

One-Chip Microcontroller를 이용한 단상유도전동기의 기동특성개선

박수강 최낙일 백형래*, 임양수**, 박원철***
 * 조선대학교 ** 서강정보대학 *** 한전전남지사

The Starting Characteristics Improvement of SPIM with One-Chip Microcontroller

S. K. Park, N. I. Choi, H. L. Baek*, Y. S. Lim**, W. C. Park***
 * Chosun University ** Seokang College *** KEPCO

Abstract - A single phase induction motor is predominant in fractional horsepower rating and is widely used in home and industrial equipment. For example, these motors provide the motive power to washing machines, fans, refrigerators, etc. In this paper has presented the design and implementation of a microcontroller software - based self - starting SPIM. The control algorithm used in the experimentation employed simple control strategies which enabled a single chip programmable microcontroller to execute both the self - starting and self - detecting control of SPIM with relatively simplified hardware.

한 방법으로 외부에서 한쪽 방향으로 회전시키면 그 방향으로 토크가 발생되어 전동기가 회전하게 되는데, 이러한 기동 토크를 만들기 위해 단상권선 외에 기동권선을 가지고 있으며, 단상유도전동기는 주권선에서 자기적으로 보통 전기각으로 90° 떨어져 있는 위치에 보조권선을 배치하고, 주권선과 병렬로 접속한다. 그림 1은 콘덴서 기동 단상유도전동기의 회로도이다.⁽⁴⁾

1. 서론

현재 단상유도전동기는 구조가 간단하고 견고하며 단상전원을 얻기 쉽다는 이점이 있어 가정용, 사무용, 공업용, 농업용 전기기기등의 구동전동기로써 널리 사용되고 있다.⁽¹⁾ 이러한 단상유도전동기는 기동시 과전류의 유입과 과기동 토크를 발생하게 되는데 근래에 들어 다상 전동기의 기동시 과도현상으로 인한 전동기의 충격을 줄이기 위해 기동전류를 억제하는 전류제어에 의한 기동방식이 연구개발 상용화되고 있으며 기존의 농형유도전동기의 기동방법보다 성능과 효율이 우수하고 이러한 기동법은 입력전류를 검출하여 검출신호에 따른 적절한 스위칭으로 전류를 제어하는 방식으로 되어있다.^(2,3) 본 연구에서는 전동기 구동시스템의 소형화와 기동특성 개선을 위하여 원심력 스위치와 기동용 콘덴서를 제거하고 원칩 마이크로컨트롤러를 사용하여 기동시 주권선과 보조권선의 전류를 soft 증가, 감소방식을 적용하여 제어하였다. 또한 전동기가 일정시간이상 과부하상태에서 운전되었을때 전동기에 가해지는 소손을 방지하기 위해 입력전류를 제어신호로 받아 전동기를 보호하는 시스템을 설계하였다.

2. 단상유도전동기 회로도

단상유도전동기는 기동장치 없이 그 자체만으로는 교변자계가 발생되지 않아 기동할 수 없으므로 정지된 단상유도전동기를 기동하기 위해서는 어퍼

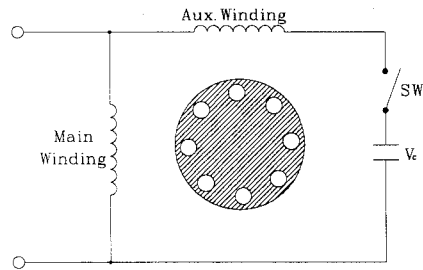


그림 1. 단상유도전동기 회로도

3. 구동 시스템

본 연구에서 제안한 원칩 마이크로컨트롤러를 이용한 구동시스템의 회로도는 그림 2와 같고 그림 3은 전동기의 실제 외형비교 사진으로 구동시스템을 장착한 전동기의 전체적인 부피가 기존의 전동기에 비해 감소되었음을 확인 할 수 있다. 본 연구에서 제안한 구동시스템은 전동기의 기동시 특성을 정확하게 감지할 수 있는 소형검출기로 전동기의 입력전류에 동기된 신호를 감지하여 원칩 마이크로컨트롤러로 투입하고 원칩 내부에서 선택된 프로그램에 따른 제어신호를 비교하여 발생된 트리거 신호를 반도체 스위칭 소자에 인가하였다. 이 시스템은 전동기의 입력전류 제어가 기동 시작 부분에서는 주권선과 보조권선전류가 증가하다가 기동이 충분히 된후 기동 끝부분에서 불필요한 에너지를 줄이는 제어 알고리즘을 사용하였고 기동시간의 가변제어가 가능하였다. 또한 기동시 제어 뿐만 아니라 기동후의 운전시에도 사용자가 원하는 조건으로 전동기를 제어 할 수 있도록 제어 프

로그럼 변환이 가능하여 과부하 상태나 열화시 전동기를 보호할 수 있도록 설계하였다.

