

리액터 포화 검출시스템

배정환*, 백보현*, 원충연**
(주)큐아이티*, 성균관대학교**

Flux saturation detector for Reactor

Joung-Hwan BAE*, Bo-Hyun Baik*, Chung-Yuen Won**
QIT co., ltd.*, SungKyunKwan University**

ABSTRACT

전기전자 기술발달에 따라 여러 가지 형태의 전기전자 부품이 많이 사용되고 있다. 이러한 전기전자 부품은 트랜지스터, Op Amp 등의 능동소자와 저항, 캐패시터, 리액터 등의 수동소자로 구분할 수 있다. 능동소자의 경우에는 사용용도에 따라 대부분 제조사에서 명확한 사양을 제공하지만, 수동소자의 경우는 명확한 사양을 제공하지 못하는 부품들도 있다. 정격범위를 명확히 제시하지 못하는 소자에 대표적으로 리액터가 있으며, 경우에 따라 정격에 미달하는 수준의 제품도 유통되고 있는 실정이다.

본 논문은 리액터 설계사양에 해당하는 철심의 자속밀도에 대한 실제 제품의 자속밀도포화 여부를 확인할 수 있는 기기의 동작설명과 그 실험결과를 제시한다.

1. 서론

전기전자 분야에 있어 수동소자는 매우 중요한 역할을 하고 있다. 대표적인 수동소자로서 저항, 리액터, 캐패시터 등이 있으며, 이들은 많은 전기전자 분야에서 적용되고 있다.

수동소자 중 저항은 주로 전류를 제한하거나 발열원 등으로 활용하고 있고, 캐패시터는 Filter, 전압에너지 저장, 진상전류제어 등에 응용하고, 리액터는 Filter 전류에너지 저장, 지상제어전류 등에 적용하고 있다. 이러한 수동소자 중 캐패시터는 대형 제조사가 있어 제품의 수요에 따라 정형화된 방법으로 제조하여 명확한 사양과 함께 수요자에게 공급하고 있다. 저항의 경우 캐패시터처럼 대형 제조사가 많지는 않으나 사용자의 제품에 대한 이해와 시험기준이 명확하게 되어있어 상용제품을 활용해도 문제점이 크게 발생하지 않는다. 그러나 리액터의 경우는 대표적인 수동소자임에도 불구하고 대형 제조사보다 중소기업들이 제작, 수요자에게 공급하고 있는 실정이다. 이러한 리액터는 적용대상 제품의 용도에 따라 시험방법, 제작방법이 달라지기 때문에 표준화된 제품을 활용하기가 매우 어려운 구조로 되어 있어 수요자들은 주문사양으로 공급받고 있다. 주문에 의해 생산된 리액터는 공급자에 의해 충분히 검증된 상황에서 수요자에게 공급되어야 하나, 중소기업규모에서 검증할 수 있는 방법이 제한적이기 때문에 제품의 성능기준을 확인하지 못하고 리액터를 수요자에 공급하는 경우가 종종 발생한다.

본 논문에서는 리액터 검증의 주요사양인 자속밀도에 대한 자속밀도 포화 검출시스템의 동작원리를 소개하고, 실험결과를

공유한다.

2. 리액터 포화 검출시스템

2.1 리액터포화

교류 회로에 적용하는 리액터의 자속세기(H)과 자속밀도(B)의 관계는 식(1)로 정의된다. 그러나 이러한 수식은 자속세기에 대한 자속밀도의 관계가 선형성이 보장되는 영역에 국한되는 수식이다. 자속세기에 대한 자속밀도의 포화영역이상(Flux saturation start point)에서는 선형성이 보장되지 않는다.

$$B = \mu H \quad (1)$$

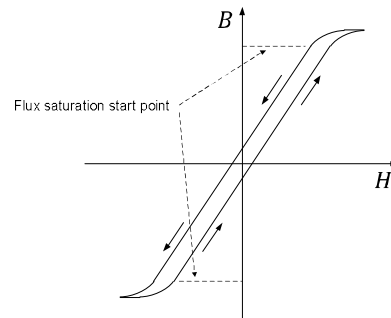


그림 1. 자속세기(H)와 자속밀도(B)와의 관계

리액터의 철심포화가 발생하는 자속세기 영역이상에서는 리액터의 철심으로 흘러야 하는 Flux가 철심 외부로 흐르게 되어 리액터의 임피던스의 변곡점이 발생하게 된다.

2.2 리액터포화 검출 시스템의 구성

리액터 자속포화점을 검출하는 시스템의 Block diagram은 그림 2.와 같다. 시스템의 구성은 전압과 주파수를 독립적으로 조절할 수 있는 인버터, 인버터의 출력을 순수 정현파로 만드는 Sine filter, Step down Transformer, 피검사 리액터로 공급되는 전압, 전류 검출기, FFT(Fast Fourier Transform)와 전체 시퀀스를 담당하는 Controller, PC 등으로 구성된다. Controller는 피검사 리액터 전압과 전류 Feedback 으로 FFT를 통해 THD(Total Harmonic

Distortions) 값을 계산하도록 구현한다. PC는 계산된 결과를 저장, 분석하는 기능을 갖는다.

