

Entorno basado en tecnologías Web para el manejo de la información técnica en Centrales Térmicas

S. Fraga^{*}, D. Castro^{*}, J. Presedo^{*}, A. Bugarín^{*}, M. Mucientes^{*}, S. Barro^{*}, F. Seoane⁺, T. Lucas⁺⁺

^{*} Universidade de Santiago de Compostela
Depto. Electrónica e Computación
Campus Sur, 15706 Spain
email: {santi, daniel, suso, alberto, manuel, senen}@dec.usc.es

⁺ Universidade de Santiago de Compostela
Depto. de Ingeniería Química
Campus Sur, 15706 Spain
email: dpsigit@endesa.es

⁺⁺ ENDESA-As Pontes
Sección Química y de Medio Ambiente
email: mlucas@endesa.es

Resumen

En el presente trabajo se describe un entorno, SIGIT (Sistema Integral de Gestión de Información Técnica), diseñado para su operación en centrales térmicas. SIGIT es un entorno de instrumentación distribuida y de acceso ubicuo a la información, desarrollado mediante tecnologías de la información y de las comunicaciones de tipo estándar. Aunque se hará una descripción general de SIGIT, en este trabajo nos centraremos fundamentalmente en aspectos relativos a la base de datos en la que se integra la información de interés procedente de los distintos sistemas de la central y en los módulos de adquisición de dicha información.

Palabras clave: Aplicaciones industriales, computación distribuida, bases de datos, tecnología Web.

1. Introducción

Una central térmica es un claro ejemplo de entorno con un elevado grado de tecnificación, donde existen numerosos procesos que es preciso **supervisar** y/o **controlar** tanto manual como automáticamente. El control de estos procesos se realiza habitualmente mediante la observación y el análisis de determinadas señales de interés que permiten al personal técnico hacerse una idea del estado del proceso y tomar las acciones oportunas para corregir cualquier disfunción. Normalmente este personal se vale de la utilización de sistemas de instrumentación que miden las señales y muestran sus valores, bien sea de forma gráfica (históricos de valores más o menos recientes de las mismas) o puntual (valores actuales de las variables). En ocasiones se utilizan sistemas de **instrumentación avanzada**, que no se limitan a la mera adquisición y presentación de datos, sino que realizan un análisis de alto nivel de los mismos, aportando al usuario información más elaborada y, por tanto, de mayor utilidad para la toma de decisiones.

Con SIGIT (Sistema Integral de Gestión de Información Técnica) se persigue integrar en un único diseño algunos sistemas de instrumentación de la central, de modo que la información que actualmente sólo es accesible a través de los propios sistemas de instrumentación, lo sea desde cualquier punto de la central y tanto en tiempo real como en diferido (una funcionalidad similar la posee Plant Information, desarrollado por OSI Software [5]). Como interfaz para el acceso a la información presente en la base de datos se plantea utilizar un mecanismo simple y de uso creciente hoy en día en diversos ámbitos (tanto Internet como las Intranet corporativas son buenos ejemplos de ello): el **navegador Web**. Mediante esta herramienta se presentará a cada usuario aquella información que resulte relevante para él, y de la forma más conveniente (bien sea mediante gráficos, texto, valores numéricos, informes, ...). La información recogida en la base de datos es muy heterogénea (datos originales de medición directa, datos derivados, acciones y alarmas producidas en la central, datos de evaluación de rendimientos, ...), lo que permitirá a un amplio rango de usuarios servirse de ella según sus necesidades específicas, pudiendo obtener una visión más de conjunto del funcionamiento de la central, sin verse obligados a la supervisión directa de los distintos sistemas integrados.

2. Componentes de SIGIT

En la figura 1 se puede ver el esquema general de SIGIT, cuyos elementos más relevantes iremos describiendo seguidamente, haciendo referencia a la implementación real en la central térmica de ENDESA-As Pontes.

