

배전계통에 분산전원 연계시 기존 배전 계통측의
효과적인 리클로저 보호협조 연구

정승복 김재철 문종필 윤상윤 최준호 배주천
승실대학교

A Study on the Effective Coordination Scheme of Recloser for
the Conventional Distribution System Interconnected Dispersed Generation

Jung Seung-Bock Kim Jae-Chul Moon Jong-Fil Yun Sang-Yun Choi Joon-Ho Bae Joo-Chun
Soongsil University

Abstract - In Korea, power requirement has been increasing. But the large generation unit is hardly installed because of economic and environment problem. Therefore, the concern of dispersed generation system(DGS) is growing. The power distribution system is generally operated with radial type. The protection system is composed of one directive source. But power distribution system inserted DGS changes it to two directive source system. Therefore, the insertion of DGS has the problem of protection coordination. In this paper, we argue fault current affected by interconnected DGS. We analyze fault current flow affected by DGS placement. Then, we find protective coordination problem. Consequently, we study advance point for protection scheme of power system interconnected DGS.

연계시킬 경우 분산전원의 위치에 따른 사고 전류의 흐름과 배전계통에 미치는 영향 분석을 하였다. 또한 분산전원이 배전계통에 연계되었을 경우 보호협조 상의 문제점들을 알아보았다. 그리고 이런 보호협조상의 문제점들을 해결할 개선점에 대해서 연구해 보았다.

2. 본 론

2.1 배전계통 보호기기

2.1.1 리클로저

리클로저(recloser)는 배전계통 보호기기 중 전위와 후위 보호장치 사이의 보호협조를 하는데 중추적 역할을 담당하며 순간 사고가 일어났을 경우 선로를 순시로 차단한 후 일정 시간 후에 선로를 자동으로 재폐로 함으로써 전력공급의 신뢰도를 향상시켜며 영구사고가 일어났을 경우 설정된 동작에 의해서 선로를 차단함으로써 고장구간을 배전계통으로부터 분리시키는 기능을 갖는다. 동작 특성을 위해서 순시동작곡선과 지연동작곡선을 가지며 총 4회까지 정정이 가능하다. 순시동작곡선은 영구사고가 아닐 경우 동작하며 지연동작곡선은 전위에 퓨즈 같은 보호기들이 작동하기 위하여 동작한다 [1,3].

그림 1의 2F1D(2번 순시동작과 1번 지연동작)는 가장 많이 적용하는 리클로저의 동작특성으로 타 보호장치와 일반적으로 보호협조가 잘 이루어진다 [4].

1. 서 론

국내의 경우 산업이 발달하고 생활수준이 향상됨에 따라 높은 전력을 요구하는 기기나 장소가 증가하고 이에 따라 국내의 전력수요량도 증가하고 있는 실정이다. 하지만 부지 확보 문제, 환경문제등으로 인해 원자력 발전 같은 대형 발전설비의 확충이 어려운 편이다. 또한 국내의 경우 상당량의 에너지 자원을 수입에 의존하고 있으며 향후 에너지 수급도 점차 어려워질 전망이다. 따라서 상대적으로 가격이 싸고 환경 오염의 위험도 적은 태양열, 풍력, BESS, 소형열병합같은 소형 분산전원의 도입이 적극적으로 검토되고 있다. 이러한 소형 분산전원 시스템은 전력에너지 품질과 신뢰도 유지, 수용가측의 경제성 확보를 위해서 전력회사와의 계통연계 운전이 필수 불가결하다. 그러나 분산전원을 연계할 경우 전압 변동 및 고조파, 단락용량의 증가, 보호협조등 여러 가지 문제점이 발생하게 된다. 특히 보호협조의 경우 시스템의 품질과 신뢰도에 있어서 매우 중요한 문제가 된다[1].

기존의 배전계통은 주로 하나의 전원에 의한 방사상 구조에 의한 단방향 전원 공급방식이였다. 하지만 분산전원이 연계됨으로 인해서 두 개의 전원에 의한 양방향 전원 공급방식으로 전환하게 된다. 이로 인해 기존의 보호시스템으로는 사고 차단능력의 문제가 발생하게 되고 이는 기기 파손 및 사고 파급으로 인한 대형 정전사태를 일으키게 된다[1,2].

기존의 분산전원연계시 보호협조의 방안으로 분산전원연계시 사고전류가 흐르는 시간에 따른 인근선로 사고인지 연계선로 사고인지를 구분법을 통하여 분산전원측의 보호기기들과 협조하는 개선된 보호협조 방식이 있었고 기존의 배전계통에 분산전원연계시 퓨즈와 퓨즈, 퓨즈와 리클로저, 릴레이와 릴레이의 전류차에 의한 보호협조 범위를 두어서 보호협조하는 개선된 보호협조 방식이 있었다[1,2].

