

21. 10. 1997 HUNOSA - Planta de efluentes de Modesta - Línea de Aguas 11. 6. 51

08 : 06 : 50 GRÁFICAS TIEMPO REAL

Grupo 1 Grupo 2

08. 06. 0000

iee

CONTROL Y MONITORIZACION DE PLANTAS DE EFLUENTES DE BATAN Y MODESTA

Filtro Nº1

FILTRO Nº2

INDICE

- 1. Preliminar**
- 2. Condiciones de la Ingeniería Básica**
- 3. Soluciones adoptadas**
 - 3.1. Ingeniería Eléctrica de Potencia
 - 3.2. Ingeniería de Control
 - 3.3. Interface Hombre-Máquina
 - 3.3.1. Zona de Filtrado
 - 3.3.2. Apertura y Descarga de Filtros
 - 3.3.3. Lavado de Filtros
- 4. Proceso Manual y Automático**
- 5. Desarrollo del Proceso**
- 6. Resumen y Conclusiones**

1. PRELIMINAR

La Empresa Nacional Hulleras del Norte, S.A. (HUNOSA) planificó en 1990 la construcción de dos plantas de tratamiento de efluentes procedentes de dos lavaderos de carbón de su propiedad, uno situado en la cuenca del río Caudal (Mieres) y otro en la del Nalón (Sama). La razón de tales proyectos fue tan simple como necesaria: Tratar los efluentes líquidos procedentes de los lavaderos de carbón de Batán y Modesta antes de ser vertidos a los ríos Caudal y Nalón respectivamente.

Ambos proyectos fueron desarrollados con soluciones tecnológicas idénticas, si bien la Planta anexa al lavadero de Modesta es de una capacidad prácticamente doble que la de Batán. A grandes rasgos, la solución común fue espesar los lodos procedentes de los lavaderos en sendos tanques espesadores, bombeando la masa espesada a filtros prensa para, concluido el proceso de prensado, conseguir agua libre de sólidos en suspensión y tortas de estéril con humedad controlada, susceptibles de ser cargadas en camiones y transportadas a las escombreras.

La **Figura 1** representa un esquema de flujo de cualquiera de las dos instalaciones a las que se refiere esta publicación. En él hemos simplificado todos los elementos repetidos o accesorios para clarificar gráficamente lo esencial en el flujo de materiales de las plantas de efluentes.

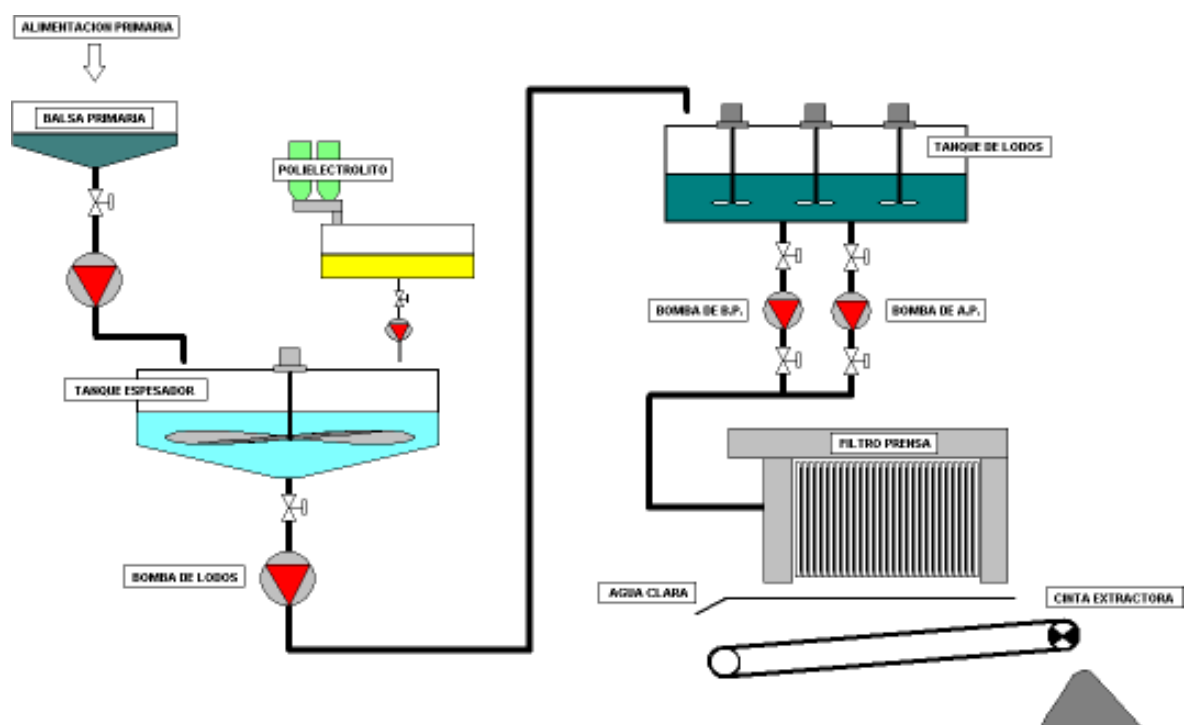


Figura 1 - Diagrama de flujo de plantas de efluentes líquidos

En ambos proyectos, **IEE, S.A.** estuvo encargada del desarrollo de la ingeniería eléctrica de potencia, control y monitorización de Planta, realizando también la instalación y puesta en marcha de la totalidad del sistema. Es objeto de esta publicación sintetizar los puntos mas

destacables del proyecto eléctrico y de control, explicando los principales elementos utilizados para su desarrollo.

En primer lugar mostraremos las exigencias de la ingeniería básica y el método seguido para cumplirlas o mejorarlas. A continuación, los sistemas de control y monitorización principales y secundarios. Finalmente, las habilidades y características de éstos para acumular y mostrar información en tiempo real e histórica que pueda ser utilizada por el explotador de la planta a fin de mejorar su actuación.

2. CONDICIONES DE LA INGENIERIA BASICA

La Ingeniería Básica fue desarrollada por la empresa propietaria (**HUNOSA**) en colaboración con **INI-Medio Ambiente, S.A.** Ambos definieron el qué y el dónde del proyecto, aportando además prescripciones básicas del cómo, siendo el contratista principal **EMEINSA**, quién desarrolló al detalle la Ingeniería de Planta y consecuentemente las necesidades concretas en cuanto a ubicación de maquinaria, tipo de la misma, concentración específica y umbral de sólidos, diagrama de flujo de materiales a tratar y residuos, etc.



