
태양광전원이 연계된 고압배전선로의 보호협조 평가 방안에 관한 연구

김병기, 김소희, 유경상, 노대석*
한국기술교육대학교 전기전자통신공학부

Evaluation Method for Protection Coordination of PV Systems Interconnected with Primary Feeders

Byungki Kim, Sohee Kim, Kyungsang Ryu, Rho Daeseok*
Division of Electric Electronic Information Communication,
Korea University of Technology and Education

요약 종래의 배전계통에 있어서의 전력조류는 변전소에서 선로말단을 향한 단 방향이었지만, 신에너지전원(분산전원)이 연계된 배전계통의 경우에는 그 출력용량의 여부에 따라 양방향의 전력조류가 발생할 가능성이 있어, 계통운용상 여러 가지의 문제점이 야기될 수 있다. 분산전원은 대규모전원의 보완적 역할과 배전선로 상의 국부적 부하 감당 역할을 부과하여 그의 적극적 활용을 피하기 위해서는, 분산전원으로부터 배전계통에 전력을 공급하는 역 조류의 기능을 허용할 수 있는 양방향 보호협조방식의 체제를 확립할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 분산전원 연계에 따른 보호협조 기본 방안과 부하절체 운전에 따른 보호협조 방안, 변압기결선에 따른 보호협조 방안 등에 대한 알고리즘을 제시하였다. 또한, 이론적인 계산법(대칭좌표법)과 MATLAB/SIMULINK에 의하여 실 계통에서의 양방향 보호협조에 관련된 문제점을 분석하고, 해결방안을 제시하였다.

• **주제어** : 융합, 사회, 태양광전원, 보호협조, 평가

Abstract Dispersed generation (DG) such as wind power (WP) and Photovoltaic systems (PV) that has been promoted at the national level recently is mainly being introduced into distribution systems adjacent to consumers because it is generation on a small scale when compared to current generation. Due to its characteristics, DG can be operated by interconnection with distribution systems to present security of more stable power and efficient use of power facilities and resources. Problems on protection coordination of distribution systems by reverse flow of DG can roughly be divided into three possibilities: excess in rated breaking capacity (12.5KA) of protective devices by a fault in DG current supply, failure to operate protective devices by an apparent effect that can occur by reduction in impedance parallel circuit fault current due to interconnection of DG, and malfunction of protective devices by interconnection transformer connection type. The purpose of this study is to analyze problems in protection coordination that can occur when DG is operated by interconnection with distribution systems by conducting modeling and simulations by using theoretical symmetrical components and MATLAB/SIMULINK to present methods to improve such problems.

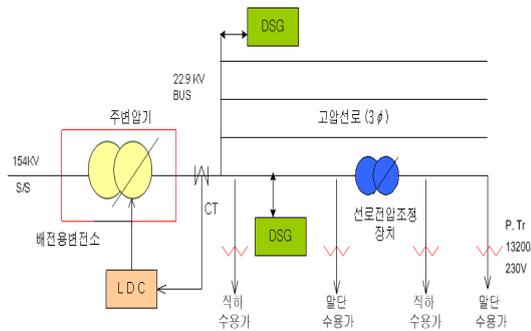
• **Key Words** : Convergence; Society, PV, Protection Coordination, Evaluation

*교신저자 : 노대석(dsrho@kut.ac.kr)

접수일 2011년 10월 10일 수정일 2011년 11월 15일 게재확정일 2011년 12월 19일

1. 서론

최근, 국가적인 차원에서 추진되고 있는 풍력발전, 태양광발전 등과 같은 분산전원은 기존의 전원에 비하여 소규모 전원인 관계로 주로 수용가에 가까운 배전계통에 도입되어지고 있으며, 그 특성상 배전계통과 연계하여 운전함으로써 보다 안정된 전력의 확보 및 전력설비의 효율적인 활용, 자원의 효율적인 이용 등의 이점을 얻을 수 있다. 한편, 태양광과 풍력 등의 자연에너지를 이용한 분산전원은 일정한 출력을 내는 기존의 전원보다 기후나 온도, 지형적인 영향을 많이 받는 간헐적인 전원이므로, 이들이 도입된 배전계통은 기존의 단 방향 공급형태의 배전계통과는 달리 부하와 전원이 혼재되어 운용되는 형태로 된다. 그림 1과 같이 분산전원이 연계된 배전계통의 경우에는 분산전원의 출력 용량의 여부에 따라 양방향의 전력조류가 발생할 가능성이 있어, 계통운용상 여러 가지의 문제점이 야기될 수 있다. 따라서 분산전원에 대규모 전원의 보완적 역할과 배전선로 상의 국부적 부하 감당 역할을 부과하여 그의 적극적 활용을 꾀하기 위해서는, 분산전원으로부터 배전계통에 전력을 공급하는 역조류의 기능을 허용할 수 있는 양방향 보호협조 방식의 체계를 확립할 필요가 있다.^{[1]-[10]}



