

전압안전성 온라인 감시시스템의 개발방안

전동훈*, 권석기, 안광원
전력연구원

The Development Plan of Voltage Security On-Line Monitoring System

D.H. Jeon*, S.G.Kweon, G.W.An
KEPRI

Abstract - This paper presented the development plan of voltage security on-line monitoring system(VSECOMs). VSECOMs consists of voltage security monitoring system and data management system. VSECOMs has the function of bus voltage watch, voltage stability analysis, and voltage security assessment, EMS data on-line acquisition, PSS/E file conversion, and overall data management. VSECOMs is designed with client/server structure. We will seek stable operation of KEPCO's power system by installation of VSECOMs in EMS of KEPCO.

과 전압안전성 감시와 관련된 입출력 데이터들을 효율적으로 관리하는 데이터 관리시스템으로 구성되며, 전압안전성 감시시스템은 다시 기능별로 전압 감시프로그램, 정적 전압안정성 해석프로그램, 동적 전압안정성 해석프로그램으로 구성되고, 데이터 관리시스템은 PSS/E 화일 변환프로그램, EMS 데이터 온라인 취득프로그램, VSECOMs DB로 구성된다. (그림 1)은 VSECOMs의 소프트웨어적 구성을 보인 것이다.

VSECOMs의 주요 기능으로는 사용자에게 의해 미리 지정된 기준값과 허용범위에 대한 지역별 모선전압의 유지여부를 감시하는 전압 감시기능, 계통의 전압안정성을 정적인 측면과 동적인 측면에서 해석하여 임의의 운전점이 얼마나 안정한 위치에서 운전되고 있는지를 해석하는 전압안정성 해석기능, 그리고 임의의 운전점에 대하여 운전원이 선택한 상정사고후 계통의 전압안정성과 정상상태에서의 전압안정성을 비교하여 운전시점의 안정성을 평가하는 전압안전성 평가기능 등이 있으며, 이밖에 전압안전성의 온라인 감시에 필요한 EMS 데이터의 온라인 취득기능과 필요시 계통해석 프로그램인 PSS/E의 입력화일을 VSECOMs에서 사용 가능한 형태로 변환시키는 기능 등이 있다.

1. 서 론

전력수요의 증가에 상응하는 전원입지의 확보 및 전력설비의 확충이 어려워지고, 전원의 편재로 인한 지역간 용통전력이 증가함에 따라 중조류 송전선로의 사고 발생시 계통전압의 급격한 저하로 인한 계통 대정전의 우려가 점점 높아지고 있다.

미국, 유럽을 비롯한 선진각국에서는 전압불안정으로 인한 계통 대정전을 수차 경험한 후, 전압안정성에 대한 관심이 고조되어 전압불안정 현상 및 이의 해석에 관한 이론적인 연구를 꾸준히 수행하여 왔으며, 이러한 노력의 결과로서 최근에는 대규모 실계통에 적용할 수 있는 오프라인 전압안정성 해석프로그램이 상용화되고, 개략적이거나 전압안정성의 온라인 해석이 가능한 실시간 전압안정성 감시시스템이 개발되어 실계통에 적용, 운전되고 있다.^[1]

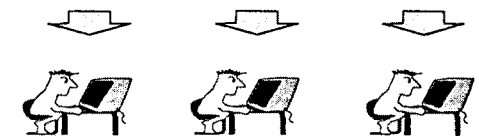
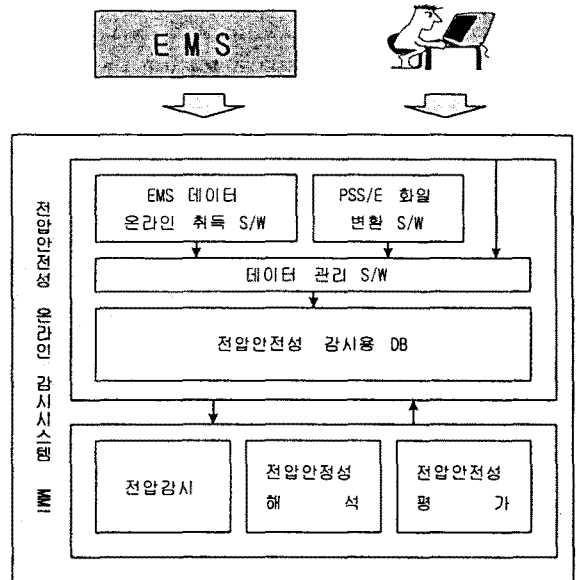
본 논문에서는 향후 예상되는 계통 대정전에 대처하여 계통운용의 안정성을 도모하고자 우리나라 전력계통의 상태정보를 EMS로부터 온라인으로 취득하여 지역별 모선전압의 허용범위내 유지여부를 감시하고, 계통의 전압안정성을 해석하며, 다양한 경우의 상정사고에 대한 계통의 전압안전성을 평가해주는 실시간 전압안전성 감시시스템을 개발하여 실계통에 연계시키기 위한 일단계 과정으로써 전력연구원에서 개발하고 있는 전압안전성 온라인 감시시스템(VSECOMs) 개발방안을 제시하였다.

