

발송배전기술사 예상시험문제 및 해설

서울공과전기학원 제공
(02)2676-1113~5 / www.sgh.co.kr

시험 공부 요령

‘기술사 자격 취득은 누구에게나’ 가능한가?

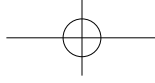
누군가가 이렇게 묻는다면 ‘가능하다’고 자신있게 답할 수 있다. 기술사 자격 취득에 걸린 기간은 개인별로 그 차이가 커서 최소 8개월에서부터 길게는 5년 이상까지 다양하다.

기술사 필기시험은 1교시에서 4교시까지 각 교시당 100분, 총 400분 동안 치러지며 1교시는 주로 용어 해설문제(단답형 주관식)가 출제되며 2, 3, 4교시는 논술형 문제가 출제된다. 문제지는 통상 1매, 답안지는 A4크기의 용지로 양면에 줄이 그려져 있으며 총 12페이지로 구성된다. 배점은 1교시 100분당 100점이며, 총점 400점 중 240점 이상 취득하면 합격이고 각 교시당 과락은 없다.

구분	문제수	시간	배점	답안 작성 기준
1교시	13문제 중 10문제 선택 (각 10점)	100분	100점	10점짜리 1문제당 1페이지 분량 10분 이내 작성
2~4교시	6문제 중 4문제 선택 (각 25점)	100분×3	100점×3	25점짜리 1문제당 2.5페이지분량 25분 이내 작성
		400분	400점	

정해진 시간 안에 답안지의 양을 얼마나 채울 수 있는지 직접 풀어 보는 연습이 필요하다. 본인이 완벽하게 알고 있는 문제라고 해서 계획없이 너무 많이 기술하면 공부한 부분의 개요부만을 서술하는 데에도 20분 가까이 소요될 수 있다.

욕심 부리지 말고 답안을 쉽고 폭넓게 작성하여 주어진 시간 내에 결론까지 도출해 내야 한다. 이는 오로지 평소에 모범답안을 작성해두고 부단히 쓰기 연습을 함으로써 점수와 시간의 조화를 얻을 수 있다.



문제 05

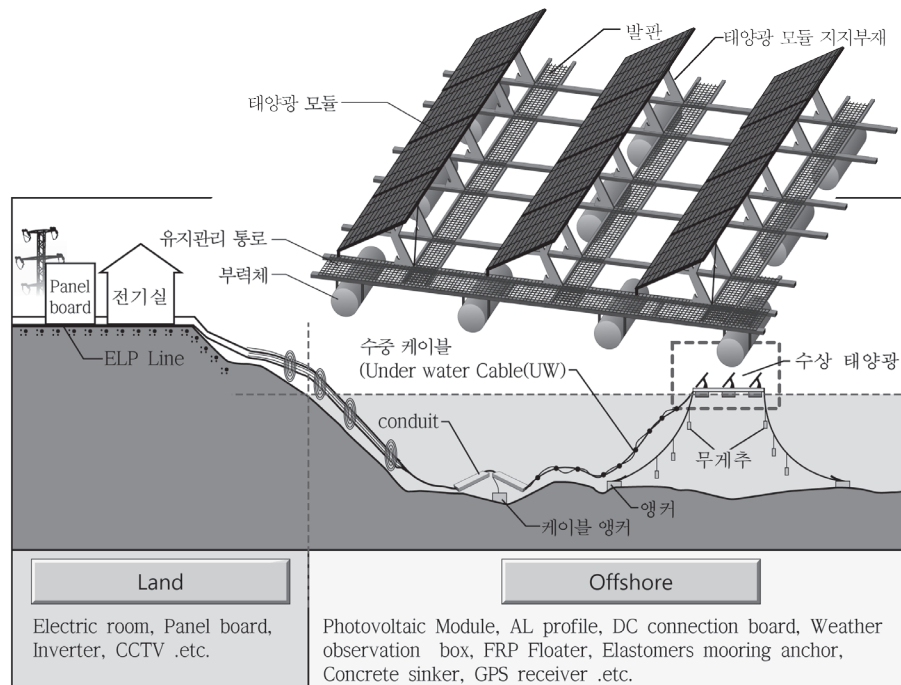
수상태양광발전설비에 대하여 다음 사항을 설명하시오.