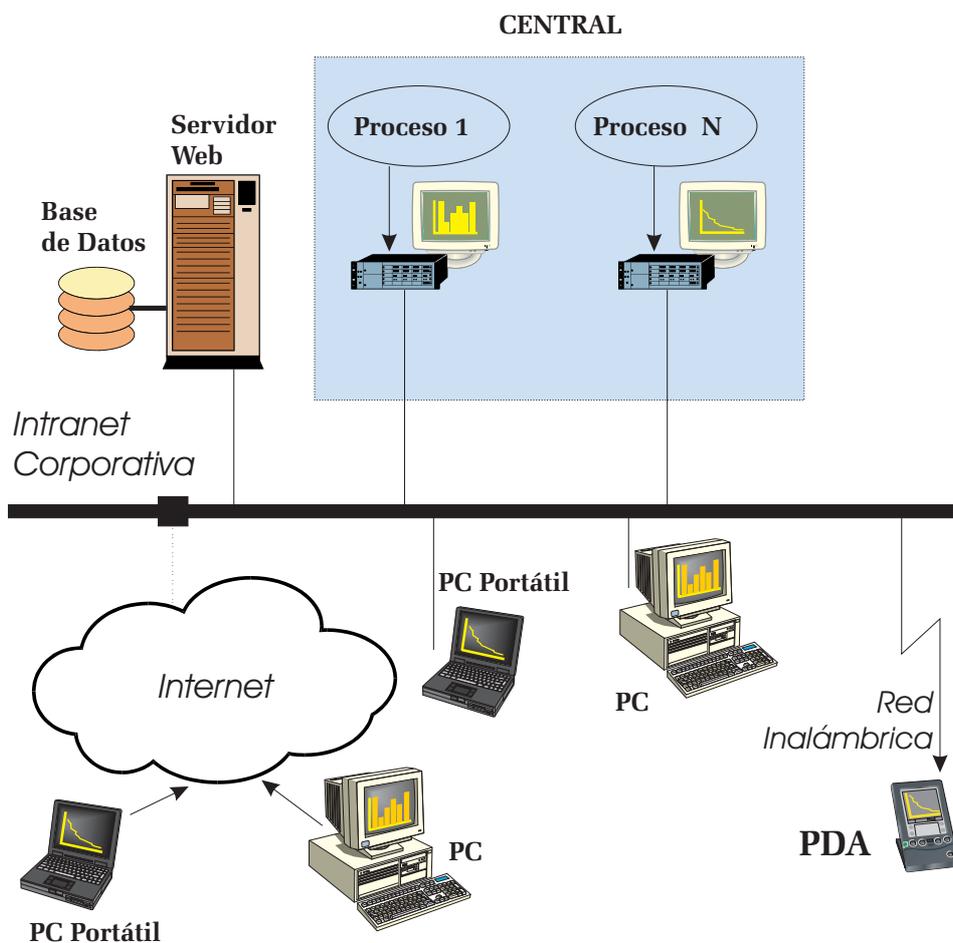


Figura 1: Esquema del sistema de acceso, almacenamiento, tratamiento y presentación de la información técnica.

2.1. Base de datos

La base de datos es el elemento central de SIGIT. Aglutina la información procedente de los distintos sistemas, para que pueda ser consultada por un conjunto de usuarios y, adicionalmente, permite el flujo de información entre los propios sistemas. De esta forma se mejoran las capacidades de los mismos al poder acceder éstos de una manera unificada a una serie de datos de los que no disponían previamente, evitando las conexiones directas entre si. La base de datos puede actuar también, en algunos casos, como generador de información, al realizar por si misma y de manera interna operaciones de transformación sobre sus contenidos.

Los tipos básicos de información recogidos en la base de datos son los siguientes:

- ❑ **Variables primitivas:** las que se obtienen por medición directa sobre los distintos procesos que se desarrollan en la central.
- ❑ **Variables generadas:** las que se obtienen mediante operaciones de transformación que ligan a dos o más variables primitivas. Pueden ser obtenidas de los sistemas de la central o generadas por la propia base de datos.
- ❑ **Variables accesorias:** variables adicionales (ej.: coste de productos), introducidas manualmente por algún usuario, y que combinadas con variables primitivas o generadas dan lugar a las variables de evaluación.
- ❑ **Variables de evaluación:** permiten hacer un seguimiento, tanto de control como económico, de la marcha de los procesos de la central.
- ❑ **Acciones y alarmas:** recogen eventos de interés para el control de la central.
- ❑ **Cálculos estadísticos y de resumen:** tales como medias, máximos, mínimos, valores acumulados, etc.

Las condiciones bajo las que va a tener que operar la base de datos son bastante exigentes. Continuamente se estarán insertando datos correspondientes a un gran número de variables (varios miles, en general con una frecuencia de volcado de 1 minuto), a la vez que se tienen que atender en tiempo real las peticiones de información tanto de los usuarios como de los sistemas, realizar operaciones sobre los datos introducidos (cálculo de medias, variables generadas, ...) y también las tareas propias del mantenimiento de la base de datos debido a su alto ritmo de crecimiento (copias de seguridad, ...). Por ello resulta necesario obtener un diseño de la base de datos que permita tanto un manejo eficiente de la información como una fácil escalabilidad y modificación posterior.