Figura 2 - Sala de Control de Batán

Con estas premisas bien establecidas, **IEE, S.A.** debe desarrollar la Ingeniería Eléctrica de Potencia desde la alimentación a 5 kV, incluyendo distribución en A.T. y B.T., la de control de válvulas y grupos electrohidráulicos de presión para accionamiento de máquinas, principalmente filtros prensa, la de operación de todas las máquinas de la planta, la de control y monitorización del conjunto desde un puesto central de mando y las subsidiarias de emergencia desde un panel mímico interactivo.

Citamos ahora los requerimientos básicos más destacables desde el punto de vista de la realización del Proyecto Eléctrico y de Control:

- La distribución eléctrica de B.T. sería a 380 V, 50 Hz, sistema IT.
- La distribución en A.T. (5kV) forma parte de la ya existente en los lavaderos y, por ello, debe adaptarse a los parámetros básicos de la misma.
- La totalidad del Control y Monitorización, incluso lavado de filtros, debe poder realizarse desde un puesto único en cada una de las plantas.
- Los armarios eléctricos de B.T. deben ser en ejecución CCM forma 4 según definición en EN 60204-1.
- El proceso de filtrado debe poder ser variable en cuanto a parámetros de tiempo, a fin de adaptarse a distintas calidades del efluente principal.
- Todas las máquinas de filtrado con sus consiguientes equipos adicionales y accesorios pueden funcionar simultáneamente.
- Los tanques espesadores deben tener un sistema de control particular que haga intervenir las variables de proceso (concentración de pico y nivel) con las de protección de los propios elementos electromecánicos del tanque.
- Todos los grupos de bombeo, incluso los de reserva, pueden funcionar con selección previa sobre pantalla del operador.

Estos requerimientos, ciertamente ambiciosos en la época que se concibe el proyecto, no representan para **IEE, S.A.** un handicap, sino una oportunidad mas para mostrar las posibilidades de su equipo humano y la adaptabilidad y robustez de sus soluciones tecnológicas. Ello es mas patente hoy, ya que este artículo esta escribiéndose cinco años después de la puesta en marcha de las instalaciones que le sirven de contenido.

3. SOLUCIONES ADOPTADAS

3.1. Ingeniería Eléctrica de Potencia

En el Nivel 0 de ambas Plantas se construyó un edificio clasificado de acceso restringido para ubicar en él una Subestación de Transformación 5000/380 V, constituida por una celda de entrada y protección en A.T. y un transformador de potencia en baño de aceite. Desde él se alimentó a un transformador de servicios auxiliares y alumbrado con salida trifásica a 220 V.

En el Nivel 1 se instalaron, dentro de la Sala de Control, los cuadros eléctricos generales con los siguientes compartimentos:

- Compartimento de Entrada con Interruptor General de bastidor abierto y circuito electrónico de vigilancia permanente de aislamiento con indicación analógica del mismo.
- Compartimentos de control de motores con canales de cable y elementos extraíbles.
- Compartimento de control.
- Compartimentos de mando de válvulas.
- Compartimentos de Servicios Auxiliares y alumbrado.

Debido al número de elementos en cada una de las dos plantas, estos cuadros no son iguales, pero están dimensionados del mismo modo, utilizan el mismo tipo de componentes y tienen idéntica ingeniería constructiva. Para ilustrar la descripción anterior, la **Figura 2** representa uno de ellos, concretamente el de la planta de Batán.

Desde los cuadros descritos se alimentan todos los elementos de potencia de las plantas: motores, válvulas, alumbrado, compresores, etc.