- (1) 발전계통의 구성요소
- (2) 수위 적응식 계류 장치
- (3) 발전설비의 특징

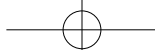
| 해설 |

1. 수상태양광발전설비의 구성

- (1) 구조체: 태양광 모듈을 설치할 수 있는 수상 부체
- (2) 계류장치: 수위변동에 대응하면서 남향을 유지하기 위한 장치
- (3) 태양광 설비: 태양광 어레이, 접속함 등 전기설비
- (4) 수중케이블: 발전된 전력을 육상의 전기



[그림 1] 수상태양광발전설비 구성의 개요



2. 수상태양광발전설비의 수위 적응식 계류 장치

(1) 수상태양광발전설비 문제점

- ① 파도 등 외력으로 인한 진동으로 발전시설의 안전성 훼손
- ② 수위 변화로 계류용 로프 체인이 늘어져서 발전시설에 진동이 일어나고 바람에 의하여 전체시설이 회전하여 방위각 틀어지는 현상 발생
- ③ 다중침자 현수선 계류방식은 다수의 무게추를 직접 연결함으로, 무게추 하중으로 인하여 발전시설에 과도한 피로도 누적 발생
- ④ 태양광 모듈 진동으로 인한 일조량 변화로 발전품질 저하
- ⑤ 발전시설 회전으로 방위각 변동에 의한 일조량 감소
- ⑥ 계류 이후 부유식 발전시설의 방위각 변화가 발생한 경우, 현 계류방식으로는 방위각 재조정 불가 또는 제한조건에서 가능
- ⑦ 수위 변화로 계류용 로프·체인의 처짐 현상이 발생하며 이는 계류장치의 기능 저하로 발전시설의 위치이동으로 발전량 감소

(2) 수상태양광발전설비 수위 적응식 계류장치

① 부유안정화장치

- ㄱ. 사용목적: 물속에 설치하며, 파도, 바람 등 외력으로 인하여 부유체가 출렁이면, 즉시 항력을 발생하여 부유체의 진동(Roll, Pitch & Yaw) 방지 및 감소, 발전시설의 내진기능 구축되어 수상태양광의 내구력 증가
- ㄴ. 기능: 부유안정화장치는 수상태양광 발전시설의 부유체에 다수 연결하여 급격한 상하이동이나 부유체로부터 진동 및 회전현상이 발생하는 즉시, 이에 비례하는 항력을 발생하여 몸체 내부에 수용된 유체의 무게에 의하여 수상태양광 발전 시설의 진동과 회전을 억제

② 앵커

태양광 발전설비의 구조체를 고정하기 위해 설치된다.

③ 무게추

수위에 적응하여 구조체를 수상에 일정한 위치를 설정하기 위해 설치된다.

3. 수상태양광발전설비의 특징

수상태양광 발전시스템은 기존의 태양광 발전기술과 수면 위에서의 플로팅 기술을 융합한 새로운 개념의 발전방식이다. 이러한 발전방식은 다음과 같은 장점을 가지고 있다.

(1) 국토의 효율적 이용

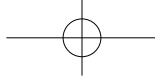
신규 태양광발전설비를 설치하는데 필요한 대지의 대안으로 가치가 있다.

(2) 수상태양광발전시스템은 환경파괴가 발생되지 않는 친환경 발전시스템이다.

