

실시간 전력계통 디지털 시뮬레이터의 개발 및 응용

신정훈 · 김태균 · 윤용범 · 추진부

한국전력공사 전력연구원 전력계통연구실

1. 머리말

전력수요의 증가와 함께 전력계통은 대규모화되고 있을 뿐만 아니라 전력계통 운용의 경제성과 신뢰성 확보 측면에서 FACTS(Flexible AC Transmission System) 등과 같은 새로운 기능의 제어·보호기기들이 계속적으로 설치, 운전되고 있어 이의 효율적 운용기술은 새로운 과제로 부각되고 있다. 또한, 전력에너지 운용에서의 경쟁시장 도입으로 인하여 기존의 계통운용 체제에 많은 변화가 예상되고 있다. 이에 대한 기술적 대책으로는 정확한 전력수요 예측을 바탕으로 한 적기의 전원설비 확보, 그리고 이의 효율적 운용을 통한 고품질의 전력공급으로 대별할 수 있는데 그 기본이 되는 기술이 전력계통 해석 기술이다.

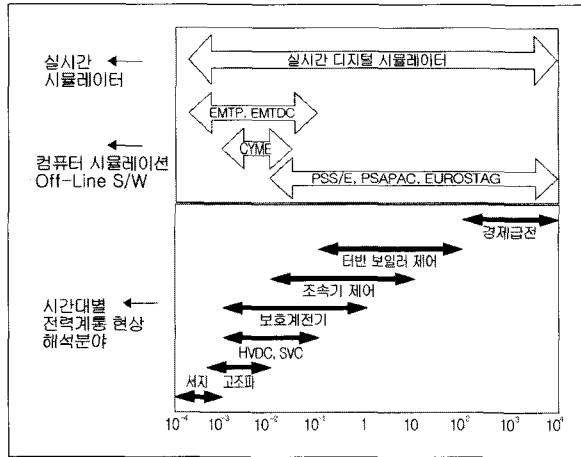
또한, 전력계통의 계획이나 운용을 위해서 반드시 요청 되는 것이 바로 전력계통 현상의 해석인데 앞서 언급한 바와 같이, 전력계통에의 새로운 제어기술 및 운용기술의 적용에 대한 현상해석은 과거부터 현재까지의 중요한 과제로, 전력계통에서 발생하거나 발생할 지 모르는 문제를 풀고 이에 대한 대책을 강구할 수 있도록 해준다. 올바른 현상해석을 달성하기 위하여 고려해야 할 두 가지 배타적인 측면이 정밀성과 계산속도이다. 정밀성을 만족하기 위

해서는 수식적인 모델링의 보다 정교한 표현이 요구되며 계산속도는 해법의 선택에 따라 달라지는데 해법에 따라 수식에 의한 모델화는 대개 간략화가 불가피하여 어느 정도의 정밀성을 희생시킬 수밖에 없다. 전력계통 현상해석의 계산속도는 디지털 컴퓨터의 발전으로 과거에는 해석하지 못했던 많은 부분들이 손쉽게 해석되기 시작하였으며 수식모델은 더욱 정밀하게 되었다.

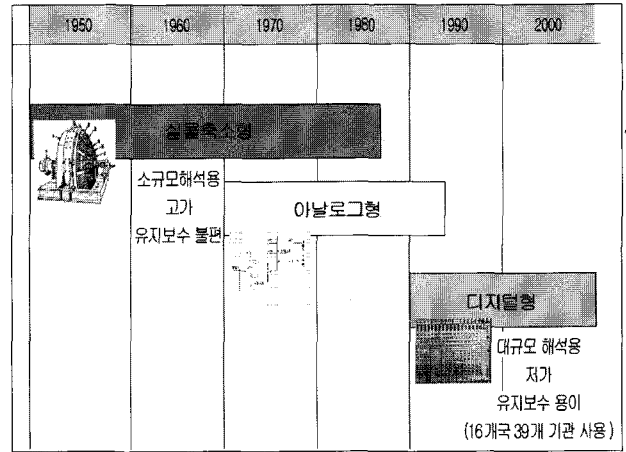
그러나, 디지털 컴퓨터가 가지는 시간영역에서의 제약, 즉 특정 시간영역에서는 실제 현상을 충분히 표현할 수 있으나 다른 시간영역에서는 그렇지 못한 경우가 많으므로 해석하고자 하는 시간대별로 다른 모델을 사용하게 된다는 단점을 가지고 있다(그림 1 참조).

또 하나의 제약은 실지 1초 동안 일어나는 현상을 해석하는데는 수 초 이상의 해석시간이 필요하기 때문에 실시간 현상의 해석이 불가능하게 되어 현장적인 감각을 얻기 힘들뿐만 아니라 신 제어기기들의 현장설치전 성능시험 등을 수행할 수 없게 된다. 따라서, 디지털 컴퓨터는 전력계통 현상 해석에 제한적으로 사용될 수 밖에 없다. 이 제한적인 제약사항의 해결을 위하여 제시된 또 다른 전력계통 현상 해석 수단이 바로 실시간 전력계통 시뮬레이터이다.

이와 관련하여 한전 전력연구원에서는 한전계통의 HVDC, SVC 운전 및 FACTS 개발을 시점으로 하여 고



〈그림 1〉 전력계통 현상 해석 분야 및 모의가능 범위



〈그림 2〉 전력계통 시뮬레이터의 개발 변천사

도의 전력계통 해석기술 확보를 통한 전력환경변화에의 능동적 대처, 국내외에서 개발되는 각종 보호·제어기기의 실증시험, 그리고 계통 운전원의 교육·훈련과 전력계통 기반기술 축적을 목표로 최근 실시간 전력계통 해석 시뮬레이터(KEPS : KEPCO Enhanced Power System Simulator)를 개발완료하고 운전을 개시하였다.

본고에서는 한전전력연구원이 개발한 디지털 실시간 전력계통 시뮬레이터의 H/W, S/W 구조 및 기능과 그 응용사례에 대해 기술하고자 한다.