[Fig. 1] Distribution System Interconnected with DSG

2. 양방향보호협조에 대한 문제점 분석

배전계통에 있어서, 낙뢰 및 수목접촉 등의 원인으로 지락사고 및 단락사고가 발생하였을 경우, 사고파급 확대를 방지하기 위하여 사고전류를 공급하고 있는 전원을 신속하게 차단하도록 하고 있다. 이와 같은 목적으로 배전선로에는 보호 장치가 설치되어 사고를 정확히 검출하여, 사고구간 또는 사고선로를 계통으로부터 분리하게

된다. 그러나 분산전원이 기존의 어떤 보호협조 체제하의 배전선로에 도입될 경우는 분산전원의 계통에 대한 역 조류에 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, 사고 시, 일시적으로 분리된 건진구간 내에 분산전원이 존재하여 그 구간 내의 부하와 평형을 이루며 운전되고 있는 경우(단독운전)가 있을 수 있는 데, 이 경우에는 인체 및 전기설비에 위험을 초래하게 될 뿐만 아니라 사고의 신속한 복구에도 저해의 요인이 된다.

한편, 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 분리 보장문제 등이 열거될 수 있다. 따라서 상기에서 지적된 문제점들에 대해서 배전계통의 보호체제와 분산전원의 보호 장치가 서로 협조하여 대처할 수 있도록 전반적인 검토가 이루어져야 한다. 한편, 연료전지 및 태양광 발전의 경우, 전원의 특성이 종래의 발전시스템과 달리 직류전원에 인버터를 개입시켜 계통에 연계되기 때문에 그 특성을 충분히 파악하여 새로운 보호협조 방식의 적용 여부를 검토할 필요가 있다.

다음에는 기존의 배전계통에 분산전원의 연계에 의하여 발생할 수 있는 양방향 보호협조의 문제점을 정리하였다.

가. 보호기기 영역

- 분산전원의 고장전류 공급에 의한 단락전류 증가로 리클로저의 차단용량 초과 가능성
- 3상 단락사고 시 분산전원 역 조류에 의한 고장전류 감소로 리클로저가 부 동작할 가능성
- 사고 위치와 분산전원 설치 위치에 따라 단락사고 시 분류효과(상위계통의 단락전류 감소)가 발생하여, 보호기기(리클로저)의 검출 곤란화로 부 동작 발생
- 분산전원이 연계된 피더의 동일뱅크의 타 피더의 직하에서 단락사고 발생시 분산전원의 사고전류

- 공급으로 보호기기(리클로저)의 오 동작
- 단상 지락에 의한 분산전원 사고전류 증대로 인한 건전 상 보호기기의 오동작
- 다기의 분산전원 연계 시 상호 간섭(단독운전방지용)에 의하여 검출감도 저하로 보호기기 오동작
- 분산전원 연계변압기의 일반적인 결선방식 (Grounded Y- Δ)에서는 지락사고 시 Ground Source의 역할에 의하여 보호협조 붕괴
- 1선 지락사고 시 분산전원 측의 접지임피던스의 크기에 따라 리클로저의 감도저하 가능성
- 1선 지락사고 시 분산전원 차단기가 개방된 상태에서 분산전원이 계통과 분리되어 1선 지락인 상태로 남게 되는 현상