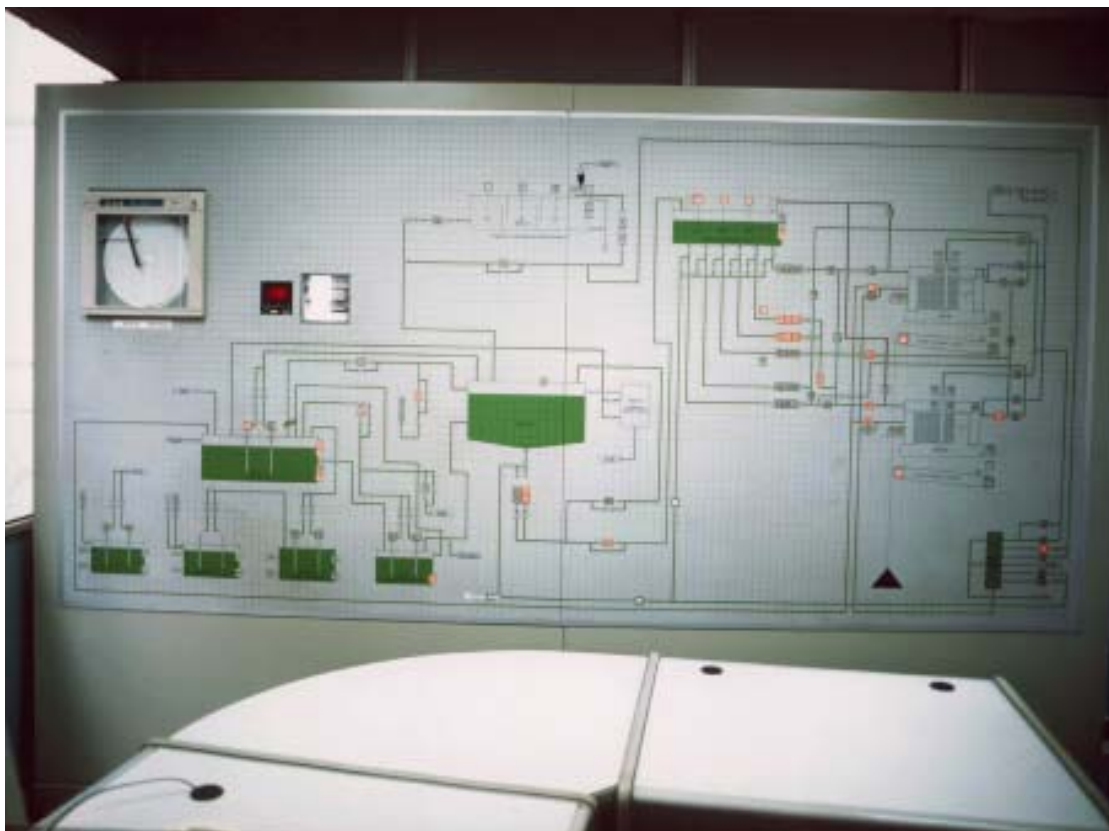


Figura 3 - Mímico de Planta

3.2. Ingeniería de Control

Dadas las dimensiones de la plantas y siguiendo un criterio de economicidad, que debe ser contemplado con costes de la época. Se escogió un sistema de lógica centralizada en un compartimento dedicado de los cuadros de potencia. A él se cablean todos los sensores, finales de carrera de válvulas, detectores de proximidad de filtros, bandejas, etc. En general elementos de campo. También, todos los circuitos internos del cuadro que están ligados con el sistema de control, contactos de estado de gavetas de motor, fallo común de protecciones de motor, etc. Esta primera parte constituye un conjunto de **384 entradas digitales en la Planta de Batán y 640 en la de Modesta.**

Todos los circuitos de maniobra, tanto de motores como de válvulas, están cableados al mismo compartimento y forman igualmente un conjunto de **120 salidas digitales en la Planta de Batán y 216 en la de Modesta.**

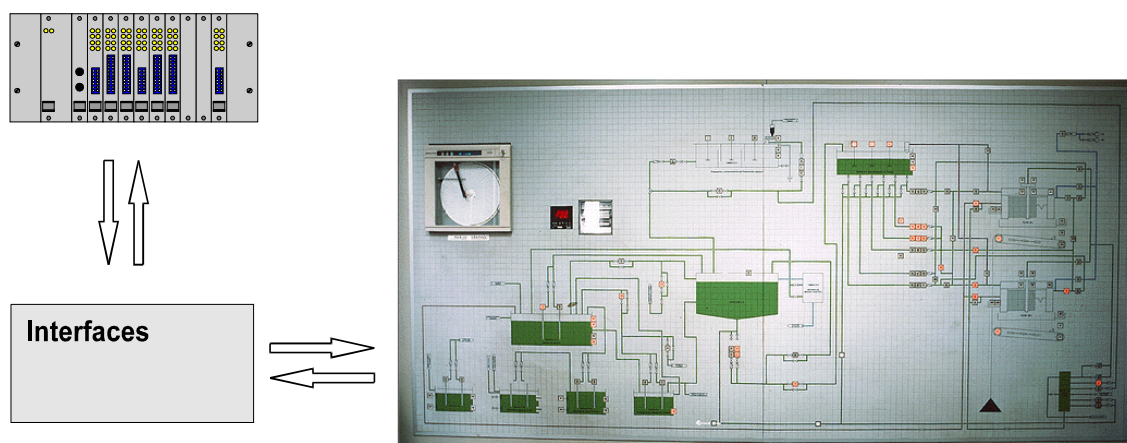


Figura 4 - Representación esquemática del sistema múltiplex en el Mímico de planta

A efectos puramente de clasificación, podríamos decir que estos conjuntos de entradas-salidas fueron los utilizados para realizar el control mas elemental de las plantas, sin tener en cuenta la ingeniería de visualización, mímicos de planta, barreras ópticas de seguridad y lavado de filtros. Estos aspectos se contemplarán con mayor detalle en puntos siguientes.

Los elementos lógicos para el manejo del conjunto de variables de las plantas fueron computadores de proceso tipo **compex™** basados en el microcomputador **68000** de **Motorola** con el sistema operativo **OS 9™** de la empresa **Microwire**. Em ambos casos, la lectura de entradas digitales procedentes del conjunto anterior se realizó por un sistema de múltiplex, utilizando hardware de interface y software de lectura-escritura de **IEE, S.A.**

El sistema de entradas se completó del siguiente modo:

- 8 ó 16, según planta, entradas digitales de lectura directa para barreras ópticas de seguridad en filtros y detectores de proximidad de los carros de lavado.

