

Frente al escenario de crecimiento excepcional y continuado de consumo de energía y relativa estabilidad y bajos costes de materias primas que tuvo lugar entre los años 1965 a 1975, 1975 marca el punto de inflexión de estas tendencias y el replanteamiento radical de las políticas de desarrollo, y hasta de supervivencia, de todo el sector energético, y muy especialmente de la industria petroquímica. En efecto, baste resaltar que mientras en 1974 el consumo de energía era superior en un 130% al de 1964, el crecimiento en el decenio siguiente desde 1975 a 1985 es inferior al 20%. Si las tasas de crecimiento acumulado anual de consumo de energía en el primer decenio eran del 9%, las previsiones actuales del PEN son sólo del 2,4% para el total de energías, y aún menores para fuentes como el petróleo (el 1,4%). Entre



Joaquín Reyes Vallejo. Jefe del Dpto. de Informática Técnica e Investigación Operativa de CEPISA. Lcdo. en Ciencias Físicas y Ciencias Económicas. Diplomado en Ingeniería Nuclear.

El sector petroquímico

Texto: Joaquín Reyes Vallejo

el año 1980 y 1985 la demanda de energía sufrió incluso una ligera reducción pasando de 50,5 a 50,2 MTep. (1 MTep es un millón de toneladas equivalentes de petróleo). Las previsiones de consumo para 1990 son de sólo 59,5 MTep. Por lo que respecta a los costes la verdadera revolución ocurrida en los precios de las materias primas en 1974, en que por ejemplo el precio del crudo se multiplicó por tres, puso fin al planteamiento de una industria basada en bajos costes de abastecimiento y elevados márgenes de transformación.

Como consecuencia de estos dos hechos claves: reducido crecimiento de la demanda con la aparición inmediata de exceso de capacidad instalada y reducción de márgenes de transformación y la complejización de las decisiones de abastecimiento y fabricación, a los que hay que añadir una mayor exigencia social en cuanto a niveles de seguridad, medio ambiente y control de estas industrias, se plantea la necesidad inmediata de una profunda reconversión tecnológica de todo el sector, y de modo especial en la industria petroquímica.

La respuesta tecnológica que el sector no tarda en desarrollar se orienta en las siguientes áreas de actuación:

● Automatización de las plantas.

Instalación de sistemas de control digital y centralizado y modernización de las instalaciones con el objetivo de conseguir una reducción de costes operacionales y hacer frente a las nuevas exigencias de la producción.

● Optimización de los procesos existentes para incrementar el valor de los productos.

Estableciendo por ejemplo la estrategia óptima de operación de la planta para el mejor aprovechamiento de las calidades de las car-

gas, con el objetivo de obtener mejores rendimientos en los productos finales más valiosos en cada momento en el mercado.

● Medidas de ahorro y mejor aprovechamiento energético.

Entre las primeras medidas abordadas, y que se basan tanto en la reducción de consumos de Fuel, Gas y Electricidad vía la optimización de los procesos, como en una mejor estrategia de optimización global de la red de generación y consumo de energía (por ej. de las redes de intercambiadores de calor, de vapor y electricidad,...)

● Desarrollo de nuevos procesos.

Reconversión de las estructuras productivas para adaptarse al nuevo escenario de demanda: especialización en productos de alto valor añadido,...

● Mayor integración de las decisiones de fabricación, abastecimientos y comercialización.

