

코일 모델링에 따른 MR 유체를 이용한 가변 인덕터의 누설자속밀도 계산 비교

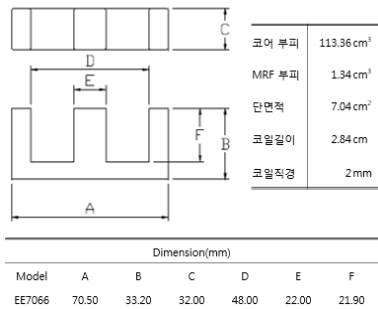
성동규*, 변진규
 숭실대학교 전기공학과

1. 서론

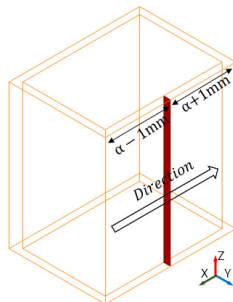
본 논문에서는 DC/DC 컨버터에 사용되는 MR 유체를 사용한 가변 인덕터와 단순 공극을 이용한 가변 인덕터의 누설자속 특성을 비교 한다. 이 때, 유한요소법을 사용한 시뮬레이션을 사용하는데 가변 인덕터 코일 모델링에 따른 계산 결과의 차이를 분석해보고자 한다.

2. 누설자속밀도 해석방법

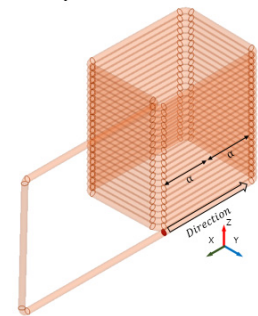
본 실험은 유한요소법을 사용하여 [그림 1]의 제원을 가진 페라이트 코어를 모델링하여 공극이 Air일 때와 MR 유체일 때의 자속밀도 B(uT) 값을 비교한다. 그리고 각각의 인덕터에 대해 [그림 2]와 같이 코일을 간략하게 모델링한 경우와 [그림 3]과 같이 21턴의 단선 유사 코일로 모델링 했을 경우 누설 자속의 계산 결과가 어떻게 달라지는지 비교한다.



[그림 1] 코어 제원

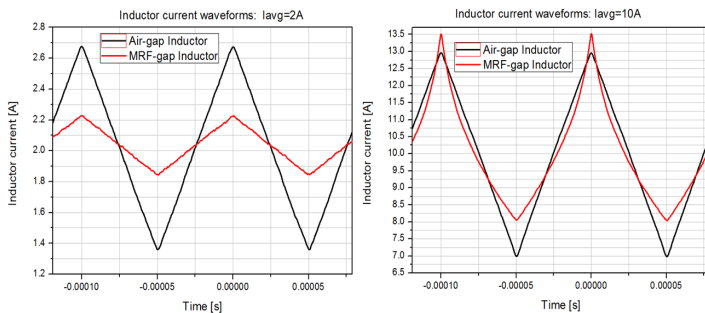


[그림 2] 직사각형단면 코일모델

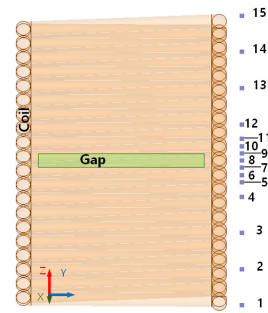


[그림 3] 유사코일모델

MR 유체와 페라이트 코어의 B-H곡선은 실험을 통해 얻어진 값을 사용하였고, 입력전류파형은 [그림 4]로 실제 DC/DC 컨버터의 가변 인덕터에 흐르는 전류 측정된 값을 사용하였다. 누설 B 측정위치는 [그림 5]에 나타나 있다.



