

## **ANEXO Nº 6 AUTOMATISMO Y CONTROL**

### **ÍNDICE**

<b><u>1</u></b>	<b><u>OBJETO .....</u></b>	<b><u>3</u></b>
1.1	ARQUITECTURA .....	4
1.2	RED DE COMUNICACIONES.....	5
1.3	SISTEMA DE CONTROL .....	6
1.3.1	Armario de Control .....	6
1.3.2	Autómata de proceso .....	7
<b><u>2</u></b>	<b><u>HARDWARE DE CONTROL .....</u></b>	<b><u>9</u></b>
<b><u>3</u></b>	<b><u>AUTOMATIZACIÓN POR LÍNEA DE PROCESO .....</u></b>	<b><u>10</u></b>
3.1	PRETRATAMIENTO .....	10
3.2	TRATAMIENTO BIOLÓGICO .....	10
3.3	ELIMINACIÓN DEL FÓSFORO .....	11
3.4	DECANTACIÓN .....	11
3.5	DESHIDRATACIÓN DE FANGOS.....	12
3.6	DESODORIZACIÓN.....	12
<b><u>4</u></b>	<b><u>HARDWARE DE SUPERVISIÓN .....</u></b>	<b><u>14</u></b>
4.1	ESTACIÓN DE OPERACIÓN SCADA.....	14
<b><u>5</u></b>	<b><u>SOFTWARE DE CONTROL .....</u></b>	<b><u>16</u></b>
5.1	BASE DE DATOS .....	16
5.2	PROGRAMACIÓN .....	17
<b><u>6</u></b>	<b><u>SOFTWARE DE SUPERVISIÓN .....</u></b>	<b><u>18</u></b>
6.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES .....	18

<b>6.2</b>	<b>ALARMAS Y SEÑALIZACIONES.....</b>	<b>18</b>
<b>6.3</b>	<b>PROGRAMAS DE BAJO NIVEL .....</b>	<b>19</b>
6.3.1	<i>Programas de comunicaciones .....</i>	19
6.3.2	<i>Programas de tratamiento de datos .....</i>	19
6.3.3	<i>Programa de alarmas .....</i>	19
<b>6.4</b>	<b>PROGRAMAS DE ALTO NIVEL.....</b>	<b>20</b>
6.4.1	<i>Supervisi3n gr3fica .....</i>	20
6.4.2	<i>Curvas de tendencia.....</i>	21
6.4.3	<i>Partes .....</i>	21
<b>7</b>	<b><u>INSTRUMENTACI3N .....</u></b>	<b><u>22</u></b>

## **1 OBJETO**

En el presente documento se describe en resumen la solución técnica de los equipos de supervisión y control para la Estación de Tratamiento de Aguas Residuales de Portinatx. No obstante las características técnicas y configuración de los equipos de control se amplían en las especificaciones técnicas correspondientes.

El proyecto contempla todos los equipos y trabajos necesarios para la automatización de la E.D.A.R., estos se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Autómata programable basado en la familia AC500 de ABB o similar.
- 1 Puesto central de supervisión, formado por una estación de operador con su correspondiente licencia SCADA.
- Ingeniería asociada al proyecto de automatización, compuesta principalmente por todas las tareas de programación, diseños eléctricos de armarios, generación de la documentación, etc. Es importante resaltar que toda la ingeniería se realizará bajo los procedimientos de la normativa ISO9001
- Puesta en marcha de autómata y sistema de supervisión en planta.

La solución se apoya en la instalación de equipos de control con lógica propia, distribuidos en la planta depuradora, lo más cerca posible del cuadro de protección y maniobra de motores consiguiendo así un importante ahorro en cableado. Estos equipos son capaces de funcionar independientemente, compartiendo su información a través de su propia red local.

Los equipos comparten la información de forma que cada uno de ellos tiene los datos necesarios para la explotación, permitiendo que el punto de adquisición se encuentre conectado a otro equipo, pudiéndose descargar parte del proceso a los autómatas menos críticos o con menos carga de trabajo. Esta distribución facilita las tareas de puesta en marcha, mantenimiento, reparación y optimización, al ser más fácil de controlar, por el personal de explotación, una zona de la planta que ésta en su totalidad.