나. 보호협조 영역

- 분산전원의 고장전류에 의하여 후미의 리클로저에 사고전류가 더 크게 되어 보호협조 실패 (TC곡선의 보정문제)
- 순시사고 시 리클로저와 Fuse의 보호협조 문제로 Fuse 용단 가능성으로 영구 사고화 가능성
- 분산전원(동기발전기) 구내의 단락사고 시 리클로저(OCR) 정정치와 분산전원측(DSR)의 보호협조 문제(설정감도가 작으면 검출불가, 크면 부하전류에 오동작 가능성)
- 리클로저의 전원 측에 분산전원이 연계된 경우, 리클로저 이후의 사고 시 분산전원의 보호기기들은 동작되지 않도록 정정치 설정
- 변전소 CB(0.5초)와 리클로저(2초)의 재폐로 동작 시간에 대하여 유도기의 출력전압이 25% 이하로 되는 시간과의 협조문제
- 계통사고 시 분산전원 구간개폐기(또는 자동화기기)의 무전압 카운팅 착오
- IEEE 1547에서 Voltage Sag(50~80%) 시에 분산전원이 2초간 운전되도록 정해져 있는데, 재폐로 시간(2초)과 중복되어 비동기 사고 가능성

다. 기타(비정상상태)

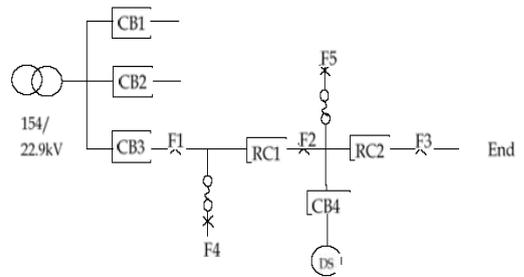
- 분산전원 기동 시 돌입전류에 의한 전류 증가현상
- 커패시터 스위칭으로 인한 공진현상(전압확대현상)
- 유도기의 자기여자현상(역률보상용 콘덴서 용량)

- Grounded Y- Δ 결선방식에 의한 철공진현상

3. 양방향 보호협조 평가 알고리즘

3.1 분산전원 연계에 따른 보호협조 기본 알고리즘

분산전원이 연계되어 있는 배전계통에서 고장이 발생할 때, 분산전원의 고장전류 기여 수준이 배전선로용 Recloser나 분산전원 발전장치의 보호협조 설계에 주요 변수로 작용한다. 또한 분산전원의 종류에 따라서 고장전류 기여도가 달라진다. 따라서 배전계통에는 전원 종류가 다른 여러 분산전원이 혼재할 수 있기 때문에 다양한 종류의 보호협조 체제가 필요하게 된다. 보호협조의 제 1원칙은 고장이 발생할 때 최소한도의 계통 구간만 분리시키는 것이다. 다음은 일반적인 분산전원 연계에 따른 보호협조 원칙을 정리한 것이다.



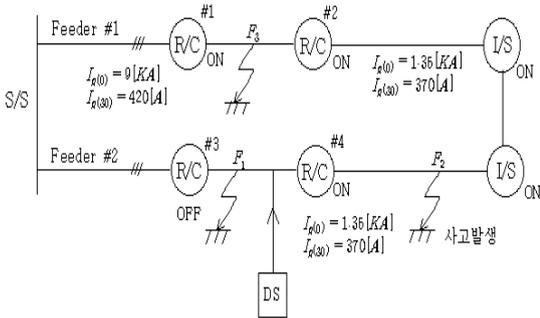
[Fig. 2] protection coordination concepts of Distribution system

- ① F1 고장 : CB3가 고장을 검출하여 동작한다. Recloser RC1은 분산전원 DG에서 공급하는 고장전류의 크기와 Recloser RC1의 최소 픽업 정정치에 의하여 F1 고장을 검출할 수도 있고 검출 못할 수도 있다. 따라서 Recloser RC1은 방향성 과전류 보호기능을 구비하고 있어야 한다. 만일 Recloser RC1이 동작하면, Recloser RC1과 End 사이에는 단독운전(Islanding)하게 되므로 CB4를 동작시켜 DG를 분리하여야 한다.
- ② F2 고장 : Recloser RC1과 DG를 연계하는 CB4가 동작하여야 한다. Recloser RC1은 DG를 연계하는 CB4가 분리된 후에만 재폐로를 할 수 있다. 만일

재폐로가 성공하게 되면 CB4의 동기화 조건에 의하여 DG를 배전계통에 다시 연계할 수 있다.

