

전압안전성 온라인 감시시스템의 DB 설계 및 구축에 관한 연구

임종호\* 김건중\* 최장흥\* 최익순\* 한현규\* 김태균\*\* 전동훈\*\*  
 \*충남대학교 \*\*한전 전력연구원

A Study of Database Design and Construction  
 for Voltage Security On-line Monitoring System(VSECOMs)

C.H.Rhim\* K.J.Kim\* J.H.Choi\* J.S.Choi\* H.G.Han\* T.G.Kim\*\* D.H.Jeon\*\*  
 \*Chungnam Nat'l Univ. \*\*KEPRI

**Abstract** - This paper presents database design and construction for VSECOMs(Voltage Security On-line Monitoring System). The database design has steps of requirements collection and analysis, conceptual design, logical design, and physical design. For interconnection between New EMS and VSECOMs to get the needed data, Snapshots in ORACLE are proposed. It proved the proposal to be compatible through the case study.

인 실시간 처리가 요구되는 고성능 계산을 수행하며 시스템이 관리할 자원의 처리에 시간 제약을 만족시킬 수 있도록 하였다.

VSECOMs의 데이터는 모선, 부하, 발전기, 선로, 변압기, Shunt, IM, OLTC, SVC에 관한 데이터가 있다.

- 1) 모선데이터는 모선번호, 모선유형 모선이름, 영역구분, 전압크기, 전압위상각 데이터를 필요로 한다. 여기서, 전압크기와 위상각은 시간성을 고려해야 한다.
- 2) 발전기 데이터는 모선번호, 유효전력 발전 상한치, 무효전력 발전 상한치, 유효전력 발전 하한치, 무효전력 발전 하한치, 유효전력 출력, 무효전력 출력 데이터를 필요로 한다. 여기서, 유효전력 및 무효전력 출력값은 시간성을 고려해야 한다. 또 발전기가 모선에 전력을 공급하는지에 대한 식별 기능이 필요하다.
- 3) 선로데이터는 시작 모선번호, 끝 모선번호, 임피던스 실수부, 임피던스 허수부, Half line charge 데이터를 필요로 한다. 여기서 선로가 모선에 연결되어 있는지에 대한 식별자를 필요로 하고, 관계 모델로 되기 위한 고유 식별자를 필요로 한다.
- 4) 변압기 데이터는 시작모선번호, 끝 모선번호, 탭의 상한값, 탭의 하한값, Tap\_Real, Tap\_Im 데이터를 필요로 한다. 여기서, Tap\_Real, Tap\_Im 은 시간성을 고려해야 하며, 변압기가 선로에 연결되어 동작하는지에 대한 식별 기능과 관계 모델로 하기 위한 고유 식별자가 필요하다.
- 5) Shunt 데이터는 모선번호, 전압상한값, 전압하한값, Capacitor, Count 데이터를 필요로 한다. 여기서 Capacitor와 Count는 시간성을 고려해야 하며 Shunt가 모선에 연결되어 동작하는지에 대한 식별자가 필요하다.
- 6) IM 데이터는 모선고유번호, Ratio, 초기 슬립, 시정수, Power Factor, RM, XM 데이터를 필요로 한다. 여기서 유도전동기의 RM, XM, Power Factor 는 시간성을 고려해야 하고 관계 모델로 하기 위한 식별자가 필요하다.
- 7) OLTC, SVC 데이터는 모선고유번호, 시정수, 초기 값 상한치, 하한치, 조정전압, 투입시간, 제거시간 데이터를 필요로 한다. 여기서 각 기기의 조정전압, 투입시간, 제거시간은 시간성을 고려해야 한다. 또 모선에 연결되어 동작하는지에 대한 식별자가 필요하다.

1. 서 론

전력수요의 증가에 상응하는 전원입지의 확보 및 전력 설비의 확충이 어려워지고, 전원의 편재로 인한 지역간 유통전력이 증가함에 따라 중조류 송전선로의 사고 발생 시 계통전압의 급격한 저하로 인한 계통 대정전의 우려가 점점 높아지고 있다.

한전 전력연구원에서는 계통의 안정운용을 도모하기 위해 충남대학교와 공동으로 우리나라의 계통 상태정보를 EMS로부터 온라인으로 취득하여 지역별 모선전압의 허용범위내 유지여부를 감시하고, 계통의 전압안정도를 해석하며, 다양한 상정사고에 대한 계통의 전압안전성을 평가해주는 전압안전성 온라인 감시시스템(VSECOMs)을 개발하고 있다.