2. 전력계통 시뮬레이터의 개발 및 구성

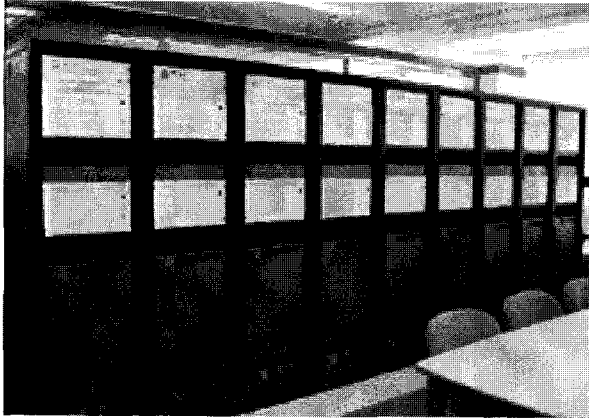
1970년대에 개발된 EMTP로 디지털컴퓨터를 이용한 전력계통 과도현상 해석이 보편화되었으나 EMTP를 포함하는 여러 비실시간 시뮬레이션 프로그램들은 1초 동안의 현상을 모의하는데 수분 내지 수시간을 요구하게 되어 실제 제어·보호기기의 페루프 시험을 불가능하게 한다. 따라서 전력계통에서 발생하는 현상을 실시간으로 모의할 수 있는 실시간 시뮬레이터의 필요성이 대두되었고 TNA(Transient Network Analyzer)와 같은 축소된 전력계통 모형을 이용한 아날로그형 시뮬레이터가 전력

계통의 전자기 과도현상을 실시간으로 해석하는데 사용되어 왔다. 이어서 아날로그와 디지털화된 부분을 동시에 채용한 하이브리드형 시뮬레이터를 거쳐 디지털형 시뮬레이터가 개발되었는데 이는 실시간으로 전자기(電磁氣) 과도현상을 모의해석하기 위하여 특별히 고안된 일종의 고성능 컴퓨터라 할 수 있다(그림 2 참조).

그중 대표적인 RTDS(Real Time Digital Simulator)는 크게 H/W와 S/W로 구성되며 H/W는 DSP로 구성되어 병렬처리에 의한 고속연산을 수행하게 된다. 그리고, S/W는 실제 전력계통 구성설비들의 모델링을 위한 단위요소 모델들을 내장하는데 사용되고 있다. 기본적인 회로연산 방식은 Dommel 알고리즘에 기초한 Nodal 해석 방법이다. 또한, RTDS S/W는 PSCAD라고 부르는 강력한 GUI를 이용하여 사용자가 해석계통을 구성하고 수행, 분석할 수 있다. 한전 전력연구원에서 운전중인 디지털 실시간 전력계통 시뮬레이터(이하, KEPS)는 바로 이 RTDS에 기초하여 개발되었다(그림 3 참조).

가. KEPS의 H/W 구성 및 기능

EPS는 캐나다 RTI에서 개발한 RTDS(Real-time Digital Simulator)를 기본 구조로 하여 총 26랙 규모



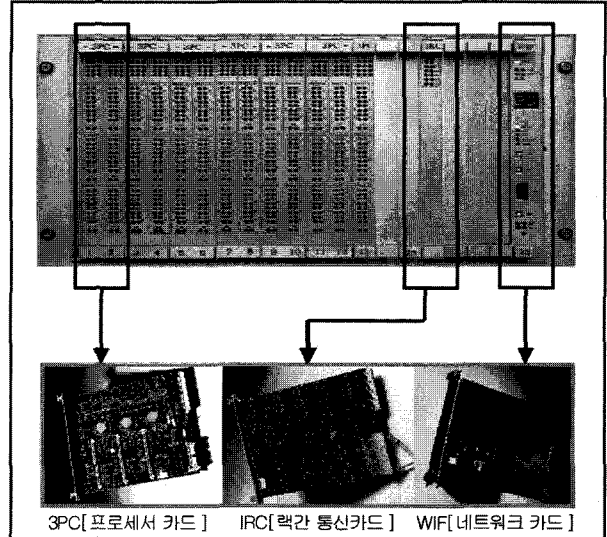
〈그림 3〉 KEPS(계통해석실) 외관

의 시뮬레이터로 구성되어 있으며 계통해석실, SVC/FACTS 실험실, 계전기/HVDC 실험실, 엔지니어링실, 교육훈련실을 보유하고 있다. KEPS의 기본 단위가 되는 랙(Rack)은 13개의 3PC(3 Processor Card), 2개의 IRC(Inter-Rack Communication Card), 1개의 WIF(Workstation InterFace card)로 구성(그림 4 참조)되며 각각의 기능은 다음과 같다.

- 3PC — 계통해석을 위한 수치연산을 담당하는 카드로 Sharc 21062 프로세서 3개가 내장됨.
- IRC — 수치연산 결과 전송을 위한 랙간 통신을 담당하는 카드
- WIF — 시뮬레이터를 총괄하는 워크스테이션과의 통신을 담당하는 카드

나. KEPS의 S/W 구성 및 기능

KEPS의 S/W는 크게 두 가지로 나눌 수가 있는데 그 중 하나는 RTDS의 구동을 위한 사용자 인터페이스로서의 기본 프로그램과 KEPS의 활용을 위해 자체 개발한 응용 소프트웨어로 구분된다. RTDS/PSCAD라 불리는 기본 프로그램은 KEPS의 구동을 위해 워크스테이션과 랙 간의 통신을 위한 사용자 인터페이스 프로그램으로서 계통을 그래픽으로 쉽게 구성하기 위한 Draft 모듈, 송전



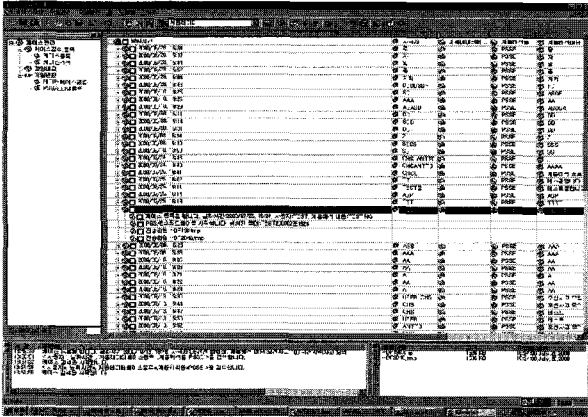
〈그림 4〉 랙(Rack)의 구성

선로 및 케이블의 상세 모델링을 위한 T-line/Cable 모듈, 실시간 시뮬레이션을 구동하고 그 결과를 도시하기 위한 Run-time 모듈, 결과의 편집을 위한 Multiplot 모듈로 구성되어 사용자에게 편리한 그래픽 인터페이스 기능을 제공한다.

