

# ADMINISTRACION DE LA BASE DE DATOS DEL CENACE PARA LA MODELACION DEL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO

Ing. Santiago Grijalva S.  
Ing. Gonzalo Uquillas V. ME.E

Centro Nacional de Control de Energia / INECEL

## Abstract

This paper deals with the database management procedures that must be followed by software personnel, in order to update, expand or debug the power system model implementation in the Control Center database management system. The power system model is fully used to perform real-time supervisory control, security assessment and planning for the National Interconnected System.

The update is carried out by working in a high-security environment, performing rigorous analysis and applying standardization criteria in order to assure data quality and consistency in the power system model.

## Resumen

El trabajo presenta los procedimientos de administración de bases de datos, necesarios para actualizar, expandir o depurar la implementación del modelo del sistema de potencia en el sistema de manejo de bases de datos del Centro de Control. El modelo del sistema eléctrico es usado intensivamente para el control supervisorio en tiempo real, análisis de seguridad y planificación del Sistema Nacional Interconectado.

La actualización se lleva a cabo mediante el trabajo en un ambiente de alta seguridad, desarrollando análisis rigurosos y utilizando criterios de estandarización, con el propósito de garantizar la calidad y la consistencia de los datos del modelo del sistema de potencia.

## 1. Introducción

El incremento en el tamaño y la complejidad de los sistemas eléctricos de potencia ha determinado exigentes requerimientos en la capacidad y desempeño de los sistemas de supervisión y control. El sistema de software de un centro de control consiste en cientos de programas relacionados entre sí, los cuales accesan a una gran cantidad de datos que describen el sistema de potencia (SEP). Debido al gran volumen de procesamiento de datos que requiere la operación en tiempo real, los centros de control suelen disponer de software especializado de elevado desempeño, que generalmente incluye grandes sistemas de administración de bases de datos [5,12]

En la operación comercial del Centro de Control, juega un papel preponderante el tratamiento que tiene la información relativa al sistema de potencia. Dicha información se utiliza en forma intensiva para la operación en tiempo real del SNI, para diagnósticos postoperativos y para planificación eléctrica [11]. En base a la información adquirida en el Centro de Control, se toman decisiones de vital importancia para el Sistema Eléctrico Nacional. La presencia de datos de baja confiabilidad o su inadecuado tratamiento, pueden provocar acciones erróneas en las diferentes áreas que hacen uso de esta información.

El objetivo de la administración de la base de datos consiste en garantizar la integridad y la calidad de sus datos, lo que puede resumirse en la exactitud con que los datos describen la realidad (proceso) que se quiere controlar [10] y el cómo se procesa y presenta esta información para las actividades de control y estudios de soporte [9,12]

El sistema de administración de base de datos, DBMS, cumple su objetivo al crear un ambiente en el cual los usuarios puedan manipular los datos en estructuras organizadas, almacenar los datos con la menor redundancia, lograr altos niveles de desempeño en el acceso a la información y mantener la seguridad de sistema [1,3,5]. La modelación del sistema de potencia se adapta a la lógica de las estructuras de datos del DBMS, y el cómo se organiza la información dentro de la base de datos, determina los procedimientos de actualización o expansión del modelo del sistema eléctrico.

## 2. Configuración del Sistema

### 2.1 Configuración del Sistema de Control

El sistema de control comprende dos áreas básicas:

- Sistema Remoto y Comunicaciones, que incluye las unidades terminales remotas (RTU) ubicadas en las subestaciones, la transmisión de la información recogida por éstas hacia el centro de control, y las señales de salida hacia las estaciones del SNI mediante comunicación por fibra óptica y power line carrier (PLC)
- Sistema Central, que comprende los computadores frontales (FE), LAN, los computadores principales, el computador de mantenimiento, las estaciones de trabajo, y equipos como GPS, modems, impresoras, etc.



El sistema de control es soportado por un subsistema de equipos auxiliares, que incluye el sistema de UPS, sistema contra incendios, sistema de seguridad, sistema indicación de alarmas, enfriamiento, etc.

## 2.2 Configuración del Sistema Central

La Figura No 1. muestra la configuración dual del sistema central. Los computadores frontales (FEs) se encargan de recopilar la información transmitida desde las RTUs y de enviar hacia ellas señales de control. En los FEs, la información es decodificada y enviada al computador principal on-line, el mismo que la procesa mediante diversos programas en tiempo real, para presentar sus resultados en las estaciones de trabajo de generación, transmisión y supervisión. Estaciones de trabajo similares presentan la información que se requiere para mantenimiento, entrenamiento y para supervisión local en el área de Pascuales.