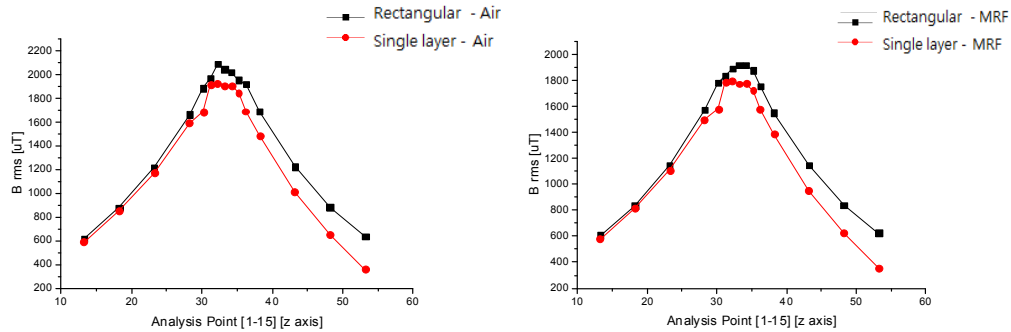
[그림 4] 2A, 10A 전류



[그림 5] B 측정위치

3. 누설자속 해석결과

[그림 6]은 10A 전류의 측정 결과로 직사각형단면 코일모델(Rectangular)과 유사 코일모델(Single layer)을 비교한 그래프이다. 유사코일모델에서 누설자속 계산값이 더 작은 것을 알 수 있다.

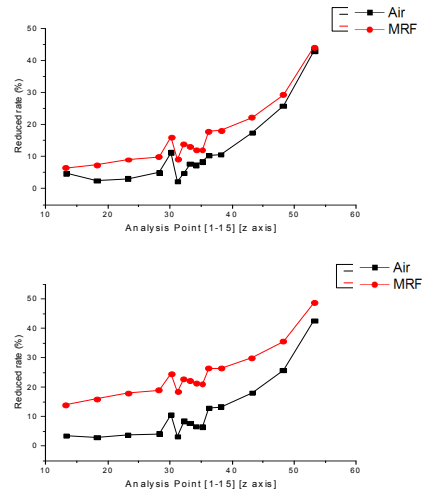


[그림 6] 직사각형단면 코일모델과 유사코일모델 B rms 비교

[표 1]과 [그림 7]에 유사코일모델을 사용했을 때 직사각형단면 코일모델 대비 누설 자속의 감소율을 나타내었다.

[표 1] 유사코일모델의 누설자속 감소율 (단위 [%])

위치 [mm]	$i_{Lavg}=2A$		$i_{Lavg}=10A$	
	Air	MRF	Air	MRF
13.2	4.7407	6.4662	3.5129	13.9585
18.2	2.4465	7.4057	2.9244	15.9801
23.2	3.1298	9.0226	3.7025	17.9418
28.2	4.9684	9.9107	4.1629	18.9176
30.2	11.2279	16.0240	10.5621	24.5292
31.2	2.2838	9.1094	3.2430	18.4275
32.2	4.9068	13.8947	8.4077	22.7767
33.2	7.6667	13.2101	7.6844	22.2391
34.2	7.3295	12.1272	6.5367	21.2281
35.2	8.3861	11.9502	6.4373	21.0548
36.2	10.3229	17.9373	12.9240	26.3697
38.2	10.6046	18.0879	13.2956	26.4369
43.2	17.3666	22.2826	18.0869	29.9417
48.2	25.7725	29.2831	25.7820	35.5632
53.2	42.9879	44.1791	42.7384	48.8087



[그림 7] 유사코일모델의 누설자속 감소율 비교 ($i_{Lavg}=2A$ (상), $i_{Lavg}=10A$ (하))

4. 결론

두 코일모델의 누설자속분포를 비교하면 직사각형단면 코일모델의 입력전류는 직사각형 단면 전체에 가해 지므로 공극 기준으로 누설 B rms가 대칭으로 감소하지만 유사코일모델은 비대칭으로 감소하는 형태를 보인다. 향후 본 계산결과를 실제 자기장 측정 결과와 비교하여 코일 모델링의 정확성을 확인할 필요가 있다.

5. 참고문헌

- [1] D. -W. Kim, H. Y. Cha, S. -H. Lee and D. -H. Kim, ECCE Asia. 753-758, (2003)
- [2] D. -W. Kim, H. Y. Cha, S. -H. Lee, D. -H. Kim, Magnetics, IEEE Transactions on, 1901-1904, (2013)