## 1.1 ARQUITECTURA

El Sistema de Control y Supervisi3n propuesto consta de los siguientes niveles de control:

- **Nivel cero**, o nivel de adquisici3n de datos y control manual. Este nivel correspondería a la instrumentaci3n y control de campo. Este nivel corresponde con la emisi3n de seálas, y el manejo manual por parte del operador. Para esto ha de desplazarse localmente, ver los datos locales (puede verlos en los equipos directamente) y tomar las decisiones oportunas y ordenar la marcha/paro, apertura / cierre de los equipos localmente. Para esto todos los equipos dispondrán de un selector de mando Automático-0-Manual, con el que se selecciona el funcionamiento a través del PLC, estado Fuera de Servicio, o de forma local con los pulsadores o selectores disponibles. Para posibilitar el control a través de los sistemas automáticos, los equipos deben haber sido probados en manual y deben funcionar previamente de esta forma. El funcionamiento manual debe incluir las protecciones básicas eléctricas y de proceso (v.g. niveles de líquidos en bombas) para que no se produzcan averías innecesarias. Estas protecciones básicas, deben enclavar el hardware de forma que imposibiliten una maniobra o una acci3n tanto en modo Manual como en Automático.
- **El primer nivel**, o CONTROL, corresponde al aut3mata o PLC de control local. En nuestro caso colocamos un PLC AC500 o similar para el control del cuadro de protecci3n y maniobra de motores. Las funciones del único PLC son:
  - Adquisici3n de datos (lectura de las variables anal3gicas y estados de los equipos) o Generaci3n de eventos y alarmas (en funci3n de las Entradas de proceso y de las variables anal3gicas medidas)
  - Vigilancia de los enclavamientos y secuencias de funcionamiento (con generaci3n de alarmas ante situaciones no compatibles)
  - Marcha/paro apertura/cierre de equipos. Con vigilancia de los enclavamientos. Estas órdenes pueden realizarse bien funci3n del programa interno del PLC o bien en funci3n de una orden desde la pantalla local o desde el sistema de supervisi3n central.
  - Lazos de regulaci3n

- Comunicaci3n de la informaci3n al Sistema SCADA

Este nivel funciona aut3nomamente, esto es, funciona a3n sin comunicaciones, tomando sus propias decisiones programadas.

- **Segundo nivel**, o SUPERVISI3N, este nivel es realizado en la sala de control en el PC de Supervisi3n, donde se encuentra el software SCADA. Desde este nivel se puede:
  - Visualizar todos los elementos de campo (estados, valores anal3gicos, ...)
  - Visualizaci3n de datos hist3ricos (tendencias, alarmas,...)
  - Cambio de datos, consignas o par3metros de proceso
  - Orden remota a equipo de campo
  - Informes

Para este segundo nivel hemos propuesto el software de Supervisi3n **SCADA**. En la sala de control se ha colocado un ordenador tipo Workstation como Servidor de Datos y Estaci3n de Operaci3n (sobre el mismo ordenador).

- Existe un **tercer nivel**, en cuanto a los equipos de control que es el sistema de gesti3n de planta e informes MES. Dentro de nuestro segundo nivel de SCADA se introducen o se puede introducir muchos elementos de este tercer nivel. Por una parte el SCADA se puede integrar totalmente con paquetes de MES (Gesti3n empresarial) propios de ABB (dentro de Industrial IT) o existentes en el mercado, bien a trav3s de la conexi3n entre bases de datos ODBC 3 SQL, bien a trav3s de una integraci3n mayor, realizada con aplicaciones de tratamiento de la informaci3n tales como PI, SAP/R3,... La integraci3n de este tercer nivel, gesti3n de planta, no se ha contemplado en este proyecto.

As3 mismo, se ha previsto la instalaci3n de medios locales de mando, conmutaci3n, cambio de puntos de consigna, etc..., mediante elementos simples tales como pulsadores, conmutadores, etc..., en cada armario de fuerza.

## 1.2 RED DE COMUNICACIONES

En cuanto a la red de comunicaciones su misi3n es posibilitar de una forma fiable el enlace entre el PLC y el sistema de supervisi3n. Para la red de comunicaciones se ha

propuesto una red de fibra 3ptica que recorre todas las instalaciones y la sala de control.

Los equipos utilizados son Hubs industriales (0..60°C, para carril DIN, IP20, doble alimentaci3n 24Vcc, contacto de salida para indicaci3n de fallo,...) con 2 puertos de fibra 3ptica y tres puertos cables a 10Mbps.

Estos equipos tienen una alta disponibilidad con MBTF (tiempo medio entre fallos) cercanos al mill3n de horas (100 a3os).

Los cables ofertados son de 4 fibras multimodo 62,5/125, totalmente diel3ctrica (inmunidad total ante descargas el3ctricas o inducciones), con protecci3n antirroedores, antitracci3n y antihumedad.

