

한국전력 송전계통 보호 정정업무 전산화 시스템

이 승 재 · 최 면 송 · 강 상 희
(명지대학교 전기정보제어공학부)

1. 머리말

송전계통의 보호계전기 정정업무는 계전기의 동작치를 결정하는 작업으로서 다루는 정보의 양이 방대하고 계통 및 계전기에 대한 많은 경험과 지식이 요구되는 매우 어려운 업무이다. 특히 국내 계통에 설치 운용되고 있는 보호계전기는 그 종류와 수가 무척 다양하고 각 계전기의 동작파라미터와 이들의 결정방법 또한 상이하여 그 어려움을 더하고 있다.

앞으로 지속적인 경제의 발전으로 전기의 질에 대한 요구는 점차 커질 것이나 이에 따른 전력설비의 신증설, 기존설비의 교체와 계통의 운전조건 변경등이 빈번히 일어남에 따라 계전기 정정업무와 관련된 정보의 양이 점차 더욱 방대하여지고 계통에 대한 더욱 많은 지식이 요구되게 될 것이며 그 업무량도 크게 늘어날 것으로 보인다. 여기서는 보호계전기의 효율적이고 정확한 정정업무를 위하여 현재 한국전력 송전계통에 사용중인 보호정정업무 전산화시스템인 PROSET2000을 소개한다.

화에 충분히 대처하기 위해 open system 환경으로 구성되어 있다.

PROSET2000의 구조는 그림 1에서와 같이 계전기 정정 모듈, 데이터베이스 관리시스템, PSS/E 고장계산 프로그램, 임피던스 계산프로그램과 MMI로 구성되어있고, 데이터베이스와 응용프로그램과의 인터페이스 방법인 'bridge'개념을 도입하여 적은 노력으로 시스템의 각 응용 프로그램을 추가 또는 삭제할 수 있도록 일반화된 인터페이스를 제공하고 있다. PROSET2000의 PC 설치요구사항은 표 1과 같다.

표 1. PROSET2000의 설치 요구 사항

운영 체제	▶ 한글판 윈도우 NT 4.0
권장 시스템 환경	▶ 펜티엄 CPU이상 ▶ 32M 램 이상
하드 디스크	▶ 1000MB 이상
주 변 장 치	▶ SVGA이상 모니터 ▶ Lan카드 혹은 36K이상모뎀
소프트 웨어	▶ Oracle 8.0 ▶ Windows 용 PSS/E

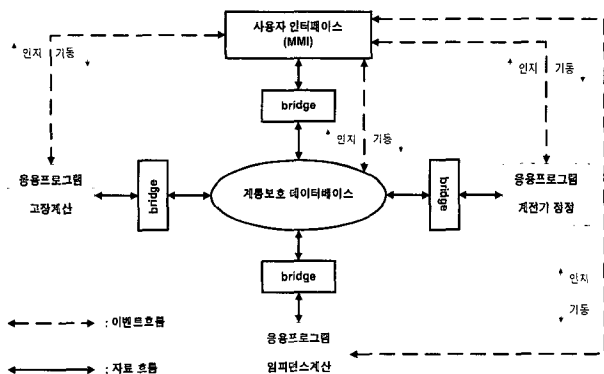


그림 1. PROSET2000 구조

2. PROSET2000의 특징 및 기능

PROSET2000은 새로운 계전기 개발 및 삭제에 따른 변

2.1. 데이터베이스 관리 시스템

데이터베이스 관리 시스템은 계통데이터 및 배전반데이터 등 보호관련 데이터를 편리하고 효율적으로 검색하고 수정 및 입력을 할 수 있는 관계형 데이터베이스 RDBMS (Relational DataBase Management System)인 ORACLE을 이용하여 개발되었다.

PROSET2000의 데이터베이스는 계전기 정정, 임피던스 계산, 고장계산등과 같은 보호기술에 관련된 다양한 응용프로그램이 필요로 하는 모든 데이터를 포함하고 있어 데이터의 중복을 피하고 효율적으로 관리할 수 있도록 디자인되었다.

그림 2는 PROSET2000의 데이터베이스관리 시스템의 Main화면이고 각 기능은 다음과 같다.

- 자료변경: PSS/E INPUT 데이터와 계통관 런데이터(모선, 선로, 변압기 배전반, CT, CB등)의 추가, 변경, 삭제를 수행한다.

