

송전선로 지락사고 보호협조 프로그램 개발

김홍석 이승재 최면송
 명지대학교 전기공학과

Program of Development on Protection Coordination for Impedance Fault in Power Transmission System

Hong-Suk Kim , Seung-Jae Lee , Myeo-Song Choi
 Myong-ji Univ

Abstract - In this paper we propose to develop program witch can improve the detecting capability of impedance fault in power transmission system. It is difficult to setting relay because the different type relays have many setting values to coordinate with each other. The proposed program assist a user in setting relay with convenience graphic environment and database.

1. 서 론

전력계통에 있어서 보호계전기는 고장요소를 감지하여 차단기를 트립시켜 고장구간을 계통에서 분리시키는 기능을 갖고 있다. 일반적으로 보호계전기는 송전계통 보호에서 주보호가 실패할 경우에 대비하여 후비보호를 마련하고 있다. 이러한 보호계전기는 적절한 상호협조를 통하여 고장의 파급을 극소화 할 수 있다.

이러한 협조관계는 계통의 증가와 다양한 계전기를 사용함으로써 계통운영자에게 많은 부담과 어려움을 주며, 특히 계전기의 동작치를 결정하는 작업에 있어서 매우 많은 정정치를 결정해야하는 어려움을 주고 있다. 따라서 계통운영자는 정정한 계전기의 동작을 확인하기 어렵고 계전기 상호간의 동작협조상태를 볼 수 없다는 문제점을 안고 있다.

본 연구에서 개발된 송전선로 지락사고 보호협조 프로그램은 계전기 상호간의 동작협조를 운영자가 간편하고 신속하게 확인할 수 있는 그래픽과 운영 체제로 구현되었다. 또, 계전기의 데이터를 데이터베이스에 기록하여 관리함으로써 사용자가 손쉽게 데이터를 관리, 제어할 수 있게 하였다.

2. 본 론

현재 송전보호계통 지락사고에 대한 후비보호로서 선로보호에는 지락거리계전기, 변압기보호에는 방향지락과 전류계전기를 적용하고 있다. 그러나 이러한 보호 시스템은 지락사고시 선로보호의 지락거리계전기가 사고를 감지하지 못하고 후단의 지락거리계전기가 Over-reach 하여 Zone-3가 동작하거나 변압기 후비보호용인 방향지락과전류계전기(DOCCR)가 동작하여 광범위한 정정이 발생하는 위험성을 가지고 있다. (그림 1) 이는 동작 원리가 상이한 이중거리계전기간의 감도 협조상의 문제로서 DOCCR의 감도가 높고 거리계전기의 지락사고 검출능력의 한계로 인한 문제이다.

2.1 지락고장의 비협조문제

현재 사용중인 정정원칙에 따르면 전방 선로상의 지락고장시 345kV측 DOCCR 또는 67GH는 154kV측 전방의 거리계전기의 후비보호기능이 보장되어 있으며 강반한시 동작특성상 더 전방의 고장에 대하여도 67GH의 강반한시특성상 동작시간협조가 거의 이루어질 것

로 보이나 확실한 동작협조를 위하여는 여전히 검토가 필요하다. 즉 그림 1에 보이는 바와 같이 Dr-1의 Zone-3 시작점에서 사고 발생시 이 부분에는 Dr-1의 Zone-2가 미치지 못하므로 후비보호로는 Dr-1의 Zone-3가 동작하도록 되어 있다. 그러나 이 때 같은 고장에 대하여 변압기 보호용 67GH도 동시에 고장을 보게 되며 이 경우 67GH의 동작시간이 Dr-1의 Zone-3 동작시간인 100사이클보다 빠를 수 있으며 이로 인해 정정 구간의 확대가 발생할 수 있다. 345kV선로측의 고장에 대해서도 비슷한 문제가 있을 수 있으나 345kV측은 일반적으로 후비보호 동작이 크게 문제가 되지 않으므로 그 심각도가 154kV측에 비해 덜하다고 할 수 있다. 이와같은 문제는 67GH의 한시요소가 더 전방의 고장에 대하여 Zone-3와 협조를 이루도록함으로써 해결될 수 있다.

