

분산전원을 고려한 양방향 보호협조 평가시스템 제작

김경빈, 김소희, 손준호, 연지원, 공 환, 노대석
한국기술교육대학교

Development of the evaluation system for Bi-directional Protection Coordination Considering Distributed Sources

Kyung-Bin Kim, Ji-Won Yeon, Hwan Gong, Dae-Seok Rho
Dept of Electrical Engineering, Korea University of Technology and Education

Abstract - 태양광, 풍력 등의 신재생에너지전원이 배전계통에 연계되는 경우가 증가함에 따라 사고 발생 시 계통을 안정적으로 보호하기 위한 보호협조 시스템의 개발이 필요하게 되었다. 따라서 본 논문에서는 보호협조 및 선로의 안정화에 크게 기여할 수 있는 양방향 보호협조 평가시스템을 제작하여, 분산전원이 연계된 다양한 모의계통을 시뮬레이션하여 제안한 알고리즘의 정확성을 분석하고 그 유용성을 확인하였다.

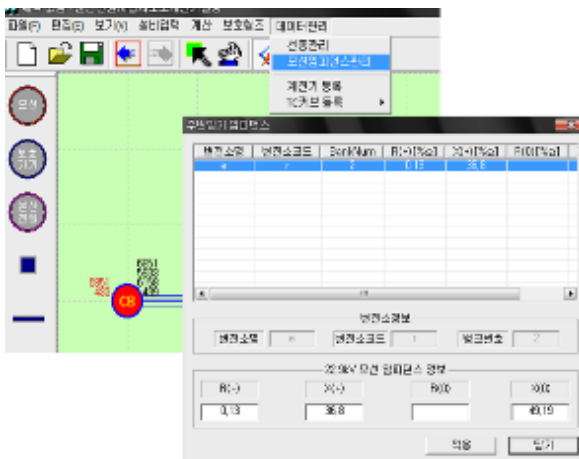
1. 서 론

최근 전력수요가 급증하고 국가적으로 녹색성장 정책이 활발하게 진행됨에 따라 배전계통에 태양광, 풍력 등의 신에너지 전원이 연계되는 경우가 급증하였다. 그러나 분산전원의 연계로 인한 역 조류의 발생은 현 계통의 보호협조에 큰 문제점을 야기할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 분산전원의 연계에 따른 여러 가지 문제점을 해결하기 위한 양방향 보호협조 평가프로그램을 제안하였다. 보호협조를 진행하기 위해서는 전압강하 및 고장전류 등의 계산기능이 선행되어야 한다. 본 논문에서는 정확한 기술계산 및 검토기능을 가지는 양방향 보호협조 평가시스템(시뮬레이터)을 제작하고, 이를 이용해 배전계통을 대상으로 전위보호기기인 R/C(Recloser)와 후비보호기기인 변전소 계전기(OCR, OCGR) 사이의 보호협조를 검토하여, 제안한 알고리즘의 유용성을 검증하였다.

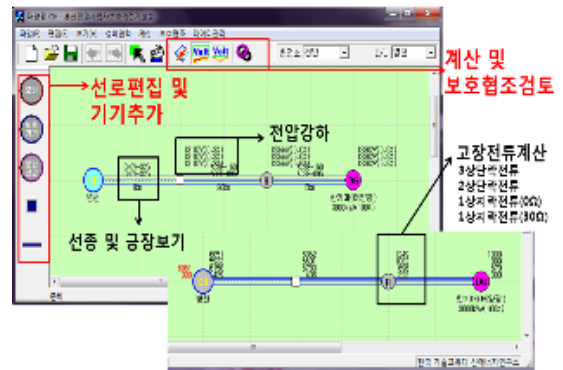
2. 양방향 보호협조 평가 시스템

2.1 보호협조 평가시스템의 구현

양방향 보호협조 평가시스템은 메인 입력화면에서 CB, Recloser, DG 등 각종 기기추가 및 선로를 편집하는 ICON을 이용해 사용자가 원하는 배전계통을 쉽게 모의할 수 있도록 C++를 이용하여 HMI프로그램으로 제작하였다. 각종 기기에 대한 정보와 모의선로 및 부하, 임피던스 등의 DATA를 Database에서 찾아 그림 1과 같이 입력하고 계산 및 보호협조 검토 ICON을 한번만 클릭하면 그림 2에서 볼 수 있듯이 고장전류와 전압강하 계산치가 빠르고 정확하게 산출된다. 이 기능을 통해 사용자가 현재 계통의 정보를 파악하여 보호협조 검토 시에 이를 고려할 수 있다.



