

Matlab/Simulink를 이용한 리클로저의 오동작 해석에 관한 연구

김찬혁*, 노대석*

*한국기술교육대학교

e-mail: redkg123@naver.com

A Study on the Mis-Function Analysis of Re-closer Based on the Matlab/Simulink

Chanhyeok kim*, Rho Daeseok*

*Korea University of Technology and Education

요 약

기존 배전계통에 있어서의 조류는 변전소에서 선로말단을 향한 단방향이지만, 분산전원이 연계된 배전계통의 경우에는 그 출력 용량의 여부에 따라 양방향의 전력조류가 발생할 가능성이 있어, 계통운용상 여러 가지의 문제점이 야기될 수 있다. 특히, 태양광발전이 배전선로에 연계되어 운전되는 경우, 동일 बैं크의 타 배전선로에서 사고가 발생하면 태양광발전이 연계된 건전한 배전선로의 보호협조기기(리클로저)가 오동작하는 사고가 발생하는 경우가 실 계통에서 빈번하게 발생하고 있다. 이에 의하여 건전한 선로의 부하가 정전을 경험하는 심각한 문제점이 발생한다. 따라서 본 논문에서는 MATLAB/SIMULINK을 이용하여 모델링과 시뮬레이션을 수행하여, 상기의 보호협조기기의 오동작 문제점을 분석하고 해석하였다.

1. 서론

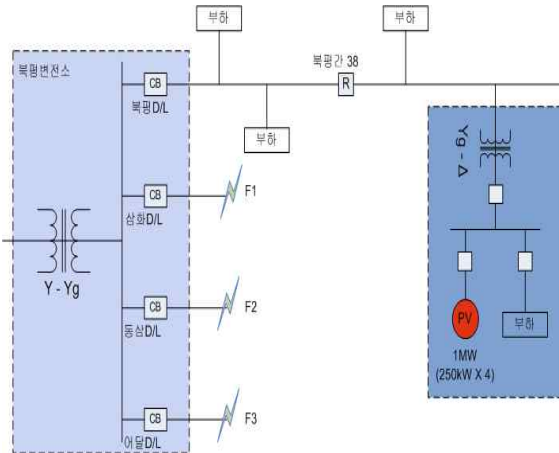
분산전원이 기존의 어떤 보호협조 체제하의 배전선로에 도입될 경우는 분산전원의 계통에 대한 역조류에 의해 사고 시 고장 구간의 분리 및 선로재구성에 따른 차단기 및 개폐기 제어알고리즘, 그리고 순시정전 시 분산전원의 기동정지, 개폐기의 기능, 차단용량 등에 악영향을 끼칠 우려가 다분히 있다. 또한, 지락사고 시 선로가 계통과 차단된 상태에서 분산전원의 차단기가 늦게 동작하게 되면 선로의 커패시터와 부하가 분산전원과 작용하여 공진으로 인한 과전압이 발생할 수 있다. 또한, 차단기(리클로저 또는 CB)와 퓨즈의 보호협조체제 하에서 순시사고 시, 퓨즈의 불필요한 용단으로 인한 장시간정전사태가 발생하거나, CB 또는 리클로저의 재폐로 방식에 대한 분산전원의 확실한 분리보장문제 등이 열거될 수 있다.

따라서 본 논문에서는 태양광발전이 배전선로에 연계되는 경우, 동일 बैं크의 타 선로에서 사고(지락사고)가 발생하면 태양광발전이 연계된 비 사고선로의 보호협조기기(리클로저)가 오동작하는 사고가 발생하는 사례가 실 계통에서 빈번하게 일어나고 있는데, 이에 대한 보호협조기기의 오동작 원인을 규명하고, 배전계통 해석 S/W인 MATLAB/SIMULINK을 이용하여 모델링과 시뮬레이션을 수행하여, 보호협조기기의 오동작 메카니즘과 문제점을 해석하였다.

