

# 훈련용시뮬레이터 현황과 향후과제

김문기, 정창덕

(한국전력공사 급전지원부)

A study on development dispatcher's training simulator  
in the operation of power system

(Power System Department of KEPCO)

## ABSTRACT

Dispatcher's Training simulation function are network analysis, power system modeling, supervisory control, and system security assessment

This function provides hand-on training for power dispatchers for operation of the nation control center

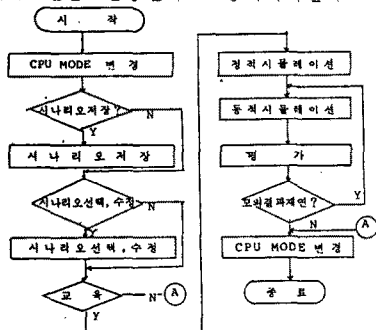
in the future, it needs interface between simulator and expert system

This paper introduces DTS function which is adopted in the Central Load Dispatching Office

## 1. 개요

### 1.1 시뮬레이터 SYSTEM

급전원 교육용 시뮬레이터는 교육의 효과를 높이기 위해 정적, 동적 시뮬레이션이 가능하도록 ON-LINE 기능, 전력계통 모델링기능, 지원기능 등을 이용해 여러가지 관련된 응용기능에 의해 평가되는데 아래와 같은 운용절차로 동작되어진다



## 1.2 시뮬레이션의 단계별 수준

### 1) 1 단계 : 시나리오 등록

TRAINING 을 위해 필요한 데이터를 입력시킨다 (시나리오 입력) 입력데이터는 아래와 같이 3 가지 TYPE으로 분류되며 MT로 저장가능하다

0. 시스템 부하패턴

0.ON-LINE DATA BASE SNAPSHOT

0.EVENT SCHEDULING DATA

### 2) 2 단계 : 시나리오 선택, 수정

시나리오는 선택된 MT로부터 컴퓨터시스템에 원상복귀 시킬수 있으며 아래 같은 데이터를 수정할수 있다.

0. 시스템 부하패턴

0.EVENT SCHEDULING DATA

### 3) 3 단계 : STATIC SIMULATION

동적시뮬레이션에 앞서 초기발전기 출력과 부하와의 MISMATCH를 제거할 필요가 있으므로 계통 주파수나 조류계산등의 제한된 기능에서 시뮬레이션을 말하며 수급BALANCE 조정을 포함하여 초기패턴을 원하는 시뮬레이션 패턴으로 제공하기위해 아래의 파라메타를 운용자가 입력할수 있다.

0. 발전기 출력변동

0. 발전기 병입/병해 (CB CLOSE 상태에서)

0. 부하조정

0. UFR 설정

0. REACTIVE DEVICE 설정

0. 차단기 상태변환

### 3. 향후과제

#### 3.1 시뮬레이터에 전문가시스템기법 활용

급전운용은 수시로 변동되고 긴박한상황이 계속될경우 상황에 맞는 대책이 평상시에 익숙하게 되어 있어야 한다 따라서 계통해석측면에 예측기능과 대책훈련기능이 통합되어 휴먼에라가 발생되지 않도록 이루어져야한다.

결국 기존의 전계통시뮬레이션에서 필요한과제를 선정하여 검토한후 신경망기법을 적용한 시스템으로 사고유형에 대한 패턴인식을 통해 예측훈련을 강화함으로써 상호보완될수 있다.

이는 계통중대사고이전에 나타나는 징조를 패턴화시키고 시뮬레이터 검토케이스를 전문가시스템의 MACHINE LEARNING PART 로 통합시켜 훈련원이 SENSITIVITY 분석을 함으로서 훈련의극대화를 도모할수 있다.

이와같은 시스템을 위한 구체적단계는

1 단계로서 주요선로 계통사고시 주변정보를 분류하여 우선도에 따라 복구에 필요한정보를 제공해주는 시스템 구성과

2 단계로 시뮬레이터검토 케이스를RULE베이스화 하고 사고전 계통징조를 패턴화하는 신경망기법을 적용하여 3 단계로 전문가시스템과 통합하여 멀티미디어를 활용한다면 실제계통상황과 같은, 효과를 낼수있다

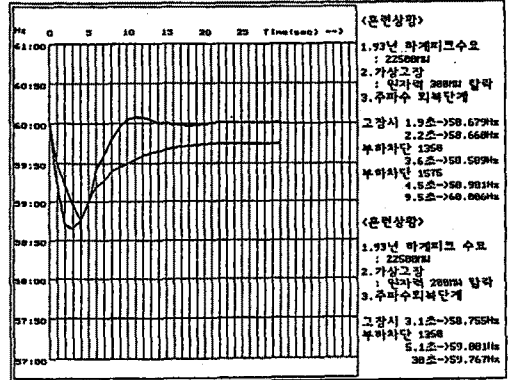
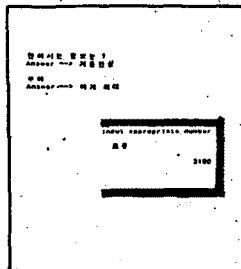
#### 3.2 시뮬레이터와 전문가시스템기법을 활용한 시험

##### 시스템 例 (PROTOTYPE)

여기서는 주요선로 (SJC T/L)와 발전력탈락시 주파수 변환 훈련과정을 RULE베이스 (SK12 TOOL이용) 한것과 C 언어를 이용한 화면구성을 하였다.

```

RULE 3
IF 실패하는 경로는 7 IS 계통정상
AND 주파 15 미계하네
AND 주파 = 3100
AND BY DOU OR SAC IS SINKCHON AREA
THEN SINKCHON
AND DISPLAY SINKCHON
!
RULE 4
IF 실패하는 경로는 7 IS 계통정상
AND 주파 15 미계하네
AND NOT 주파 = 3100
AND BY DOU OR DOU IS DONSDALI
THEN DONSDALI UNSTABLE
AND DISPLAY DONSDALI UNSTABLE
    
```



#### 3.3 결과분석

시뮬레이터를 좀더 효과적으로 운용하기위해 주요계통사고직전에 발생하는 계통상황을 사전에 훈련하고 실제사고시는 주요정보도 우선도에 따라 제공해주는 시스템이 전력계통의 복잡화로 급전계통에 요구되고 있다.

