

LOS ORDENADORES EN EL PROYECTO DE CENTRALES NUCLEARES

Jesús FIERRO BARDAJI

INTRODUCCION

Cuando se analizan los campos y modos de utilización de los ordenadores en el proyecto de centrales nucleares se pueden adoptar dos posturas antagónicas: Una, orientada a la búsqueda de la solución ideal, describiría cómo organizar la información del proyecto y de sus actividades eligiendo los mejores sistemas y desarrollando los paquetes de aplicación óptimos. Otra, más realista, partiría del mejor aprovechamiento posible del material accesible a la organización (equipos y programas), tratando de transformarlos del modo más adecuado para satisfacer las necesidades existentes.

No suele suceder que se planee una informatización a partir de la nada, con un equipo humano adiestrado variada y suficientemente, un presupuesto ilimitado y sin presiones de plazo, que permitan desarrollar todas las aplicaciones de modo óptimo y ponerlas en marcha simultáneamente. Siempre se trabajará sujeto a limitaciones que incluyen equipos existentes, y no siempre óptimos, que es preciso mantener en servicio, programas antiguos, aunque posiblemente eficaces, de costosa reposición y personal limitado. Por ello, más que la solución óptima, hay que optar por soluciones buenas, y posibles, dentro de un esquema de prioridades.

Entre las actividades que componen un Proyecto nuclear, se pueden identificar cuatro grupos de aplicaciones informáticas:

- Los cálculos técnicos de los edificios, sistemas y componentes.
- Las aplicaciones requeridas por la gestión del proyecto.
- El diseño asistido con ordenador (CAD).
- Las aplicaciones orientadas a la integración de actividades.

Unas y otras presentan características y tienen requisitos peculiares que conviene analizar separadamente.

CALCULOS TECNICOS

Los programas que resuelven estos cálculos son los de origen más antiguo de entre los utilizados actualmente. De alguna manera, esa antigüedad condiciona su estilo y tipo de utilización. Generalmente, son programas que resuelven problemas complejos, no interrelacionados con otros del proyecto y, por lo mismo, identificables por su nombre, versión, manuales, capacidades operativas, sistema, etc.

Pertenecen a este grupo los programas de análisis estructural o de sistemas de tuberías, de cálculos de dosis, de recorrido de cables, etc. Suelen tener entrada de datos secuencial, como salida dan listados de formato tabular, y se ejecutan por lotes (*batch*). Su interactividad es escasa, salvo en la entrada de datos ayudada, a veces, por funciones de edición.

Generalmente, estos programas suponen un avance tecnológico limitado. Dentro de la cadena de actividades que forman un proyecto, sustituyen una actividad manual por otra informatizada. Esto mejora la precisión y la rapidez de la actividad, reduce el coste, y amplía el rango de aplicabilidad del cálculo y el número de profesionales capaces de realizarlo, pero no altera conceptualmente el producto.

Es importante no pasar por alto la evolución a la que, generalmente, están sujetos muchos programas básicamente técnicos. Esta evolución está ocasionada por los cambios en la normativa aplicable (aunque algunos programas son independientes de ella), por la evolución del *hardware* y de los sistemas operativos y por el progreso general de la técnica que amplía la exigencia de capacidades de proceso. Sin embargo, los programas tienden a mantener su personalidad inicial y, por lo mismo, a crear usuarios adictos. El impacto de esa evolución en el adiestramiento de los usuarios es bajo.

La evolución de los programas, junto con la larga duración de los proyectos nucleares, hacen que, a lo largo de un proyecto, coexistan varias versiones del mismo programa que se han ido utilizando a medida que iban estando disponibles nuevas mejoras o, contrariamente, se siga utilizando una versión ya antigua para mantener la coherencia de la normativa utilizada a lo largo de todo el proyecto. Esta circunstancia obliga a llevar un minucioso control de las versiones utilizadas en cada uno de los cálculos del Proyecto y de su documentación asociada.

