

시각동기장치를 이용한 전력계통 온라인 안정성 감시, 분석시스템 개발

전동훈*, 이재욱*, 김경호*, 유철환*, 방환권*, 강계희**, 양정재**
 * 한국전력공사 ** 한국전력거래소

Development of a Monitoring & Analysis System for On-Line Power System Stability using GPS

D.H.Jeon*, J.U.Lee*, K.H.Kim*, C.H.Yu*, H.K.Bang*, K.H.Kang**, J.J.Yang**
 * KEPCO ** KPX

Abstract - 시각 동기화된 계통 운전데이터를 이용하여 계통의 안정성을 실시간으로 감시, 분석하는 전력계통 온라인 안정성 감시, 분석시스템을 개발하였다. 개발된 시스템은 대용량 발전소와 주요 345kV 전력소에 설치되어 GPS를 이용한 시각 동기화된 계통 운전데이터를 측정하고, 지역사고 판단 및 사고데이터를 기록하며, 측정/기록데이터를 Master 시스템으로 온라인 전송해주는 Local 시스템과 각 Local 시스템에서 전송되어온 측정/기록데이터를 수집하고, 광역사고 판단 및 사고데이터를 기록하며, 과도안정도를 온라인으로 평가해주는 Master 시스템으로 구성되어 있다. 전력계통 온라인 안정성 감시, 분석시스템중 Local 시스템은 울진,영광,고리 원자력발전소와 동서울,신계천,청양,아산,신옥천 전력소 등 8개소에 설치하고, Master 시스템은 한국전력거래소(KPX)에 설치하여 우리 계통의 안정운용을 위해 활용할 예정이다.

2. 본 론

2.1 전력계통 온라인 안정성 감시, 분석시스템
 전력계통 온라인 안정성 감시, 분석시스템은 전력계통의 안정운용을 위하여 대용량 발전소와 주요 345kV 전력소로부터 시각 동기화된 계통 운전데이터를 온라인으로 취득하여 계통의 안정성을 실시간으로 감시, 분석하는 시스템이다. 본 시스템은 크게 대용량 발전소와 주요 345kV 전력소에 분산, 설치되는 Local 시스템과 한국전력거래소에 설치되는 Master 시스템으로 구성되어 있다. (그림 1)은 전력계통 온라인 안정성 감시, 분석시스템의 하드웨어적인 구성을 보인 것이고, (그림 2)는 소프트웨어적인 구성을 보인 것이다.

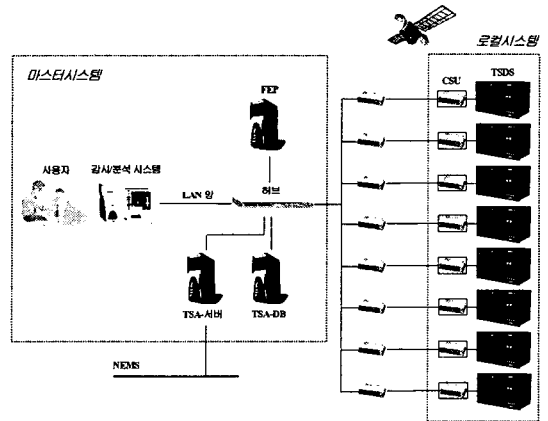
1. 서 론

전력계통 규모의 확충, 전원의 지역별 편재에 따른 장거리 대전력 수송 및 전력수송밀도의 고도화가 진전됨에 따라 안정적인 전력공급을 위해서는 계통의 정밀한 안정성 감시 및 분석이 요구된다. 계통의 구조적인 문제점에 대한 보완책으로 일부지역에서는 모선분리 및 선로분리 등 계통의 구성형태를 변경하여 운전 중에 있고, 계통의 구조적인 취약형태 극복 및 계통의 안정성 향상을 위하여 신시스템(안정화 제어장치, FACTS 설비 등)의 도입, 적용을 추진중에 있다.