본 논문에서는 기존의 방사상 배전 계통에 분산전원을

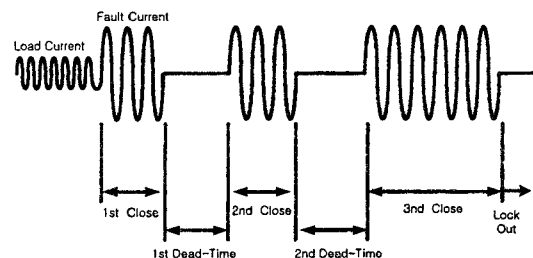


그림 1. 리클로저 동작

2.1.2 섹셔널라이저

섹셔널라이저(sectionalizer)는 후비 보호장치인 리클로저의 동작횟수를 카운트하여 동작하며 리클로저 트립동작에 의해 선로가 무전압 상태가 되었을 때 고장구간을 분리하므로 일반적으로 후비 보호장치와 직렬로 연결하여 사용한다. 즉 섹셔널라이저는 자동으로 제어되는 배전선로의 개폐기이며 고장전류를 차단할 수 있는 능력은 없으므로 T-C특성이 불필요하고 다른 보호장치와 협조를 이루기가 용이하다. 그 동작에 있어서는 최소동작 전류 이상의 전류가 흐르면 리클로저의 동작을 카운트할 준비를 하며 후비 보호장치인 리클로저가 동작을 시

작하면 그 동작횟수를 카운트하여 동작하게 된다. 예를 들어 섹셔널라이저의 동작셋팅치를 2회로 가정하였을 경우 위의 그림 1의 리클로저 동작에 따라 2nd Dead time에서 섹셔널라이저가 동작하게 된다[1].

2.1.3 차단기

릴레이와 함께 사용되며 릴레이는 밸설정값 이상의 전류가 흐를 때 끝지점으로 돌아가고 전류가 흐르지 않을 때 시작지점으로 되돌아 간다. 적절한 탭과 타임레버설정치를 이용하여 전위보호장치들과 협조를 한다. 만약 전위보호장치들이 사고를 차단하지 못할 때 릴레이가 신호를 차단기에 보내고 차단기가 사고를 제거한다.

2.2 배전계통 모델의 구성

그림 2의 배전계통은 발전, 송전측은 모두 등가 전원(S)으로 나타내었으며 전원 다음에 차단기가 있고 R1, R2의 리클로저 두 대와 섹셔널라이저에 의해 보호협조되어 있다. 아래의 A, B, C는 각각의 구간을 의미하며 LP1, LP2, LP3는 수용가를 나타낸다.

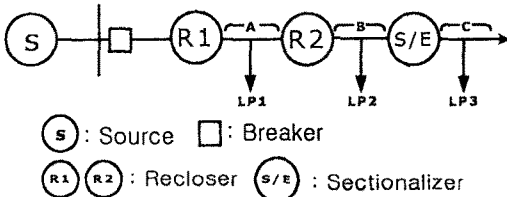


그림 2. 배전계통 모델

2.3 사고 전류의 흐름

2.3.1 단방향 전원사고

방사상으로 구성된 하나의 전원만 존재하는 시스템에 사고가 난다면 사고시 사고 전류는 단방향 사고전류, 전원편 사고전류만 흐를 것이다. 그림 3은 각각 단방향 전원 사고시 사고전류의 흐름을 나타낸 것이다.

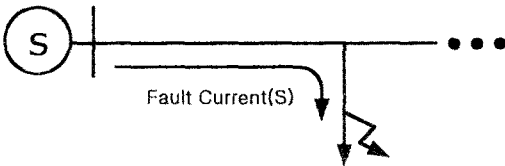


그림 3. 단방향 전원사고시 사고전류흐름

2.3.2 양방향 전원사고

분산전원이 연계된 시스템의 경우 양방향 전원이 형성되고 양방향 사고시 사고 전류는 전원편 사고전류, 분산 전원편 사고전류가 흐를 것이다. 그림 4는 양방향 전원 사고시 사고전류흐름을 나타낸 것이다.