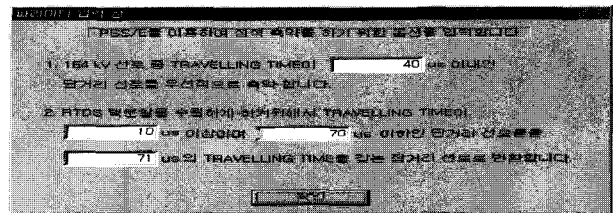
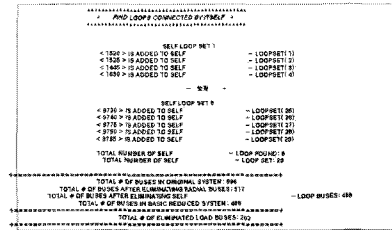
자체개발한 응용 프로그램들은 모두 윈도우를 기본으로 하는 PC 환경에서 개발된 프로그램들이며 대규모 전력계통의 실시간 정밀해석과 사용자 편의를 위해 필요한 프로그램들로서 그 기능은 다음과 같다.

(1) 케이스 관리 프로그램

케이스 관리 프로그램은 계통 종합 데이터베이스를 중심으로 인터페이스를 통하여 연결된 각종 프로그램 즉, 계통축약 프로그램, 시각화 프로그램, 데이터 변환 프로그램, RTDS, EMTDC, PSS/E, EUROSTAG, PSAPAC 등의 기동 및 입/출력된 케이스를 저장, 관리함으로써 시뮬레이션에 관련된 초기 설정치, 시퀀스 및 결과 등을 통합 관리, 운영하는 초기 인터페이스 프로그램으로 모듈관리, 검색, 통신, 로깅기능을 제공한다(그림 5 참조).



〈그림 5〉 케이스 관리 프로그램



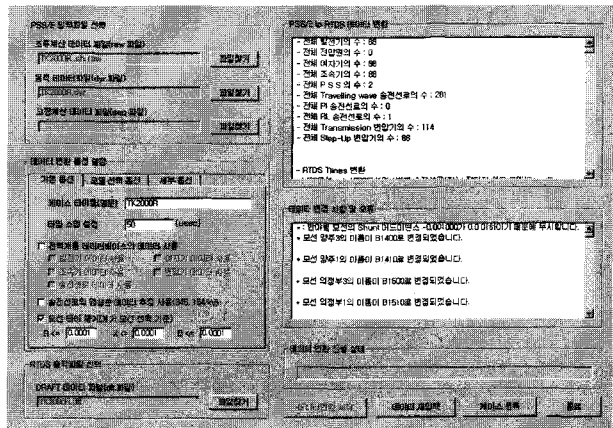
〈그림 6〉 계통축약 프로그램(정적축약 부분)

(2) 계통축약 프로그램

계통축약 프로그램은 각 발전기의 Coherency가 고려된 발전기 그룹을 규정한 후, 발전기의 관성정수, MVA, 참여율 등 몇 가지 요소를 고려하여 사용자가 선정한 발전기들을 하나의 등가 발전기로 통합하며, 정적축약은 사용자가 정한 선로의 전파정수(Travelling Time)를 기본으로 하여 PSS/E의 IPLAN 기능을 단순히 이용하였다(그림 6 참조).

(3) 데이터 변환 프로그램

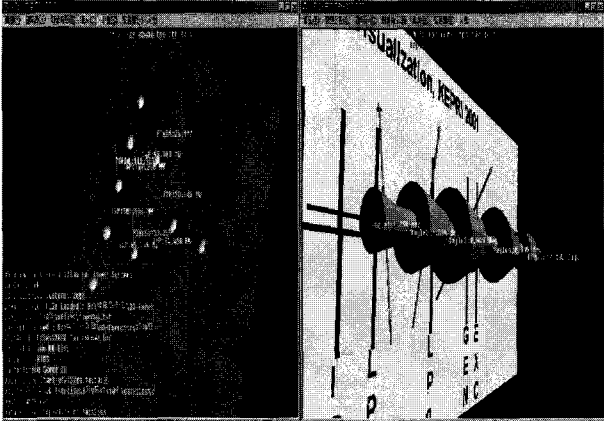
축약계통이 완성된 후, 원 계통과의 동특성 비교가 검증되면 KEPS에서 시뮬레이션 가능하도록 입력 데이터를 자동 변환하여야 하며, 이는 PSS/E, EMTDC 모델 간의 등가화를 위한 각종 파라미터 계산 및 생성, 대규모 계통 모의를 위한 부계통(Sub-system) 분할(랙분할) 기능을 포함한다. 랙 분할은 랙당 모선수(7개) 및 랙간 IRC(Inter Rack Communication) 연결을 고려하여 전력계통의 여러 가지 구성 요소들을 어느 랙에 구성할 것이며 어떻게 연결할 것인가를 결정, RTDS로 모의 가능한 계통을 구성하는 것으로 데이터 변환 프로그램은 이를 고려하여 자동으로 랙분할 및 RTDS 입력파일을 생성한다(그림 7 참조).



〈그림 7〉 데이터 변환 프로그램

(4) 계통현상 3차원 시각화 프로그램

본 프로그램은 RTDS의 연산결과와 사용자 이해를 도모하기 위하여 계통현상을 3차원 그래픽 애니메이션 기법을 이용, 계통현상을 시각적으로 표현해 주는 프로그램으로 전력계통의 준동기 공진현상(SSR: Sub Synchronous Resonance) 등 이해하기 복잡한 계통현상을 직관적으로 표현해주며 RTDS를 이용한 모의 중 계통 전체상황을 신속히 파악해주는 기능을 한다(그림 8 참조).



〈그림 8〉 3차원 시각화 프로그램

다. KEPS의 기타 기능

(1) 네트워크 구성 자동화

임의의 랙에 있는 프로세서에서 생성되는 신호를 지정된 랙의 프로세서에서 출력되게 함으로써 이미 결선된 외부 시험 회로를 변경하지 않고도 연속적인 모의가 가능하도록 하는 네트워크 구성자동화 기능이다.

(2) 전력계통 해석용 추가모델 개발

보다 다양한 계통해석을 위하여 기존의 일반적인 전력 설비 모델 외에도 다음과 같은 모델들을 개발하였다.

