

IPLAN을 활용한 송전망 안전도평가 툴 개발

이윤희*, 송석하
한국전력거래소

A tool development for security assessment of transmission network with use of IPLAN

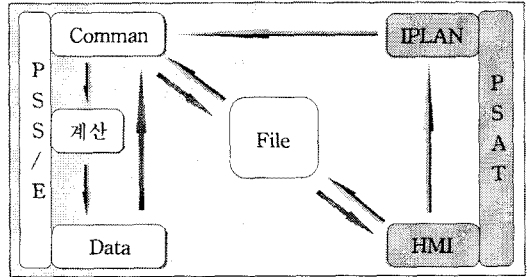
Woonhi-Lee, Seokha-Song
Korea Power Exchange

Abstract - 전력계통 해석용 프로그램으로 우리나라에서 주로 사용되고 있는 것은 PSS/E(Power System Simulation and Engineering) 이다. 이것은 계통해석을 위한 범용 프로그램으로 그 기능이 다양하지만, 상정고장 검토와 같이 많은 설비고장에 대하여 반복적인 과정의 모의를 하는 경우 적절한 자동화 방안이 없는 단점이 있다. 본 연구에서는 IPLAN을 활용하여 이러한 반복과정을 자동으로 수행하고 계산결과 안전도 위배사항을 요약하여 Report하므로써 전력계통 안전도평가 업무를 신속하고 정확하게 수행할 수 있는 프로그램을 개발하였다. 또한 본 프로그램은 방대한 계통DB에 대한 필요한 정보를 요약제공하므로 전체적인 DB구성에 대한 파악이 용이할뿐만 아니라 계통DB의 수정입력을 위한 툴을 함께 개발하여 제공하므로써 사용자 편의를 도모하였다.

업무를 자동화하기 위한 일종의 특수 Fortran Language라고 할 수 있다.

2.2 프로그램 구성

○ PSS/E와 사용자환경프로그램은 서로 다른 이종 프로그램으로써, PSS/E의 Source 프로그램을 알 수 없기 때문에 두 프로그램간의 Data교환을 위해서 파일 매체를 사용하였다. 다시 말하면 어느 한쪽 프로그램의 실행 결과가 파일로 출력되면 다른쪽 프로그램이 그 파일을 입력으로 읽어들이는 방식이다. 프로그램간의 인터페이스를 도식적으로 표시하면 아래 그림과 같다.



1. 서 론

전력계통 안전도평가 프로그램인 PSS/E는 반복적인 모의에 대한 적절한 자동수행 기능이 부족하여 업무의 효율이 저하되는 단점이 있다. 한편, 거의 모든 계통검토는 필연적으로 상정고장 검토를 수행하게 되는데, 이 경우 상정고장의 횟수만큼 동일한 반복과정을 거치게 되고, 이러한 반복과정에는 많은 시간과 노력이 소요된다. 특히 안전도 위배사항에 대한 대책 수립시는 수많은 반복과정의 작업이 이루어진다. 본 연구에서는 이와 같은 업무의 비효율성을 개선하기 위하여 반복과정에 대한 자동화와 기타 사용자 편의를 가진 기능을 포함하는 프로그램을 개발하였다. 앞으로 이와 같은 업무 자동화에 더 높은 관심이 모아지기를 기대하면서 본 프로그램을 소개한다.

2. 본 론

2.1 개발언어 및 운영환경

본 프로그램은 PSS/E로 수행되는 전력계통 안전성 평가업무의 수행 과정중 상정고장 검토와 같은 필연적인 반복과정을 프로그램으로 자동화 하므로써 PSS/E로 수행되는 계통검토 업무를 편리하고 신속하게 수행할 수 있도록 하였으며, 프로그램은 PSAT(Power System Assessment Tool)로 명명하였다.

- 프로그램 엔진 : IPLAN
- HMI : Visual Basic
- 프로그램 운영환경 : Windows98

다소 생소할수도 있는 IPLAN에 대해서 간단히 소개를 하면, IPLAN이란 PSS/E가 읽어들이는 계통DB의 모든 입력변수와 PSS/E가 계산한 모든 출력변수를 Access할 수 있으며, PSS/E에서 수행되는 모든 명령에 대해 IPLAN에서 Sub-Routine으로 호출할 수 있다. 간단히 요약하면 IPLAN이란 PSS/E로 수행되는