2. 실계통의 보호기기 오동작 사례

그림 1과 같이, 한국전력공사의 강릉지사 동해지점의 북평 변전소의 1MW 용량의 태양광 발전이 설치된 고압 배전선로의 보호기기(리클로저)가 동일 변전소의 동일 बैं크 내의 타 배전선로의 1선 지락고장 발생시에 오동작하는 경우가 발생하였다. 북평변전

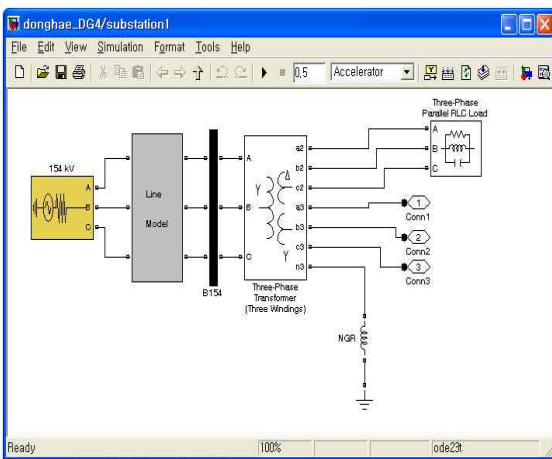
소 #3 M.Tr 뱅크에서 인출된 북평 고압배전선로 (D/L)에 설치된 리클로저가 동일뱅크 인출 선로인 삼화, 동삼, 어달 D/L에서 외물접촉, LA 파손, 변압기 소손 등의 이유로 발생한 10건의 고장에 대하여 오동작하여 재폐로하였다. 실제로 북평 D/L의 리클로저에는 N상 전류로 130A - 400A 정도가 발생한 것이 계측되었다.



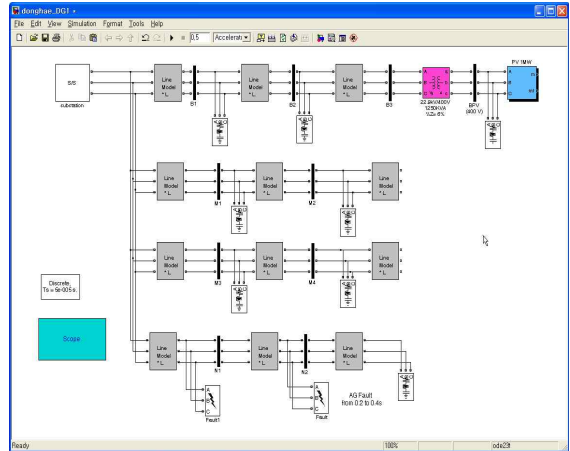
[그림 1] 북평변전소의 배전계통 구성도

3. 보호협조기의 오동작 해석을 위한 MATLAB/SIMULINK 모델링

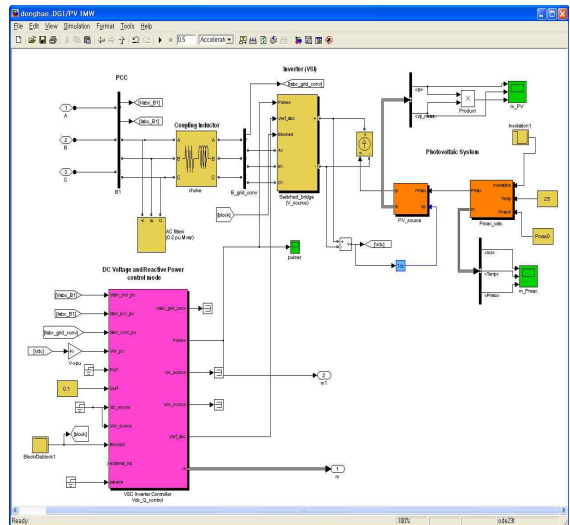
그림 2 북평 변전소 #3 M.T를 모델링한 것이고, 그림 3은 인버터를 이용하여 연계되어진 태양광 발전 설비를 모델링한 것이다. 그리고 그림 4은 북평 변전소 배전선로와 태양광발전설비 연계에 대한 모의 시험 대상선로를 Matlab/Simulink를 이용하여 모델링한 것이다.