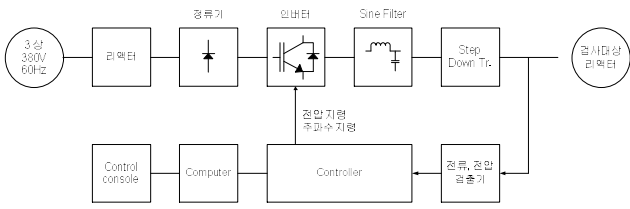


그림 2. 리액터 포화 검출시스템 Block diagram

1.3 리액터 포화 검출시스템 알고리즘

리액터 포화를 검출하는 알고리즘은 그림 3과 같다. 전압과 주파수의 독립제어가 가능한 인버터로 피검사 리액터에 설정된 주파수로 전압을 점차적으로 증가시키며 전류를 측정한다. 측정된 전류로 Controller의 FFT를 통해 THD를 계산한다. 리액터의 자속포화점 이전의 리액터 전류는 고조파 함유율이 매우 낮은 정상적인 정현파가 관찰되지만, 리액터가 자속포화점에 도달하게 되면 정현파에 고조파 함유율이 높게 계산되며, 리액터 포화점 도달여부는 계산된 고조파전류의 양으로 포화점 도달 여부를 판정한다.

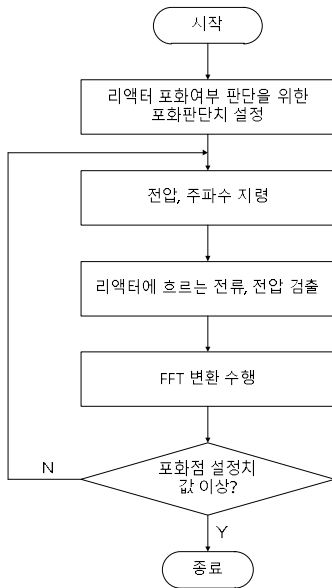


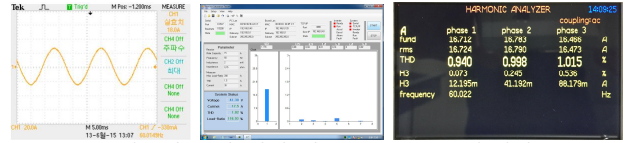
그림 3. 리액터 포화 검출 알고리즘

1.3 실험 결과

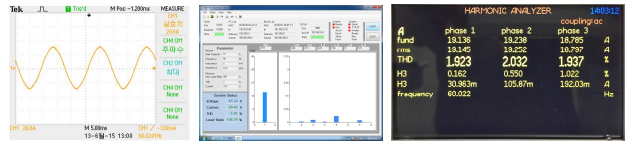
리액터포화 검출시스템 검증을 위해 시험환경을 구축하고, 실험진행을 위한 피검사 리액터는 High flux core를 활용한 3상 15A급으로 선정하였다. 선행실험으로 실험대상 리액터는 125%에서 포화됨을 확인하고 실험 진행하였다.

그림 4는 리액터 포화 실험결과로서 피검사 리액터에 흐르는 전류, 리액터 포화 검출시스템용 control console 작화 화면과 Power Meter에서 측정된 결과값을 a)포화 전, b)포화직후, c)포화 진전상태로 구분된 측정자료이다.

사전시험에서 리액터가 포화시점부터 고조파 함유 율이 증가함을 확인하였다.



a)리액터 포화 직전 전류, FFT, THD 측정값



b)리액터 포화 직후 전류, FFT, THD 측정값



c)리액터 포화 진전상태 전류, FFT, THD 측정값

그림 4. 포화 전류 Data

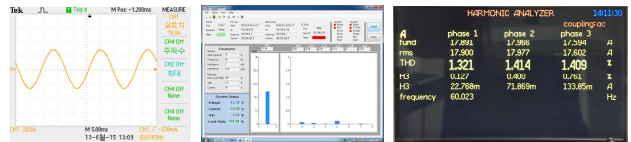


그림 5. 포화 검출장치 검출상태 파형

실험을 위해 리액터의 포화검출 고조파 함유율 설정 값은 1.5%로 실험하였다. 그림 5는 측정된 결과로서 피검사 리액터의 자속 포화점을 주파수60Hz 정격전류대비 125%에서 정상적으로 검출함을 확인할 수 있었다.

리액터 포화 검출시스템의 실험결과로 사용자의 리액터가 특정주파수대역의 정격전류대비 어느 정도에서 자속 포화가 발생하는지 확인이 가능했다.

3. 결론

본 논문에서는 리액터의 자속 포화를 검출하는 시스템의 구성과 알고리즘을 소개하고 실험에 대한 결과를 공유하였다. 향후, 리액터 포화 검출시스템의 성능개선을 위한 연구를 할 계획이다.

참고 문헌

- [1] Burke, P.; Dewan, S.; Tenody, E., "A unique power inductor tester", Magnetics, IEEE Transactions on Vol.19, Issue 5, p2073 ~ 2075, 1983
- [2] Li Hua; Lin Fu-chang; Gui Zhong, "Model test for harmonic characteristics of converter transformer under DC bias", Electrical Machines and Systems, 2008. ICEMS 2008. International conference on, 2008, Page(s):4436 - 4439
- [3] Alex Van den Bossche, Vencislav Cekov Valchev, "Inductors and Transformers for Power electronics", Taylor & Francis