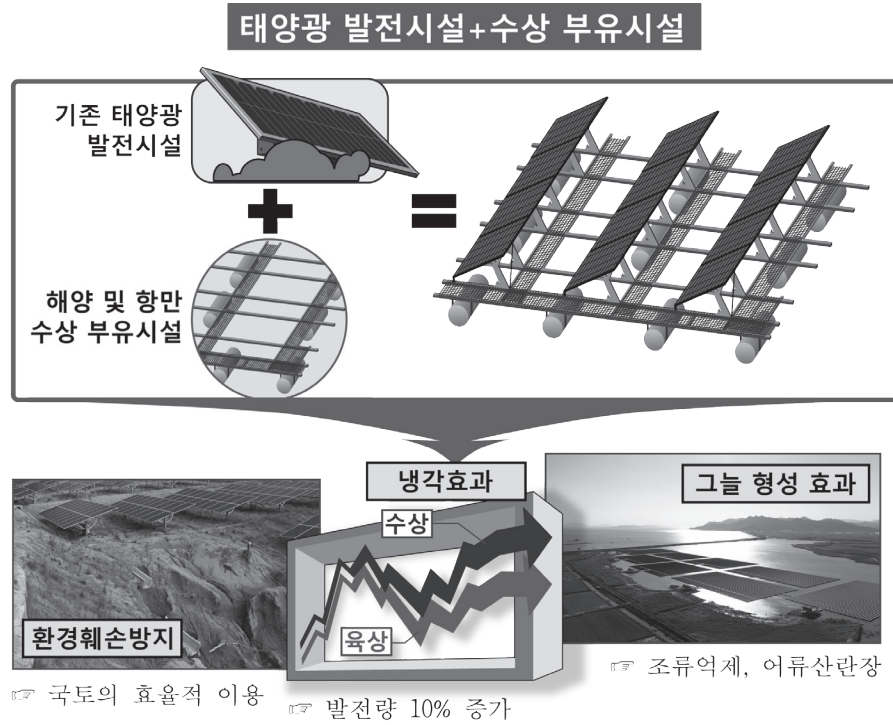
기존방식의 태양광발전을 개발하기 위해서는 농지 또는 임야를 이용함으로 필연적으로 환경파괴가 발생되지만 수면 위를 활용하여 친환경적이다.

(3) 태양광 셀의 온도에 대한 특성을 개선하여 발전효율을 높일 수 있다.

육지에 비해 낮은 주위온도로 인해 태양광 모듈의 온도가 낮아져, 셀의 온도가 1℃ 상승할 때 발전출력이 0.5% 이내로 감소하는 태양광발전 특성을 개선할 수 있다.



- (4) 광 차단 효과로 인하여 수질에 악영향을 미치는 녹조류 발생을 억제하고 어류의 산란 번식에 유리한 환경을 만들어 어족자원을 보호하는 등의 효과가 있다.



[그림 2] 태양광 발전시설과 수상 부유시설

문제
06

직류송전(HVDC)변환설비의 전류형과 전압형에 대하여 설명하시오.

| 해설 |

1. 개요

변환기의 종류는 일반적으로 변환소자에 따라 사이리스터(Thyristor)를 사용하는 전류형과 IGBT(insulated-gate bipolar transistor)를 사용하는 전압형으로 나눌 수 있다. 국제대전력망협의회(Conseil International des Grands Reseaux Electriques, CIGRE) 자료에 의하면 2012년 기준 전류형 HVDC는 100개 이상의 설비가 운영 중이며 용량은 110



GW를 상회 하고 있다. 대표적으로 중국 쓰촨성의 상자바 댐(Xiangjiaba Dam)에서 상하이 주요 도시로 수력 에너지를 전송하는 ‘상자바-상하이’ (Xiangjiaba-Shanghai)의 800 kV, 6,400 MW이 있다.

전압형 HVDC는 2012년 기준으로 10개의 설비가 운전 중이었으며, 전체용량은 1,989 MW 이었다. 대표적으로 미국 샌프란시스코 베이 지역에서 교통허브 구축과 도시재생사업의 일환으로 진행된 트랜스베이 프로젝트(Trans Bay Project)의 200 kV, 400 MW 시스템과 전체용량 8,670 MW, 최대설비가 320 kV, 2,000 MW에 달하는 프랑스와 스페인의 HVDC 연계 사업이 있다[표 1].