- 화력발전의 보일러 모델
- 부하 모델
 - ZIP, 다항식, 지수함수, 주파수의존, 시가변
- FACTS 모델
 - HVDC, SVC, TCSC, STATCOM, UPFC
- 보호계전기 모델
 - 거리 R_y , 탈조 R_y , 방향지락 R_y 등 12종

(3) 계통행렬 실시간 연산

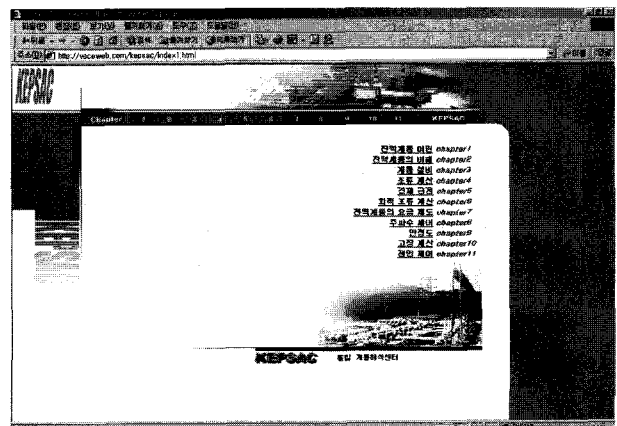
전력계통에 고장이 발생하여 차단기가 동작하고 이에 따라 계통구성상태가 변하는 경우를 실시간으로 모의할 때, 계통구성과 관련된 대규모 행렬의 역행렬을 일정시간

이내에 계산하여야 한다. 지금까지는 이와 같은 고속계산이 불가능하여 오프라인으로 미리 계산해 저장했다가 필요시에 사용하는 방식이었다. 그러나, 본 연구에서는 계통행렬의 구조적 특성을 이용한 Cholesky 알고리즘을 이용하여 역행렬 계산을 실시간으로 가능토록 함으로써 차단기 제약을 해소하였다.

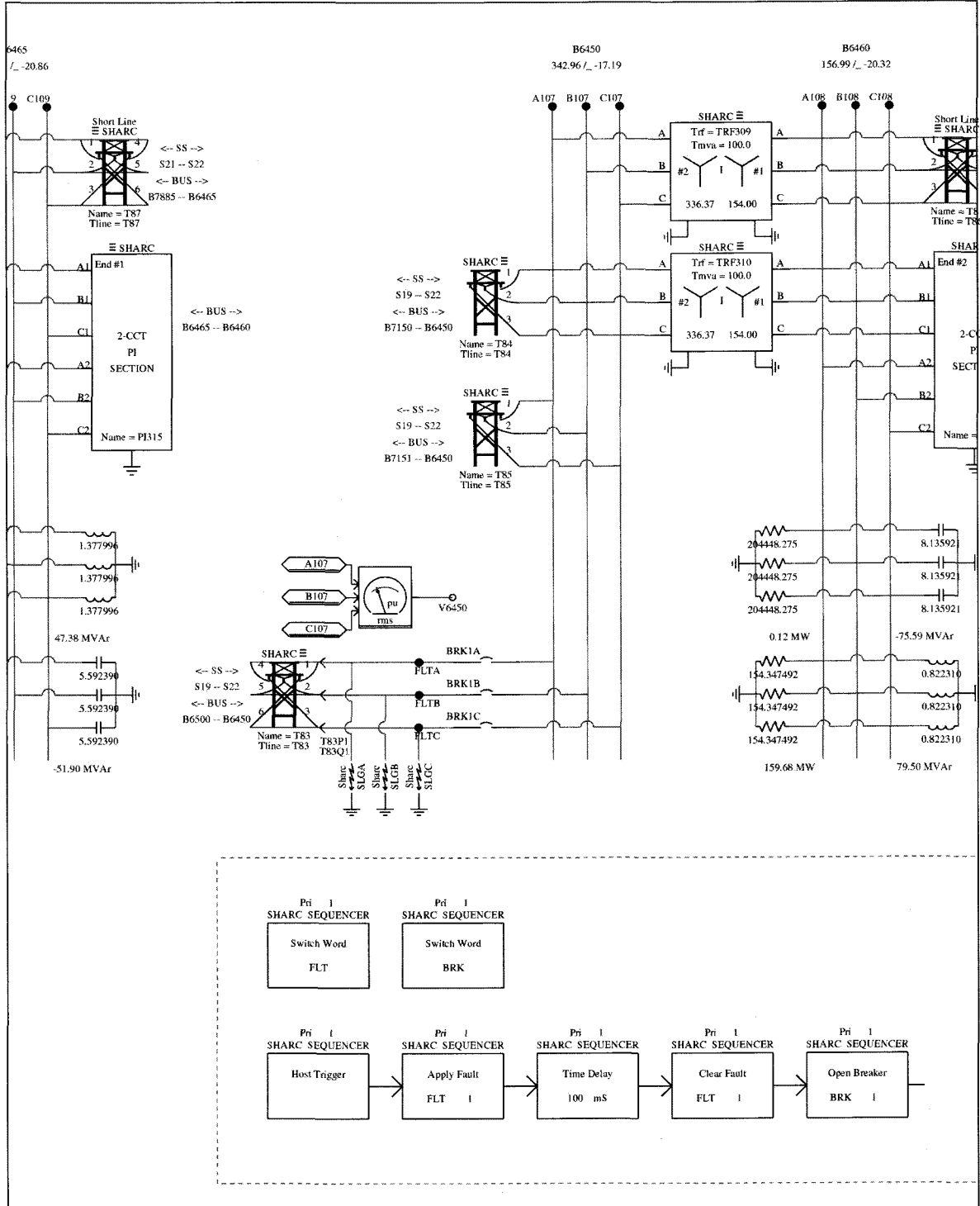
(4) 교육훈련용 프로그램

교육훈련용 프로그램은 전력계통 공학의 웹기반 설계 및 이를 기반으로 한 프로그램으로서 전력계통 초보자의 교육훈련에 활용될 예정이다(그림 9 참조). 현장감 있는 사진과 풍부한 그림을 위해 자바 스크립트를 사용하여 학습자가 기대한 학습목표를 달성하도록 흥미와 호기심을 동시에 유발시키는 구성으로 되어 있다. 이것은 효과적인 학습동기 유발과 학습-교수과정동안 학습에 대한 주의를 유지시켜 학습효율을 극대화시키는데 그 목적이 있으며, 주요내용은 다음과 같다.

