

배전자동화 중앙장치에서 필터링 알고리즘을 통한 고장표시 오류 개선방법

An Improved Method of Fault Indication Information Using Filtering Algorithm

서 정 수* · 김 형 승* · 임 성 일† · 최 면 송*** · 이 승 재***
(Jung-Soo Seo · Hyung-Seung Kim · Sung-Il Lim · Myeon-Song Choi, Seung-Jae Lee)

Abstract - In this paper, an filtering method of FI(Fault Indication) information generated by FRTU(Feeder Remote Terminal Unit)s is proposed for the present DAS(Distribution Automation System). In order to find fault area, correct FI information should be generated. But when a single line-to-ground fault occurs, FI information is generated in downside of the fault in some circumstance because existing FI algorithm considers only magnitude. These wrong FI information can be removed by changing existing algorithm. An improved algorithm considers both the direction of zero-sequence current and the phase of three-phase current&voltage. But many FRTUs are distributed in DAS and Changing the algorithm all of FRTU will spend a lot of time and cost. On the other hand, an filtering algorithm proposed in this paper can substitute for it. The filtering algorithm also considers both the direction of zero-sequence current and the phase of three-phase current&voltage. In case study, the proposed method has been shown the reasonability in filtering the fault indication information.

Key Words : Distribution automation system, Fault indication, Fault indicator, FI, Filtering

1. 서 론

국내의 전력계통은 산업 발전 및 인구 증가에 따른 수요가 증가함에 따라 전력공급의 신뢰도 향상은 점점 중요해 지고 있다. 따라서 전력계통에 고장이 발생하였을 때 고장의 파급효과를 줄이기 위해 배전계통을 다분할 다연계 구조로 설계 운영하고 있으며, 배전자동화 시스템을 도입하여 전력계통의 신뢰도를 크게 개선해나가고 있다.

현재 국내 배전자동화는 전압, 전류 측정 및 고장위치 판단을 통해 확실한 고장위치를 찾아내어 자동복구가 가능하게 하기 위한 연구들이 활발히 이루어지고 있다. 이러한 연구에는 배전 자동화 시스템의 원거리에 널리 산재해 있는 수많은 자동화개폐기와 Recloser 및 FRTU(Feeder Remote Terminal Unit) 단말장치가 이용되고 있다[1].

배전계통에 산재해 있는 자동화 개폐기와 물리적으로 연결 설치 되어있는 FRTU(Feeder Remote Terminal Unit)단말장치는

전압, 전류 등의 데이터를 자동으로 수집하며 고장이 발생했을 때 고장표시를 중앙으로 전달하는 역할을 하고 있으며, 이는 배전 자동화 시스템의 신뢰도를 높이기 위해서 매우 중요하다. 만약 이 잘못된 고장표시가 전달된다면 고장 위치를 찾는 데 많은 인력과 시간이 소요될 것이다. 실제로 현재 배전계통에서 지락고장 발생시 단말장치의 고장표시 생성 알고리즘에서 고장하단에서 고장 표시를 생성하는 오류가 발생하고 있다. 아래의 표 1은 한 국전력 연구원 보고서에 기록되어있는 오류 사례이다[2]. 노후된 상전선의 단선에 의한 고장이 발생하고 변전소의 전원측 차단기가 차단되어 정전이 발생한 것이다. 고장점보다 부하측에 위치하기 때문에 고장표시기가 발생되지 않아야 하는 강천지 66호의 개폐기에서 과도전류에 의해 실제로 고장표시기가 오동작하여 생성된 경우이다. 이 때 배전선로 고장을 고치기 위하여 현장에 파견된 전기 설비원들은 잘못된 정보로 인하여 더 많은 시간과 인력이 소요 되었다. 이러한 인력 소모 문제 해결 외에도 배전자동화에 있어서 잘못된 고장표시정보는 배전자동화 시스템의 자동복구 프로그램 수행에 있어서 오류를 일으킬 가능성이 크다.

† Corresponding Author : 명지대학교 공대 전기공학과 석사과정

E-mail :

* 명지대학교 공대 전기공학과 석사과정

** 경남대학교 공대 전기공학과 부교수

*** 명지대학교 공대 전기공학과 교수

Received : July 12, 2014; Accepted : September 21, 2015

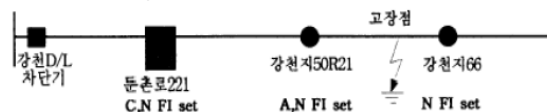


그림 1 단선에 의한 고장발생 계통도

Fig 1 Power diagram by line disconnection

표 1 한국전력연구원 보고서의 고장표시 오류 사례

Table 1 Fault indication error sample of KEPRI's report

비고	둔촌로221(1)	둔촌로221(4)	강천지50R21	강천지66
부하전류상	A상 172	A상 169	A상 5,094	A상 262
부하전류상	B상 140	B상 119	B상 119	B상 51
고장전류상	C상 4,916	C상 4,923	C상 163	C상 40
접지전류상	N상 4,831	N상 4,792	N상 4,968	N상 223
FI 현황	C, N상 발생	C, N상 발생	A, N상 발생	N상 발생

