

인덕터의 특성분석을 위한 전력변환장치 개발

조철현¹, 이율재², 박성준¹
전남대학교 전기공학과¹, 신미래그린테크²

power conversion devices developed for the characterization of the inductor

Chul Hyun Jo¹, Yul Jae Lee², Sung Jun Park¹
Chonnam National University¹, New Future Green Tech²

ABSTRACT

대용량 전력변환기에서 필터로 사용되는 인덕터의 특성은 전력변환 효율 및 전력 품질에 결정적인 역할을 하는 매우 중요한 수동소자이다. 따라서 PWM 방식의 대용량 전력변환장치에서 특성이 좋은 인덕터를 사용하는 것은 매우 중요하다. 이러한 인덕터의 특성을 분석하기 위해서는 인덕터의 자기적 포화를 관찰하기 위한 펄스전압에 의한 전류특성을 분석하는 방식과 DC 중첩 특성을 사용하여 전류리플에 따른 인덕터의 특성 분석 방식을 사용한다. 따라서 본 연구에서는 이러한 특성을 분석하기 위해서 펄스전압 및 DC 중첩을 발생시킬 수 있는 장비를 제작하고 이를 분석할 수 있는 장치를 개발하였다.

1. 서론

인덕터는 전력변환 및 DC필터 등에 많이 사용되고 있는 대표적인 수동소자이다. PWM 방식의 전력변환장치에서 특성이 좋은 인덕터를 사용해야 전력변환 효율 및 리플이 적은 품질 좋은 전력을 얻는다. 따라서 인덕터의 품질을 알 수 있으면 설계하는 전력변환장치의 특성을 알 수 있어서 좀 더 최적의 설계를 할 수 있게 된다. 이러한 중요한 수동 소자인 인덕터에 대한 특성에 대해 잘 알 수가 없어서 경험에 의존하거나 기존에 사용하던 제품을 사용하게 되는데 이러한 것을 본 장치를 사용하여 인덕터의 특성을 파악하여 운전조건에 맞는 최적의 전력변환장치의 제작에 기여할 수 있을 것이다.

본 논문에서는 단상의 전력변환장치뿐만 아니라 3상의 대용량 전력변환 장치에서도 사용되는 인덕터를 한번에 측정할 수 있도록 하였다. 설계한 PWM 전력변환장치의 정격에 맞게 인덕터를 설계하고 그 설계에 사용될 인덕터가 실제로 제 역할을 하는지 본 장치에서 스위칭 주파수, 정격전류, 리플전류 등을 고려하여 펄스전압 및 DC 중첩을 발생시킬 수 있고 이를 분석할 수 있는 시스템을 탑재하였다. 측정된 데이터를 저장하여 누적된 데이터를 분석하여 인덕터의 특성 분석을 할 수 있다.

본 논문에서 제안하는 장치의 시제품을 제작하는데 3상 대용량 전력변환에 사용되는 3상 인덕터를 측정하기 위해서 3상 펄스를 발생시킬 수 있는 부품을 탑재하여 유용성과 간편성을 검증한다.

2. 시스템 개발

2.1 인덕터 테스트의 구성

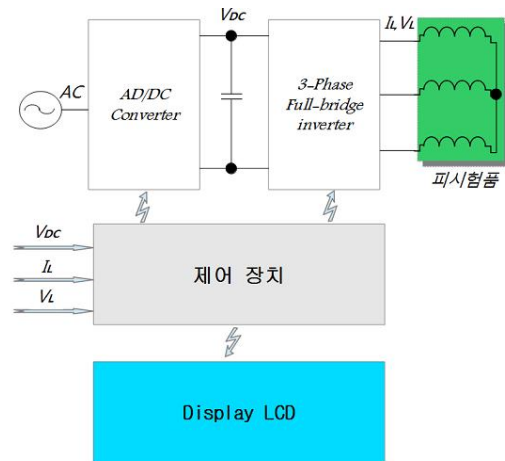


그림 1 인덕터 테스터 구성도
Fig. 1 A inductor Tester equipment

그림 1은 본 논문에서 개발한 3 Phase Full bridge inverter로 PWM용 인덕터 테스터의 구성도이다. 전원 구성은 AC단상을 받아서 구동용 DC link 전압을 발생시키는 AC/DC 컨버터와 피시험품인 인덕터 전류를 제어하는 3 Phase Full bridge inverter로 구성되어 있다. 제어장치는 DC link 전압과 3 Phase Full bridge inverter에서 발생하는 전압과 전류를 측정하는 센서와 DSP보드 및 인덕터 전류를 PWM으로 제어하는 부분으로 구성되어 있다. 제어장치와 연결된 키입력 보드에서 LCD display를 통해 PWM 스위칭주파수, 정격주파수, 정격전류, 정격전압 등을 입력하고 이에 동작하는 중에 인덕터의 리플전류, 소비전력 등을 측정하여 이를 통해 인덕터의 전류별 DC중첩특성 등을 계산하여 표시한다.

2.2 인덕터 테스터의 구현

인덕터 테스터는 입력에 필수적인 내용인 스위칭 주파수, 정격주파수, 정격전류, 정격전압 등을 세팅하면 자동으로 정격전류까지 순차적으로 전류를 변경하면서 측정하여 측정값을 누적한다. 따라서 인덕턴스와 리플 전류 값을 측정 완료 후에 표시하여 그 특성을 알 수 있도록 한다.