- 전력계통의 기본구성, 한전계통의 이해
- 전력계통 설비 모델링
 - 발전기, 송전선로, 변압기, 부하, FACTS, 여자제어 시스템
- 조류계산 및 최적조류계산



〈그림 9〉 교육훈련 시스템 초기화면



〈그림 10〉 변환된 드래프트 파일(고장 시퀀스 포함)

- 경제급전
- 주파수 및 전압제어

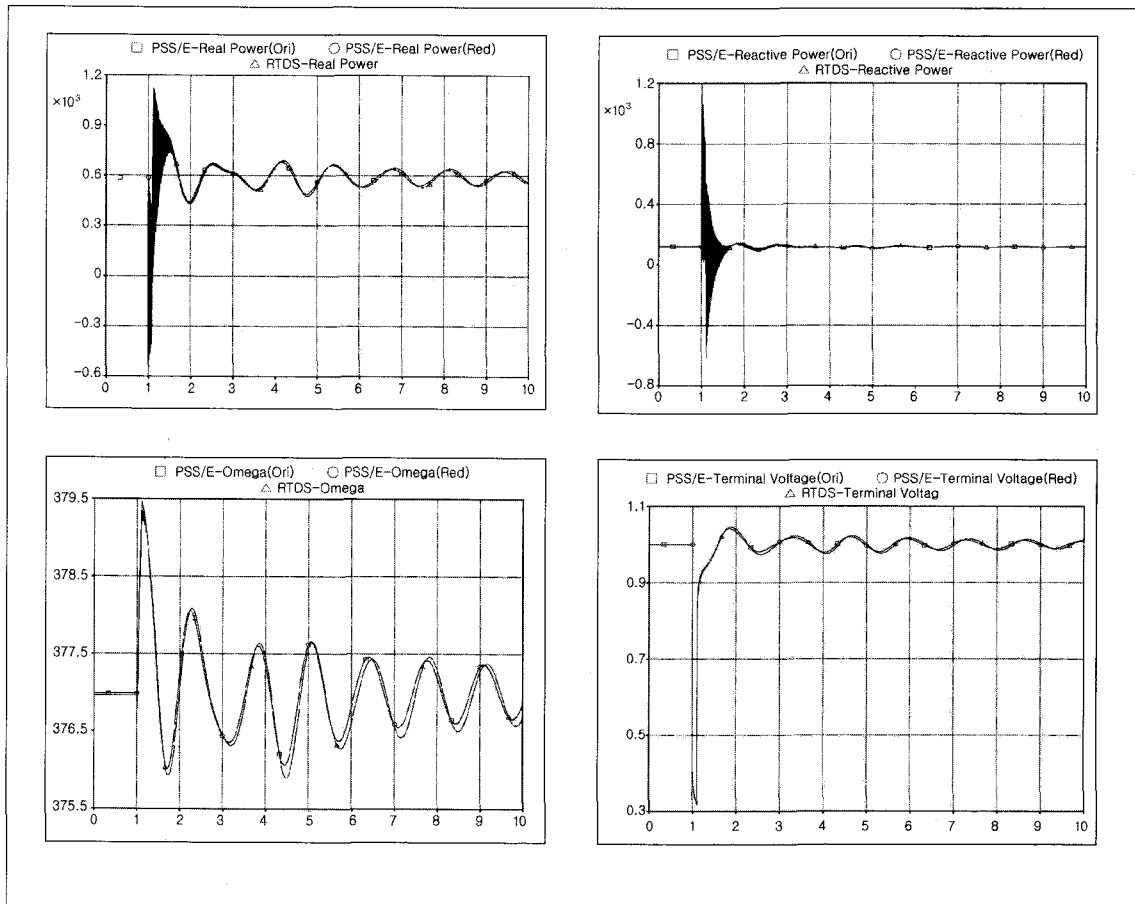
3. KEPS를 이용한 실시간 시뮬레이션 응용사례

본 절에서는 KEPS를 이용한 실시간 시뮬레이션 사례로서 2000년 대규모 한전계통의 과도 안정도 해석 결과와 전력연구원에서 자체개발한 전력계통 안정화장치(PSS)의 현장설치 전 성능시험, 계전기 응용시험 등 외부기기 성능시험 방법 및 결과를 소개한다.

가. 2000년 대규모 한전 계통의 실시간 해석

해석 대상계통은 2000년 대규모 한전계통으로서 원계통이 모선 수 779, 발전기 177기, 변압기 326대, 총 발전량 38,359MW로 PSS/E 입력데이터를 근간으로 구성된 계통이다. 앞 절에 제시한 등가 축약 프로그램을 이용하여 원 계통의 동 특성을 충분히 반영하여 축약된 계통은 모선수 295, 발전기 88대, 변압기 202대이며 총 발전량은 원 계통과 동일하다.

축약계통은 3PC로 구성된 RTDS에서 총 26락을 사용하여, 계통 행렬 실시간 연산을 위한 모선수 제약(7모선-TPC 기준)을 두 배로 늘이는 2개의 네트워크 솔루션을



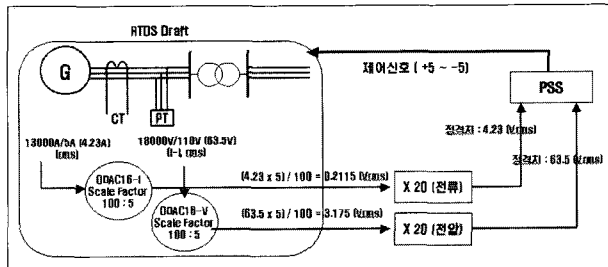
〈그림 11〉 고리 #2 발전기의 응동 특성(유효전력, 무효전력, 단자전압, 위상각)

이용하여 구성되었으며 시뮬레이션 타임스텝은 68 μ s로 정확한 해석 결과를 도출하였다. 그림 10은 축약계통이 변환된 RTDS 드래프트 파일이며 과도 안정도 해석을 위한 고장 시퀀스가 포함되어 있다.

그림 11은 신김제-군산간 345kV 선로에 3상 단락사고를 낸 후, 제거했을 때 고리 #2 발전기의 응답 특성을 나타낸 그림이다. 결과의 비교를 위하여 원계통, 축약계통의 PSS/E 결과와 RTDS 변환 후의 시뮬레이션 결과를 동시에 나타내었다. 그림에서와 같이 모든 변수에 있어서 3가지 경우의 결과가 거의 일치하는 것으로 미루어 계통축약 및 실시간 시뮬레이션이 정확하다는 것을 알 수 있다.

