

# 1 MVA STATCOM의 설치 및 실증운전

이두영, 정홍주, 김준성, 최중윤  
(주) 효성

## Installation and Demonstration of 1 MVA STATCOM

Doo Young Lee, Hong Ju Jung, June Sung Kim, Jong Yun Choi  
Hyosung Corporation,

### ABSTRACT

(주)효성에서 자체 설계 및 개발한 FACTS(Flexible AC Transmission System) 기기중 하나인 1 MVA STATCOM(Static synchronous Compensator)은 전압 안정도 개선 및 역률제어를 통해 계통전력품질을 향상시킨다. 현재 개발된 1 MVA STATCOM은 제주 행원 풍력단지 내 풍력 발전기 14호기가 연계된 22.9 kV 계통에 병렬접속 되어있으며 현재 실증운전 중에 있다. 본 논문에서는 1 MVA STATCOM의 설치 및 실증 운전사례를 소개한다.

### 1. 서론

지구 온난화 방지를 위한 기후협약, 최근 가파르게 상승하는 유가, 보유자원부족으로 인한 절대적인 자원 수입 의존도등 우리나라의 에너지 상황을 고려할 때 효율적인 에너지 공급의 한 방안으로 청정에너지이자 신재생에너지인 풍력발전 에너지에 대한 관심이 점차 높아지고 있다. 그러나 신재생에너지로 발전된 전력이 계통에 공급될 때 발전원의 출력난조는 순간전압상승, 순간전압강하, 플리커, 정진 등의 문제를 발생시킬 수 있는 잠재적인 요소로 작용한다. 만약 그러한 잠재요소로 인해 사고가 발생하면 연계계통 뿐만 아니라 인근계통까지 연쇄적인 영향을 미칠 수 있다. 사고방지를 위한 예방의 역할, 송전용량 증대, 전압안정도 향상을 위해 FACTS 기기의 설치의 필수 불가결한 요소가 되었다. 본 논문에서는 FACTS 기기 중 하나인 STATCOM을 개발하여 제주 행원 풍력발전단지의 660 kW급 풍력 14호기가 연계된 계통에 병렬 접속하였다. 접속된 STATCOM은 계통 무효전력제어를 통해 전압안정도와 역률 개선에 기여하고자 한다. STATCOM은 기존의 동일한 병렬접속 방식의 SVC와 비교하여 설치면적이 작고 응답시간이 한주기 이내로 빠른 장점을 가지며 실시간 변동분에 대한 보상이 가능하다. 본 논문에서는 1 MVA STATCOM의 설치 및 실증 운전사례를 소개한다.

### 2. STATCOM의 구성 및 실증운전

#### 2.1 System 구성도

1 MVA STATCOM은 풍력발전기 14호기가 연계된 22.9 kV 계통에 병렬 접속되어 있으며 전체 시스템 구성은 그림 1과 같다.

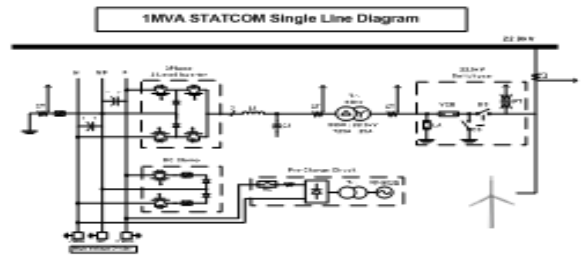


그림 1 1 MVA STATCOM 시스템 구성도  
Fig. 1 1 MVA STATCOM System Diagram

STATCOM은 풍력발전기의 용량과 계통상황을 고려하여 1 MVA 급으로 설계하였으며 별도의 초기충진회로를 추가하여 초기 운전시 시스템의 안정성을 확보하였다. 정격출력 전류는 rms기준 약 640 A이다. 시스템 주요 사양은 표 1과 같다.

표 1 시스템 주요사양  
Table 1 System Specifications

용량	1 [MVA]
계통전압	22.9 [kV]
정격 출력전류	640 [A] rms
DC 링크 전압	2000 [V]
주변압기 사양	1.2 [MVA], 229000 / 900 V <sub>L-L</sub>

#### 2.2 주요 구성기기

##### 2.2.1 연계부



그림 2 주변압기, C-GIS  
Fig. 2 Main Transformer, C-GIS

그림 2는 설계 및 제작된 주변압기와 C GIS의 외형이다.

변압기 용량은 인버터용량과 여유율을 고려하여 12 MVA 용량으로 설계하였다. C GIS는 계통사고발생 또는 시스템 이상이 발생할 때 시스템과 계통을 신속히 분리하여 시스템을 보호하는 역할을 한다.