- ③ F3 고장 : Recloser RC2가 동작하여 고장을 제거하여야 한다. F3 고장에 대하여 Recloser RC1, Recloser RC2 와 DG의 CB4가 보호협조를 하여야 한다.
- ④ F4 고장 : 이 고장은 COS의 부하측이다. COS 퓨즈를 절약하기 위해서라면, COS 퓨즈가 동작하기 전에 CB3가 동작하여야 한다. 만일 DG의 고장 전류 기여도가 크면 Recloser RC1이 동작하여야 한다. DG가 단독운전 (Islanding)하는 것을 방지하기 위하여 CB4가 동작하여 DG를 분리시켜야 한다. 만일 DG의 설비용량이 크고 고장전류가 크다면, CB3, Recloser RC1, CB4의 순시 과전류 보호 동작에도 불구하고, COS의 퓨즈가 동작할 수도 있다.
- ⑤ F5 고장 : COS 퓨즈를 절약하기 위해서라면, COS 퓨즈가 동작하기 전에 DG의 CB4가 동작하여 DG를 분리시켜야 한다. 이 때 Recloser RC2와 CB4가 보호협조하여야 한다.

3.2 부하절체 운전에 따른 보호협조 알고리즘



[Fig. 3] protection coordination concepts in accordance with Load switching operation

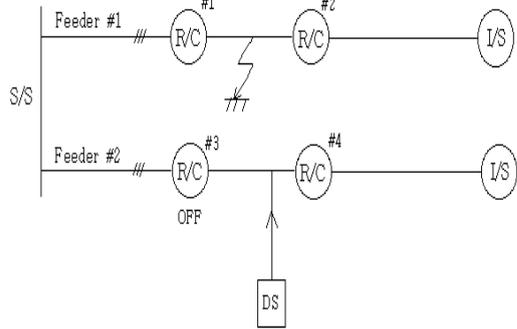
- (1) F₁ 지점 사고
 - ① 그림 3에서 R/C #4가 R/C #2 동작하기 전에 먼저 동작하도록 정정치 값의 조정이 필요하다.(무방향성)

- ② 그림 3에서 R/C #4가 2번 선로의 중간지점 정정치로 셋팅되어 있는데, 부하절체에 의해 말단지점 정정치로 변경되어야 하는데, OCGR이 감지 못하는 상황이 발생할 수 있다. (무방향성)

(2) F₂ 지점 사고 (F₃와 동일)

- ① 그림 3에서 R/C #2가 분류효과에 의해 사고전류가 작아져 감지 못하는 경우가 발생 가능하다. (무방향성)
- ② 그림 3에서 DS의 사고전류에 의하여 R/C #4가 동작하게 되면, 순시사고 복구 시에 R/C #4가 동작하지 않도록 방향성을 감시해야 한다. (양방향성)

3.3 타 피더 사고 시의 보호협조 알고리즘



[Fig. 4] protection coordination concepts of Other feeders of the fault

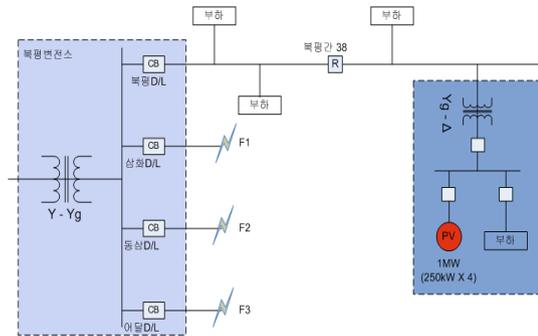
- ① 그림 4에서 R/C #1이 동작을 해야 하는데, R/C #3가 DS에 의하여 R/C #3까지 동작을 하는 경우가 있으므로, 역방향 사고전류 시에 검출하여 동작을 못하도록 정정이 필요하다. (양방향성)
- ② 그림 4에서 R/C #3이 전단 사고에도 동작하지 않도록 방향성을 감지해야 할 필요성이 있다. (양방향성)

4. 시뮬레이션 해석 및 결과 분석

4.1 실 계통의 모델링 및 보호협조 사례 분석

그림 5, 표 1과 같이, 한국전력공사의 강릉지사 동해지점의 북평 변전소의 1MW 용량의 태양광 발전이 설치된 고압배전선로의 보호기기(리클로저)가 동일변전소의 동