Algunos programas se utilizan tantas veces en un proyecto que se suscita un problema complementario de seguimiento y control de los trabajos ya ejecutados, de su estado de actualización o revisión, validez preliminar o final, influencia de los cambios en los datos, etc.

Los programas relativos a cálculos técnicos están ya realizados para la gran mayoría de las aplicaciones, lo que hace que estén fácilmente disponibles en el mercado informático.



Jesús FIERRO BARDAJI es Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos por la ETSICCP de Madrid (1964), donde se doctoró en 1967 y es miembro de la SNE desde su fundación. Trabajó en Hidroeléctrica Española y Esboga antes de ingresar en Gibbs & Hill Española en 1968, donde continúa. Integrado en la organización de Empresarios Agrupados desde sus comienzos ha sido Jefe de los Departamentos Civil y de Informática y actualmente ocupa una de las Direcciones Técnicas. Ha sido profesor de Resistencia de Materiales, Elasticidad y Plasticidad en la ETSICCP de Madrid y actualmente dirige los cursos de Tecnología Nuclear del ICAI.

GESTION DEL PROYECTO

Estos programas han sufrido una enorme evolución en los últimos años. De ser meros listados de documentos a auténticos Sistemas de Información del Proyecto (SIP).

Desde el punto de vista del usuario final, el SIP es una herramienta que proporciona información procesada en la que se pueden basar decisiones relacionadas con la gestión.

Característica de los SIP es su dependencia de la organización que los usa. Cuando cambia la organización del usuario es necesario cambiar significativamente la estructura de información del SIP. En cambio no están afectados por normativa alguna salvo, quizá, algún módulo ligado al control económico del proyecto que puede verse influido por la legislación aplicada en aspectos contables o fiscales.

En la actualidad, se aspira a organizar los SIP en forma de sistema de bases de datos capaz de cubrir la totalidad de las actividades de gestión. Aunque esta integración total presenta indudables atractivos estéticos, es oportuno cuestionar su conveniencia en relación con ciertas porciones de información que tienen una interacción infrecuente, o débil, con otras. En este sentido cabe tratar de dos maneras diferentes los datos relacionados con la gestión:

- Los que muestran una interrelación infrecuente o débil se pueden manejar eficazmente mediante ficheros elementales. Las consultas a estos ficheros, sean periódicas, resueltas mediante listados, u ocasionales, resueltas por pantalla interactiva, suelen resolverse mediante procesos diferidos que tienen un consumo moderado de recursos del sistema. Asimismo, las modificaciones de la información, aunque sean frecuentes, se pueden realizar mediante procesos por lotes. Un buen ejemplo de este tipo de aplicacio-

TI CLASIFICACION DE APLICACIONES CAD EN CENTRALES NUCLEARES

2D	No dimensionales	Esquemas de organización Diagramas de bloques Diagramas lógicos Esquemas eléctricos Diagramas de flujo y ordinogramas
	Dimensionales	Planos de planta, alzado y detalle Salida gráfica de procesos informáticos Redes de elementos finitos
3D	Semidimensionales	Croquis isométricos
	Dimensionales	Diseño de planta

nes es la lista de normas aplicables al proyecto.

- Los datos que muestran una fuerte interrelación requieren una estructura de base de datos que, si la interrelación es cambiante, deberá ser relacional. En estos casos pueden no existir consultas periódicas sino ser todas aleatorias, con elevada exigencia de interactividad y actualización continua en tiempo real. Un buen ejemplo de este tipo de aplicaciones es el control de almacenes.

La interrelación entre porciones de información (ficheros) se presta a una implantación gradual, con el fin de aliviar los problemas suscitados durante la etapa de transición. Inicialmente, se podrán crear bases de datos de las que los programas de aplicación tomarán los necesarios funcionando como aplicaciones satélite. A medida que una particular aplicación va tomando importancia, medible por el número de transacciones diarias realizadas, la interrelación debe subir de nivel incorporando información adicional a las bases de datos anteriores. En una fase ulterior se interrelacionarán las aplicaciones entre sí, directamente.

