

# HVDC 시스템을 위한 측정 이중화 절체 충격 감소 기법

박호환  
LS산전

## How to reduce effect of Measurement Changeover for HVDC

Park Ho Hwan  
LSIS

### ABSTRACT

HVDC 시스템은 전력을 AC를 DC 로 변경하여 송전하고, DC를 다시 AC 로 변경하여 수용가에 공급하는 고전압 DC 송전 시스템이다. 송전시스템으로서 시스템의 안정도를 위해 각 서브 시스템을 이중화하는 것이 매우 일반적이며 이중화된 시스템을 독립적으로 운영되어 Fault 발생 시 '절체' 된다. 독립적인 측정시스템은 편차를 가질 수밖에 없으며, 이와 같은 차이가 제어기를 통해 제어 출력에 순간적인 변화를 발생시킬 수 있다. 이는 제어의 안정도 및 기기의 수명 등에 영향을 미칠 수 있다. 본 논문은 이와 같은 영향을 감소시키기 위한 기법을 제안한다.

### 1. 서론

근래의 전력시스템의 복잡성은 신기술의 활용과 기존 시스템과의 연계가 늘어남에 따라 지속적으로 증가하고 있으며, 이와 동시에 경제적 및 법적 규제에 하여금 전력회사들이 안정도 한계점에서 시스템을 운용하도록 제약받고 있다. 이러한 문제점을 극복하기 위한 수단의 일환으로 HVDC 송전 기술의 적용 필요성이 대두되고 있는 실정이다.<sup>[1]</sup>

특히, 기기 보호 및 운전의 안정성을 위해서 각 시스템의 안정적인 운영 방법에 대한 논의도 이루어지고 있으며, 한 가지 방법으로 시스템 이중화 또한 언급되고 있다.

이중화란, 동일한 제어 시스템 및 제어 입력을 측정하기 위한 측정 시스템을 마련해 두고 한쪽 시스템에 문제가 발생하더라도 대기 중인 시스템이 동작을 이어 받아, 전체 시스템의 운전이 이상이 없도록 하는 시스템 구성 방법이다.

이중화된 시스템, 특히 측정 시스템은 서로 독립적인 시스템이므로 야드의 전압, 전류를 측정함에 있어서 편차가 발생할 수 밖에 없으며, 편차가 포함된 입력을 이용하여 두 대의 제어기는 서로 다른 출력을 만들 수 밖에 없다. 또한 절체 시점에 이와 같은 출력이 직접 기기에 반영되면, 제어 범위 내에 있다 하여 시스템 운영에 문제가 없더라도 장기적으로 기기에 무리를 주어 수명을 단축시키는 등의 문제를 야기할 수 있다.

### 2. 본론

#### 2.1 일반적인 이중화 구성

빠른 제어 응답을 요구하는 시스템의 경우, 일반적으로 Hot Standby 형태의 이중화 구성을 사용한다. Hot Standby 란, 이

중화된 제어기 A와 B 모두가 독립적인 제어출력을 내보내며, Selector에 의해 둘 중 하나의 출력만이 선택되어 기기로 전달 되는 구조로 구성된다.

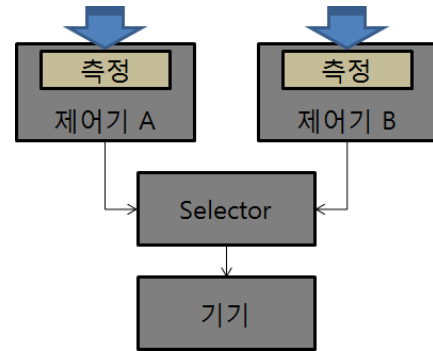


그림. 1 이중화 구성(예시)  
Fig. 1 Redundancy Structure (Ex.)

그림 1은 일반적인 Hot Standby 이중화 시스템 구성을 나타낸다. 별도의 측정 시스템을 가진 동일한 제어기 A와 B가 이중화로 되어 있고 두 제어기의 출력은 Selector에 의해 선택되어 기기로 전달된다. 측정시스템이 가진 편차로 인해 제어기 A와 B는 어느 정도의 편차를 갖는 제어 출력을 내보낼 수 밖에 없고 시스템 절체 시에 그와 같은 편차가 그대로 기기에 반영될 것이라는 점을 쉽게 알 수 있다.

#### 2.2 절체 충격을 감소 시키기 위한 제어기 이중화 구성

2.1 절에서는 기존의 Hot Standby 이중화 구성에서 제어기의 입력 편차와 그로인한 출력 편차 발생, 또한 제어기의 절체로 인해 출력의 순간적인 변경 등이 발생할 수 있으며, 이것이 기기로 그대로 전달될 수 있다는 점을 알아보았다. 이에, 본 절에서는 각 제어기의 출력 편차의 근본 원인이 될 수 있는 측정 편차를 보정하여 제어기에 적용하는 방법을 제안한다.

측정 시스템 간의 편차에 대한 정보를 알기 위해 각 제어기는 편차 계산기를 가지고 있으며, Active 상태의 제어기는 Standby 상태의 제어기는 편차를 무시하고 Standby 상태의 제어기는 편차 정보를 제어 입력에 반영한다. Standby 상태의 제어기가 Active 로 절체되어 Active 로 상태가 변경되는 경우 새로운 Active 제어기는 편차 정보에 감쇄 계수를 적용하여 이

를 제어입력으로 이용하면, 절체가 일어나더라도 제어 신호의 급격한 변화 없이 제어가 가능하며, 감쇄 계수를 적용하였으므로 정상상태에서 Active 제어기 역시 편차를 사용하지 않게 되어 두 제어기간 독립성을 유지할 수 있게 된다. 그림 2는 이와 같은 제어기 이중화 방법을 설명한 것이다.