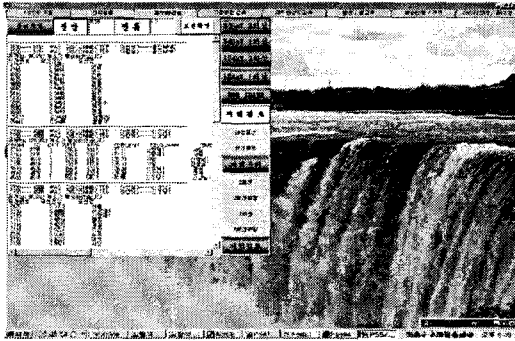
2.3 프로그램 사용자환경

IPLAN은 PSS/E의 업무 흐름을 제어하므로써 계통안전도 평가시 상정고장검토 과정에서 필연적으로 수반되는 반복적인 업무흐름을 자동화할 수 있다. 그러나 IPLAN으로 만들어진 프로그램은 PSS/E의 사용자환경에서 하나의 명령("EXEC")어를 통하여 수행되므로, 독자적인 사용자환경이 없으며, 계산결과에 대한 출력은 PSS/E의 보고서 Form에 종속된다. 따라서 자동화처리 루틴별로 적합한 보고서를 만들 수 없을뿐만 아니라, 프로그램 운영상 버튼방식과 같은 간단한 처리방식을 수용할 수 없으므로 자동화업무의 효율성이 크게 저하하게 된다. 따라서 본 연구에서는 파일을 통한 이종 프로그램 간 데이터교환 방식을 채택하므로써 독자적인 사용자환경을 구현하였다.

2.4 개발내용

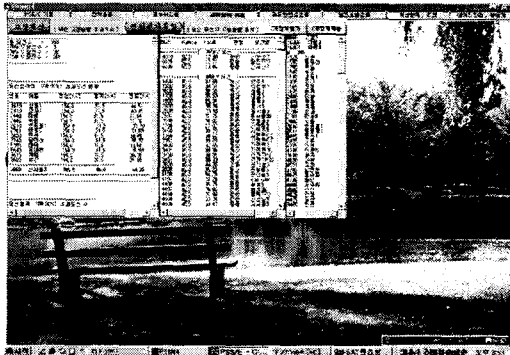
2.4.1 과부하 및 저전압 검토

전계통 송전선로를 전압계급별로 분류하고 각 전압계급별 송전선로에 대하여 전체 계통의 단일 및 이중상정고장 대상선로를 자동으로 추출한다. 전압계급별로 추출된 검토대상 선로에 대하여 상정고장검토를 일괄적으로 시행하고 과부하 및 저전압에 관한 안전도를 위반하는 상정고장에 대해서는 해당 고장선로의 위배사항 및 위배정도를 요약하여 화면으로 출력한다. 프로그램상의 실행화면은 아래 그림과 같다.



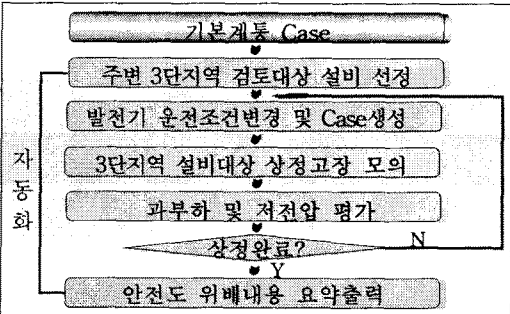
2.4.2 고장용량 초과검토

기존의 차단기 차단용량초과 검토방식은 전계통 모선에 대하여 일괄적으로 3상 고장계산을 수행하고 각 모선의 고장용량을 Summary 형태로 출력한 후, 각 모선별 정격 차단용량과 비교하여 고장용량이 정격 차단용량을 초과하는지 여부를 판단한다. 전계통 모선에 대하여 정격용량과 고장용량을 비교하여야 하므로 많은 시간과 노력 이소요된다. 본 프로그램은 고장을 일괄계산하고 정격차단용량과 비교하여 초과개소를 요약하여 화면에 출력할 뿐만 아니라 전계통 모선의 정격차단용량과 고장용량을 함께 출력하도록 하였다. 프로그램의 실행화면은 다음 그림과 같다.