Desde el punto de vista conceptual,

se pueden distinguir tres niveles de integración que se corresponden con etapas de un proceso de integración gradual: la integración a nivel de aplicación, a nivel de proyecto y a nivel corporativo. Estos niveles no son, necesariamente, sucesivos en su iniciación sino que los niveles más altos de integración se pueden planear e iniciar sin esperar a que éste completa la integración en todos los niveles inferiores. Por el contrario cada nivel de integración estará completo sólo si lo están todos los niveles inferiores.

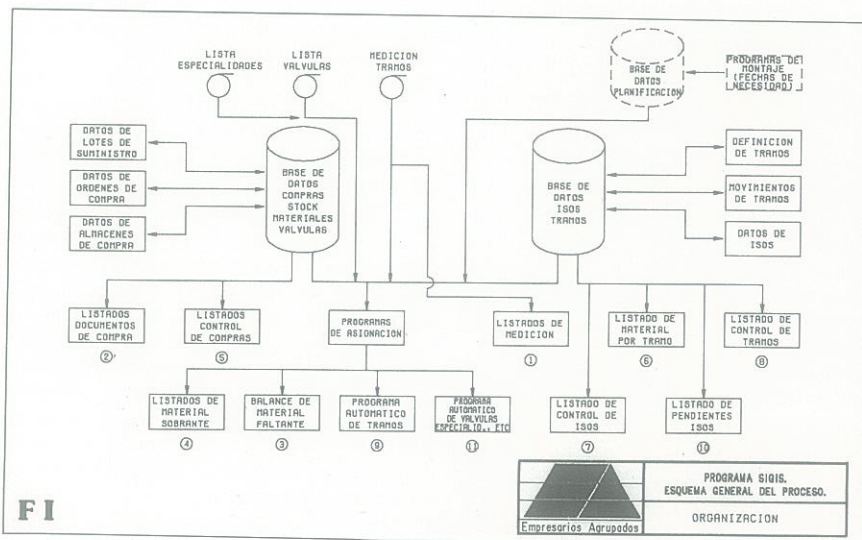
La figura 1 muestra un esquema lógico de integración de bajo nivel para una aplicación de Gestión de Suministros.

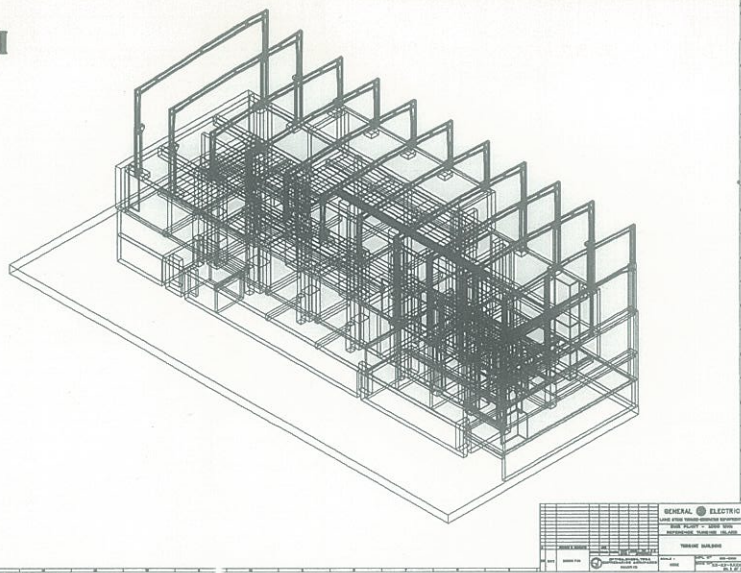
LOS SISTEMAS DE DISEÑO ASISTIDO CON ORDENADOR (CAD)

Con toda certeza, la llegada y la difusión de los sistemas de diseño asistido con ordenador ha sido la innovación más importante, en materia informática, de los años 70. Esta técnica, ya unánimemente apreciada pero aún en rápida evolución, ha abierto unos horizontes insospechados en materia informática. Asociado a estos sistemas se encuentra el control numérico de máquinas herramientas y, como paso más avanzado, la robótica.