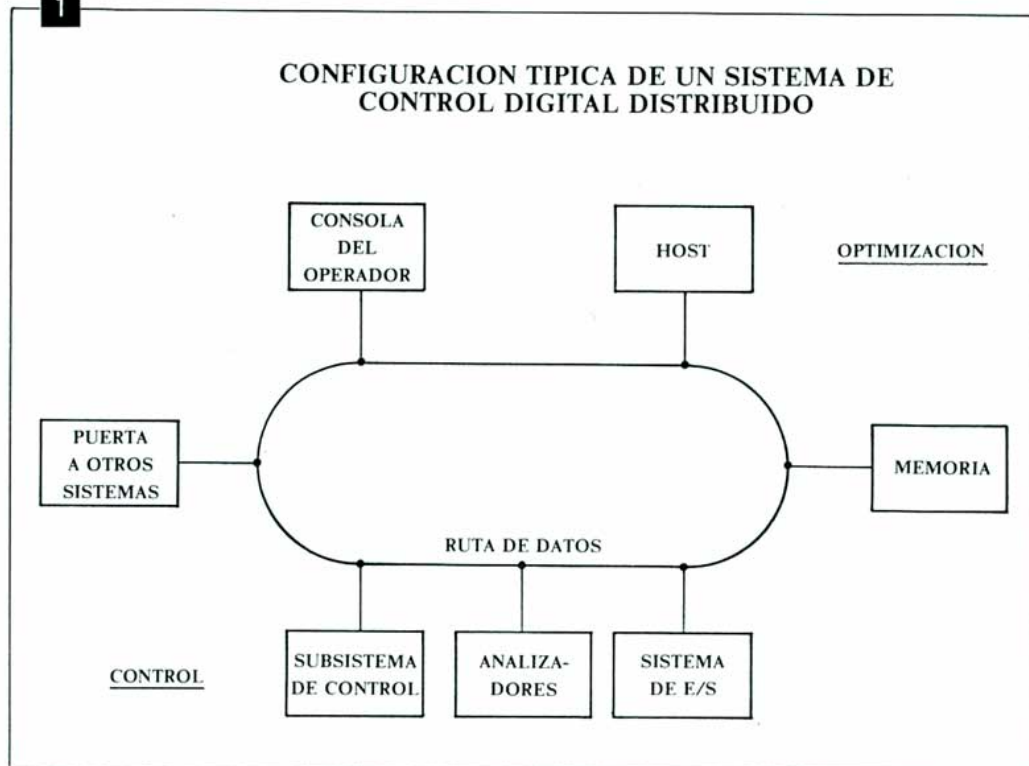
La inestabilidad y encarecimiento de los mercados de materias primas y la creciente competitividad en el sector complejizan extraordinariamente las decisiones de producción de forma que la búsqueda del efecto sinérgico en todas las acciones que deben tomar diferentes gestores a lo largo del proceso productivo es el factor clave de rentabilidad. Esta integración y la necesidad de una mayor flexibilidad y rapidez en la toma de decisiones requiere la disponibilidad de verdaderos Sistemas de Información corporativos.

LA AUTOMATIZACION COMO RESPUESTA (1975-1985): SISTEMAS DE CONTROL DIGITAL DISTRIBUIDO

La tecnología disponible para el control y supervisión

1

CONFIGURACION TIPICA DE UN SISTEMA DE CONTROL DIGITAL DISTRIBUIDO



de las plantas ha evolucionado considerablemente en los últimos años. El hecho más relevante ha sido la introducción de los sistemas de control digital distribuido. Si en un primer momento se trató solamente de reemplazar la instrumentación neumática tradicional, ya obsoleta, por la nueva instrumentación digital, mucho más que eso los actuales sistemas de control digital distribuido son la piedra angular sobre la que fundamentar una determinada concepción o estrategia de la operación y de la optimización de los procesos.

Arquitectura de un sistema de control distribuido

Los elementos básicos de un sistema de control distribuido son: (Cuadro 1)

- Un conjunto de **CONTROLADORES LOCALES** capaz cada uno de manejar varios lazos de control simultáneamente.

Un controlador típico

puede manejar 16 señales analógicas y 16 señales digitales. Bajo el control de un programa almacenado se realiza secuencialmente el procesamiento de las señales de entrada especificadas, de acuerdo con los algoritmos de control seleccionados hasta alcanzar los valores requeridos para las señales de salida, de forma que se cierre el lazo de control.

- Un conjunto de **BUSES** o vías de comunicación digital con sus correspondientes protocolos, y que enlazan los distintos controladores.