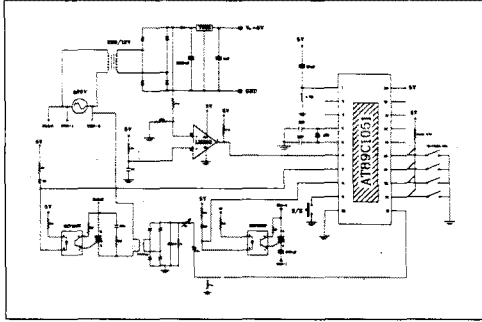


그림 2. 구동시스템 회로도



그림 3. 구동시스템 비교실물사진

구동시스템은 AT89C1051원칩과 전원부, 동기 신호 발생부, 기동시간 선택부, 톨록 발생부, 그리고 게이트 드라이브부로 구성 되어진다. 제어 알고리즘은 시스템을 초기화하여 입력전원과 신호가 동기된 후에 주권선과 보조권선의 위상각을 프로그램에 맞게 일정 주기로 제어하고, 주권선입력에 따른 보조권선 투입을 결정하도록 프로그램화 하였다.

4. 실험 및 결과

단상유도전동기의 기동시 입력전류와 전압, 보조권선 전류와 전압의 크기, 위상을 측정하였고, PC로 제어되는 2Kw급 전기동력계 (FR 5ME API)를 사용하여 제안한 구동시스템에 대해 실험 하였다. 본 연구에서 사용한 단상유도전동기는 200W급 콘덴서 기동 단상유도전동기로 전동기 사양은 표 1에 나타내었다.

표 1. 콘덴서 기동 단상유도전동기 파라미터

DESIGN OF SINGLE PHASE SQUARREL CAGE (Condenser Start)			
출 력	200 W	전 압	220 V
전 류	3 A	회전속	1741 rpm
주파수	60 Hz	극 수	4 P
절연계급	E	정동토크	1.16 Nm
콘덴서	200 μ F	최대토크	3 Nm
기동전류	14 A	효 율	53 %

그림 4는 본 연구에서 제안한 구동시스템으로 전동기를 정격부하로 기동하였을 때 주권선의 전류(ch1), 보조권선의 전류(ch2), 주권선의 게이트 신호(ch3), 보조권선의 게이트신호(ch4)를 나타내었다. 그림에서 전동기 기동시 입력전류가 과도하게 흐르는 것을 막기 위해 주권선과 보조권선이 동시에 제어됨을 알 수 있다. 그림 5와 6은 정격부하에서 기존의 콘덴서 기동 단상유도전동기와 제안한 구동시스템의 주권선의 전류(ch1), 보조권선의 전류(ch2) 나타내었다. 실험결과 기존전동기의 기동전류는 14A, 보조권선전류는 7.8A, 기동시간은 120ms이고, 제안한 구동시스템의 기동전류는 12A, 보조권선 전류는 6A, 기동시간은 110ms로 과도 기동전류의 감소와 기동시간의 단축을 확인하였다. 그림 7은 제안한 구동시스템으로 전동기의 구속시험시 주권선 전류(ch1), 보조권선 전류(ch2), 보조권선의 게이트 신호(ch3), 주권선 신호(ch4)를 나타낸다. 전동기의 입력에 따라 보조권선이 제어되며 일정시간이상 과부하 상태로 기동시간이 길어지면 전동기의 손상을 방지하기 위해 입력전류를 제어신호로 받아 전동기가 자동 off상태로 되도록 시스템을 설계하였다.

