

누설인덕턴스 가변형 공통모드 초크코일

백미란, 김희승, 원재선*, 주재철*, 오동성*, 한상규, 홍성수
국민대학교 전력전자 연구실, 삼성전기(주)*

A Variable Leakage Inductance Common-Mode Choke

Mi Ran Baek, Hee Seung Kim, Jae Sun Won*, Jae Chul Ju*, Dong Sung Oh*, Sang Kyoo Han and Sung Soo Hong

Kookmin Univ. Power Electronics Center, *Samsung Electro-Mechanics Co.

ABSTRACT

EMI 필터 설계 시 주로 사용되는 공통모드 초크의 경우 자화 인덕턴스로부터 공통모드 노이즈 감쇠를, 누설 인덕턴스로부터 차동모드 노이즈 감쇠를 기대할 수 있다. 이때, 누설인덕턴스가 너무 클 경우 차동모드 노이즈 감쇠에는 우수하지만, 전기/전자제품이 슬립화됨에 따라 공통모드 초크의 누설 자속과 전원 공급기를 덮고 있는 금속덮개 사이에 자계 간섭에 의한 진동/소음문제가 발생될 수 있다. 본 논문에서는 누설자속을 조절할 수 있는 공통모드 초크의 코어형상 및 권선기법을 제안한다. 제안된 방법은 진동 및 소음을 제어할 수 있는 장점을 지니고 있다.

1. 서론

EMI 필터에 주로 사용되는 공통모드 초크는 1차측과 2차측의 권선 수가 같기 때문에 1차측 전류에 의해 유도된 자속은 서로 상쇄되어야 한다. 그러나 코어 내부에 발생된 자속은 모두 상쇄되지 못하고 외부로 유출되는 누설 자속이 발생하게 되는데 이것은 누설 인덕턴스의 크기로 비례하여 나타난다. 누설 인덕턴스는 차동모드 노이즈를 감쇠하는 효과가 있다. 따라서, 누설 인덕턴스를 최대한 크게 만들기 위해, 그림 1과 같이 1차측과 2차측을 그림1과 같이 완전히 분리하여 감는 것이 일반적이다. 누설 자속이 클수록 차동모드 노이즈 감쇠에는 효과적이거나, 그 크기가 일정량이상 커질 경우 전원공급기를 덮고 있는 금속덮개와의 자계결함으로 인한 소음 발생을 야기한다. 따라서, 누설 인덕턴스를 조절할 필요가 있다.

본 논문에서는 공통모드 초크의 누설 인덕턴스 가변이 가능한 설계 기법을 제안하고, EMI 및 소음 측정을 통해 제안 방식의 타당성을 검증한다.

2. 공통모드 초크의 누설 인덕턴스 가변 방안

본 논문에서 제안하는 누설 인덕턴스 가변형 초크는 그림2와 같이 UU형 코어에 섹션보빈을 삽입하여 한쪽 다리에 1차측 혹은 2차측 권선을 모두 감는 것이 아니라, 1차측과 2차측을 나누어 권선함으로써 그 비율로 누설 자속을 조절하여 누설 인덕턴스 가변이 가능한 구조이다. 그림 3은 제안된 구조의 권선

비에 따른 누설 자속량을 나타낸다. 그림 3(a)는 섹션보빈에 감긴 1차와 2차측의 권선 수가 같을 경우, 3(b)는 권선 수가 차이는 경우, 3(c)는 섹션보빈을 사용하지 않고, 일반적인 보빈의 한쪽에 1차측, 또 다른 한쪽에 2차측을 모두 감는 일반적인 권선법이다. 그림3(a)와 같이 섹션보빈의 1, 2차측 권선 비가 같은 경우, 서로 상쇄되어 누설 자속은 최소가 되고, 3(b)와 같이 권선 비가 차이가 날수록 발생하는 자속 량은 차이가 있기 때문에 누설 자속 또한 그에 비례하여 발생하게 된다. 마지막으로 3(c)의 경우 각각의 코어 다리에 발생된 누설 자속은 서로 상쇄되지 못하고 합쳐져 나타나므로 누설 자속 량은 최대가 된다.

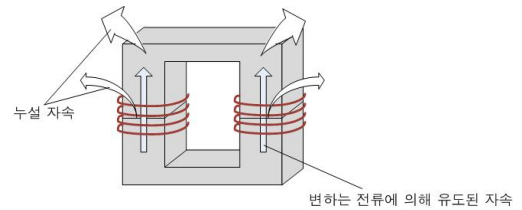


그림 1 UU형 코어의 누설 자속 발생 경로

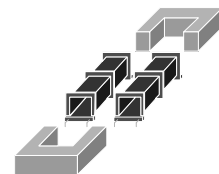


그림 2 제안 누설 인덕턴스 가변형 공통모드 초크의 구조

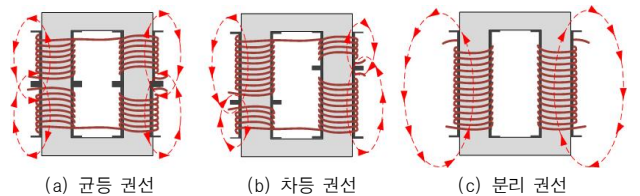


그림 3. 코어 다리의 1차와 2차측 권선 비에 따른 누설 자속량

표 1. 코어 한 다리의 1차측과 2차측 권선 수 별 자화/누설 인덕턴스

공통모드 초크의 구조				
코어 다리의 (1차측):(2차측)	40T:40T	50T:30T	60T:20T	80T:0T
자화 인덕턴스	5.6mH	5.8mH	6.3mH	6.1mH
누설 인덕턴스	145uH	171uH	202uH	318uH