현재까지 연구된 사례로는 단말장치에서 수신된 전압전류의 크기 및 위상 DATA를 모두 받아 개선된 고장표시생성을 하는 알고리즘이 연구되어있다[3]. 하지만 전국에 분포되어 있는 수많은 단말장치의 내부 알고리즘을 바꾸기 위해서는 많은 시간과 비용이 소요되므로 경제성 및 현실적으로 많은 문제가 생긴다. 따라서 본 논문에서는 이러한 현실적인 문제를 고려하여 고장표시 정보가 모이는 중앙장치에 잘못된 고장표시 정보오류를 검출하여 정확한 고장표시정보를 얻을 수 있는 오류 고장표시 정보 필터링 알고리즘을 제안 하였다.

현재 전력계통에서 1선 지락고장은 낙뢰나 기타 등의 이유로 3상중 1개상 전선의 절연이 파괴되어 일어나는 고장이며, 2선 지락고장은 2개상의 선로 절연 파괴로 2개의 선이 땅에 접지 되는 고장이다. 2선 단락은 2개상의 선간 절연파괴로 인해, 3상 단락 고장은 3개상의 선간 절연파괴로 인해 발생하는 고장이다. 이와 같이 각 고장을 살펴보았을 때, 1선 지락고장의 확률이 가장 높기 때문에 고장 빈도수가 가장 높다는 것을 알 수 있다.

본 논문의 필터링 알고리즘은 현재 배전계통에서 잘못된 고장 표시생성이 발생하고, 가장 빈도수 높은 고장인 1선지락 고장에 대해 필터링 알고리즘을 제안한다. 본 논문은 다음과 같이 구성 된다. 2장에서는 배전 계통에서의 고장표시 오류가 발생하는 사례를 고찰하여 문제점을 분석하였다. 3장에서는 오류가 발생하는 케이스에 대하여 필터링 하는 알고리즘을 제안하였다. 4장에서는 본 논문에서 제시한 알고리즘의 유용성을 검증하기 위한 컴퓨터 시뮬레이션 결과를 제시하였다.

2. 고장표시정보 오류로 인한 문제점과 원인 분석

2.1 1선 지락고장시 발생하는 고장표시 생성 오류

고장시에 OCR은 상 고장표시를 생성하고 OCGR은 N상 (지락 고장: 중선선 전류로 판단) 고장표시를 생성한다. OCR의 목적은 상단락 및 상지락 고장보호이고, 상 고장표시의 목적은 OCR요소 동작시 상단락 및 상지락 고장 위치추정이며, OCGR의 동작목적은 고저항 지락고장 보호이며 N상 고장표시의 목적은 고저항 지락고장시 고장 위치 추정이다.

이전의 고장표시 알고리즘 개선[1] 연구에서 분산전원이나, Y-Δ변압기, 큰 모터부하가 있을 시 부하단에서 고장전류가 발생하여 고장점으로 공급될 수 있다는 것을 보였다. 이러한 고장전류로 인해 잘못된 고장표시 정보가 생성되는 1선 지락 고장에 대해 OCR 및 OCGR의 동작으로 총 4가지 사례로 분석해보았다.

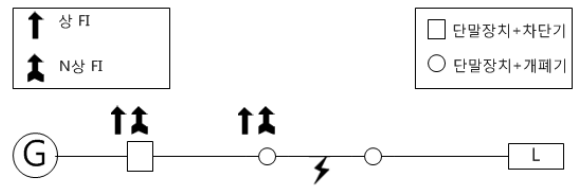


그림 2 부하단에 고장전류를 공급하는 장치가 없는 계통
Fig. 2 Power system without device supplying fault current at load section

그림 2와 같이 부하단에 고장전류를 공급하는 장치가 없을 경우, 고장상단에서 OCR과 OCGR 모두 동작하고 고장하단에서는 아무런 요소도 동작하지 않는다. 이와 같은 경우 보호와 고장구간 추정에 아무런 문제가 없다.