VSECOMs는 감시, 해석, 평가에 필요한 데이터를 EMS로부터 온라인 취득하여 사용하는데, VSECOMs가 가지는 이러한 기능을 실시간으로 처리하면서도, EMS의 성능에 영향을 끼치지 않기 위해서는 VSECOMs에 효과적인 데이터베이스(DB)의 구축 및 EMS 연계방안의 수립이 필수적이다.

이에 본 논문에서는 VSECOMs의 DB 설계, EMS와 VSECOMs의 DB-to-DB 방식에 의한 연계방안 등을 제시하였는데, 실제 VSECOMs DB와 전압안정도 온라인 감시 프로그램과의 연계에 제시된 방안들을 적용하여 DB를 구축하고, 간단한 모의계통을 대상으로 사례연구를 수행하여 제시된 방안의 적정성을 입증하였다.

2. 본 론

2.1 데이터베이스 설계

데이터베이스 설계는 요구조건 분석, 개념적설계, 논리적 설계, 물리적 설계의 4단계로 이루어진다. 각각에 대하여 다음과 같이 분석, 설계하였다.

2.1.1 요구조건 분석

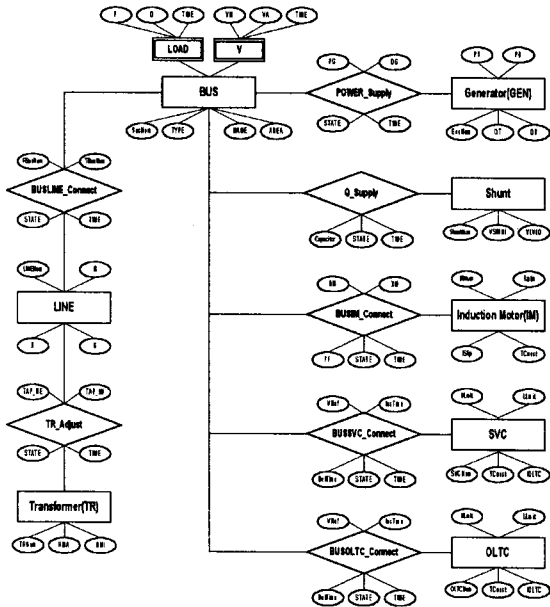
VSECOMs에서 데이터베이스의 요구조건분석은 온라

2.1.2 개념적 설계

앞 절의 요구조건 분석결과를 토대로 관계형 데이터베이스에 적합하도록 VSECOMs DB의 개념적 설계를 수

행해야 한다. 앞 절에서 살펴본 바와 같이 각각의 계통 데이터는 동적인 데이터와 정적인 데이터를 구분 할 수 있다.

정적인 데이터는 관계형 데이터베이스의 개체(Entity)에, 동적인 데이터는 관계형 데이터에 관계(Relation)로 구성하여 데이터베이스를 설계할 수 있다. (그림 1)은 VSECOMs DB의 개념적 설계결과이다.



(그림 1) E-R Diagram

2.1.3 논리적 설계

개념적 설계를 바탕으로 관계형 데이터베이스의 데이터 모델을 이용하여 논리적 설계과정을 수행하였다. (그림 2)는 VSECOMs DB의 스키마 다이어그램을 나타낸 것이다.

BUS

BUSNum	TYPE	BNAME	AREA
--------	------	-------	------

GEN

GENNum	PT	QT	PB	QB
--------	----	----	----	----

LINE

LINNum	R	X	B
--------	---	---	---

SHUNT

ShuntNum	VSWHI	VLVLO
----------	-------	-------

TR

TRNum	RMA	RMI
-------	-----	-----

IM

IMNum	Ratio	ISlip	TConst
-------	-------	-------	--------

OLTC

OLTCNum	TConst	IOLTC	ULimit	LLimit
---------	--------	-------	--------	--------

SVC

SVCNum	TConst	ISVC	ULimit	LLimit
--------	--------	------	--------	--------

(a) 정적 테이블

LOAD

BUSNum	P	Q	TIME
--------	---	---	------

V

BUSNum	VM	VA	TIME
--------	----	----	------

S\_SUPPLY

GENNum	PG	QG	state	TIME
--------	----	----	-------	------

BUSLINE\_Connect

FBUSNum	TBUSNum	LINNum	State	TIME
---------	---------	--------	-------	------

Q\_Supply

ShuntNum	Capacitor	Count	State	TIME
----------	-----------	-------	-------	------

