

DISEÑO DE PLANTA PILOTO ANAERÓBICA AUTOMATIZADA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL

PhD. Aldo Pardo García.*
Ing. Pablo Santafe Gutiérrez.**

Universidad de Pamplona
Grupo de Investigación: Automatización y Control A&C.

* apardo13@hotmail.com

** psg1@unipamplona.edu.co

RESUMEN. Se diseñó la automatización de una planta piloto anaeróbica de tratamiento de agua residual de la Universidad de Pamplona, utilizando la automatización industrial basado en autómatas programables y un sistema de control de monitoreo mediante un sistema SCADA. Se construyó equipo didáctico para la enseñanza en tratamiento anaeróbico de agua residual automatizado utilizando Intouch- Nais – FP_DDE.

Keywords: Control en tiempo real, Autómatas, PLCs, Intouch.

1. INTRODUCCIÓN A LOS REACTOR UASB

Las partes principales del reactor son: el sistema distribuidor del influente en la parte baja del reactor y el separador de tres fases (gas, sólido, líquido) en la parte superior. El influente es distribuido en el fondo y mezclado con la cama de lodo anaeróbico granular por el sistema de distribución del mismo.

Los compuestos orgánicos son removidos del agua residual a medida que ésta asciende hasta la parte superior del reactor y son convertidos principalmente en biogás y algo de material celular. El lodo anaeróbico y el biogás son separados en el separador de tres fases (GSL). El biogás puede ser quemado o

almacenado para usarlo después de ser tratado como combustible.

1.1 Características del Reactor UASB

El reactor UASB (Manto de Lodo Anaerobio de Flujo Ascendente) consta de tres partes esenciales: una zona de digestión, una zona de sedimentación y un separador gas-sólido-líquido (GSL)

Zona de digestión

El influente es homogéneamente distribuido en el fondo del reactor, y este asciende a través de un manto de lodo anaeróbico, los cuales son expandidos por la velocidad ascendente del flujo de agua. En esta parte se lleva a cabo la digestión, pues es aquí, donde los microorganismos

tienen el mayor contacto con el sustrato orgánico y donde se realiza la digestión de la materia orgánica biodegradable del influente.

Zona de sedimentación

Se encuentra arriba del separador GSL. Es allí donde se retiene por sedimentación la biomasa y los sólidos que alcanzan este nivel del reactor y son regresados a la zona de digestión permitiendo darle un pulimento al efluente, y lograr retener la biomasa el mayor tiempo posible para optimizar la digestión. El efluente es evacuado por un desagüe. El biogás producido y que no se solubiliza en el agua, es recolectado en fase gaseosa en las campanas del separador GSL.

Separador gas-sólido-liquido (GSL)

El separador GSL esta localizado en la parte superior de la zona de digestión. Este separador GSL esta formado por lámparas deflectoras y campanas, sus principales funciones son: separar el biogás generado, prevenir el lavado de la biomasa actual (lodo floculento y granular flotante), además de servir de barrera al manto de lodo debido a las altas cargas orgánicas.

El software SCADA tienen 4 niveles principales:

Gestión: Intercambio de información para la toma de decisión estratégica.

Operación: Supervisión, mando y adquisición de datos del proceso.

Control: Dispositivos de control distribuido

Sensores y Actuadores:

Dispositivos de campo e instrumentación.

En la actualidad se encuentra en el mercado varios paquetes de calidad como son: Fix, Intouch, Factory, Taurus, Realflex, Genesis, LabView.

Todo proceso productivo con cierto grado de automatización debe disponer de un sistema de supervisión y control que proporcione la información imprescindible para la toma de decisiones basadas en la información del mismo proceso.

Debe tener capacidad para comunicarse con múltiples redes de instrumentos, aun siendo de distinta procedencia y fabricantes (standard IEC 1131.3). Las librerías de enlace dinámico o DLL (Dynamic Link Libraries) son canales de comunicación, implementados por el sistema operativo, que permite que diversos paquetes de software envíen y reciban datos comunes. Además debe comunicarse con otros paquetes de software por medio de DDE (Dynamic Data Exchange)*. Por ejemplo se puede relacionar una celda de una hoja de calculo con una variable del sistema y así variar puntos de consignas del proceso, o bien comunicación directa con los drivers I/O de los dispositivos de campo.

