

전동기 동특성 측정장치의 설계에 관한 연구(Ⅰ)

조 철 제                      홍 순 일 \*                      부 산 개 방 대 학

Design of a Measuring System for  
Motor Dynamic Characteristics

Joe Cheol-Je    Hong Soon-Ill

Pusan Open University

1. 서론

자동 제어계에 있어서 소형전동기의 응용영역은 광범위 하며, 그 동특성은 매우 중요하다. 이 동특성 중에서도 회전운동계의 기본이 되는 속도-토포크관계는 제어시스템에 따라 전동기의 신짐에 직접적인 영향을 한다.

속도-토포크특성은 종래 프러니-브레이크법, 와류 브레이크법 혹은 동력계 등 기계적인 방법(1,2)으로 측정되었고, 분수마력이하 소형전동기의 경우 최근에는 전동기의 회전수를 검출하여 기계적인 접촉없이 디지털 방법으로 측정하고 있다.(3,4)

본 연구에서는 속도-토포크측정장치로서, 포토카플러를 이용한 순시속도 검출용 수광부, 계수방식 및 회로구성등의 복잡도를 간략화하고, 속도연산부 및 가속도연산부의 해상력을 증가시키는 이론을 도출하여, 이 이론식에 의거 속도-토포크측정장치를 설계하는 것이다.

이 설계에 따라 각 회로별로 제작하여 응답특성을 얻고 전체시스템을 얻고 전체시스템을 구성하여 60(Hz), 100(V), 0.7(A) 의 히스 테리시스 전동기와 100(V), 10(W) 의 시보전동기의 속도-토포크특성을 X-Y 레코더로 기록한 결과 이론과 일치하는 결과를 얻었다.

2. 측정원리와 이론

2.1 측정이론

포토카플러에 의하여 전동기회전에 동기된 1회전당 1개의 펄스를 얻는다. 그러면, 전동기회전수와 펄스간격 즉 회전주기 사이에는 다음식이 성립한다.

$$n = \frac{60}{T} \text{ ----- (1)}$$

단, T: 회전주기

속의 회전수가 연속하여 변하므로

$$n(t) = \frac{n_1 + n_2 + 1}{2}$$

$$= \frac{30}{T_1} + \frac{30}{T_{1+1}} \text{ ----- (2)}$$

으로 된다.

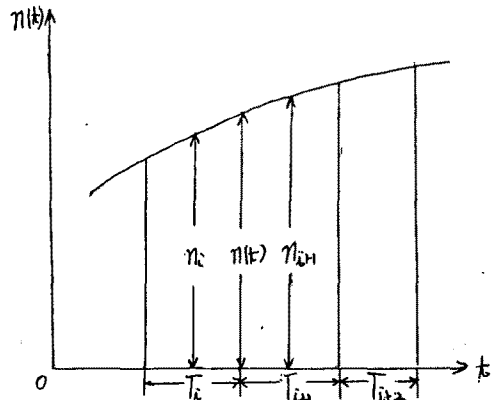


그림 1. 속도와 회전주기

회전계의 운동방식에서 점성계수를 무시하면 토포크 τ 는

$$\tau = \frac{2\pi}{60} J \frac{dn}{dt} \text{ ----- (3)}$$

로 되며, T 의 간격은 매우 작으므로 그림 1과 식(3)에서 차분을 취하면

$$(t) = 4\pi J \frac{T_i - T_{i-1}}{T_i T_{i-1} (T_i - T_{i-1})} \quad (4)$$

이 된다.

상기 식(2) 및 (4)에서와 같이, 전동기 속도-토크 특성은 축회전주기를 측정함으로써 구해진다.

### 2.2 측정을 위한 알고리즘과 블록선도

본 연구에서는 위와 같은 원리에 기초하여 속도-토크 측정장치를 위한 연산식을 다음과 같이 구하였다.

$$T_i + T_{i+1} = 2T \quad (5)$$

$$T_i - T_{i+1} = \epsilon \quad (6)$$

으로 놓으면, 식 (2) 및 (4)는 다음과 같이 된다.

$$n(t) = \frac{60}{T} \quad (7)$$

$$\tau(t) = 2\pi J \frac{\epsilon}{T^2} \quad (8)$$

크리고, 이들 식에 따라서 측정회로의 블록다이아그램을 그림 2 와 같이 구성하였다.