TR\_Adjust

LINNum	TRNum	Tap Re	Tap Im	State	TIME
--------	-------	--------	--------	-------	------

BUSIM\_Connect

SVCNum	PFR	RM	XM	State	TIME
--------	-----	----	----	-------	------

BUSOLTC\_Connect

OLTCNum	VRef	InsTime	DelTime	State	TIME
---------	------	---------	---------	-------	------

BUSSVC\_Connect

SVCNum	VRef	InsTime	DelTime	State	TIME
--------	------	---------	---------	-------	------

(b) 동적 테이블

(그림 2) VSECOMs DB의 스키마 다이어그램

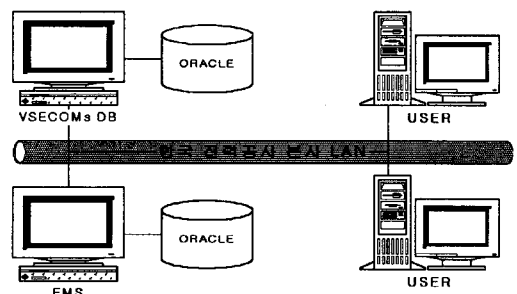
2.2 EMS 와 VSECOMs의 연계

VSECOMs는 EMS 데이터를 온라인으로 취득하기 위하여 EMS(Energy Management System)와 DB-to-DB 방식으로 연계될 예정인데, 2000년 하반기 도입예정인 차세대 EMS(Interim)의 DBMS와 VSECOMs의 DBMS가 모두 ORACLE을 사용한다는 점에 착안하여 ORACLE에서 기본적으로 제공하는 분산처리 옵션을 이용한 Snapshot방식을 구체적인 연계 기술로 채택하였다.

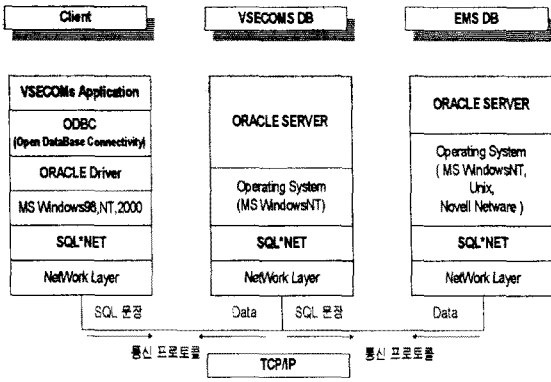
한편 VSECOMs DB와 사용자가 사용할 VSECOMs 응용 프로그램은 ODBC(Open DataBase Connectivity)를 이용하여 연계하였다.

2.2.1 Snapshot

분산된 데이터를 사용하는 응용프로그램의 퍼포먼스를 향상시키기 위해 원격 테이블의 로컬 사본을 만들 수 있다. ORACLE7 이상의 버전에서는 원격 테이블의 로컬 사본을 관리하는 수단으로 snapshot을 제공한다. snapshot은 단일 테이블의 전체 혹은 일부를 복사하거나 복사한 테이블에 대한 조회의 결과를 복사하는데 사용하며, 복사된 데이터의 갱신은 지정된 시간 간격에 맞춰 데이터베이스에 의해 자동으로 처리하는 방법이다.



(그림 3) 전압안전성 온라인 감시시스템 구성도



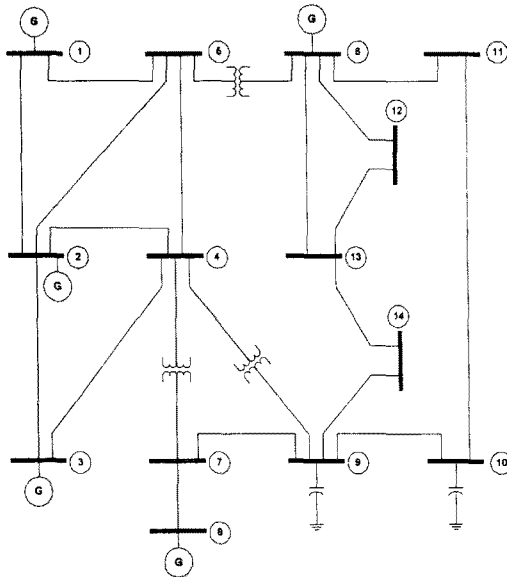
(그림 4) VSECOMs 네트워크 계층도

### 2.2.2 ODBC

ODBC는 데이터베이스 액세스 언어로 SQL을 사용하는 API이며, 응용 프로그램의 소스 코드에 직접 통합된 것과 동일한 ODBC 소스를 사용하면, 매우 다양한 데이터베이스 관리 시스템(DBMS)에 액세스할 수 있다.