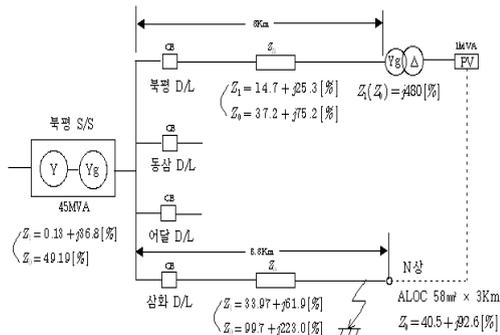
일 뱅크 내의 타 배전선로의 고장 발생시에 오동작하는 경우가 발생하였다. 북평변전소 #3 M.Tr 뱅크에서 인출된 북평 D/L에 설치된 리클로저가 동일뱅크 인출 선로인 삼화, 동삼, 어달 D/L에서 외물접촉, LA 파손, 변압기 소손 등의 이유로 발생한 10건의 고장에 대하여 오동작하여 재폐로 하였다. 여기서는 사고가 발생하지 않은 태양광 연계선로인 북평 D/L에 설치된 리클로저의 오동작 원인을 규명하고, 양방향 보호협조에 대한 사례를 분석하고 그 문제점에 대한 대책을 제시한다.



[Fig. 5] Distribution system configuration of KEPCO real system

4.2 대칭좌표법에 의한 분산전원과 배전계통 모델링

실 계통의 양방향 보호협조에 대한 문제점을 분석하기 위하여, 본 연구에서는 대칭좌표법과 MATLAB/SIMULINK을 이용하였다. 먼저 대칭좌표법에 의하여 전체 계통의 구성도를 나타내면 그림 6과 같고, 영상분 임피던스와 정상분/역상분 임피던스의 등가회로를 나타내면 그림 7과 그림 8과 같다.



[Fig. 6] Impedance Configuration of real system

[Table 1] Impedance Data of Bukpyeong substation

○ 북평변전소 전원 측 임피던스

$$\%R1+j\%X1 = 0.131+j1.314, \%R0+j\%X0 = 0.361+j1.986$$

○ 북평변전소 #3M.Tr 모선 등가 임피던스

뱅크	변압기 %임피던스				N G R (2차)
	Z12 (45MVA)	Z23 (15MVA)	Z31 (15MVA)	Base	
#3	15.970	2.230	8.460	자기용량	0.6Ω
	35.499	14.867	56.400	100MVA	
결선	15.970	6.690	25.380	45MVA	11.441
	23kV BUS %임피던스				
YYD	1차 중성점 (100MVA Base): Zb = 5,2441 Ω				
	접지유무	R1	X1	R0	X0
YYD	무	0.131	36.803	0.000	49.191

$$Z1=(Z12+Z31-Z23)/2= 38.516,$$

$$Z2=(Z12+Z23-Z13)/2= -3.017$$

$$Z3=(Z13+Z23-Z12)/2= 17.884 \text{ (가상누설인덕턴스임.)}$$

○ 북평 DL 선로 임피던스(PV연계선로)

$$\text{CNCV325} \quad 0.576\text{km}$$

$$\text{AWOC160} \quad 2.002\text{km}$$

$$\text{ACSR/OC160} \quad 0.411\text{km}$$

$$-Z1 = (1.4325 + j2.3741)*0.576 + (3.47+j7.46)*2.002$$

$$+ (3.47+j7.46)*0.411 = 14.7287 + j 25.2448$$

$$-Z0 = (4.4678 + j1.5617)*0.576 + (11.99+j29.26)*2.002$$

$$+ (11.99+j29.26)*0.411 = 37.1622 + j 75.1739$$

○ 동해화력 태양광 연계변압기 임피던스

$$400V/22.9kV \quad 1250kVA \quad \Delta-Y, \%Z = 6\%, X/R) \quad 10$$

$$-\%Z = 6\%(1250kVA) = 480\%(100MVA) = j 480 (100MVA)$$

○ Inverter 1250kW, PF = 1.0

$$-Z1 = \infty (100MVA), \quad -Z0 = \infty (100MVA)$$

○ 삼화DL 선로 임피던스 (사고선로)