Los sistemas CAD nacieron como meros tecnógrafos electrónicos dotados de aptitudes singulares: perfección en el trazado de líneas, manejo de transformaciones geométricas (traslación, giro, simetría, semejanza, transformaciones proyectivas, etc.), inserción de figuras típicas, repetición de partes completas de un dibujo, cálculos ligados a la geometría de las figuras, acotación automática, etcétera.

Aún considerando sólo los aspectos genuinamente gráficos, los sistemas CAD requieren un adiestramiento importante de los operadores. Suele bastar un período de entre uno y tres meses para que conozcan bien las capacidades del sistema y puedan utilizarlas correctamente. Más largo es el aprendizaje necesario para cambiar la mentalidad del





operador que necesita planear sus dibujos de modo que haga intervenir, con la mayor frecuencia posible, las capacidades más avanzadas del sistema (por ejemplo, dibujando la mitad de una figura, obteniendo la otra mitad por simetría y repitiendo, por giros y traslaciones, varias iguales), y para crear la librería de símbolos y partes que son esenciales para lograr una productividad elevada.

Simplificando mucho, se pueden considerar, dentro de la Ingeniería de Centrales Nucleares, los grupos de aplicaciones que se muestran en la tabla I.

El empleo de sistemas CAD elimina el dibujo chapucero, pero no garantiza el dibujo impecable. Su elevado coste hace que, utilizado como mero tecnógrafo electrónico, sea dudosamente rentable, si no claramente ruinoso. Para hacer rentable un sistema CAD hay que sacarle más que el mero dibujo por perfecto que éste sea.

Una de las primeras iniciativas que surgen cuando se analizan planos o croquis es extraer cierta información ligada al dibujo. Puede tratarse de la lista de equipos extraída de un diagrama de flujo, de las coordenadas de los nudos de una red de elementos finitos o del bari-centro de una losa de piso. La figura 2 muestra la representación tridimensional de un edificio de Turbinas tipo BWR.

Este tipo de aplicaciones, llamado a veces maqueta electrónica, permite interfases sencillas con aplicaciones de análisis estructural y de recuento y gestión de materiales tomando parte de los datos del propio modelo y suplementándolos, en cada caso, con otros particulares del propio edificio (por ejemplo: cargas del puente grúa) o del proyecto (características de materiales, espectros de respuesta, etc.).

De este modo, el análisis y las mediciones funcionan como aplicaciones satélites del modelo tridimensional.

Más complicado es establecer la realimentación del modelo (*feedback*) desde las aplicaciones citadas. Este es el caso

de desear modificar, por ejemplo, el espesor de un muro con el fin de reducir su armadura si el cálculo la exige en cuantía que se juzga excesiva. La nueva transmisión del nuevo valor del espesor al modelo no es satisfactoria si no va acompañada de una extensa verificación geométrica, de compatibilidad dimensional, de espacios libres, de alineamiento o excentricidad de directrices, etc. Esto sugiere que aunque ciertas modificaciones se originen en la aplicación satélite, se deben realizar en la base de datos inicial donde se dispone de información y recursos para juzgar su aceptabilidad. Esto confiere al enlace entre ambas aplicaciones un carácter unidireccional que es preciso tener en cuenta.