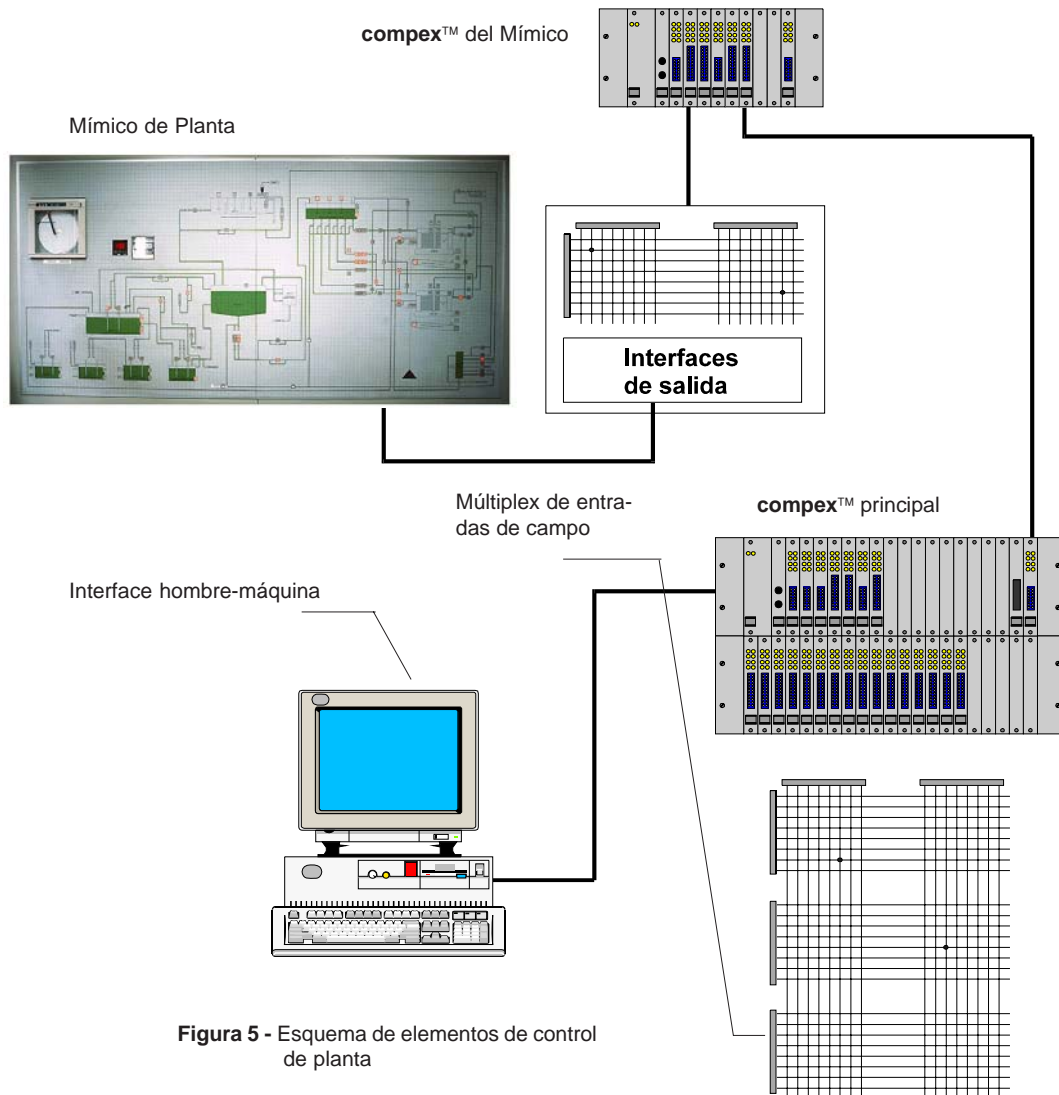


Figura 5 - Esquema de elementos de control de planta

- 2 entradas analógicas 4-20 mA para monitorización del par y nivel de fangos en los tanques espesadores.
- Red Tx/Rx tipo HST-485 para enlace con mímico de planta.
- Red Tx/Rx tipo RS232C para enlace con interface hombre-máquina.
- Red Tx/Rx tipo RS232C para operacio3.3. Mímico de Planta

Para realizar el control de las plantas en Modo Manual y, adicionalmente, disponer de una representación clásica del proceso sobre un panel mímico mural, se dispuso un sistema interactivo de mosaico, celda unitaria 24 mm, con lámparas y pulsadores que representa gráficamente el flujo del proceso y la totalidad de los elementos que lo integran.

La operación lógica del conjunto **Mímico** está gobernada por un ordenador de proceso tipo **compex™** de las mismas características ya descritas en el punto anterior, enlazado vía red HST-485 con el principal situado en el cuadro.

Las 128 entradas de pulsador y 128 salidas de LED, que constituyen el conjunto de señales de órdenes e informaciones respectivamente del panel, son elementos de un sistema múltiplex complejo que está soportado por el computador de proceso ya mencionado y por uno de interfaces biestables.

El sistema utilizado en estas aplicaciones, representado en las **Figuras 4 y 5**, tiene un nivel de integración muy alto y representa un avance notable en cuanto a cableado interno y adaptabilidad al proceso respecto a otros convencionales tipo Entrada-Salida discreta. Por otra parte, el enlace entre computadores vía red HST-485 da lugar a una solución sencilla, muy eficaz y libre de los cableados masivos de señales clásicos.

Concretamente la **Figura 5** es un esquema completo de los elementos de control programable que intervienen en el proceso. Las matrices de puntos representan los sistemas de múltiplex de entradas y de entradas-salidas utilizados. En el caso del Mímico, el conjunto de interfaces lo es de entradas-salidas con elementos biestables.

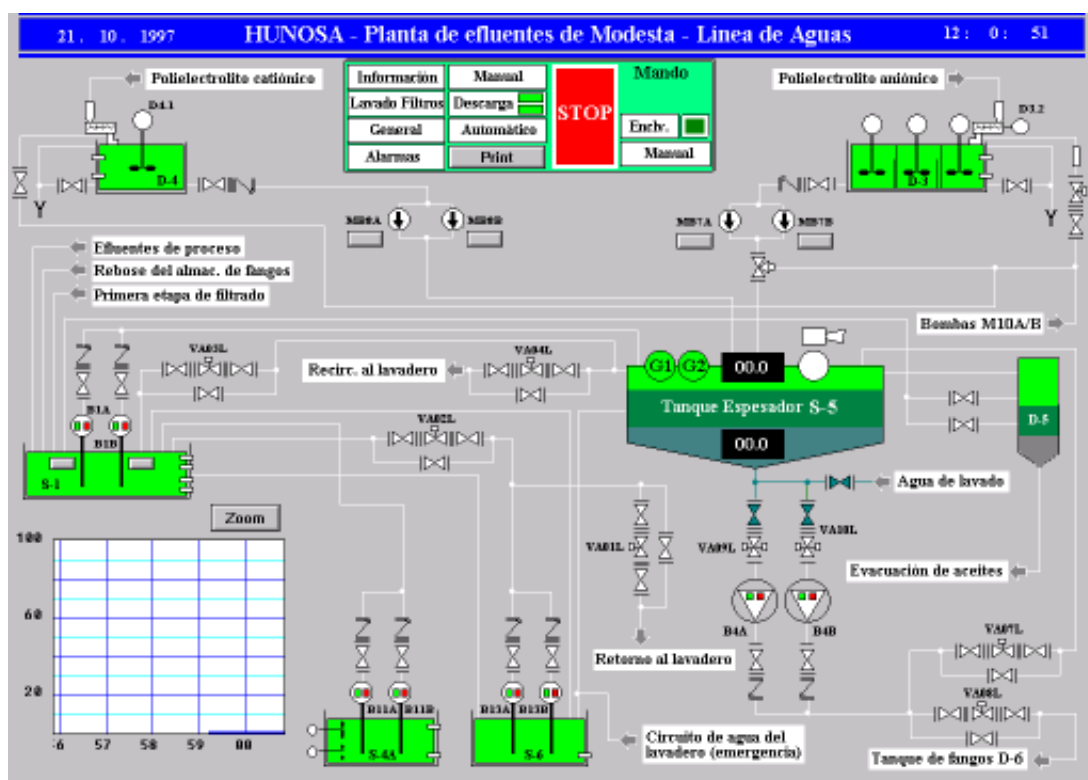


Figura 6 - Línea de aguas (primera etapa)

