

Semi-Converter로 제어되는 직류 직권

전동기의 과도 해석

- 비선형 자기 특성을 중심으로 -

백수현 · 김완배 (동국대) · 서기영 (경남대)

1. 서 론

제어 직류원으로 구동되는 직류직권 정동기의 정상상태 및 과도 상태를 해석하는데 있어서 전기자 전류와 전기자에 유기되는 자압사이에는 비선형 특성 (비선형 자기특성)이 존재하므로 이를 고려할 필요가 있다. 특히, 인가전압 및 부하가 변동하는 경우, 직권 정동기의 동적특성을 규명하는 데에는 이와 같은 비선형 문제가 더욱 중요하다고 볼 수 있다.

종래에는 자화특성을 고려함에 있어 선형적으로 취급하거나, 자기포화 효과만을 고려하였고, 비선형 자기특성의 경우는 주로 정상상태 해석의 경우에 고려하였다.⁽³⁾ 그러므로, 본 연구에 있어서는 Semi-Converter로 제어되는 직권 전동기의 제어제를 구성하여 비선형 자기특성을 고려한 동적 모델을 구하고 과도응답을 해석하는데 역점을 두었다. 더우기, 비선형 자기특성의 근사해석법들을 제시하여 이 기법에 대한 결과를 분석 검토하였다.

2. 제어계통 방정식

그림 1 과 같은 semi-converter로 제어되는 직류직권 전동기의 동작특성을 나타내는 미분 방정식은 식(1), (2)와 같다.

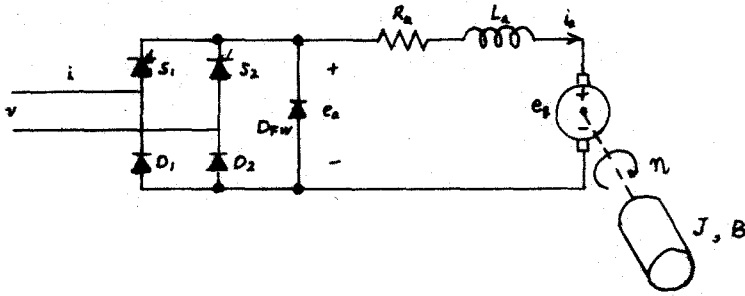


그림 1 .

$$e_a = R_a i_a + L_a \frac{d i_a}{dt} + K_a f i_a n + K_{res} n \quad (1)$$

$$K_a f c_a^{-2} = J \frac{dn}{dt} + Bn + J \quad (2)$$

이 식들은 4차 Runge-Kutta 법을 이용하여 과도상태 뿐만아니라 정상상태 동작에 대해서도 정확한 결과를 얻을 수 있다. 그러나, 이 식들은 R_a, L_a, K, B 등의 값이 변화할 뿐만 아니라 i_a 또는 $i_a n$ 의 항때문에 비선형 방정식이 된다. 이 비선형 방정식을 선형화시키기 위하여 다음과 같이 가정을 하여 제어 계통의 동적모델을 구하기로 한다.

1. 작은 신호 등요에 대하여, 제어 계통 방정식의 역기전력 상수 외의 모든 계수는 일정하다.

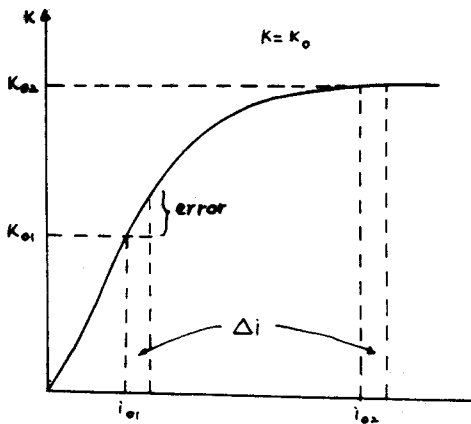
2. 과도 동작은 전류와 속도의 평균치의 시간변화율로 다루는 quasi steady state 로 본다.

정상상태 운전점 부근에서 전동기 제어계의 소신호 변동에 대하여 선형화시켜 라플라스 변환하면 식(3), (4)와 같이 구해진다.