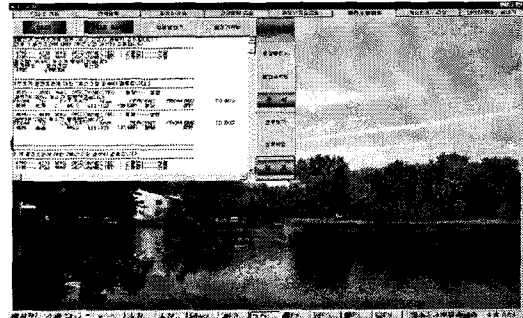


2.4.3 발전기 운전에 따른 과부하 및 저전압검토

발전소 주변지역 계통은 발전기 운전조건에 따라 계통의 안전도 조건이 크게 달라질 수 있다. 따라서 발전소 주변지역 계통은 발전기의 운전조건에 따른 계통검토가 필요하다. 그러나 이것은 반복작업으로 많은 노력과 시간이 소요된다. 본 프로그램에서는 발전소 주변 3단모선까지의 설비를 검토대상 설비로 자동 설정하고, 발전기를 전호기 운전에서 전호기 정지까지 변경하면서 상정고장에 대한 과부하 및 저전압을 검토하고 위배사항을 요약 출력 한다. 프로그램 수행절차는 아래 그림과 같다.

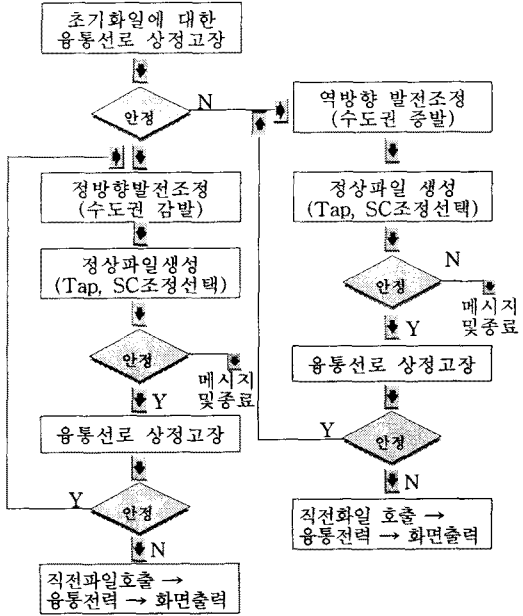


다음 그림은 프로그램 실행화면을 보인 것이다.

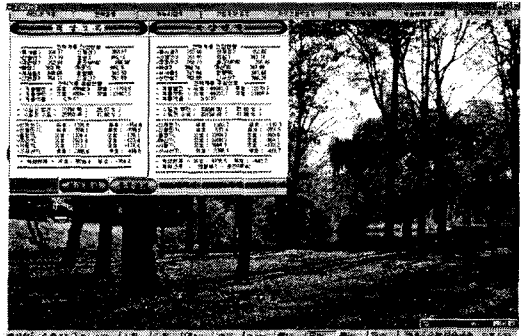


2.4.4 수도권 용통전력한계 계산

우리나라 수도권은 전계통 부하의 약 42%를 점유하고 있으나 발전량은 부하의 50%정도의 수준에 머무르고 있기 때문에 많은 전력을 기타 지역에서 용통하고 있다. 그러나 지나친 전력용통은 용통선로 고장시 수도권 전압을 불안정하게 하므로 제약운전하여야 하는데, 이러한 제약양을 수도권 용통전력 한계라고 한다. 본 프로그램에 의한 수도권 용통전력한계 계산절차는 아래 그림과 같다.

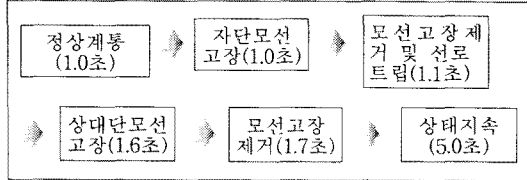


프로그램 실행화면은 아래 그림과 같다.



2.4.5 과도안정도 계산

PSS/E를 이용한 기존의 과도안정도 계산 절차는 매우 복잡하고 수행과정에 에러가 발생할 수 있는 여지가 높다고 할 수 있다. 본 프로그램은 재폐로실패 조건에 대한 과도안정도 계산을 간단한 버틴방식으로 수행할 수 있으며, 전체 계통의 345kV 루트고장에 대해서도 일괄적으로 안정도계산을 수행할 수 있는 기능이 있다. 그래픽 파일은 선로 양단의 모선번호에 의하여 생성된다. 다음은 본 프로그램에 적용된 재폐로실패시 안정도계산 조건을 표시한다.

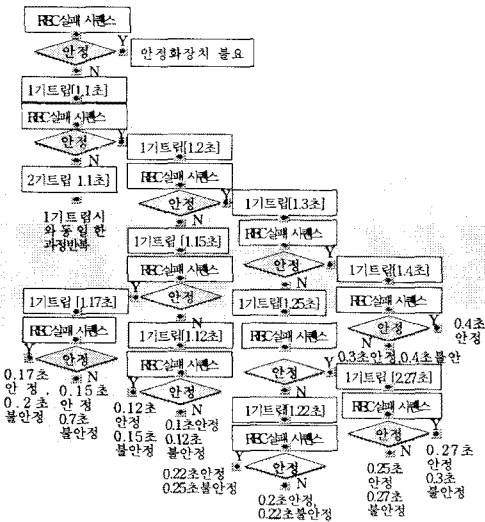


다음 그림은 안정도계산 실행화면을 보여준다.