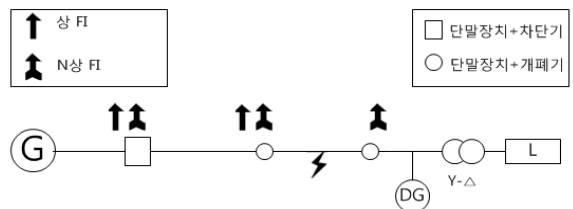


그림 3 부하단에 고장전류를 공급하는 장치가 있는 계통
Fig. 3 Power system with device supplying fault current at load section

그림 3과 같이 부하단에 고장전류를 공급하는 장치가 있을 경우, 고장 상단에서 OCR과 OCGR모두 동작하고 고장하단에서는 OCGR이 오동작할 수 있다. 하지만 이때 하단에서 동작한 OCGR은 오작동이라 간주하고 무시하면 보호와 고장구간 추정에 아무런 문제가 되지 않는다.

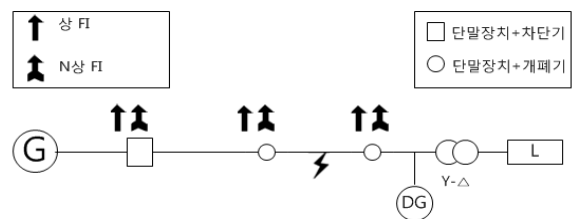


그림 4 부하단에 고장전류를 공급하는 장치가 있고 고장저항이 저저항인 계통
Fig. 4 Power system with device supplying fault current at load section and low fault resistance

하지만 그림 4와 같이 부하단에 전류를 공급하는 장치가 있고 고장저항이 저저항일 경우, 고장 하단에서 큰 고장전류가 공급될 수 있고, 이로 인하여 고장 상단과 하단 모두 OCR, OCGR 요소 모두 동작할 수 있다. 이때 보호에는 문제가 없지만 오작동으로 인해 고장구간을 찾는 데 문제가 발생하게 된다.

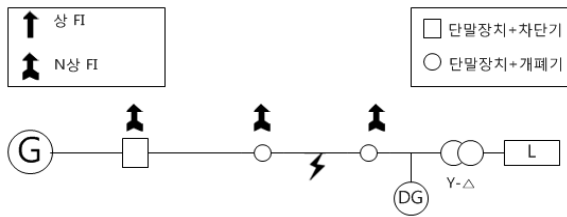


그림 5 부하단에 고장전류를 공급하는 장치가 있고 고장저항이 고저항인 계통

Fig. 5 Power system with device supplying fault current at load section and high fault resistance

마지막으로 그림 5와 같이 부하단에서 전류를 공급하는 장치가 있을 경우, 고장저항이 고저항이라면 고장 상하단 모두 OCGR의 동작으로 N상 고장표시가 발생할 수 있다. 이 경우 역시 보호에는 문제가 없지만 고장위치를 찾는 데 어려움이 있다.

이와 같이 부하단에서 고장전류를 공급하는 장치가 있을 경우, 1선 지락고장이 발생하게 되면 고장구간을 찾는 데 어려움이 생길 수 있다.

2.2 1선 지락고장시 전류 방향을 이용한 고장 상단과 하단 구분

고장 시에 영상전류의 방향을 측정하기 위해서는 기준이 필요하다. 전류의 위상은 변동이 심하기 때문에 일정한 기준이 있어야 방향을 결정할 수 있기 때문이다. 현재 배전계통에서 주상 변압기 등의 개폐기에 설치된 PT를 이용하여 전압을 측정하는 전압의 측정 장치의 원리상 전주에 설치되기 때문에 공간적인 제약이 있어 작은 전압을 정확히 측정하기는 매우 어렵다. 그림 6은 배전계통에서 실제 전압 벡터도와 측정된 전압 벡터도를 나타내었다.

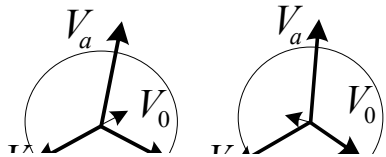


그림 6(a) 배전계통에서의 실제전압 벡터도(좌측) 계측된 영상전압 벡터도(우측)

Fig. 6(a) Vector diagram of real voltage(left) and measured zero-sequence voltage(right) in distribution system

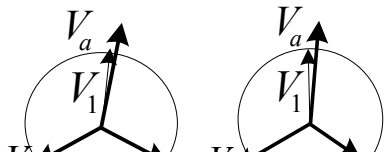


그림 6(b) 배전계통에서의 실제전압 벡터도(좌측) 계측된 정상전압 벡터도(우측)

Fig. 6(b) Vector diagram of real voltage(left) and measured positive-sequence voltage(right) in distribution system

그림 6(a)에서 보듯이 영상전압은 실제값과 측정된 값이 오차가 상당히 큰 것을 볼 수 있다. 따라서 영상전압을 기준으로 쓰게 되면 위상각 오차로 인하여 영상전류의 방향판정에는 큰 문제가 생길 수 있다. 하지만 그림 6(b)에서 정상전압은 오차가 있는 전압의 평균값이기 때문에 오차의 영향이 평균값에 의하여 줄어드는 것을 볼 수 있다. 따라서 방향지락계전기에서 기준은 정상전압을 사용하는 것이 더 정확한 결과를 얻을 수 있다.

