2002년도 대한전기학회 전기기기 및 에너지변환시스템학회 춘계학술대회 논문집(2002.4.25~27)

PIC를 적용한 Motor 과부하 방지 시스템에 대한 연구

강병복, 윤석암, 임중열, 윤정필, 차인수
동신대학교 전기전자공학과

A Study on the motor's overload protect system applying PIC

Byung-Bog Kang, Su-Am Yoon, Jung-Yeol Lim, Jung-Phil Yoon, In-Su Cha
Dept. of Electrical and Electronics Eng. Dongshin Univ.

abstract - In electrical machinery and apparatus, the most important problem is protect of machinery and apparatus in duo to transient phenomena and overload on operation.
Particularly by advanced technology of late, there is demand for low cost of equipments and high percentage of use of equipments. Therefore, protection of machinery and apparatus in condition of overload is more valued considering that all efficiency increase is passed by operating all machinery and apparatus in condition of heavyload.
In this paper, the suggested system is add overload protect system using CT in condition of overload.

1. 서론

모터에 있어서 가장 중요한 문제중 하나는 운전중에 발생하는 과부하이며 이 과부하로부터 기기를 보호하는 문제이다. 여러 기기를 부하로 운전하여 전체 효율을 향상시키려 하고 있어 과부하로부터의 보호는 더욱 요구되고 있다.

따라서 운전 중 과부하상태에 대하여 안전하고 효율적인 운전을 기하고자 본 연구에서는 기존의 바이메탈을 이용한 내부 삽입형 보호장치인 O.L.P.와 T.P.의 방식과는 다른 CT를 이용한 외부 추가 장치로써 과부하를 감지하여 모터의 소손을 방지하였다.

2. 전동기의 과부하

전동기는 각종 전기 기기 중에서 비교적 열용량이 큰 것으로 정격 용량 내에서 운전하면 권선이나 절연물이 정격온도 상승 이상에서 사용되기 때문에 실용상 아무런 지장 없이 수명을 연장할수 있다.

그러나 과부하가 되면 정격전류보다 큰 전류가 흘러서 과열되어 절연물이나 코일을 소손시키게 된다.

과부하는 정격전류 이상의 전류가 흐르는 경우를 말하면 이 과전류는 기기의 온도를 상승시켜 운전 지장을 초래하거나 소손에 이르게 한다.

과부하시 운전을 고려해 본다면 다음과 같다.

냉매를 공기 (보통 40℃를 기준)로 하고, 정격전류를 I_1, 이때의 온도상승치를 θ_1, 실제 운전시 온도를 θ라고 한다면 온도상승치는 $\theta_1+(40-\theta)$까지 허용된다.

온도가 상승되는 전류를 I_2하고 하고 온도상승이 전류의 자승에 비례한다고 한다면 다음과 같은 식을 유도할 수 있다.

$$\left(\frac{I_2}{I_1}\right)^2\theta_1=\theta_1+(40-\theta)$$

$\theta=20$℃, $\theta_1=40$℃라면

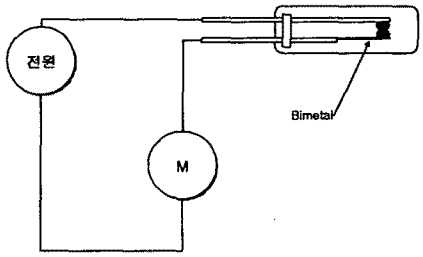
$\frac{I_2}{I_1}=1.12$ 즉 12%의 과부하에서 사용이 가능하다고 볼 수 있다.

3. 모터 소손 보호 장치

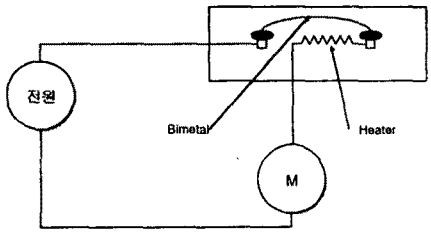
일반적으로 모터 소손 방지 장치는 모터의 코일에 부착되거나 또는 전원 입력과 직렬로 연결되어져서 모터에 과부하가 걸리게 되면 그로 인해 발생되는 모터의 권선 온도상승 또는 부하 전류의 증가에 따라 Bimetal로 전달되는 발열량의 상승에 의해 모터의 전원 입력과 직렬로 연결된 소손 방지 장치의 Bimetal(또는 접점)을 작동시켜 모터로 유입되는 전원을 차단함으로써 전동기 권선의 소손을 방지하는 장치를 말한다. 일반적으로 T.P(Thermal Protector), O.L.P(Over Load Protector), Thermal Relay등이 이에 속한다.