A continuación detallamos los principales criterios que se han seguido para la realización del diseño de la base de datos [1, 2]:

- ❑ En primer lugar, se ha tratado de hacer un diseño cuya estructura, tanto de las tablas como de las relaciones entre las mismas, sea independiente de cualquier modificación posterior que pueda ser introducida en la central: integración de nuevos sistemas, eliminación e incorporación de variables, realización de nuevos cálculos, etc. Tales modificaciones únicamente deben afectar a la información contenida en la base de datos, no a su estructura. Esto ha llevado a que cualquier tipo de dato a integrar en la base de datos tendrá como mínimo asociado dos tablas: una en la que se recoge la definición del dato en sí y otra en la que son guardados sus datos históricos.
- ❑ Tratar de manera diferenciada todos los tipos de datos que se emplean en la central. De la misma manera es tratado por separado cualquier cálculo estadístico o de resumen. Esto permite manejar los datos históricos de manera independiente, tanto en el nivel lógico como en el nivel físico, con la consiguiente simplificación de las

tareas de administración de la base de datos, permitiendo además la fácil distribución de los datos en diferentes localizaciones físicas, lo que incrementará la eficiencia en el acceso a la información.

- ❑ Recoger dentro de la base de datos no sólo los datos en sí, sino también toda la información que sea necesaria para su adquisición y representación, de manera que tanto los puestos cliente que van a consultar los datos como los distintos módulos que se encarguen de realizar la adquisición puedan ser configurados a partir de la base de datos.
- ❑ Tener en cuenta de manera explícita la evolución de los distintos modos de operación de la central, y de esa manera hacer posible la modificación dinámica de las tareas de adquisición en función de los cambios de situación.

De esta manera se ha obtenido un diseño con un alto grado de independencia respecto de las características particulares de una central: abierto, ya que permite de una manera sencilla la incorporación de nuevos sistemas y variables; y que incluye además la información necesaria para establecer dinámicamente la configuración de la adquisición y representación de los datos.

Como ejemplo se muestran en la figura 2 las tablas asociadas a las variables primitivas junto con las relaciones establecidas. En la tabla VARIABLES PRIMITIVAS se recoge la información básica acerca de este tipo de variables; en PARÁMETROS VPRIMITIVAS los parámetros que regulan tanto la adquisición como la representación de la variable en función de las distintas situaciones por las que puede atravesar la central; en CÁLCULOS VPRIMITIVAS se recogen la definición de los cálculos estadísticos y de resumen sobre estas variables y que pueden ser realizados por la base de datos u obtenidos de un sistema externo o incluso un usuario; en RANGOS VARIABLES y PARTICIONES están las particiones que se realizan sobre el rango de valores de algunas variables y en función de los cuales son elaborados algunos cálculos; por último, en el resto de las tablas son almacenados distintos tipos de datos históricos correspondientes a las tablas previamente comentadas: en HISTORIA VPRIMITIVAS los datos medidos directamente en la central, en HISTORIA PAR. VPRIM. se recoge la evolución temporal de los parámetros de adquisición y representación, y finalmente en HISTORIA CÁL. VPRIM. los datos históricos de los cálculos de resumen realizados sobre las variables primitivas.