$$\text{CNCV325} : 0.505 \text{ km}$$

$$\text{ACSR/OC}(160) : 0.881+2.733+1.507 = 5.121\text{km}$$

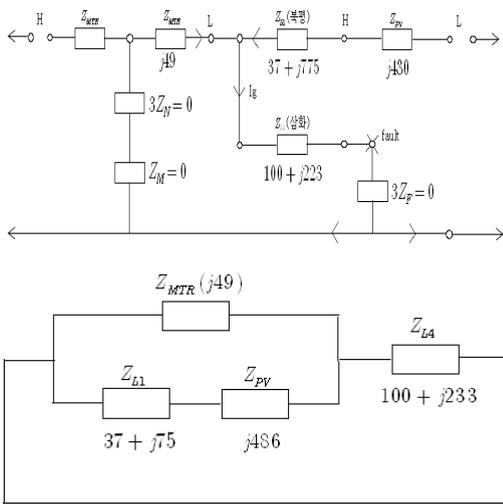
$$\text{ACSR/OC}(95) : 1.368+1.301 = 2.669\text{km}$$

$$-Z1 = (1.4325 + j2.3741)*0.505 + (3.47+j7.46)*5.121$$

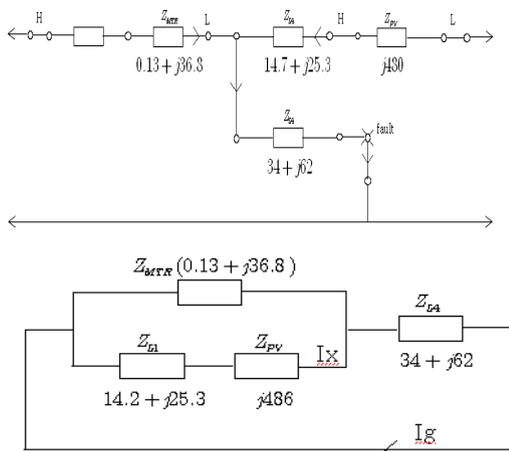
$$+ (5.8+j8.41)*2.669 = 33.973 + j 61.848$$

$$-Z0 = (4.4678 + j1.5617)*0.505 + (11.99+j29.26)*5.121$$

$$+ (13.5+j30.85)*2.669 = 99.689 + j 232.968$$



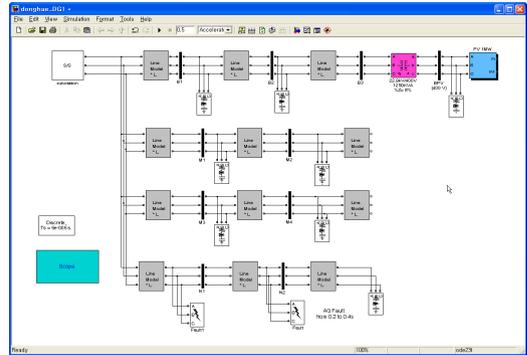
[Fig. 7] Zero phase Sequence



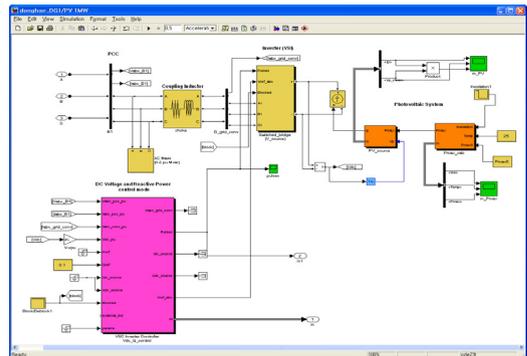
[Fig. 8] Positive/Negative phase Sequence

4.3 MATLAB/SIMULINK에 의한 분산전원과 배전계통 모델링

그림 9는 북평변전소 #3 M.Tr의 인출 배전선로와 태양광발전설비 연계에 대한 모의시험 대상선로를 Matlab/Simulink를 이용하여 모델링한 것이고, 그림 10은 인버터를 이용하여 연계되어진 태양광 발전설비를 모델링한 것이다.



[Fig. 9] Distribution system modeling interco nected with PV System using theMatlab /Simulink