Por otro lado, en el computador de mantenimiento (subsistema de mantenimiento) reside entre otras cosas, la base de datos off-line, en la cual se realiza la actualización del modelo del sistema.

## 2.3 Configuración de las Bases de Datos

Dentro del sistema central coexisten diferentes ambientes de bases de datos: base de datos "off-line" de mantenimiento (MDB), base de datos de tiempo real (RDB), base de datos histórica (TTD) y base de datos de estudio y simulación (SDB). En adición a esto existe un ambiente de datos en código fuente, en donde se describen ciertos cálculos de tiempo real, cálculos históricos y otros parámetros del sistema de control. Existe finalmente, un ambiente "off-line" para el mantenimiento de los despliegues utilizados en las estaciones de trabajo, que utiliza un utilitario de edición denominado Picture Editor (PED) [2]

En la base de datos de mantenimiento, se realiza el ingreso de los datos que describen el modelo del sistema de potencia y la funcionalidad del sistema de control. Aquí se incluyen no sólo los parámetros y la configuración del sistema eléctrico, sino también la descripción de cómo debe efectuarse el procesamiento de eventos y señales adquiridas por las RTUs e incluso, cuál debe ser su tratamiento para ser presentadas en las estaciones de trabajo. En este sentido, se dice que el sistema de base de datos es *funcional*, pues incluye datos sobre el proceso (SEP) y datos (metadatos) acerca de dónde y como deben obtenerse, cómo deben procesarse, almacenarse y presentarse los datos [1,4,12].

Para poner en funcionamiento el sistema de control, la base de datos de tiempo real debe ser poblada a partir de la base de datos de mantenimiento mediante un proceso conocido como *generación de la base de datos* [1]. Un proceso similar se realiza para actualizar los datos del código fuente y los cálculos en la RDB.

A partir de la RDB se obtiene la información de la base de datos histórica, cuyo contenido se utiliza para control postoperativo y planificación del sistema de potencia. De igual forma, en base a la RDB se obtiene la SDB, utilizada para simulación, entrenamiento y análisis de seguridad. En la Figura No 2 se puede apreciar la relación entre los ambientes de datos del sistema de control.

## 3. Modelación del Sistema de Potencia

### 3.1 Funcionalidad de la Base de Datos Off-Line

La base de datos off-line es la parte fundamental del subsistema de mantenimiento. Consta de un DBMS denominado Data Engineering (DE), desarrollado sobre la plataforma Oracle, corriendo bajo el sistema VAX/VMS.