2. 본 론

2.1 전압안전성 온라인 감시시스템(VSECOMs)

VSECOMs는 EMS 데이터를 온라인으로 취득하여 지역별 모선전압의 허용범위내 유지여부를 감시하고, 계통의 전압안정성을 해석하며, 다양한 경우의 상정사고에 대한 계통의 전압안전성을 평가해주는 종합시스템이다.

VSECOMs는 크게 전압감시, 전압안정성 해석, 전압안전성 평가의 기능을 수행하는 전압안전성 감시시스템



(그림 1) 전압안전성 온라인 감시시스템의 구성

VSECOMs는 방대한 양의 데이터를 효율적으로 관리하기 위하여 Windows NT(OS)하에서 DB 서버 역할을 하는 엔지니어링 워크스테이션을 주축으로 한 클라이언트/서버 구조를 가지며, 내부적으로는 근거리 통신망(LAN)을 통해 EMS의 데이터의 온라인 취득, 전압안전성 감시용 DB의 공유, 그리고, 각 클라이언트에서의 독립적 업무처리가 가능하도록 한다.

한편 VSECOMs의 DB는 EMS와의 연계 및 확장성 등을 고려하여 상업용 DBMS 프로그램인 Oracle로 구축한다.

2.2 전압안전성 감시시스템

전압안전성 감시시스템은 전압안전성 감시용 DB에 저장되어 있는 On-Line 및 Off-Line 데이터를 이용하여 계통전압 감시, 전압안정성 해석, 전압안전성 평가의 기능을 수행한 후, 그 결과를 전압안전성 감시용 DB에 저장하고, 전압안전성 온라인 감시시스템의 모니터에 출력한다.

전압안전성 감시시스템은 사용자에게 의해 미리 지정된 기준값과 허용범위에 대한 지역별 모션전압의 유지여부를 감시하는 전압 감시프로그램, 계통의 전압안정성을 정적인 측면과 동적인 측면에서 해석하여 현 운전점이 얼마나 안정한 위치에서 운전되고 있는지를 해석하는 전압안정성 해석프로그램, 그리고 다양한 경우의 상정사고에 대한 현 운전점의 전압안정성 변화를 평가하는 전압안전성 평가프로그램으로 구성된다.

가. 전압 감시프로그램

전압 감시시스템은 사용자에게 의해 미리 지정된 기준값과 허용범위에 대한 지역별 모션전압의 유지여부를 감시하며 다음의 기능을 가진다.

- EMS 데이터중 모션전압의 온라인 취득이 제대로 이

루어졌는지를 확인한다.

- 사용자에게 의해 미리 지정된 기준값과 허용범위에 대한 지역별 모션전압의 유지여부를 온라인으로 자동 감시한다.
- 온라인 취득한 모션전압을 사용자에게 의해 지정되는 일정기간에 맞춰 기준값과 허용범위내의 유지여부를 통계 처리한다.

나. 전압안정성 해석프로그램

전압안정성 해석프로그램은 정상적인 운전상태에 놓여 있는 계통의 전압안정성을 정적(Steady -state)인 측면이나 동적(Dynamic)인 측면에서 해석하여 현 운전점이 전압붕괴점으로부터 얼마나 멀리 떨어져 있는지(전압안정성 여유)를 사용자에게 제공하는 프로그램이다.