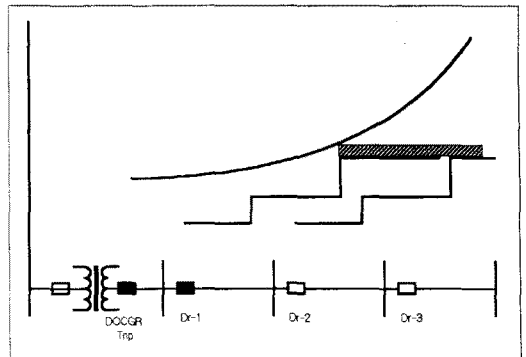


그림 1. 선로 지락사고로 인한 계전기의 동작협조

2.2 프로그램의 구조

기본 운영 체제는 윈도우 NT를 이용하여 프로그램의 추가 및 변경이 간단한 이점이 있으며 그림 2는 프로그램의 기능적인 구조를 보여준다.

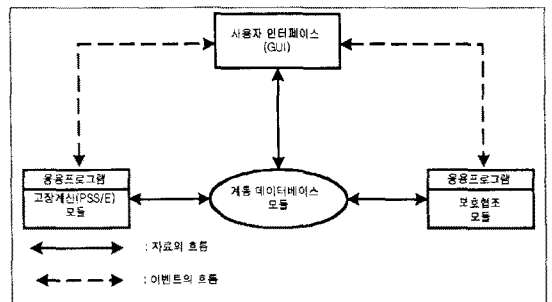


그림 2. 프로그램의 구조

프로그램은 계전기 데이터를 관리, 처리할 수 있는 데이터베이스 모듈, 운영자가 신속하고 간편하게 협조관계를 파악할 수 있는 GUI 모듈, 계통의 고장계산을 하는

고장계산 모듈, 서로 상이한 계전기간의 보호협조 관계를 확인 할 수 있는 보호협조 모듈로 구성되어 있다. 이와 같이 구성된 프로그램의 순서도는 그림 3과 같이 나타난다.

2.2.1 데이터베이스 모듈

데이터베이스는 Oracle을 사용하여 방대한 양의 계통 데이터를 관리하고 여러 응용 프로그램에 편리하게 이용될 수 있게 하였다.

- (1) 고장계산 데이터: 계통데이터
- (2) 보호 배전반 설정: 계통데이터, 배전반 데이터, 계전기 데이터, 고장데이터
 - 계통 데이터: 전압, 모선-선로 연결, 모선형태, 선로임피던스, 변압기 정보, 부하정보, 발전기 정보
 - 배전반데이터: 배전반이름, 제작사, 타입, 설치위치, 상대단, 구성계전기 요소, CT 비, PT 비
 - 계전기 데이터: 계전기 이름 제작사, 형식, 탭 범위, 정정요소 및 정정값
 - 고장 데이터: 고장종류, 고장모션, 회선번호, 자기모션에서 상대단모션으로 고장전류, 고장모션전압
- (3) 계전기 동작협조: 고장데이터, 계전기 데이터, 동작협조 데이터
 - 동작협조 데이터: TCCurve, Lever, Tap Range, 걸보기 계수

2.2.2 GUI 모듈

GUI는 Visual Basic을 사용하여 계통을 운영자가 인지하기 쉬운 그래픽환경으로 구현하였으며 다른 모듈과의 연결을 간소화하여 사용자가 필요한 정보를 손쉽게 얻을 수 있다.

- (1) LOG IN
- (2) 계통의 데이터 표시 및 선택
- (3) 단선도 편집
- (4) FAULT 처리
- (5) 데이터베이스 처리
- (6) 계전기 정정 처리
- (7) 걸보기계수 처리
- (8) 동작협조 처리
- (9) 최적화 방안 제시

2.2.3 고장계산 모듈

고장계산은 PSS/E를 사용하여 계산하였다. PSS/E는 단일 프로그램으로서 본 프로그램에서는 PSS/E를 호출하여 기동시키면서 입력데이터는 데이터베이스에서 자료를 읽어들이 임의의 지정된 TEXT파일에 저장한다. 그러면 PSS/E는 기동시에 앞에서 저장된 파일을 읽어들이 계산을 처리한 후 종료한다. 종료시 프로그램으로 복귀하며 PSS/E는 TEXT파일에 저장되어 데이터베이스로 데이터를 저장한다.

