

# HVDC Control and Protection 시스템의 이중화에 대한 고찰

문준모, 이일화  
LS산전(주)

## The Study on the redundancy of HVDC Control and Protection System

Jun Mo Moon, Yil Hwa Lee  
LS Industrial Systems

### ABSTRACT

본 논문은 HVDC C&P 시스템에 적용된 이중화 기술 및 기능을 설명한다. LS산전은 2009년 HVDC 사업을 착수한 이래 HVDC Control and Protection(C&P) System을 개발해 왔으며 현재 2010년부터 한국전력공사와 협동연구로 진행하고 있는 HVDC 제주 실증단계에 적용하여 실증운전 중이다. 당사가 개발한 HVDC C&P 시스템은 시스템의 신뢰성 및 가용성을 높이기 위해 Fully Redundancy 시스템으로 구성되고 Hot Standby 방식으로 제어 및 보호 알고리즘을 수행한다. 본 논문에서는 HVDC C&P 시스템의 구성과 제어기 및 네트워크의 이중화 구조에 대해 소개하고자 한다.

### 1. 서론

최근 전력용 반도체 소자의 발전으로 대용량 고전압의 전력을 DC로 송전하는 것이 가능해 졌다. HVDC 송전에서 제어와 보호 시스템은 기본적으로 중요한 역할을 하고 있다. 이러한 제어 및 보호 시스템(C&P System)은 신뢰성을 높이기 위해 Fully Redundancy 시스템으로 구성된다. 또한, 시스템 고장에 의한 이중화 절체 시 제어신호의 Tolerance를 최소화하기 위해 Hot Standby 방식으로 제어 알고리즘을 수행한다. 본 논문에서는 자사에서 개발하여 실증운전 중인 HVDC C&P 시스템의 이중화 구성 및 방법<sup>[1]</sup>과 Hot Standby 방식의 제어 알고리즘 수행 방안 및 통신 이중화<sup>[2]</sup> 방안에 대해 논하고자 한다.

### 2. 이중화

HVDC C&P 시스템은 Fully Redundancy 시스템으로 구성되고 시스템의 구조와 각 요소들에 대한 이중화 구성과 구체적인 이중화 구현 방법에 대해 논하고자 한다.

#### 2.1 시스템 구조

HVDC C&P 시스템은 그림.1과 같이 계층적으로 구성된다. 최상위 Operation Level, 제어 및 보호를 담당하는 Control Level, 현장기기의 신호를 수집하는 Field Level로 구성되며 각 계층별로 이중화로 구성된다. 또한, 각 계층간 연결을 하는 선로 또한 이중화로 구성된다.

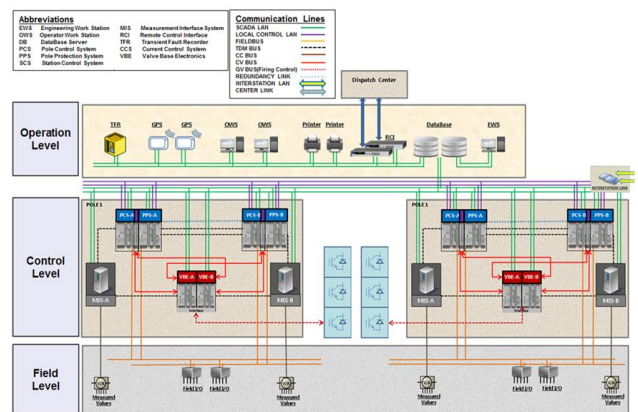


그림 1 HVDC C&P 시스템 구조  
Fig.1 A Structure of HVDC C&P System

#### 2.2 SCADA 이중화

제어기로부터 수신되는 데이터를 저장하고 이력을 관리하는 DB Server가 이중화로 구성되어 A시스템이 고장인 경우 B시스템으로 절체가 된다.

또한, OWS(Operation Workstation)에서는 DB Server의 활성화된 시스템의 데이터를 가져와 화면에 Display하여 운전원에게 정보를 보여준다.

시각동기화 장치(GPS)도 이중화로 구성되어 하나의 장치가 고장인 경우도 문제없이 시각동기화 신호를 수신할 수 있다.

#### 2.2 제어기 이중화

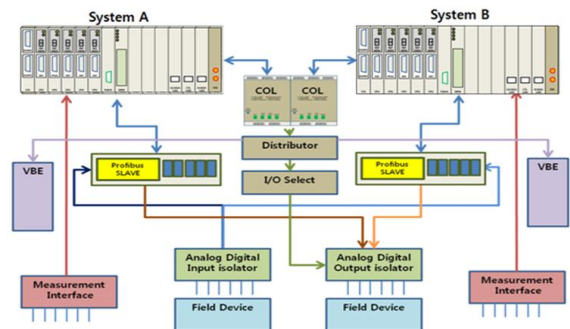


그림 2 제어기 및 Field I/O 이중화  
Fig.2 A redundancy controller and field I/O

이중화 시스템은 그림.2와 같이 제어기 및 Field I/O, Measurement 모두 이중화로 구성되고 이중화 상태를 결정하는 COL(Change Over Logic) 장비로 구성된다. 제어기는 Measurement 및 Field I/O로부터 A/B 신호를 동시에 받고 출력신호는 COL에서 결정된 상태에 따라 Select 모듈에서 Active 신호만 선택하여 VBE(Valve Base Electrics) 및 Field I/O 출력에 전송한다.