[표 1] 전압형 HVDC컨버터의 대표적인 프로젝트

(“전압형 컨버터 HVDC 기술 동향과 사례 분석”, 김희진 외 3인, <전기의 세계> 2012년 제61권 제8호)

프로젝트	설치 국가	운전 개시(年)	정격 [MW]	DC전압 [kV]	전압형 컨버터 기술
Gotland	스웨덴	1999	50	±80	HVDC Light 1세대
DirectLink	호주	2000	180	±80	
Eagle Pass(BTB)	미국	2000	36	±15.9	HVDC Light 2세대
Murraylink	호주	2002	220	±150	
Cross Sound Cable	미국	2002	330	±150	
Estlink	에스토니아-핀란드	2006	350	±150	HVDC Light 3세대
Valhall	노르웨이	2011	78	150	
BorWin1	독일	2010	400	±150	
Caprivi Link	나미비아	2010	300	350	
Transbay Cable	미국	2010	400	±200	HVDC Plus
BorWin2	독일	2013	800	±300	
HelWin1	독일	2013	576	±250	
SylWin1	독일	2014	864	±320	
HelWin2	독일	2015	690	±320	
INELFE	프랑스-스페인	2014	2,000	±320	
Tres Amigas Superstation	미국	2014	750	±345	HVDC MaxSine
Dolwin1	독일	2013	800	±320	HVDC Light 4세대
Skagerrak4	노르웨이-덴마크	2014	700	500	
NordBalt	스웨덴-리투아니아	2015	700	±300	
Dolwin2	독일	2015	900	±320	



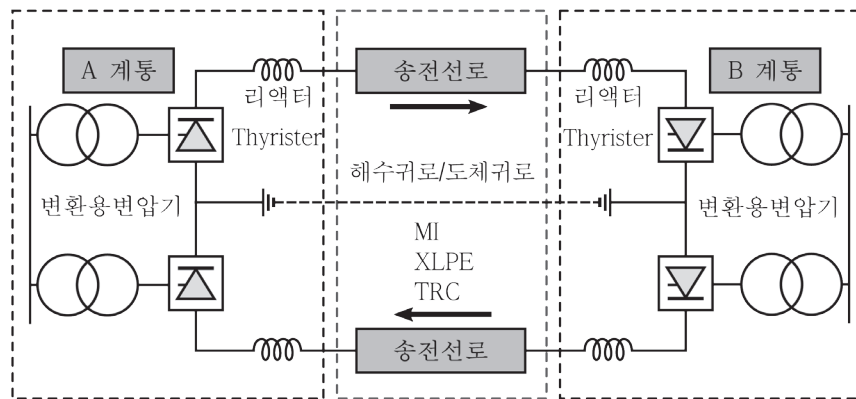
2. 전류형 HVDC

전류형 HVDC 방식에 주로 사용되는 방식은 LCC 방식이며 주요 특징은 다음과 같다.

(1) LCC(Line Commutated Converter)방식

현재 제주-해남 HVDC 및 제주-진도 HVDC에 사용되는 형식으로 사이리스터 밸브를 정류하기 위해서는 AC계통의 전압이 반드시 필요하며, 주요 특징은 다음과 같다.

- ① 전력전송 방향 변경은 DC 전압의 역전으로 가능하다
- ② 일반적으로 유효전력의 50~60 %의 무효전력이 필요하다
- ③ 무효전력 흡수는 AC필터와 병렬 캐패시터(capacitor)로 보상한다.
- ④ 가공송전 또는 케이블송전 그리고 가공, 지중혼합 사용 가능하다.