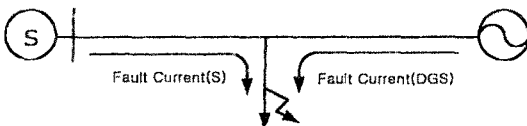


그림 4. 양방향 전원사고시 사고전류흐름

2.4 분산전원 연계시 보호협조에 미치는 영향

기존 계통의 경우 순간사고시 R1, R2가 순간동작할 것이며 영구사고일 경우 섹션 A사고시 R1이 차단하고 B사고시 R2가 차단하고 섹션 C사고시 R2에 의하여 트립된 후 무전압 구간이 되었을 때 섹셔널라이저가 동작하여 사고구간을 고립시킬 것이다. 하지만 분산전원이 연결됨으로 인해서 영구사고시 다음과 같은 문제가 발생하게 된다.

2.4.1 LP3에 분산전원이 연계되었을 경우

그림 5은 LP3에 분산전원이 연계되었을 경우이다.

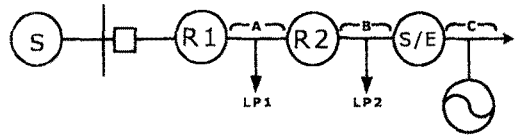


그림 5. LP3에 분산전원이 위치할 경우

(1) 섹션 C에서 사고시, R2에 의한 트립시 무전압상태에서 섹셔널라이저가 동작하여 사고구간을 고립시키게 된다.

(2) 섹션 B에서 사고시, R2에 의해 사고전류가 끊기더라도 계속 분산전원에 의한 사고전류가 흐르게 되어서 섹셔널라이저 오동작을 하게 된다. 따라서 이때 R2가 순간동작후 지연동작이 들어가기 전에 분산전원측 보호기기들에 의해서 분산전원에 의한 사고전류가 차단이 되어야 한다. 그런 가운데 무전압상태에서 섹셔널라이저가 차단이 되고 다시 분산전원의 보호기기들이 정상적으로 작동하여서 섹션 C에 분산전원에 의해서 전원공급이 이루어 질 수 있다.

(3) 섹션 A에서 사고시, R2에는 분산전원에 의한 사고전류가 흐르게 되고 R1에는 소스편의 사고전류가 흐르게 된다. R1에 의해서 소스편 사고전류는 차단이 되지만 섹션 B, C에서는 분산전원에 의한 사고전류가 계속 흐르게 된다. 그림 6은 섹션 A사고시 사고전류의 흐름을 나타낸 것이다. 점선이 사고전류의 흐름이다.

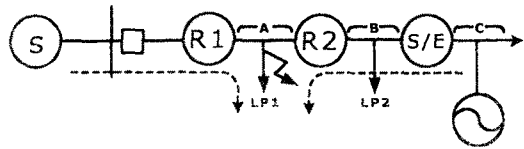


그림 6. 섹션 A에서 사고시 사고전류의 흐름

2.4.2 LP2에 분산전원이 연계되었을 경우

그림 7은 LP2에 분산전원이 위치하는 경우이다.

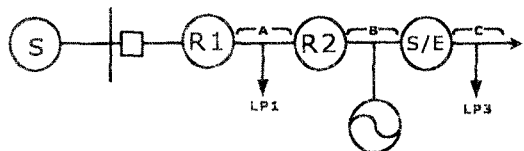


그림 7. LP2에 분산전원이 위치할 경우

(1) 섹션 C 사고시 R2에 의해 사고전류가 R2에 의해서 트립되더라도 분산전원에 의한 사고전류가 계속 흐

르므로 분산전원측 보호기기들에 의해서 분산전원에 의한 사고전류가 차단이 되어야 한다. 무전압상태에서 섹셔널라이저가 차단이 되어서 섹션 B후위쪽으로는 전원 공급이 이루어져야 한다.

(2) 섹션 B 사고시 R2에 의한 차단이 이루어 저서 사고가 제거되어야 한다.

(3) 섹션 A 사고시 2.4.1-(3)의 경우와 똑같은 결과가 발생되게 된다.

2.4.3 LP1에 분산전원이 연계되었을 경우

그림 8은 LP1에 분산전원이 위치하는 경우이다.

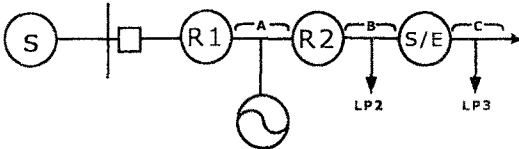


그림 8. LP1에 분산전원이 위치할 경우

(1) 섹션 C 사고시 R2에 의해 사고전류가 차단이 된다. 무전압 상태에서 섹셔널라이저가 차단이 되어야 한다.

(2) 섹션 B 사고시 R2에 의한 차단이 이루어 저서 사고가 제거되어야 한다.

(3) 섹션 A 사고시 R1에 의한 차단이 이루어 저서 사고가 제거되어야 한다.