Físicamente el enlace de datos se establece mediante cable coaxial o fibra óptica, pudiendo medir cada tramo del orden de varios kilómetros. Existen diferentes configuraciones posibles de la red (línea, estrella, anillo, jerárquica, red). Un ancho de banda típico de la línea es de 250 kbits/s. Las reglas de comunicación, o protocolo, entre los elementos de la red pueden estar implantadas sobre un procesador central

que gestiona el tráfico, o instaladas implícitamente en los procesadores locales.

- Al menos un **CONTROLADOR COORDINADOR**

El controlador supervisor opera en un nivel jerárquico superior al de los controladores locales, estando comunicado con ellos, y desempeña un papel de supervisión y coordinación. Dispone asimismo de interfaces con el operador y opcionalmente con otros ordenadores.

- Una unidad central o **ESTACION DE PRESENTACION** de datos

Disponiendo de una o varias pantallas de visualización de las variables y parámetros de control del proceso, y que reemplaza a los paneles tradicionales de operación.

Entre los sistemas comerciales típicos que han tenido una gran penetración en la industria en nuestro país se encuentra el sistema

TDC 2000 de la firma HONEYWELL.

Niveles y estrategias de control

- Control regulador básico

En su nivel más simple que podríamos designar como **CONTROL REGULADOR** básico el sistema permite la manipulación de los lazos de control, para lo que se requiere el acceso a las señales de medida captadas por la instrumentación de campo. En el caso de configuraciones de control más sofisticadas (en cascada, ...) se tiene acceso asimismo a los datos recibidos o producidos por otro controlador.

Las aplicaciones típicas en este nivel son la propia implantación de un Sistema de Adquisición de Datos de Planta, y el mantenimiento dentro de los puntos de consigna especificados de Caudales, Presiones, Temperaturas, Niveles, Ratios, ...

Los beneficios derivados de este nivel de control proceden fundamentalmente de la consecución de una mayor **ESTABILIDAD EN LA OPERACION Y EN LAS UNIDADES DE PROCESO**. (Ver cuadro 2)

- Control avanzado

En un nivel jerárquico superior al anterior el **CONTROL AVANZADO** permite la implantación de aplicaciones específicas que en tiempo real supervisan y gobiernan las acciones de los controladores reguladores básicos, permitiendo así alcanzar objetivos más exigentes en la operación, y que no es posible obtener mediante las acciones de los controladores individuales. Es el caso por ejemplo del control multivariable, simultáneo, de varios lazos de control, con el fin por ejemplo de optimizar los rendimientos de varios productos, la minimización de pérdidas por regalos de calidad,

o el mantenimiento de una banda más estrecha de control.

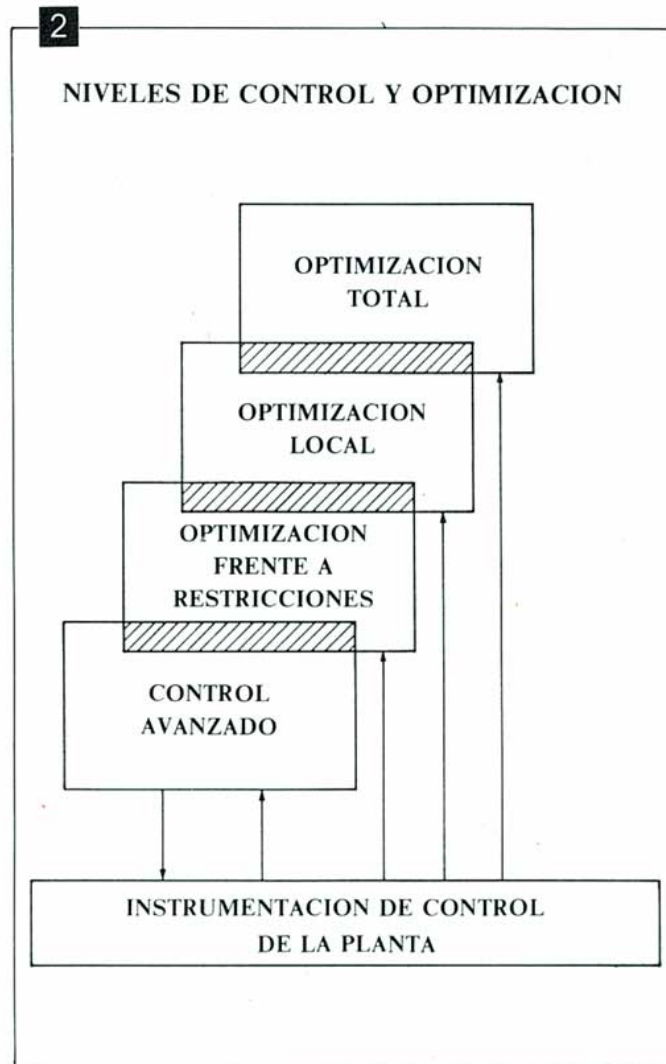
Las aplicaciones típicas son, pues, el control mediante analizadores en línea, la optimización del proceso frente a restricciones, la compensación dinámica de tiempos de retardo, el control multivariable, o anticipado ("feedforward").