이러한관점에서 위에 기술한 시험시스템을 실제급전원 교육에 적용한결과 좋은반응을 얻었다 반면에 보완해야할 지적사항도 많았다. 계통상황이 수시로 변동되므로 온라인 데이터를 적용하고 복구대책에 대한 신뢰성여부가 과제로 남아 계속 연구할예정이다.

#### \*참고문헌

- 1)송길영, 김영한, 최선규, "선형변환분할기법에 의한 새로운 상태추정 알고리즘개발에 관한 연구" 전기학회논문지, 제35권 제4호
- 2)이재규외9 "대우조선일정관리전문가시스템개발" 지능정보시스템 제1권제1호
- 3)Planning Report and Technical Specification for the KEPCO EMS Project, ECC, USA, June 1984.
- 3)정창덕, "EMS 시뮬레이터사용지침서" 계통운영처, 1990.3
- 4)정창덕, "전력정보를이용한 전문가시스템연구" KAIST, 1992.10

## 2. 시뮬레이션 이용 기능

### 2.1 ON-LINE 기능

이기능은 동적모의 훈련중 피교육자가 실계통에서 운용되는 기능과 동일한 기능 그리고 온라인 데이터베이스와 동일구조를 갖는 시뮬레이터 전용의 데이터베이스에 의해 모의계통을 실계통과 똑같은 상태에서 감시, 제어, 분석 및 운용을 가능하게 하는 기능으로서 단선결선도와 TABULAR 페이지를 이용하여 온라인 운전 조건과 동일한 상태에서 복구작을 수행할수 있는 감시기능과 실제제어명령은 현장에 전달되지 않지만 현장에서 제어명령을 받아 수행된 것처럼 모의만 이루어지는 발전제어기능 그리고 계통모델구성, 모선부하에측, 상태추정, 상정사고 해석, PENALTY FACTOR 계산, 안전제약경계급전, 전압제어 급전원조류계산과 같은 전력계통 해석기능이 있다.

### 2.2 전력계통 MODELING기능

시뮬레이터의 가장 주된 기능으로서 전력계통의 변화특성에 대한 응답모의 및 발전기, 여자기, 변류기등의 응답모의를 수행한다. 여기에는 원격제어 응답, 계통상태모델구성, 부하모델등이 있으며 부하모델에대한 산술식은 다음과 같다.

#### 1)전체부하설정

시간T에서의 전체부하(SOL(T))는

$$SPL(t) = COEF * SOJU(t) * (1 + RNR * N(m, S_u))$$

여기서 SPL(t):FRINGE COMPONENT 가 포함된

계통부하 (매8 초마다계산)

N(m, S<sub>u</sub>):평균치 m 과 표준편차 S<sub>u</sub> 의

NORMAL RANDOM 수

COEF: 상태변화계수

#### 2)개별부하설정

주파수편차 ΔF=0인경우 시간 t에서의 개별부하 PLO<sub>i</sub> 는 다음과같다

$$PLO_i(t) = SPL(t) * HL_i$$

여기서 PLO<sub>i</sub>(t): ΔF=0 에 대한 부하 i 의 유효전력

$$HL_i : PL_i / \text{초기전체부하}$$

주파수편차 응답부하 유효전력은

$$PL_i = PLO_i * (1 + RK * \Delta F)$$

RK는 REGULATION ENERGY 이며 공률정수 무효전력 QL<sub>i</sub> 는 데이터베이스

에 정의된 일정 POWER FACTOR를

사용하여 PL<sub>i</sub> 로부터 계산된다.

부하조절은 HL<sub>i</sub> 변화에의해 모의되어 진다.

$$\text{부하차단} : HL_i = 0$$

$$1(\text{MW})$$

$$\text{복구} : HL_i = \frac{PL_i(t)}{SPL(t_r)} \quad (t_r = \text{복구시간})$$

$$SPL(t_r)$$

$$PL(t)$$

$$\text{부하변화} : HL_i = \frac{PL_i(t)}{SPL(t)}$$

### 2.3)지원기능

시뮬레이터가 효율적으로 동작될수있도록 지원하는 기능으로 시나리오 등록, 초기데이터 설정, 사건모의, 정적시뮬레이션, 모의결과재연, 평가등이 있다.

### 2.4)시뮬레이터 화면예

#### DTS MENU

TRAINING MODE

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> SYSTEM LOAD REGISTRATION | <input type="checkbox"/> SIMULATION CONTROL      |
| <input type="checkbox"/> SCENARIO REGISTRATION    | <input type="checkbox"/> GENERATOR PARAMETER     |
| <input type="checkbox"/> SCENARIO SAVE/RETRIEVE   | <input type="checkbox"/> GENERATOR OUTPUT        |
| <input type="checkbox"/> EVENT SCHEDULING         | <input type="checkbox"/> REACTIVE DEVICE SETTING |
| <input type="checkbox"/> SYSTEM LOAD              | <input type="checkbox"/> LOAD CONTROL            |
| <input type="checkbox"/> I/O SETTING MENU         |  |