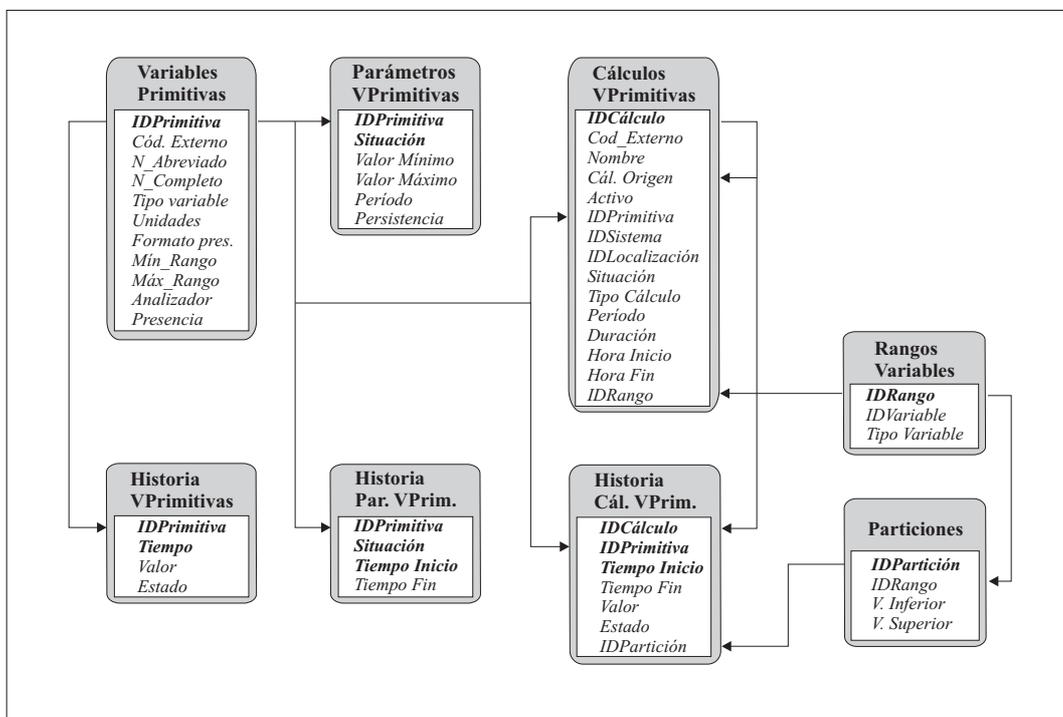


Figura 2: Tablas asociadas a las variables primitivas en la base de datos de SIGIT.

2.2. Sistemas a integrar

Debido al carácter abierto de SIGIT los sistemas que se integran dentro del mismo, en un número indeterminado, pueden presentar un carácter de lo más heterogéneo: desde equipos de instrumentación hasta aplicaciones tales como sistemas expertos, aplicaciones gráficas para control en tiempo real, aplicaciones de evaluación de rendimientos, etc., pudiendo además tratarse de sistemas implantados sobre plataformas y sistemas operativos muy dispares.

A título de ejemplo los sistemas que forman parte de la implementación de SIGIT en realización para la central térmica de ENDESA-As Pontes son los siguientes:

- ❑ SECCAV [3]: Sistema Experto de Control del Ciclo Agua Vapor; controla la calidad del agua en el ciclo agua-vapor, dando como resultado una serie de acciones y alarmas de control ante la detección de situaciones anómalas.
- ❑ Sistema de Supervisión: recoge un elevado conjunto de variables (unas 8.000) obtenidas en los distintos grupos de la central; con un subconjunto de las mismas se realiza la evaluación de rendimientos.
- ❑ PTAA: se trata de una aplicación gráfica para la monitorización de la Planta de Tratamiento de Agua de Aportación, mostrando el funcionamiento en tiempo real de las distintas partes de la Planta, tales como bombas, válvulas, etc. Genera alarmas ante situaciones anormales.
- ❑ LIMS [4]: Sistema de Gestión de Información en Laboratorios, gestiona de manera integral todas las operaciones realizadas en el laboratorio de análisis químico de la central.

2.3. Módulo de adquisición

Los datos generados por los distintos sistemas de la central utilizados por SIGIT, deben ser volcados de forma directa sobre la base de datos en tiempo real. Al mismo tiempo, podría ser necesario también que los diferentes sistemas compartiesen información entre ellos. Para cubrir estas necesidades y a la vez lograr que esta transferencia de información no interfiera con el funcionamiento normal de los propios sistemas, se ha optado por la creación de un Módulo de Adquisición de Datos (MAD) que sirve de puente entre éstos y la base de datos.

Se trata de un módulo independiente que normalmente se ejecuta localmente a cada sistema. Su diseño permite, por un lado, una fácil adaptación a los distintos sistemas, y por otro, la posibilidad de reconfiguración dinámica ante determinados cambios ocurridos en la base de datos, tales como modificaciones en la definición de variables, incorporación de nuevos sistemas, variaciones en el modo de operación de la central, etc. Asimismo, el MAD también se encargará de gestionar los posibles errores en los fallos de conexión entre los sistemas y la base de datos, permitiendo la recuperación correcta de los datos en cuanto se hayan solucionado los problemas.

El MAD está compuesto por tres submódulos que llevan a cabo sus tareas de manera independiente. El primero de ellos (submódulo Principal) inicia y coordina la operación de los dos restantes (submódulo Base de Datos y submódulo Sistema) encargados de la interacción con la base de datos y el sistema local respectivamente.