〈그림 1〉 데이터(모선 임피던스) 편집



〈그림 2〉 양방향 보호협조 평가시스템의 기능

2.2 보호협조 평가시스템의 주요 기능

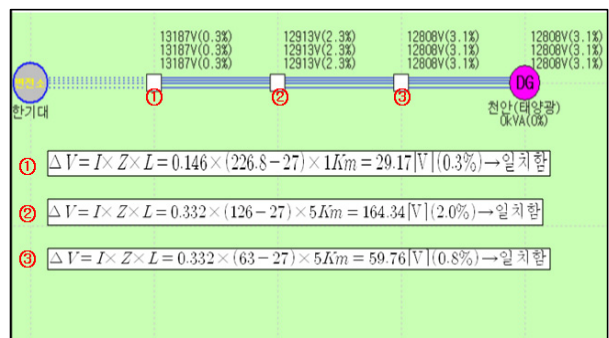
본 연구에서 제작한 보호협조 평가시스템의 기능을 요약하면 표 1과 같다.

〈표 1〉 평가시스템의 주요 기능

구분	내용
전압강하 및 고장전류계산	<ul style="list-style-type: none"> 말단 전압강하 계산 고장전류 계산
보호협조	<ul style="list-style-type: none"> 단선도 생성 및 편집 보호협조 검토 및 조정
분산전원	<ul style="list-style-type: none"> 연계선로 상시 전압변동률 검토 연계선로 보호협조 검토

2.2.1 분산전원 연계 시 전압강하 계산

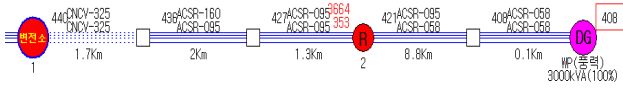
본 평가시스템에서는 분산전원이 연계되었을 때 발생하는 역 조류(계통에 고장발생 시, 계통연계용 인버터 정격출력 전류의 1.5배가 출력)를 감안하여 알고리즘을 작성하였고, 양방향 보호협조 평가시스템에 의한 전압강하 계산결과를 수 계산에 의한 전압강하와 비교했을 때, 그 결과 값이 일치함을 그림 3을 통해서 확인할 수 있다.



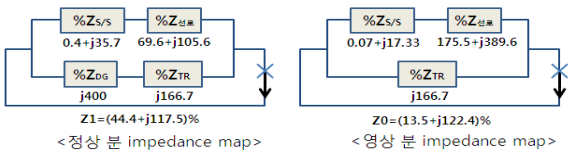
〈그림 3〉 분산전원 연계 시 전압강하 계산

2.2.2 분산전원 연계 시 고장전류 계산

보호협조를 시행하기 위해서는 각 사고별 고장 전류의 값을 계산하는 것이 필수적이다. 본 논문에서는 현재 널리 연계되고 있는 신에너지 전원인 풍력발전이 계통에 연계되었을 때를 모의하였다. 고장의 종류 중, 전력계통 사고의 대부분을 차지하고 있는 1선 지락사고를 양방향 보호협조 평가프로그램에 그림 4와 같이 모의하였다. 분산전원수용가 계전기 측에 1선지락(30Ω)사고가 발생한 경우 사고지점을 기준으로 한 임피던스 맵은 그림 5처럼 구성된다. 식 (1)은 그림 5에서 산출한 임피던스 값을 발전기 기본 식을 이용한 고장전류계산 식에 대입하여 계산한 값이다. 그 결과 평가시스템의 시뮬레이션 값인 그림 4와 일치함을 확인하였다.



〈그림 4〉 평가시스템 풍력 전원 연계 1선 지락전류 시뮬레이션

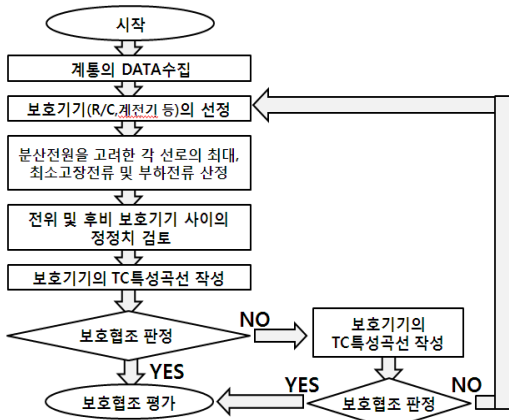


〈그림 5〉 분산전원 수용가 측 임피던스 맵과 1선 지락 전류 계산식

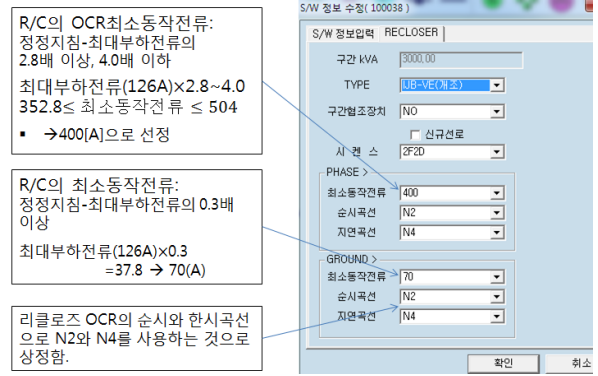
$$I_{g1(30\Omega)} = \frac{300 \times 2521}{2 \times (44.4 + j117.5) + 13.5 + j122.4 + (3 \times 30 \times 19.1)} = 407.5[A] \quad (1)$$

