

# 3상 250레벨 MMC HVDC의 네트워크 데이터 전송량에 대한 연구

조철현, 박성준  
전남대학교

## Research on the 3-phase 250-level MMC HVDC network data transfer

Chul Hyun Jo, Sung Jun Park  
Chonnam National University

### ABSTRACT

3상 250레벨의 MMC형 HVDC시스템의 구현에서는 한 개의 상마다 500여개의 SM(sub module)이 필요하게 되고 MM(master module)에서 10Khz의 샘플링을 처리한다고 하면 100us동안에 500여개의 SM에서 각종 데이터를 받아서 처리한 후에 다시 SM에 처리된 정보를 전송해 줘야한다. 따라서 SM에서 데이터를 받고 전송하는데 따른 100us 동안의 필요한 처리량과 네트워크의 속도 및 오버헤드(overhead)등의 구성과 토폴로지에 관해 알아보았고, 이를 적용하여 멀티레벨의 HVDC에 필요한 데이터 네트워크에의 전송량 계산에 대한 소프트웨어를 제작하여 손쉽게 설계할 수 있도록 하였다.

### 1. 서론

3상의 250레벨의 MMC형 HVDC시스템에서 한 개의 상에 500여개의 SM을 갖게 되고 3상은 1500여개의 SM이 있어 보통 수백 Mega bit/second 이상의 네트워크 전송 시스템이 필요로 하게 된다. 따라서 기존의 전력전자에서 사용하는 RS232나 RS485나 SPI 또는 CAN에서는 데이터 전송속도를 따라 갈 수 없어서 없게 된다. 또한 이 속도로 전송하기 위해서는 CPU에서 네트워크컨트롤러에 초당 수 Giga bit의 속도로 전송해줘야 하며 이를 위해 고속 DMA(direct memory access)가 탑재되어야 한다.

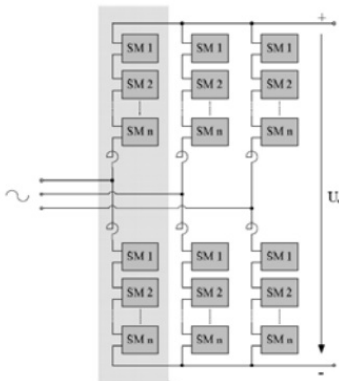


그림 1 3상 MMC HVDC의 전기적 구성도

MM이 상마다 1개씩 3상에서는 3개가 존재하며 상마다 500

여개의 SM에 제어를 위해 통신을 해야 한다. 또한 3상의 상을 제어 하기 위해 Master Console에서 3상을 맞춰서 신호를 줘야 한다.

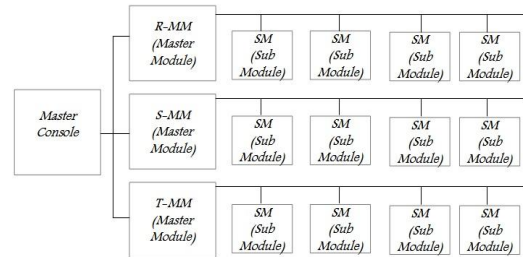


그림 2 3상 MMC HVDC의 네트워크 구성도

SM과 MM의 통신에서 어려운 점은 MM에서 한 개의 Data block으로 500여개의 SM에 전송해 줄 data를 모아서 한번에 발송하면 별 다른 overhead 없이 전송이 가능하나, SM에서 MM으로의 전송에는 500여개의 data block이 발생하여 통신하게 된다. 따라서 이들의 충돌을 방지하기 위해 순서를 조절해 주는 스위칭허브를 연결하게 된다.



그림 3 스위칭허브와 일반 허브의 차이점

이를 통해 속도 저하가 거의 없이 통신이 가능하게 된다. 하지만 스위칭허브를 사용 하지 않고 통신하는 토폴로지가 있지만 여기서는 다루지 않겠다.

### 2. 네트워크 전송량 계산 알고리즘

네트워크의 전송량을 계산하기에 앞서 네트워크는 이더넷(EtherNet)으로 1Gbps를 기준으로 각종 파라메타를 계산합니다. 1Gbps의 이더넷은 또한 100Mbps의 시스템이 보통 한 프레임 당 1500byte까지 전송이 가능하나 점보프레임(Jumbo Frame)이라고 해서 12Kbyte정도까지 프레임의 크기를 늘릴 수 있어서 프레임당 발생하는 오버헤드를 줄일 수 있다.

$$T = N \times \tau \times (o + \Phi)$$

여기서

T는 Traffic 전송량,

N은 Node SM 수,

$\tau$ 는 time delay,

o는 offset time,

$\Phi$ 는 frame delay.

입니다.