위를 근거로 정상전압을 기준으로 하고 1선 지락고장에 대하여 고장상단과 하단에서의 정상전압을 기준으로 전류벡터도를 구해보았다.

첫 번째 경우로 다음 그림 7과 같이 부하단에 전류를 공급하는 장치가 없고, 단순 부하 a상 지락고장에 고장저항은 각각 20[Ω], 2[Ω], 0.2[Ω]일 경우의 벡터도이다.

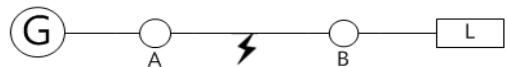


그림 7 부하단에 전류를 공급하는 장치가 없는 계통

Fig. 7 Power system without device supplying fault current at load section

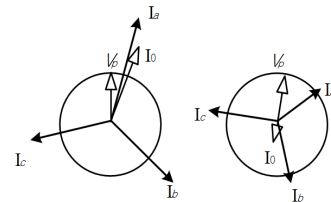


그림 7(a) 고장저항 20[Ω]일 경우 고장상단(좌측) 고장하단(우측)의 전류벡터도

Fig. 7(a) Fault resistance 20[Ω]: Vector diagram of current at upper side of the fault(left) and downside of the fault(right)

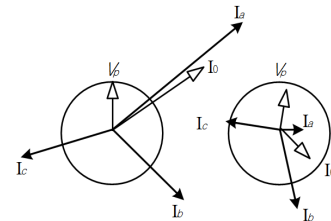


그림 7(b) 고장저항 2[Ω]일 경우 고장상단(좌측) 고장하단(우측)의 전류벡터도

Fig. 7(b) Fault resistance 2[Ω]: Vector diagram of current at upper side of the fault(left) and downside of the fault(right)

벡터도에서 원의 둘레는 계통이 정상상태일 때의 전류 크기 및 정상상태일 때의 정상전압의 크기를 나타내고 있으며, 결과를 분석해보면 고장상단에서는 영상전류가 부하단 방향으로 흐르고

있고, 고장하단에서는 영상전류가 전원방향으로 흐르는 것을 알 수 있다. 따라서 영상전류가 부하방향으로 흐르고 있다면 고장상단이라고 판단할 수 있다.

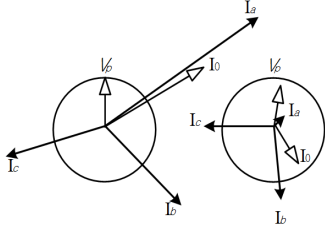


그림 7(c) 고장저항 0.2[Ω]일 경우 고장상단(좌측) 고장하단(우측)의 전류벡터도

Fig. 7(c) Fault resistance 0.2[Ω]: Vector diagram of current at upper side of the fault(left) and downside of the fault(right)

두 번째 경우로 그림과 같이 부하단에 와이델타 변압기가 설치되어 있는 계통을 분석한 전류벡터도이다.

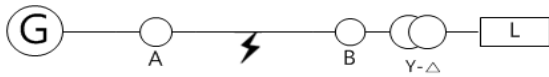


그림 8 와이델타 변압기가 있는 계통도

Fig. 8 Power system with Y-Δ transformer

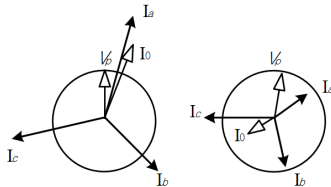


그림 8(a) 고장저항 20[Ω]일 경우 고장상단(좌측) 고장하단(우측)의 전류벡터도

Fig. 8(a) Fault resistance 20[Ω]: Vector diagram of current at upper side of the fault(left) and downside of the fault(right)

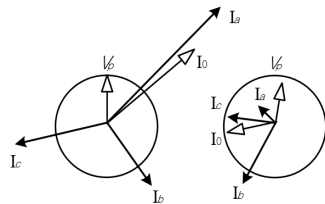


그림 8(b) 고장저항 2[Ω]일 경우 고장상단(좌측) 고장하단(우측)의 전류벡터도

Fig. 8(b) Fault resistance 2[Ω]: Vector diagram of current at upper side of the fault(left) and downside of the fault(right)

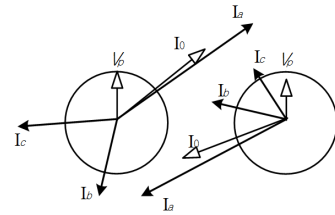


그림 8(c) 고장저항 0.2[Ω]일 경우 고장상단(좌측) 고장하단(우측)의 전류벡터도

Fig. 8(c) Fault resistance 0.2[Ω]: Vector diagram of current at upper side of the fault(left) and downside of the fault(right)

결과를 분석해보면 고장상단에서는 영상전류가 부하단 방향으로 흐르고 있고, 고장하단에서는 영상전류가 전원방향으로 흐르는 것을 알 수 있다. 또한 고장상과 건전상간의 위상차함을 비교해보면 위상차 함이 150° 이상일 경우에만 고장상단이라는 것을 알 수 있다. 따라서 이 두가지 조건을 조합하면 고장상단과 하단을 구분할 수 있다.