Estos cables de comunicaciones no es necesario protegerlos contra sobretensiones dado que son totalmente diel3ctricos

La ventaja de la fibra 3ptica es la total inmunidad a ruidos electromagn3ticos, a interferencias, inducciones o sobretensiones. Adem3s de la Distancia de la red que en este caso puede ser de casi 3Km entre cada 2 puntos.

### **1.3 SISTEMA DE CONTROL**

Como hemos dicho, en el primer nivel de CONTROL, la propuesta est3 basada en un PLC para proceso y un sistema de supervisi3n SCADA en una estaci3n de operaci3n tipo Workstation. Pasamos ahora a describir los distintos elementos del Sistema de Control.

#### **1.3.1 Armario de Control**

Al definir el Armario de Control se han buscado los siguientes criterios:

- Alta fiabilidad de los componentes y de la soluci3n
- Primeras marcas para los suministros
- Alta protecci3n el3ctrica (magnetot3rmica, diferencial y contra sobretensiones)

La placa de montaje soporta como elementos fundamentales al PLC de Control con sus E/S, y los equipos de comunicaciones (cuando existen).

El Armario de Control incluye:

- Armario de chapa de acero pintura epoxi RAL 7032, para alojar a los elementos del sistema de control con posibilidad de ampliaci3n de un 30%, modular (para poder ampliar a m1s m3dulos y acoplar al cuadro), con las siguientes prestaciones:
  - Iluminaci3n accionada por interruptor de puerta
  - Ventilador por sobrepresi3n con filtro de entrada y de salida de aire
- Protecciones el3ctricas:
  - Protecci3n Combinada Magnetot3rmica + Diferencial I+N 16A 10 KA de 30 mA para protecci3n acometida a cuadro y salida SAI
  - Protecci3n Magnetot3rmica II 10 A 6 KA. Protecci3n toma de enchufe y fuente
  - Magnetot3rmico protecci3n y desconexi3n fuente de alimentaci3n I+N 6A
- Filtro de red de doble etapa hasta 5 A, 220 Vac para acometida a fuente de alimentaci3n.
- Fuente de alimentaci3n 24 Vcc, 20 A estabilizada y cortocircuitable. Alimentaci3n de electr3nica y campo.

### **1.3.2 Aut3mata de proceso**

El PLC que gobierna el cuadro se trata de un equipo programable con una herramienta de programaci3n que cumple con el est1ndar IEC 63-1131 en sus 5 niveles. El equipo dispone de 2 puertos serie RS232/285 MODBUS para uso gen3rico, uno de ellos se puede utilizar tambi3n para configuraci3n del PLC, as3 como de un puerto de red Ethernet 10/100 BaseTx.

Las principales caracter3sticas del equipo de control propuesto son las siguientes:

- La CPU puede programarse en cinco lenguajes diferentes, y ofrece una pantalla de cristal l3quido, un teclado num3rico de operador, una ranura de tarjeta SD, y dos interfaces serie integradas.
- La CPU puede enchufarse de manera simple a su base de bornas. Encontr1ndose tambi3n disponible con Ethernet o ARCNET integrado.

- En una CPU se permiten hasta cuatro módulos de comunicaciones en cualquier combinación que se desee, lo que permite un alto grado de comunicación.
- La base de bornas de la CPU se encuentra disponible en tres versiones diferentes, permitiendo una fácil conexión de la CPU y uno, dos o cuatro módulos de comunicaciones.
- Los módulos de E/S digitales y analógicos en diferentes versiones pueden enchufarse fácilmente a las bases de bornas para la expansión local de la CPU (máx. siete módulos) y la expansión descentralizada mediante la interfaz FBP.
- Uso flexible gracias a canales configurables.
- Las bases de bornas permiten el uso polivalente para E/S digitales y analógicas, para diseños de 1, 2 y 3 cables. Permite un precableado sencillo sin electrónica. Para CC de 24 V y CA de 230 V, con bornas tipo mordaza o resorte.
- El módulo de interfaz de FBP dispone de E/S digitales intercaladas y una interfaz neutra al bus de campo para conectar el conector FBP elegido. Para expansión descentralizada puede incorporar hasta siete módulos de E/S por cada módulo de interfaz.
- Se puede disponer de una tarjeta SD para registro de datos, descarga y carga del programa de usuario sin un PC o una actualización de firmware para todos los dispositivos (CPU, acopladores o módulos de E/S).



