

HVDC시스템의 밸브 측 사고감지를 위한 보호요소 시뮬레이션

황호윤
LS 산전

Protective function simulation for fault detection of Valve in HVDC system.

Hwang, Ho Yoon
LS Industrial
System

ABSTRACT

HVDC시스템에서 시스템을 보호하기 위한 여러 가지의 보호 요소 중 밸브그룹 측 싸이리스터를 보호하는 요소 중의 하나를 시뮬레이션 해보았다. 변압기 2차측 혹은 DC송전선로에 사고가 발생하였을 때 신속히 동작하여 과전류나 과전압으로부터 밸브를 보호하는데 그 목적이 있다 하겠다. 방법은 밸브의 앞단(변압기 2차측)과 밸브의 뒷단(DC 송전선로 측 전류)를 측정하여 그 차이가 일정치 이상으로 커졌을 때 동작하며, 그 크기와 동작시간은 서로 반비례 관계를 가진다. 이러한 사고를 PSCAD를 이용하여 시뮬레이션 해보았다.

1. 서 론

HVDC와 관련된 보호 기능들을 DC Protection이라 한다. 이런 보호들은 HVDC 송전을 위해 사용된 장비의 보호와 관련이 있으며 이 설비들은 고조파 필터, 컨버터, 변환용 변압기, 전송 링크, 전극 라인, neutral area, DC 평활 리액터, 부속품을 포함하고 있다. 이 같은 설비들은 그 기능에 따라 구역별로 다수의 개별적으로 보호되는 부분과 겹치는 부분으로 나눌 수 있으며, 주 보호 동작은 컨버터 차단과 주회로 차단기 트립이다.

본 논문에서는 위에서 언급한 보호구역중 DC Pole Protection Zone에 속해있는 Valve Protection에 대하여 Simulation 해보았다.

Valve Protection은 변압기 2차측에 단상 지락, 선간 단락, 3상 지락, 3상 단락 사고에 의하여 발생하는 과전류가 밸브에 흐르게 되는 것을 빠른 시간내에 차단하여 밸브를 보호하는데 그 주 목적이 있다. 입력으로는 변압기 2차측 전류 6개(Y Connection의 a,b,c상 과 Delta Connection의 a,b,c상)와 DC 선로 중 고압선로 측 CT의 전류 I_{dcHV}, 저압선로 측 CT I_{dcLV}이렇게 총 8개이다.

2. 본 론

2.1 Valve Protection Model

Valve Protection은 제주 HVDC #2 보호요소중 변압기 2차측의 AC전류와 DC선로 측 DC전류를 비교하는 ACDC Differential Protection와 비슷한 보호요소이다. 아래의 표1은 Valve Protection의 동작요소와 백업보호(이 보호요소가 동작하지 않았을 때 동작하는 보호요소)를 나타낸 것이며, 표 2는 Valve Protection의 동작특성을 나타낸 것이다.

표 1 Valve Protection의 동작 요소

Protection Zone	DC Pole Protection Zone
Protective Action	Alarm Blocking sequence 1 Trip Filter CBs (Optional) Urgent Trip Main CBs
Backup Protection	DC>AC Protection

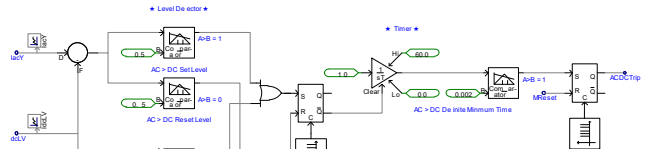
표 2 Valve Protection의 동작 수준 및 동작 시간

Input Signal	Typical	Unit
Valve Protection Set Level	0.5	pu
Valve Protection Reset Level	0.15	pu
Valve Protection Minimum Time	2	ms

여기서 Valve Protection Set Level은 변압기 2차측 전류와 DC측 전류의 차이가 0.5pu이상이 될 때 본 요소가 동작한다는 뜻이며, Valve Protection Reset Level은 변압기 2차측 전류와 DC측 전류의 차이가 0.45pu이하로 내려갔을 때 본요소의 타이머가 리셋됨을 의미하며, Valve Protection Minimum Time은 본 요소의 최소동작시간을 의미한다.

다음은 본 보호요소가 동작하는 회로도 그림이다.