세 번째 경우로 그림 9와 같이 부하단에 와이델타 변압기와 분산 전원이 달려있는 계통을 분석한 전류벡터도이다.

결과를 분석해보면 고장상단에서는 영상전류가 부하단 방향으로 흐르고 있고, 고장하단에서는 영상전류가 전원방향으로 흐르는 것을 알 수 있다. 또한 고장상과 건전상간의 위상차함이 150° 이상일 경우 고장상단이라는 것을 알 수 있다. 따라서 다음과 같이 고장 상단과 하단을 구분할 수 있다.

RULE : 1선지락이고 고장상을 a상으로 가정하면

1. 고장후의 영상전류가 부하방향이다. (부하를 고려하여 정상

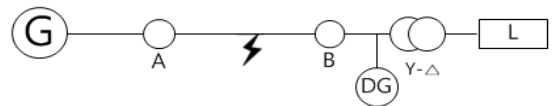


그림 9 와이델타 변압기 및 분산전원이 있는 계통도

Fig. 9 Power system with Y-Δ transformer and distributed generation.

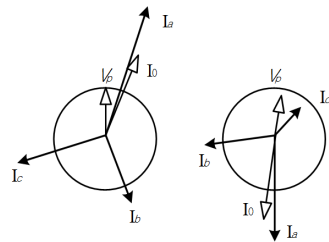


그림 9(a) 고장저항 20[Ω]일 경우 고장상단(좌측) 고장하단(우측)의 전류벡터도

Fig. 9(a) Fault resistance 20[Ω]: Vector diagram of current at upper side of the fault(left) and downside of the fault(right)

전압과 영상전류의 위상차의 절대값이 80° 이내이면 부하 방향으로 흐르는 전류로 본다.)

- 고장상과 건전상간의 전류벡터 위상차 절대값의 합이 200° 이상이다.

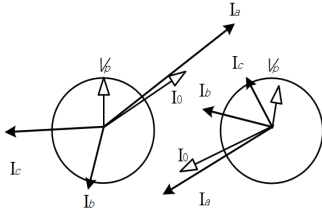


그림 9(b) 고장저항 2[Ω]일 경우 고장상단(좌측) 고장하단(우측)의 전류벡터도

Fig. 9(b) Fault resistance 2[Ω]: Vector diagram of current at upper side of the fault(left) and downside of the fault(right)

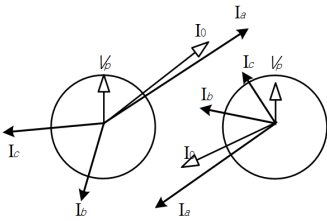


그림 9(c) 고장저항 0.2[Ω]일 경우 고장상단(좌측) 고장하단(우측)의 전류벡터도

Fig. 9(c) Fault resistance 0.2[Ω]: Vector diagram of current at upper side of the fault(left) and downside of the fault(right)

이상의 두 가지 조건을 모두 만족하면 a상 지락고장시 고장상 단입을 알 수 있으며, 이를 이용하면 필터링 알고리즘으로 잘못된 고장표시 정보를 필터링 할 수 있다.

3. 배전자동화 중앙장치에서 FI 필터링 규칙

3.1 기존 배전계통에서의 FI 전송 정보 및 중앙장치에서의 FI 오류개선 방법

현재 배전계통에서의 FRTU는 3상 전압, 전류 크기와 위상을 모두 측정하지만 배전계통에 고장이 발생하게 되면 FI정보와 3상 전압, 전류 크기와 역률정보만을 중앙장치로 전송한다. 따라서 중앙장치에서 받는 정보는 FI, 전압, 전류 크기, 역률, 영상전류의 크기에 관한 정보만 받기 때문에 앞서 설명된 RULE을 적용하는데 문제가 있다. 이를 해결하기 위해서 필터링 알고리즘에서는 전송되는 정보외에 다른 추가정보를 통해 설명된 RULE을 적용 가능하게 하는 환경을 만들어야 한다.