[그림2] MATLAB/SIMULINK에서의 북평변전소 M.T 모델링



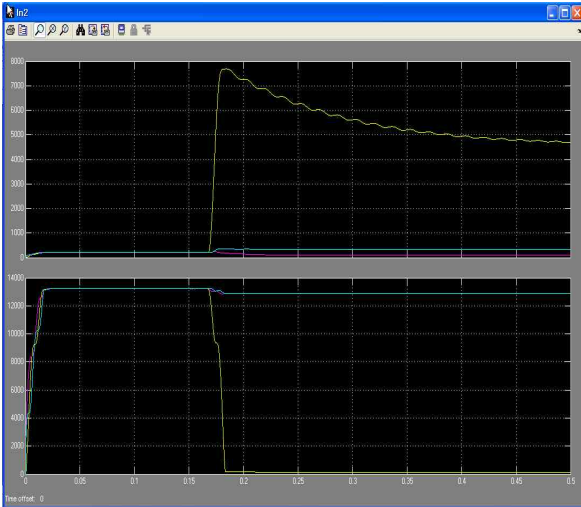
[그림 3] MATLAB/SIMULINK를 이용한 배전계통 모델링



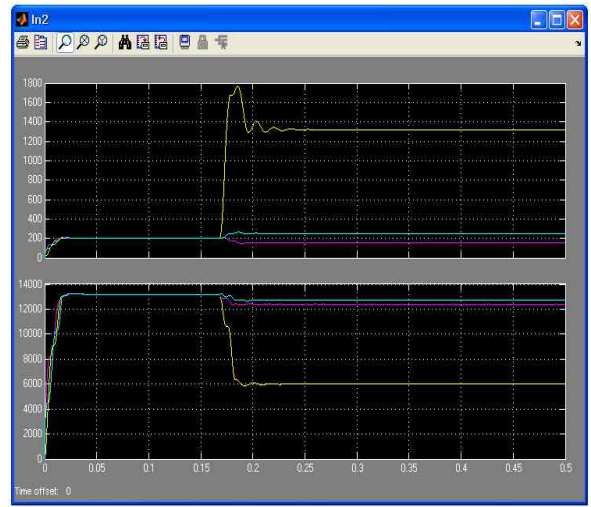
[그림 4] MATLAB/SIMULINK에서의 태양광발전 모델링

4. MATLAB/SIMULINK 의한 시뮬레이션 분석

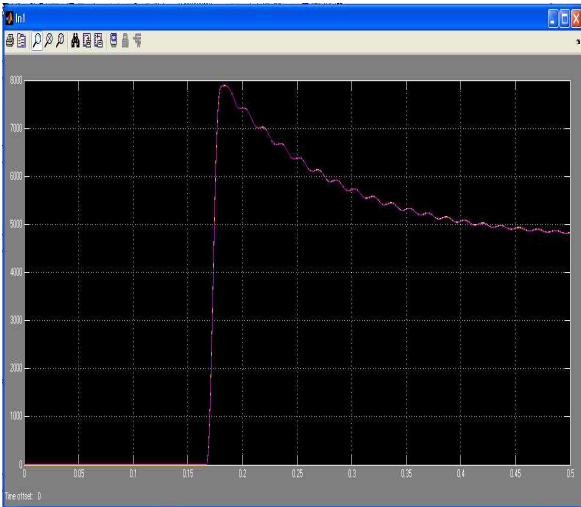
오동작 현상을 해석하기 위하여, 상기의 모의선로에 대하여 태양광발전이 연계되어 있지 않은 3개의 선로 중 하단의 선로에 직하, 말단에 고장을 발생시켰다. A상 1선 지락 고장을 0.2초에서 발생시켜 0.2초간 지속하도록 하였다. 모의한 고장에 대하여 북평 변전소의 모선에서의 A, B, C상 전압, 전류와 사고선로인 삼화 D/L의 A상전류, 태양광이 연계된 북평 D/L의 N상전류 값을 구하면 그림 5(직하사고), 그림 6(말단사고)와 같다. 이 그림에서, 모선의 A상 전류(AG Fault)가 다른 상에 비하여 현저하게 감소하고, 북평 D/L의 N상전류가 약 160A(직하), 약 400A(말단) 정도임을 확인할 수 있었다. 이 전류는 리클로저의 OCGR을 오동작시킬 만큼 충분히 큰 전류임을 알 수 있었다. (OCGR의 설정치 : 70A임)