3.4. Interface Hombre-Máquina

Representa el tercer estadio y mas avanzado en el control y monitorización del proceso. Se desarrolló sobre PCs utilizando **Windows 3.11™** y el paquete **Intouch™** de la firma norteamer-

ricana Wonderwer. Sobre él se crearon todas las máscaras representativas de las plantas de Batán y Modesta, confiriéndoles capacidad operativa por medio de menús y botones interactivos,

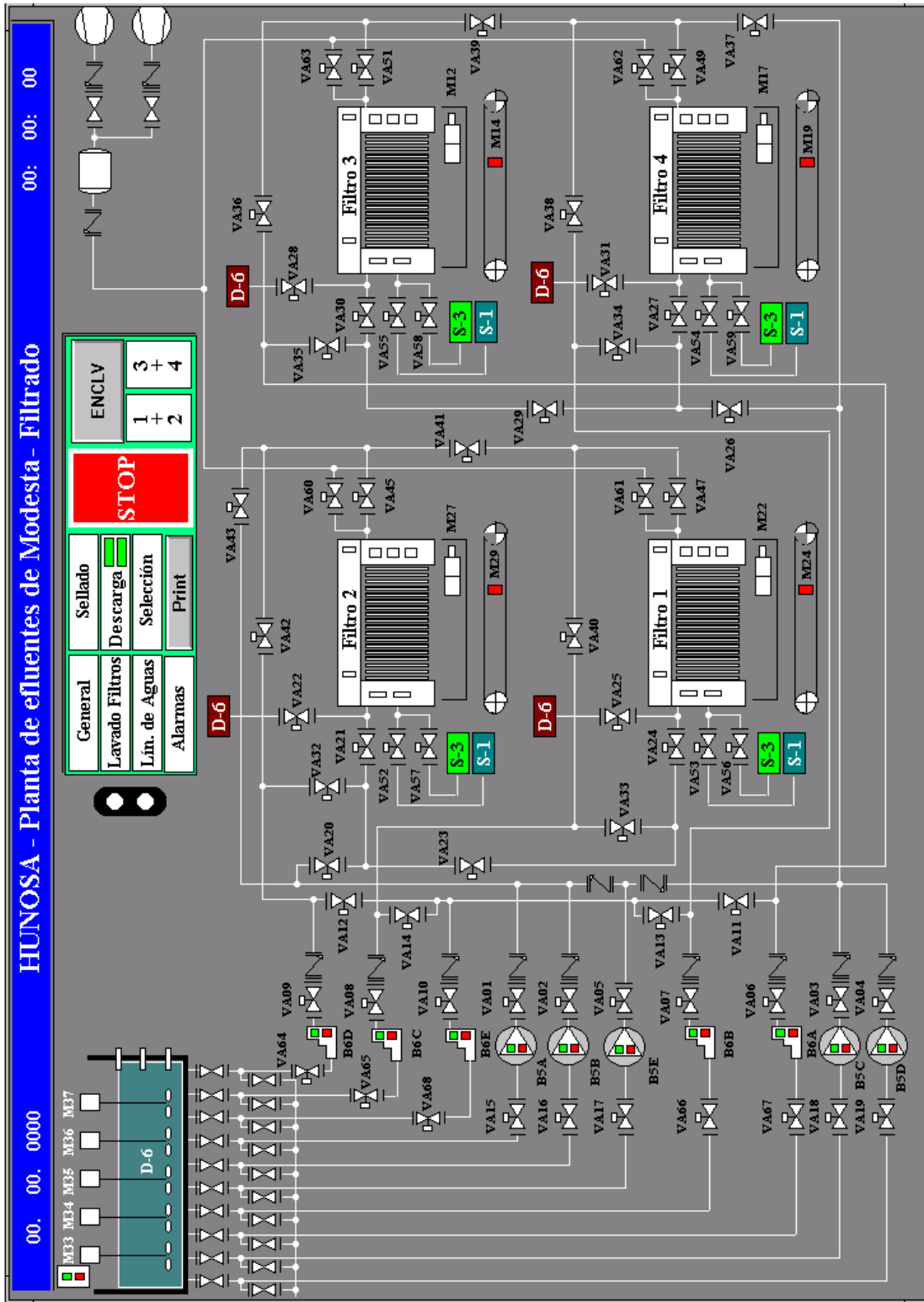


Figura 7 - Zona de filtrado (segunda etapa)

que permiten al operador seguir el proceso con facilidad, escoger las opciones que son de aplicación en cada caso o estadio del proceso, inhibiendo posibles errores de manejo producidos por eventuales selecciones equivocadas.

El sistema de control desarrollado no solamente atiende al control y monitorización en tiempo real puro de las plantas, sino que incorpora facilidades adicionales, tales como las siguientes:

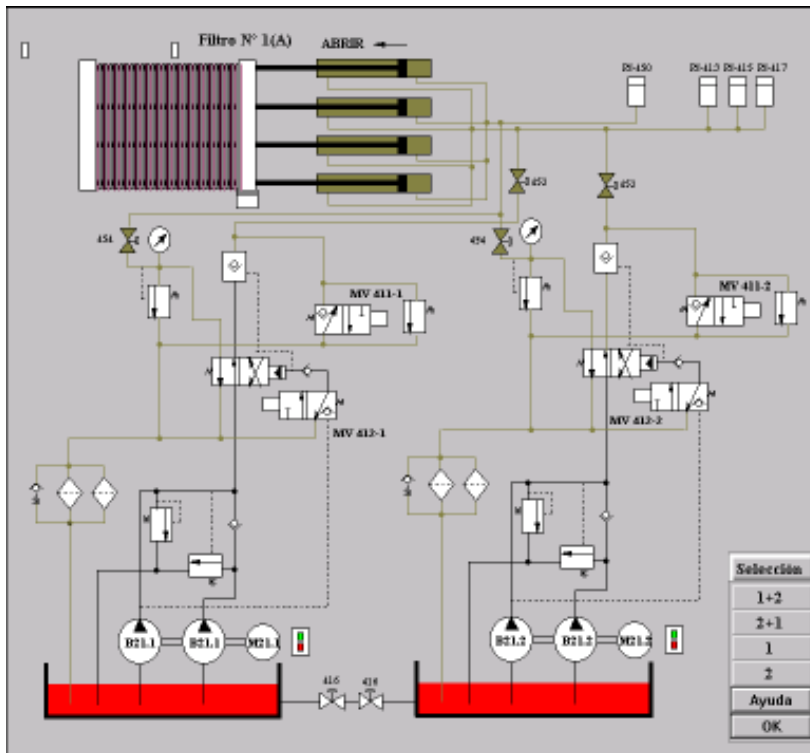


Figura 8 - Sistema electrohidráulico de cierre y apertura de filtros prensa

- Creación on line de un fichero *.log de alarmas y eventos con tiempo real de ocurrencia. Estos son definidos en el momento del desarrollo y pueden ser presentados sobre pantalla en cualquier momento del proceso. Recogen los tres estados típicos de una variable de estado.
 - Creación on line de diagramas históricos de valores de variables analógicas. La unidad de ingeniería y otras características determinantes son elegidas en el momento del desarrollo.
- Para mejorar la explotación de las plantas se introdujeron tres novedades que pueden representar un factor decisivo en cuanto a explotación y mantenimiento y que, desde luego, lo representaron en cuanto a novedad en aquellos momentos:
 - ♦ Archivos gráficos conteniendo los manuales de usuario y despieces de los equipos instalados.
 - ♦ Manual de operadores de planta, conteniendo las principales indicaciones para el manejo y operación de las mismas.
 - ♦ Programa práctico de instrucción de operadores (Planta de Batán). Representa una simulación operativa del conjunto de la planta y permite el aprendizaje programado de operadores noveles.

Para ilustrar la facilidad y ergonomía de la interface desarrollada por IEE, S.A. en las plantas de Batán y Modesta, presentamos a continuación algunas de las pantallas que conducen al operador a través del proceso. La **Figura 6** representa la primera etapa del proceso en ambas plantas, si bien el ejemplo pertenece concretamente a la de Modesta. Se llama "Línea de Aguas" porque este fue el nombre asignado a esta zona de la planta por la Ingeniería Básica.

La balsa **S1** recoge finalmente todas las aguas del proceso previo de lavado de carbón y por medio de dos bombas **B1A** y **B1B** (una en operación y otra en stand-by) alimenta al tanque espesador. Este se encarga de aumentar la concentración de sólidos, recibiendo desde los dosificadores **D3** y **D4** la correspondiente aportación de polielectrolitos. Finalmente, el conjunto de válvulas y bombas de su pico alimentan al tanque **D6** desde el que comienza la etapa de filtrado propiamente dicha.

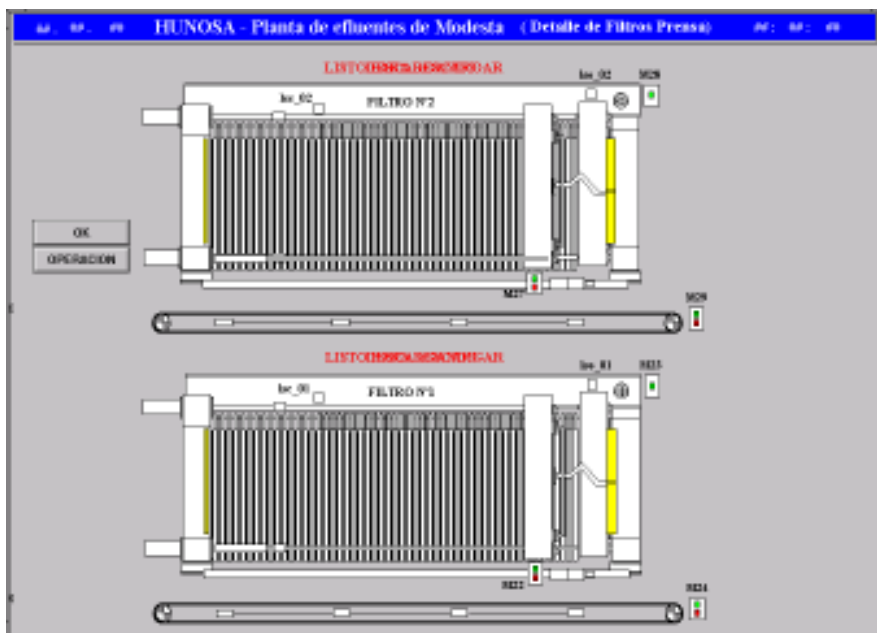


Figura 9 - Descarga de filtros

Es evidente que este proceso de preparación previa consiste en abrir y cerrar válvulas, comprobar niveles y vigilar el par de rotación y el nivel del tanque espesador. De por sí nada complejo visto de forma unitaria, pero algo más si pensamos en la situación intemperie de la instalación, en su extensión y en la concatenación y dependencia de las decisiones a tomar, de modo que, por ejemplo, no podrán abrirse las válvulas de pico de tanque si el **D6** está lleno o la concentración de sólidos es baja, no deberá añadirse polielectrolito si el par del mecanismo del tanque es alto, no deberá abrirse la válvula **VA04L** si el tanque primario del lavadero está lleno, etc. etc.

Así pues, el sistema de control y monitorización remotos consiguió concentrar en una habitación el conjunto de variables de campo, presentarlas de forma gráfica y sencilla cada una

en su lugar y permitir que las decisiones sean tomadas de forma segura, apretando el botón izquierdo del ratón. El operador comprueba también en tiempo real cuál ha sido el efecto práctico de su decisión.

3.4.1. Zona de Filtrado

La **Figura 7** representa la zona de filtrado de la Planta de Modesta. Está constituida por cuatro filtros prensa, un tanque primario con agitadores, cinco bombas de alta presión, cinco bombas centrífugas de baja presión y multitud de válvulas, detectores de posición de filtros y elementos asociados.

Para ilustración del lector diremos que una operación de filtrado con un único filtro pone en juego aproximadamente un 35 % de los recursos de la planta y dura, según la concentración primaria y humedad estandar elegida para los sólidos, aproximadamente entre 90 y 120 minutos. Es pues evidente que cualquier criterio de eficiencia y productividad conllevará la exigencia de un sistema de automatización y control para la planta, ya que, de otro modo, precisaría para su plena operación una gran cantidad de mano de obra.