## **2 HARDWARE DE CONTROL**

La configuración y capacidad de los autómatas programables proyectados, es la siguiente:

- **Autómata de proceso** con dimensiones 2.100 x 800 x 500 mm, en chapa de acero, grado de protección IP55. Conteniendo: Controlador/PLC AC500 o similar con 256KB para programa, 2 puertos RS232/485 protocolo MODBUS RTU (1 puerto posibilidad de bus de E/S CS31), 2 puertos de red Ethernet 10/100BaseTx con TCP/IP y protocolo MODBUS/TCP, 1 Puerto esclavo FieldbusPlug (posibilidad de comunicación Profibus DP, DeviceNet ó CANOpen) tarjeta de memoria Flash de 512MB. Conjunto de E/S de la serie S500: 216 E/D Transistor, 64 S/D con separación galvánica mediante bornas relés, 64 E/A intensidad o tensión o Pt100, 32 S/A intensidad, o tensión. Switch de 2 puertos cable 10/100BaseTx, y 2 puertos de Fibra Óptica 100BaseFx.

### **3 AUTOMATIZACI3N POR L3NEA DE PROCESO**

#### **3.1 PRETRATAMIENTO**

Las misiones que se encomiendan a esta parte del proceso se pueden resumir esquem3ticamente en:

- Control del agua de entrada mediante el cierre o la apertura de las las v3lvulas para adaptar el caudal de entrada a la capacidad de tratamiento de la planta.
- Control de desarenadores y desengrasadores, regulaci3n del movimiento de los carros, recorrido temporizado en funci3n del caudal de entrada y de su gradiente (El aumento del caudal provoca limpieza de colectores).
- Enclavamiento y temporizaci3n de todos los elementos relacionados con los procesos anteriores.

#### **3.2 TRATAMIENTO BIOL3GICO**

El aut3mata ser3 el encargado de:

- Controlar el caudal enviado al tratamiento biol3gico actuando sobre las v3lvulas que regulan el caudal que alimenta al reactor biol3gico para realizar una distribuci3n homog3nea e impedir una entrada de caudal superior al que balsa sea capaz de tratar
- Controlar el nivel de ox3geno en las cubas de aireaci3n actuando sobre los variadores de frecuencia con que est3n equipadas las soplantes del biol3gico en funcionamiento, el tiempo de funcionamiento de las mismas y la velocidad de giro en funci3n de los valores combinados de medida de ox3geno disuelto y potencial redox en cada una de las zonas 3xicas del reactor, ajustando la producci3n de aire necesaria en cada momento para un rendimiento 3ptimo del sistema.
- Regulaci3n del caudal de reactivo aportado por la bomba dosificadora de cloruro f3rrico en funci3n del caudal a tratamiento biol3gico.

Todos estos par3metros podr3n ser modificados por el operador los cuales ser3n ajustados en la puesta en marcha, permaneciendo como seguridad ante la posible manipulaci3n incorrecta.

### 3.3 ELIMINACI3 DEL F3SFORO

El sistema de control supervisar3 el correcto funcionamiento de los equipos de dosificaci3n, vigilar3 las alarmas de nivel de las cubas, y permitir3 el telemando de agitadores y bombas dosificadoras.

Asimismo ser3 el encargado de realizar la regulaci3n del caudal impulsado por las bombas dosificadoras, actuando sobre los variadores de frecuencia de las mismas en funci3n caudal de entrada a los reactores biol3gicos.

En todos los procesos de regulaci3n de dosificaciones de reactivos mediante variadores de frecuencia, la relaci3n entre la variable o variables de entrada y el caudal impulsado por los equipos de bombeo, podr3 ser modificable f3cilmente por pantalla en funci3n de las caracter3sticas del agua a tratar y las directrices dise1adas por los responsables de explotaci3n de las instalaciones.

En caso de detectarse un valor an3malo en alguno de los par3metros, el sistema de control dar3 una alarma en la sala de control, de forma que el operador pueda modificar la relaci3n entre el par3metro y el caudal de reactivo dosificado, con el fin de evitar falsas dosificaciones.

### 3.4 DECANTACI3N

El sistema de control ser3 el encargado de:

- Control del caudal de entrada a esta parte de las instalaciones, realizando la apertura cierre de las compuertas de entrada a cada l3nea.
- Control de decantadores, comprobando el correcto funcionamiento en las l3neas y generando alarmas si se detectara alguna anomal3a.
- Extracci3n de fangos en funci3n de algoritmos de control predefinidos.
- Regulaci3n del caudal de fangos en recirculaci3n actuando sobre los variadores de frecuencia con que ya est3n equipados los grupos de bombeo en funci3n de algoritmos de control predefinidos; carga en las balsas y previsi3n de demanda.
- Extracci3n de espumas mediante finales de carrera en el per3metro de los decantadores.