2.5 개선방향

2.4.1-(3)의 경우와 2.4.2-(3)의 경우 리클로저 R2를 기준으로 전위사고시 분산전원에 의한 사고전류가 흐르게 되고 후위사고시 전원에 의한 사고전류가 흐르게 된다. 그림 9와 그림 10은 전위 사고와 후위 사고시 리클로저 R2에 흐르는 사고전류의 흐름을 나타낸 것이다.

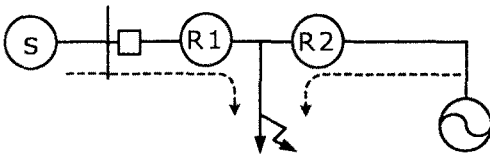


그림 9. 후위 사고시 사고전류의 흐름

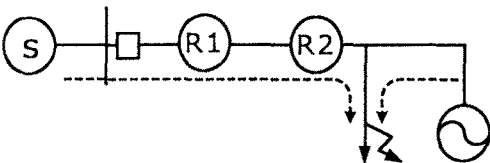


그림 10. 전위 사고시 사고전류의 흐름

만약 배전자동화에 의해서 리클로저 상호간에 통신이 가능하고 R2에 있는 수용가에 전원을 공급할 만큼 분산전원의 용량이 크다고 가정하자. R2 전위에 있는 수용가들이 정전시간에 따른 경제적 손실에 크다고 한다면 빠른 시간내에 전원 공급이 되어야 해야만 한다. R2전위 사고일 경우 R2는 정상적인 동작을 가져야 한다. 하지만 R2후위 사고일 경우 R2에 의해서 차단이 이루어

지게 되면 분산전원에 의해서 R2전위로 전원 공급이 이루어 질 것이다. 만약 영구사고가 아니라 순간사고가 일어났다고 하면, 즉 R1에서 순간 동작후 사고가 제거되었다고 한다면 R1에서 R2에게 순간 사고였음을 통신상으로 알려 줄 수 있다. 그래서 R2가 순간 사고일 경우에는 다시 접점을 닫아서 정상적인 동작을 할 수 있다. 동기화 문제로 인해서 주파수에 맞추어 동작하도록 R1에서 통신상의 신호를 보내어 설정되어야 한다. 그림 11은 개선된 리클로저 동작 특성을 나타낸 것이다. 점선은 순간사고일 경우를 나타낸 것이다.

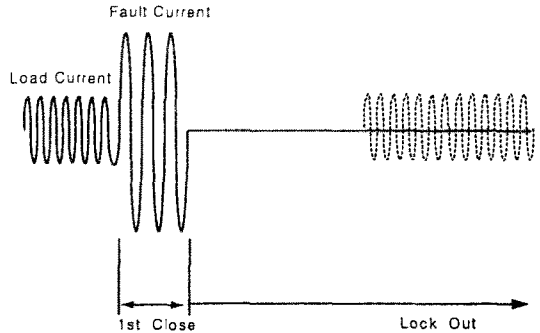


그림 11. 개선된 리클로저 동작 특성

3. 결 론

본 논문에서는 기존의 배전계통에 분산전원 연계시 사고전류 및 보호협조상의 문제점에 대해서 연구하였다. 특히 배전계통 연계운전시 분산전원의 위치와 사고의 위치에 따라서 배전계통 보호시스템에 미치는 영향을 분석하였다. 그리고 리클로저의 전위와 후위 사고 구별방안을 이용하여 중요 수용가에 덜 경제적 손실이 없는 리클로저 동작특성에 대한 개선방향을 제시하였다.

앞으로 리클로저에 흐르는 사고전류가 전위사고인지 후위 사고인지 구분할 수 있는 구분법에 대한 연구가 더 필요하다.

본 논문에서 제시한 개선방향을 좀 더 연구한다면 더 효과적인 리클로저 보호협조를 할 수 있을 것이다. 그리고 이와 더불어 중요수용가등에 전력이 차질없이 공급되고 이로 인한 전력의 품질이 향상될 것이다.

감사의 글

본 연구는 기초전력공학공동연구소의 01-중-04 사업의 연구비에 의하여 연구되었음.

(참 고 문 헌)

- [1] 최준호, 정성교외, "배전계통에 연계된 열병합발전설비의 개선된 보호협조 방안에 관한 연구", 대한 전기학회지, Vol 49A, no 6, pp 280-288, Jun, 2000년.
- [2] A. Grgis and S. Brahma, "Effect of distributed generation on protective device coordination in distribution system" Power Engineering 2001, pp 115-119, 2001
- [3] Cooper Power System, Electrical Distribution System Protection-Third Edition, 1990
- [4] 한국전력공사 배전처, 배전보호기술서, 1995년.