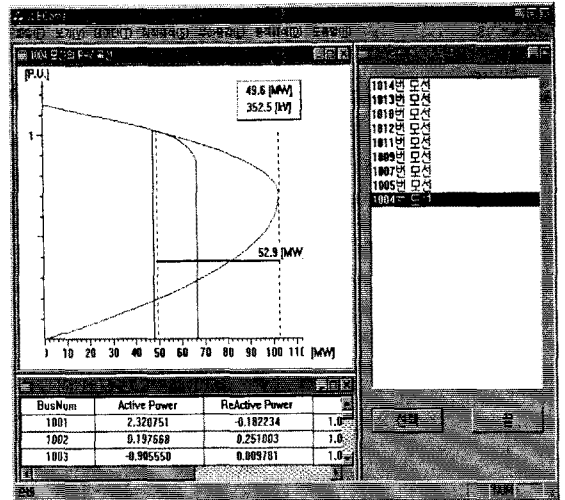
### 2.3 사례연구(구현 및 적용)

가상의 EMS를 구축하고, 매분마다 IEEE14 샘플계통의 계통정보가 계속적으로 변경되어 가상 EMS에 저장되도록 하였다. 여기에 VSECOMs DB를 snapshot으로 연결하여 매분마다 데이터가 VSECOMs DB에 저장되고 응용 프로그램에서는 매분마다 VSECOMs DB에서 최신의 계통정보를 조회(query)하여 계산하는 전압안정도 온라인 감시프로그램을 개발하였다.



(그림5) IEEE14 모선 샘플계통

프로그램은 Visual C++ 6.0의 윈도우즈 그래픽 클래스인 MFC(Microsoft Foundation Class) 라이브러리를 이용하여 개발하였다.



(그림 6) 전압안정도 온라인 감시프로그램

## 3. 결론

전력계통 해석을 위한 데이터의 양이 방대하므로 이 방대한 데이터를 지속적으로 시간에 따라 관리하는 것이 중요하다. 따라서 본 논문에는 데이터베이스를 이용하여 데이터의 양과 시간에 관계없이 지속적으로 데이터를 관리할 수 있는 방안을 제시하고, 이를 이용하여 시스템을 구축하였다. 현재는 1분마다 온라인 감시가 이루어지나 향후 속도 향상을 위하여 데이터베이스와 응용프로그램과의 연결에 ODBC보다 액세스 시간이 빠른 ORACLE의 pro\*C/C++를 이용하여 데이터 취득 시간을 단축시킬 예정이고, pro\*C/C++에서 제공하는 PL/SQL (Procedure Language /Stanard Query Language)을 이용하여 더욱 다양하고 빠른 SQL 구현을 통해 조회속도를 향상시킬 예정이다.

### (참고 문헌)

- [1] 이석호, "데이터 베이스론", 정익사, 1995
- [2] 이성호, "오라클 완벽해설", 예지각, 1997
- [3] 한국오라클 고객지원실, "ORACLE 7 DBA Handbook", ORACLE, , 1995
- [4] 델타, "Microsoft Developer Journal", MDJ, 1997 .11
- [5] 델타, "Microsoft Developer Journal", MDJ, 1997 .12
- [6] ORACLE, "Oracle7 Server Concepts", ORACLE, 1995
- [7] 김대길, "Inside Secrets PL/SQL", SAMS, 1998
- [8] 전동훈외2, "전압안정성 온라인 감시시스템의 개발방안", 대한전기학회 하계학술대회, C권, PP.1173-1175, 1998
- [9] M.Suzuki, S.Wada, M.Sato, T.Asano, Y.Kudo, "Newly Developed Voltage Security Monitoring System", IEEE SM 492-9 PWRs, 1991