

분산전원을 고려한 양방향 보호협조 평가시스템 의한 보호기기특성 분석

지성호*, 김소희*, 허상운*, 노대석*, 박경주**
 한국기술교육대학교*, 한국폴리텍V대학**

Analysis of Protection Device Characteristics for Protection Evaluation System Considering Distributed Generation

Seong-Ho Ji*, So-Hee Kim*, Sang-Wn Heo*, Dae-Seok Rho*, Kyeong-JooPark**
 Dept of Electrical Engineering, Korea University of Technology and Education*, Korea Polytechnic V**

Abstract - 최근 분산전원의 계통연계가 점차 증가하고 있는 실정이지만 분산전원 소유자의 보호방식은 기존의 방식을 고수하고 있는 실정이다. 따라서 분산전원의 역 조류에 의해 설치자의 보호기기(자동화기기 포함)의 오·부동작이 발생 가능성이 커지고 있다. 따라서 본 논문에서는 분산전원이 배전계통에 연계되는 경우에 발생 가능한 보호협조의 문제점을 해결하기 위해 양방향 보호협조 평가시스템을 제안하였다. 이 평가시스템을 사용하여 대상 배전계통을 모의하여 신에너지전원의 연계 유무에 따른 보호기기들의 보호협조 특성을 분석하여 본 평가시스템의 유효성을 확인하였다.

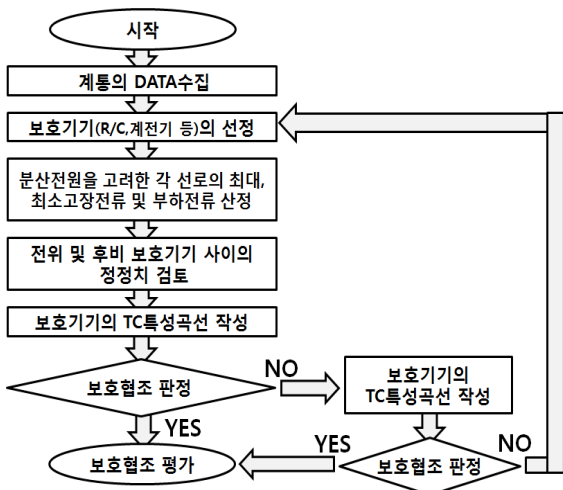
1. 서 론

최근 국가적인 차원에서 보급되고 있는 신에너지전원은 기존의 전원에 비하여 소규모 전원인 관계로 수용가에 가까운 배전계통에 도입되고 있으며 그 특성상 배전계통과 연계하여 운전함으로써 보다 안정된 전력의 확보 및 전력설비의 효율적인 활용 등의 이점을 얻을 수 있다. 한편 배전계통에 분산전원이 도입됨에 따라 기존의 단방향 공급형태의 배전계통과는 달리 부하와 전원이 혼재되어 운용되는 형태로 분산전원의 출력용량의 여부에 따라 양방향의 전력조류의 발생 및 고장전류의 증·감 등의 가능성이 있어 계통운용상 여러 가지의 문제점이 야기될 수 있다. 그럼에도 불구하고 분산전원이 연계된 배전계통의 보호협조 방식은 분산전원을 고려하지 않는 기존의 협조방식을 고수하고 있는 실정이다. 따라서 본 논문에서는 분산전원이 연계된 경우의 보호협조 알고리즘을 제안하였으며, 그 알고리즘을 바탕으로 양방향 보호협조 평가시스템을 제작하였다. 제작한 평가시스템에 배전계통을 모델링하여 분산전원 연계 전과 후의 결과를 비교하고 그 분석결과를 검토하였으며 제안한 평가시스템의 유효성을 검증하였다.

2. 양방향 보호협조 평가시스템 제작

2.1 분산전원을 고려한 사고해석 알고리즘

분산전원 연계로 인한 역 조류의 흐름 및 고장전류의 변화에도 현재 배전계통의 보호협조는 분산전원을 고려하지 않는 방식을 고수하고 있다. 따라서 계통에 연계되는 분산전원의 용량이 증가할수록 보호협조에 문제점이 발생할 가능성이 점차 커지고 있어 분산전원을 고려한 보호협조 평가알고리즘을 그림 1과 같이 제안하였다.