### 3.5 DESHIDRATACI3N DE FANGOS

Los equipos de deshidrataci3n de fangos cuentan con un cuadro de control que controlar3 todo el proceso de deshidrataci3n y estar3 conectado con el sistema de control general para facilitar las labores de gesti3n y supervisi3n de las instalaciones.

As3, el sistema de control permitir3 gobernar y supervisar de forma local el proceso de deshidrataci3n. El sistema se encarga de combinar las funciones del controlador, propio de la centr3fuga, con el sistema de control. El primero regula, principalmente la velocidad diferencial a la que debe funcionar la centr3fuga para tratar unos caudales determinados y el par torsor al que debe trabajar para obtener los resultados de sequedad deseados. El segundo controlar la marcha y paro de los distintos motores que intervienen en el proceso, actuando sobre los variadores de frecuencia conectados a la bomba de alimentaci3n de fango y a la bomba de dosificaci3n de polielectrolito. Combinando las se3ales que se toman a trav3s de uno y otro, el sistema de control realizar3 una estimaci3n bastante fiable del coste que supone deshidratar cada metro c3bico de fango que se genera en planta. Para calcular dicho coste se tienen en cuenta los tres par3metros m3s importantes:

- Tasa de vertedero y transporte de fango; para realizar este c3lculo se toma la se3al de par torsor del controlador de la centr3fuga con la que se estima la sequedad de fango obtenida, y una se3al de caudal en la alimentaci3n del fango.
- Consumo de polielectrolito; se obtiene a trav3s de la se3al anal3gica que se env3a al variador de frecuencia o a trav3s de un caud3lmetro situado en la tuber3a de salida de las cubas de preparaci3n.
- Consumo el3ctrico; se obtiene a partir de una medida amperim3trica en la alimentaci3n el3ctrica de la instalaci3n, o bien se introduce manualmente. El coste se calcula en funci3n de la tarifa el3ctrica a la que est3 acogida la planta.

### 3.6 DESODORIZACI3N

El sistema de control actuar3 sobre los siguientes equipos:

- Ventiladores. El sistema de control realizar3 la maniobra de puesta en marcha y parada de los ventiladores. El tiempo de funcionamiento estar3 temporizado para garantizar las renovaciones/hora previstas.

- Control de la pérdida de carga del scrubber mediante la medida de presión diferencial entre la entrada y salida del mismo.
- Comprobación del número de renovaciones/hora efectuadas, comparando las medidas de caudal de aire a desodorizar con el volumen de las instalaciones a desodorizar. Desde la pantalla del Scada correspondiente a las instalaciones de desodorización y desde el terminal de operador local se podrá variar el número de renovaciones/hora.

## **4 HARDWARE DE SUPERVISI3N**

### **4.1 ESTACI3N DE OPERACI3N SCADA**

El sistema propuesto para esta instalaci3n consiste en un SCADA especialmente dise1ado para alta funcionalidad, alta disponibilidad y seguridad de los datos, para aplicaciones hasta unas 80.000 E/S de campo y una base de datos de 230.000 datos, estando especialmente dise1ado para automatizaci3n de instalaciones el3ctricas, gas y aguas.

El SCADA es una aplicaci3n que se ejecuta sobre Windows 7 y que permite la visualizaci3n de la red de telecontrol, realizar modificaciones y entrada de datos, y permite gr1ficamente ver datos, alarmas y eventos de forma instant1nea o hist3rica.

El sistema es comunicable con otros sistemas v1a OPC, ODBC, SQL, ... y protocolos de comunicaciones opcionales del SCADA como son est1ndares de telecontrol IEC-870-5-101/103/104, DNP 3.0, IEC-1107, MODBUS RTU, RCOM, ADLP 180, PAC-5, COMLI, F4F (Westinghouse), SPA, ANSI X.28, RP570/571, LON, ELCOM 90 (TASE 1), ICCP (TASE 2),...

En cuanto a licencias de software incluimos, adem1s del SCADA y el Sistema Operativo, una licencia de Microsoft OFFICE PROFESIONAL, para la generaci3n de informes y el tratamiento de la informaci3n generada por el equipo.