필터링 알고리즘에 사용된 추가정보는 1선지락 고장시 고장 전후의 전압의 위상각차는 120° 를 유지한다는 가정을 이용한다. 단말장치에서 받은 크기 데이터에 a상전압 위상각을 0° 로 하고 b,c상 전압을 각각 -120° , $+120^\circ$ 를 설정하고 필터링 알고리즘을 적용한다.

이러한 가정이 성립하기 위해서는 고장전후의 전압 위상각이 실제 120° 차가 나는지에 대한 증명이 필요한데 이에 대한 증명은 Matlab 시뮬레이션으로 표 2와 그림 11(a), (b), (c)로 나타내었다. 계통도는 그림 10의 계통도를 사용하였으며 결과표를 그림 10, 11의 벡터도로 나타내었다.

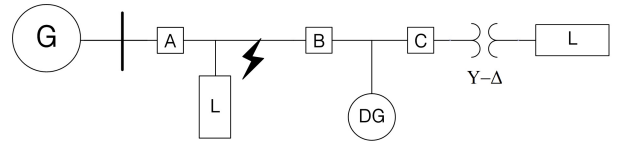


그림 10 모의 계통도

Fig. 10 Simulation power system

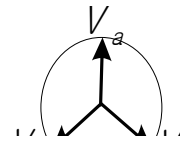


그림 11 고장전 전압 벡터도

Fig. 11 Vector diagram of voltage before the fault

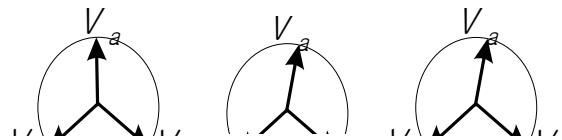


그림 11(a) 고장저항 20[Ω] : 고장후 전압 벡터도

Fig. 11(a) Fault resistance 20[Ω] : Vector diagram of voltage after the fault

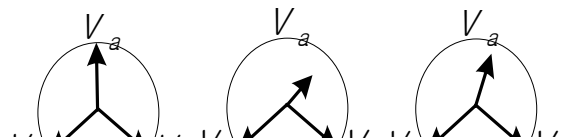


그림 11(b) 고장저항 2[Ω] : 고장후 전압 벡터도

Fig. 11(b) Fault resistance 2[Ω] : Vector diagram of voltage after the fault

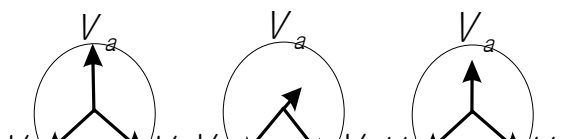


그림 11(c) 고장저항 0.2[Ω] : 고장후 전압 벡터도

Fig. 11(c) Fault resistance 0.2[Ω] : Vector diagram of voltage after the fault

표 2 고장 전후의 전압위상각차

Table 2 The difference between voltage phase before and after the fault

A상 지락사고 고장저항(20[Ω])												
	A고장상단				B고장하단				C고장하단			
	고장전		고장후		고장전		고장후		고장전		고장후	
	위상각	위상차	위상각	위상차	위상각	위상차	위상각	위상차	위상각	위상차	위상각	위상차
A상전압	-0.9	a-b 119.89	-3.49	a-b 117.34	-2.27	a-b 119.96	-11.52	a-b 110.86	-1.66	a-b 119.94	-6.41	a-b 115.21
B상전압	-120.89	b-c 120.02	-120.83	b-c 120.0	-122.23	b-c 120.01	-122.38	b-c 109.7	-121.60	b-c 120.01	-121.62	b-c 119.42
C상전압	119.09	c-a 118.19	119.17	c-a 122.66	117.76	c-a 120.03	120.11	c-a 131.63	118.39	c-a 120.01	118.96	c-a 125.37

A상 지락사고 고장저항(2[Ω])												
	A고장상단				B고장하단				C고장하단			
	고장전		고장후		고장전		고장후		고장전		고장후	
	위상각	위상차	위상각	위상차	위상각	위상차	위상각	위상차	위상각	위상차	위상각	위상차
A상전압	-0.9	a-b 119.89	-8.87	a-b 112.11	-2.27	a-b 119.96	-45.66	a-b 82.39	-1.66	a-b 119.94	-12.59	a-b 110.55
B상전압	-120.89	b-c 120.02	-120.98	b-c 119.35	-122.23	b-c 120.01	-128.05	b-c 103.66	-121.60	b-c 120.01	-123.14	b-c 115.76
C상전압	119.09	c-a 118.19	119.67	c-a 128.54	117.76	c-a 120.03	128.29	c-a 173.95	118.39	c-a 120.01	121.10	c-a 133.69