2.3 평가시스템의 보호협조 기능

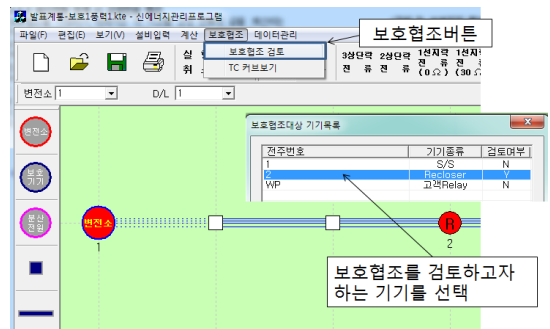
기존의 보호협조 알고리즘과 달리, 본 논문에서 제안한 알고리즘은 그림 6과 같이 계통의 데이터 수집을 시작으로 보호기기를 선정하고 분산전원을 고려한 고장 전류의 계산을 통해 최대, 최소 동작 전류를 보호기기의 정정에 사용함으로써 보호협조를 판정하는 단계로 이루어진다. 본 시스템의 보호협조 기능은 그림 7과 같이 배전선로에 설치한 각 보호기기의 정보를 입력한 후 보호협조 아이콘을 눌러 쉽게 확인 할 수 있다. 보호기기의 정정치는 한전의 보호기기 정정치표를 이용하여 선정하였다. 변전소 계전기의 보호기기는 K2CG-C를 사용하였으며 R/C의 기기타입은 IJB-VE(개조)를 사용하였다. 본 논문에서는 그림 4에 모의된 계통을 이용하여 보호협조 기능을 확인하였다. 앞서 선정된 최대 동작 전류와 최소 동작 전류 등을 이용하여 보호기기들의 설정치를 그림 7과 같이 정정한 후, 그림 8과 같이 보호협조 검토 버튼을 눌러서 보호협조 창을 활성화 하여 협조를 판별한다.



〈그림 6〉 보호협조 평가알고리즘

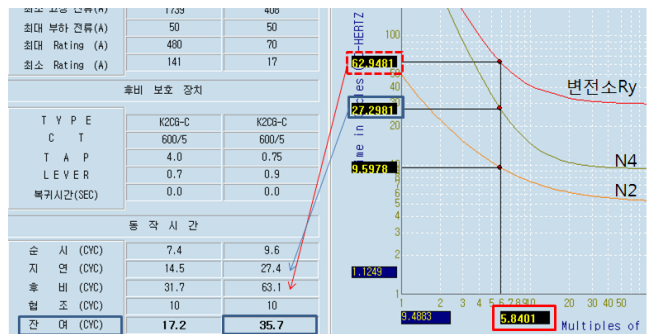


〈그림 7〉 보호기기의 정정치 산정



〈그림 8〉 보호협조의 검토(활성화)

그림 9는 모의한 배전계통에서 전위보호기기인 R/C와 후비보호기기인 변전소계전기(OCGR)의 보호협조를 검토한 것으로 1선 지락사고 시의 협조를 나타낸다. TC특성 곡선에서 각 보호기기 간의 동작시간 차이가 보호협조시간 차인 10cycle 이상 (35.7cycle)으로 보호협조가 되었음을 확인할 수 있다.



〈그림 9〉 전위보호기기(R/C)와 후비보호기기(변전소 계전기 OCGR)의 보호협조의 판별(T-C 커브)

3. 결 론

본 논문에서는 분산전원을 고려한 보호 협조 평가 알고리즘을 제안하고 이를 바탕으로 양방향 보호협조 평가프로그램을 제작하였다. 시뮬레이션 수행 값과 수계산 값의 비교 결과 그 도출된 값이 높은 신뢰성을 가짐을 확인할 수 있었다. 또한 분산전원 연계 시 후비보호기기인 R/C와 전위보호기기인 변전소 계전기 사이의 보호협조를 검토하여 본 알고리즘의 유효성을 확인하였다. 따라서 계통에 분산전원이 연계된 경우 계통 사고 발생 시 사고전류 계산과 최적의 양방향 보호협조 기기 설정 값 산출에 있어 보다 신속함과 편리함을 제공할 것이며, 배전계통 운용 및 안정화에 있어 유용하게 사용될 것으로 기대된다.

[참 고 문 헌]

- [1] 노대석, “신 에너지전원이 연계된 스마트그리드의 양방향 보호협조에 대한 운용방안”, 전기의 세계, 제5권, 제9호, pp. 39-43, 2010.
- [2] 한국 전력공사 배전계획처, “배전보호기술서”, pp. 70-91, 10월, 2008.