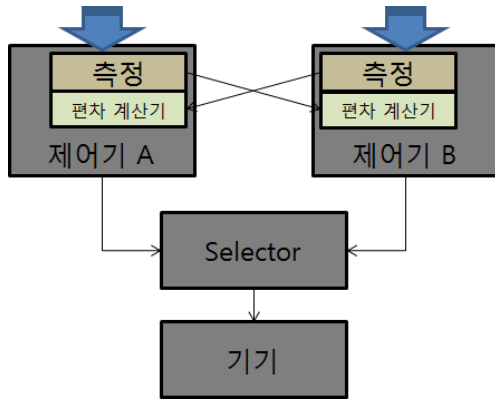


그림. 2 절체 충격 감소를 위한 이중화 구성  
Fig. 2 Redundancy Structure to reduce Changeover Effect

제어기 B를 Standby 로 가정하면, 절체 시 제어기 B의 측정 입력  $M'_B$  을 아래의 수식과 같이 표현할 수 있다.

$$M'_B = (M_A - M_B) \times e^{-a \times t} + M_B \quad (t < t_c, a > 0)$$

$M_A$  : 측정 A,  $M_B$  : 측정 B

$a$  : 감쇄 계수,  $t_c$  : 절체 소요 시간

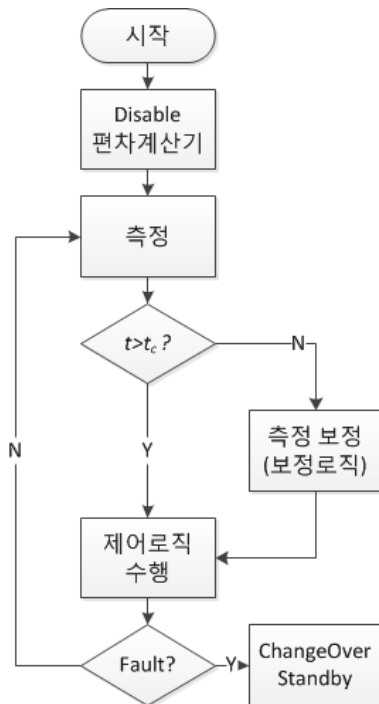


그림. 3 순서도(Active)  
Fig. 3 Flow Chart (Active)

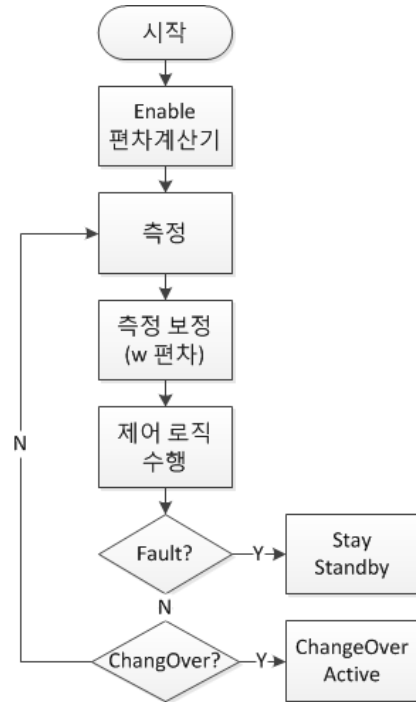


그림. 4 순서도(Standby)  
Fig. 4 Flow Chart (Standby)

그림 3과 4는 Active/Standby 제어기 이중화 로직의 순서도이다. Standby 상태의 제어기는 항상 편차 계산기를 Enable 하여 동작하다가 절체가 발생하여 Active 상태로 절체 되면, 절체 소요 시간 내에서 편차 계산기의 출력을 이용하여 측정값을 보정하여 절체 도중의 절체 충격을 감소시킬 수 있다. 절체 소요 시간 내에서 편차에 의한 결과치가 충분히 감소한 후에 편차에 대한 보정을 중지하면, 이후에는 보정없이 자신의 측정값만을 사용하여 시스템을 운전할 수 있고 이런 방법을 통해 이중화된 두 제어기의 독립성을 유지할 수 있다.

### 3. 결론

시스템의 안정도를 높이기 위한 방법에는 여러 가지가 있을 수 있다. 그 중에 가장 보편적으로 사용되는 방법이 제어기 이중화라 할 수 있다. 하지만, 잘못 설계된 이중화 구조는 제어 출력에 Hazard를 발생시킬 수 있으며, 이와 같은 신호의 급격한 변화는 제어를 어렵게 하거나 기기를 손상시킬 수 있다. 따라서, 이중화 구조를 설계하기에 앞서 시스템의 면밀한 분석이 선행되어야 하며, 본 논문에서 제안한 것과 같은 보완책들을 면밀히 검토할 필요가 있겠다.

### 참 고 문 헌

[1] 김찬기, 장길수, 임성주, 추진부 공저, "HVDC와 전력전자," 생능출판사, pp.3, 2006