

100MVA STATCOM IGCT GDU 전원공급장치(HFI) 실증

한영성*, 정정주*, 최종윤**, 박용희**, 서인영**, 유현호**, 김대희**
한양대*, (주)효성**

Performance Verification of IGCT GDU Power Supply System(HFI) for 100MVA STATCOM

Youngseong Han*, Chungchoo Chung*, Jongyun Choi**, Yonghee Park**, Inyoung Suh**, Hyunho Yoo**, Daehee Kim**
Hanyang University*, Hyosung Corporation**,

Abstract - 한전 전력연구원이 주관하고 (주)효성이 참여하는 협동연구 과제로 100MVA STATCOM(Static Compensator)개발이 수행 중에 있다. 100MVA STATCOM의 반도체 스위칭 소자로는 IGCT(Integrated Gate Commutated Thyristor)를 사용하고 있으며 IGCT GDU(Gate Drive Unit)의 전원공급용으로 HFI(High Frequency Inverter)를 사용한다. 본 논문에서는 설계 및 제작된 HFI를 실제 인버터 IGCT GDU전원 공급용으로 적용하여 확인한 성능에 대하여 기술하고 있다.

1. 서 론

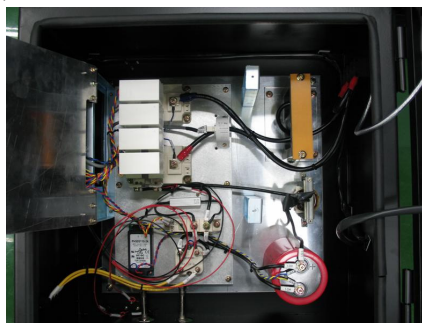
FACTS기술은 전력조류 및 계통안정도와 관련된 파라미터를 고속 정밀하게 제어하여 계통안정도 향상과 전력조류의 효율적 제어를 통해 전력수송능력과 계통 설비 이용률을 향상시킬 수 있는 신기술로서 대용량 전력전자 기술과 제어이론을 전력계통에 유연성을 불어 넣는 새로운 개념의 전력시스템 기술이다. FACTS 기기 중 STATCOM은 병렬보상장치로 실시간으로 무효전력을 제어하여 전압안정도 향상 및 계통의 혼잡 비용 저감 등의 효과를 볼 수 있다[1]. (주)효성과 전력연구원이 개발 중인 345kV 100MVA STATCOM시스템은 IGCT소자 8개를 직렬로 접속하여 하나의 스위치 밸브를 구성하게 된다. 이러한 고압, 대전류 반도체 소자의 게이트 구동 회로는 고압의 주 회로와 절연되지 않은 경우가 일반적이므로, 게이트 구동용 전원은 충분한 절연 내력을 확보하여야 한다. 이러한 문제를 해결하는 방법 중의 하나는 고주파 인버터와 고압 케이블이 관통하는 전류 입력형 변압기를 이용하는 것이다. 본 논문에서는 IGCT GDU 전원공급용 고주파 전류 순환식 인버터(HFI)와 고주파 전류 입력형 변압기를 실제 인버터 폴에 적용한 성능분석에 대하여 기술하고 있다.

2. 본 론

2.1 HFI 시스템 주요구성 기기

2.1.1 IGBT 인버터 Stack

16.7MVA 인버터 폴의 32개의 IGCT GDU와 1개의 PMS(Pole Management System)에 전원을 공급하는 HFI의 용량은 7.5kVA이고 DC120V의 입력을 가지는 단상 폴 브리지 전압원 인버터로 구성되어 있다. 인버터의 출력전압은 구형파이고 전류는 출력인덕턴스에 의해 삼각파이며 200A_{peak}가 되도록 제어된다. 그림 1은 IGBT 인버터 Stack을 나타내고 있다.



〈그림 1〉 IGBT 인버터 Stack

2.1.2 제어회로

HFI의 제어회로는 아날로그로 구성된다. HFI 출력전류는 제어회로의 입력이 되며 전류피크 제한부, 주파수 검출부, 전류 극성 검출부를 통해 PLD로 입력되며 PLD의 출력이 Gate Drive와 연결되어 IGBT를 스위칭하게 된다. 그림 2는 HFI의 제어보드를 보여준다.