- (1) IDV(입력) 파일 생성
- (2) OUT(출력) 파일 생성
- (3) 데이터베이스 처리

2.2.4 보호협조 모듈

고장계산 모듈에서 계산된 모의 고장 데이터로 걸보기 계수와 거리계전기의 Zone-2 Reach 값을 계산한다. 또 Zone-2 Reach에 사고를 모의하여 계산된 고장데이터로 DOCGR의 동작시간을 확인하여 협조관계를 파악한다. 비협조시에는 DOCGR의 Time Dial을 최적화하여 조정할 값을 표시한다.

- (1) 걸보기계수 계산
- (2) Zone-2 Reach 계산
- (3) DOCGR의 Tap와 Lever값 계산
- (4) DOCGR Time Dial 선정
- (5) 거리계전기와 DOCGR의 협조관계 확인
- (6) DOCGR Time Dial 조정

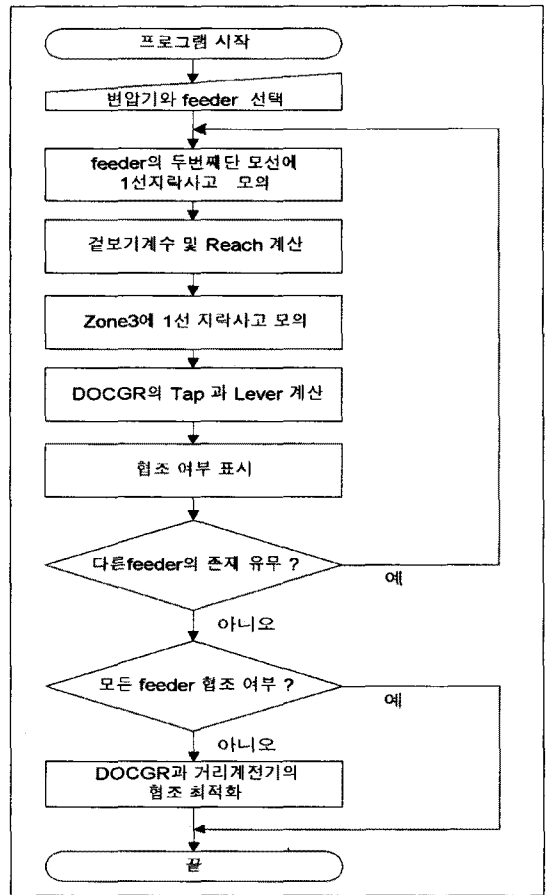


그림 3. 알고리즘 순서도

2.3 사례연구

본 연구에서 제안된 프로그램을 한전계통 데이터에 적용하여 기존의 계전기간의 협조관계를 분석하고 최적화 방안을 제시하였다. 계전기를 정정한 후 보호협조 프로그램의 동작상태를 보기로 하자.

2.3.1 단선도

동작협조를 확인하고자 하는 모션을 선택하면 연결된 단선도를 표현하고 연결정보 및 계전기의종류, 선로 임피던스등을 표시한다.(그림 4)

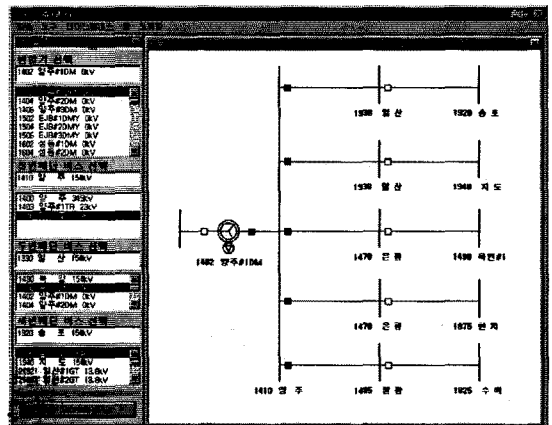


그림 4. 계통 단선도

2.3.2 데이터베이스 처리

고장계산 프로그램에서 계산된 고장 데이터와 계전기의 정정치를 확인하며 보호협조 모듈에서 계산되어진 결과 데이터를 확인 수정할 수 있다.(그림 5)