El submódulo Base de Datos por una parte debe recuperar de la base de datos toda la información necesaria para el funcionamiento del módulo (códigos de identificación de variables, frecuencia de adquisición,...) y por otra se ocupa posteriormente de enviar los datos proporcionados por el sistema local a la base de datos. El submódulo Sistema recupera los datos históricos del sistema correspondiente, basándose en la información proporcionada por el módulo Base de Datos. Las funciones desarrolladas por este submódulo dependen del método de almacenamiento o de comunicación empleado en el sistema local para sus datos históricos.

Esta división en submódulos permite adaptar fácilmente las tareas de adquisición a distintos tipos de bases de datos (Oracle, SQLServer, ...) así como a diferentes formas de recuperación de datos históricos en los sistemas (lectura de una base de datos local, captura directamente de la red, etc.). Únicamente sería necesario reemplazar el módulo correspondiente, pudiéndose elegir el adecuado de entre un conjunto de ellos dispuestos como librerías software.

En la figura 3 se describe la estructura de uno de los MAD diseñados para la implantación de SIGIT en la central de ENDESA-As Pontes. En concreto, se trata del MAD que sirve de intermediario entre la base de datos central (desarrollada en Oracle) y el sistema SECCAV (que cuenta con una base de datos local de históricos desarrollada en Microsoft ACCESS). La comunicación que se establece entre el MAD y ambas bases de datos utiliza el estándar ODBC y se realiza a través de los módulos correspondientes.

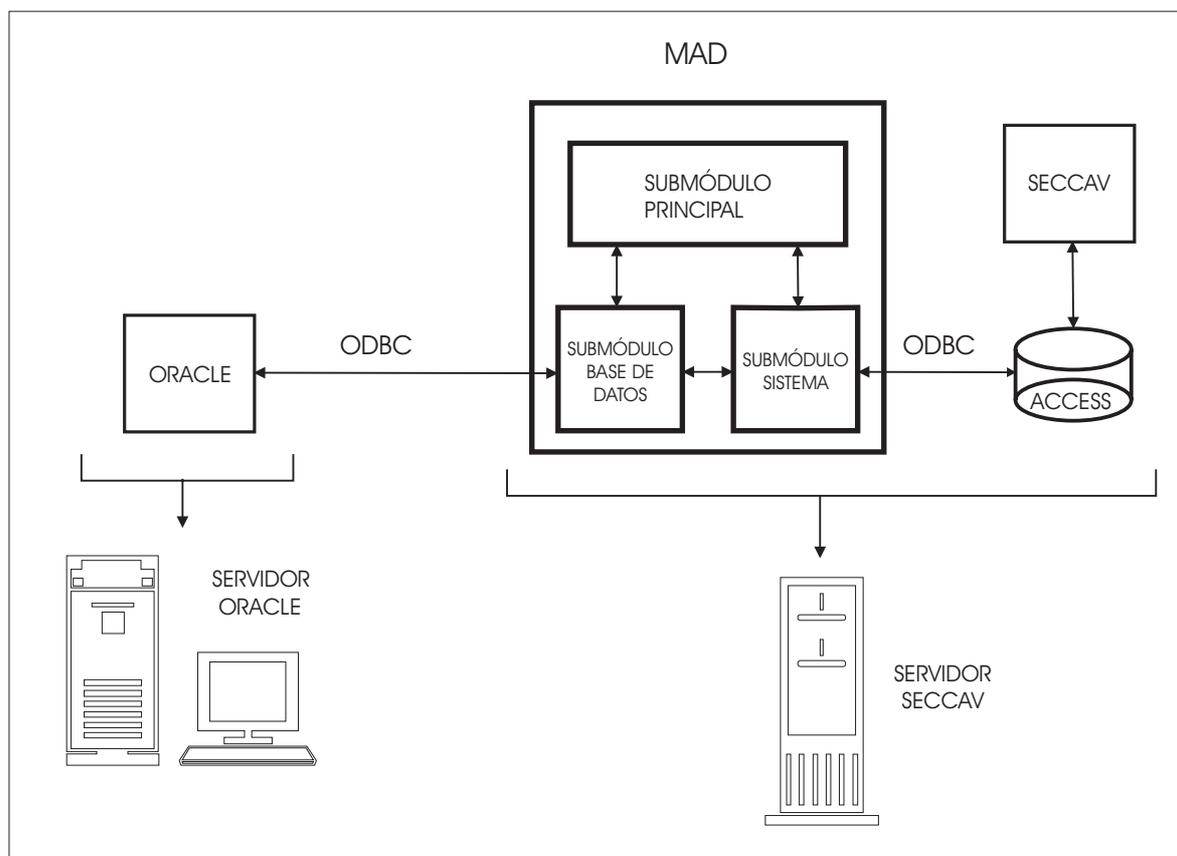


Figura 3: Diagrama de bloques del Módulo de Adquisición de Datos (MAD) adaptado al sistema SECCAV en la central de ENDESA-As Pontes.