SISTEMA SCADA CON OPC

Se ha desarrollado una norma de intercambio de datos para el nivel de planta basada en la tecnología OLE (Object Linking and Embedding) denominada OPC (OLE for Process Control), que permite un método para el flujo transparente de datos entre

aplicaciones corriendo bajo sistemas operativos basados en Microsoft Windows.

Para evaluar la necesidad de un sistema SCADA en una aplicación, el proceso a controlar debe cumplir on las siguientes características:

Número de variables del proceso que se necesita monitorear es alto.

Proceso geográficamente distribuido o concentrado en una localidad.

Información se requiere en tiempo real.

Necesidad de optimizar y facilitar las operaciones de la planta, y la toma de decisiones.

Beneficios obtenidos del proceso justifican la inversión del SCADA.

La complejidad y velocidad del proceso hacen que las acciones de control sean iniciadas por un operador o un Sistema de Control automático.

FUNCIONES DEL SCADA.

Las funciones básicas realizadas por un sistema SCADA son:

Recabar, almacenar y mostrar información, en forma continua y confiable, correspondiente a la señalización de campo: estados de dispositivos, mediciones, alarmas, etc. Ejecutar acciones de control iniciadas por el operador, tales como: abrir o cerrar válvulas, llenado de tanques, visualización de historial, etc.

SELECCIÓN DEL AUTÓMATA

La selección del autómata se basa en una serie de factores, considerando además las características actuales y futuras de la planta a automatizar. Para una buena elección se recomienda tener en cuenta los

factores cuantitativos y cualitativos,

Factores cuantitativos

Es la capacidad del equipo para soportar las especificaciones del sistema de control, agrupadas en las categorías:

Entradas / salidas: prestaciones, cantidad, tipo, ubicación, etc.

Tipo de control: control de una o más maquinas, procesos, etc.

Memoria: cantidad, tecnología, expansibilidad, etc.

Software: Conjunto de instrucciones, módulos de programación, etc.

Periféricos: Equipos de programación, dialogo hombre-maquina, etc.

Físicos y ambientales: Características constructivas, banda de temperatura.

Factores cualitativos

Hay que tener en cuenta aspectos que tendrán una influencia a mediano plazo como son:

Ayudas al desarrollo del programa: la potencia de los mandatos de edición y modificación, referencias cruzadas, etc.

Fiabilidad del producto: son los parámetros de tiempo medio entre fallos.

Normalización en planta: cubrir toda la planta con equipos compatibles, para abaratar costos a mediano y largo plazo.

AUTOMATIZACIÓN DE LA PLANTA

La unidad de gestión incluye un procesador personal, con un programa SCADA en este caso el InTouch.

Este software permite monitorear los estados de los procesos en cada uno de los puntos de control, el envío y la

recepción de información mediante el uso de pantallas gráficas, de fácil manejo por el usuario del sistema. Facilitando la realización de registros en disco o impresora, gráficos de tendencia, gráficos analógicos de los eventos que se quieren analizar posteriormente.

El PLC NAIS FP0-C10RS (seis entradas y cuatro salidas), y su expansión FP0-E8RS (cuatro entradas y cuatro salidas), cuyas entradas y salidas son digitales, será el encargado del control. En el FP0-C10RS que contiene la unidad de proceso se realiza el programa de control, en diagrama de escalera (ladder) o lista de instrucciones.

La monitorización de parámetros implica la comunicación del SCADA con el autómat, al que se han de cablear las señales de los equipos de control. El intercambio de datos entre el PLC e InTouch se realiza con el driver de comunicación FP_DDE desarrollado por Wonderware, a través de la interface serie RS232.

DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN EN SCADA

En el SCADA se desarrollaron las ventanas que nos permitirán controlar y supervisar en tiempo real, de tal forma que el operario siempre disponga de información, en el instante en que él lo desee, ya sea a través de históricos, bases de datos, etc.

Tags utilizados en la simulación

Los Tags son señales o variables definidas por el diseñador, y son usadas con los diferentes tipos de Wizards y scripts en el InTouch. El nombre de cada Tag, representa una variable en el InTouch, es manejado internamente por el programa o por medio de un nombre de acceso. Este nombre de acceso es igualmente definido en un servidor DDE (Dinamyc

Data Exchange), para comunicarse con las entradas y salidas del controlador lógico programable (PLC).

