PSCAD/EMTDC를 이용한 소형열병합발전 설비에서 보호계전시스템의 구성에 관한 연구

김용하*, 최상규**, 이 범***, 이성준*, 이광성****, 박남철*****, 이용석******
인천대학교*, 안양과학대학**, 전남대학교***, 에너지코리아(주)****, 한국폴리텍II대학*****, 한국전력******

Research about composition of protective system in Co-Generation

YH Kim*, SK Choi**, Bum Lee***, SJ Lee*, KS Lee****, NC Park*****, YS Lee******
University of Incheon*, Anyang Technlcal College**, ChonNam University***,E-Korea. Inc****, KOPO Collage*****, KECO******

Abstract - System has to be applied as protection at existent supply of electric power system and link is different from when system is operated individually Co-Generation.
When equipment is driven Co-Generation that associate in existent equipment in this paper, displayed operating state of function by duty of protective system.

1. 서 론

경제성장과 산업·사회활동의 고도화에 따라서 전력수요는 급격히 증가하고 있으나, 이에 대비하기 위한 발전설비의 확대계획은 발전소건설에 따르는 막대한 소요자금과 부지확보의 한계 등으로 어려움을 겪고 있다. 또한 산업전반에 걸쳐 정보사회가 고도화됨에 따라 전기에너지에 대한 의존도가 높아지고, 전력의 아정적인 공급과 질적 향상에 대한 요구가 급증하고 있다.

대부분의 보호계전기는 계통이 최악의 상태에 이르는 것을 방지하기 위하여 사고구간을 건전구간으로부터 신속히 제거하도록 설치되어 있으나 응동하는 동작레벨도 고정되어 있어 피보호 설비 및 다양한 상태 변동 및 계통조건 변화를 고려할 수 없는 수준을 벗어나지 못하고 있고, 전력계통에 고장 발생시 보호계전기가 동작되지 않아 설비피해가 확대되거나, 동작하지 말아야 할 현상에 보호계전기가 오동작 되어 불필요한 정전 피해를 일으키는 사례가 아직도 적지 않아 전력 공급 신뢰도 유지 및 설비 안전 확보에 큰 어려움이 있는 실정이다.

더욱이 교토의정서가 채택되어 새로운 발전소의 건설이 제한을 받게 됨에 따라 에너지이용효율이 높은 열병합시스템은 현재 우리나라가 처한 에너지 및 환경공해의 상황하에서 최적의 대안으로 떠오르고 있다.

이러한 열병합설비는 전력계통과 별도로 분리하여 독립적으로 운용할 수도 있지만, 전력계통과 연계된 상태로 운전함으로써 전력의 안정공급과 신뢰도 유지 등의 질적 향상과 경제성 확보를 이룰 수 있게 된다. 그러나 열병합발전설비가 도입된 배전계통은 기존의 부하만이 존재하는 배전계통과는 달리 부하와 전원이 혼재되어 있기 때문에, 전력회사는 열병합발전설비의 본격적인 배전계통도입시에 전력품질(고조파, 전압변동 등)과 보호협조에의 영향, 기존의 배전계통운용 체제하에서 연계가 가능한 열병합발전설비의 운전DATA 등을 사전에 검토·분석하여 복합배전계통의 원활한 운용체제를 확립해 둘 필요가 있다.

따라서 본 논문에서는 소형열병합발전시스템이 배전계통과 연계시에 보호계전시스템의 구성에 관하여 나타내었다.

2. 보호계전시스템

2.1 보호계전시스템의 기본계념 및 구성시 고려사항

보호계전 시스템을 구축하는 것은 전력계통의 안정운전에 매우 중요한 요소이며 각 설비별 보호협조는 정전범위의 최소화 및 설비의 보호 등에 가장 기본적인 사항이다. 따라서 보호계전 시스템을 적절하게 구성하여야 하는 것은 대단히 중요하나 전력계통 구성에 정형화된 규정이 없고 따라서 보호계전 시스템 구성에도 일정한 규정이나 형태가 없으며 다음과 같은 개념을 기준으로 구성하는 것이 주로 적용되는 기준이다. 이와 같이 일정한 규정이 없으므로 각 계통에 적절하게 구성하여 주어진 기능을 수행하도록 하여야 한다.