- Data File 입력: 배전반관련 자료를 각 사업소로부터 EXCEL 파일로 입력받아 데이터베이스에 저장한다.
- Data Text Update: 정정된 배전반 관련자료를 Text로 입.출력하여 중앙 데이터베이스에 업로드하는 기능과 정정결과와의 보관 기능을 수행한다.
- DB Down Load: 각 사업소는 본사의 중앙 데이터베이스와 연결하여 최신 데이터베이스를 DownLoad 받을 수 있다.
- 실 계통 자료갱신: 이전의 계통구성의 모든 자료를 삭제하고 PSS/E 입력데이터로 새로운 계통 구성데이터를 업데이트한다.
- Input 데이터 갱신: 데이터베이스에서 PSS/E입력데이터를 생성한다.

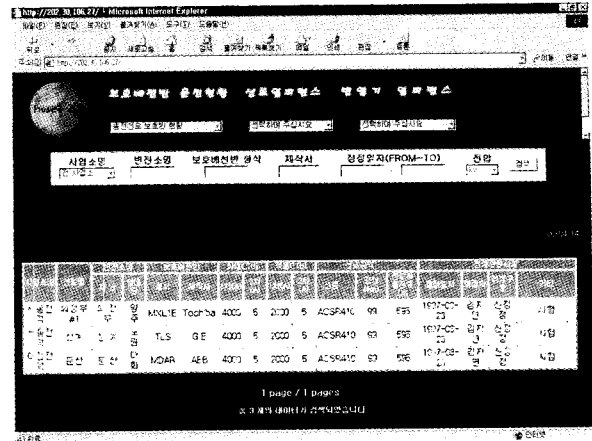


그림 3. 송전선로 보호반 현황 화면

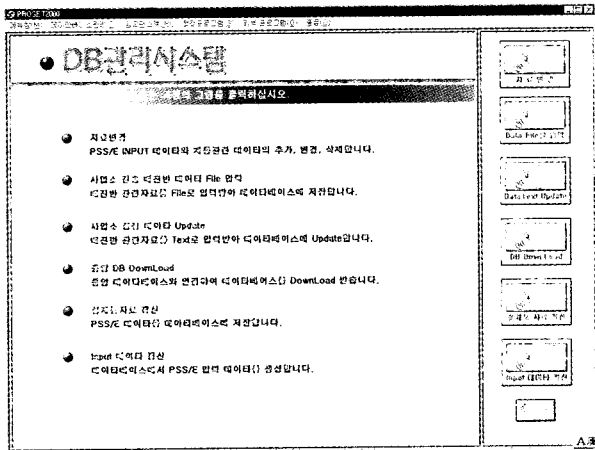


그림 2. 데이터 베이스 관리 시스템 Main 화면

또한 인터넷 사용자가 장소에 구애받지 않고 데이터베이스에 저장된 정보를 검색할 수 있도록 WEB 데이터 검색시스템을 제공하고 있어 사용자가 쉽고 편리하게 데이터를 검색할 수 있다. 현재 검색이 가능한 데이터는 보호배전반 운전현황, 선로 임피던스 현황, 변압기 임피던스 현황이며 그림3은 송전선로 보호배전반 현황을 검색한 화면으로 사용자는 사업소명, 변전소명, 보호배전반 형식, 제작사, 정정일자, 전압등을 입력하여 원하는 데이터를 검색 할 수 있다.

2.2. 계전기 정정 프로그램

계전기 정정프로그램은 위에서 언급한 바와 같이 계속적으로 새로운 계전기가 개발되고 있기 때문에 좀더 쉽게 새로운 배전반 모델을 추가할 수 있고 기존 모델을 삭제할 수 있어야한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 객체 지향적 (Object-oriented) paradigm이 채택되어 개발되었다. 계전기 정정프로그램의 객체지향적 디자인은 크게 relay class, panel class, rule class 로 구성되었다. relay는 general relay와 relay type, component class등 3개 class로 구성된 계층적인 구조를 갖고 있다. 그림 4는 계전기 타입에 관계없이 일반적인 속성을 포함하는 general relay class를 보여 준다.