〈그림 2〉 HFI 제어보드

2.1.3 CT형 고주파 변압기

CT형 고주파 변압기는 HFI 출력케이블에 연결되며 권선수에 비례하는 전압을 2차측에 유기시켜 IGCT GDU 전원으로 변환시키는 기능을 한다. CT형 고주파 변압기의 철심은 공극(Air Gap, 크기 1mm)부 환형 페라이트이며 총 9회의 권선수를 만족하도록 제작되며 끝으로 몰딩 처리하여 제작완료 하게 된다. 그림 3은 제작된 CT형 고주파변압기를 보여주고 있다.

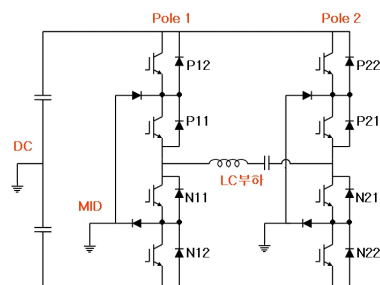


〈그림 3〉 CT형 고주파 변압기

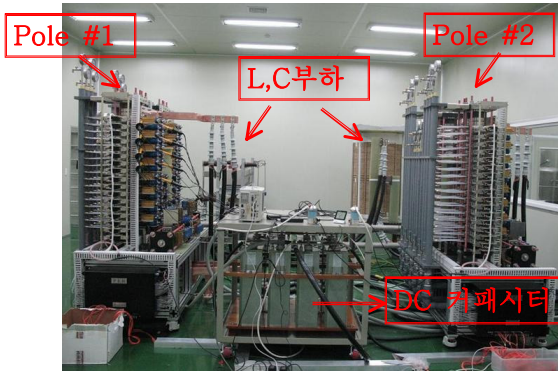
2.2 HFI 실증시험

2.2.1 인버터 Pole 시험

HFI와 고주파변압기는 345kV 100MVA STATCOM 인버터에 적용되며 하나의 인버터 폴은 16.7MVA의 용량을 가진다. HFI를 적용할 인버터 시험은 폴 2개와 LC 부하를 H-bridge로 구성하여 정격전압 및 전류시험을 하게 된다. 그림 4는 H-bridge 회로 구성도를 나타내며 그림 5는 H-bridge 시험장치를 보여주고 있다[2].



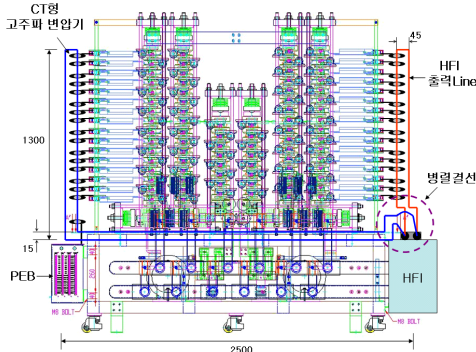
〈그림 4〉 H-bridge 회로 구성도



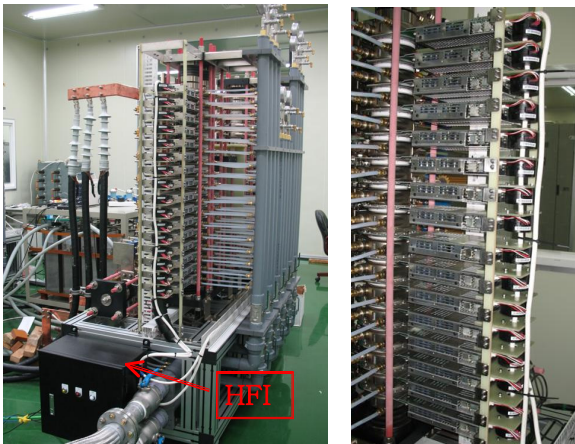
〈그림 5〉 H-bridge 시험 구성도

2.2.2 HFI 결선

HFI는 인버터 폴 옆면 하부 프레임에 장착되어 IGCT GDU와 PMS에 전원을 공급하게 되며 H-bridge 시험에서 실증시험을 하게 된다. 그림 6 과 7은 HFI 출력결선도와 인버터 폴 옆면에 부착된 HFI 및 CT형 고주파 변압기를 보여준다.