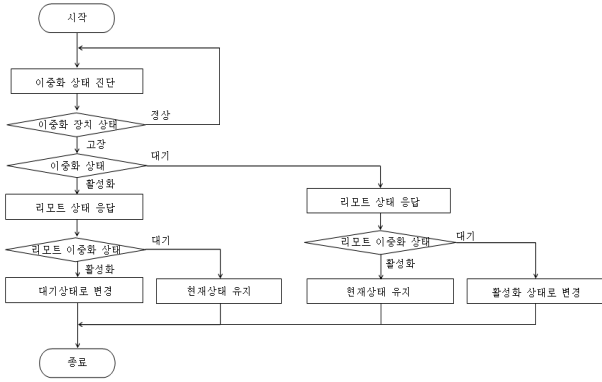


그림.3 시스템 이중화 상태 결정 절차  
Fig.3 A flowchart for determination of system status

그림.3은 COL고장시 이중화 상태를 결정하는 순서대로 리모트의 상태를 감지하여 COL하나가 고장인 경우도 이중화 상태 결정이 가능하다.

### 2.3 제어로직 이중화

제어로직 이중화를 위해 Hot Standby 방식으로 A/B 시스템 모두 제어 알고리즘을 동시에 수행한다. 그림.4는 제어로직이 Active 시스템으로 다운로드 시 이중화 Link를 통해 Standby 쪽에 복사한다. 상위 제어명령 또한 Active시스템이 수신하면 Standby시스템으로 복사한다. 제어로직을 수행한 결과 중 History 부분과 출력값은 이중화 Link를 통해 복사하고 Standby 시스템의 경우 다음 주기에 제어로직의 입력부 데이터를 복제된 데이터를 사용하여 시스템간의 동기를 맞춘다.

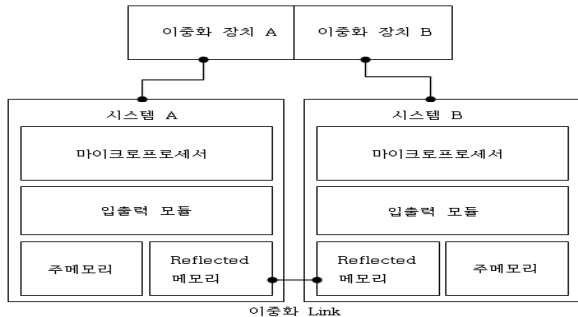


그림.4 이중화 Link를 통한 제어로직 이중화  
Fig.4 A Redundancy of Control Logic through dual Link

### 2.4 통신 이중화

통신 이중화는 SCADA와 제어기간 통신 및 제어기간 통신을 위해 이중화 선로 구성되어 있는 이중화 통신 패킷의 처리 방법에 대하여 설명하고, 송신측 제어기의 A/B 시스템과 수신측의 A/B 시스템 간 통신 방법을 살펴본다.

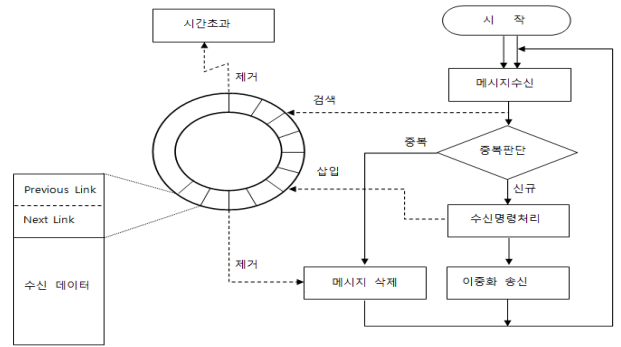


그림.5 이중선로에 대한 메시지 처리 절차  
Fig. 5 A flowchart of message processing for dual line

그림.5는 이중화 통신 처리방법으로 송신측에서는 선로 A/B 모두 동일한 데이터를 전송하고 수신측에서는 먼저 수신된 데이터는 메시지 큐에 저장하여 처리하고 나중에 수신된 데이터는 중복을 판단하여 제거하는 절차를 따른다.

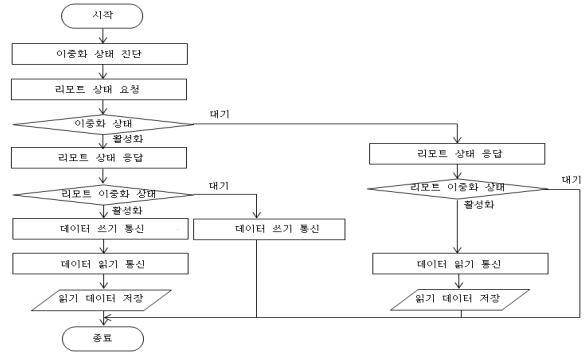


그림.6 이중화된 제어기간 통신 절차  
Fig.6 A flowchart of communication with redundancy controller

그림.6는 제어기간 이중화 통신 방법으로 송신측 A/B 시스템의 상태를 진단하여 활성화(Active)인 경우 수신측 리모트 A/B의 상태가 활성화인 경우 데이터 Write, Read를 수행하고 수신측이 대기(Standby) 상태인 경우 데이터 Write 만 수행한다. 송신측이 대기상태 인 경우 리모트 시스템의 상태가 활성화인 경우만 데이터 Read를 수행한다.

## 3. 결론

HVDC C&P 시스템은 각 구성요소별로 Fully Redundancy로 구성되어 있고 RTDS와 연계한 Simulation 시험 및 154kV 가압시험을 성공적으로 마치고 현재 제주 HVDC 실증단지에 설치하여 장기운전 시험 중으로 이를 통하여 이중화 시스템의 신뢰성과 안정성을 검증할 예정이다.

## 참고 문헌

- [1] 오영진, 정용호, "HVDC C&P시스템의 네트워크 이중화 방법에 관한 연구", 전력전자 추계학술대회, 2012.11, 185 186
- [2] 이일화, 정용호, "HVDC 이중화 방안에 대한 고찰", 전력전자 추계 학술대회, 2012.11, 187 188