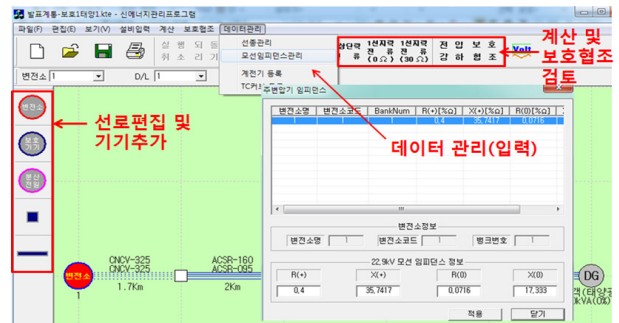


<그림 1> 분산전원을 고려한 보호협조 평가 알고리즘 (Flowchart)

먼저 계통의 DATA를 수집하고 보호기기의 종류를 선정한다. 연계된 분산전원의 특성이 고려된 정상/영상분 %임피던스를 이용하여 발전기 기본식을 통한 각 지점의 고장전류를 산출한다. 각 지점의 고장전류 및 부하전류를 산출하여 전위보호기기와 후비보호기기 사이의 정정치를 검토하고, TC특성곡선을 확인하여 전위보호기기와 후비보호기기가 협조시간차 이상의 시간을 갖고 동작하는지 보호협조를 판정한다. 협조가 가능하다면 문제가 없지만 협조가 불가능한 경우 기기의 TC특성곡선을 변경하여 동작시간을 조정하여 보호협조를 가능하도록 한다. TC특성곡선의 변경에도 협조가 불가능한 경우에는 보호기기를 재선정하여 보호기기의 정정치를 재검토하고 다시 보호협조를 평가한다.

2.2 양방향 보호협조 평가프로그램 제작

제안한 보호협조 평가알고리즘을 바탕으로 제작한 보호협조 평가시스템은 그림 2와 같다. CB(변전소), R/C(Recloser), DG(분산전원 및 수용가 계전기) 등 각종 기기추가 및 선로를 편집하는 ICON을 이용해 사용자가 원하는 배전계통을 쉽게 모의할 수 있도록 C++를 이용하여 HMI(Human Machine Interface) 프로그램으로 제작하였다.

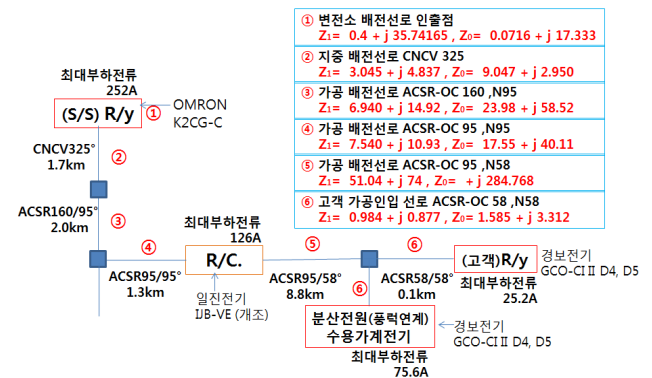


<그림 2> 양방향 보호협조 평가시스템의 제작 및 기능

3. 시뮬레이션 및 분석

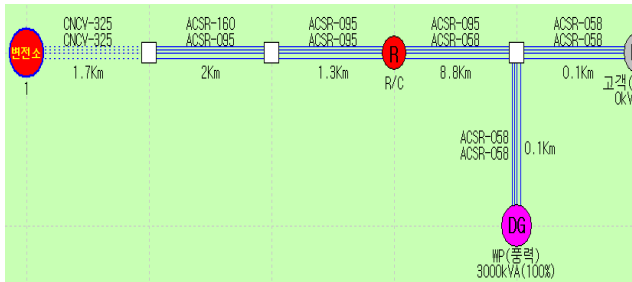
3.1 모의 배전계통의 구성

양방향 보호협조 평가프로그램에 그림 3과 같이 임피던스 및 보호기기, 계통의 정보를 이용하여 분산전원(풍력발전)이 연계된 배전계통을 모의하였다.