Así, el control avanzado mediante ordenador consigue una mayor estabilidad de proceso mediante el cálculo, por medio de modelos simples del mismo y de algoritmos de control más sofisticados, de las correcciones que anticipadamente hay que aplicar al proceso para compensar las perturbaciones externas. De esta forma se consigue mantener la variable deseada dentro de una banda más estrecha de variabilidad. La optimización frente a restricciones ("constraint control") permite "mover" o "mantener" el proceso frente a unas limitaciones, ya sean de naturaleza física (temperatura ambiente), mecánica (capacidad de un compresor) o de una calidad, que actúan como restricciones efectivas sobre el proceso.

Los beneficios derivados de este nivel de control residen pues en el mantenimiento más estricto de los controles de calidad y en la optimización de áreas específicas del proceso.

EL DESAFIO DEL FUTURO (1985-1995): LA FABRICACION INTEGRADA MEDIANTE ORDENADOR (CIM)

La mayor complejidad ya apuntada de las decisiones es de gestión, derivada del acortamiento de los tiempos de reacción frente a los cambios en los mercados y de la estrecha interpenetración entre las decisiones de aprovisionamiento, fabricación, financiación y comercialización requieren



de la utilización efectiva de avanzados SISTEMAS DE INFORMACION capaces de soportar la toma de decisiones, y de interactuar rápidamente sobre el proceso de producción, captando en línea la información relevante del mismo y transmitiendo las acciones de control adecuadas.

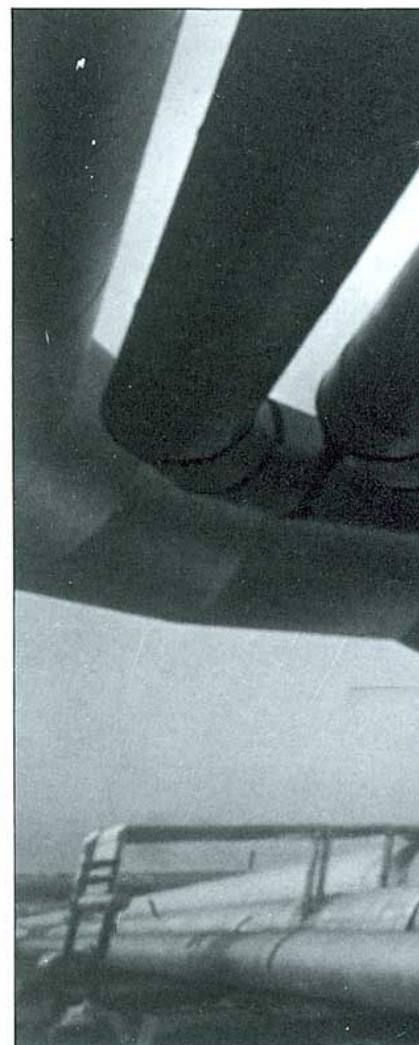
Esta estrecha integración entre decisiones es de planificación y programación de la producción y control del proceso genera nuevas oportunidades de optimización en niveles jerárquicos superiores al propio control avanzado de planta:

● Optimización local

Más allá del control mul-

tivariable de una planta, como por ejemplo de una unidad de destilación, en la que existen un número de aplicaciones específicas de control (optimización de temperaturas en pasos de hornos, mantenimiento simultáneo de calidades y rendimientos de productos) es posible realizar la optimización completa de la unidad (determinar los puntos de consigna que maximizan el margen económico obtenido en la operación) maximizando el valor de las producciones y minimizando los costes operacionales (energía, ...).

Esta estrategia requiere de la disponibilidad de modelos informáticos precisos de simulación de los proce-

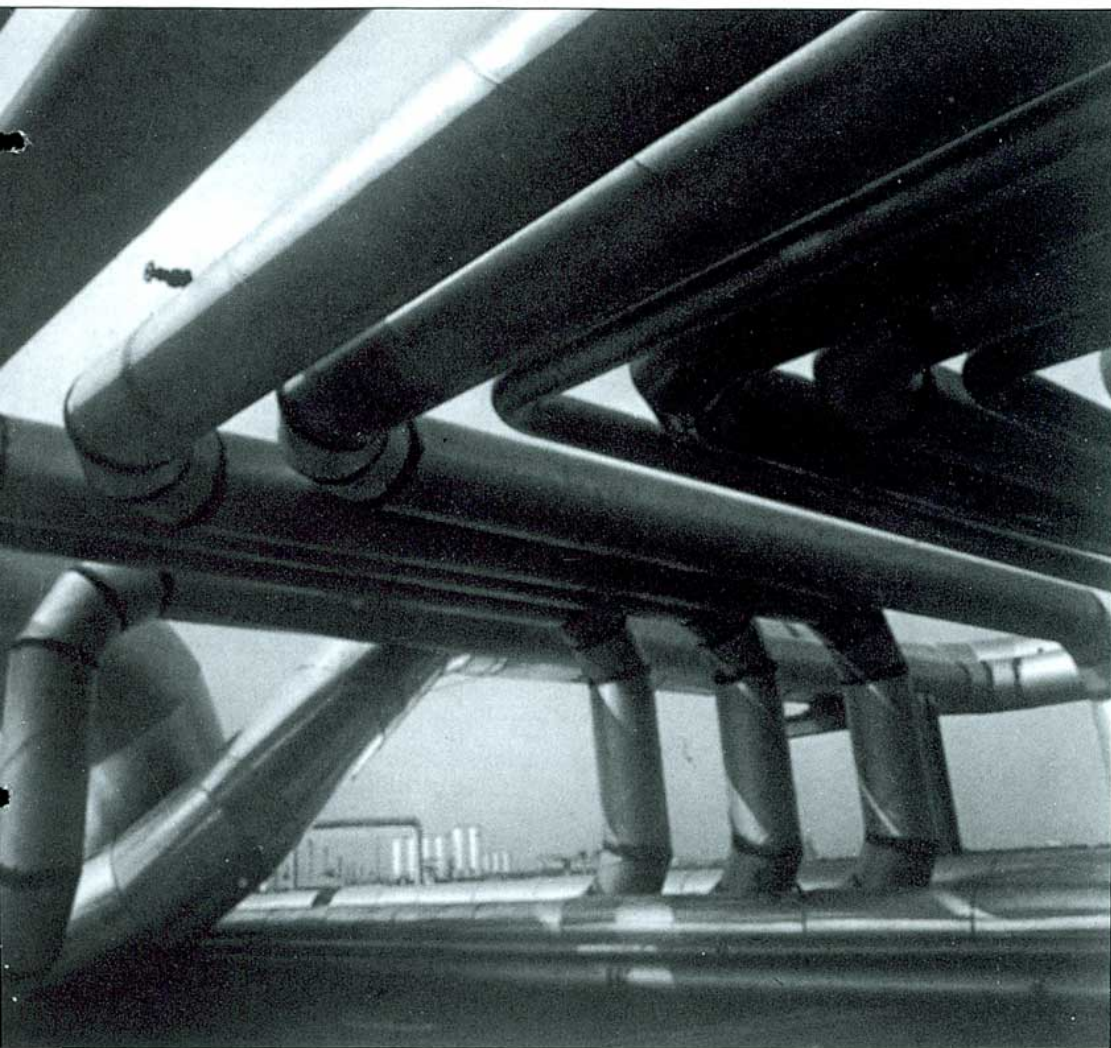


sos de la unidad, que son utilizados para resolver, en el contexto de un problema de optimización no-lineal, los balances de masa y energía en el rango de un abanico posible de modos de operación de la unidad.

En este nivel es requerida la utilización de un ordenador situado en un nivel jerárquico superior al Control Avanzado.

● Optimización global

La estrategia final de optimización consiste en abordar conjuntamente el problema de la optimización simultánea de varias plantas integradas, determinando de esta forma el punto óptimo de operación de cada



una de ellas. En este nivel se tienen presentes además el conjunto de restricciones que actúan sobre la fábrica (situación de stocks, programas de E/S, ...), que complejizan aún más el planteamiento y resolución del problema.

Evidentemente debe considerarse este estadio como una meta final a alcanzar bajo la cual supervisar las decisiones locales de optimización locales adoptadas.

● El sistema de información de planta

Concebido como el mecanismo de integración de todos los flujos de información involucrados en la ges-

“
Frente
a la crisis,
la industria
petrolera ha
desarrollado
una respuesta