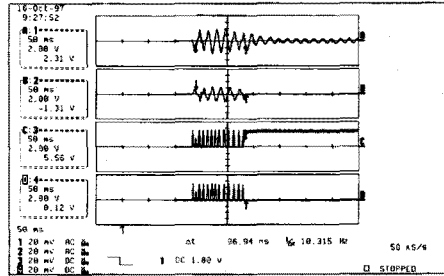


그림 4. 구동시스템 트리거신호

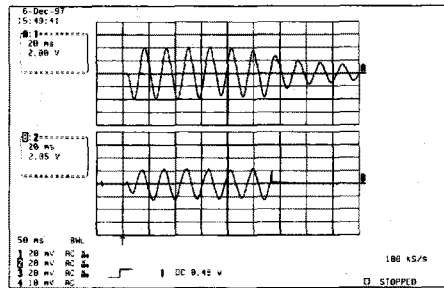


그림 5. 기존전동기 기동특성

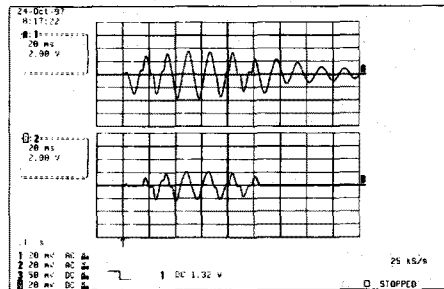


그림 6. 구동시스템 기동특성

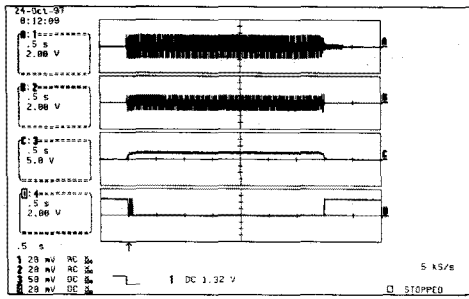


그림 7. 구속시험시 전동기특성

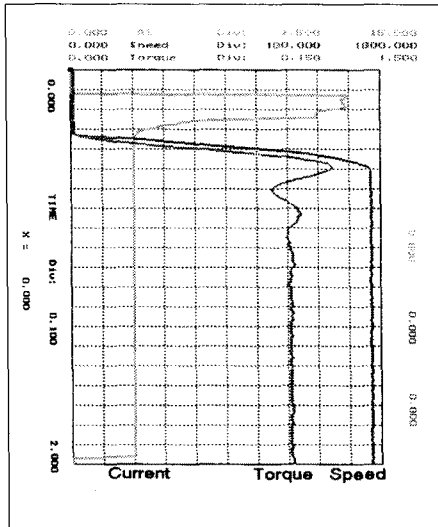


그림 8. 기존전동기 특성곡선

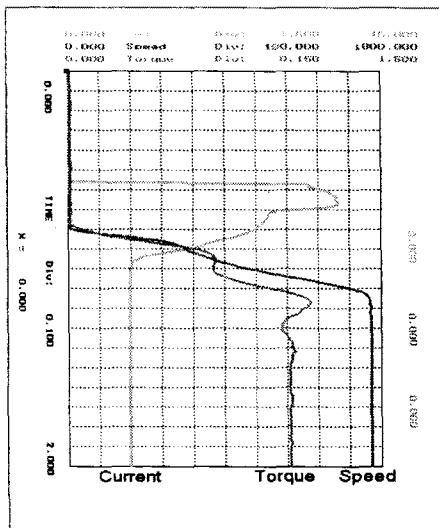


그림 9. 구동시스템 특성곡선

그림 8과 9는 기존전동기와 제안한 구동시스템의 특성곡선으로 속도, 토크, 기동전류를 나타낸다. 그림에서 기존전동기의 속도는 1741rpm, 기동시 최대 토크는 1.28Nm, 정격 토크는 1.16Nm이고, 기동전류는 14A가량 나타난다. 반면에 제안한 구동시스템을 장착한 전동기의 기동시 최대토크는 1.1Nm, 기동전류는 약 12A로 제안한 구동시스템을 장착한 단상유도전동기가 기동특성이 향상되었음을 알 수 있다.

5. 결론

본 연구에서는 단상유도전동기의 입력전류를 동기신호로 검출하여 원칩 마이크로컨트롤러의 프로그램에 따라 단상유도전동기의 주권선과 보조권선의 전류를 제어하였다. 전체 시스템은 기존의 단상유도전동기의 원심력 스위치와 기동콘덴서를 제거하고 정지형 스위치인 TRIAC과 원칩 마이크로컨트롤러인 AT89C1051을 이용하여 설계 제작하였다. 원칩 마이크로컨트롤러에 의한 구동시스템은 기존 전동기의 원심력 개폐기와 기동콘덴서의 제거로 전동기의 전체 부피를 축소시켰으며 주권선전류와 보조권선전류의 감소와 부하에 따른 기동시간의 가변으로 과도한 입력전류의 투입을 억제할 수 있어 과전류로 인한 전동기의 소손을 방지할 수 있었다. 또한 제안된 구동시스템은 전동기의 구속 시험시 최대 백분율 시동토크가 기존 전동기의 232%에 비교하여 제안된 구동시스템은 256%로 24%정도 증가되었다. 본 연구에서 제작된 시스템은 전동기의 기동시 제어 뿐만아니라 기동 후의 정상시에서도 사용자가 원하는 조건으로 전동기를 제어할 수 있고, 제어프로그램 변환이 다양하여 과부하 상태나 열화시 전동기를 보호할 수 있는 인공지능 시스템도 향후 가능하다고 사료된다.

[참고 문헌]

- [1] Abdollah Khoei, S. Yuvarajan, "Steady State Performance of a Single Phase Induction Motor Fed by a Direct ac-ac Converter", IAS, pp. 128~132, 1989.
- [2] A. Vandenput; E. Fuchs, J. Höll, J. White, W.Geysen, "Run Capacitor Optimization In Single-Phase Induction Motors", IEEE, pp. 824 ~ 830, 1986.
- [3] 백형래 외 5인, "위상각과 전압제어에 의한 단상 유도전동기의 기동특성", 하계학술대회논문집, 대한전기학회, pp.350 ~ 352, 1995.
- [4] Tian - Hun Liu, Pi - Chieh Wang, "Adjustable Switched Capacitor Control for a Single - phase Induction Motor", IECON, pp. 1140 ~ 1145, 1993.

본 연구는 한국전력공사지원 기술개발사업에 의하여 수행된 결과의 일부임.