El ordenador utilizado se ha elegido con una configuraci3n de altas prestaciones, quedando la configuraci3n final de la siguiente manera:

- Ordenador tipo PC con Windows 7, 64 bits, procesador Intel Core i5-2400 (4C/4T, 3,1 GHz, cach3 de 1ltimo nivel de 6 MB, Turbo Boost 2.0), disco duro interno 1x500 GB SATA, memoria 4 GB DDR3 1333 SDRAM (2x2GB), dual channel. Teclado y rat3n USB 3 botones. Lector-grabador de DVD
- Impresora l1ser color XEROX PHASER 6125V/N o similar, con tama1o Legal y A4, resoluci3n 600 ppp x 600 ppp - hasta 16 ppm (monocromo) / hasta 12 ppm (color) - capacidad: 250 hojas - USB y Ethernet 10/100BaseTx
- Impresora matricial Epson LQ300+ o similar para alarmas, de 80 columnas, 24 agujas y 300 cps.
- Pantalla plana LCD TFT de 22'' resoluci3n 1650x1050 pixels.

- Visualización a gran escala de las pantallas del SCADA formada por una pantalla de LCD TFT SONY BRAVIA de 52" 100Hz retroiluminación LED. Dimensiones 52" de diagonal como zona de pantalla. Resolución 1920 x 1080 pixels. Conexiones: VGA, Video Compuesto, HDMI. Tarjeta gráfica para soporte de 2 monitores por EVI. 512MB VRAM total. Cables DVI/VGA para monitores a ordenadores. Soporte pared para pantalla. Instalación y montaje
- Licencia software SCADA Servidor+Cliente en misma máquina (COMBI) para 1.000tags. Funcionalidad OPC.
- Licencia de software Office para generación de informes.
- Sistema de alimentación ininterrumpida de 2 KVA, autonomía 10 min, entrada monofásica, salida monofásica.

## **5 SOFTWARE DE CONTROL**

Los programas a implementar en los equipos de control est1n basados en la experiencia adquirida en la explotaci3n de este tipo de instalaciones, donde otros sistemas de control convencionales no se adaptan completamente.

Cabe destacar que por la naturaleza del elemento a tratar, no se puede aplicar ning1n proceso predictivo a los programas de control, m1s bien, muchas veces las condiciones del proceso en el momento actual no tienen nada en com1n con las condiciones futuras.

Por este motivo, en aquellas partes en que es posible, se est1n instalando soluciones "expertas" que intentan optimizar el proceso teniendo en cuenta las observaciones de los operarios de la planta.

As1 mismo, el programa debe tener variables f1cilmente accesibles al operador para que pueda modificar los par1metros del sistema seg1n le dicte su experiencia en la explotaci3n si se modificaran, por ejemplo, condiciones ambientales que repercutieran en el proceso, y otros par1metros.

### **5.1 BASE DE DATOS**

La base de datos es accesible parcialmente desde display y en su totalidad a trav1s de ordenador compatible.

Admite se1ales calculadas, con lo que se puede visualizar (o crear alarmas), se1ales l3gicas que faciliten el conocimiento del estado del proceso, (suma de caudales secuencias con alarmas l3gicas, etc).

Las se1ales disponen de asignaciones f1sico-l3gicas, lo que permite modificar su conexi3n sin variar la programaci3n.

Las se1ales anal3gicas se tratan en unidades de ingenier1a, pudi1ndose transmitir en binario, para mayor fiabilidad. Dispone de TAG y descripci3n para todas las entradas y salidas digitales y anal3gicas. Se pueden invertir y simular se1ales con el equipo de funcionamiento.

Existen etiquetas de estado para las se1ales digitales y las anal3gicas (con aislamiento independiente), que se tratan en unidades de ingenier1a para facilitar su interpretaci3n y posterior manejo.



El sistema de alarmas permite la asociaci3n de etiquetas a todas las se1ales del tipo: M1XIMO/m1nimo, ALTO/bajo, APARICI3N/desaparici3n, etc.

## 5.2 PROGRAMACI3N

El Sistema est1 dotado de un potente conjunto de instrucciones, que le facilita la adecuaci3n a cualquier tipo de proceso por complejo que sea. Como caracter1sticas principales se puede destacar:

Posibilidad de dividir el programa en partes de funcionamiento independiente, que podr1n compartir informaci3n. Con esto se impide la parada general de la aplicaci3n por un error de programaci3n en una de las partes, o el que una de ellas pudiera pararse o ralentizarse en espera de un dato programado o de campo.

El programa incorpora instrucciones digitales y anal3gicas que pueden ser usadas conjuntamente.

- Capacidad de c1lculo integrada en la aplicaci3n.
- Lazos de control.
- Subrutinas con asignaci3n din1mica de variables.
- Programaci3n horaria.
- Posibilidad de ejecuci3n del programa de instrucc3n a instrucc3n.
- Posibilidad de ejecuci3n de tareas de forma sincronizada.