모터 서손 방지 장치로는 일반적으로 열(熱)에 의한 감열소자(Thermo-sensitive element : Bimetal 등)의 만곡 특성에 의해 작동되는 스위치를 사용하는데, 주위온도 또는 부하전류의 상승에 따른 열(熱) 상승이 각 장치의 Spec.에 규정된 임의의 한계치 이상 상승하게 되면 그로 인한 감열소자(Thermo-sensitive element : Bimetal 등)의 열 팽창에 의해 만곡 특성으로 접점을 Open시키고, 온도가 평상 수준으로 돌아오면 다시 원래 상태로 복귀되면서 닫히도록 하는 특성과 구성으로 이루어져 있다. 따라서 이러한 소손 방지 장치의 동작원리는 장착 위치의 주변 온도의 변화에 따라 영향을 받게 되고 또한 모터의 전원입력과 직렬로 연결 지어지는 경우에는 모터의 부하전류에 의한 열발생 요인도 주변온도와 함께 어울려져서 작동요인으로 작용하게 된다.

그림 1은 그 구성도를 보여주고 있다.



(a) T.P(Terminal Protect)



(b) O.L.P(Over Load Protect)

그림 1. T.P와 O.L.P의 구성도
Fig. 1. Diagram of T.P and O.L.P

4. 과부하 보호 시스템

그림 2는 전체 시스템 구성도를 보여주고 있다.
제어기는 PIC를 기반으로 구성되어 있으며 전류를 허용 한계값을 조절할 수 있고, 전류값을 LED를 통하여 관측할 수 있도록 설계되어 있다. 전류 센서를 통하여 측정된 전류값이 미소하기 때문에 증폭기를 통하여 제어기에 전류값이 전달된다.
또한 외부에 옵션으로 설치할 수 있으며, 전류 제한값을 조정할 수 있기 때문에 모터가 가지는 부하량에 따라 세팅하여 과부하가 문제시 되는 여러 가지 전기기기에 사용할 수 있다.

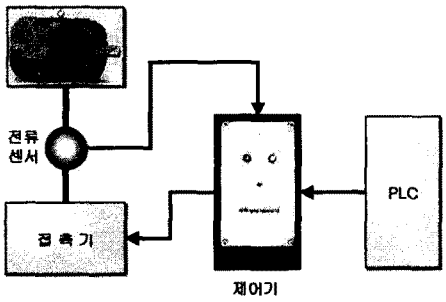


그림 2. 시스템 구성도
Fig..2. Diagram of system

그림 3은 실제 제어기를 보여주고 있다.
크게 3부분으로 나눌수 있는데 전류센서로부터 받아들여진 전류값을 증폭하는 증폭부와 PLC와 연결된 릴레이, 데이터를 처리하여 제어해주는 PIC 제어기로 구성되어 있다.

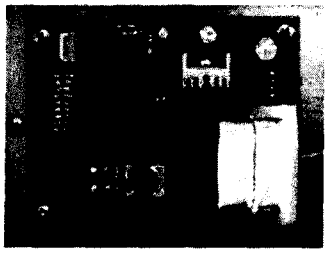


그림 2. 과부하 제어기
Fig. 2. Overload controller

그림 3은 시스템의 흐름 선도를 보여주고 있다.

모터가 구동하여 과부하로 인하여 전류값이 증가하게 되면 증폭기를 통하여 마이크로프로세서(PIC16C711)를 이용한 제어기가 입력된 전류값을 판단하여 기준전류 이상이 되면 릴레이를 작동시켜 모터의 전원을 차단하게 된다.
이때 경광등이 울리고 전류의 증가치를 보여주는 LED가 깜박거리게 된다.
그리고 일정시간이 지난후에 과부하로 인한 과열이 해소되면 다시 수동 또는 자동 리셋을 통하여 모터를 구동시키게 된다.

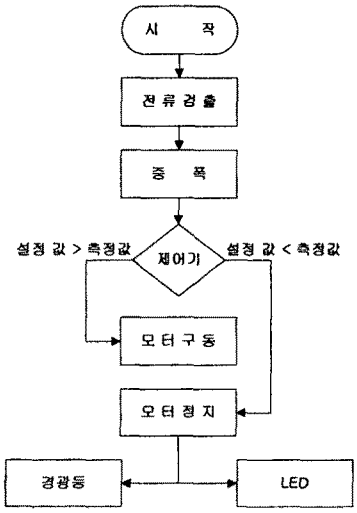


그림 4. 시스템 순서도
Fig. 4. Flowchart of system

그림 5는 제어회로를 나타내며 원칩 마이크로프로세서인 PIC (Peripheral Interface Controller : PIC16C711)을 사용하여 구성되어 있다. 전체회로는 회로 구동을 위한 전원 레귤레이터(전원 안정화 소자), 전류값을 증폭 시키는 증폭부, 접촉기와 PLC에 연결된 릴레이로 구성되어 있다. 전원은 일반 상용전원을 사용하였다.