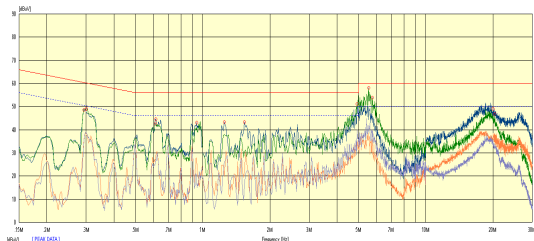
3. 실험 결과

표 1은 권선 비에 따른 측정된 자화 인덕턴스와 누설 인덕턴스이다. 실험을 통해 누설 인덕턴스를 측정한 결과 80[Turn] 기준 권선 비에 따라 최소 145uH에서 최대 약 320uH까지 가변 가능함을 확인할 수 있었다. 이때, 1차측 및 2차측의 총 권선 수는 동일하기 때문에 자화 인덕턴스 측면에서는 큰 변화가 없음을 알 수 있다.

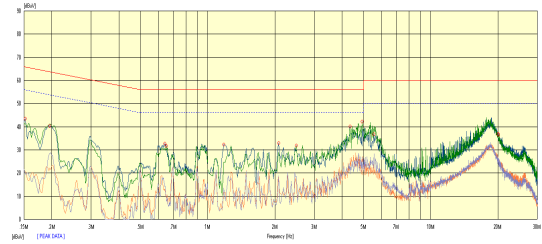
한편, 일반적으로 사용되고 있는 기존 토로이달형 초크와 제안 구조를 적용하여 설계된 초크의 EMI와 소음 측정을 통해 제안 초크의 타당성을 검증했다. 실험에 사용된 소자는 자화 인덕턴스 11mH, 누설인덕턴스 70uH의 토로이달형 초크와 동일한 자화 인덕턴스, 누설인덕턴스 100uH로 설계된 제안 초크이며, 46인치 LED TV(150W급)에 적용하여 테스트하였다.

다음 그림 4는 입력 전압 110V일 때의 전도성 전파 EMI 측정 결과이다. 제안 초크를 삽입한 경우 토로이달 초크 대비 전대역에서 레벨이 감소되었으며, 10MHz이상의 고주파대역에서도 감쇠 특성 우수함을 확인할 수 있다. 이는, 토로이달 코어의 경우에 제안된 UU형 초크에 비해 1, 2차측 권선 간의 이격거리가 짧아서 1, 2차측 간의 방사성 노이즈의 커플링이 많기 때문으로 추정된다.

다음 그림 5는 적용 모델의 금속덮개를 체결 후 소음 측정 결과이며, 제안 초크의 누설 자속량이 금속덮개와 자계결합을 일으킬 만큼 크지 않기 때문에 기존 토로이달 초크와 거의 동등한 수준을 확인할 수 있었다.



(a) 토로이달 초크 삽입



(b) 제안 누설 인덕턴스 가변형 초크 삽입

그림 4 입력 전압 110V일 때의 EMI 측정 결과

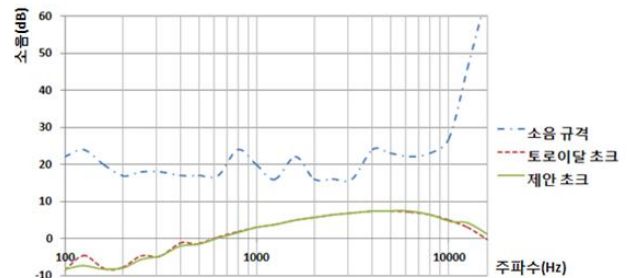


그림 5 토로이달 초크와 제안 초크의 소음 측정 결과

4. 결론

본 논문에서는 공통모드 노이즈뿐만 아니라 차동모드 노이즈의 감쇠에도 효과가 우수한 누설 인덕턴스 가변형 공통모드 초크를 제안하였다. 제안한 초크는 각각의 코어 다리에 권선되는 1차측과 2차측의 권선 비를 조절하여 자화 인덕턴스는 유지하면서, 누설 인덕턴스를 가변 가능한 구조이다. 이를 통해 금속덮개 체결 시 초크의 누설 자속과 금속덮개간의 자계간섭으로 발생하는 감성 소음 문제를 개선 가능하다. 본 논문에서 제안한 기법을 적용하여 공통모드 초크를 설계한 결과 145uH부터 318uH까지 누설 인덕턴스를 가변 가능하였다. 또한 제안 초크와 기존의 토로이달형 공통모드 초크를 각각 적용하여 EMI 및 소음 측정을 통해 비교분석한 결과 제안 초크의 타당성을 검증하였다.

본 연구는 삼성전기(주)의 연구비 지원과 지식경제부 및 정보통신 연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구 결과로 수행되었음 (NIPA 2011 C1090 1121 0005)

참고 문헌

- [1] Fu Yuan Shih and etc., "A Procedure for Designing EMI Filters for AC Line Applications", Proceedings of the IEEE, VOL. 11, NO. 1, JANUARY 1996
- [2] Yong Chae Jung, "노이즈 분리 기법을 이용한 전도EMI 필터의 모델링 및 설계 알고리즘", 전력전자학회 논문지, 제 9권, 제3호, pp260 266, 2004