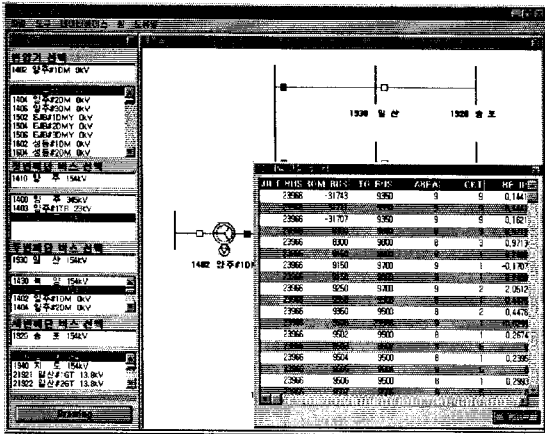


그림 5. 데이터베이스 처리

2.3.2 보호협조 확인

보호협조 모듈에서 계산되어진 결과 값으로 그림 6과 같이 협조관계를 확인한다. 결과 값이 비협조일 경우에는 그림 7과 같이 빗금친 부분에 DOCGR이 동작하므로 DOCGR을 다시 정정하여야한다. 협조일 경우에는 그림 8과 같이 협조를 최적화하여 정정 값을 조정한다.

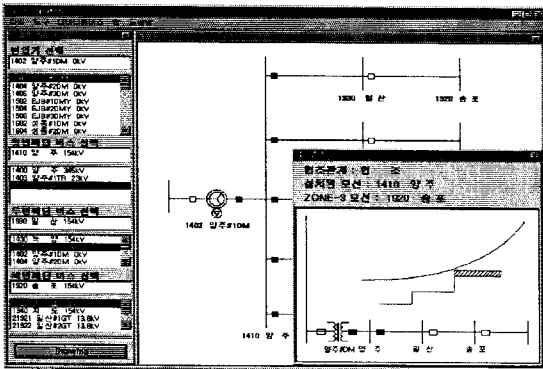


그림 6. 보호협조 확인

3. 결 론

본 연구에서는 계전기 보호협조에 있어서 계통의 복잡화 및 대용량에 대처하고 효율성과 신뢰성을 얻을 수 있다. 그리고 많은 양의 데이터를 다루는 정정과정에서 보호협조 관계를 운영자가 보다 손쉽게 관리할 수 있었다. 결과적으로 운영자가 계전기 상호간의 협조동작을 위한 동작치 및 동작시간을 결정하는 시간과 오류를 줄일 수 있다.

(참 고 문 헌)

(1) J.L Blackburn, "Protective Relaying - Principle and Applications", Marcel Dekker, 1987.
 (2) W.A.Elmore, "Protective Rleying Theory and Applicatuins", Marcel Dekker, 1994.
 (3) Seung-Jae Lee, Seong-Il Lim, Chen-Ching Liu "Intelligent Protection Coordion of Distance Relaying", 대한전기학회지, Vol.45.No.5, 640~645, 1996.5
 (4) Seung-Jae Lee, Jong-Yun Lim, "방향지라과전류계전기를 이용한 고저항지라사고 검출능력의 향상방안", 대한전기

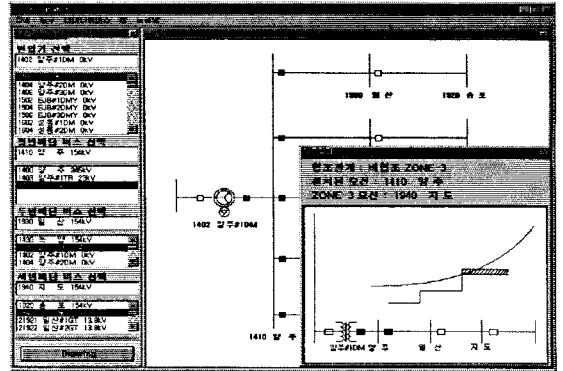


그림 7. 비협조일 경우 보호협조 확인

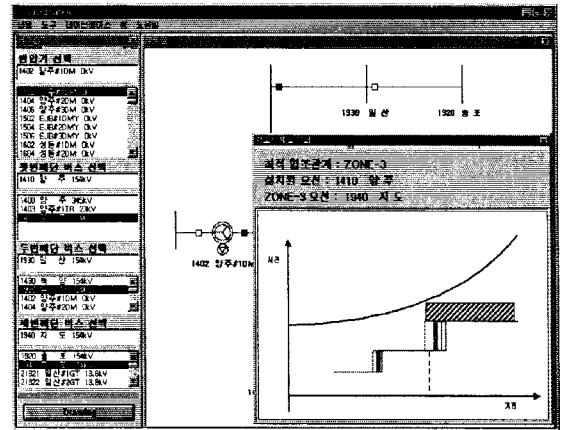


그림 8. 협조의 최적화