

전력전자기술에서 HVDC MMC기술 현황

김량규*, 이상중*
서울과학기술대*

Technical Trends of HVDC MMC in Power Electronics

Ryang Kyu Kim, Sang Jung Lee
Seoul Tech.

ABSTRACT

본 논문은 전압형 HVDC 시스템의 기술 동향에 대하여 설명하고 있다. 전압형 HVDC 시스템은 무효전력소모가 있고, 전류형 HVDC 시스템은 무효전력 소모가 없기 때문에 시스템의 구성과 제어에 많은 차이를 보이고 있다. 본 논문은 이러한 현상을 요약 정리한 논문이다.

1. 서론

HVDC는 교류(Alternative Current)가 아닌 직류(Direct Current)로 전력을 전송하는 개념으로 인위적인 전력제어와 낮은 손실 그리고 낮은 전차파로 인해서, 차세대 전력전송개념으로 각광받고 있다. 직류전송은 변환설비 가격이 비싸다는 단점이 있지만, 계통을 안정화 시키고, 무제한의 길이로 케이블이나 가공선로를 연결할 수 있으며, 인체에 해로운 교번 전차파(Alternative Electromagnetic Wave)가 아닌 인체에 해롭지 않은 DC파(DC Wave)를 방출하기에 친환경성이라 말할 수 있다. 그리고 선로가 단순하기에 장거리나 도심에서는 엄청난 경제성을 가지고 있다.

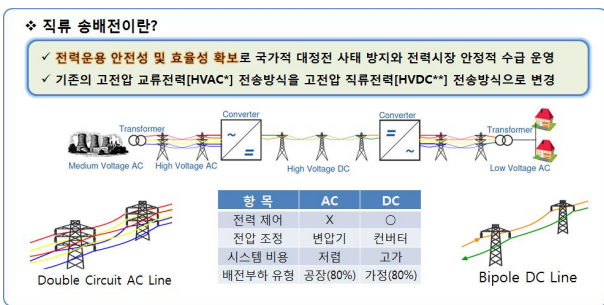


그림 1 HVDC 시스템의 장점

2. 본론

2.1 전압형 HVDC와 전류형 HVDC의 비교

HVDC는 전류형 HVDC와 전압형 HVDC로 구분될 수 있는데, 전류형 HVDC는 사이리스터 소자를 사용하고 전압형 HVDC는 IGBT를 사용하고 있다. 이러한 소자의 차이에 의해

서 무효전력의 소모와 변환소의 손실과 면적 그리고 변압기의 형태가 결정되는데 전류형 HVDC는 대용량(4[GW]~6[GW])에서 사용되고 전압형 HVDC는 중소용량에서 사용되고 있다.

❖ 용량과 전력전자 소자 관점

- * 전류형 HVDC : Thyristor 소자 8.5kV & 4500A
 - : On 가능/Off 불가능 무효전력 소비/고조파 발생
 - : 50MW~10GW(25kV~800kV)
- * 전압형 HVDC : IGBT/IGCT 소자 3.3kV & 1500A/4.5kV & 1500A
 - : On/Off 가능 스위칭 손실 증대(현재 1% 이하)
 - : 2GW이하(500kV이하)

그림 2 전압형 HVDC와 전류형 HVDC 비교(1)

- ❖ 변압기 : • 전류형 : 극성 반전으로 인한 절연 및 전계가 복잡, 고난도 기술 LS산전, 전류형 HVDC용 변압기 자립 : '18년도 예상
- 전압형 : AC 변압기를 그대로 사용이 가능(Symmetry Method)

- ❖ OLTC : • 전류형 : 필요 Slow Recovery (5~7초/Step),
- 전압형 : 불필요 빠른 전력 Recovery (수명이 반영구적으로 평가)

- ❖ 무효전력 : • 전류형 : 무효전력 보상장치 필요(동기기, STATCOM)
 - 전압형 : 무효전력 보상설비 불필요 : 빠른 조류역전도 가능
 - 전류형 HVDC : HVDC 컨버터 + Filter + S.C or STATCOM
 - 전압형 HVDC : HVDC 컨버터
- * 전압형은 필터가 없기 때문에 공사비 60%이상 절감, 면적 50%절감

그림 2 전압형 HVDC와 전류형 HVDC 비교(2)

❖ Black Start기능 :

- 전류형 : HVDC + 디젤 발전기, • 전압형 : 자체기능

- ❖ 공사기간 : • 전류형 : 36개월, • 전압형 : 18개월

- ❖ 손실 평가 : • 전류형 HVDC : 전송전력의 0.75%
 - 전압형 HVDC : 1.0~1.2% (Alstom과 Siemens)

- ❖ 전계 Interference (전류형 HVDC는 오랜기간 연구를 통한 Solution)
 - ABB : PWM의 높은 스위칭으로 인하여 전류형에 비하여 높은 전계 Interference
 - Siemens & Alstom : 스위칭을 낮추면서 환경평가 기술병행 연구

- ❖ 가격 : 0.93 (전류형 80M euro/200MW, 전압형 75M euro/200MW)
 - : 토지보상비, 손실을 제외한 기기 가격 만 비교!!

그림 2 전압형 HVDC와 전류형 HVDC 비교(3)

2. 본론

2.1 전압형 HVDC 시스템의 분류

그림 3은 대용량 전력전자기술의 Tree를 보여주고 있는 것으로 전류형의 경우는 Line Commutated Converter방식을 사용하고, 전압형은 Modular Multilevel Converter(MMC)방식을 사용하고 있다. 또한, MMC방식의 제어기법도 손실이 최소화 되는 NLC(Nearest Level Control)방식을 사용하고 있다.