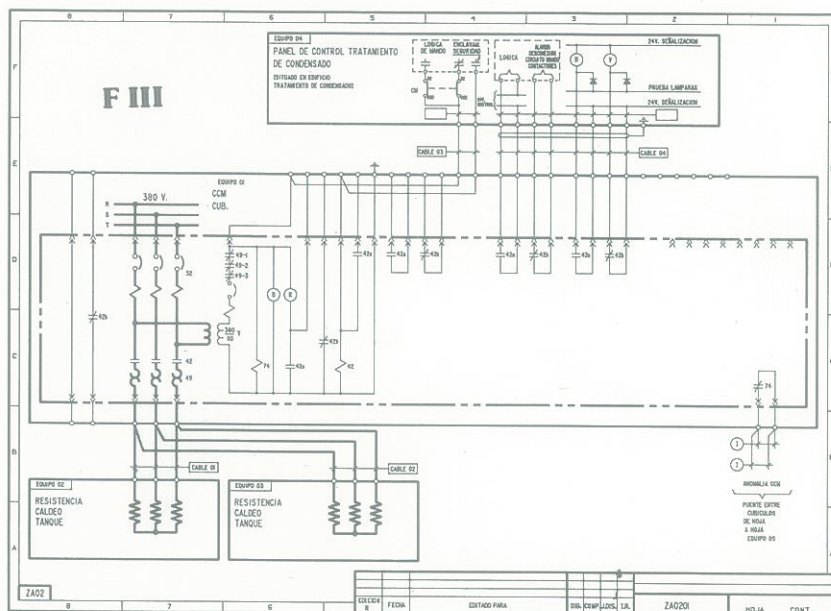
Un segundo paso es tratar de automatizar la elaboración de ciertas partes de los dibujos o esquemas preparando un conjunto de estándares que, convenientemente parametrizados, permitirán realizar una colección de casos concretos por la mera mención del estándar

aplicable más un conjunto limitado de datos. Este tipo de aplicaciones está llamado a proporcionar rendimientos muy elevados (se han descrito aplicaciones con rendimientos de 11 veces los correspondientes a la actividad manual equivalente, aunque estas cifras tan elevadas suscitan sospechas) y marcan una dirección preferente en los desarrollos de aplicaciones CAD.

Un ejemplo de generación automática es el mostrado en la figura 3.

Algunas de estas aplicaciones se realizan procesando los datos de entrada en un ordenador de uso general del que se obtiene la selección de componentes de entre los existentes en catálogos predefinidos. El resultado del proceso es una secuencia de comandos transmitidos por el ordenador principal al sistema CAD. Estos comandos sustituyen a los que el operador del CAD hubiera dado sucesivamente para formar el dibujo. Ejecutando estas aplicaciones en baja prioridad se pueden generar croquis normalizados sin degradar el rendimiento del sistema CAD. En el caso del croquis del tipo del de la figura 3 se ha logrado obtener uno cada cinco minutos, una vez que los datos particulares habían sido suministrados.

Una peculiaridad de muchos sistemas CAD, es la capacidad para asignar la información gráfica o numérica de un determinado plano a un nivel de información elegido por el usuario. Cada nivel de información actúa como una hoja transparente que contuviera solamente la información asignada a dicho nivel. Si, por ejemplo, asignáramos la definición geométrica de una planta de un edificio al nivel 1, las tuberías al 2 y los conductos de HVAC al 3, podríamos presentar los niveles 1 y 2 simultáneamente para trazar tuberías, los 1 y 3 para trazar conductos y los 2 y 3 para detectar interferencias, del mismo modo que habríamos superpuesto las correspondientes transparencias. (Aquí vale la



pena señalar que la detección automática de interferencias, que se cita siempre como una de las virtudes de los sistemas CAD, consume muchos recursos del sistema, además de exigir que la información contenida sea tan completa que puede resultar inconveniente por laboriosa).