2.4. Interfaces de usuario

Como ya se ha indicado, el acceso por parte de los usuarios a los contenidos de la base de datos se realiza a través de un navegador Web. El acceso a la información se basa en crear diferentes perfiles de usuario: una vez que un usuario se identifica ante el sistema, éste podrá acceder a la información a la que esté autorizado (por ejemplo, si se trata de un operario de planta, valores actuales y gráficas de evolución; para un jefe de sección informes periódicos de funcionamiento; si se trata de un jefe de planta, parámetros de rendimiento, ...). Con el proceso de identificación se garantiza, además, la seguridad y confidencialidad de la información almacenada.

La utilización de una herramienta multiplataforma, como el navegador Web, permite el acceso desde cualquier punto de la central, bien sea a través de cualquiera de los ordenadores incluidos en la red de la central, bien a través de ordenadores portátiles que se conecten a la misma e incluso mediante equipos de bolsillo (Asistentes Digitales Personales -PDA- con capacidades de comunicación inalámbrica, ...) que un determinado usuario lleve consigo y que, por ejemplo, le permitan visualizar cualquier proceso en que se produzca alguna situación que requiera atención inmediata.

Igualmente, el acceso podrá realizarse de forma idéntica desde el exterior de la central a través de líneas dedicadas o utilizando Internet, con lo cual la ubicuidad de la información en relación al usuario puede ser máxima.

Las principales funcionalidades que se requieren al interfaz de usuario son las siguientes:

- Permitir la presentación de la información de la base de datos de diferentes maneras: visualización de gráficos en tiempo real y diferido, presentación de alarmas en tiempo real, elaboración de informes, ...
- Permitir la introducción manual de datos que no puedan ser adquiridos de manera automática.
- Los distintos usuarios podrán configurarlo, adaptándolo a sus necesidades y preferencias, de forma que la información que se les presente sea la más adecuada en cada momento para el desarrollo de sus funciones.
- Permitir la modificación de la base de datos para incorporar o eliminar variables, añadir nuevos sistemas, definir informes de elaboración automática, agregar nuevos usuarios, cambiar permisos de acceso, etc; operaciones que en general llevarán a una reconfiguración de las tareas de adquisición y representación de manera automática.

3. Conclusiones

La ventaja principal que aporta SIGIT a la central térmica es el hecho de disponer de toda la información técnica de interés centralizada en un mismo soporte, lo que permite un análisis global de la misma que no era posible hasta el momento. De esta forma, unos sistemas pueden beneficiarse y mejorar su funcionamiento y/o rendimiento al poder disponer de la información procedente de otros y viceversa. Igualmente, la consideración conjunta de todos los sistemas permitirá generar nuevas sinergias, de modo que, por ejemplo, sea posible generar nuevos parámetros de información relevante que consideren simultáneamente varios sistemas, o bien elaborar informes del estado global del proceso de producción. Por su parte, otros usuarios del sistema se beneficiarían de las capacidades de acceso y visualización remota de los sistemas incorporados a SIGIT, y de la consideración simultánea de sus variables.

4. Agradecimientos

Este trabajo ha sido cofinanciado con fondos FEDER (CICYT+UE) a través del proyecto 1FD97-0183 y fondos del CIEMAT a través del proyecto PIE 131.123, en el que participan también el Departamento de Ingeniería Química (USC), Centro de Supercomputación de Galicia (CESGA), Sección Química y de Medio Ambiente de ENDESA-As Pontes, ENDESA-Compostilla e INERCO S.A.

Referencias

- [1] G. W. Hansen, J. V. Hansen. *Diseño y Administración de Bases de Datos*. Editorial Prentice Hall 1997.
- [2] A. de Miguel, M. Piattini. *Concepción y Diseño de Bases de Datos*. Editorial Ra-Ma 1993.
- [3] J. Saá. *Gestión de la Química del Agua en Centrales Térmicas*. Tesis doctoral, Universidade de Santiago de Compostela, Diciembre 1995.
- [4] *Nautilus*, <http://www.labsystems.com>.
- [5] *OSI Software*, <http://www.osisoft.com/>.