coherente.”

ción de la planta, proporciona una base común de datos de producción y las interfaces necesarias entre las distintas áreas y aplicaciones.

Los grandes subsistemas constituyentes, son entre otros:

- SISTEMA DE LABORATORIO.
- SISTEMA DE DATOS DE PLANTA.
- SISTEMA ADMINISTRATIVO Y FINANCIERO.
- SISTEMA DE PLANIFICACION Y PROGRAMACION.
- SISTEMA DE MANTENIMIENTO.
- SISTEMAS DE COMPRAS Y ALMACEN.
- INGENIERIA DE PLANTA.

- SISTEMA DE GESTION DE PERSONAL.
- SISTEMA DE CONTROL AMBIENTAL.
- SISTEMA DE SEGURIDAD E INSPECCION.
- SISTEMA DE EXPEDICION Y MOVIMIENTO DE PRODUCTOS.

El soporte requerido para satisfacer estas funciones exige la definición de toda una arquitectura de equipos y programación, de la que, entre otros, son elementos clave la disponibilidad de redes de área local, capacidades de proceso distribuido e interfaces hombre-máquina y máquina-instrumentación avanzadas.

CONCLUSIONES

En el último decenio, y en respuesta a la crisis desencadenada en el sector tras la revolución de precios de la energía, la industria petroquímica ha desarrollado una respuesta coherente, una de cuyas líneas básicas ha sido, y esta aún siendo, su reconversión tecnológica. Las Nuevas Tecnologías Informáticas han sido un elemento clave en esta renovación. Tras la implantación en una primera etapa de los Sistemas de Control Digital Distribuido las tendencias estratégicas del sector apuntan ya hacia el desarrollo del concepto de Fabricación Integrada mediante Ordenador, una de cuyas piezas modulares lo constituyen los Sistemas de Información de Plantas.

NOTAS BIBLIOGRAFICAS

“STRATEGIES FOR GAINING COMPETITIVE ADVANTAGE. QUALITY PRODUCTIVITY AND INNOVATION”. Editores Y. K. Shetty, V.M. Buehler. Elsevier. Amsterdam. 1987.

“A CONTROL PERSPECTIVE ON TRENDS IN MANUFACTURING SYSTEMS”. Gershwin, Hildebrandt, Suri, Mitter. IEEE Control Systems Magazine. Abril 1986.