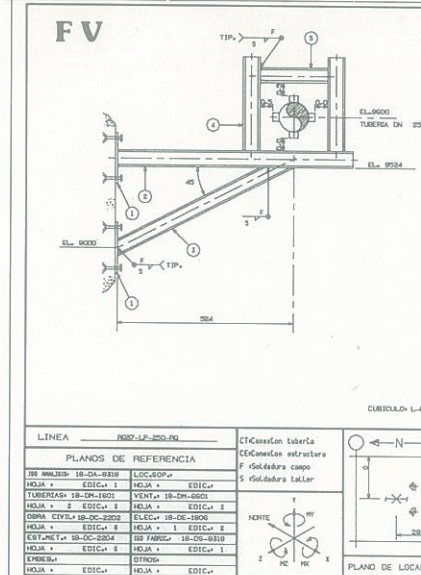
La salida por *Plotter* de los niveles 1+2 daría un plano de recorrido de tuberías y la de los niveles 1+3 un plano de disposición de conductos. En seguida se adivina que una modificación en el nivel 1, por ejemplo el cambio de situación de una columna, actualiza simultáneamente los dos planos, el de tuberías y el de conductos. Este es un paso claro y positivo hacia la integración de actividades citadas a continuación. En la actualidad se dispone de sistemas CAD capaces de manejar hasta 256 niveles de información.

INTEGRACION DE APLICACIONES

Modernamente apenas se oye hablar de un asunto sin que se mencione la idea de integración. Se habla de aprovechamiento integral de recursos, de planeamiento integral, de gestión integral, etc. Utilizada en el pasado, únicamente, por matemáticos y panaderos, la palabra integral parece llamada a prestigiar cuanto toca sin que necesariamente se implique un significado concreto que, en algunos casos, se limitará a la mera enumeración de aspectos diferentes sin que exista, propiamente, un tratamiento integrado del problema.

Así pues, es lícito preguntarse el alcance que se da a la integración cuando se menciona en relación con estos proyectos.

La generalización del uso de la informática en muy diversas actividades ha dado origen al nacimiento de una serie de acrónimos que empiezan por CA



LISTA DE MATERIALES				CANT. SUMIN.		PESO	
SOPORTE COMPUESTO DE :				UNID.		KG	
01	MOXIDE	PLACA DE ACERO AL CARBONO DN 300 - 6000	6000 PFC	KG		1000	
02	MOXIDE	POF2. IPN 300 C0000 RET SIZE 05 LONG 100. 90.		KG		3000	
03	MOXIDE	POF2. IPN 300 C0000 RET SIZE 05 LONG 100. 90.		KG		3000	
04	MOXIDE	POF2. IPN 300 C0000 RET SIZE 05 LONG 100. 90.		KG		3000	
05	MOXIDE	POF2. IPN 300 C0000 RET SIZE 05 LONG 100. 90.		KG		3000	
06	MOXIDE	POF2. IPN 300 C0000 RET SIZE 05 LONG 100. 90.		KG		3000	
LAS MARCAS CON ASTERISCO DE FORTALEZAS CON CARBONO-ZINC				PESO TOTAL		10000	
DOCUMENTO SUJETO A GARANTIA DE CALIDAD				UNION ELECTROTECA S.A.		CENTRAL, NUCLEAR DE TRUJILLO	
PERIODO DE RETENCION				CLASE DE SOPORTE		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE SOPORTE				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	
CLASE DE LA TUBERIA				CLASE DE LA TUBERIA		CLASE DE LA TUBERIA	



como subproducto y parece preferible a las compañías suministradoras de *Software*.

El mercado de aplicaciones parece sugerir que ambos enfoques son incompatibles, al menos por el momento, aunque es razonable suponer que en el futuro, con herramientas de proceso más poderosas, cada dato podrá introducirse, a voluntad, de modo gráfico o alfanumérico sin que la vía de introducción penalice el proceso. Todavía, la elección entre datos gráficos y datos alfanuméricos lleva implícita la tendencia a utilizar terminales diferentes, debido al elevado coste de los terminales gráficos que mueve a reducir su número. Es de esperar que esta tendencia se atenúe en un futuro próximo.

