1] 정인수, "VAV 시스템에 사용되는 급기팬의 최적제어", 공기학회 냉동공학 제 22권 제 4호, pp. 251-256, 1993