

SVC의 TCR Operational Test를 위한 합성시험회로

김영우*, 이진희*, 정택선*, 백승택*, 정용호*
LS산전*

Synthetic Circuit for Thyristor controlled Reactor of Static Var Compensator operational Test

Young Woo Kim*, Jin Hee Lee*, Teag Sun Jung*, Seung Taek Baek*, Young Ho Chung*
LS Industrial System*

ABSTRACT

전력계통은 전력수요의 지속적인 성장에 따라서 전력설비의 추가를 지속적으로 추진하고 있지만, 심해지는 환경문제 등으로 인해 용지 확보에 어려움이 있다. 이로 인해 송전선로 장거리화, 용량부족량 등 전력계통에 여러 가지 복잡한 문제가 야기되는데, 이것은 곧 전력계통의 안정도와 직결된다. 이러한 문제를 효과적이면서 경제적인 해결방법으로 FACT(Flexible AC Transmission System)기술이 주목 받고 있다. FACTS 기기 중 SVC(Static Var Compensator)는 상용운전 중이며, 기존 동기조상기에 비해 저렴하고, 신속 정확한 전압제어를 하는 장점이 있다. SVC는 TCR(Thyristor Controlled Reactor)과 TSC(Thyristor Switched Capacitor), FC(Fixed Capacitor)등 여러 종류의 구성을 가질 수 있다. TCR과 TSC는 실제 운전 앞서 여러 가지 방법으로 검증이 필요하다. 합성 시험회로 설비(Synthetic Test Circuit)는 TCR과 TSC 안에 존재하는 Thyristor Valve의 동작을 실제 동작 조건으로 동작시켜, 동작의 신뢰성을 검증하는 설비이다. 본 논문에서는 TCR의 Operational Test를 위한 STC를 기술하고 있다. 설계된 STC는 PSCAD를 사용하여 검증하였다.^[1]

1. 서론

SVC는 전력계통에 병렬로 연결되어 무효전력을 흡수 또는 공급함으로써, 전압을 일정하게 유지하거나 원하는 제어 동작을 수행하는 장치이다. SVC는 그 목적에 따라 다양한 구성을 가진다. 그림 1은 SVC의 일반적 구성을 나타낸 것이다.

TCR과 TSC를 생산하기 전, 설계된 Thyristor Valve를 검증하기 위해 국제 표준 규정(IEC std.) 따라 Type Test를 진행한다. 일반적으로 Type Test는 Dielectric Test와 Operational Test로 나뉜다. Dielectric Test는 절연 내압을 검증하기 위한 시험이고, Operational Test는 가혹조건에서 Thyristor Valve를 시험하기 위한 시험이다. 그림 2는 TCR Thyristor를 시험하기 위한 합성 시험 설비를 나타낸 것이다.^[2]

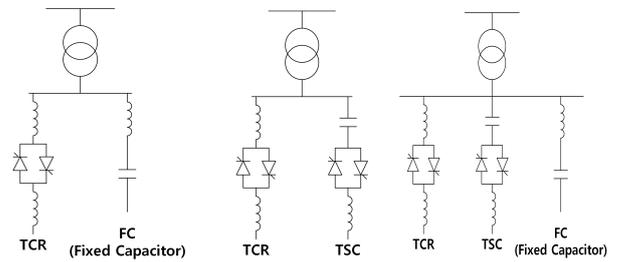


그림 1 SVC의 일반적 구성

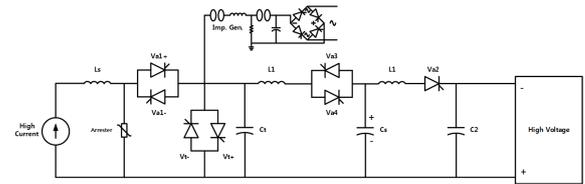
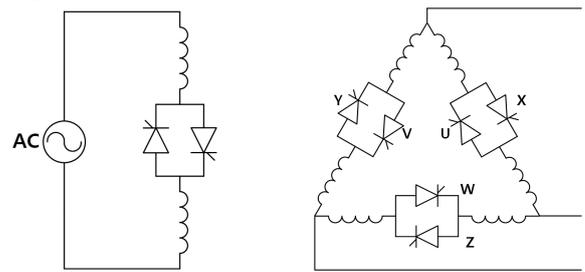


그림 2 TCR 합성시험회로 설비

2. TCR 합성시험회로 설비

2.1 TCR

TCR 기본 구성은 그림 3과 같이 양방향(Anti Parallel) Thyristor에 직렬로 리액터를 연결한 것이다. TCR의 점호각 α 는 $90^\circ \sim 180^\circ$ 범위를 가질 수 있으며, 이 범위 밖에서 점호가 일어나면 오점호가 일어나고 전류의 대칭 제어가 불가능하게 된다. 점호각을 90° 부터 180° 까지 증가시키면 전류의 기본파 성분이 감소하게 된다. 이때 전류 및 무효전력 역시 감소하게 되며, 전류의 기본파 성분을 고려함으로써 TCR은 Susceptance를 제어할 수 있다.^{[3][4]}