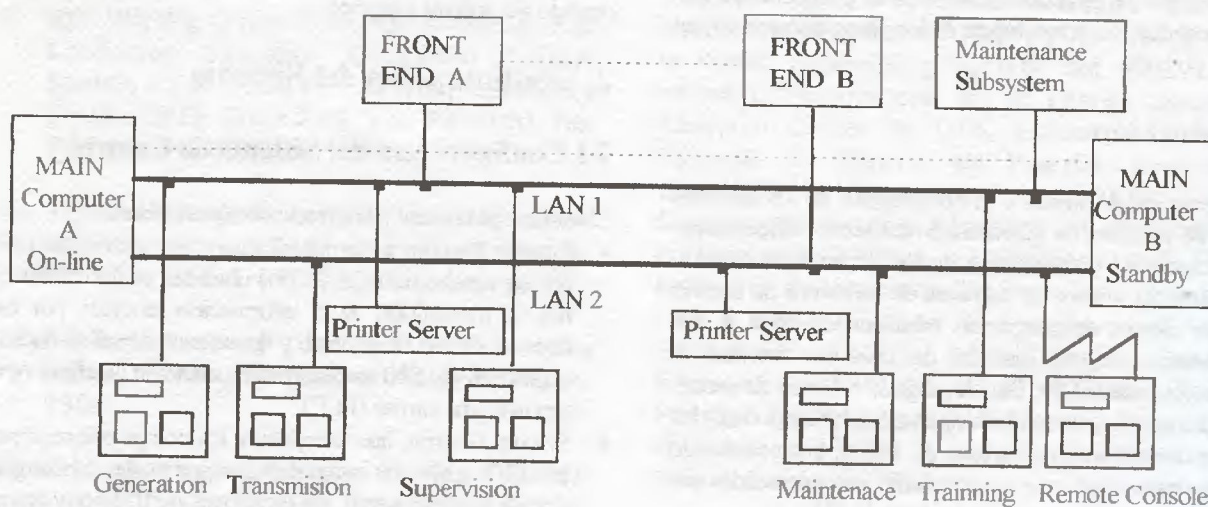


Figura No 1: Configuración del Sistema Central



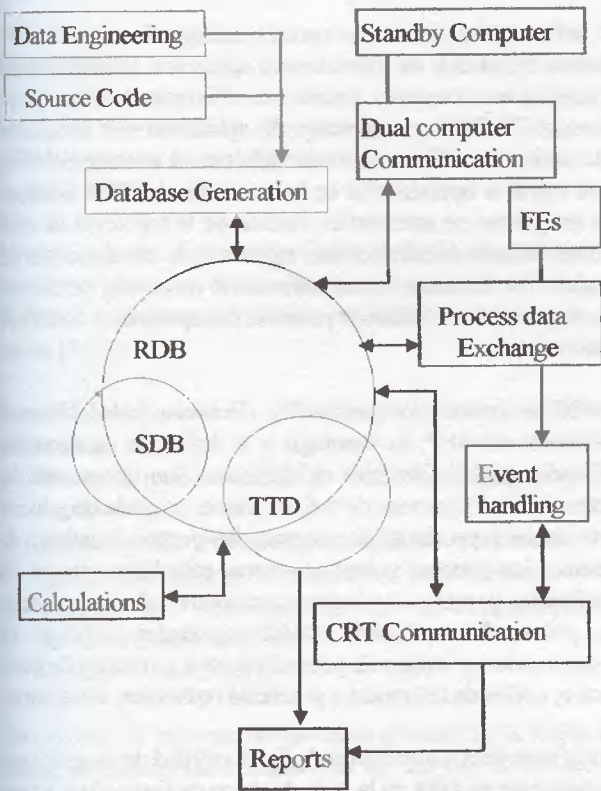


Figura No 2. Relación entre los Ambientes de Datos.

DE maneja estructuras de datos relacionales que combinan la modelación del sistema de potencia con la descripción del sistema de control, es decir, administra varios conjuntos de datos, los cuales se clasifican en: datos del proceso, datos comunes, datos de hardware, datos tipo y datos de administración. Los datos del proceso modelan el sistema de potencia en forma jerárquica en base a datos tipo, que a su vez se implementan en base a los datos comunes. Los datos de hardware permiten relacionar el modelo con el proceso real y los datos de administración son usados para el manejo de los conjuntos de datos (versiones) que van a poblar la RDB.

DE describe el modelo en forma compacta, estableciendo relaciones entre los diferentes conjuntos de datos [1], como se muestra en la Figura No 3. Debido a las relaciones establecidas entre los datos, el ingreso de la información se realiza en determinada secuencia. Primeramente se ingresan los datos comunes, que incluyen información sobre cómo deben ser procesadas las indicaciones y mediciones que llegan del proceso, lo cual incluye los retardos que deben tener las señales que llegan del proceso (delay groups) y el manejo de las alarmas que deben producir dichas señales (alarm groups). [1]

En base a los datos comunes se crean los datos tipo, los cuales pueden ser de tres clases: elementos, bloques y equipos, el manejo de datos tipo es una de las características con las que DE logra evitar la redundancia en el almacenamiento de información. Los elementos son en sí la última jerarquía del modelo del SEP; son elementos, por ejemplo, mediciones, indicaciones, interruptores, seccionadores, puestas a tierra, setpoints, contadores de energía, etc. Todos los elementos del sistema de potencia se crean a través de elementos tipo, pues existen muchos elementos similares dentro del SEP, los elementos del SEP suelen estar dispuestos en las estaciones en configuraciones similares. Estas configuraciones se crean a partir de bloques tipo, que son conjuntos de elementos que se presentan repetidamente en el SEP. DE permite la creación de bloques tipo de indicaciones, mediciones, alarmas, topológicos, etc. Finalmente, existen equipos tipo, en los cuales se describen transformadores, autotransformadores y generadores tipo [1].

