

HVDC Valve Operational Test를 위한 STC 제어기 설계

송웅협, 백승택, 이육화, 정용호
LS 산전

STC Controller Design for HVDC Valve Operational Test

W.H. Song, S.T. Baek, W.H. Lee, Y.H. Chung
LS Industrial Systems

ABSTRACT

본 논문은 전류형 HVDC Valve Operational Test를 위하여 대전류원과 고전압 공진회로로 구성된 합성시험설비의 제어기와 운전 시퀀스를 제안하고 PSCAD 시뮬레이션을 통하여 타당성을 검증하였다.

1. 서론

최근 신재생에너지의 증가로 인하여 직류송전 시스템(HVDC Transmission System)이 큰 관심을 받고 있다. 직류송전시스템은 전력변환의 형태에 따라 크게 Thyristor를 기반으로 하는 전류원(LCC) 방식과 IGBT를 기반으로 하는 전압원(VSC) 방식으로 구분한다. 특히 전류원 방식은 다수의 Thyristor를 직렬로 연결한 사이리스터 밸브 모듈(Thyristor Valve Module)이 중요한 부분을 차지하고 있다. 이러한 사이리스터 밸브는 필드에 설치되기 전 실제 동작 조건과 동일한 조건에서 밸브 모듈의 정상동작을 확인하기 위한 Valve Operational Test가 필요하다.

STC(Synthetic Test Circuit)라 불리는 합성시험회로는 사이리스터 밸브 모듈의 실제 동작 조건과 동일한 전압/전류 스트레스를 인가하여 Valve Operational Test를 확인할 수 있는 설비로, 대전류 회로와 고전압 회로로 구성되어 시료 밸브에 전압/전류 스트레스를 인가한다.

본 논문에서는 합성시험회로의 동작 원리를 소개하고 이를 제어하기 위한 제어기 및 운전 시퀀스를 제안하였다. 제안한 제어기를 바탕으로 시뮬레이션으로 그 타당성을 검증하였다.

2. 합성시험 설비 동작 원리

2.1 회로 구성

그림 1은 합성시험 설비의 전체 회로를 나타낸다. 대전류원 회로는 6 pulse Back to Back 컨버터로 구성되어 있으며 시료 밸브 모듈을 도통시켜 전류 스트레스를 인가한다. 고전압원 회로는 고전압 설비와 공진회로로 구성되어 있으며 시료 밸브 모듈이 비도통시 공진을 이용하여 교류 전압 스트레스를 인가한다. 또한 임펄스성 전압에 대한 보호 동작 확인을 위하여 시료 밸브 모듈에 임펄스 발생기가 연결된다.

공진회로에 사용되는 사이리스터(V1~V5)는 밸브 모듈을

사용하며 게이트 드라이버의 전원은 외부에서 공급하여 초기 기동 시 필요한 전원을 안정적으로 공급한다. 또한 시료 밸브(Vt)에 병렬로 보조 밸브(V1)를 추가하여 시료 밸브의 초기 기동에 필요한 전원 공급이 가능하도록 하였다.

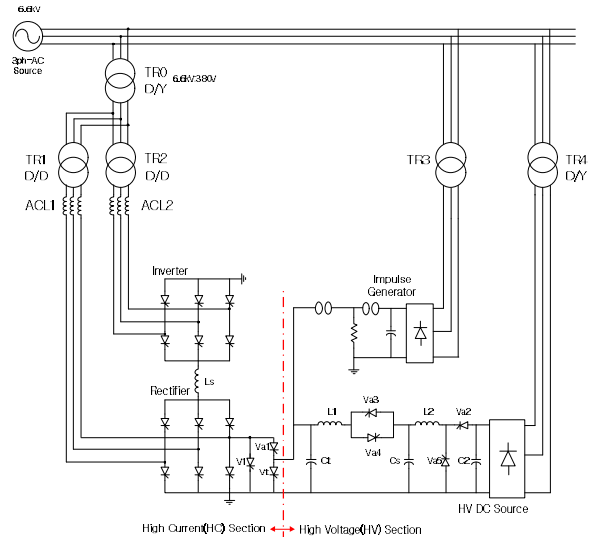


그림 1 합성시험 설비 단선도

합성시험 회로는 시료 밸브의 게이트 드라이버의 전원을 공급하기 위하여 초기 기동 시퀀스가 요구된다. 또한 시료 밸브에 병렬로 대전류원과 고전압원이 연결된 구조이므로 운전 모드 전환시 사고가 발생하지 않도록 정확한 동작 시퀀스가 요구된다.

2.2 제어기 설계

2.2.1 대전류원 제어 알고리즘

그림 2는 전류원 PLL 제어 블록 다이어그램이다.

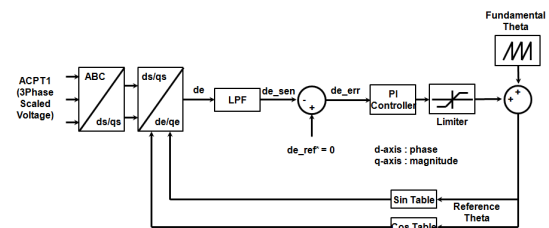


그림 2 6-pulse BtB converter PLL Diagram

그림 3은 6 pulse BtB converter의 DC 전류를 제어하기 위한 제어 블록 다이어그램을 나타낸다.