A상 지락사고 고장저항(0.2[Ω])												
	A고장상단				B고장하단				C고장하단			
	고장전		고장후		고장전		고장후		고장전		고장후	
	위상각	위상차	위상각	위상차	위상각	위상차	위상각	위상차	위상각	위상차	위상각	위상차
A상전압	-0.9	a-b 119.89	-6.78	a-b 114.43	-2.27	a-b 119.96	-63.48	a-b 68.81	-1.66	a-b 119.94	2.46	a-b 126.77
B상전압	-120.89	b-c 120.02	-121.21	b-c 118.9	-122.23	b-c 120.01	-132.29	b-c 98.62	-121.60	b-c 120.01	-124.31	b-c 114.17
C상전압	119.09	c-a 118.19	119.89	c-a 126.67	117.76	c-a 120.03	129.09	c-a 197.9	118.39	c-a 120.01	121.52	c-a 119.06

표 2와 그림 11(a)에서 볼 수 있듯이 고장저항 20[Ω]일 경우에는 고장후에도 고장전에 비해 각 전압의 상차각이 120도에서 크게 벌어지지 않는 것을 볼 수 있다. 하지만 그림 11(b), 11(c)에서 저저항일 때에는 전압 위상각이 120도 차가 난다는 가정에 오차가 보이지만 실제 알고리즘 조건에 적용했을 때에는 3상 전압의 평균치인 정상전압의 평균치를 이용하므로 오차가 줄어들어 문제없이 필터링이 되는 것을 다음 절인 사례연구에서 보였다.

4. 사례 연구

모의계통은 그림 10의 계통으로 시뮬레이션 하였으며, 중앙장

치에서 단말장치로부터 받는 데이터를 3상 전압의 크기, 3상 전류의 크기, 영상전류의 크기, 3상 역률이라고 하고, 고장후의 전압 위상차를 120도로 설정하고 시뮬레이션 한 결과는 표 3과 4에서 볼 수 있다.

표 3에서 OCR, OCGR의 pick up 전류 셋팅은 각각 500[A], 30[A]로 하였으며 결과에서 볼 수 있듯이 필터링 알고리즘을 통과시키기 전에는 고장전류와 영상전류의 크기만을 고려하게 되므로 잘못된 고장표시 정보가 생성되어 중앙장치로 전송된다. 하지만 이 전송된 고장표시 정보를 가지고 전압 위상각을 120도 차이를 주어 필터링 알고리즘을 통과시키게 되면 표3과 같이 고장 하단에서 전송된 잘못된 고장표시가 필터링되는 것을 확인 할 수 있다.

표 3 필터링전 고장표시 정보

Table 3 The fault indication information before filtering

고장저항 크기 [Ω]	A단말장치(고장상단)					B단말장치(고장하단)					C단말장치(고장하단)				
	영상 전류 [A]	A상 전류 [A]	B상 전류 [A]	C상 전류 [A]	FI 현황	영상 전류 [A]	A상 전류 [A]	B상 전류 [A]	C상 전류 [A]	FI 현황	영상 전류 [A]	A상 전류 [A]	B상 전류 [A]	C상 전류 [A]	FI 현황
20	128.23	615	189	196	A,N	134.87	446	113	65	A,N	6.48	101	109	113	0
2	546.53	2015	178	289	A,N	578.07	1619	206	103	A,N	33.70	57	99	135	N
0.2	697.01	2494	160	323	A,N	737.66	2030	235	154	A,N	43.78	60	80	141	N

표 4 필터링후 고장표시 정보

Table 4 The fault indication information after filtering

고장저항 크기 [Ω]	A단말장치(고장상단)				FI현황	B단말장치(고장하단)				FI현황	C단말장치(고장하단)			
	영상전류 [A]	정상전압 영상전류 위상차 [도]	건전상 고장상 위상차 합[도]	FI현황		영상전류 [A]	정상전압 영상전류 위상차 [도]	건전상 고장상 위상차 합[도]	FI현황		영상전류 [A]	정상전압 영상전류 위상차 [도]	건전상 고장상 위상차 합[도]	FI현황
20	128.23	17.83	253.68	A,N	134.87	139.24	241.66	0	6.48	137.85	254.40	0		
2	546.53	50.62	282.39	A,N	578.07	140.75	158.41	0	33.70	110.33	264.81	0		
0.2	697.01	69.17	289.5	A,N	737.66	119.03	137.87	0	43.78	90.11	252.91	0		

5. 결 론

배전계통에 산재해 있는 단말장치는 전압, 전류 데이터 수집 및 고장이 발생하게 되면 고장 상단에서 고장표시 정보를 중앙장치로 전송하여 고장구간을 판단할 수 있게 한다. 하지만 현재의 배전자동화 시스템 단말장치에서 사용되는 고장표시 정보 생성 알고리즘은 잘못된 가정으로 인하여 오류가 발생하고 있고 이로 인하여 정확한 고장구간을 파악을 어렵게 한다.