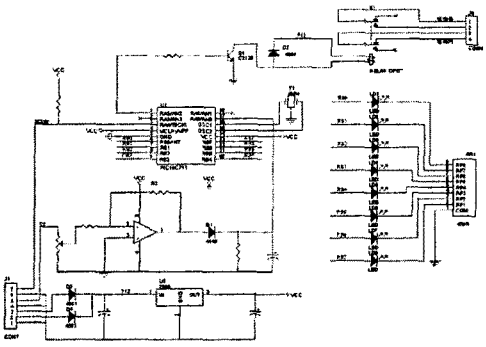


그림 5. 제어회로
Fig. 5. Control circuit

5. 실험 및 고찰

본 실험에 사용된 모터는 정격소비전력 34W,단상 전동기로써 온수순환용 펌프이다.
그림 6은 모터의 정상 구동시 전압과 전류 파형을 보

여주고 있다.

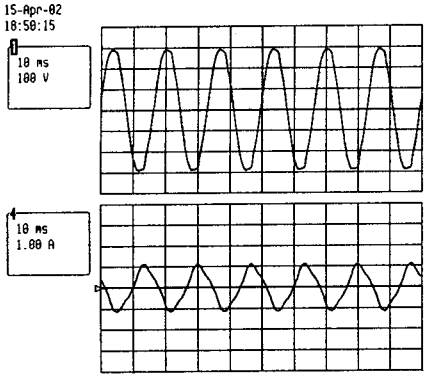
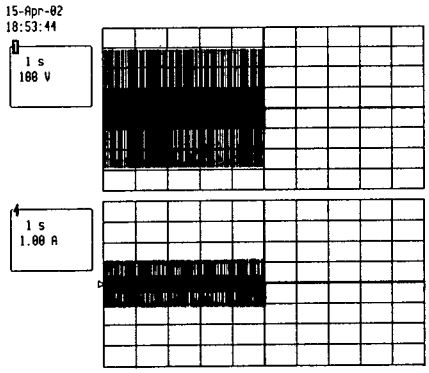


그림 6. 일반 모드시 전압, 전류 파형
Fig. 6. Voltage and current waveform at normal mode

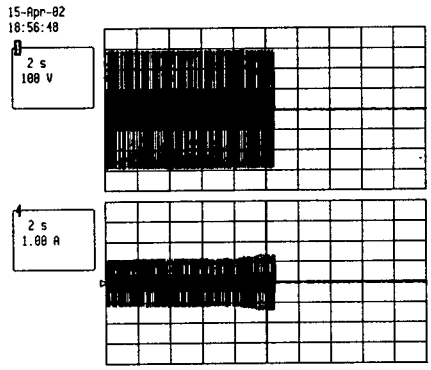
이 내려진 그림 7은 전류 한계 값에 따른 전압, 전류 특성을 보여주고 있다.

설정된 한계 값에 따라 모터의 전류 값의 변화를 볼 수 있다. 즉, 전압과 전류 값이 영(Zero)이 되는 부분이 정지 명령에 따라 모터가 정지된 부분이고 전류량이 증가되는 부분은 과부하에 따른 현상이다.

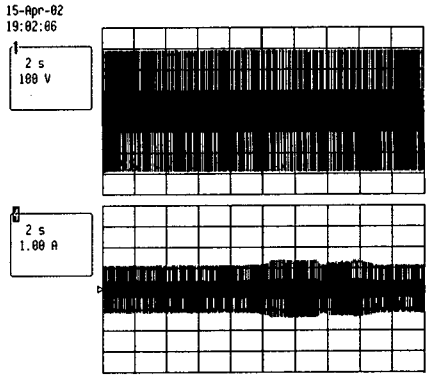
설정된 한계 값에 따라 특성을 살펴보면, 2[A] 이상을 설정하였을 경우 모터의 부하 전류가 너무 작기 때문에 제어가 안되어 지속적으로 동작하는 현상을 보였다.



(a) 한계값 : 1.2 [A]



(b) 제한값 : 1.5 [A]



(b) 한계값 : 2 [A] 이상

그림 7. 전류 한계값에 따른 전압, 전류 특성
Fig. 7. Characteristic of voltage and current according to current limitation value.

6. 결론

모터의 운전중에 발생하는 과부하는 해결해야할 가장 큰 문제중 하나이며, 이것을 해결하기 위해서는 여러 단계의 보호장치가 필요하다.

본 연구에서 개발된 제어장치는 기존의 바이메탈을 이용한 내부 삽입형 보호장치가 아닌 외부 추가형 장치로써 과부하를 감지하여 모터의 소손을 방지하였다.

그 결과 모터 소손에 의한 효율 저하를 방지하였고 빠른 응답성을 확보할 수 있었으며, 다른 기기에도 손쉽게 적용 가능함을 알수 있었다.

향후 열 감응소자와 CT에 의한 제어를 복합적으로 실행함으로써 보다 안정적인 신뢰성을 확보하고자 한다.

[참 고 문 헌]

[1] 木村ク勇, "變壓器の設計工作法, 電氣書院", p. 46, 109, pp 7~8,

[2] 後藤文雄, "電氣設計概論 丸善", pp 85_99

[3] 小役丸良德, "イソバータ磁による單相誘導發電機の電氣的基礎特性", 日本電氣學會雜誌, pp 61

[4] 김동필, "전기기기의 과부하 특성에 대한 고찰", 전북대학교 공업기술연구소, :pp. 101~106.