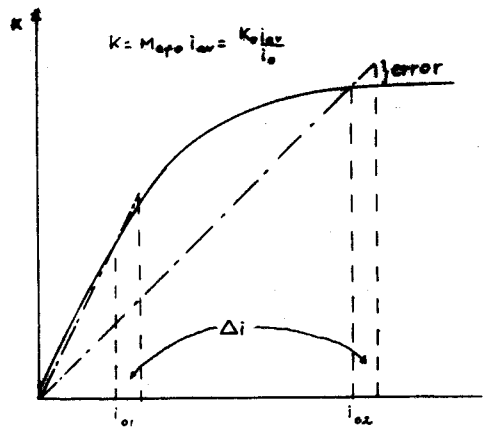
$$\Delta I_a(s) = \left(\frac{1}{R_a + K_{af} N_o} \right) \{ \Delta E_a(s) - \Delta N(s) (K_{re}s + K_{af} I_{a0}) \} \quad (3)$$

$$\Delta N(s) = \left(\frac{1}{B + sJ} \right) \{ 2 K_{af} I_{a0} \Delta I_a(s) - \Delta T_d(s) \} \quad (4)$$

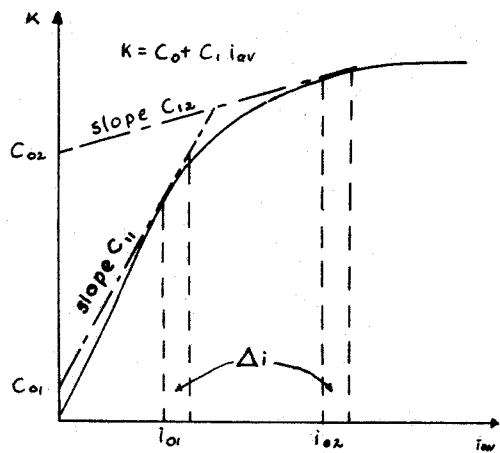
이 방정식으로부터 과도응답을 구하는 과정에서 비선형 자기특성으로 인한 역기전력상수 K (V/rad/s)를 중점적으로 해석하기 위한 근사해법을 세가지로 고려하면 그림 2와 같다. 이때 역기전력상수 K 는 전류 i 의 작은 증분 Δi 에 대하여 근사화시킨 값을 의미한다.



(그림 2) 근사 해법 A



(그림 2) 근사 해법 B



(그림 2) 근사 해법 C

한 예로 근사해법 B에 대한 역기전력 상수를 고려하여 동적 모델을 고려하여 동적모델을 블록선도로 표현한 것이 그림 3 과 같이 된다. 같은 방법으로 각 근사해법에 대한 동적모델 선도가 구해짐을 알 수 있다.

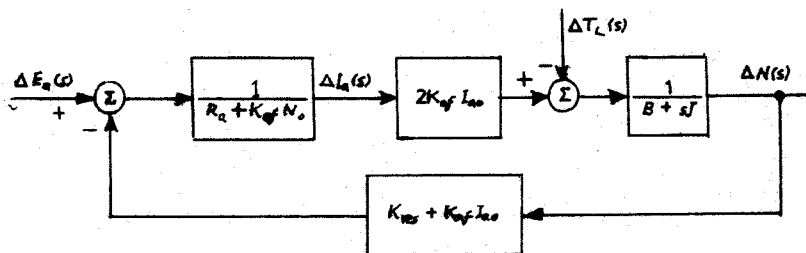


그림 3.

3. 결과분석

Semi-Converter로 제어되는 직류 직권 전동기의 소신호 동요에 대한 선형화 모델을 얻고 역기전력 상수 K 를 3가지의 근사해법을 사용하여 과도응답을 해석하였다. 그 결과, 종래에 비선형자화 특성에서 많이 다루었던 해법인 근사해법 A는 실험결과와 오차가 비교적 크게 나타나는 경향을 보였고 근사해법 B와 C는 실험결과와 대체적으로 근접함을 보였는데, 특히 근사해법 C가 실험치와 더욱 근사한 결과가 됨을 알아 내었다.

그러므로, semi-converter, 초퍼등 제어 직류원으로 제어되는 직류 직권 전동기의 속도 제어계의 과도 응답 특성을 규명하기 위하여는 자기 비선형 특성 즉, 전동기의 역기전력 상수처리에 있어 좀더 합리적 기법을 적용해야 정확한 응답해석이 될 것으로 판단된다.

4. REFERENCES

- 1) S.R.Doradla and P.C.Sen, IEEE Transactions, vol. IECI-22, No.2, May 1975, p.164.
- 2) P.W.Franklin, IEEE Transactions, vol. PAS-91, 1972, p.249.
- 3) K.Venkatesen, IE(I) Journal-EL, vol. 59, April 1979.
- 4) G.K.Dubey and W.Shepherd, IEEE Transactions, vol. IECI-28, No.2, May 1981.
- 5) M.Ramamoorthy and B.Ilango, IEEE Transactions, vol. PAS-90, No.1, January 1971.