

# 국부적 자속포화현상을 이용한 코어 공극 추가 증가 모델링에 대한 연구

김정훈, 박성미, 이상훈\*, 양승학\*\*, 박성준

전남대학교, 승강기대학교\*, 호남대학교\*\*

## Study of the Equivalent Modeling of Core Adding Air-gap using the Partial Flux Saturation Phenomenon

Jeong Hun Kim, Seong Mi Park, Sang Hun Lee\*, Seung Hak Yang\*\*, Sung Jun Park  
Chonnam National University, Elevator University\*, Honam University\*\*

### ABSTRACT

본 논문은 변압기나 리액터의 코어에서 국부적 자속포화 현상을 이용하여 코어에 공극(Air Gap)을 추가하는 효과와 동일한 효과를 거두는 것은 물론 자속포화를 일으키는 전류를 제어함으로써 주코일의 자속이 자속 포화 곡선상에서 선형영역과 비선형영역을 모두 포괄하여 제어할 수 있도록 함을 목적으로 한다. 제안하는 기술적 사상의 효과 및 타당성은 간단한 실험을 통해 증명하였다.

### 1. 서론

본 논문은 포화자속 현상을 이용하여 기존의 공극설계와 같은 효과를 얻을 뿐만 아니라 리액터 및 변압기에서는 자기저항, 자기 인덕턴스값을 제어할 수 있고 또 커플링 변압기에서는 같은 원리에 의해 상호인덕턴스 혹은 결합계수 값을 제어할 수 있는 장치 및 기술적 사상에 관한 것으로서 그 효과에 대해서는 실제 실험을 통해 검증하였다.

### 2. 본론

#### 2.1 절 자속포화현상과 공극추가에 의의

인덕터의 코어에 공극을 설계하면 에너지의 대부분은 공극 부분에 축적된다. 인덕터에 축적되는 에너지를 고찰하여 보면 자성체에 축적되는 에너지와 공극에 축적되는 에너지의 합이 된다..

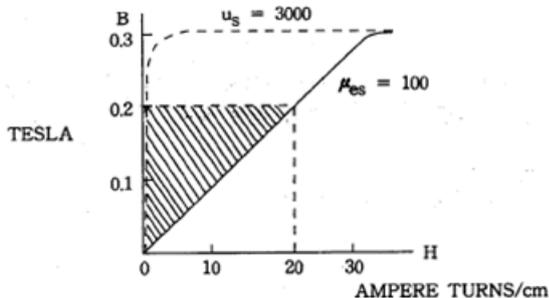


그림 1 공극이 있는 자성체의 B - H 곡선  
Fig. 1 Core with Air Gap B-H Graph

상기 그림 1에서 보면 원편의 점선이 공극이 없는 자성체만의 B H 곡선이고, 이 자성체의 비투자율은 자속밀도가 0.1 Tesla 일 때 3000정도인 재질이다. 이 B H 특성은 매우 비선형이고 포화 자속밀도는 온도 100 C° 일 때 0.3 Tesla이다. 오른쪽의 선형에 가까운 직선은 공극길이를 전자장로의 1/100 로 한 실효 비투자율  $\mu_{es} = 100$ 인 B H 곡선이다.

어떤 동작점에서의 축적되는 에너지는 그림의 빗금 친 부분의 면적이 된다. 그림에서 보면 공극이 없는 자성체에 축적되는 에너지는 매우 적다는 것을 알 수 있다. 이것은 자성체의 투자율이 매우 높아 자성체 내부의 자계가 매우 적기 때문이다. 트랜스포머에서는 패러데이 법칙에 의해 역기전압이 유지되기 위한 여자전류 성분을 제외하고는 모든 권선의 기자력의 합은 0이므로 에너지를 축적할 필요가 없고, 여자전류를 최대한 줄여야 하므로 점선으로 표시된 B H 곡선이 일반적인 트랜스포머에는 적합하나 Flyback 트랜스포머나 인덕터 등에는 적합하지 않다. 그 이유는 작은 자계에서도 포화됨에 따라 에너지를 축적할 수 없기 때문이다. Flyback 트랜스포머나 필터 인덕터를 설계할 때는 공극을 설계해야 하기 때문에 최적설계를 하는 것은 보통의 트랜스포머보다 어렵다. 공극이 있는 인덕터의 설계가 어려운 이유는 공극의 길이와 권선수, 인덕턴스, 직류중첩 특성 간에 서로 모순점이 있기 때문이다. 여러 가지 상반되는 조건에서 최적의 공극을 결정하기 위해서는 많은 경험과 시행착오가 필요하다.

따라서 공극 설계를 하기 보다는 본 논문에서 제안하는 것과 같이 자속포화현상을 이용하여 마치 공극을 설계한 것과 같은 효과를 얻을 수 있고 또 그 크기 및 양을 유동적으로 제어할 수 있다면 이를 마다할 이유는 없을 것이다.

#### 2.2절 국부적 자속포화현상 기작 설명

자기저항이나 L값을 변화시키려는 주코어의 일부에 부속코어를 기본적인 개념도인 그림 2와 같이 장착하고 주코어의 자속과 같은 방향으로 부속코어의 자속이 흐를 수 있도록 부속코어의 코일에 직류성분을 인가한다. 이로써 주코어의 일부에 자속포화현상이 발생하고 결과적으로 주코어 자속의 양을 조절할 수 있게 된다.

이렇게 하면 주코어 자속의 양은 전류에 의한 쇄교자속의 수에 대한 그래프의 선형영역과 비선형영역 모두에서 제어가 가능해진다.