### 3. 마스터와 서브간의 오프셋 타임

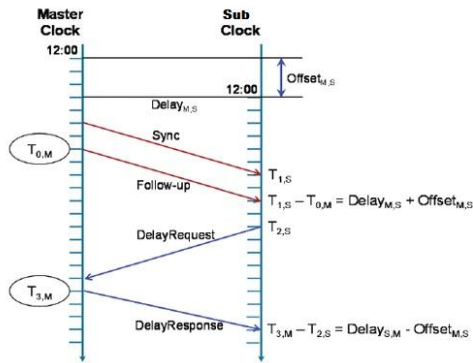


그림 4 마스터와 서브간 오프셋과 딜레이

그림4는 마스터와 서브간의 통신에서 생기는 시간의 차이에 의한 오프셋과 응답에 대한 딜레이에 대해 보여 준다.

이러한 오프셋과 딜레이는 허용되는 대역폭을 모두 사용하지 못하고 일부만을 사용할 수밖에 없는 결과를 도출한다.

그런데 응답을 하지 않을 수는 없으므로 시스템을 설계시 명령과 응답이 함께 되는 패킷 패스 시스템으로 설계하면 된다.

### 4. 소프트웨어 제작

본 소프트웨어를 제작하기 위해서는 EtherNet의 구조와 구조에 따른 1Gbps의 타이밍 자료 및 본 논문에서 주장하는 계산 알고리즘과 이를 PC의 windows 운영체제에서 작동 가능하게 하는 Graphic UI compiler Tool이 필요하다. 또한 각종 topology에 대해 계산을 하여 최고의 속도를 내는 topology를 표시하게 한다.

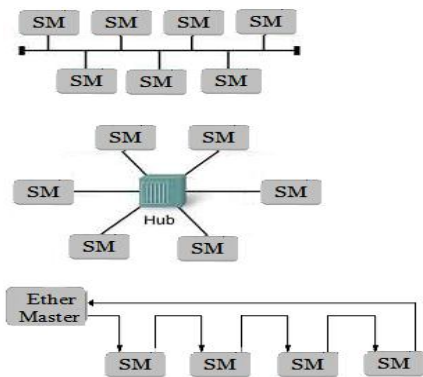


그림 5 Topology의 형태의 예, Bus, Star, Ring

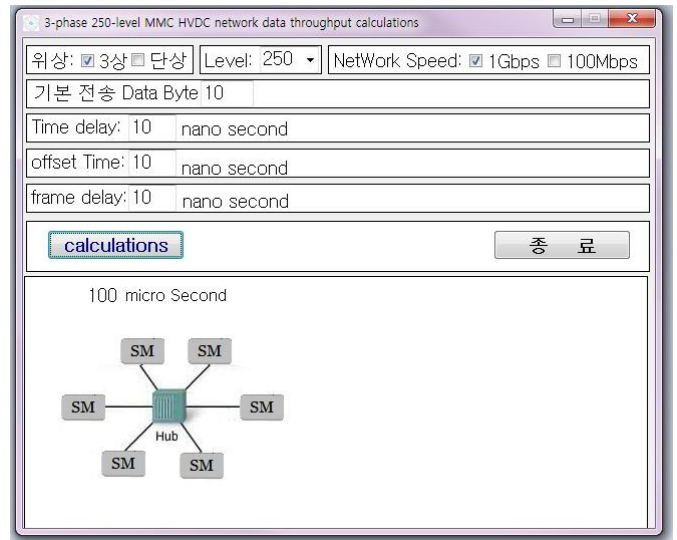


그림 6 실행 화면

그림6은 3상 250레벨에서 1Gbps의 EtherNet에 대해 계산한 결과이다. 최대 전송시간과 이에 따른 topology를 제시하여 준다.

실행화면의 결과는 기본 데이터가 10byte이고, Time delay: 10nano second, offset Time: 10nano second, Time delay: 10nano second일때 전송량은 50,000이고 100micro second동안 1회 전송 된다는 것입니다.

time delay는 주로 hub에서 발생하는 응답시간에 의해 발생하며, frame delay는 EtherNet의 frame에서 발생하는 구조적인 것으로 변경할 수 없다. time delay는 hub를 사용하지 않으면 많이 줄어들게 된다.

### 5. 결론

본 논문에서는 3상 250레벨 MMC HVDC의 시스템설계에 있어서 Master console이 SM에 각종 정보를 주거나 받을 때 필요한 Network의 데이터양을 계산하여 Network에 대한 설계에 대해 topology에 대한 계산하는 것에 대해 논하였으며 소프트웨어를 제작하여 편리하게 이용할 수 있도록 하였다.

### 참고 문헌

- [1] Youngjin Oh, Yong Ho Jung, "A Study on Network Redundancy Method of HVDC C&P System", 전력전자학회 추계학술대회 논문집, P185-186, 2012
- [2] M. Felsler, "Real Time Ethernet Industry Prospective," Proc. of the IEEE, vol.93, no.6, pp.1118-1129, Jun. 2005.
- [3] Ethernet, [online] <http://en.wikipedia.org/wiki/Ethernet>
- [4] Gigabit Ethernet, [online] [http://en.wikipedia.org/wiki/Gigabit\\_Ethernet](http://en.wikipedia.org/wiki/Gigabit_Ethernet)
- [5] IgH EtherCAT master for Linux, [online] <http://www.etherlab.org/en/ethercat/>
- [6] EtherCAT, [online] <http://en.wikipedia.org/wiki/Ethercat>