〈그림 5〉 HFI 출력결선 구성도



〈그림 6〉 HFI 결선

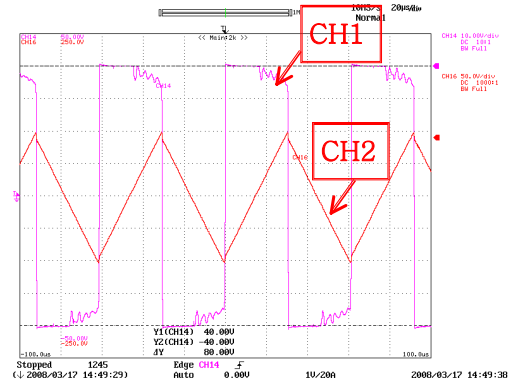
HFI는 2개의 병렬 출력회로를 가지게 되므로 각 회로의 인덕턴스를 측정하여 인덕턴스를 차이를 없애야 100Apeak의 크기를 갖는 전류를 각 회로에 흘릴 수 있다. 표 1은 각 회로의 인덕턴스를 측정된 값이다.

〈표 1〉 HFI 출력회로 별 통합 인덕턴스

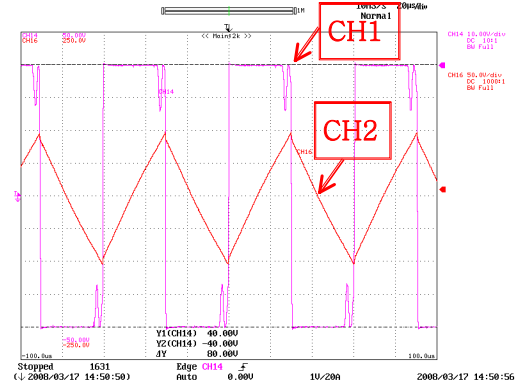
항목	통합인덕턴스
출력 케이블 짧은 구간	8.52 [uH]
출력 케이블 긴 구간	10.13 [uH]

두 구간의 인덕턴스 차이가 1.61uH이므로 고주파 변압기(0.44uH/개당)4개를 짧은 구간에 삽입하면 두 구간의 인덕턴스를 근소하게 맞출 수 있다.

2.2.3 HFI 시험결과



(a)



(b)

CH1 : 고주파변압기 2차측 전압 (10V/div)
CH2 : HFI 출력전류 (50A/div)

〈그림 7〉 HFI 출력전류 및 고주파 변압기 2차측 전압

그림 7은 인버터 H-bridge 시험 시 HFI 출력전류와 고주파 변압기 2차측 전압(IGCT GDU 입력전압) 파형을 나타내고 있다. (a)는 출력케이블이 짧은 회로이며 (b)는 출력케이블이 긴 회로이다. HFI의 DC 입력전압은 120V이며 파형에서 확인 할 수 있듯이 각 회로의 HFI 출력전류는 100A_{peak}이고 고주파변압기 2차측 전압은 40V임을 알 수 있다. 이는 IGCT GDU 입력전압범위 28~40V를 만족시킨다.

3. 결 론

본 논문은 345kV 100MVA STATCOM에 사용되는 전력소자인 IGCT의 GDU 전원공급용 HFI 시스템 하드웨어의 주요 구성품과 인버터 B-bridge 시험에 실제 적용되어 실증한 내용에 대해서 기술하였다. H-bridge 시험은 DC10000V 이상, AC 출력전류 3000A_{peak}의 운전조건에서 수행되므로 급변 실증한 HFI가 충분한 성능을 가지고 있음을 확인할 수 있다. 또한 장시간 운전에 따른 신뢰성과 안정성을 시험하기 위한 Heat-run 시험에서도 그 성능을 확인하였다. HFI를 포함한 100MVA STATCOM은 2009년 미금전소에 설치되어 상용 운전 될 것이다.

[참 고 문 헌]

[1] N.G. Hingorani, "Flexible AC Transmission", IEEE SPECTRUM, PP 40-45, 1993
[2] Youngseong Han, Hyunho Yoo, A Test Facility for Large Scale Inverter Valve and Pole using Resonant Circuit, (ICPE'07 October 22-26, 2007, PD29)