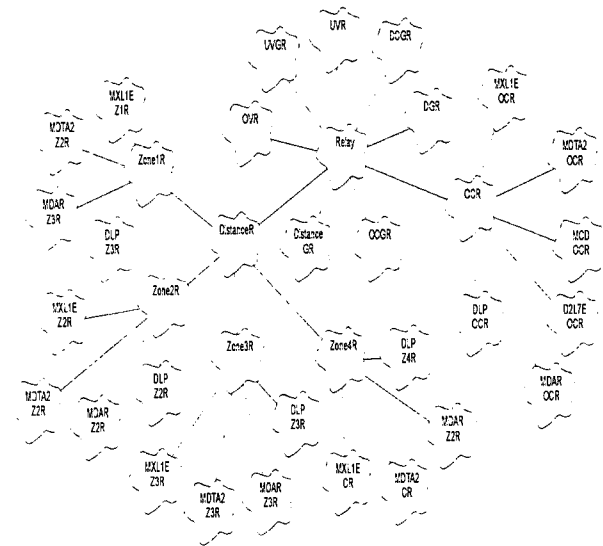


그림 4. Relay Class Diagram

계전기 정정룰은 룰베이스에 구축되어 있으며 전류차동 방식 정정룰 그룹과 방향비교방식 정정룰 그룹, E/M type 정정룰 그룹과 digital type 정정룰 그룹등으로 구분하여 높은 룰 선택의 효율성을 가진다. 또한 사용자가 정정 룰의 임의 선택 및 교정을 하여 새로운 룰 베이스를 구축하도록 하여 계전기 정정 시 요구되는 룰 선택 시간을 최소화 하고있다. 그림 5는 계전기들이 가지고 있는 정정 룰과 관련된 class diagram으로서 계전기 class(OCR class, UVR class등)들은 Rulefinder class로부터 자신에 필요한 rule을 얻어낸다.

PROSET2000에서 이루어지는 계전기정정 순서는 그림 6 과 같다.

먼저 정정대상 배전반의 위치정보(그림 7 화면)를 주면 주변계통도가 그려지고 이를 통하여 사용자는 특정 배전반의 후보호 또는 후비보호배전반을 선택(그림 8)하게 된다. 정정 모듈은 배전반 정정에 필요한 고장종류를 자동 인식하여 PSS/E를 자동 구동시키며 그 결과는 데이터베이스에 저장된다. 다음으로 적절한 정정룰을 파악하여 정정치 계산

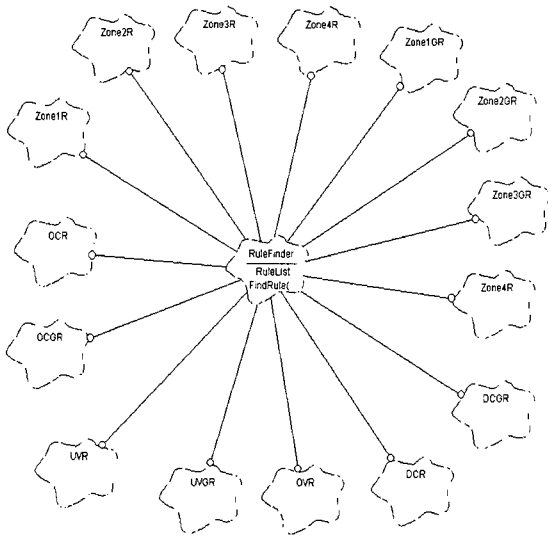


그림 5. RuleFinder Class Diagram

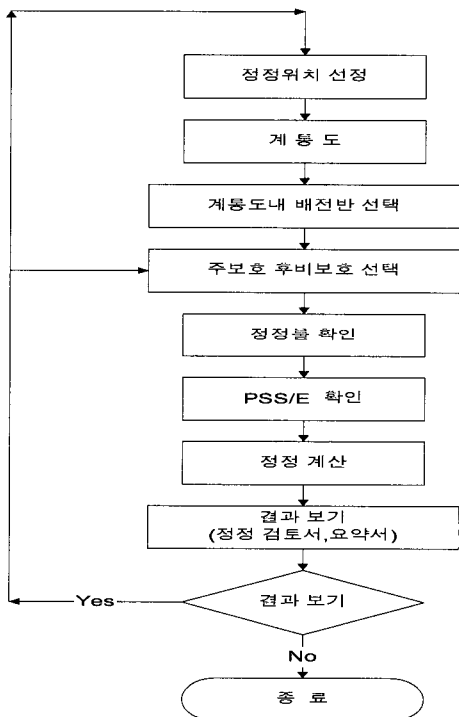


그림 6. 정정실행 순차도

을 실행하여 중간과정 보고서를 작성하고 정정결과를 데이터베이스에 저장한다. 중간과정보고서와 정정요약표는 사용자의 요청에 의하여 화면에 볼 수 있다.