보호계전 시스템을 구성할 경우 역시 정해진 틀은 없으나 주요 고려사항은 다음과 같다.

1)경제성
- 초기 투자비 및 운전 및 유지보수에 따른 비용을 고려하여 결정
- 예상되는 고장에 따른 적절한 구성
- 고장전류의 크기에 따른 CT & PT 의 적절한 위치를 선정하여 구성

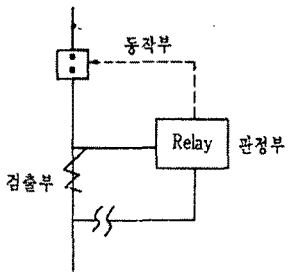
2)동작특성
- 효율적인 전력계통의 운용을 보장할 수 있도록 구성
- 보호계전 시스템의 운용경험
- 전력계통에서 발생 가능한 고장에 대한 이력과 예측을 통해 적합하게 구성

2.1.1 보호계전시스템의 구성

보호계전 시스템을 구성하는데 각 설비별로 그에 적합한 보호계전기를 채택하고, 보호구간을 정하고, 이들이 서로 잘 협조하여 (Relay Coordination) 최적의 동작특성과 신뢰성을 확보할 수 있도록 해야 한다.

보호계전기의 구성의 크게 검출부, 판정부, 동작부로 구분한다.

검출부는 고장전류 또는 전압을 검출하여 판정부에서 정해진 정정값에 따라 Trip 신호를 축력하며, 동작부에서 Trip 신호를 받아 보호계전기를 동작시킨다. 다음의 그림은 보호계전기의 개념을 나타내고 있다.



<그림 1> 보호계전기의 구성 개념도

2.1.2 Relay 의 동작특성 구분

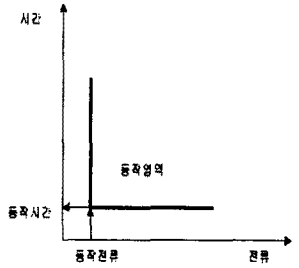
Relay 는 동작특성에 따라 크게 다음과 같이 구분된다.

1) 정한시성 Relay (Definition Time Characteristics)
- 단락전류의 크기가 정해진 값을 초과하면 그 크기에 관계없이 정해진 시간에 동작하여 차단기를 개방하도록 하는 특성을 가진다.

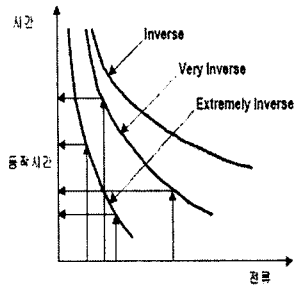
2) 반한시성 Relay (Inverse Time Characteristics)
- 단락전류의 크기가 정해진 값을 초과할 경우 그 크기에 따라 동작시간이 결정되어 차단기를 개방하도록 하는 특성을 가진 것으로서 단락전류가 커질수록 동작시간이 짧아지며 곡선의 기울기에 따라 Inverse, Very Inverse, Extremely Inverse 의 세 가지로 구분된다.