Panel frontal

Pantalla gráfica formada por el sinóptico de la planta, en donde se representa la

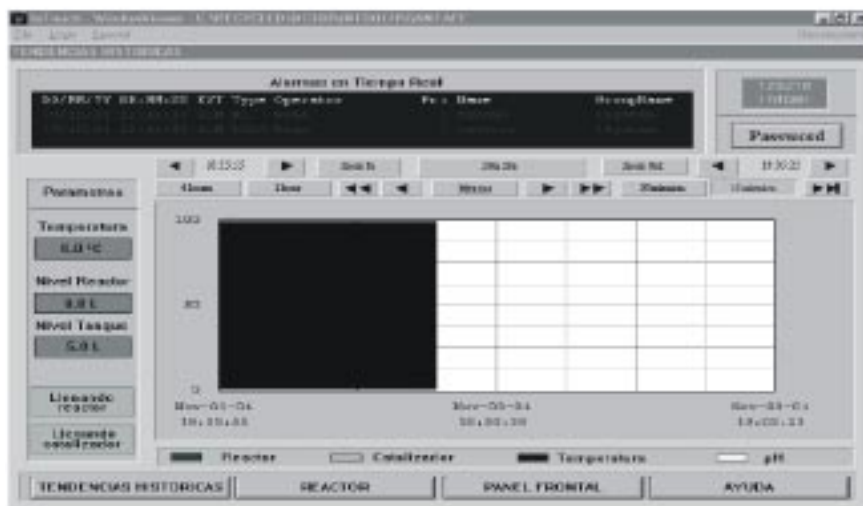


Figura 1

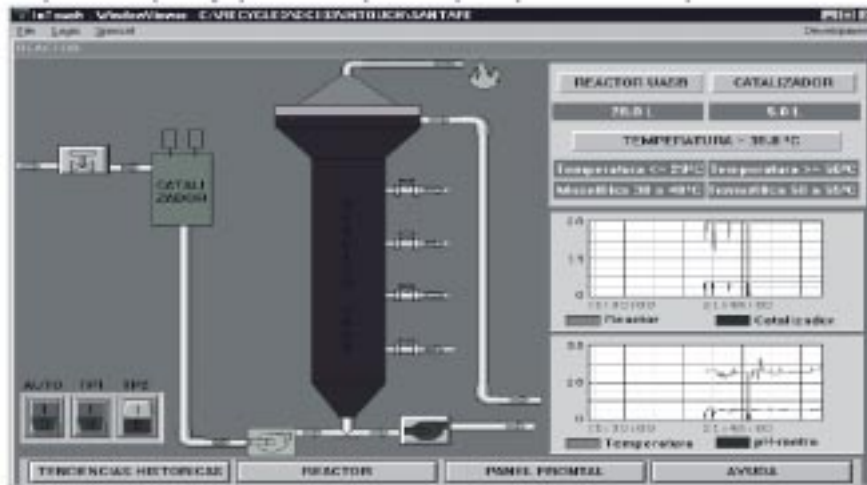


Fig. 2 Diseño del Reactor UASB

información de todos los sensores y actuadores comunicados con el autómata. Desde esta pantalla podemos acceder a las demás que forman el programa de visualización y control.

Tendencias Históricas

La medición de los sensores se presenta en gráficos de tendencia, en donde el operario podrá monitorizar los valores enviados al autómata por cada sensor durante las últimas 24 horas, así como la medición actual realizada por el sensor.

Ayuda

Tiene una descripción de las siglas y variables utilizadas en el proceso anaeróbico y en la programación. También una breve descripción del funcionamiento automático de la planta piloto de agua residual anaeróbica.

El diseño de todas las pantallas se realiza de forma que la utilización de las mismas sea de fácil comprensión a cualquier usuario encargado de su

manejo y de acuerdo a las sugerencias y necesidades del personal que, previsiblemente, se convertirá en el administrador del programa de visualización y control.

Reactor UASB

En esta pantalla se muestra como opera el reactor, cuales son los sensores (pH, temperatura) y actuadores (electroválvulas y motobombas) que están o no trabajando, en que condiciones se encuentra el reactor UASB para detectar y corregir posibles fallas que se puedan presentar a través del proceso.

CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC) NAIS

Los Controladores Programables NAIS-AROMAT son equipos de alta modularidad confiabilidad, versatilidad y de fácil programación mediante computadoras o terminal de programación manual (Hand Held).

Los NAIS permiten hacer un Intercambio Dinámico de Datos (DDE) entre el PLC y un software para Windows que posea esta función, a través de la interface RS232, Con el DDE se puede supervisar los estados de las variables de entrada o de salida, tener graficas dinámicas de un temporizador o de una entrada análoga, realizar formulas o cálculos desde un programa (Excel, Visual Basic, etc.).

Para la automatización de la planta piloto de agua residuales de la Universidad de Pamplona se utilizara el PLC NAIS FP0-C10RS de la familia FP0.

La programación de los PLC NAIS se realiza de dos formas: mediante un programador manual o mediante un computador personal, a través de un software llamado FPSOFT. Software de Matsushita Electric Works, Ltd (MEW), usado para crear operandos gráficos, este reemplazo el comando en línea NPST.

El FPSOFT posee cuatro estilos de programación:

modo ladder, modo ladder booleano, modo ladder no booleano y modo de edición de texto booleano.

Mientras se crea un programa, se puede copiar, borrar, mover, o buscar una parte del programa. Además se pueden hacer comentarios, chequeo de programas, monitoreo, entradas/salidas (I/O) y localización de I/O remotas, transferencia de datos, direccionamiento de datos, e imprimir. El FPSOFT realiza monitoreo en tiempo real de todo el funcionamiento del programa sin necesidad de detener el proceso; esto lo hace ideal

para el depuramiento y detección de errores tanto, durante la programación, como en la ejecución. El driver de comunicación es un programa de software diferente al del SCADA y hace que el PC y el PLC se «entiendan» a través de la tarjeta de comunicación PCPLC.

Básicamente el programa SCADA crea una base de datos con los parámetros del proceso (TAGS) y el driver es el encargado de leer y escribir estos datos en el PLC. En este caso es sumamente recomendable utilizar tarjetas de comunicación del mismo fabricante que el PLC para evitar problemas de comunicación.

El drive FP_DDE es el encargado de enlazar el software SCADA y el PLC NAIS de referencia FP0- C10RS

Fig. 10. Drive de comunicación FP_DDE, pantalla de visualización. Para acceder a la comunicación entre el PLC y el SCADA utilizamos el protocolo FP_DDE Server versión 2.02, desarrollado por la corporación Aromat.

El servidor Aromat FP es una aplicación de Windows Microsoft el cual actúa como un servidor DDE (intercambio dinámico de datos) y permiten otros programas de acceso a aplicación en Windows para uno o más Controladores Programables Aromat FP.

El servidor fue desarrollado para trabajar con Wonderware InTouch (versión 4.00 o mayores), este puede ser usado por cualquier programa de Microsoft Windows, el cual sea capaz de actuar como un cliente DDE.

DIRECCIONES DDE

El protocolo DDE identifica un elemento de dato usando una dirección de tres partes. Las tres partes de una dirección DDE son Aplicación (application), Topic (tópico) y artículo (item).

Aplicación: se refiere al nombre del programa de windows (server) que sabe acceder el elemento del dato. En el caso de datos entrando o saliendo al servidor Aromat FP, la porción de la aplicación de la dirección de DDE es FP_DDE.

Tópico: es un subgrupo de aplicación especifica de datos-elementos. El usuario crea los nombres para el Aromat Fp y usa estos nombres como los nombres del tópico para la referencia del DDE.

Artículo: indica un elemento de dato específicos dentro del tópico especificado. Para el servidor Aromat FP, los artículos más simples corresponden a las paradas de I/O Externas (discreto). Adicionalmente

los artículos son definidos para que correspondan a las Paradas Interiores, Timers/Counters, registro de Datos, y muchos otros.