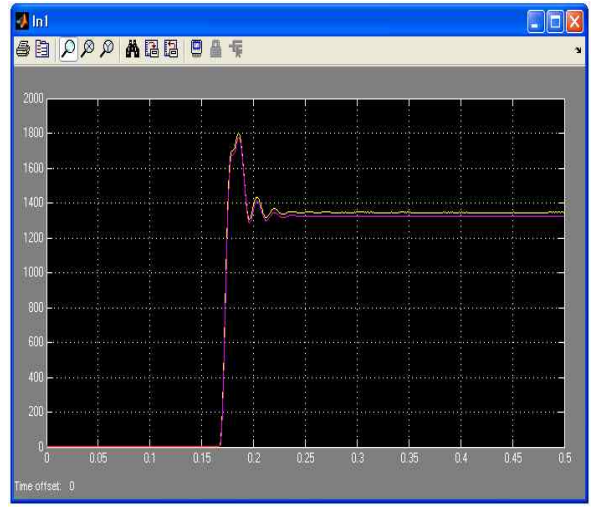
a) 북평변전소 모선측 전류와 전압



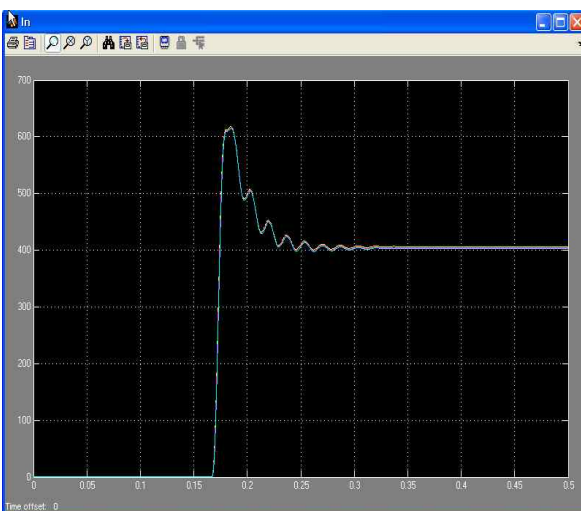
a) 북평변전소 모선측 전류와 전압



b) 삼화 D/L 1선 지락사고전류

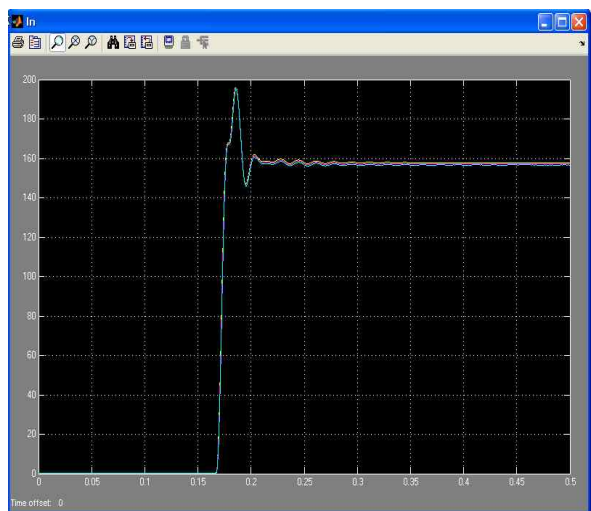


b) 삼화 D/L 1선 지락사고전류



c) 북평 D/L 중성선(N상) 전류

[그림 5] 어달 D/L의 직하사고 경우



c) 북평 D/L 중성선(N상) 전류

[그림 6] 어달 D/L의 말단사고 경우

4. 결론

본 연구에서는 실 계통의 보호협조기기의 오동작에 대한 문제점을 분석하고 그 문제점에 대한 대책을 제시하기 위하여 시뮬레이션 S/W인 MATLAB/SIMULINK을 이용하였다. 주요 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 분산전원이 연계된 배전선로에서는 동일 बैं크의 타 배전선로에서 지락사고가 발생하는 경우, 사고가 발생하지 않은 분산전원 연계선로의 중성선(N선)에 약 160[A]의 큰 지락 사고전류가 흐르게 되어, 건전한 배전선로의 OCGR(설정치 : 70A임)이 오동작을 일으킬 수 있음을 확인하였다.

(2) 중성선(N상)에 흐르는 사고전류는 분산전원에서 공급하는 사고전류의 영향이 아니라 분산전원의 연계용변압기의 결선방식에 의한 것임을 확인하였다.

참고 문헌

- [1] 분산전원 배전계통 연계기술기준, 한국전력공사 2005. 4.
- [2] 일본 분산형전원 계통연계 기술지침 (사)일본전기협회 2001.
- [3] Hadi Saadat, "Power System Analysis", McGraw-Hill, Printed in Singapore, 1999.
- [4] "태양광발전의 배전계통 연계 알고리즘 개발에 관한 연구", 2005 한국산학기술학회, 춘계 학술발표논문집, 노 대석 외 3인, 2005. 5.
- [5] "분산형전원의 배전계통 연계 시 사고해석 알고리즘 개발에 관한 연구", 한국산학기술학회, 춘계 학술발표논문집, 노 대석 외 3인, 2008. 5.
- [6] "신재생에너지전원이 연계된 배전 계통에서 보호협조방안에 관한 연구", 한국산학기술학회, 춘계 학술발표논문집, 노 대석 외 3인, 2008. 5.(우수논문수상)