## **6 SOFTWARE DE SUPERVISI3N**

### **6.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Se crear3 un sistema de supervisi3n para poder ejecutar funciones requeridas en la correcta automatizaci3n del proceso. Desde el puesto de mando del operador se podr3n llevar a cabo estrategias de control de una forma clara y sencilla para evitar confusiones y simplificar las funciones de explotaci3n.

Para acceder al sistema de supervisi3n se emplea un ordenador personal, conectado al aut3mata. En este ordenador se cargan los programas de tratamiento de datos, de comunicaciones y de supervisi3n.

El programa de supervisi3n, est3 basado en una serie de pantallas gr3ficas con una jerarquía y conexi3n entre ellas. La pantalla principal es la que est3 normalmente visualizando el operador y en ella hay un diseño general de la planta con dibujos esquemáticos de los procesos que se desarrollan en la misma.

Esta pantalla principal se encuentra dividida en ventanas de control que corresponden, cada una, a un determinado proceso de la planta. Cuando el operador quiere indagar en alguno de estos procesos, simplemente tiene que pulsar con el rat3n en la ventana correspondiente y autom3ticamente aparecen otras pantallas con el tratamiento correspondiente. En estas pantallas, puede haber otras subpantallas con los grupos funcionales, detallando a3n m3s, alguna fase del tratamiento.

Dentro de las pantallas que tienen el diseño detallado de cada tratamiento, se puede establecer el control de una m3quina en concreto, simplemente pulsando con el rat3n en el dibujo de dicha m3quina.

### **6.2 ALARMAS Y SEÑALIZACIONES**

El modo que tiene el operador de detectar alguna anomalía en el funcionamiento de una m3quina o proceso, es mediante la visualizaci3n en la pantalla principal de una serie de alarmas que se activan por las diferentes señaes que envía el aut3mata.

Mediante alg3n icono que parpadea en las ventanas de control de la pantalla principal, el usuario se percata inmediatamente del aviso y entrando en detalle al proceso, puede saber qu3 m3quina en concreto est3n dando problemas y si es posible o no solucionar el problema desde la pantalla.

En todo momento el operador tiene la posibilidad de consultar la evoluci3n de un proceso en las gráficas destinadas a tal fin. Para ello, deber3 seleccionar el correspondiente icono o barra de men3, disponible en todas las pantallas, para comparar las distintas seÑales que le llegan a los aut3matas. Tambi3n se puede elaborar todo tipo de informes por impresora y pantalla.

### **6.3 PROGRAMAS DE BAJO NIVEL**

Estos programas se pueden ejecutar en el ordenador, independientemente de la aplicaci3n con que el operador est3 trabajando, pudiendo ser diferente a las tareas de supervisi3n, si bien, peri3dicamente debe volver a ellos para facilitar la actualizaci3n de ficheros y evitar el desbordamiento de buffers destinados al efecto.

#### **6.3.1 Programas de comunicaciones**

Se encargan de recoger los datos del aut3mata y depositar, en tiempo real, una imagen en memoria de los mismos. Posteriormente, estos datos podr3n ser utilizados por el resto de los programas.

#### **6.3.2 Programas de tratamiento de datos**

Procesan la informaci3n y la preparan para la posterior generaci3n de partes y curvas de tendencia.

#### **6.3.3 Programa de alarmas**

La aplicaci3n de alarmas, relacionada con la anteriormente descrita va almacenando las incidencias ocurridas. La capacidad de almacenamiento es configurable, y el operador puede visualizar o imprimir estas alarmas cuando lo necesite.

Al producirse una alarma, el operador tiene la opci3n de que se le interrumpa el trabajo para seÑaliz3rsele o de que simplemente aparezcan un icono de que le indique que hay una alarma activada.

## 6.4 PROGRAMAS DE ALTO NIVEL

### 6.4.1 Supervisi3n gr3fica

Su elemento principal son las pantallas gr3ficas, dise1adas con todo detalle para cada planta. Estas pantallas est3n generadas en varios est3ndares del mercado (PCX, TIFF, DXF), para que la elasticidad de los formatos permita m3s posibilidades de manejo gr3fico.

El papel de estas pantallas gr3ficas en el programa es fundamental ya que en ellas est3 representado todo el funcionamiento de la planta y los tratamientos espec3ficos de la misma.

En dichas pantallas, se reflejar3 el estado, en tiempo real, de las distintas m3quinas y procesos, mediante los valores que se recopilan del aut3mata con los distintos programas de comunicaci3n.