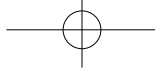
[그림 3] LCC(Line Commutated Converter) 방식

(2) 전압형 HVDC

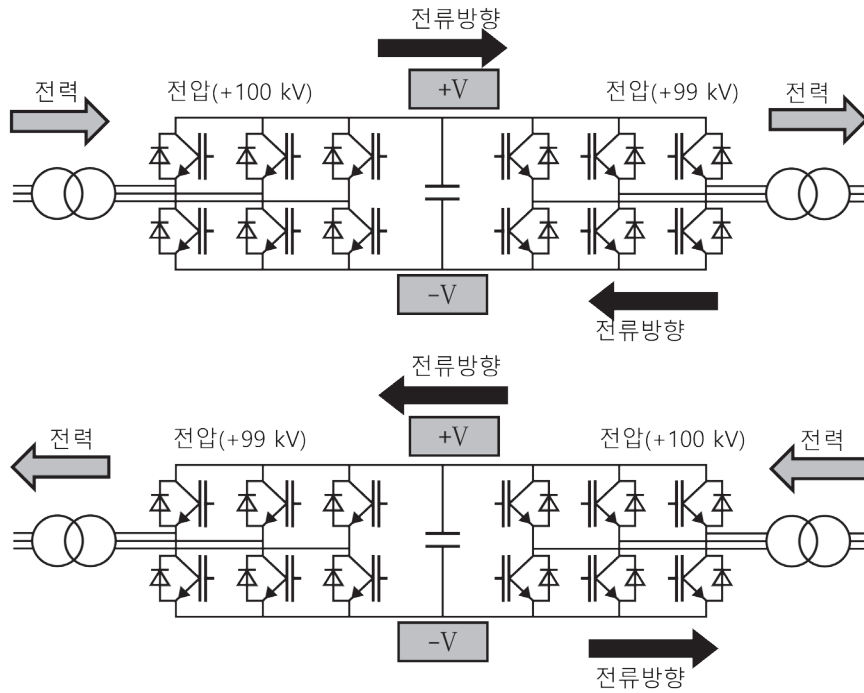
전압형(VSC, Voltage Source Converter) HVDC는 ABB사가 1999년 스웨덴 본토와 고틀랜드섬 사이를 연계하여 상업 운전하고 있는 것이 최초이다. 이 시스템은 일반적으로 BTB(Back-to-Back)의 기능도 가지고 있으나 육지의 전력을 섬에 전송하는 방식이 기본방식이며, 스위칭 패턴은 PWM 또는 MMC(Multi-Module Converter) 방법을 사용하고 있다.

ABB의 HVDC Light, SIEMENS의 HVDC Plus, ALSTOM의 HVDC Extra 등이 전압형 HVDC에 해당한다. 전압형 HVDC 시스템의 주요 특징은 다음과 같다.

- ① VSC 밸브는 IGBT나 GTO등과 같은 자기전류(self-commutating)가 가능한 소자로 구성된다.
- ② DC 전압은 항상 한 개의 극성이며, 전력의 방향전환은 DC 전류의 역전을 통해 이루어진다.
- ③ LCC에 비해 손실이 크고 비용이 고가이다.
- ④ 멀티터미널 시스템(Multi-terminal System)과 케이블 송전에 적합하다.
- ⑤ 매우 적은 단락용량(Short Circuit Ratio)에서도 정전기동(black start)이 가능하다.



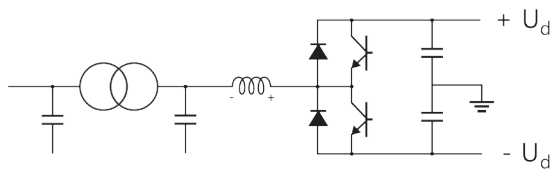
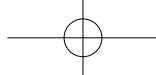
- ⑥ 캐패시터와 리액턴스의 무효전력과 설비정격내의 유효전력을 독립적으로 제어.
- ⑦ LCC변환소보다 VSC변환소의 부지가 작다.
- ⑧ LCC에 비해 VSC는 고가이다.
- ⑨ LCC 손실(0.7%)에 비해 VSC 손실(1.0%)이 많으나 점차 줄어들고 있는 추세다.
- ⑩ VSC 변환기는 소용량의 2-레벨(level)과 대용량의 3-레벨 등이 있으며, 현재는 다중모듈방식(MMC)의 변환기가 주류를 이루고 있다.