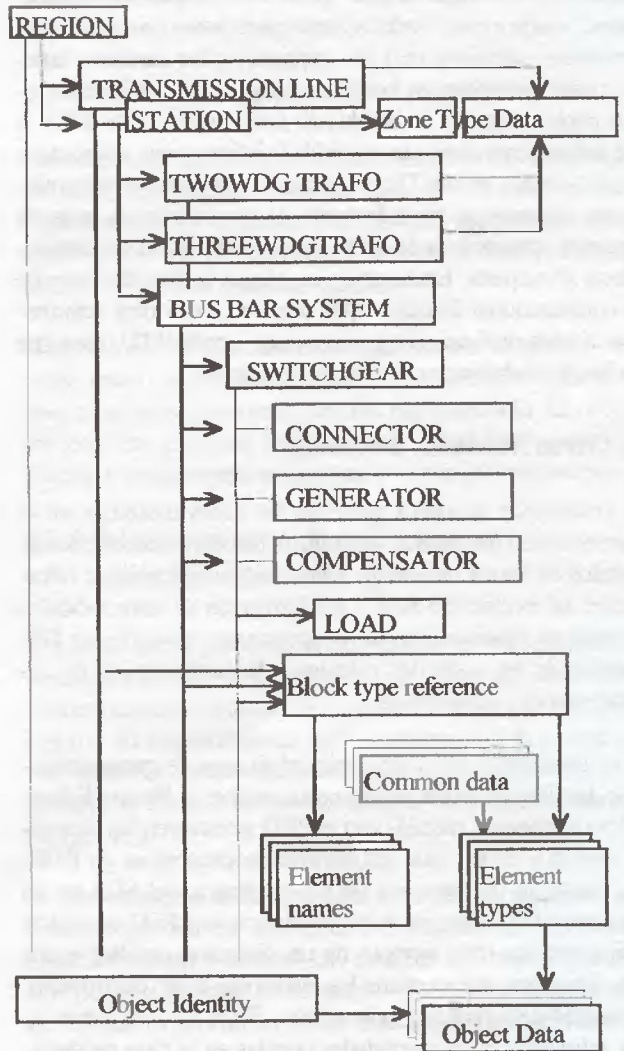


Figura No 3. Relaciones entre los Objetos del DE.



Los datos tipo permiten la implementación del modelo del sistema al ser incluidos en cada nivel de la configuración jerárquica. DE divide el modelo del proceso en los siguientes niveles:

- Region Level: Describe el área de influencia del SEP. Station Level: Subestaciones y líneas de transmisión.
- Busbar System Level: Sistemas de barras de 230, 138, 69, 46, 34.5, y 13.8 KV (para compensadores), transformadores y autotransformadores.
- Switchgear: Posiciones de línea, de transformadores, de generadores, de compensadores, de transferencia, segmentos de barras, etc.
- Element Level: Indicaciones, mediciones, comandos, setpoints, acumuladores, interruptores, seccionadores, puestas a tierra, etc.

Los bloques tipo se incluyen en la descripción del proceso, en cada nivel de la jerarquía.

Finalmente, los objetos que deben ser adquiridos (indicaciones, mediciones, etc), y los que deben ser enviados (comandos, setpoints, etc) son asignados a los canales y tarjetas correspondientes, en los datos de hardware. DE define toda la implementación de la *tabla de funciones* de cada RTU, la cual indica cómo debe ser adquirida la información, cómo debe ser almacenada en la RTU, a qué velocidad debe ser transmitida, etc. Durante el procedimiento de generación, la tabla de funciones contenida en la MDB pasa a la RDB en los computadores principales. Estos, a su vez, cargan la base de datos de los computadores frontales que contiene entre otra información, la tabla de funciones a ser enviada a cada RTU, para que ésta inicie la adquisición y el envío de señales.

### 3.2 Otros Módulos de Datos.

DE comprende la mayor parte de los datos utilizados en el mantenimiento del sistema de control; otros módulos de datos, ubicados en forma de código fuente, también contienen información del modelo del SEP. La información de estos módulos de datos se relaciona con las descripciones realizadas en DE, ejemplos de éstos son los cálculos y la configuración de comunicaciones y subsistemas.

Como un módulo aparte, funciona el sistema de mantenimiento de despliegues, cuya parte fundamental es el Picture Editor. En los despliegues creados con el PED se incluyen los elementos definidos en DE que actualmente se encuentran en RDB. Para lograr la presentación de los elementos del SEP en las estaciones de trabajo, se debe construir en el PED una parte gráfica estática (por ejemplo de un diagrama unifilar) y una parte dinámica, que contiene los elementos a ser controlados, tales como disyuntores y generadores. En el PED se deben incluir referencias a las identidades creadas en la base de datos, para completar la funcionalidad del sistema de control mediante la comunicación hombre-máquina [2].