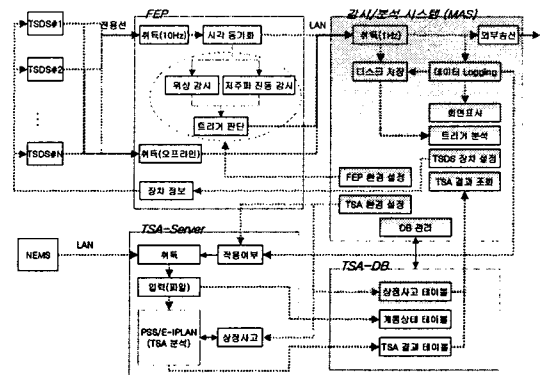
이러한 계통의 유기적인 운전을 위해서는 광역계통의 시각 동기화된 계통정보를 실시간으로 취득, 가공, 전송 및 고속으로 안정도를 빠른 주기로 감시 및 분석하여 불안정 현상을 예측하고, 대책을 제시하여 전력계통의 안정운용을 도모할 필요가 있다. 또한 계통의 불안정 현상에 대한 원인분석 및 대책 수립을 위한 정확한 현상모의를 가능하게 하는 시스템이 필요하다.

실제로 선진국에서는 전력품질과 안정도의 중요성을 오래 전부터 인식하고, 이를 위하여 실시간으로 전력계통의 각 파라미터를 감시, 분석할 수 있는 시스템 개발에 주력하여 현장에 설치, 활용하고 있다. 그러나, 우리나라의 경우는 계통을 정확하게 감시, 분석할 수 있는 시스템이 없고, 전력계통의 과도안정도 제어 등에 대한 연구가 실험실에서만 이루어지고 있는 실정이다. 따라서 전력계통의 상태를 정확하게 감시, 기록할 수 있는 장치의 개발과 이를 실시간으로 중앙에서 시각 동기화된 데이터를 가지고 전력계통의 과도안정도를 평가할 수 있는 시스템의 개발이 필요하다.

본 논문에서는 우리 계통의 안정운용을 위하여 한국전력거래소로부터 의뢰받아 한전 전력연구원과 프로컴시스템(주)가 공동으로 연구 개발중인 시각동기장치를 이용한 전력계통 온라인 안정성 감시, 분석시스템을 소개하고자 한다.



(그림 1) 시스템 구성도(H/W)



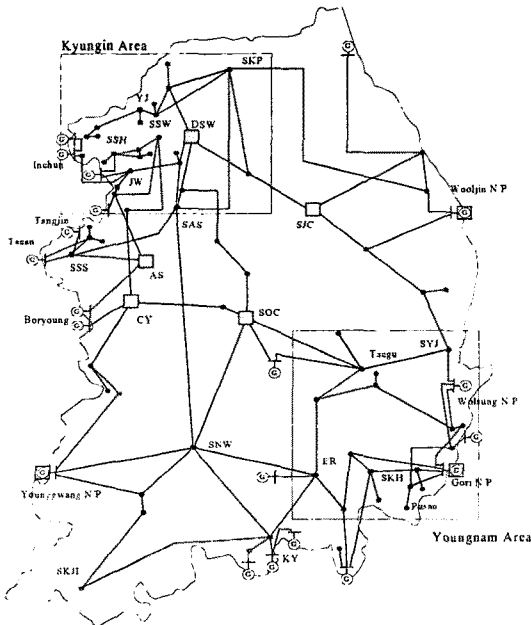
(그림 2) 시스템 구성도(S/W)

2.1.1 Local 시스템(TSDS)

Local 시스템은 대용량 발전소와 주요 345kV 전력소에 설치되어 GPS를 이용한 시각 동기화된 계통 운전 데이터(P,Q,V,F)를 측정하고, 지역사고 판단 및 사고 데이터를 기록하며, 측정 및 기록데이터를 Master 시스템으로 온라인 전송해주는 시스템으로 시각동기 데이터 취득시스템(Time Synchronized Data Acquisition System: TSDS)이라고도 한다. Local 시스템은 GPS 모듈, PSDM-TS(계통동요분석장치), 통신모듈로 구성되어 있으며, 기능 및 역할은 아래와 같다.

