

릴럭턴스 망법을 이용한 토크 모터의 특성 해석

서울대학교 전기공학부 김재광*, 한기진, 조동혁, 정현교

Characteristic Analysis of the Torque Motor using Reluctance Network Method

Souul National University J.K.KIM*, K.J.HAN, D.H.CHO, H.K.JUNG

1. 서 론

일반적으로 전동기를 비롯한 전기 기기의 특성 해석에는 지금까지 전기 유한요소법이 가장 많이 이용되어 왔다. 그러나 2 차원 유한요소법의 경우에는 오버행, 축 방향 두께 등과 같은 형상의 고려가 미흡하고 3 차원 유한요소법의 경우에는 처리 과정에 있어서 과도한 시간이 소요되는 단점이 발생하고 있다. 본 논문에서 토크 모터의 특성을 해석하기 위하여 사용한 3 차원 릴럭턴스 망법은 3 차원적인 형상을 고려하여 정확성을 유지하면서도 3 차원 유한요소법에 비하여 해석 시간을 줄일 수 있다는 장점을 지니고 있다.

전기기기의 특성 해석을 위해서는 구동 상황에서의 기기의 자속 분포 및 흐름을 아는 것이 매우 중요한 일이다. 따라서 본 논문에서는 다양한 구동 상황에서의 릴럭턴스 망법을 이용한 해석 결과를 제시하였고 그 결과를 다른 해석 방법과 비교하였다.

2. 릴럭턴스 망법

릴럭턴스 망법은 그림 1 과 같이 요소들의 각 절점에 들어오는 자속과 나가는 자속의 총합이 0 이라고 하는 자속 흐름의 연속성을 이용하고 있다. 전체 영역을 형상에 적합한 다양한 형태의 요소로 분할한 다음 각 요소별 절점의 릴럭턴스와 기자력 값들을 구해 내는데 본 논문의 연구 과제인 토크 모터는 직육면체 형태 외에도 추가적인 4 가지의 형태에 대한 릴럭턴스 계산 과정이 필요했고 기자력의 경우에는 한정된 절점에만 적용되는 관계로 기본 형태로 모두 구할 수 있었다. 요소별 절점에 대한 식들을 모아서 아래와 같은 행렬식을 구성하고 모든 절점의 자기 포텐셜을 구한 다음 후처리 작업을 통하여 자속 밀도 등의 원하는 값을 도출할 수 있다.

$[P(R)]$: 퍼미언스(릴럭턴스) 행렬

$[MP]$: 자기 포텐셜 벡터

$[MMF]$: 기자력 벡터

3. 결과 및 고찰

적은 입력을 받아서 큰 힘을 발생시키는 유량 제어 밸브 등의 구성품으로 사용되는 토크 모터는 주어지는 입력값에 대한 출력토크의 선형화가 가장 중요한 문제가 된다. 아래 그림 2 에서는 입력전류의 변화에 따른 출력토크의 변화를 나타내고 있는데 선형화가 잘 이루어짐을 확인할 수 있다. 또

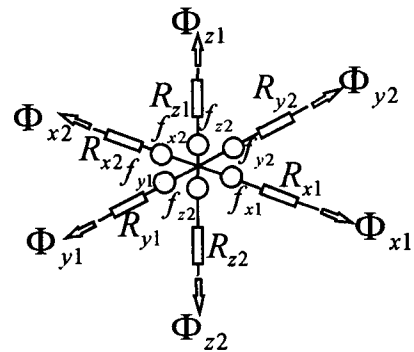


Fig. 1. Summary of RNM

한 그림 3에서는 전기자의 각변위에 의한 출력토크도 선형적인 형태를 나타낸다. 따라서 그림 4에서도 알 수 있는 것처럼 각변위가 고정된 경우에 전류에 의한 출력토크의 제어가 가능하며 그 반대의 경우(전류가 고정되고 각변위가 변화하는 경우)도 출력토크의 제어가 가능하며 또한 전류와 각변위의 값을 알면 어느 경우이나(정상 작동 범위에서) 출력토크 제어가 가능하다.

그림 2,3,4에서 가장 큰 값을 갖는 그래프들은 자기회로법에 의한 해석 결과들이고 가운데 그래프들은 릴럭턴스 방법에 의한 결과들이고 가장 작은 값을 갖는 그래프들은 2차원 유한 요소 해석에 의한 결과들이다. 그림에도 잘 나타난 것처럼 각각의 해석 방법에 의한 결과들이 비슷한 양상을 보여주고 있지만 그 값에 있어서는 차이가 나타난다. 자기회로법에서는 누설 계수 임의 설정에 의한 결과의 차이이고 2차원 유한요소 해석에서는 3차원 형상의 미고려로 인한 포화의 조기 발생에 의해서 자속밀도가 낮아져서 출력토크가 줄어든 것이다. 이에 비해 3차원 릴럭턴스 방법은 적은 시간에 토크 모터의 3차원 형상까지 정확히 고려하여 해석하였다.

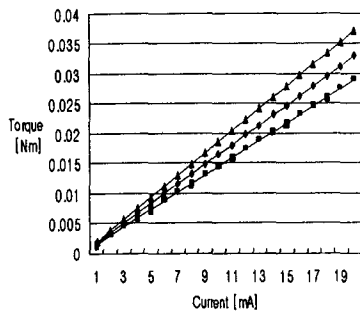


Fig. 2. Torque [0°]

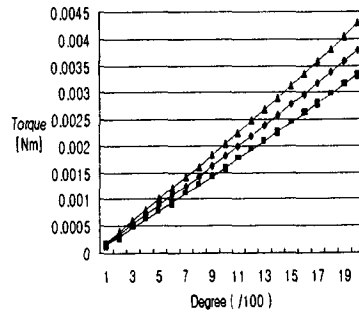


Fig. 2. Torque [0mA]

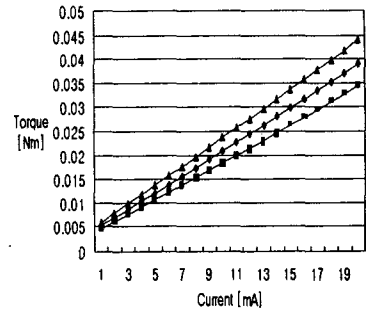


Fig. 2. Torque [0.2°]

4. 결 론

위의 시뮬레이션 결과로부터 3차원 릴럭턴스 방법에 의한 결과가 2차원 유한 요소 해석이나 자기회로법에 의한 결과와 유사한 양상을 나타냄을 알 수 있었다. 정확성에 있어서는 3차원적인 형상까지 고려할 수 있었음에도 불구하고 시간적인 측면에서는 2차원 유한 요소 해석과 비슷한 시간이 걸림으로써 그 실용성이 입증되었다. 다만 좀더 다양한 형상의 고려를 위한 릴럭턴스 값들의 변화와 기자력 요소의 고려가 앞으로의 과제라 할 수 있다.

5. 참고문헌

- [1] 한기진, 천장성, 정현교, ICEE Vol.1 856(1998)
- [2] 전연도, 허진, 홍정표, 이주, 현동석, 대한전기학회 논문지 47(12) 2101(1998).
- [3] A. Yu. Afanasiev, V. T. Gerasimenko, ICEM Vol.1 390(1996)
- [4] J. Perho, E. Ritchie, ICEM Vol.1 44(1996)
- [5] Andrzej Demenko, Lech Nowak, Wojciech Szlag, IEEE Trans. Magn. 34(3) 2485(1995).

본 연구는 국방과학연구소와 자동제어특화센터의 지원에 의해 이루어진 것임