3) 정한시성 반한시 Relay(Inverse & Definition Time Characteristics)

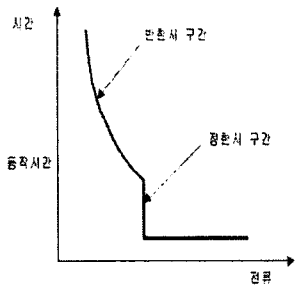
앞에서 설명된 1), 2) 두 가지 특성을 동시에 가진 Relay 로서 하나의 Package 에 두 기능을 내장한 형태로 구성되어 있으며 과전류 보호용으로 가장 많이 적용된다. 기계식 Relay 의 경우 앞의 세 가지 모두 정한시 특성은 전자흡인력(Electro-Magnetic Attraction)을 이용하여 얻고, 반한시 특성은 전자유도(Electro-Magnetic Induction) 에 따른 원판의 회전특성을 이용하며 특별히 고속동작을 필요로 하는 반한시성이 요구될 경우에는 원통형 (Cylindrical Type)을 적용한다. 정지형 Relay 의 경우 반도체 소자를 이용하므로 이 정도의 동작특성을 얻는 것은 매우 간단하게 구현할 수 있으며 요즈음은 대부분 정지형 Relay를 적용하고 있다. 위에서 설명한 Relay 의 동작특성을 그림으로 나타내면 다음과 같다.



<그림 2> 정한시특성



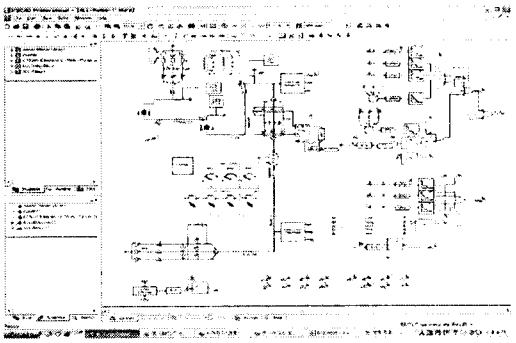
〈그림 3〉 반한시 특성



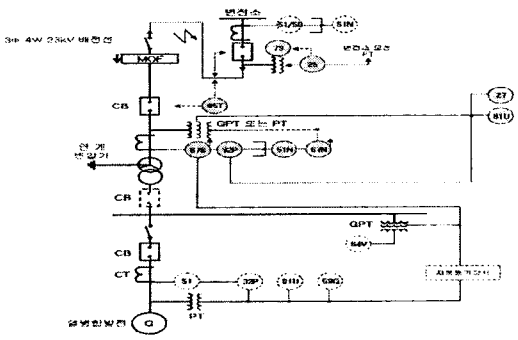
〈그림4〉 정한시성 반한시 특성

3. 사례연구

열병합시스템이 연계되어 있는 상시 역조류가 없고 변압기 중성점이 접지되어있는 전용 1회선 계통에서 연계선로 보호용 계전기들의 동작 상태여부를 판단하기 위하여 다음의 그림과 같이 Simulation계통을 PSCAD/EMTDC로 구성하였다.

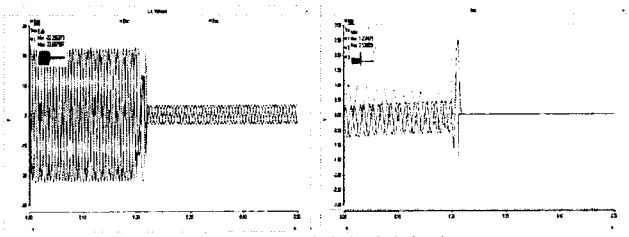


〈그림 5〉 연계선로 Simulation을 위한 계통



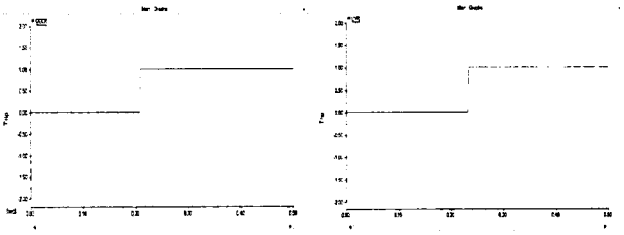
〈그림 6〉 연계선로 고장위치 및 동작 계전기

고장 발생 시작 시간은 0.2[sec]되는 시점에서 1선 지락이 발생하였으며, 그 다음 0.2[sec]동안 지속 될 때, 연계선로의 전압과 전류의 파형은 다음의 그림과 같다.