이를 개선하기 위하여 산재한 단말장치의 알고리즘 수정을 하는 방법이 있지만 배전계통에 산재해 있는 모든 단말장치의 알고리즘을 수정하기에는 많은 시간과 비용을 들여야 한다. 하지만 본 논문에서 개발한 것은 배전자동화 중앙 장치에 오류 고장표시 정보 필터링 알고리즘으로 이를 이용하면 훨씬 더 경제적으로 정확한 고장표시 정보를 얻게 되므로 배전자동화에 있어서 정확한 고장위치 판단 및 복구에 큰 도움이 될 것으로 사료된다.

References

[1] 정금영, 오영현, 송완석 “지중배전선로 고장표시기 원격감지 시스템 개발에 관한 연구” 하계 학술대회 논문집, 2005. 7
 [2] 한국 전력연구원, 신창훈, 하복남 외 8명 “배전자동화시스템 정전복고 및 운전지원 성능개선 연구(최종보고서)”, 2010. 7
 [3] 서정수, 김형승, 임성일, 최면송, 이승재 “ 배전자동화 시스템에서 전류방향성을 이용한 단말장치의 고장표시 오류 개

선 방법” 대한전기학회 논문집(심사중) 2013. 11
 [4] 신창훈, 하복남, 외6명 “배전자동화시스템 자동 고장복구 프로그램 개발”, 2010 대한전기학회 하계 학술대회 논문집, 2010. 7
 [5] 임희택, 임성일, 최면송, 이승재 “비접지 계통에서 영상전류 위상을 이용한 고장표시 생성 알고리즘”, 2008대한전기학회 논문지, 2008. 7
 [6] 하복남, 이성우, 신창훈, 박소영 “배전자동화 기술개발 현황 과 전망”, 2008대한전기학회 논문지, 2008. 7
 [7] 천성남, 정연하 “배전자동화용 단말장치에서의 고장 분석”, 대한전기학회, 2011 대한전기학회 하계학술대회 논문집 2011. 7.
 [8] 신동열, 윤동현, 차한주 “분산전원 연계선로에서 보호계전기의 상전류 오차보정 알고리즘 개발” 대한전기학회 논문집 2013. 11
 [9] 김명현, 김진석, 조용선, 임성훈, 김재철 “배전계통에 분산전원 연계시 연계특성에 따른 보호협조 문제점 분석 및 개선방안 연구” 대한전기학회, 2012 춘계학술대회 논문집 2012. 5
 [10] 박용업, 김경훈, 정연하 “배전계통 순간전압강하 측정 및 분석사례” 2013 대한전기학회 추계학술대회 논문집 2013. 10
 [11] 대한전기학회 편 “최신배전시스템공학 개정판” 2011.7
 [12] 하복남, 한용희, 이종호, 조남훈, 임성일 “신 배전자동화 시스템의 배전선로 고장인지 및 분석방법” 1999 대한전기학회 추계 학술대회 논문집 1999. 11

저 자 소 개



서 정 수 (Jung-Soo Seo)

1986년 11월생. 2013년 명지대학교 전기공학과 졸업. 2013년 동 대학원 전기공학과 입학.

Tel : 031-330-6815
E-mail : sjs1129@mju.ac.kr



이 승 재 (Seung-Jae Lee)

1955년 11월 30일생. 1979년 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1981년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1988년 Univ. of Washington 전기공학과 졸업(공박).. 1994년 Univ. of Washington 교환 교수. 현재 명지대학교 공대 전기공학과 교수.

Tel : 031-336-6362
Fax : 031-330-6816
E-mail : sjlee@mju.ac.kr



김 형 승 (Hyung-Seung Kim)

1989년 2월생. 2013년 명지대학교 전기공학과 졸업. 2013년 동 대학원 전기공학과 입학.

Tel : 031-330-6815
E-mail : hskim369@nate.com



임 성 일 (Sung-II Lim)

1994년 명지대학교 전기공학과 졸업(공학 학사). 1996년 동 대학원 전기 공학과 졸업(공학석사). 2004년 동 대학원 전기 공학과 졸업(공학박사). 2004-2005년 명 지대학교 차세대 전력기술 연구센터 연구 교수. 현재 경남대학교 전기공학과 부교수

Tel : 055-249-2630
E-mail : slim@kyungnam.ac.kr



최 면 송 (Myeon-Song Choi)

1967년 4월생. 1989년 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1991년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1996년 동 전기공학과 졸업(공박). 1995년 Pennsylvania State Univ. 방문 연구원. 1992년 기초전력공학 공동연구소 전임연구원. 현재 명지대 학교 공대 전기공학과 교수.

Tel : 031-336-3290
Fax : 031-330-6816
E-mail : mschoi@mju.ac.kr