Para realizar automáticamente la operación de filtrado es preciso además comentar que cada filtro tiene asociada una pantalla de operación electrohidráulica de cierre de placas y sellado. Un ejemplo para el **Filtro 1** se presenta en la **Figura 8**. Así pues, resumiendo, la operación total de filtrado precisa la acción sobre las pantallas de las **Figuras 7 y 8**.

La operación previa será seleccionar las bombas con las que desea realizar la operación de llenado del filtro o filtros, seleccionar los grupos hidráulicos con los que desea operar para cerrar y abrir filtros, regular, si no lo están, los presostatos representados en la parte superior de la **Figura 8 (PS-417,..., PS-450)**, cerciorarse del estado de los filtros que van a ser puestos en operación, etc. Todo ello puede ser realizado nuevamente sin salir de la Sala de Control y de un vistazo sobre la pantalla de la **Figura 7**. De este modo las operaciones de filtrado se convierten en prácticamente rutinarias y realizables en largos espacios de la jornada por una sola persona.

3.4.2. Apertura y Descarga de Filtros

Concluido el proceso de filtrado debe abrirse el filtro y proceder a la descarga ordenada placa a placa. Ello se realiza utilizando nuevamente la pantalla de la **Figura 8** y la de la **Figura 9**. Con la primera se abre el filtro y con la segunda se ordena la apertura de bandejas, el arranque de la cinta extractora y la descarga ordenada placa a placa.

Los filtros prensa instalados son altamente eficientes, no sólo en cuanto a máquinas de lavado y depuración propiamente dichas, sino como elementos autónomos y autodescargantes. Quiere ello decir que su descarga está plenamente automatizada y no precisa, en general, servidumbre

de personas. Sin embargo, pensando en la posibilidad de algún atoramiento de placa se instaló con éxito un sistema automático de detección, parada y reinicio de la descarga, utilizando una célula fotoeléctrica situada a lo largo del filtro y actuable por impulsos desde el exterior.

3.4.3. Lavado de Filtros

La operación de lavado de filtros es una operación que no está incluida en la explotación propiamente dicha, sino que corresponde al mantenimiento sistemático de la planta a realizar en períodos programados, pero por costumbre con cadencia semanal.

Básicamente, la operación de lavado consiste en pasar un pórtico que contiene cepillos y aspersores de agua a presión por los intersticios entre placas, lo cual significa coordinar el movimiento de ésta con el del pórtico y de éste con los elevadores de cepillos.

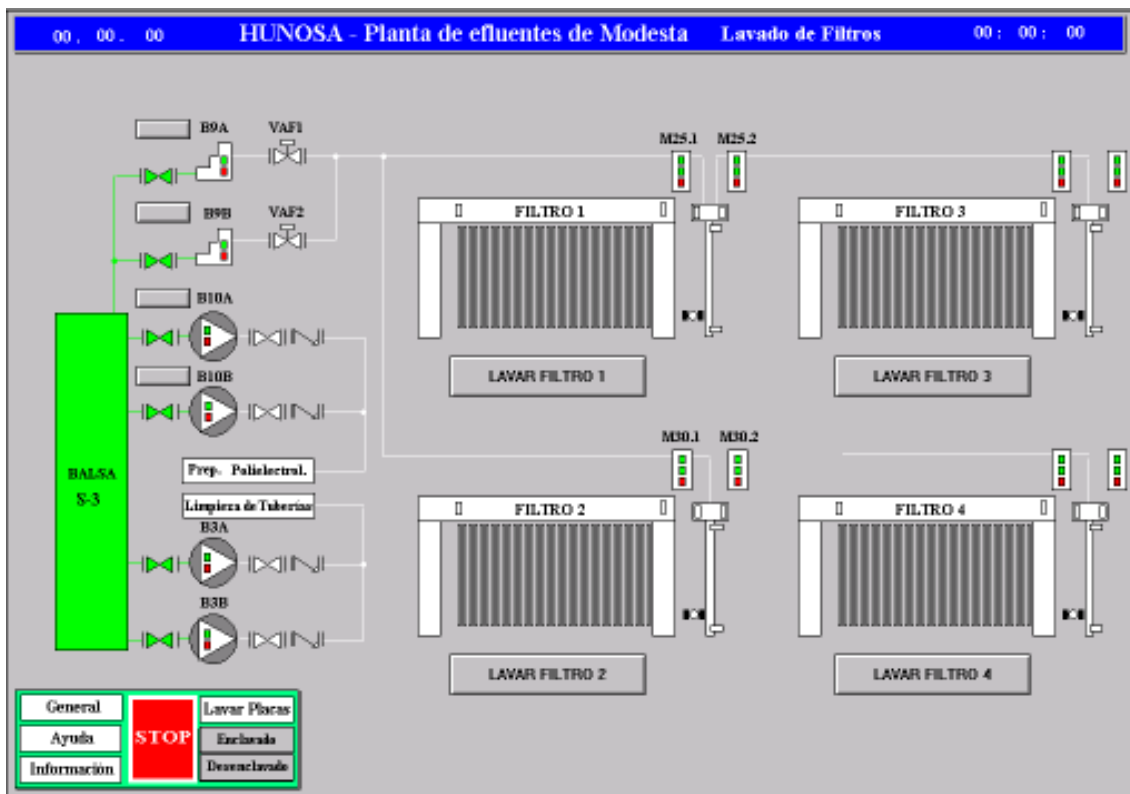


Figura 10 - Lavado de filtros

También este proceso fue automatizado y monitorizado, utilizándose para su desarrollo la pantalla de la **Figura 10**. En ella, el operador puede seleccionar las bombas que va utilizar para generar la presión de lavado y el filtro o filtros que va a lavar. Hecho esto y situado manualmente el pórtico de lavado en su posición inicial, el proceso se desarrolla hasta su conclusión de forma totalmente automática.

4. PROCESOS MANUAL Y AUTOMATICO

Hasta ahora hemos descrito de forma sucinta el proceso denominado **Desenclavado** y mayormente utilizado en la planta debido a su total flexibilidad. Sin embargo, la ingeniería desarrollada por **IEE, S.A.** incluyó otros dos mas: El denominado **Manual** que permite la operación local de cada elemento, bomba, válvula, actuador, etc. desde pulsadores situados en

su proximidad y que está principalmente indicado para operaciones de mantenimiento o resolución de incidentes graves. El denominado **Enclavado** representa la posibilidad de funcionamiento totalmente automático sin intervención en ninguna parte del proceso y que además integra que finalizada una descarga comienza automáticamente la siguiente fase de cierre, llenado, etc. Dicho rápidamente concatena procesos entre sí sin intervención del operador.