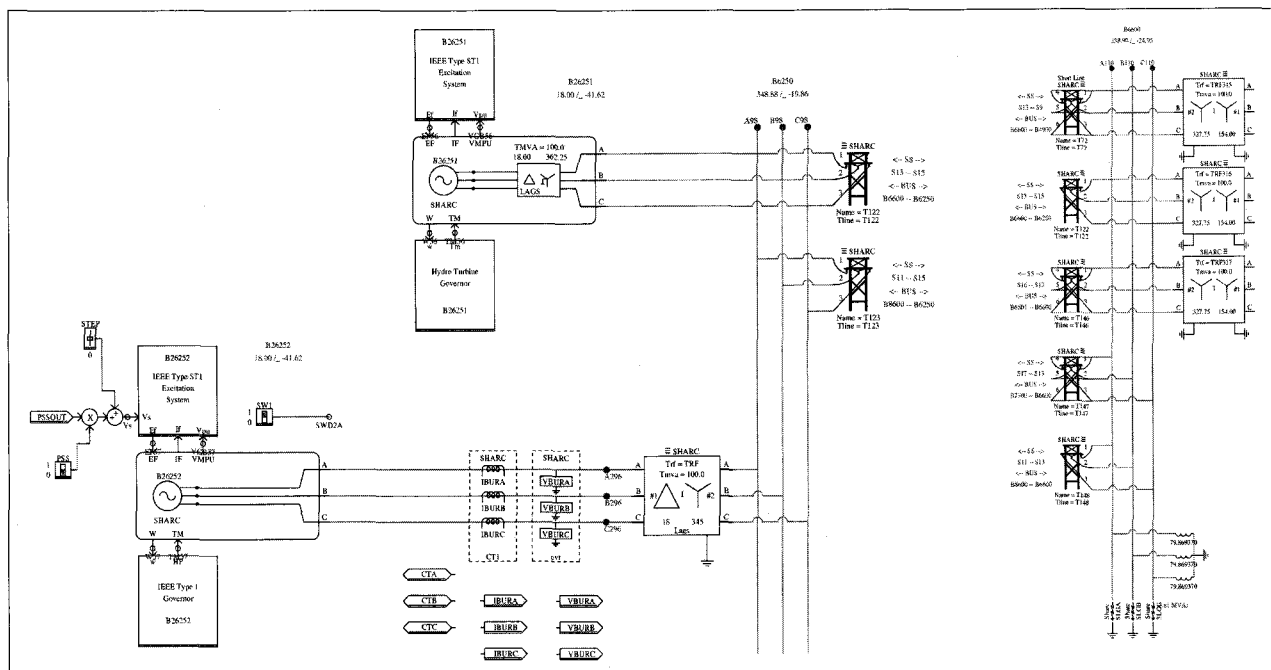
나. 전력계통 안정화장치(PSS)의 성능시험

본 절에서는 무주 양수 발전소에 설치될 디지털 전력계통 안정화장치(PSS) 개발품을 현장설치 전 KEPS를 이용하여 성능시험한 사례이다. 앞 절에 사용한 2000년 한



〈그림 12〉 PSS 페루프 시험을 위한 결선도

전 대규모 계통을 이용하여 PSS 개발품의 패러미터 튜닝, 적정동작 등을 확인하도록 한다. 본 시험은 전력 증폭기를 사용하여 PSS입력 신호인 전압 110V, 전류 5A 크기(현장의 CT, PT 신호레벨)를 그대로 재생함으로써 현장과 동일한 시험환경을 제공한다. 그림 12는 시험을 위한 전체 결선도 및 신호레벨을 표시한 그림이다. KEPS의 단위 큐비클에 장착된 D/A 변환기를 이용하여 KEPS 내부에서 계산된 디지털 신호를 5V 크기의 아



〈그림 13〉 외부 PSS 신호의 연결도와 고장인가 위치

날로그 신호로 내 보낸 후, 전력 증폭기를 이용하여 실지 크기를 재생, 개발된 PSS로 입력되고 이 신호에 의해 발생하는 PSS 출력 제어신호가 다시 단위 큐비클에 부착된 A/D 변환기를 거쳐 구성된 모의계통으로 다시 피드백(Feedback)되는 폐루프(Closed-loop) 제어 시험이다.

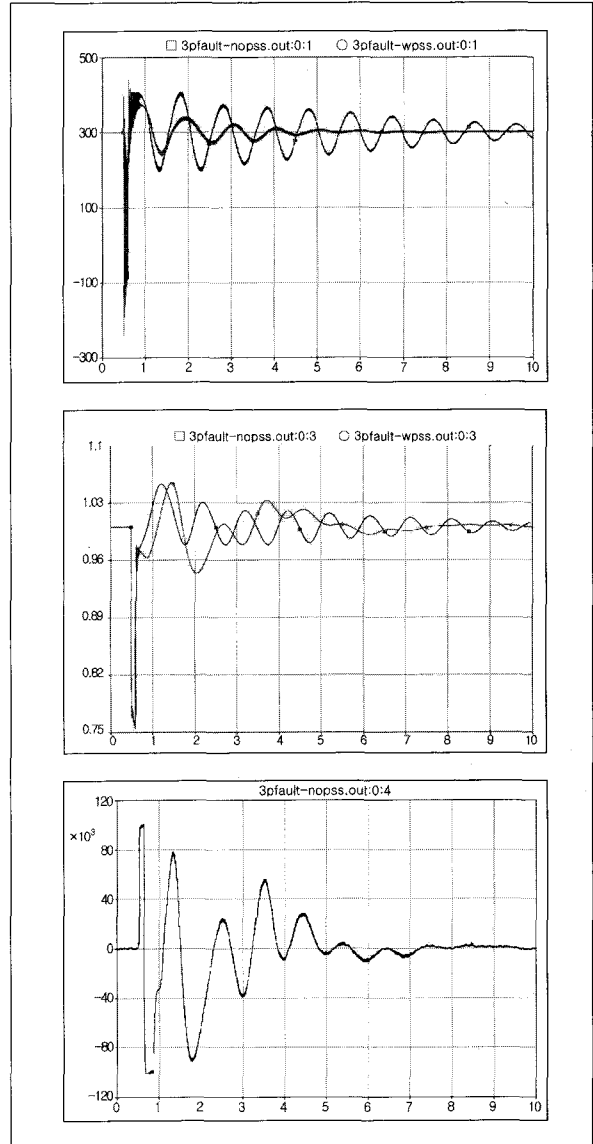
그림 13은 PSS 폐루프 제어시험을 위한 계통 구성과 무주양수 발전소 인근 모선(신옥천)에 3상 단락사고를 낸 후 제거하여 PSS의 응답 특성 및 효과를 보기 위한 계통도(드래프트)이다.