(a) 단상 TCR

(b) 3상 TCR

그림 3 TCR 구조

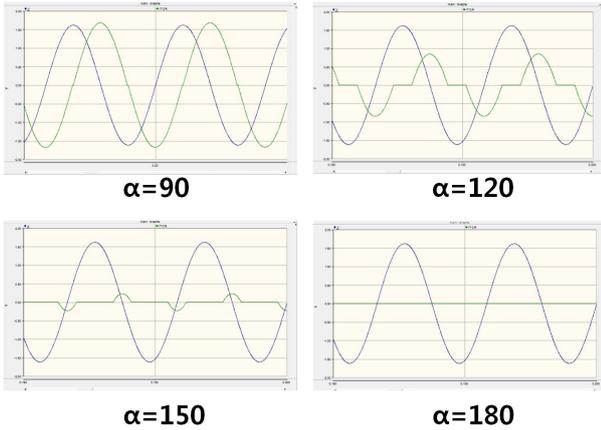


그림 4 점호각에 따른 TCR 상전류 파형

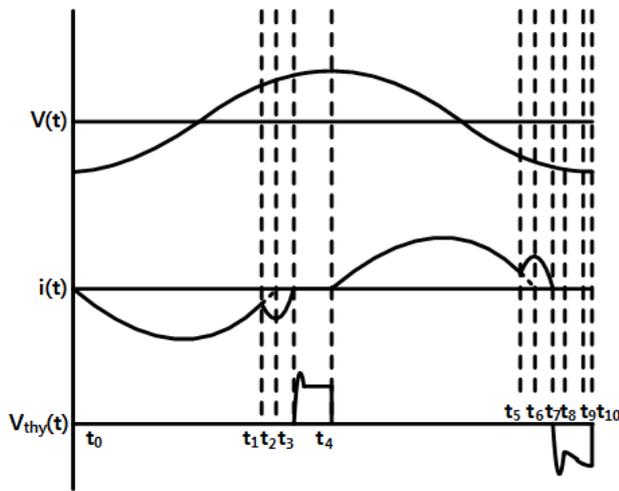


그림 5 Test Thyristor Valve의 전압과 전류 파형

2.2 합성시험회로 동작 원리

합성시험회로의 기본적인 회로 구성은 그림2에서 볼 수 있듯이 대전류원 회로, 공진회로, 고전압원 회로로 구성되어 있다. 합성시험회로를 이용하여 그림3에서의 전압과 전류를 인가하여 Test Thyristor Valve를 시험하게 된다.^[5]

역전압 구간에서는 대전류원 회로를 이용하여 시험 전류를 도통(Va1 Vt) 시킨다. 도통구간 이후 Thyristor Valve의 턴 오프 구간에서는 공진회로와 고전압원을 이용하여 Test Valve에 역방향 전압(Va4 Cs L1 Va3) 스트레스를 인가한다.

순방향 구간에서는 (Va1+ Vt+)도통 시킨 후, 턴 오프 구간에서는 순방향 전압(Va3 Cs L1 Va4) 스트레스를 인가한다. 이후 손실로 감소된 Cs의 전압을 보충하기 위해 Va2를 도통하여 보충한다.

2.3 시뮬레이션

그림 6은 PSCAD를 이용한 TCR 합성시험회로 설비를 나타낸 것이다. 그림7은 시험 결과 파형으로 턴 오프 구간에서 공진전류와 순방향 및 역방향 전압 스트레스가 Thyristor Valve에 인가되었음을 확인 할 수 있다.

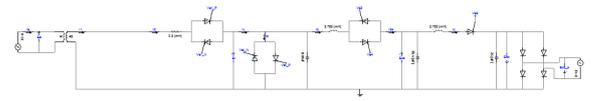


그림 6 TCR 합성시험회로에 대한 PSCAD 시뮬레이션 회로

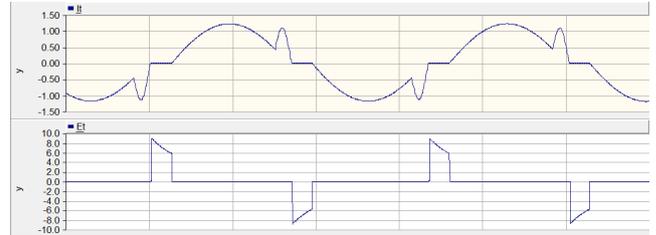


그림 7 TCR 합성시험회로에 대한 PSCAD 시뮬레이션 결과

본 논문에서는 SVC의 TCR Thyristor Valve를 시험하기 위한 합성시험회로 설비에 대해 기술하였으며, 국제표준 규정에서 요구하는 Operational Test를 위한 합성시험회로를 PSCAD로 시뮬레이션 하여 검증 수행 하였다.

참고 문헌

- [1] 손광명, "서대구 SVC(Static Var Compensator) 및 제어시스템 분석", 대한전기학회, 2001.7.
- [2] "DC 50kV급 HVDC Valve 개발", 전력전자학회, 전력전자학회 2012년도 전력전자학술대회 논문집 2012.7, page(s):303 304
- [3] Laszlo Gyugyi, "Power Electronics in Electric Utilities: Static Var Compensator", Proceedings of the IEEE 76(4), 1988.
- [4] TJE. Miller, "Reactive Power Control in Electric System", John Wiley & Sons, 1982.
- [5] 송웅협, "전류원 HVDC Thyristor Valve 성능시험을 위한 새로운 방식의 합성시험회로", 대한전기학회, 2012년도 대한전기학회 전력기술부문회 추계학술대회 논문집 2012.10.