Las pantallas tienen una jerarqu3a y una conexi3n l3gica entre ellos. La pantalla principal es donde se reflejar3n en un principio las posibles anomal3as de las diferentes m3quinas o procesos.

Una vez detectado el fallo en la pantalla principal, mediante las ventanas de control que tiene cada tratamiento en dicha pantalla, se entra con el rat3n, al tratamiento que se quiere visualizar con m3s detalle.

En las pantallas espec3ficas de cada tratamiento se indicar3 exactamente d3nde se ha producido el fallo.

En algunos de los procesos m3s complicados ser3 necesario acceder a otra subpantalla donde se ver3 con m3s detalle aquello que est3 dando problemas. En esa pantalla, el usuario tiene la opci3n de apagar o poner en marcha la m3quina desde la botonera.

Las botoneras hacen simulaci3n de movimiento para que el operador sepa, si ha presionado el bot3n correctamente o no.

Desde esta pantalla, una vez efectuada la operaci3n requerida, se puede volver a las pantallas anteriores mediante un bot3n que hay a tal efecto.

Una vez que el sistema coge los datos que le da la aplicaci3n de comunicaciones el programa de supervisi3n trata los datos y los representan en las pantallas gráficas, tanto las señales anal3gicas como las digitales.

#### **6.4.2 Curvas de tendencia**

El programa de supervisi3n incluye una amplia gama de posibilidades en el manejo de gráficas, pudiendo el usuario establecer el tipo de gráfica que necesite para representar determinados valores.

Se pueden visualizar un cierto número de variables a la vez (señales anal3gicas, digitales, variables multiestado, etc) y comparar las representaciones de cada una.

Para la diferenciaci3n de las distintas señales, existe la posibilidad de elegir los colores con los que se quieran representar cada una de las gráficas. En los puntos, para evitar confusiones, se podrá seleccionar un símbolo dentro de un amplio abanico de posibilidades.

#### **6.4.3 Partes**

En todo momento el operador puede visualizar en pantalla o imprimir todo tipo de partes con los valores recogidos por el programa de comunicaciones. Tendr la posibilidad de elaborar partes diarios con tiempo predefinido, representando valores máximos y mínimos, y totalizando los resultados del día. Se pueden generar también partes mensuales, con las características de los anteriormente citados.

## **7 INSTRUMENTACI3N**

En todos aquellos puntos de los distintos circuitos donde los fluidos manejados pueden sufrir variaci3n en alg3n par3metro f3sico (presi3n, nivel, velocidad, temperatura, etc.), se instalar3n los instrumentos de indicaci3n local correspondientes (man3metros, niveles, rot3metros, term3metros, etc.).

La instrumentaci3n de los par3metros f3sico-qu3micos m3s importantes de la estaci3n depuradora, incluir3 adem3s de indicaci3n local, transmisi3n de las mediciones efectuadas para su control, con indicaci3n en centro de control, registro y procesado.

Para el control del proceso y la optimizaci3n de la explotaci3n se dispondr3 de las siguientes medidas:

- Medidas a realizar en pretratamiento:
  - Analizador de pH con compensaci3n autom3tica de temperatura.
  - Analizador de temperatura
  - Medida de caudal salida pretratamiento mediante caudal3metro magn3tico inductivo
  - Medida de caudal obra de llegada mediante caudal3metro magn3tico
- Medidas a realizar en el reactor biol3gico
  - Analizador de oxigeno disuelto para cada balsa con indicaci3n digital variable de medida y temperatura. (2 unidades por balsa/reactor).
  - Analizador de redox con compensaci3n de temperatura autom3tica.
  - Medida de caudal de aire mediante caudal3metro m3sico t3rmico para aire basado en efecto t3rmico para medir caudal m3sico de gases en tuber3a o conducto rectangular.
  - Medidor de s3lidos en suspensi3n.
- Medidas a realizar en decantaci3n secundaria:
  - Medida de caudal de fangos en recirculaci3n mediante caudal3metro magn3tico inductivo.

- Medida de caudal de fangos en exceso mediante caudalímetro magnético inductivo.
- Medidas a realizar en el agua tratada:
  - Medida de caudal de fangos en recirculación mediante caudalímetro magnético inductivo.
- Medidas en deshidratación
  - Medida de caudal de polielectrolito mediante caudalímetro magnético inductivo.
  - Medida de caudal de fangos a deshidratación mediante caudalímetro magnético inductivo.
  - Medida de caudal de vaciados mediante caudalímetro magnético inductivo.