그림 14는 대규모 계통의 동특성을 실시간으로 유지하면서, 개발된 PSS의 성능을 입증한 시험결과이다. 고장 제거 후 PSS가 있을 때와 없을 때의 댐핑특성이 현저히 차이가 남으로써 PSS의 성능이 우수하다는 것을 알 수 있으며 이는 기 실시한 현장시험 결과와도 일치한다. 이미 알려진 바와 같이, PSS의 동작은 미소신호 안정도를 향상시키면서 동시에 초기 단자전압을 미소하게 훼손시킨다는 것을 그림 14의 두번째 결과에서 알 수 있다. 실제 무주양수 발전기에 투입될 PSS는 2기이며 향후 KEPS를 이용, 무주양수 1, 2호기에 PSS 개발품을 동시, 설치하여 두 제어기간의 간섭현상, 패러미터 튜닝 등을 시뮬레이션할 계획이다.

다. 보호 계전기 폐루프 응용시험

본 절에서는 RTDS 1락을 사용하는 샘플계통을 이용하여 계전기의 폐루프 응용특성을 모의하도록 한다. 나. 절에 제시한 폐루프 시험은 피드백되는 신호가 아날로그 신호인데 반하여 본 절에서의 시험은 계전기 접점을 On/Off 하는 디지털 신호가 피드백 신호로 사용된다. 이를 위해서는 큐비클에 부착된 디지털 신호 입출력 패널을 이용하여 이진 디지털 신호를 입력받아야만 한다.

RTDS를 이용한 보호 계전기의 폐회로 시험은 RTDS로부터 출력되는 계통신호(대상선로의 전압, 전류신호)가 계전기로 입력되고 계전기의 출력신호(트립신



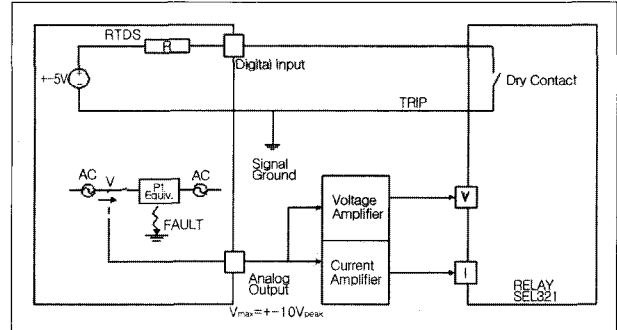
〈그림 14〉 PSS 개발품의 응답 특성 (발전기 출력, 단자전압, PSS 출력제어신호)

호, 재폐로 신호)가 다시 폐회로로 구성된 계통으로 입력되는 양방향의 신호가 RTDS에 요구된다. 폐회로 신호는 고장상태에 대한 계전기의 초기응답과 함께, 계전기의 동작상태에 따른 계통의 응답을 알 수가 있다. 또한, 여러 가지 장치들을 폐회로에 연결하여 보호계전 방법, 스킴

(Scheme) 등을 시험할 수 있다.

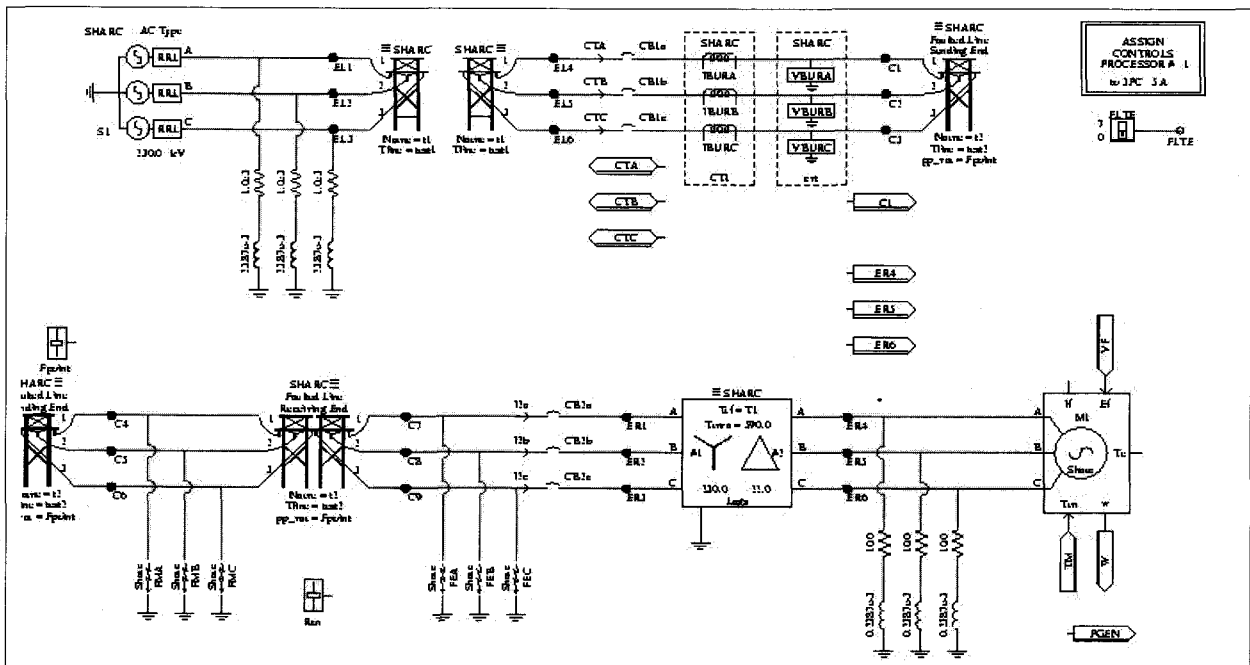
계전기 신호를 계통으로 피드백 받기 위해서는 계통의 과도응답이 실시간으로 계속 발생되어야 한다. 전력계통의 알고리즘 연산이 실시간으로 계산되어야 함은 물론이고(실제로 1분 동안의 시간이 1분 동안의 시뮬레이션 시간과 같아야 한다) 그 1분 동안의 모든 시간구간(Time Step, $50\mu\text{sec}$)에 대해 실시간 연산이 수행되어야 한다(실지 $50\mu\text{sec}$ 와 동일하게).