- 아날로그 48채널, 디지털 32채널의 순시데이터 취득
- 채널별 실효값, 위상, 각 피더별 유효전력, 무효전력, 전압 정상분, 주파수 측정 및 연산
- 단일 장소에서의 사고판단, 경보, 순시데이터 기록
- 측정 및 상태데이터 표시, 사용자 운영
- 마스터 시스템과의 데이터 통신

Local 시스템은 현재 영광,울진,고리 원자력발전소와 동서울,신제천,아산,청양,신제천 전력소 등 8개소에 분산, 설치될 예정인데, 2003~2006년 우리 계통의 첩두/비첩두부하시 미소신호안정도, 과도안정도, 전압안정도 해석결과를 토대로 설치장소를 결정되었다. (그림 3)은 개발된 Local 시스템의 설치장소를 보인 것이다.



(그림 3) Local 시스템 설치장소

2.1.2 Master 시스템(FEP+MAS+TSA)

Master 시스템은 각 Local 시스템에서 전송되어온 측정 및 기록데이터를 수집하고, 광역사고 판단 및 사고 데이터를 기록하며, 과도안정도를 온라인으로 평가해주는 시스템이다. Master 시스템은 크게 FEP(Front End Processor), MAS(Monitor and Analysis System), TSA(Transient Stability Analysis) 시스템으로 구성되어 있으며, 기능 및 역할은 아래와 같다.

1) FEP(Front End Processor)

대용량 발전소와 주요 345kV 전력소에 설치된 TSDS와 데이터 통신을 하며, 광역사고 판단 및 사고데이터를 기록하는 전치 프로세서

- 8개소 Local 시스템과의 데이터 통신
- 광역 사고판단(위상트리거, 저주파 진동 트리거) 및 사고데이터 기록

2) MAS(Monitoring and Analysis System)

Local 시스템에 의해 측정된 데이터를 항시 감시하고, Local 시스템 및 FEP에 기록된 사고데이터를 관리, 분석하는 시스템

- 광역 사고판단(위상트리거, 저주파 진동 트리거) 및 사고데이터(TSDS 트리거 데이터, FEP 트리거 데이터) 관리, 분석, 인쇄
- Local 시스템 측정데이터 표시
- 과도 안정도 분석 및 DB 관리
- 타 시스템(TSDS, FEP, TSA-Server) 환경설정

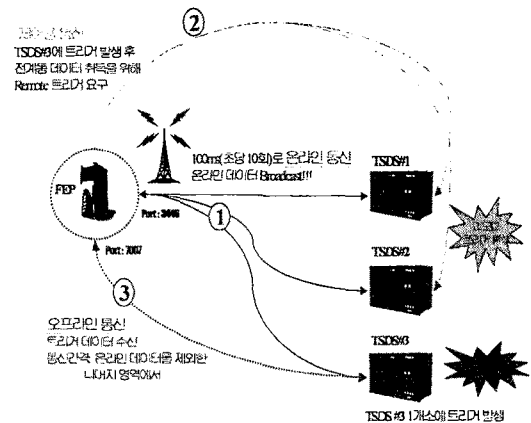
3) TSA(Transient Stability Assessment System)

EMS로부터 전계통 데이터를 취득하여 전력계통의 과도안정도를 온라인으로 평가하고, 그 결과를 DB로 저장하는 시스템

- NEMS 계통데이터 취득
- 과도 안정도 분석
- 과도안정도 분석결과 DB 구축

2.1.3 Local 시스템과 Master 시스템의 연계

전력계통 온라인 안정성 감시, 분석시스템을 구성하는 Local 시스템과 Master 시스템은 T1급의 전용선으로 연계되어 있으며, Local 시스템에서 측정된 계통합수 데이터가 Master 시스템의 FEP으로 자동 전송되게 되어 있다. 전송되는 데이터는 AI 채널별 페이지, DI 채널별 상태정보, DO 채널별 상태정보, 피더별 전력 및 무효전력, 전압, 위상, 주파수 등을 초당 6회(1회/6주기)씩 전송된다. 한편 Local 시스템의 채널구성은 사용자에 의해 가변되며, 채널 및 피더 구성에 따라 저장되는 트리거 데이터 및 온라인으로 전송되는 데이터 크기 또한 가변되도록 설계하였다. (그림 4)는 FEP와 Local 시스템간의 통신흐름 개념도를 보인 것이다.