전압안정성 해석프로그램은 크게 정적 전압안정성 해석프로그램과 동적 전압안정성 해석프로그램으로 구성된다. 이중 정적 전압안정성 해석프로그램은 전력조류 계산모듈, NOSE곡선(P-V 곡선, Q-V 곡선) 처리모듈, 전압안정성 여유곡선 처리모듈로 구성되며, 동적 전압안정성 해석프로그램은 정적 전압안정성 해석프로그램과 발전기, OLTC, SVC, SC, 부하 등의 동특성 처리모듈로 구성된다.

전압안정성 해석프로그램은 부하증가에 따른 계통의 전압안정성을 동특성을 고려하지 않고 해석하는 기능(정적 전압안정성 해석)과 동특성(발전기, OLTC, SVC, SC, 부하)을 고려하여 해석하는 기능(동적 전압안정성 해석)이 있다.

이를 위하여 전압안정성 해석프로그램은 일정 시간마다 자동으로 VSECOMs의 DB로부터 정적 전압안정성 해석에 필요한 데이터를 입력으로 받아 계통의 정적 전압안정성을 해석하고, 결과를 VSECOMs의 모니터에 표시한 후, VSECOMs의 DB에 저장한다.

(표 1) 전압안전성 온라인 감시시스템의 구성

시스템	대분류	중분류	소분류	기능
전압안전성 온라인 감시시스템	전압 안전성 감시 시스템	전압 감시	전압감시 프로그램	345/154kV계통 전압감시 및 통계처리
		전압 안정성 해석	발전기 동특성 처리루틴	발전기, OLTC, SVC, SC, 부하의 동특성을 고려한 동적 전압안정성 해석
			OLTC 동특성 처리루틴	
			SC,SVC 동특성 처리루틴	
			부하 동특성 처리루틴	
	전압안전성 평가	동적 전압 안정성 해석프 로그램	전력조류 계산루틴	운전점 상태(V, θ, P, Q) 파악
			Nose 곡선 처리루틴	특정한 부하증가 패턴에 따른 부하모션별 유,무 효전력과 전압과의 관계를 그래프로 표시
			전압안전성 여유지수곡선 처리루틴	특정한 부하증가 패턴에 따른 부하모션별 전압 안정성 여유를 그래프로 표시
	데이터 관리 시스템	데이터 취득	PSS/E 화일 변환 프로그램	PSS/E 입력화일을 VSECOMs에서 사용가능하 도록 형식 변환
			EMS 데이터 온라인 취득프로그램	전압안전성 온라인 감시에 필요한 데이터를 EMS로부터 온라인 취득, 상태추정
관리		데이터 관리 프로그램	데이터 입력, 수정, 삭제	
D B		VSECOMs DB	입출력 데이터 저장	

다. 전압안전성 평가프로그램

전압안전성 평가프로그램은 계통의 전압안전성 평가를 위하여 운전원의 요구가 있을 때마다 상정사고 전후 계통의 전압안정성을 정적, 혹은 동적인 측면에서 해석하고, 상정사고 전후의 운전점과 전압붕괴점의 위치를 PV 평면이나 QV 평면상에서 비교하여 계통의 전압안정성 마진 변화를 감시하는 프로그램이다.

전압안전성 평가프로그램은 VSECOMs의 DB에 저장된 데이터를 입력으로 받아 운전원이 정한 상정사고 경우(최대 5가지)에 대한 계통의 전압안정성을 평가하여 상정사고 전후의 계통의 전압안정성 마진 변화를 PV곡선(또는 QV곡선), 막대그래프, 수치의 형태로 화면에 출력한다.

전압안전성 평가를 위한 해석방법의 선택(정적, 동적), 부하 증가방법(최단거리, 일정), 상정사고 경우의 선택 등의 제반사항은 VSECOMs의 환경설정 기능에서 사용자가 임의로 설정할 수 있다.

상정사고와 관련된 사항은 다음과 같다.

- 2000년 우리계통의 345kV와 154kV계통에서 발생 가능한 모든 경우의 단일 상정사고(발전기사고, 선로 사고)만을 고려한다.
- 모든 경우에 대한 상정사고 해석을 통하여 우리계통에 가장 좋지 않은 영향을 미치는 사고순으로 계통 전체, 지역별, 모선별로 우선순위를 작성하여 전압안전성 평가시 활용토록 한다.
- 이를 위한 상정사고 해석은 전력계통해석 프로그램인 PSS/E를 이용하여, 상정사고 해석을 위한 별도의 프로그램은 전압안전성 온라인 감시시스템내에 설치하지 않는다.
- 각 모선(변전소)에서 생각할 수 있는 모든 상정사고를 처리 가능하게 345, 154 모선(변전소)별로 분류, 정리하여 MMI 설계시에 반영한다.