### 3.3 Relación del DE con el EMS

El software del sistema de control comprende dos partes: el sistema SCADA y las funciones de aplicación de ingeniería de potencia; en conjunto, forman un Sistema de Manejo de Energía (EMS). Las funciones de aplicación son programas que utilizan la información obtenida por el sistema SCADA, para lograr la optimización en la operación del SEP. Entre estos programas se encuentran: cálculo de la topología de estaciones, cálculo de admitancias, cálculo de la topología de red, modelación dinámica de red, estimación de estado, pronóstico de carga en barras, flujo de potencia del operador y control de generación.

En DE se incluyen los parámetros eléctricos de los diferentes elementos del SEP, su topología y la definición de elementos utilizados en las diferentes aplicaciones. Son importantes las definiciones de las áreas de red, las barras controladas y barras ficticias, las inyecciones de potencia, los puntos de coloreo dinámico, los process values o valores calculados, rangos de mediciones y regulación de taps, comandos, valores de consigna, pulsos de regulación, voltajes nominales, conexión de compensadores, rangos de potencias activa y reactiva de generación, nodos de referencia y potencias nominales, entre otros.

Otros parámetros que definen la funcionalidad de las aplicaciones se controlan en línea en la base de datos de tiempo real y también mediante archivos de código fuente.

## 4. Administración de la Base de Datos

### 4.1 Criterios de Modelación del Sistema

En la práctica de la administración de bases de datos, existe un conjunto de criterios compartidos por el personal de mantenimiento, que asegura la convergencia en las actividades que se desarrollan en el DBMS.

#### 4.1.1 Estandarización versus Precisión.

Existen básicamente dos filosofías de modelación del SEP. La primera se basa en el criterio de que los objetos incluidos en la base de datos deben ser estandarizados y por lo tanto, debe existir un número pequeño de datos tipo. La segunda pretende modelar el sistema en la forma que más se acerque a la realidad [7,8]. La primera tendencia tiene la ventaja de que la implementación y el mantenimiento de la base de datos se facilita al disponer de un sólo conjunto de datos estándar, el mantenimiento es más rápido y seguro. Por otro lado, tiene la desventaja de que no modela el sistema con la exactitud que puede ser necesaria. Esta es la primera tarea de la administración de base de datos: encontrar un balance entre la descripción exacta del modelo y la estandarización que los datos requieren para mantener su consistencia.



#### 4.1.2. Criterio de una Buena Solución

Durante el mantenimiento de base de datos, se presentan diversos problemas típicos. Uno de ellos es determinar la conveniencia de crear nuevos elementos, bloques o equipo tipo, o utilizar los ya existentes, otro problema común es determinar si otras entidades se verán afectadas al modificar objetos a los cuales se establecen referencias.

Normalmente, el problema se resuelve mediante el criterio de una buena solución: Una solución es buena cuando el costo en el cual su implementación incurre durante su vida útil es pequeño [8, 13].

En este contexto, *costo* se refiere a las siguientes propiedades de los datos:

- Tiempo de implementación de la nueva configuración de la base de datos.
- Importancia del problema que precisa ser solucionado
- Capacidad de futuras modificaciones (modifiability).
- Facilidad de entendimiento de la implementación (readability, modularity).
- Facilidad de verificación.

Para obtener la información que lleve al usuario a la mejor solución, se utilizan las herramientas de consulta a la base de datos, ya sea mediante la consulta en línea a la base de datos, el utilitario de reportes DE, o mediante SQL. Estas herramientas de consulta a la base de datos facilitan la decisión de cuándo crear nuevos datos tipo, nombres o cuando establecer o retirar referencias para no afectar negativamente el contenido de la base de datos.

#### 4.1.3 Procedimientos de Actualización

La expansión y actualización del modelo del sistema de potencia son tareas de mantenimiento enmarcadas en los criterios de administración de bases de datos. Cuando se realizan tareas de mantenimiento de bases de datos, se recomienda seguir el siguiente procedimiento:

- Análisis de prioridades. Se resuelven primero los problemas que afectan directamente la operación del sistema de potencia.
- Análisis de la situación actual (implementación de datos actual) y de la situación que se pretende alcanzar, considerando los criterios de una buena solución.
- Análisis del impacto de la solución en la base de datos y en otros módulos de datos, y previsión de los mecanismos de verificación de la solución.
- Análisis de costo-beneficio
- Implementación y documentación del procedimiento.
- Verificación exhaustiva de la implementación y registro de eventos del sistema.
- Seguimiento.