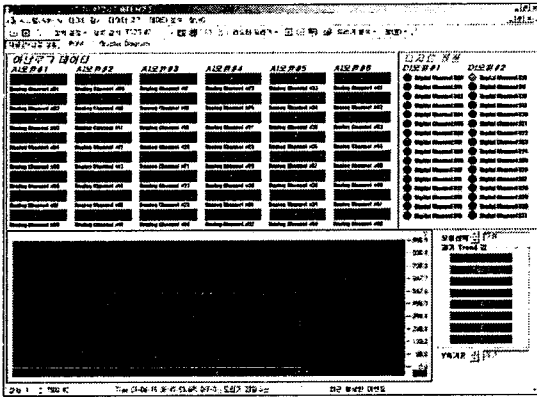
(그림 4) FEP와 Local 시스템간의 통신흐름 개념도

2.1.4 시스템의 기능(S/W)

전력계통 온라인 안정성 감시, 분석시스템이 가지고 있는 모든 기능은 Master 시스템을 구성하고 있는 감시분석시스템(MAS)의 주 화면에서 처리할 수 있다. MAS는 채널값/점점상황, PQVF 등의 장치감시기능, 그래픽기능, 사용자의 요구조건에 맞게 선택적으로 감시하는 기능, Master 시스템에서 임의로 장치에 수동트리거를 요구하는 기능, 데이터수집 및 분석기능, 채널재생기능, 전력, 고조파 재생기능 등을 가지고 있다.

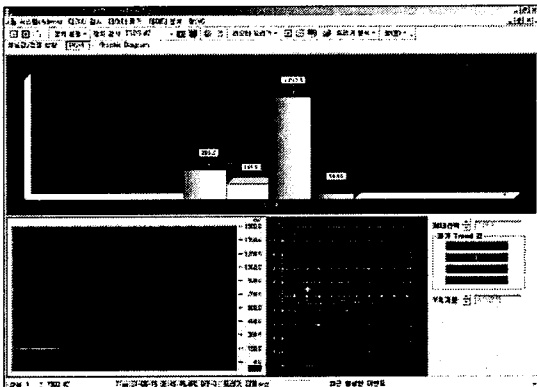
1) 장치감시 기능

Master 시스템에서 한 Local 시스템을 집중적으로 감시하고자 할 때 사용한다. (그림 5)는 [장치감시]에서 채널값 및 점점상황을 표시하는 화면을 보여주고 있다. 화면상단에서 아날로그 채널 데이터(페이지 데이터)와 점점상황을 출력하고 있으며, 하단은 데이터 Trend를 실시간으로 표시하고 있다. Trend의 표시속도는 10회/초(100ms)로 출력하고 있으며, 실제로 장치로부터 전달되는 모든 데이터를 순간적으로 출력할 수 있다. 상단의 채널의 구성은 장치에 의존적이다. 장치의 아날로그 채널 모듈과 디지털 채널 모듈이 바뀌면 자동으로 업데이트된다. 하단의 오른쪽 부분은 과거의 Trend값을 열람하는 창으로 과거 데이터의 입력상황을 판단할 수 있다. 위상은 채널 1번을 기준으로 상대 위상을 표시한다.