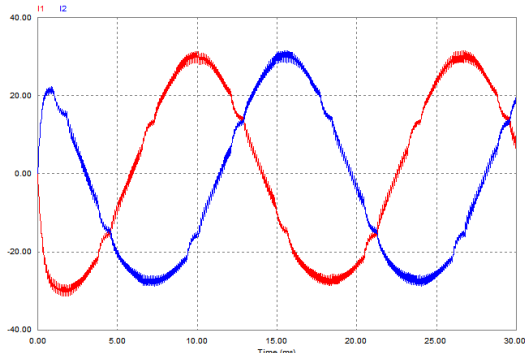


그림 2 인덕터 테스터 DC-link 전류
Fig. 2 A inductor Tester DC-link current

그림2는 PSIM으로 시뮬레이션을 수행한 300V에 1mH X 3의 인덕터에 전류를 흘렸을 때 파형이며, 리플 전류가 표시되어 있다.

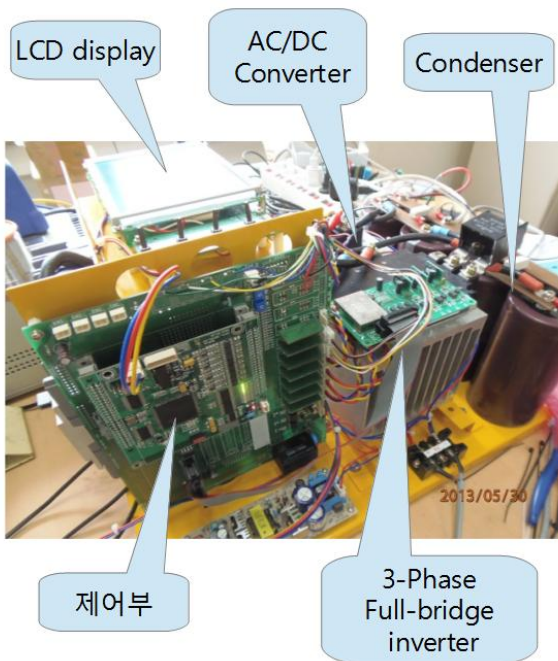


그림 3 인덕터 테스터 시제품
Fig. 3 Proto type of a inductor Tester

그림3는 시험용으로 제작 된 제품으로 그 구조에 따른 부품들에 대해 알려주고 있다. 제어부에서 사용된 32bit DSP와 3상 발생용 Full bridge IGBT등으로 이루어져 있다.

2.3 인덕터 테스터의 사양

표 1 시스템 사양
Table 1 The system parameters

입력 전압	단상 220	V
DC link 전압	0~350	V
리플 전류	1~100	A
스위칭 주파수	2.2~40	KHz
시험 주파수	30~100	Hz
시험 전압	0~350	V
기능	포화전류측정, 리플전류 가변 측정데이터 저장, 단일 인덕터로 측정가능	

2.4 인덕터 테스터의 시험결과

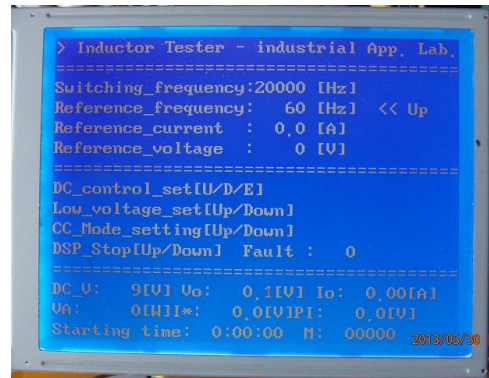


그림 4 인덕터 테스터 LCD 화면
Fig. 4 A inductor Tester LCD display screen

인덕터 테스터는 그림4의 보편 사양에 있는 내용들이 입력 가능하도록 만들어져 있다. 피시험품의 사양에 맞게 시험내용을 입력한 후에 테스트를 시작하면 화면 하단에 중간 과정들이 표시되게 된다. 완료 후에 테스트 된 결과가 화면에 표시된다. 표시된 내용에 PWM인버터에서 최대 사용가능한 전류 용량 및 기타 사항들이 표시된다.

본 논문에서는 PWM 대용량 전력변환기에서 중요한 부품 중 하나인 인덕터의 전기적인 특성을 쉽게 파악하고자 인덕터 테스터를 설계하고 시제품 제작을 하였다. 인덕터의 사용에 따라 단상 또는 3상 인덕터를 한번에 측정할 수 있으며, 사용 조건에 따라서 스위칭 주파수, 정격 전류 등을 입력 받아서 측정되는 값으로 피시험품의 DC중첩특성 등을 파악하여 대용량 인버터의 특성을 파악 할 수 있어서 PWM 대용량 전력변환기의 설계에 도움이 될 것이다.

이 논문은 신미래그린텍의 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

참 고 문 헌

- [1] Burke, P.E. ; Dewan, S.B. ; Tenody, E., "A unique power inductor tester", Magnetics, IEEE Transactions on Vol.19, Issue 5, P,2073-2075, 1983
- [2] Kwanryol Kim ; Shimizu, T. ; Takano, K. ; Ishii, H. "Dynamic iron loss measurement method for an AC filter inductor on a PWM inverter", Power Electronics and Applications, 2007 European Conference on. IEEE, 2007.p.1 9.
- [3] Mattavelli, P., "Digital control of DC DC boost converters with inductor current estimation", In: Applied Power Electronics Conference and Exposition, 2004. APEC'04. Nineteenth Annual IEEE. IEEE, 2004.P.74 80.
- [4] 이종필, 이경준, 신동철, 김태진, 유동욱, 유지윤., "DC중첩 특성 분석이 가능한 PWM 컨버터용 인덕터 시험장치", 전력전자학회 학술대회 논문집, P95 96, 2012