정정 계산 프로그램은 사용자의 편리성을 최대로 강조한 사용자 인터페이스 (Man Machine Interface)를 통하여 일체의 작업을 자동화 하였고 정정과정에서의 사용자의 간섭을 최소화하여 정정상의 속도와 효율이 매우 높다. PROSET 2000 사용자 인터페이스는 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

가) 사용자 인터페이스(MMI)는 계전기 정정, PSS/E 실행, 임피던스계산, 정보관리 등의 보호관련 업무에 있어서

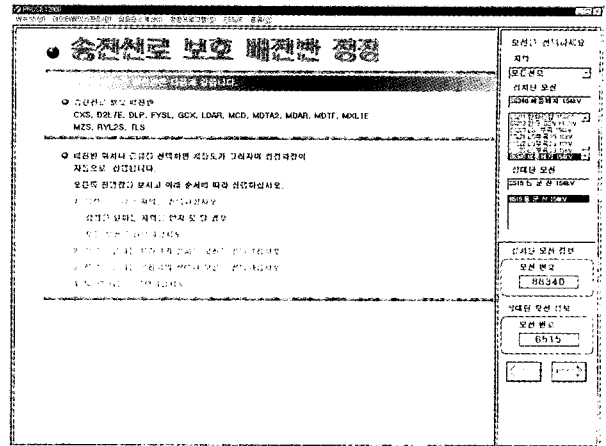


그림 7. 배전반 위치선택 창

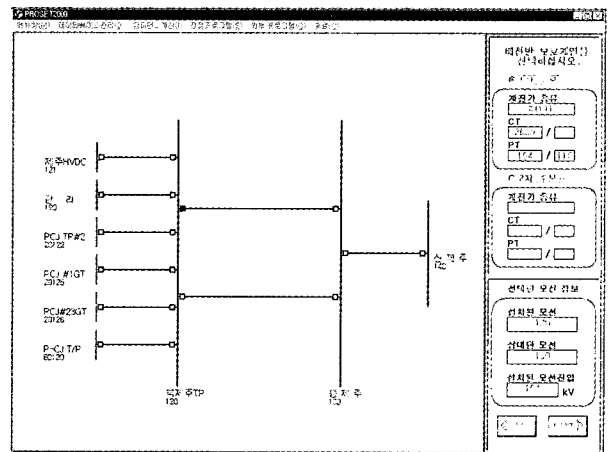


그림 8. 선로보호용 계통도

각 업무에 적절한 그래픽스, 메뉴바, 마우스 클릭 등을 이용하여 조작이 매우 간편하고 편리한 환경을 지닌다. PROSET 2000에서 구현된 MMI는 GOMS(Goals Operators Methods Selection Rules) 설계기법을 도입하여 기본적으로 작업상의 모든 과정이 사용자에게 쉽고 빠르게 전달될 수 있도록 설계되었다. 정정 과정상의 시스템 그래픽(그림 9)은 그래픽스 정보의 입력이 필요하지 않게 설계를 하여 입력 시 에러를 최소화시키는 특징을 가진다.

나) PROSET2000은 정정 과정시 사용자에게 정정률에 관한 정보(그림 10)를 시각적으로 표현하고 수정가능 할 수 있는 기능과 정정상의 모든 과정을 기록한 중간계산보고서 (Step Report)를 자동 작성하여 보여준다. 또 그림 11에서 보여지는 것처럼 최종 정정치를 포함한 핵심 정보를 보여주는 결과요약 보고서(Setting Summary Report)는 간단한 조작으로 정정치를 수정하고 인쇄할 수 있는 기능을 가지고 있다.