Hay buenos argumentos en favor de cada una de las tendencias, si bien la discusión parece estar influida por la defensa de los paquetes de aplicación que utilizan cada una de ellas. Sin embargo, parece que, más que discutir sobre la superioridad conceptual de uno y otro planteamiento, importa comparar los resultados obtenidos que derivan de un conjunto de circunstancias muy diversas que pueden convertir un buen planteamiento en una mala aplicación o lo contrario. Esta comparación debe ser casuística, acorde con el uso previsto y puede dar resultados diferentes según el usuario.

Dentro del Diseño de planta con ordenador se concibe la planta como una entidad definida de dos formas complementarias: el modelo tridimensional, que contiene toda la planta, y un con-

junto de planos, derivados de dicho modelo, a los que se asocia información adicional que no afecta al modelo, como identificación de cada plano, acotación, notas, referencias, etc. La interacción entre el modelo y los planos es limitada, de suerte que todo cambio en el modelo afecta a los planos pero sólo algunos cambios en los planos afectan al modelo. Ejemplo de este caso es la adición o supresión de un equipo, pero no la de una nota en el plano.

LA MICROINFORMATICA

Los años 80 han presenciado la irrupción de la microinformática, no sólo en los ambientes empresariales sino en los domésticos. En este momento es fácil encontrar grupos de jóvenes discutiendo capacidades, prestaciones y costes de microordenadores, sus periféricos y programas de aplicación con un conocimiento que hace pocos años hubiera sido inimaginable. Esto supone, no sólo la incorporación de una formidable cantidad de nuevos usuarios adiestrados, sino un potencial creador de *software* que no puede ignorarse. A ello se une la disminución de los costes del equipo (*hardware*) la diversidad de la oferta y las posibilidades de conexión de equipos.

Dentro del rango de los microordenadores profesionales, se puede disponer de memorias de hasta 512 Kbytes, discos de 30 Mb, arquitectura de 32 bits y capacidades de emulación que los convierten en terminales de grandes ordenadores con una importante capacidad de proceso local. A ello se une la disponibilidad de excelentes paquetes de apli-

cación capaces de resolver una gran parte de las actividades de Ingeniería y Gestión, junto con una estimable capacidad gráfica.

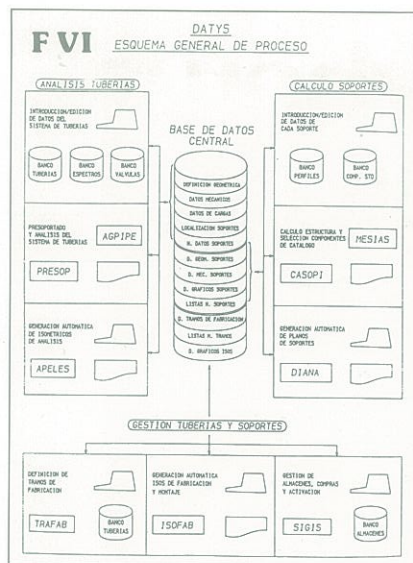
El atractivo que los microordenadores ejercen sobre los usuarios es tan grande que no se debe ignorar al analizar la informatización de un proyecto o de una empresa. Componente importante de este atractivo son la proximidad del microordenador al usuario, el carácter amistoso de los sistemas operativos (la publicidad insiste continuamente en ello), su elevada interactividad de funcionamiento, la sencillez del BASIC y, aunque esto presenta algunos inconvenientes, la dificultad de controlar y contabilizar los usos.

¿HACIA DONDE VA ESTO?

Si, como se ha escrito repetidamente, estamos viviendo la tercera revolución industrial, está claro que muchas creencias, sancionadas por la práctica, modos de trabajo e incluso la concepción del trabajo mismo están en trance de cambiar radicalmente.

El conocer y manejar ordenadores se va a convertir en algo tan rutinario como tomar el ascensor o hablar por teléfono. Esto significa que muchas actividades van a cambiar incluso su lenguaje y ciertamente su *modus operandi*. Objetos tan familiares como el archivador, las escuadras o el compás van camino de los museos de la técnica donde les esperan la regla de cálculo, las tablas de logaritmos y el papel carbón.