(그림 5) 채널값/점점상황 표시화면

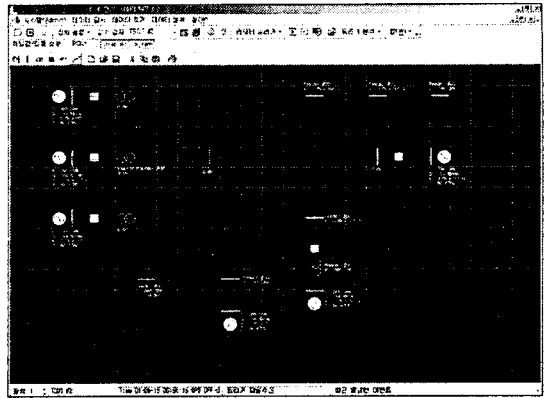
(그림 6)은 [장치감시]에서 PQVF를 실시간으로 감시하는 화면을 보여주고 있다. 화면상단에는 장치에 구성되어 있는 총 피더 수만큼 PQVF를 막대 그래프로 표시하고 있으며 하단의 왼쪽은 그 값들의 Trend를 표시하고 있다. 가운데 부분은 전력 원선도에 해당하는 것으로 유효/무효전력의 이동경로와 그에 따른 역률을 표시한다. 하단의 오른쪽 부분은 과거 Trend값을 열람하는 창으로 되어 있다. PQVF의 표시화면은 10회/초(100ms)로 출력한다.



(그림 6) PQVF 실시간 감시화면

(그림 7)은 [장치감시]에서 모든 데이터(채널/점점/PQVF)를 그래픽화면으로 출력하는 기능을 보여주고 있다. 그래픽 화면은 사용자에게 보다 나은 MMI(Man-Machine Interface)를 제공한다. 그래픽화면의 구성은

개체 중심으로 운용된다. 따라서, 사용자는 화면 구성을 자유롭게 할 수 있으며 구성된 개체를 통신으로 전달되는 데이터 포인터와 연결을 하면 쉽게 그래픽 화면에서 데이터를 감시할 수 있다.



(그림 7) 데이터(채널/점점/PQVF)의 그래픽 출력

2) 채널재생 기능

[채널 재생(채널 배열) : 순시/실효/주파수] 재생은 채널의 변화상태를 한 눈에 보기 위한 용도로 사용하는 데, 한 화면에서 최대 8채널을 재생할 수 있다. 재생될 채널은 사용자가 임의로 지정하고, 이러한 그룹을 8개까지 저장할 수 있다. 또한 시간 축을 가변하여 사고 전방의 상황을 파악할 수 있다. 재생 종류에는 3종류가 있어 순시값, 실효값, 주파수 등을 재생할 수 있다.

3. 결 론

본 논문에서는 시각동기장치를 이용한 전력계통 온라인 안정성 감시, 분석시스템을 소개하였다.

시각 동기화된 계통 운전데이터를 이용하여 계통의 안정성을 실시간으로 감시, 분석하는 전력계통 온라인 안정성 감시, 분석시스템은 대용량 발전소와 주요 345kV 전력소에 설치되어 GPS를 이용한 시각 동기화된 계통 운전데이터를 측정하고, 지역사고 판단 및 사고데이터를 기록하며, 측정/기록데이터를 Master 시스템으로 온라인 전송해주는 Local 시스템과 각 Local 시스템에서 전송되어진 측정/기록데이터를 수집하고, 광역사고 판단 및 사고데이터를 기록하며, 과도안정도를 온라인으로 평가해주는 Master 시스템으로 구성되어 있다.

향후 전력계통 온라인 안정성 감시, 분석시스템용 Local 시스템은 울진,영광,고리 원자력발전소와 동서울, 신계천,청양,아산,신옥천 전력소 등 8개소에 설치하고, Master 시스템은 한국전력거래소(KPX)에 설치하여 우리 계통의 안정운용을 위해 활용할 예정이다.

[참 고 문 헌]

(1) K.K.Yi, J.B.Choo, S.H.Yoon, T.S.Lee, B.C.Park, H.K.Nam, S.G.Song, K.S.Shim, "Development of Wide Area Measurement & Dynamic Security Assessment Systems in Korea", 2001 IEEE Power Engineering Society Summer Meeting, 2001
 (2) B.Lee, S.H.Kwon, J.Lee, H.K.Nam, S.H.Yoon, B.C.Park, J.B.Choo, D.H.Jeon, "Development of Wide Area Measurement and Transient Stability Monitoring System in Korea", CIGRE, 2002