<그림 3> 모의 배전계통의 임피던스 및 정보

Recloser(R/C)는 후비보호기기 보다 부하전류가 충분히 감소한 지점에 설치해야 원활한 협조를 얻을 수 있으므로 분산전원이 연계되기 전, 하나의 Feeder당 10MVA용량으로 최대부하전류가 252A일 때, 선로를 기준으로 부하전류가 반으로 감소한 126A인 지점에 R/C를 설치하였다. 그림 4는 양방향 보호협조 평가프로그램에 그림 3의 배전계통을 모의한 것이다.



〈그림 4〉 양방향 보호협조 평가시스템에 모의한 배전계통

3.2 시뮬레이션의 결과 및 분석

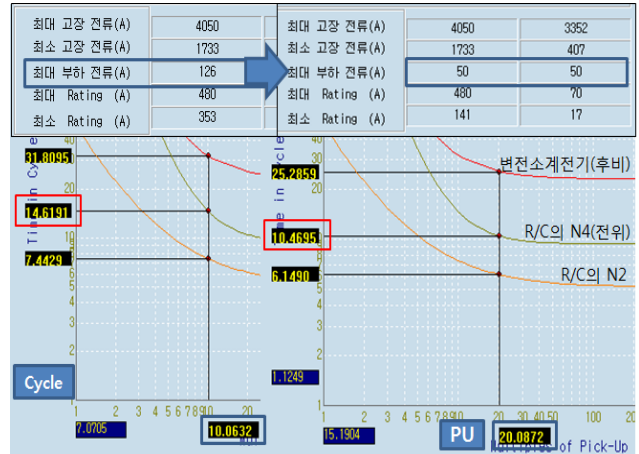
먼저 분산전원이 연계되기 전의 배전계통에서 각 구간의 고장전류를 산출하여 숙련된 전문가의 경험적 지식에 근거한 한전의 보호기기 정정지침으로 각 보호기기의 정정치를 산정하였다. 분산전원 수용가계전기의 정정지침은 존재하지 않으므로 고객계전기의 정정지침을 따라 정정치를 산정하였다. 표 1은 분산전원을 고려하지 않는 기존의 보호협조 방식으로 분산전원이 연계된 후에도 보호기기의 정정치를 변경하지 않고 분산전원의 연계 용량의 변화에 따른 각 보호기기의 동작시간차를 나타낸 것이다.

〈표 1〉 분산전원을 고려하지 않은 (기존)보호협조 방식의 동작시간차

분산전원 용량		동작 시간 차(Cycle)				협조 시간차 (Cycle)
		연계 전	1MVA 연계	3MVA 연계	9MVA 연계	
변전소- R/C	OCR	17.8	17.5	17.2	16.5	10
	OCGR	40	37.2	36	34.9	10
R/C- 고객	OCR	6.2	6.1	6.2	6.1	6
	OCGR	6.2	6.2	6.2	6.2	6
변전소- 고객	OCR	20	20	20.1	19.9	17
	OCGR	27	26.8	26.8	26.8	17
R/C- 분산전원	OCR		6.1	6.8	10.2	
	OCGR		6.2	7.3	20.1	
변전소- 분산전원	OCR		20.1	21.6	27.5	
	OCGR		26.9	30	55.7	

각 보호기기간의 동작시간차는 모두 협조시간차 이상으로 협조의 문제점은 발생하지 않았지만 분산전원의 연계 용량이 증가함에 따라 변전소와 R/C 간의 동작시간차가 경미하지만 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 분산전원의 용량이 증가됨에 따라 분산전원 수용가계전기와 보호기기들 간의 동작시간차가 증가함을 확인하였다.