Usando el Aromat servidor FP_DDE con InTouch

Para acceder al FP desde InTouch, se requiere de un nombre de acceso para el DDE y configurar el servidor en el programa. Cada tópico corresponde a un Aromat FP simple. Para definir un nombre de acceso del DDE invoque el /especial/DDE Access Name Setup... comando (en WindowMaker). En la ventana de dialogo aparece "seleccionar un DDE Access Name". Click sobre la ventana de dialogo "DDE Access Name definición"

Los siguientes artículos son introducidos y/o seleccionado en la ventana de dialogo:

- DDE Access Name
- DDE Application/Server Name
- DDE Topic Name

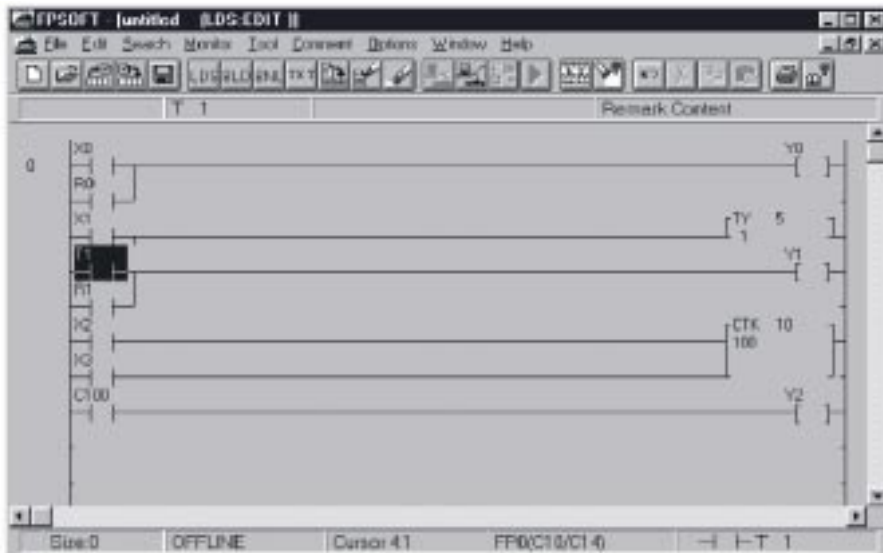


Fig. 3. Diagrama ladder o de escalera

Nombre	Características
Reactor UASB	Construido en acrílico. Tiene 4 canalillas de salidas para tomar muestras de lodo y líquido. Una (1) boquilla invertida. Salida de gases.
FPOC10RS	Tamaño reducido, 4entradas y 6 salidas a relé todas digitales. Expandible. 2.7K para 32 I/O, 0.9 microseg por paso de programa. 1ms por 500 instrucciones. Trabaja a 24 voltios.
FE0E8RS	Pequeño, 4 entradas y 4 salidas todas digitales. Trabaja a 24 V.
Electroválvulas	127V-50/60Hz. Presión para el líquido (Agua) de 0.2 a 8.5 BAR. Fácil manipulación.
Motobombas	Motobombas para parabrasas de carro que trabaja a 24V. Con consumo de corriente de 2.3' (fuente independiente).
INTOUCH	60000 variables. 2000 objetos gráficos predeterminados, Licencia, DDE, Paquetes Complementarios (InControl, L'Oserver, etc). Fácil programación. Buen soporte técnico. Económico.
FP DDE	Protocolo FP DDE Server versión 2.02, bajo Windows Microsoft, desarrollado por Aromat. Fácil programación
FPSOFT	Operandos gráficos. Se programa en: modo ladder, modo ladder booleano, modo ladder no booleano y modo de edición de texto booleano. Se puede programar variables digitales, registros, transferencias, comparaciones, señales análogas, etc. Monitoreo en tiempo Real.

TABLA No 1. Equipos y elementos usados en la Maqueta

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. BATES, Roger, John Wiley and Sons, «Determination of pH: Theory and Practice» New York, 1973.
2. "Electrónica Industrial y Automatización" Termocuplas, revista N° 20. Cedit S.A., Colombia. 2000
3. JOSEP Balcells, José Luis Romeral "Autómatas Programables» Serie Mundo Electrónico, Marcombo editores.
4. LETTINGA, G. y colaboradores. Anaerobic treatment of raw domestic sewage at ambient temperatures using a granular bed UASB reactor. En: Biotechnology and bioengineering. 25:1701-23, 1983.
5. TIMOTHY J. Maloney. "Electrónica Industrial Moderna" Tercera edición, Prentice Hall, año 1997. Méjico.
6. "Seminario Sobre Programación de PLC's", Sincron diseño electrónico, Aromat, 2000.
7. VALLEJO, Horacio D. Saber Electrónica, Artículo "Controladores Lógicos Programables (PLC)". N° de colección 126. Editorial Televisa, Colombia. 1999.