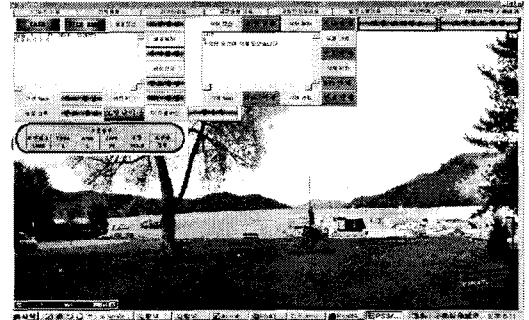
2.4.6 고장파급방지시스템 적용조건 검토

고장파급방지시스템은 원자력발전소와 같이 다수의 대용량 발전기가 인출선로를 공유하고 있으면, 일부 인출선로 고장시 전 발전기가 탈조하여 트립될 수 있다. 이를 방지하기 위해서는 고장을 감지하여 자동으로 몇기의 발전기를 신속히 정지시켜야 한다. 이러한 시스템을 만들기 위해서는 어느 선로고장시 몇 대의 발전기가 얼마나 신속히 정지되어야 하는지가 결정되어야 한다. 이러한 검토를 위해서는 많은 횟수의 안정도검토가 필요하며, 본 프로그램에서는 상정고장 선로와 정지대상 발전기만 지정하면 자동으로 시스템 적용조건을 구할 수 있도록 하였다. 아래 그림은 프로그램의 업무흐름도이다.



2.4.7 기타 기능

PSAT 프로그램은 계통구성을 쉽게 파악하기 위한 몇가지 기능을 가지고 있다. 예를들면, 전계통 모선의 전압을 지역별로 구분하여 그래프로 표시하는 기능과 지역별로 조상설비의 설치량과 투입량을 볼수 있는 기능이 있다. 또한, 지역간 유통전력과 지역별 발전력, 부하, 역을을 지도상에서 표시할 수 있는 기능이 있다. 데이터 관리의 편의성을 위하여 본 프로그램의 사용자환경에서 PSS/E의 계통DB를 추가, 수정, 삭제할 수 있는 기능이 있다. 아래 그림은 계통DB를 관리할 수 있는 사용자환경을 보여주고 있다.



2.5 개발효과

본 프로그램은 전계통의 단일 및 이중상정고장 대상선로를 자동으로 추계고 상정고장을 모의하여 안전여부를 보고하는 등 업무단위로 자동화를 하므로써 계통검토시간을 크게 향상시켰을 뿐만 아니라 반복과정이 수작업으로 이루어질 때 발생할 수 있는 에러요인을 제거하므로 검토결과에 대한 신뢰성을 향상시킬 수 있었다.

3. 결 론

PSS/E는 전력계통의 안전성을 평가하는 프로그램으로 계통검토를 하는 기관에서는 그 사용이 보편화 되어 있는 범용 프로그램이다. PSS/E의 제작사인 PTI사는 사용자의 편의에 따라 계통검토를 자동화 할 수 있도록 IPLAN Compiler를 함께 제공하고 있다. 그러나 IPLAN을 활용한 자동화 프로그램은 거의 개발되지 않았다. 일부 연구과제를 통하여 몇몇 자동화 모듈이 개발된 사례는 있으나 보편화 되어 있지는 않다. 또한, IPLAN으로 개발한 자동화 모듈은 독자적인 사용자환경이 없고 PSS/E의 사용자환경으로 수행되므로써 활용상 불편함이 있었다. 그러나 본 프로그램의 개발로 독자적인 사용자환경이 구축되었으며, 여러 종류의 자동화 모듈이 Package로 수행되므로 업무단위의 자동화가 가능하였다. 따라서 PSS/E 프로그램 운영에 익숙치 않은 사람도 쉽게 접근하여 사용할수 있는 장점이 있다. 뿐만 아니라, 계통검토시간이 대폭적으로 감소하므로써 업무효율을 크게 제고할 수 있었다. 마지막으로 본 프로그램을 계기로 IPLAN을 활용한 계통검토업무의 효율성 제고를 위한 많은 프로그램들이 만들어 지기를 기대하면서 본고를 마친다.

[참 고 문 헌]

- [1] PTI사, PSS/E Ver.29 매뉴얼