#### 4.1.4 Generaciones Totales e Incrementales

En el procedimiento anterior, la implementación consiste en crear un conjunto de datos (versión), sobre el cual se va a realizar un conjunto de transacciones de datos. Una vez que la implementación esta lista, se procede a cerrar la versión y a generarla.

La generación puede ser incremental o total. Se utiliza la modalidad total cuando se quiere probar toda la implementación de datos del sistema, acción que se realiza muy eventualmente. La modalidad incremental es cotidiana y consiste en incluir en la base de datos de tiempo real, únicamente los cambios realizados a la implementación de datos, mediante la creación de archivos offset, que contienen las diferencias entre la implementación anterior y la nueva implementación.

Es decisión de la administración de base de datos, el decidir en que condiciones del sistema y en qué momento se efectuará una generación total de la base de datos.

#### 4.1.5 Criterios de Depuración

Eventualmente es necesario realizar depuraciones en el modelo del SEP, que implican regresar hasta niveles anteriores de la implementación y requieren por ejemplo, desconectar bloques topológicos, retirar referencias a elementos tipo y desasignar canales de hardware para las señales.

Debido a que la implementación del modelo se efectuó en un orden más o menos definido, es necesario dismantelar el modelo en el orden inverso al que fue implementado. El no cumplir con este principio suele producir mensajes de error en el sistema y posiblemente errores en la nueva implementación.

#### 4.1.6 Mantenimiento de la Estructura de la Base de Datos.

A medida que se ejecutan las actividades de mantenimiento, se requiere a veces alterar la estructura de la base de datos, para lo cual es necesario entender la concepción del diseño del DBMS [14,16]. El mantenimiento de la estructura implica crear nuevas entidades, incluir identidades que se encuentran en el diccionario de datos, crear nuevas tablas o modificar sus tamaños, etc [3,7,15].

El mantenimiento de la estructura de la base de datos se realiza directamente desde SQL y es un proceso delicado que requiere especial cuidado y análisis. DE contiene un conjunto de registros (logs) y sistemas de mensajes en línea que permite conocer cuando es necesario realizar este tipo de mantenimiento.



## 4.2 Seguridad del sistema

La información almacenada en la base de datos debe estar protegida contra accesos no autorizados, destrucción o alteración con fines indebidos y contra la introducción accidental de inconsistencias. La administración de base de datos debe tener mucho cuidado al conceder autorización a los usuarios, con el fin de reducir la probabilidad de acceso o daño del sistema de mantenimiento.

El primer nivel es la seguridad física, únicamente personal autorizado y con conocimiento del contenido de la base de datos puede ingresar a los sitios en los que se encuentra el subsistema de mantenimiento.

El segundo nivel es el sistema operativo [6]. Aunque el DBMS esté bien protegido, si no se protege en forma adecuada el acceso por sistema operativo y red al nodo de mantenimiento, es posible el acceso y la alteración del funcionamiento de la base de datos. Dado que el sistema de base de datos permite el acceso remoto a través de terminales o redes, la seguridad de nivel de software dentro del sistema operativo es tan importante como la seguridad física.

El tercer nivel es la seguridad a nivel de DBMS. En este nivel existen diferentes partes del sistema a las que un usuario tiene acceso. Como usuario, puede manejar diferentes conjuntos de datos dentro del DE, o únicamente una parte restringida de los mismos; también puede ver los datos sin la posibilidad de alterarlos. Como administrador, el personal tiene acceso al sistema Oracle y al SQL.

El DBMS es una de las aplicaciones en las que se requiere dedicar un esfuerzo considerable a la conservación de la seguridad en todos los niveles y la integridad de la base de datos. Finalmente, con el objeto de preservar la seguridad de la información, se requiere obtener periódicamente respaldos en cinta del contenido del subsistema de mantenimiento. Estos respaldos pueden ser de dos tipos:

- Total, que incluye realizar el respaldo de todo el subsistema, incluyendo además de la base de datos, el sistema operativo residente y demás información de mantenimiento.
- De la base de datos, únicamente.

En el CENACE se realiza el primer tipo de respaldo mensualmente y el segundo, en forma semanal.

## 4.3 Consistencia de datos

### 4.3.1 Bloqueos

DE contiene diferentes tipos de bloqueos ante ingreso y alteración de información. Tan pronto como el usuario ingresa datos que afectan el contenido de la base de datos, DE ingresa a un modo de "open transaction"; una transacción puede ser

aceptada o rechazada. DE bloquea la apertura de transacciones, mientras otra está abierta.