En cuanto a la evolución en la mecanización de proyectos parece tender



hacia dos objetivos ya perfectamente conciliables: centralización de la información y descentralización de los procesos.

Un esquema conceptual de funcionamiento se muestra en la figura 7, que muestra una integración a tres niveles:

Hay correspondencia entre los niveles de integración, estratégico, táctico y operativo y los ámbitos de interés.

El nivel estratégico es de interés para la alta dirección, responsables de planificación empresarial y personal supervi-

sor. Dentro de este nivel se sitúa el Diseño de planta por su función de coordinación general y de convergencia de actividades técnicas y de gestión.

En el esquema se destaca la función del administrador, generalmente asistido por varios colaboradores, de bases de datos, como responsable de la gestión general de información.

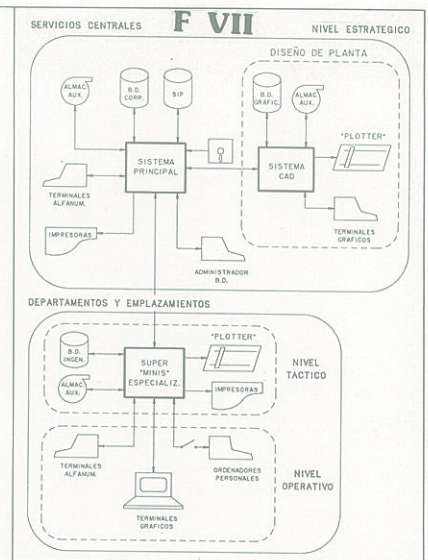
El nivel intermedio, táctico, es el de los grupos de proyecto y secciones especializadas y es el responsable de la elaboración del producto acabado: planos y documentos.

El nivel operativo es el de los usuarios últimos para los que el sistema de proceso debe ser transparente, incluyendo capacidades de proceso local.

Las aplicaciones de hoja electrónica están llamadas a proporcionar el apoyo informático a la mayor parte de las actividades de ingeniería en conexión intermitente con las aplicaciones de segundo nivel.

CONCLUSIONES

La revolución en la que estamos inmersos impone cambios en los modos de trabajo y, sobre todo, en la mentalidad. No se trata de la nueva sustitución de actividades manuales, o bajamente mecanizadas, por actividades informatizadas. Las aplicaciones informáticas y



los sistemas de información, van camino de transformar los procesos de producción obligando a replantear, desde su concepción inicial, las técnicas y métodos actuales para acomodarlas a las exigencias de un mercado crecientemente competitivo en el que los esfuerzos de creación y de organización van a primar sobre la pura actividad productiva.

Esta transformación es inevitable. Para algunos supone una amenaza. Para otros un desafío. Para los más una esperanza.

COMBUSTION ENGINEERING INC.

EQUIPOS AUXILIARES

Control de nivel de vasija del reactor
Sistema de vigilancia sub-enfriamiento del núcleo
Sistema de toma de muestras post-accidente
Sistema de venteo de gases
Sistema de vigilancia de operaciones críticas
Incineradores de residuos
Transmisores de presión cualificados
Ordenadores

SERVICIOS

Generadores de vapor
a) Taponado de tubos
b) Encamisado de tubos
c) Extracción de tubos
d) Inspección con probetas especiales para tubos en «U»
e) Tapas de toberas
f) Limpieza química
g) Descontaminación
Recarga de combustible
Inspecciones primaria y secundaria
Entrenamiento de operadores

SOLICITE INFORMACION A:

COMBUSTION-STEIN-ASTILLEROS, S. A.
Avenida de América, 16
28028 MADRID
Teléf. 256 06 00 - Telex 43885 CEE SE

O BIEN DIRECTAMENTE A:

COMBUSTION ENGINEERING INC.
1000 Prospect Hill Road
Windsor, Connecticut 06095 U.S.A.
Teléf. 203/688 19 11 - Telex 099297