[Fig. 10] PV System modeling in the Matlab /Simulink

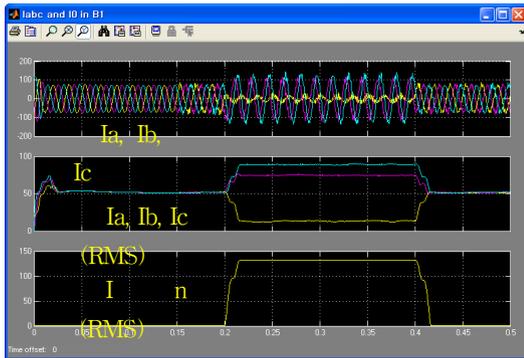
4.4 대칭좌표법에 의한 시뮬레이션 분석

대칭좌표법을 이용한 등가회로를 바탕으로 사고 선로인 삼화 D/L의 지락전류를 구하면, 약 1,600A정도가 계산된다. 또한, 분산전원이 연계된 북평 D/L의 중성선의 전류는 약 130~380A 정도(사고위치별)가 계산된다. 따라서 리클로저의 N상 OCGR이 70A로 셋팅되어 있어서 오동작할 가능성이 있음을 확인 할 수 있었다. 이것은 분산전원의 연계변압기의 Yground-delta 결선이 문제를 일으킬 수 있음을 알 수 있었다.

4.5 MATLAB/SIMULINK에 의한 시뮬레이션 분석

여기서는 오동작 현상을 해석하기 위하여, 상기의 모의선로에 대하여 태양광발전이 연계되어 있지 않은 3개의 선로 중 하단의 선로에 고장을 발생시켰다. A상 1선 지락 고장을 0.2초에서 발생시켜 0.2초간 지속하도록 하였다. 모의한 고장에 대하여 북평D/L에서의 A, B, C상

및 N상 전류 값을 시뮬레이션하면 그림 11과 같다. 이 그림을 살펴보면, 북평 D/L의 A상 전류(AG Fault)가 다른 상에 비하여 현저하게 감소하고, 북평 D/L의 N상전류가 약 131A임을 확인할 수 있었다. 이 전류는 리클로저를 오동작시킬 만큼 충분히 큰 전류임을 알 수 있었다. (N상 : 70A로 설정)



[Fig. 11] A, B, C and N phase current of Bukpyeong D/L

4.6 보호기기의 오동작 현상 분석 및 대책

북평 D/L에 1MW의 태양광발전설비가 연계되어 있고, 태양광발전설비의 연계를 위하여 1250kVA의 연계변압기가 설치되어 있다. 이 연계변압기는 Yg- Δ 결선으로 구성되어 있다. 북평 D/L에 연계되는 태양광 설비는 인버터를 통하여 연계가 되어 태양광발전에서 계통으로 공급되는 고장전류의 크기는 크지 않다. (정격전류의 1.5배 정도), 그러나 연계변압기의 결선이 Yg- Δ 로 구성되어 영상전류의 통로를 제공하여, 타 선로의 지락고장전류가 중성선을 통하여 주변압기 뿐만 아니라, 연계변압기의 접지 측으로 흐르게 된다. 따라서 연계변압기의 결선방식에 의하여 북평 D/L에 상당한 크기의 중성선 전류를 흐르게 하여, 이로 인하여 리클로저(P:400A, N: 70A)의 오동작을 야기 시켰다고 할 수 있다. 이에 대한 대책안을 제시하면 다음과 같다.

- ① 연계변압기의 Yground-Delta 결선에 적절한 접지 저항을 삽입하여 중성선의 사고전류(180A)를 70A 이하로 줄인다.
- ② 연계변압기의 결선을 변경하여 영상전류의 통로를 없앨 수 있다. 그러나 건전상의 선로전압상승이 문제가 될 수 있다.
- ③ 양방향 리클로저를 사용하여 리클로저 진단에서

일어나는 지락사고에 대해서는 동작이 되지 않도록 한다.

5. 결론

본 연구에서는 실 계통의 양방향 보호협조에 대한 문제점을 분석하고 그 문제점에 대한 대책을 제시하기 위하여, 이론적인 대칭좌표법과 대표적인 시뮬레이션 S/W인 MATLAB/SIMULINK을 이용하였다. 주요 내용을 나타내면 다음과 같다.