La consistencia de datos se realiza al categorizar los errores en el ingreso de los mismos en cuatro niveles de mensajes: información, alerta, error y error severo. Cuando DE detecta un error severo en el ingreso de datos, bloquea el proceso de generación de la base de datos.

DE realiza los siguientes chequeos de consistencia antes de aceptar una transacción.

- Tipo del dato ingresado: entero, real, caracter, etc.
- Rango: límite superior e inferior de valores discretos.
- Unicidad: ciertos valores, como los identificadores y los nombres, deben ser únicos.
- Presencia: existen campos que deben necesariamente ser llenados con un valor.
- Atributos mutuamente excluyentes: cuando se requiere del ingreso de únicamente un campo entre varios.
- Relaciones entre atributos: existen campos que deben ser llenados en dependencia de la existencia de otros.
- Referencias a otros objetos o registros: en algunos casos, ciertos objetos de la base de datos deben estar enlazados a otros. Estas referencias se chequean cuando se realizan cambios o borrado.
- Modificaciones: chequeo de cambios en objetos que han sido referidos a otros. Primeramente se debe des-asignar las referencias.
- Bloqueo de borrado: el borrado de objetos que se encuentran referidos es bloqueado directamente por el software.

Si bien es posible ingresar datos erróneos a la base de datos, estos chequeos aseguran su consistencia y garantizan su integridad durante el ingreso de los datos. Otro conjunto de bloqueos y verificaciones se realizan durante el proceso de generación.

### 4.3.2 Módulos de Verificación de Datos

Durante el proceso de generación incremental de la base de datos, se invoca a seis procedimientos para expandir la MDB a la RDB. Todos estos procedimientos generan archivos de registro (logs) que deben ser analizados antes de pasar al siguiente procedimiento. Cada procedimiento realiza diferentes verificaciones que aseguran el adecuado funcionamiento del conjunto de datos que va a poblar la RDB.

- Prueba de Razonabilidad-Consistencia: Procedimiento que verifica la conexión topológica de los elementos del modelo y la presencia de process values para potencia activa y reactiva. Los objetos que violan los criterios del procedimiento se imprimen en el archivo de registro. Si este es el caso, es necesario corregir los errores puesto que el proseguir con el proceso implicaría inconsistencias que afecta-



rían directamente las funciones de aplicación. Una vez corregidos los errores, se invoca de nuevo al procedimiento.

- Pruebas de Consistencia Adicionales. Verifica que los elementos descritos como adquiridos del proceso en el modelo, se hallan conectado a los canales y tarjetas de hardware correspondientes. También se verifica que los atributos de los objetos del sistema y de sus elementos tipo sean consistentes.
- Expansión Incremental: Realiza la expansión del conjunto de datos mediante un conjunto de procesos. Estos procesos abren los diferentes archivos de entrada de datos del DE y modifican los archivos de salida de acuerdo a las transacciones realizadas. Cuando los archivos contienen inconsistencias, o no pueden ser abiertos, se produce un error severo y el proceso es abortado. En el archivo de registro se imprimen este tipo de errores y la verificación de los atributos y referencias a los diferentes objetos de la base de datos.
- Copia de Datos al Computador Destino: Este proceso copia los datos desde el subsistema de mantenimiento hasta el computador principal standby, que almacena temporalmente la información. En el archivo de registro se almacenan los resultados de este proceso y se verifica la transferencia adecuada de los archivos.
- Control de la Población de Datos: Es un procedimiento que se realiza en el computador principal standby y que verifica la consistencia del procedimiento de generación, mediante el manejo de ciertos archivos de control que contienen información sobre la última generación de datos aprobada. De esta manera se asegura que las bases de datos de los computadores principales serán consistentes. De igual forma, el procedimiento genera un archivo en el que se almacenan los resultados del mismo. Si han existido inconsistencias en los archivos de control, el procedimiento finaliza con errores. Si la verificación es exitosa, el proceso sugiere correr el último procedimiento de generación.
- Fin de la Población de Datos: Es un procedimiento que verifica que los parámetros eléctricos del modelo cumplen ciertos estándares, entre los que se encuentran las relaciones de reactancias, resistencias y admitancias, en líneas de transmisión, transformadores, compensadores, etc. También se verifican los parámetros de la modelación de las áreas de red y su interconexión. Estos parámetros son importantes, pues aseguran la convergencia de los algoritmos utilizados por las funciones de aplicación.