Ciertamente, el proceso **Enclavado** o totalmente automático es la unión de tareas utilizadas ya en el proceso **Desenclavado**, pero sin hitos o finales de tarea en los que el sistema interroga al operador para continuar. Su utilización, obviamente muy sugestiva, requiere la fijación de parámetros de tiempos y presiones y el perfecto funcionamiento de todos y cada uno de los elementos y partes del sistema. Sí no fuera así, por ejemplo una válvula no consigue mostrar su apertura debido a que el detector de posición no actúa correctamente, el proceso se detiene esperando el valor prefijado de la posición. Ello implicaría, sí no fuera posible restaurar el valor correcto, el aborto del proceso **Enclavado** y el pase al mando habitual **Desenclavado**.

5. DESARROLLO DEL PROYECTO

El contratista principal **EMEINSA** pasó, conjuntamente con el pedido firme de ambas plantas, un planing global de realización de obra, por el que supimos que la planta de Batán debía preceder en desarrollo y construcción a la de Modesta. A la vez recibimos una lista de motores con denominaciones y potencias y una descripción muy general de la planta. Afortunadamente, los datos previos no fueron muchos, pero fueron exactos y las ampliaciones típicas de los proyectos de cierta entidad no se produjeron hasta el final y nunca comprometieron el dimensionamiento de armarios, potencia de transformación, etc.

Con estas premisas, **IEE, S.A.** desarrolló en primer lugar la ingeniería eléctrica de potencia y previó un espacio importante adicional para contactores de válvulas y servicios auxiliares de planta. Este aspecto del proyecto se realizó muy rápidamente y nunca tuvo ninguna problemática especial, ya que, desde el principio, se adoptó un criterio basado en la experiencia de plantas e instalaciones anteriores: **Confiar todo el mando y enclavamiento entre máquinas al computador**, eliminando por completo cableado interno del cuadro entre compartimentos o gavetas de motor. Obviamente hoy hubiéramos dado un paso más: Eliminar también el cableado interno entre gavetas y computador, sustituyéndolo por un BUS interno de cuadro por aplicación de nuestro sistema **CP2000™**. Sin embargo, en aquella época no estábamos aún



preparados para ello.

Puestos en fabricación los equipos de potencia del modo descrito antes, la ingeniería de **IEE, S.A.** se concentró en el modo de resolver eficazmente el sistema de mando y visualización de la planta. Para ello, deberíamos comprender al nivel de detalle no sólo su funcionamiento global, sino también el parcial de cada elemento o máquina. Hoy creemos que el éxito indiscutible que coronó el proyecto estuvo basado principalmente en nuestra experiencia utilizando y programando computadores de altas prestaciones y en nuestra disponibilidad para integrarnos totalmente en el proyecto. Para ello recibimos la ayuda inestimable de nuestro cliente y contratista principal **EMEINSA**, quién nos facilitó toda suerte de documentación y detalles sobre las máquinas y su operación.

Cuando creímos que nuestro nivel era suficiente, desarrollamos un programa de simulación de planta, programamos la aplicación gráfica de interface hombre-máquina y citamos a nuestro cliente en nuestras oficinas para hacer una demostración y recoger sus sugerencias. De este modo se afinó toda la aplicación, quedando lista para su instalación en obra y prueba real.

Cuando los trabajos de instalación de cables, bandejas, equipos, cuadros, etc. quedaron concluidos, instalamos la aplicación en la planta y comenzamos las pruebas funcionales de todos y cada uno de los equipos, corrigiendo ciertos errores que la práctica operativa puso de manifiesto. Dos semanas más tarde la aplicación quedó lista para realizar pruebas con agua y finalmente, se produjo la prueba definitiva con carga real, resultando positiva desde los dos puntos de vista objeto de ensayo: Funcional y sustancial, ya que el producto obtenido superó ampliamente las especificaciones de la empresa propietaria.

Es evidente que el desarrollo de la planta de Modesta no tuvo inconvenientes remarcables, ya que todo lo hecho allí había sido contrastado con anterioridad y, aunque la planta duplica prácticamente a la de Batán, los ajustes necesarios en cuanto a trabajo de campo fueron realizados en menos de una semana de puesta en marcha.

6. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Después de los detalles aportados hasta aquí en cuanto al desarrollo de la ingeniería eléctrica y de control de las plantas de lavado de efluentes de Batán y Modesta, anexas a los lavaderos de carbón del mismo nombre, queremos, antes de concluir, remarcar los puntos que consideramos de mayor interés:

- **IEE, S.A.** recibió en 1992 el encargo de realizar el proyecto eléctrico completo para las plantas de efluentes líquidos de Batán y Modesta. Con anterioridad **IEE, S.A.** no había desarrollado programas de control para este tipo de plantas.
- **IEE, S.A.** asumió el encargo como un nuevo reto, agradeció profundamente la confianza de su cliente y puso todo su interés en el éxito de la empresa.

- **IEE, S.A.** utilizó para los equipos de potencia, cuadros eléctricos compartimentados según EN-60204-1 forma 4. Todavía hoy son el estándar más alto en construcción eléctrica de B.T.
- Para el desarrollo del control de planta se adoptaron soluciones de gran fiabilidad y capacidad operativa. Básicamente, computadores de proceso tipo **compex™**, tanto para el control principal como para el mímico de planta, ambos enlazados por red local.
- La monitorización e interface hombre-máquina se confió al paquete **intouch™**, instalado sobre **Windows 3.11™**, resultando una operatividad de la totalidad de las plantas muy simple y completa desde un solo punto de la misma.
- El éxito del proyecto estuvo basado, desde nuestro punto de vista, en multitud de detalles, pero sin ningún género de dudas, en la dedicación que todos los participantes en él le dedicaron.



INGENIERIA ELECTRICA ELECTRONICA, S.A.

**Polígono Industrial Vega de Baiña, nº 22
33682 BAIÑA - Mieres (Asturias)**

**Telf. 985/446971 mail@ieespain.com
Fax 985/446972 www.ieespain.com**