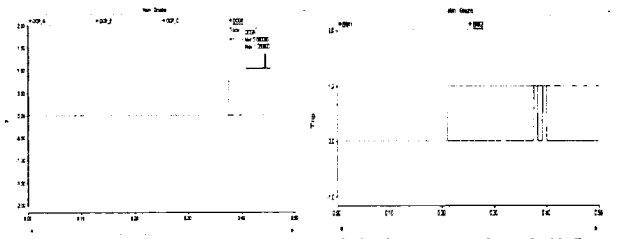
〈그림 7〉 사고지점의 전압과 전류

이때 연계계통 선로의 열병합시스템의 계전기 상호간의 보호협조가 원만하게 이루어지고, 원단에서 사고발생시 보호계전기의 동작 상태는 다음의 그림과 같이 사고 시점에서 동작하고 있음을 알 수 있다.



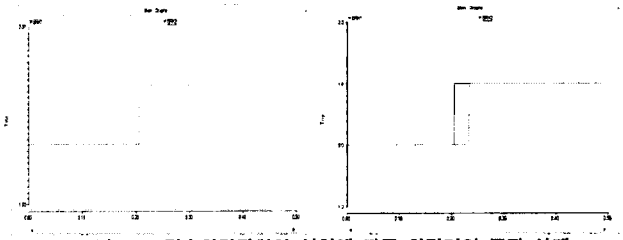
〈그림 8〉 지락과전류계전기와 저전압계전기의 동작 상태

또한 분산전원 근단에서 사고 발생시 계전기 상호간의 보호협조가 이루어지지 않을 경우 다음의 그림에서와 같이 지락과전류계전기의 동작이 불안하게 되어 차단기의 동작도 이상 출력을 나타내고 있다.



〈그림 9〉 지락과전류계전기의 동작에 따른 BRK2의 동작 상태

또한 분산전원이 연계되어 있는 계통에서 분산전원의 단독운전 방지를 위해서 적용하는 전송차단장치의 적용유무에 따라 연계계통의 보호동작을 확실하게 구현할 수 있게 된다. 다음의 그림은 전송차단장치의 유무에 따라 나타나는 차단기의 동작여부를 나타내고 있다. 그림에서도 알 수 있듯이 전송장치의 설치 여부에 따라 차단기 동작의 시간차 나타내고 있다.



〈그림 10〉 전송차단장치의 설치에 따른 차단기의 동작 상태

4. 결 론

신에너지의 개발과 함께 기존의 계통과 열병합설비가 연계될 때 보호계전기의 구성은 연계계통의 보호와 함께 기존의 계통을 보호하기에 충분한 기능적 역할을 수행해야 하는 것은 매우 중요한 일이다.

본 논문에서는 열병합설비 연계시의 계통에 대하여 PSCAD/EMTDC로 계통을 구성하여 Simulation하였다. 보호계전기 상호간에 보호협조를 이루는 구성에 따라 계전기의 동작에 중요한 역할을 하고 있음을 알 수 있다. 전용 1회선의 경우 단독운전방지를 위하여 전송차단 방식을 사용하는 것이 분산전원측을 보호하고 계통을 보호하는데 확실한 역할을 하고 있음을 알 수 있다.

향후 연계계통의 단독운전을 방지하는 기술적 개발이 더욱 필요한 것으로 판단되며, 분산전원의 수요증가에 따라 연계계통 보호를 위한 계전기의 기능 향상에도 기술적 진보가 필요할 것으로 사료된다.

[참 고 문 헌]

[1] 한국전력공사, "전력계통보호", 중앙교육원, 1999
[2] P.M.Anderson, "Power System Protection", Poer Math Associates Inc, 1999
[3] Turan Gonen, "Modern power System Analysis", John Wiley & Sons 1988
[4] 한국전력공사, "변전설비 현장 Guide Book", 제천전력관리처, 1999