그림 3은 부속코어의 위치를 변형시킨 경우로서 주코어에서

의 자속포화현상을 일으키는 로케이션의 크기를 줄이는 효과가 있다.

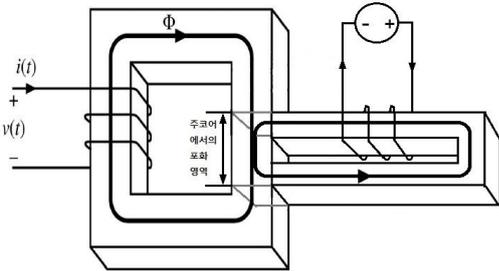


그림 2 기본적인 개념도  
Fig. 2 Basic Concept Diagram

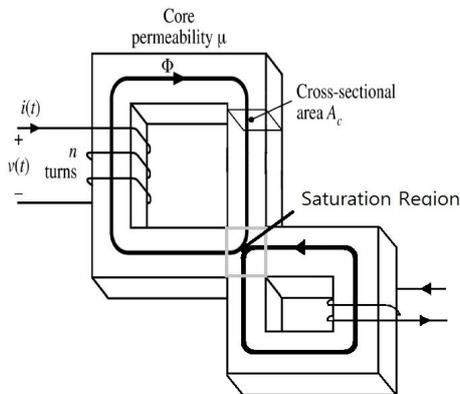


그림 3 위치가 수정된 보조 코어  
Fig. 3 Location Modified Ancillary Core

### 1.3 절 커플링 변압기에서의 사용

그림 4와 같이 커플링 변압기에서 중간 자로에 1.2절에서 설명한 바와 같이 똑같은 원리로 자속포화현상을 이용하게 되면 결합계수 혹은 상호인덕턴스를 임의적으로 제어할 수 있게 된다.

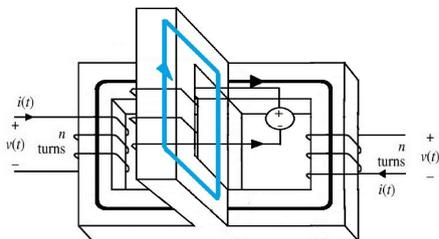


그림 4 커플링 변압기에서의 사용  
Fig. 4 Application in Coupling transformer

## 3. 실험 및 그 결과

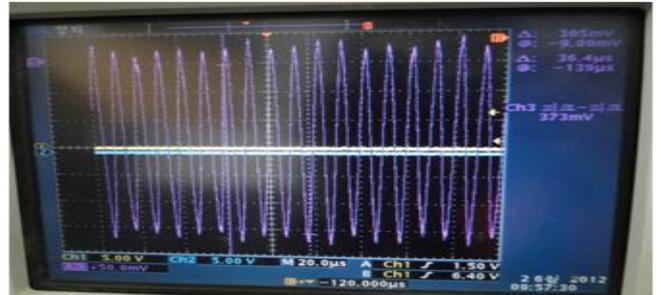
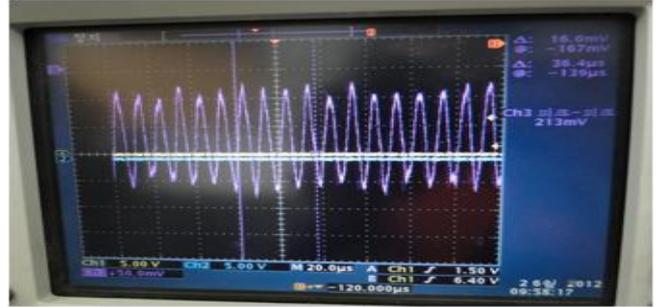
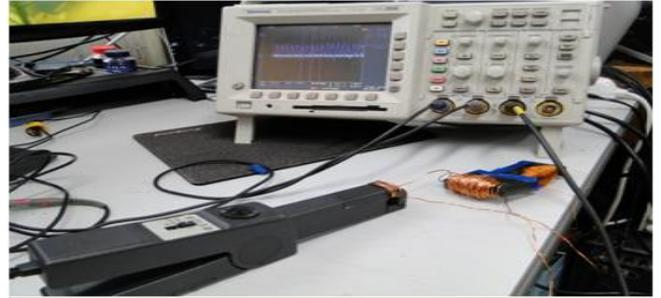


그림 5 실험 및 그 파형  
Fig. 5 Experiment & Wave Pattern

그림 5에서 주코어에는 평선제너레이터의 파형을 입력한 것인데 가운데 그림은 보조코어에 직류가 인가되지 않은 파형이고 세 번째 그림은 보조코어에 직류를 흘려 주코어 일부를 포화시킨 상태의 파형이다. 그림에서 알 수 있듯이 주코어의 전류가 상당한 폭으로 변화됨을 알 수 있었다.

## 4. 결론

본 논문에서 제안하는 기술적 사상은 전력전자의 PCS(Power Conditioning System) 분야에서 DC/DC컨버터, 인버터등 전류원으로 쓰이는 각종 리액터에 활용되고 또 변압기 특성(전류, 전압, 효율, 자속의 흐름, 자기인덕턴스, 상호인덕턴스, 결합계수)을 가변하고자 하는 영역에서 활용될 것으로 예상된다.

## 참고 문헌

[1] D. Mahinda Vilathgamuwa, H. M Wijekoon, "Control and Analysis of a New Dynamic Voltage Resotrer Circuit Topology for Mitigating Long Duration Voltage Sags, " Industry Applications Conference, 2002, 37th ISA Annual Meeting. Conference Record of the , Volume: 2, 13 18 Oct. 2002/ pp.1105 1112.