2.3 데이터 관리시스템

데이터 관리시스템은 전압안전성 감시와 관련된 입출력 데이터들을 효율적으로 관리하기 위한 시스템으로 PSS/E 화일 변환프로그램, EMS 데이터 온라인 취득 프로그램, VSECOMs DB로 구성된다.

데이터 관리시스템의 주요기능으로는 전압안전성의 온라인 감시에 필요한 EMS 데이터의 온라인 취득기능과 필요시 계통해석 프로그램인 PSS/E의 입력화일을 VSECOMs에서 사용 가능한 형태로 변환시키는 기능, 그리고 전압안전성 감시와 관련된 모든 입출력데이터의 저장 및 수정기능 등이 있다.

가. PSS/E 화일 변환 프로그램

PSS/E 화일 변환 프로그램은 오프라인 전압안정성 해석 및 전압안전성 평가를 위하여 계통해석 프로그램인 PSS/E에서 사용되는 조류계산 및 안정도해석용 입력화일을 VSECOMs에서 사용 가능한 형태로 변환시켜주는 프로그램이다.

나. EMS 데이터 온라인취득 프로그램

EMS 데이터 온라인취득 프로그램은 전압감시와 온라인 전압안정성 해석 및 전압안전성 평가를 위하여 일정시간마다 EMS DB에 저장되어 있는 계통운용 데이터를 온라인으로 취득하는 프로그램이다.

다. 데이터 관리 프로그램

데이터 관리 프로그램은 VSECOMs에서 사용되는 모든 데이터를 대상으로 입력, 출력, 수정, 삭제 등의 기능을

수행하는 프로그램으로 크게 PSS/E 화일 변환 프로그램과 수작업으로 입력되는 오프라인 데이터와 EMS 데이터 온라인 취득 프로그램으로부터 취득되는 온라인 데이터를 VSECOMs의 DB에 자동 저장하는 기능을 가진다. 데이터 관리 프로그램은 데이터 관리를 한곳으로 집중시킴으로써 VSECOMs의 효율을 높이기 위해 고안되었다.

라. VSECOMs DB

전압안전성 감시용 DB는 전압안전성 감시를 위해 EMS 데이터 온라인 취득시스템으로 온라인 취득된 데이터와 수작업으로 입력된 데이터, 전압안전성 감시시스템에서의 전압감시, 전압안정성 해석, 전압안전성 평가 결과를 효율적으로 저장한다.

3. 결 론

본 논문에서는 향후 예상되는 계통 대정전에 대처하여 계통운용의 안정성을 도모하고자 우리나라 전력계통의 상태정보를 EMS로부터 온라인으로 취득하여 지역별 모선전압의 허용범위내 유지여부를 감시하고, 계통의 전압안정성을 해석하며, 다양한 경우의 상정사고에 대한 계통의 전압안정성을 평가해주는 실시간 전압안전성 감시시스템을 개발하여 실제계통에 연계시키기 위한 일단계 과제로써 전력연구원에서 개발하고 있는 전압안전성 온라인 감시시스템(VSECOMs) 개발방안을 제시하였다.

- VSECOMs는 EMS 데이터를 온라인으로 취득하여 지역별 모선전압의 허용범위내 유지여부를 감시하고, 계통의 전압안정성을 해석하며, 다양한 경우의 상정사고에 대한 계통의 전압안정성을 평가한다.
- VSECOMs는 전압감시, 전압안정성 해석, 전압안전성 평가의 기능을 수행하는 전압안전성 감시시스템과 전압안전성 감시와 관련된 입출력 데이터들을 효율적으로 관리하는 데이터 관리시스템으로 구성된다.
- VSECOMs는 방대한 양의 데이터를 효율적으로 관리하기 위하여 Windows NT(OS)하에서 DB 서버 역할 하는 엔지니어링 워크스테이션을 주축으로 한 클라이언트/서버 구조를 가진다.

[참 고 문 헌]

- [1] M.Suzuki, S.Wada, M.Sato, T.Asano, Y.Kudo, "Newly Developed Voltage Security Monitoring System", IEEE SM 492-9 PWRs, 1991
- [2] Prabha Kundur, "Power System Stability and Control", 1993