다) PROSET2000은 외부프로그램인 PSS/E를 종합환경에 연계하는 인터페이스 모듈(그림 12)을 지니고 있어 고장 계산을 자동적으로 실행시킬 수 있다. 인터페이스 모듈은 데이터베이스로부터 자동으로 PSS/E입력 파일을 생성할

뿐만 아니라 배전반의 종류 및 위치에 대하여 필요한 고장해석 종류를 판단하고 PSS/E를 구동하여 해당 고장해석을 수행한다. 그리고 PSS/E 결과파일에 필요한 값을 인식하여 데이터를 데이터베이스에 자동으로 저장하는 기능을 가지고 있다.

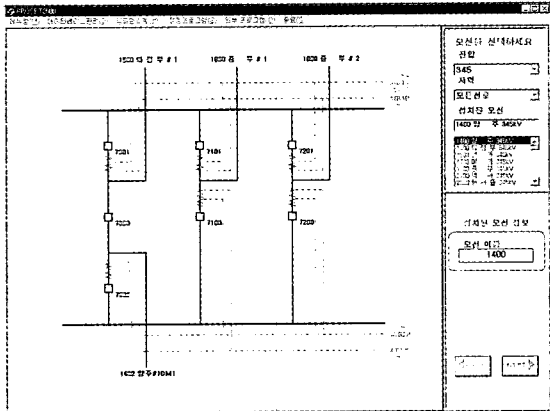


그림 9. 모션보호용 계통도

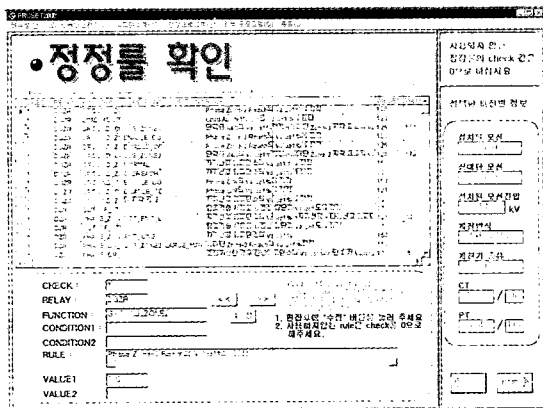


그림 10. 정정률 선택 윈도우

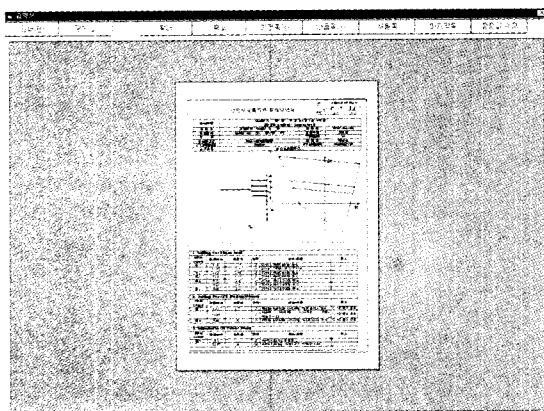


그림 11. 정정 요약서

현재 PROSET2000에서 정정이 가능한 보호배전반은 다음과 같다.

- 송전선로 보호용 디지털계전기: MDT-A2, MDT-F,

MCD, MXL1E, D2L7E, DLP, M-DAR

- 송전선로 Static 및 EM 타입계전기: RYL2S, FYS3L, TLS, CXS, GCX, TLS, MZS
- 변압기 보호용 계전기: TBT10D, GBT4D, 12BDD, GCPF-2SCD8, HUB-2, SYT-3E1
- 모선 보호용 계전기: TABS-1D, TBB3W, TBB7B, TBB8B, GBB2D, SBD
- 차단기 실패보호용 계전기: TCO10F-BG1, 12SBC99AB

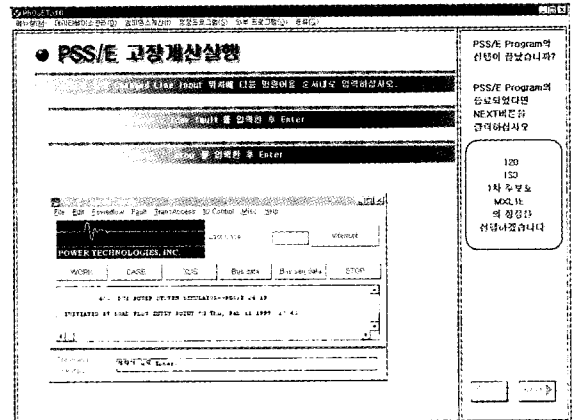


그림 12. 고장계산 프로그램 초기화면

2.3. 임피던스 계산 프로그램

PROSET2000은 계통보호 업무 외에도 고장계산과 조류 계산에 있어서 필수적인 요소인 가공선로 임피던스 계산 프로그램을 포함하고 있다. 임피던스 계산프로그램의 주요 특징은 다음과 같다.

