

민감도 분석을 통한 MVDC 변환소 자산관리

조동일*, 조윤진*, 남준혁*, 박성준*, 김병기**, 문원식*

*송실대학교 전기공학부, **한국에너지기술연구원

e-mail:jdi016@Soongsil.ac.kr

Asset Management of MVDC Converter Station through Sensitivity Analysis

Dong-Il Cho*, Yoon-Jin Cho*, Jun-Hyuk Nam*, Seong-Jun Park*, Byoungki Kim**,
Won-Sik Moon*

*Dept. of Electrical engineering, Soongsil University, **KIER

요약

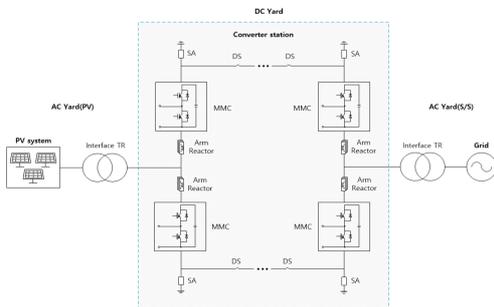
본 논문에서는 민감도 분석을 통해 수리시간에 따른 고장률과 가용률을 기준으로 MVDC Converter System의 유지보수 전략을 선정한다. FBD를 통해 컴포넌트가 시스템에 미치는 영향을 분석하고 가용도와 신뢰도를 계산하고 컴포넌트의 수리시간 민감도 분석을 통해 유지보수 우선순위를 매기는 방식을 제안한다.

1. 서론

MVDC 변환소(MVDC Converter Station)는 중전압 직류를 다루는 전력 변환소를 의미한다. 최근 주목받는 태양광이나 풍력과 같은 재생 가능 에너지 소스는 DC 전력을 생성한다. MVDC 시스템은 전력 손실을 최소화하고 그리드 안정성을 향상시키는 등 다양한 재생 에너지 소스를 전력 계통에 효율적으로 통합하는 데 도움을 준다. MVDC 시스템은 부하와 직접 연계되어 복잡한 구조와 다양한 인프라를 가지며 정전 발생 시의 영향도 크므로 효과적인 자산관리가 요구된다.[1]

2. MVDC 변환소 구성

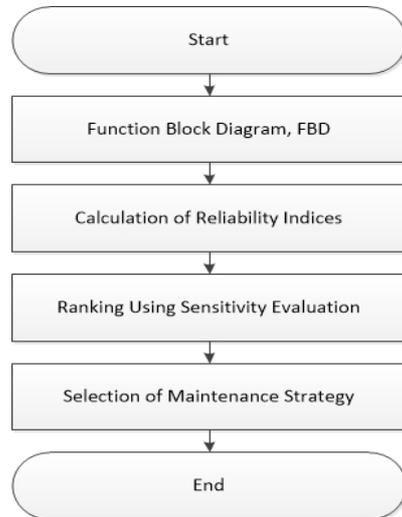
그림 2은 사례연구를 위한 MVDC Converter Station 참고모델의 구성도를 나타낸다. 시스템은 크게 세가지로 구분하여 재생 에너지 소스측 AC Yard, 변전소측 AC Yard 그리고 두 AC Yard 사이에 위치한 DC Yard로 구분된다.[2]



[그림 1] MVDC 변환소 구성도

3. 유지보수 전략선정 절차

그림 2는 본 논문의 유지보수 전략선정 절차를 나타낸다. 우선 기능 블록 다이어그램(Functional Block Diagram, FBD)을 통해 각 기능 블록과 전체 시스템 사이의 고장 영향 관계를 파악한다. 고장 관계를 바탕으로 컴포넌트와 시스템의 고장률, 가용률 등의 신뢰도 지표를 계산할 수 있다. 또한, 컴포넌트의 단계별 수리시간의 변화에 따른 전체 시스템의 고장률, 고장률 변화, 가용률 변화로 민감도 분석을 수행하여 컴포넌트의 중요도 순위를 측정한다. 최종적으로 컴포넌트별로 순위를 기준으로한 전략과 유지보수 주기를 선정한다.[3]



[그림 2] 민감도 기반 유지보수 절차

4. 결 론

표 1은 민감도 분석 적용 결과 컴포넌트별 유지보수 시점과 비용을 나타낸다. 매년 유지보수 활동 횟수는 30년간 16회로 서로 다른 컴포넌트들로 유지보수가 진행되며 1,092,000원부터 799,170,084원까지 다양한 규모의 유지보수를 실행하였다. 총 비용은 30년간 3,583,474,420원으로 나타났다. 추후 연구에서는 컴포넌트별 전략에 관한 유지보수 시점과 정전비용 등 파급효과를 고려한 계통 신뢰성 연구가 필요할 것으로 사료된다.

[표 1] 민감도 분석 적용시 유지보수 시점과 비용

Maintenance Time [Year]	Component	Cost [₩]
5	SA, Tank	28,200,000
6	DC Cable, Filter, VCB, I.TR, Heat Exchange	536,680,084
8	Arm reactor, Bypass valve	54,704,000
9	Wall bushing	1,092,000
11	SA, Tank	28,200,000
12	DC Cable, Filter, VCB, I.TR, Heat Exchange	536,680,084
15	Arm reactor, Bypass valve, Wall bushing	55,796,000
17	SA, Tank	28,200,000
18	DC Cable, Filter, VCB, I.TR, Heat Exchange	536,680,084
20	DCCB	273,400,000
21	Arm reactor, Bypass valve, Wall bushing	55,796,000
23	SA, Tank	28,200,000
24	DC Cable, Filter, VCB, I.TR, Heat Exchange	536,680,084
27	Arm reactor, Bypass valve, Wall bushing	55,796,000
29	SA, Tank	28,200,000
30	DC Cable, Filter, VCB, I.TR, Heat Exchange, PT, CT, Z.TR	799,170,084

감사의 글

본 연구는 한국에너지기술연구원의 기본사업(C42422)을 재원으로 수행한 연구개발과제의 결과입니다.

참고문헌

[1] Ministry of Trade, Industry and Energy, "Preliminary Feasibility Study Report on the Technology Development Project for Next-Generation AC/DC Hybrid Distribution Network," The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers, 2020.

[2] Kang Seong-Hyun, Park Byung-Seok, "Construction and Demonstration Plan for a ±35kV Class MVDC System," Journal of the Korean Institute of Power Electronics, vol. 27, no. 5 pp. 44-49, 2022

[3] Ministry of Trade, Industry and Energy, "Preliminary Feasibility Study Report on the Technology Development Project for Next-Generation AC/DC Hybrid Distribution Network," The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers, 2020.