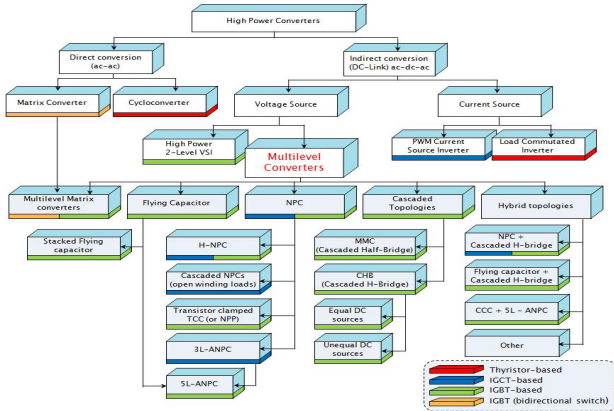


그림 3. 대용량 전력전자기술의 Tree

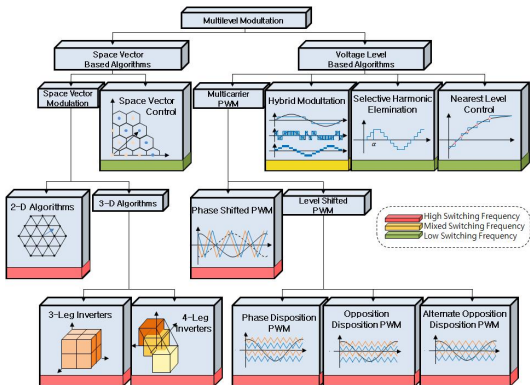


그림 4 MMC기법에 사용되는 스위칭 방식

2.2 전압형 HVDC시스템의 제어기법

그림 5는 MMC방식의 전압형 HVDC의 구조를 보여주고 있으며, 제어방식은 전압 균형제어와 직접제어(고조파 주입방식) 그리고 간접제어방식(에너지방식)으로 구분된다.

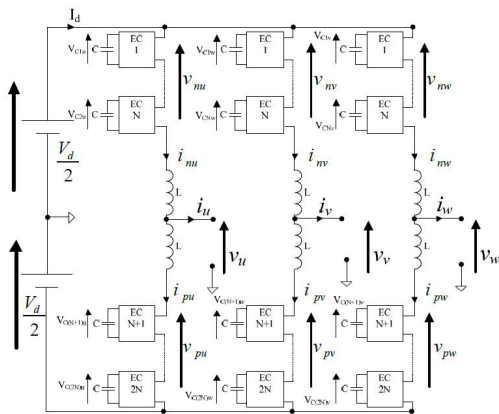


그림 5 Modular Multilevel Converter 구조

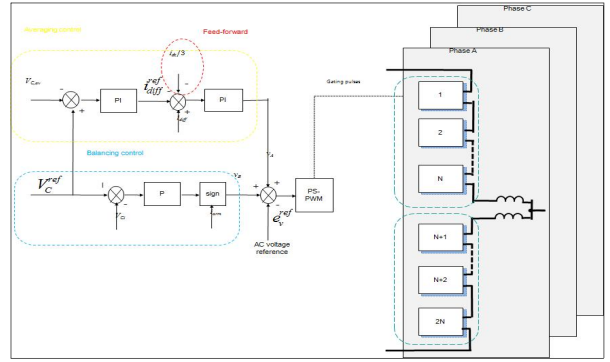


그림 6. 균형제어방식(Akaki 방식) (1)

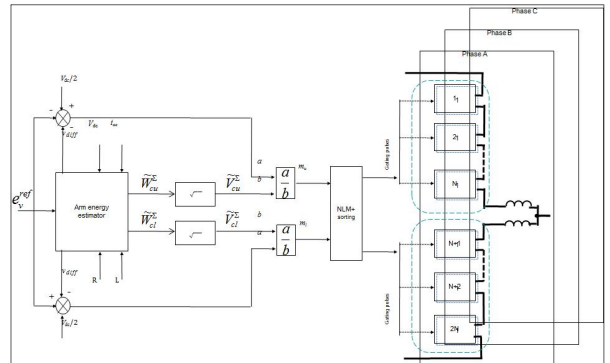


그림 6. 에너지 균형제어(간접 방법) (2)

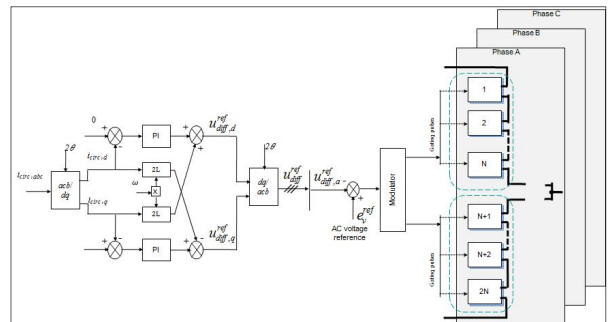


그림 6. 고조파주입 제어(직접 방법) (3)

3. 결론

본 논문은 전압형 HVDC 시스템의 기술현황에 대하여 서술하였다. HVDC 시스템의 장점과 기술분류 그리고 제어방식에 대하여 논하였다.

참고 문헌

- [1] "Control and Experiment of Pulsewidth-Modulated Modular Multilevel Converters, 2009"
- [2] J. Dorn, H. Huang, and D. Retzmann, "A new multilevel voltage-sourced converter topology for HVDC applications," presented at the Cigre Session, B4-304, Paris, France, 2008.
- [3] N. Ahmed, S. Norrga, H. P. Nee, A. Haider, D. V. Hertem, L. Zhang, and L. Harnfors, "HVDC supergrids with modular multilevel converters the power transmission backbone of the future," in Proc. Int. Conf. Syst., Signals Devices, 2012, pp. 1-7.