본 시험에서 사용할 계전기 시험방법은 폐루프 시험(Closed-loop Test)으로서 계전기의 출력신호(트립신호)를 RTDS 입력으로 피드백하여, 구성된 계통의 차단기를 동작시키게 된다. 이를 위해서는 계전기 출력 디지털 신호를 RTDS 디지털 입력단자로 연결하여야 하며 이 때 디지털 입력 패넬을 이용한다. 디지털 입력 패넬로 입력된 신호를 구성한 계통에서 인식하기 위해서는 디지털 입력 포트를 이용하는데, 이 때 입력된 신호가 0.1의 값을 가진 디지털 데이터임에 주의한다(입력 신호가 인



〈그림 15〉 RTDS와 계전기와의 연결을 위한 블록도

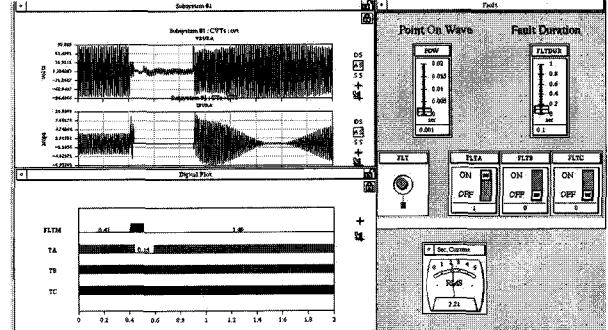
가되었을 경우, 0V를 표시(0)하며 그렇지 않을 경우 5V(1)가 인가된다). 본 시스템에서 사용하는 디지털 입력은 총 6개로 Ta, Tb, Tc(Trip 접점 3개), Ra, Rb, Rc(리클로징 접점 3개)를 사용한다. 해석 대상계통은 발전기 1대, 변압기 1대와 무한모션으로 구성된 계통으로 송전선로 모델(Tline)과 Faulted Line 모델을 이용, 사고지점을 이동시켜 가며 시뮬레이션할 수 있도록 하였으며 동시에, 고장시 발전기의 다이내믹 특성을 관찰할 수



〈그림 16〉 계전기 시험을 위한 해석대상 계통(드래프트)

있도록 구성하였다(그림 16).

또한, 제어블록을 이용하여 여러 가지 고장을 모의할 수 있도록 하였다. 본 절에서는 시스템의 응답 특성에 관한 구체적인 내용은 생략하기로 하고 고장시 계전기의 응답(입출력)이 어떻게 효과적으로 모니터링 되는지에 초점을 맞추기로 한다. 계전기의 입력이 되는 CT, CVT의 2차측 값이 ODAC16의 입력이 되게 구성하였으며, 고장인가시 C1 노드전압이 Zero-crossing 되는 시점에서 트리거되게 하였다. 그림 17은 고장인가시 디지털 입력을 이용하여 얻은 계전기의 트립신호를 이용, 차단기가 동작한 상황을 타임차트로 표시하고 있다.



〈그림 17〉 A상 고장인가시의 계전기 동작 및 차단기동작 상태 모니터링(왼쪽 하단의 차트, 적색 Bar)

4. 맺음말

본고는 한전 전력연구원이 개발한 전력계통 해석용 시뮬레이터(KEPS)의 구성과 이를 이용하여 대규모 전력계통의 동적 시뮬레이션, 외부 제어기기의 페루프 제어시험 등 KEPS 응용사례에 대하여 기술하였으며 이를 통하여 KEPS의 정확성 및 우수성을 검증하였다.

또한, 초전도 응용기기 등 KEPS를 이용하여 실제 시험이 곤란한 새로운 제어기 및 신기술 기기 등을 시험할 수 있는 다양한 적용기법을 계속 개발하고 있으며 Eurostag, CYME, PSAPAC 등과 호환 가능한 데이터 변환 프로그램 및 계통 축약 프로그램을 지속적으로 개발하여 완벽한 사용자 편의환경을 제공할 예정이다.

KEPS는 또한 RTDS 교육을 위한 교육 프로그램, 웹

기반 전력계통 교육 프로그램, 계통현상 시각화 프로그램 등을 갖추고 있어 산학연 연계를 통한 전력계통 기술인력의 교육 및 양성에도 기여를 하리라 생각된다. 아래는 KEPS의 주요 수행업무를 요약하였다.

- 전력계통 계획 및 안정운용 방안 검토 지원
- 전력감시제어 설비 성능검증 및 평가
- 수용가 전력품질 해석
- 소규모/지역계통 단독 운전방안 및 정전계통의 복구 방안 수립 지원
- HVDC, SVC, FACTS 등 고성능 제어장치의 개발 및 검증 지원
- 보호계전기, 초전도 안정화장치, 연료전지 등 효과 및 문제점 분석지원
- 전력계통 종합 데이터베이스 유지·보수
- 전력계통 기술습득, 운용기술 향상 및 훈련 지원

〈참고문헌〉

- (1) 전력계통 시뮬레이터 설치를 위한 기본계획 수립연구, KRC-91S-J03, 1993.9, 한전기술연구원
- (2) 전력계통 해석용 시뮬레이터 개발 및 설치, '99 전력연-단 706, 1999.11, 한전전력연구원
- (3) 윤용범, 추진부, "한전의 전력계통 시뮬레이터 개발 및 해석센터 구축", 대한전기학회지, 2000.3
- (4) 전력계통 시뮬레이터 교육보고(3), TM, 2000.12, 한전전력연구원
- (5) 발전기 제어계통 안정화장치(PSS) 개발 2차년도 중간보고서, TM, 2000.2, 한전전력연구원
- (6) Y.B.Yoon, G.S.Jang, S.T.Cha, J.Lee, Overview of the Development and Installation of KEPCO Enhanced Power System Simulator, Proceeding of the third International Conference on Digital Power System Simulators, May 1999
- (7) P.Kundur, Power System Stability and Control, Electric Power Research Institute(EPRI), Power System Series, McGraw Hill Inc., 1994
- (8) H.W. Dommel, Digital Computer Solution of Electromagnetic Transients in Single and Multiphase Networks, IEEE Transactions on Power Apparatus and systems, Vol. PAS-88, No.4, April 1969
- (9) PTI, Digital simulator PSS/E22, 1993