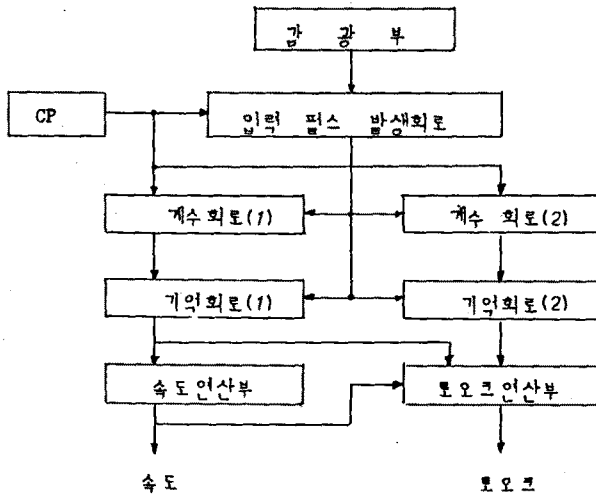


그림 2. 측정회로의 Block Diagram

### 3. 실험 및 검토

그림 2에 의거 각 블록 별로 설계제작하여 실험고찰 하였다.

#### 3.1 계수회로

카운터에 clear 신호와 load 신호가 동시에 들어오면 잡프리셋되지 않으므로 clear 신호가 약간 늦어지도록 지연회로를 두었다. 그 결과 양호하게 카운트 되었다.

#### 3.2 기억회로

D - A 변환기에 의하여 카운터에서 계수된 양을 직접 기억시켰다. 그러나, 전동기 속도급변시에는  $T_i$  와  $T_{i+1}$  의 차가 매우 작으므로 D - A 변환시 오차가 크게 되는 결점이 있었다. 이러한 결점을 보완하기 위하여 카운터의 용량을 크게 정하고, D - A 변환기의 용량이 확대되도록 10비트를 이용하였다.

그 결과 양호한 응답을 얻었다.

#### 3.3 연산회로

속도 연산부에 있어서는 연산회로의 설계상 별 문제가 없이 양호한 응답특성을 얻을수 있었으나 토크 연산부에서는 디지털-아날로그 변환시에 불연속이 그 응답에 나타나서 응답결과와 그 그래프에 다소의 진동이 생겼다. 그러나 속도-토크 특성측정에는 실험상 별 문제가 없었다.

### 4. 결 론

이상의 원리에 의거 측정회로를 각 블록별로 설계 제작하여 속도출력을 X - Y 기록계의 X 축에 토크출력을 Y 축에 입력시켜 속도-토크관계를 측정한 결과 다음을 얻었다.

가. 60(Hz), 100(V), 0.7(A) 외 히스테리시스 동기

전동기에 실험한 결과, 기동시 토포크가 0.5 (pu) 에서부터 회전수 0.7(pu) 에서 토포크 1(pu) 가 되고 동기속도에 도달할 때까지 양호한 속도-토포크연산특성을 얻었다.

- 나. 100 (V) , 10(W) 의 직류서보전동기의 경우에도 양호한 결과를 얻었다.
- 다. 이상 속도-토포크 특성을 간단 명료하고 즉시 측정하여 X - Y 테코더에 기록할 수 있다.

- 2. D.M. Concidine, "Process Instruments and Controls Handbook", pp. 8-30, MGH, 1974
- 3. A.P. Kovalenko, et al., "Digital-Analog Matching Filter with Numerical Control", H050 Inst. Exper. Tech., Vol.27, No.6, pp. 1429-1431, 1984.
- 4. F.H. Wright and K.E. Zick, "Dynamic Motor Tests from Synchronously Waveforms", IEEE Trans. on Ind. Appl., Vol.IA-22, No.3, pp.447-452, 1986.

참 고 문 헌

- 1. 대한전기학회, "전기공학편람", pp.610