- (1) 분산전원이 연계된 배전선로에서는 동일 बैं크의 타 배전선로에서 지락사고가 발생하는 경우, 사고가 발생하지 않은 분산전원 연계선로의 중성선(N선)에 상당히 큰 지락 사고전류가 흐르게 되어, 건전한 배전선로의 OCGR이 오동작을 일으킬 수 있음을 확인했다.
- (2) 중성선에 흐르는 사고전류는 분산전원에서 공급하는 사고전류의 영향이 아니라 분산전원의 연계용 변압기의 결선방식에 의한 것임을 확인했다.
- (3) 일반적으로 분산전원의 연계용 변압기의 결선방식은 Y직접접지- Δ 결선을 사용한다. 이 경우, 타 선로의 사고지점에 따라 분산전원 연계선로의 중성선(N선)에 흐르는 지락사고전류의 크기도 달라진다. 예를 들어, 변전소 직하지점에 지락사고가 발생하면 분산전원 연계선로의 중성선에는 약 498A 정도, 말단지점에 사고가 발생하면 약 131A가 흐른다. 따라서 사고지점에 상관없이 중성선에는 상당한 크기의 지락전류가 흐르게 되어, 분산전원이 연계된 건전한 배전선로의 OCGR(보통 70A로 설정)이 오동작을 일으키게 될 가능성이 크다.
- (4) 상기의 문제점을 해결하기 위하여 연계용 변압기의 결선방식을 Y비접지- Δ 결선으로 변경을 해 보았다. 여기서는 동일한 효과를 가지는 Y고저항접지- Δ 결선방식을 사용하여 시뮬레이션을 수행했다. 이 경우, 타 선로의 지락사고에 대하여 분산전원 연계선로의 중성선(N선)에는 약 13A정도만 흘러, 중성선의 지락사고전류를 획기적으로 줄일 수 있음을 확인했다.
- (4) 연계용 변압기의 결선방식(Y직접접지- Δ 결선, Y고저항접지- Δ 결선)에 따라 사고지점의 건전상의

전압을 비교해 본 결과 Y직접접지-△결선에서는 약 0.82배에서 1.3배정도이지만, Y고저항접지-△결선에서는 약 0.6배에서 1.4배정도로 약간 차이가 보인다. 그러나 이론적인 값인 1.5배 이하의 값으로 Y고저항접지-△결선을 사용해도 1선 지락 사고에 대하여 건전상의 전압상승은 거의 문제가 없으므로 하나의 대책으로 사용해도 무방함을 알 수 있다.

REFERENCES

[1] Distribution grid-connected distributed generation technology standards, the Korea Electric Power Corporation, 2005.

[2] Grid-connected distributed generation technology in Japan Guide Nippon Electric narrow, 2001.

[3] Guidelines Japanese power system interconnection technical requirements, 1998.

[4] Power Hokkaido, Japan-based distributed power connection procedures and work, 2002.

[5] Japan Hokkaido power distribution grid-connected distributed generation technology review System, 2004.

[6] Introduced the distributed power distribution system operating on the open complex District, Ministry of Commerce, ndustry and Energy, 2004.

[7] IEEE 1547 "IEEE Standard for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems", 2003.

[8] IEEE 1547 "IEEE Standard for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems" 2003.

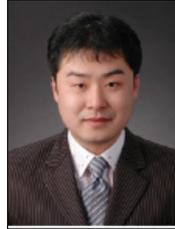
[9] IEEE 1547.1 "IEEE Standard conformance Test Procedures for Equipment Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems", 2005.

[10] Hadi Saadat, "Power System Analysis", McGraw-Hill, Printed in Singapore, 1999.

저자소개

김 병 기(Byung-Ki Kim)

[학생회원]



- 2008.2 : 한국기술교육대학교 전기공학과 (공학사)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 전기전자통신공학과 전기공학전공 석사과정 재학중

<관심분야> : 배전계통 운용, 신재생에너지, 스마트그리드

김 소 희(So-Hee Kim)

[학생회원]



- 2010.2 : 한국기술교육대학교 전기공학과 (공학사)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 전기전자통신공학과 전기공학전공 석사과정 재학중

<관심분야> : 배전계통 운용, 신재생에너지, 스마트그리드

유 경 상(Kyung-Sang Ryu)

[학생회원]



- 2008.2 : 한국기술교육대학교 기계공학과 (공학사)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 전기전자통신공학과 전기공학전공 석사과정 재학중

<관심분야> : 배전계통 운용, 신재생에너지, 스마트그리드, 전기 자동차

노 대 석(Dae-Seok Rho)

[정회원]



- 1985.2 : 고려대학교 전기공학과 (공학사)
- 1987.2 : 동대학원 전기공학과 (공학석사)
- 1997.3 : 일본 북해도대학교대학원 전기공학과(공학박사)

· 1987.3 ~ 1998.8 : 한국전기연구소 연구원/선임연구원

· 1999년 3월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 정보기술공학부 교수

<관심분야> : 전력/배전 계통, 분산전원연계, 전력품질 해석