Una vez concluido el proceso de generación, se traslada la nueva base de datos al computador en línea y se verifica su funcionalidad.

#### 4.3.3 Seguridad de los Datos en Línea.

La información del modelo del sistema puede ser alterada también en la RDB. Ciertos parámetros pueden ser alterados en línea, desde los despliegues presentados en las estaciones de

trabajo; otros pueden ser alterados mediante utilitarios de mantenimiento de la base de datos de tiempo real. Normalmente el mantenimiento de la RDB es eventual y peligroso, pues no tiene los controles que tiene la base de datos fuera de línea; en caso de error, afectaría inmediatamente a los procesos que corren en tiempo real. Únicamente personal especializado tiene acceso al mantenimiento de la base de datos de tiempo real.

Por otro lado, el ingreso de datos a través de las estaciones de trabajo, se controla mediante el concepto de áreas de autoridad. El personal encargado del control de diferentes partes del sistema, tiene acceso exclusivo a la intervención sobre los datos de los subsistemas que controla: generación, transmisión 230, mantenimiento, etc. De esta manera se asigna una responsabilidad sobre los elementos que el personal controla y se asegura la integridad de la base de datos de tiempo real.

#### 4.3.4 Documentación

Dentro de las actividades de mantenimiento de bases de datos, juega un papel importante la documentación, tanto de los procedimientos seguidos para actualizar la base de datos, como de los eventos o anomalías que pueden presentarse durante su ejecución. En la documentación se incluye el registro de las continuas actualizaciones que se realizan, lo que permite realizar un seguimiento completo del proceso de mantenimiento de la base de datos.

### 5. Conclusión

Una de las actividades más importantes y delicadas dentro del CENACE es la administración de la base de datos, que contiene toda la información sobre el modelo y el funcionamiento del sistema de potencia y control.

Tanto la operación del SNI en tiempo real, como los estudios eléctricos de soporte dependen en gran medida de adecuados procedimientos de administración de bases de datos, los cuales deben garantizar la integridad, seguridad y calidad de la información que contiene.

#### Referencias

1. ABB, Data Engineering, Vasteras - Sweden, 1990.
2. ABB, Picture Editor-User's Guide, Sweden, 1990.
3. ABB, Data Engineering, Structure Maintenance, 1990.
4. ABB, FINAL test procedures, test case, Updating and Operation of the System., 1994.
5. Cegrell T., Power System Control Technology, Prentice-Hall, 1985.
6. Deitel H, An Introduction to Operating Systems, Addison-Westley, 1984.
7. Flores I., Data Structure and Management, Prentice-Hall Inc 1984.
8. Helman P., Veroff R., Intermediate Problem Solving and Data Structures, 1988.

9. IBM, Managing the Data Processing, IBM Pub., 1990.
10. Korth H., Silberschatz A., Fundamentos de Bases de Datos, 2da Edición, McGraw-Hill, 1991.
11. Medina J., Sistema Básico de Adquisición y Manejo de la Información para la Operación del Sistema Nacional Interconectado, JIEE, Vol. 14, 1993.
12. Parsaye K., Chignell M., Khoshafian S., Wong H., Intelligent Databases. John Willey & Sons, Inc., 1989.
13. Rubin R., Getting it out of the Database, April 1993.
14. Russel M., Handling Special Information in a Relational Database, March 1993.
15. Senn J., Análisis y Diseño de Sistemas de Información, McGraw-Hill, 1992.
16. Stevens A., C Database Development, MIS Inc., 1987.

## Biografías

Gonzalo Uquillas V. Nació en Loja-Ecuador, en Mayo de 1955. Ingeniero Eléctrico, Escuela Politécnica Nacional Master en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Idaho- EEUU, 1982. Ha realizado varios cursos sobre Centros de Control en Suecia y ha participado en el desarrollo, puesta en servicio y pruebas del CENACE. En la actualidad desempeña la Jefatura de Equipos y Programas del CENACE, en la Dirección de Operación del SNI-INECEL.

Santiago Grijalva S. Nació en Quito-Ecuador, en Nov-70. Obtuvo el bachillerato en el colegio Benalcázar en Ago-88. Alcanzó el título de Ingeniero Eléctrico en la Escuela Politécnica Nacional en Sep-94. Ha realizado diversos cursos sobre energía, ingeniería de sistemas y administración. Sus áreas de interés son el manejo de energía y la operación de sistemas eléctricos. Actualmente labora en el Departamento de Programas, en el CENACE-INECEL.