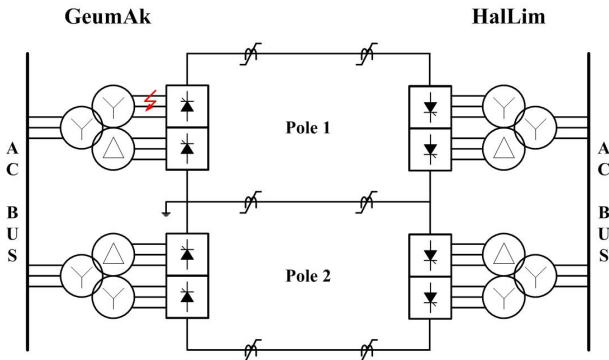
그림 1 Valve Protection의 동작 회로도



맨 왼쪽이 입력 신호들이며, 제일 우측의 출력신호가 필터 및 주회로의 차단기 출력신호이다.

2.2 Simulation 결과

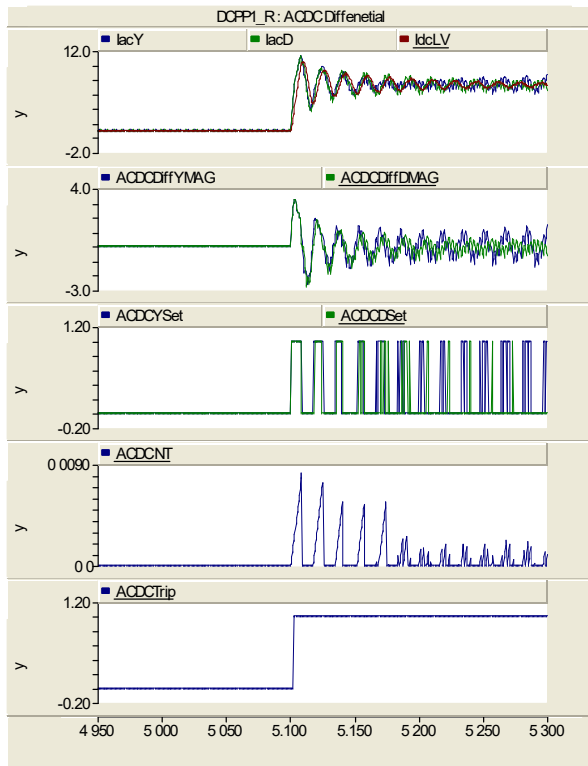
그림 2 밸브 측 사고 위치



본 시뮬레이션을 위해 상정한 사고의 위치는 위 그림 2와 같으며, 사고의 종류는 a상과 b상간의 선간단락 사고이다. 이러한 사고가 발생될 경우, 변압기 2차측 AC전류는 순간적으로 급격하게 증가하는 반면, DC측의 전류는 급격하게 떨어지게 된다. 결과적으로 AC전류와 DC전류의 차이가 순간적으로 커짐으로써 본 보호요소가 동작하는 것이다.

아래의 그림 3은 위 사고를 시뮬레이션 하였을 때의 본 보호요소가 어떻게 동작하는지를 좀 더 자세히 그래프로 나타낸 그림이다.

그림 3 변압기 2차측 단락사고 시 파형



첫 번째 그래프는 변압기 2차 측 전류, 두 번째 그래프는 AC전류와 DC전류의 차이, 세 번째 그래프는 AC전류와 DC전류가 설정 값 이상으로 올라갔다는 Set신호, 네 번째 그래프는 3번째에서 Set이 된 후 지속시간, 5번째 그래프는 최종 트립신

호이다.

3. 결론

본 논문에서는 변압기 2차측에서의 선간단락 사고에 대해서만 Simulation하였지만, AC전압, AC전류, DC전압, DC전류로부터 밸브를 보호하기 위해서는 다양한 종류의 보호요소가 필요하다. 또한, HVDC시스템에서의 각 설비에 대한 보호는 그 설비의 사양에 따라 그 동작레벨과 동작시간이 계산되어 적용되어야 올바르게 그 설비를 보호할 수 있다.

참고 문헌

- [1] Liu Qing, Wang Zengping, Wu Liying, "Optimization of HVDC Converter Transformer Back up Protection", IEEE, 10.1109/ICPST.2006.321619, 1 4p, 2006
- [2] Lingxue Lin, Yao Zhang, Qing Zhong, Fushuan Wen, "Identification of Commutation Failures in HVDC Systems Based on Wavelet Transform", IEEE, 10.1109/ISAP.2007.4441621, 1 5p, 2007
- [3] Galanos G., Vovos, N., Giannakopoulos, G., "Combined control and protection system for improved performance of HVDC links in the presence of AC faults", IEEE, 10.1049/ip c:19840021, 129 139p, 1984