한편, 모의한 배전계통에서 R/C의 최대부하전류는 분산전원 연계 전 126A였으나, 분산전원(풍력)을 3MVA 연계한 후 분산전원의 출력용량에 의해 실제 50A까지 감소할 수 있다. 한전의 정정지침에 따른 R/C의 최소동작전류는 최대부하전류의 2.8~4.0배 사이로 분산전원 연계에 따른 R/C의 최소동작전류 값은 분산전원 연계전보다 최대 360A만큼의 차이가 존재한다. 그림 5는 분산전원(풍력발전) 3MVA를 연계한 경우 R/C의 동작시간을 나타낸다. 기존의 보호협조방식을 이용하여 정정치를 산출하여 최소동작전류가 400A인 경우와, 본 논문에서 제안한 보호협조 알고리즘으로 정정치를 구하여 최소동작전류가 200A인 경우 R/C의 동작시간을 비교한 것으로 동작시간에 차이가 있음(PU값의 변화)을 확인할 수 있다. 이와 같이 분산전원의 연계 용량이 사고전류 및 부하전류에 기여함으로써 기존의 협조방식의 세팅값들이 보호기기들의 작용을 민감하게 하거나 혹은 둔감하게 하여 기기의 오·부동작을 야기할 가능성이 있음을 확인하였다.



〈그림 5〉 분산전원(풍력발전)이 3MVA 연계된 경우, 분산전원을 고려하기 전(좌)과 후(우)의 동작시간차 비교

표 2는 분산전원이 연계 시 기존의 보호협조 방식으로 협조하는 경우 문제점이 일어날 가능성을 최소화하기 위하여 본 논문에서 제시한 분산전원의 연계를 고려한 알고리즘을 이용하여 각 기기의 정정치를 산정하여 보호기기 간의 동작시간차를 나타낸 것이다. 표 1과 비교하여 불 때 변전소와 R/C 간의 동작시간차가 분산전원을 고려하기 전 보다 증가함을 확인하였다. 또한, 분산전원 수용가계전기와 보호기기들의 동작시간차 또한 증가하여 분산전원을 고려한 보호협조 방식이 보호기기들 간의 동작에 긍정적인 영향을 끼치는 것을 확인하였다.

〈표 2〉 분산전원을 고려한 보호협조 방식으로의 동작시간차

보호 협조기기 연계		분산전원 용량	동작 시간 차(Cycle)				협조 시간차 (Cycle)
			연계 전	1MVA 연계	3MVA 연계	9MVA 연계	
변전소- R/C	OCR		17.8	21.2	18.4	20.4	10
	OCGR		40	37.1	35.8	34.8	10
R/C- 고객	OCR		6.2	6.3	6.2	6.8	6
	OCGR		6.2	6.2	6.2	6.2	6
변전소- 고객	OCR		20	20.1	20	27.2	17
	OCGR		27	18.3	18.2	26.8	17
R/C- 분산전원	OCR			6.3	7.5	13.7	
	OCGR			6.2	7.2	19.7	
변전소- 분산전원	OCR			17.1	21.6	36.6	
	OCGR			26.9	29.9	54.8	

3. 결 론

본 논문에서는 분산전원이 연계된 경우 보호협조 평가알고리즘을 제안하고 그 알고리즘이 적용된 보호협조 평가시스템을 제작하였다. 양방향 보호협조 평가시스템에 분산전원이 연계된 배전계통을 모의하여 기존의 보호협조 방식은 보호기기들의 정확한 정정치를 산정할 수 없어 최적의 동작을 기대할 수 없음을 확인하였다. 또한 분산전원을 고려한 경우와 고려하지 않은 경우, 분산전원 연계용량에 따른 각 기기의 동작시간차를 비교한 결과 분산전원의 연계 용량의 변화에 따라 분산전원을 고려한 보호협조 평가알고리즘이 긍정적인 영향을 미치는 것을 확인하여 본 시스템의 유효성을 입증하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] 노대석, "신 에너지전원이 연계된 스마트그리드의 양방향 보호협조에 대한 운용방안", 전기의 세계, 제5권, 제9호, pp. 39-43, 2010.
- [2] 노대석, "분산전원이 연계된 배전계통의 보호협조기기의 문제점에 대한 해석 및 대책에 관한 연구", 조명·전기설비학회지, 제23권, 제2호, pp. 52-60, 2009.
- [3] 한국 전력공사 배전계획처, "배전보호기술서", pp. 70-91, 10월, 2008.