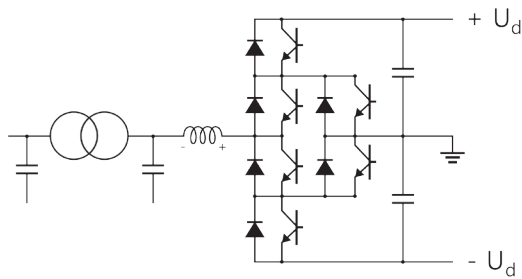
[그림 4] 전압형 HVDC 전력전송 역전

[표 2] 전압형 HVDC컨버터 발전추이(관련한 프로젝트 사례는 [표 1] 참고)

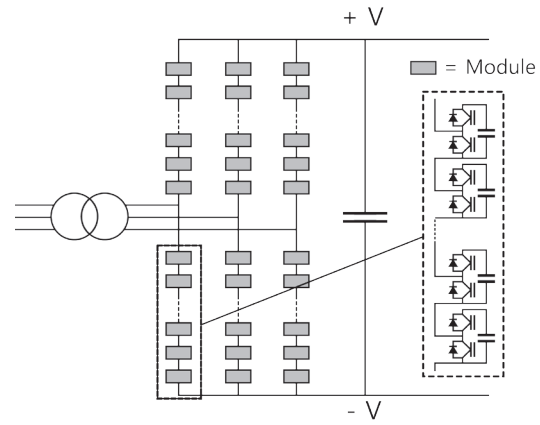
기술단계	적용시기	컨버터 타입	컨버터손실[%]	스위칭 주파수[Hz]
HVDC Light 1세대	1997	Two-Level	3	1,950
HVDC Light 2세대 HVDC Light 2세대	2000	Three-Level Diode NPC	2.2	1,500
	2002	Three-Level Active NPC	1.8	1,350
HVDC Light 3세대	2006	Two-Level with OPWM	1.4	1,150
HVDC Plus	2010	MMC	1	<150
HVDC MaxSine	2014	MMC	1	<150
HVDC Light 4세대	2015	CTL	1	≥150



(a) 2-레벨(Two-Level)

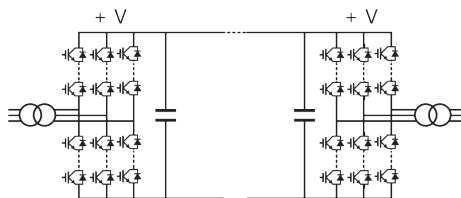


(b) 3-레벨(Three-Level)

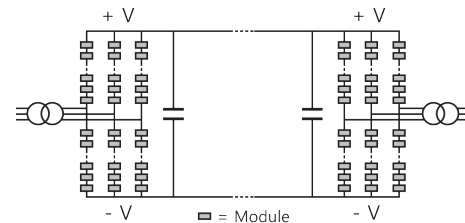


(c) MMC(Multi-level Modular Converter)

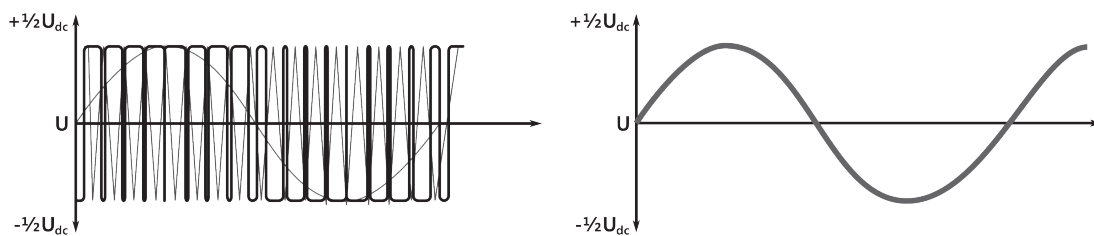
[그림 5] 전압형 HVDC컨버터 발전추이



(a) IGBT직렬방식(PWM)



(b) 멀티-레벨(Multi-level) 방식



[그림 6] 전압형 HVDC방식에 따른 전압파형