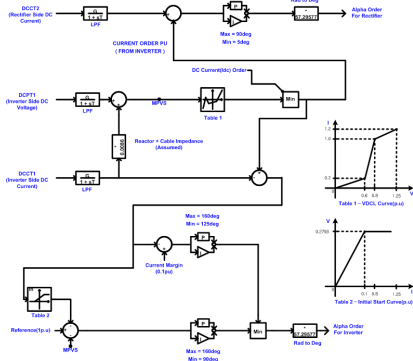


그림 3 6-pulse BtB converter control block diagram

2.2.2 고전압원 제어 알고리즘

그림 4는 고전압원 공진회로를 제어하기 위한 밸브 모듈 제어 블록 다이어그램을 나타낸다. 공진회로는 정해진 타이밍 시퀀스에 따라 제어하는 open loop 제어이다.

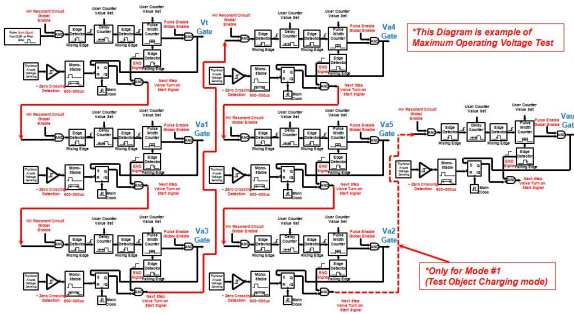


그림 4 Resonant circuit control block diagram

2.3 운전 시퀀스

그림 5는 합성시험설비의 운전시퀀스를 나타낸다. 운전 모드는 크게 2가지로 나뉘어 진다.

- ① : Test Valve Charging mode
- ② : Pre Heating mode / Test mode

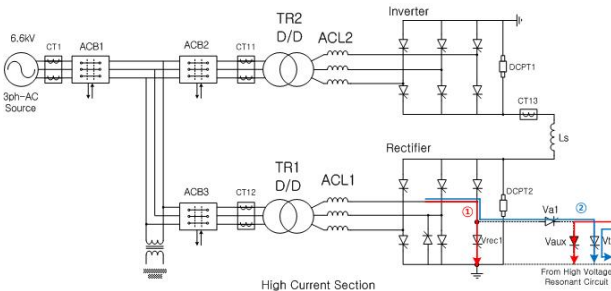


그림 5 합성시험설비의 운전 모드

Test Valve Charging mode는 초기 기동시 시료 밸브의 게이트 드라이버에 전원을 공급하기 위하여 보조밸브를 이용하여 시료밸브에 AC 전압을 인가해주는 역할을 한다. 시료밸브의 게이트드라이버가 정상동작하는 것을 확인하면 시료밸브를 시험하기 위한 Pre Heating mode와 Test mode로 전환한다.

3. 시뮬레이션 결과

그림 6은 Operational Test 항목 중 Maximum continuous operating duty test항목인 동시에 Pre Heating mode의 시뮬레이션 과형을 나타낸다. 그림7은 Maximum Temporary Operating Duty Test 항목에 대한 시뮬레이션 결과 과형으로 Test mode 중 하나를 나타낸다.

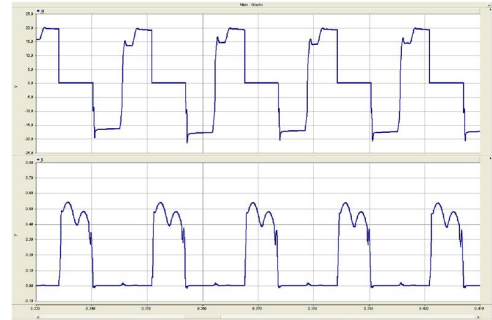


그림 6 Maximum continuous operating duty test(Pre-Heating Mode)

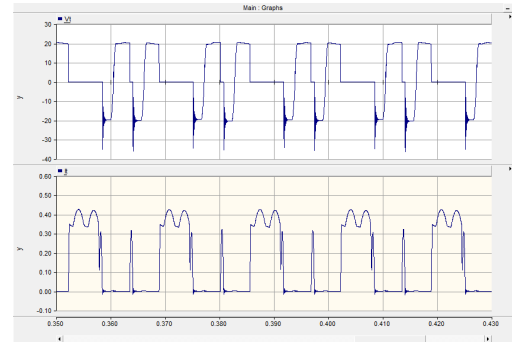


그림 7 Maximum Temporary Operating Duty Test(Test mode)

4. 결론

본 논문은 전류형 HVDC Valve Operational Test를 위한 합성시험설비의 운영을 위한 제어기와 운전 시퀀스를 제안하였다. 또한 시뮬레이션을 통하여 IEC 규정에서 요구하는 모든 시험항목을 구현하여 확인하였으며 제어 알고리즘의 안정성을 확인하였다. 제안한 제어기 및 운전 시퀀스를 바탕으로 현재 제작중인 합성시험설비에 적용함으로써 국내최초로 HVDC Valve Operational Test를 위한 합성시험설비를 보유할 수 있을 것으로 전망한다.

참고 문헌

- [1] Thyristor valves for high voltage direct current (HVDC) power transmission Part 1: Electrical testing, IEC60700 1
- [2] B.L. Sheng E. Jansson A. Blomberg H O Bjarme D. Windmar. "A New Synthetic Test Circuit For the Operational Tests of HVDC Thyristor Modules" Paper presented at IEEE PELS APEC2001 Conference on March 04 08, 2001, at Anaheim, USA. Conf. Proceedings pp.1242 1246.