- 전압에 제한이 없어 345kV, 765kV 대형 첩탑에도 적용이 된다.
- 3회선 첩탑의 두 가지 전선가선모형에 대하여 계산이 가능하다.
- 6회선, 8복도체까지 계산하여 전압, 선종, 가공지선의 다양한 조합이 가능하다.
- 동일첩탑에 이중전압시 계산이 가능하다.
- 적용된 선종: ACSSR, HDCC, Steel, STACIR, TACSR

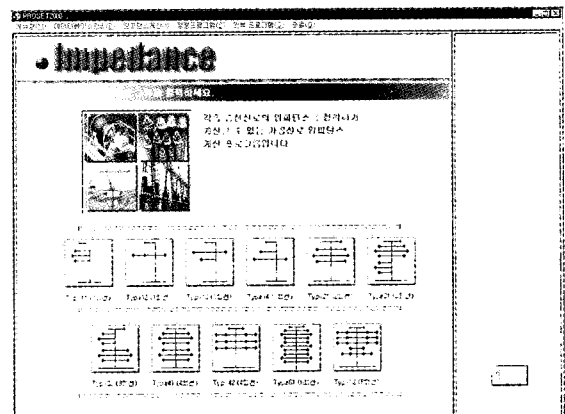


그림 13. 임피던스 계산 프로그램 초기화면

《 한국전력 송전계통 보호 정정업무 전산화 시스템 》

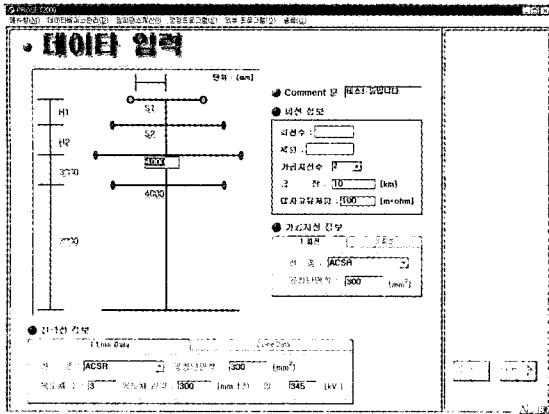


그림 14. 철탍의 데이터 편집화면

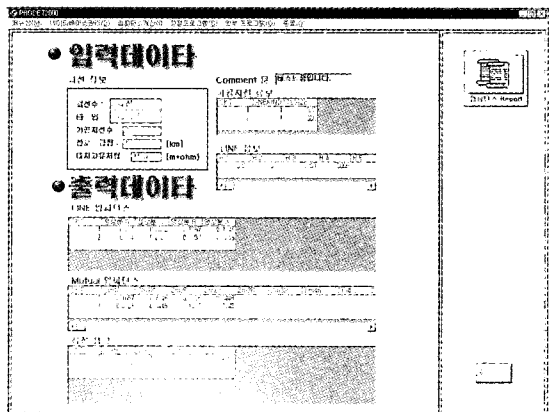


그림 15. 가공선로 임피던스 계산프로그램 결과 화면

임피던스 계산프로그램의 실행은 먼저 철탍모형(그림 13)을 선택하고 필요한 철탍, 가공지선, 전력선 정보등을 입력하여(그림 14) 계산을 수행시키면 그림 15에서처럼 계산 결과를 얻으며 텍스트로도 출력할 수 있는 기능을 가진다. 이 프로그램은 PROSET2000 환경 내에서만이 아니라 독립적으로 실행될 수 있다.

3. 맺음말

개발된 시스템은 그동안 한전 시험적용을 통하여 지속적인 정정률의 수정 및 확장, MMI개선등을 통하여 신뢰도를 높여왔고 사용자의 편의성을 크게 높였다. 본 시스템의 실무적용을 통하여 앞으로 계통의 안정도를 높일 수 있을 뿐만 아니라 아울러 계전기기술자의 생산성을 크게 높여 계통보호 기술의 발전을 이루리라 기대한다.