### 2.2.2 인버터부

그림 3은 제작된 인버터의 외형이다. 인버터부는 1700 [V]급 IGBT 소자를 사용하여 3 Level NPC 타입의 3상 인버터로 구성하였다.



그림 3 3-Level NPC 타입 인버터  
Fig. 3 3-Level NPC Type Inverter

### 2.2.4 설치현황 및 전경

그림 4는 제작 완료된 STATCOM 컨테이너가 설치된 풍력발전단지의 실증현장 전경이다. 운송의 편리성과 현장 설치의 용이성을 고려하여 컨테이너 타입으로 제작하였다. 제작된 컨테이너는 풍력발전기 14호기와 인접성을 고려하여 최적의 장소를 선정, 설치하였다.



그림 4 설치현장 전경  
Fig. 4 Installation Site

### 2.3 실증운전

STATCOM은 2011년 5월 현장설치 완료, 당해년도 10월에 개발이 완료되었다. 또한 그해 11월부터 현재까지 실증 운전 중에 있다. 계통전압이 정상시보다 높을 때 STATCOM은 계통에 지상전류를 주입하는 L모드로 동작하여 계통전압을 하강시킨다. 반대로 계통전압이 정상시보다 낮을 때 STATCOM은 계통에 진상전류를 주입하는 C모드로 동작하여 계통전압을 상승시킨다. 그림 5와 그림 6은 STATCOM의 대표적인 기능 중 하나인 무효전력 제어모드의 L, C 모드 전류 운전 지령치(정격 출력전류 대비 0.6 pu) 인가시 출력전압과형이다. 그림 7은 일주일간 취득한 STATCOM 동작 전 후 대비 계통전압 변동폭이다. 동작 전 계통전압의 변동폭은 최저대비 최고 약 1.4 kV 로 변동하지만 동작 후에는 약 0.3 kV 로 감소한다. 그러므로 STATCOM이 계통전압 안정도 개선에 기여함을 확인하였다.

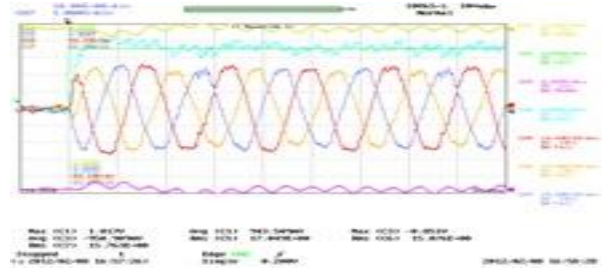


그림 5 L-모드시 STATCOM 출력전압  
Fig. 5 STATCOM Output Voltage (L Mode)

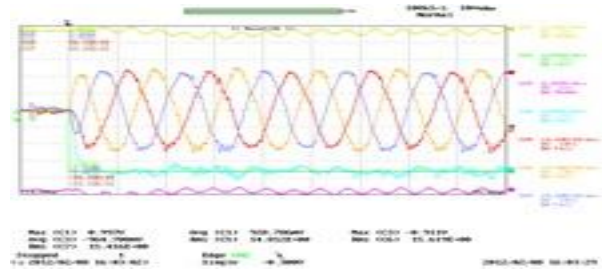


그림 6 C-모드시 STATCOM 출력전압  
Fig. 6 STATCOM Output Voltage (C Mode)



a) Before Operation      b) After Operation

그림 7 주간 전압 변동폭  
Fig. 7 Weekly Voltage Variation

## 3. 결론

(주)효성에서 개발 및 시험 완료한 1 MVA STATCOM은 현재 제주 행원 풍력단지 내 풍력발전기 14호기에 설치되어 있으며 계통전압 안정도 향상을 위해 실증운전 중에 있다. 개발된 STATCOM은 전압안정화의 목적과 불안정한 계통전압으로 인한 계통사고 예방역할을 수행한다. 향후 신재생에너지단지, 특 고압 변전소 및 산업플랜트에 전압안정화를 목적으로 보급이 확대될 것으로 기대된다.

본 연구는 2011년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지기술평가원(20112010100060)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 20112010100060)

### 참고 문헌

[1] 한영성, 정정주, 최중윤, 서인영, "100 MVA STATCOM 설치 및 운전사례 소개", 전력전자학회, 2010  
[2] Y.S. Han, J.Y. Choi, D.H. Kim, J.S. Yoon, " 10 MVA STATCOM Installation and Commissioning", ICPE'07 Conference, 2007