



industriales
etsii

Escuela Técnica
Superior
de Ingeniería
Industrial

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Industrial

Desarrollo de un sistema de control distribuido y SCADA para planta piloto

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA INDUSTRIAL

Autor: Manuel Aguado
Director: Jose Manuel Cano
Codirector: Julio Ibarrola



Universidad
Politécnica
de Cartagena

Cartagena, 2016

ÍNDICE

1. FUNDAMENTOS Y OBJETIVOS DEL PROYECTO	4
1.1 Introducción	4
1.1. Objetivos del proyecto	5
2. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA PILOTO	7
2.1. Introducción	7
2.2 Hardware de la planta.....	7
2.3. Software existente en la planta piloto	14
2.4. Problemática encontrada	16
3. SISTEMAS DE CONTROL DISTRIBUIDO	18
3.1. Introducción	18
3.2. Sistema de control distribuido Experion LX C300 de Honeywell	18
3.3. Sistema de control distribuido Simatic PCS7 de Siemens	25
3.4. Sistema de control distribuido Freelance de ABB	30
3.5. Sistema de control distribuido DeltaV de Emerson	39
3.6. Decisión.....	45
4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DELTAV	53
4.1. Introducción	59
4.2. Descripción del hardware del sistema.....	68
4.3. DeltaV Explorer	81
4.4. Creación y descarga de la estrategia de control.....	86
4.5. Desarrollo de módulos de control.....	92
4.6. Creación de las pantallas de operador	129
4.7. Comenzando con DeltaV Operate (Modo configuración).....	132

4.8. Cambiando a DeltaV Operate en Modo “RUN”	147
4.9. Finalizando las pantallas de procesos	151
4.10. Usando DeltaV en modo operación (“Run Mode”).	157
4.11. Registro y muestreo de datos	164
4.12. Configuración de la red, carga y asignación de licencias e instalación de las cuentas de usuario	171
5. ETAPA DE EJECUCIÓN Y COMISIONADO	
DE LA PLANTA PILOTO	197
5.1. Hardware de la planta.....	197
5.2. Cuadro de control.....	210
5.3. Canalizaciones y conducciones de alimentación y control.....	210
5.4. Conductores eléctricos	211
5.5. Conexionado de cables de alimentación eléctrica y de instrumentación	213
5.6. Etapa de ejecución del proyecto	213
5.7. Etapa de comisionado y pruebas SAT	213
6. TRABAJO EXPERIMENTAL EN LA PLANTA PILOTO	216
6.1. Introducción	216
6.2. Diseño de las estrategias de control.....	216
6.3. Experimento 1	221
6.4. Experimento 2	223
6.5. Experimento 3.	224
6.6. Experimento 4.	226
6.7. Experimento 5.	227

7. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	230
7.1. Conclusiones.....	230
7.2. Trabajos futuros.	231
8. BIBLIOGRAFÍA	233
9. ANEXOS	234

1 .FUNDAMENTOS Y OBJETIVOS DEL PROYECTO

1. Introducción

En el departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática se ha realizado el diseño, construcción, puesta en marcha y control de una maqueta de una planta piloto.

Dichos trabajos se han llevado a cabo en diversos proyectos realizados con anterioridad. El presente proyecto pretende la migración del control actual WinPAC WP-8849 a un sistema de control DeltaV y la actualización de toda la instrumentación de la planta piloto para realizar el posterior control.

Por otro lado se llevará a cabo la instalación de la nueva instrumentación, así como la modificación y nueva instalación del cableado del armario de control, timbrado, comisionado y pruebas de lazo y se llevarán a cabo todas las modificaciones necesarias para poder realizar el posterior control. Del mismo modo, se realizará la regulación automática del control de nivel del depósito de agua caliente y el control de caudal de la bomba del circuito de agua caliente para mostrar las capacidades del nuevo controlador instalado.

El planteamiento del presente proyecto se enmarca dentro de un proyecto general, de diseño, montaje y puesta en marcha de una planta piloto y se apoyan en los siguientes trabajos anteriores:

- *“Desarrollo del sistema de adquisición de datos y control de supervisión SCADA”*, encargado de la creación de un SCADA general para toda la planta. [7]
- *“Obtención de la línea de frío para la camisa del reactor y actualización del SCADA”*, en el que se lleva a cabo el acondicionamiento del agua fría que llega a la camisa del reactor, además de la correspondiente actualización del SCADA que controla el proceso. [8]
- *“Control de la temperatura del reactor de la planta piloto”*, en el que se lleva a cabo la automatización del control de temperatura del reactor (línea de temperatura caliente) de la planta piloto mediante un SCADA empotrado en W-8731. [9]

- “Migración del sistema de control W-8731 (WinCON) a un sistema de control WP-8849 (WinPAC)”, con la correspondiente actualización del SCADA y mejora del mismo.

1.1. Objetivos del proyecto

El objetivo de este proyecto es la migración del sistema de control WP-8849 (WinPAC), a un nuevo sistema de control DeltaV, que permita ampliar las capacidades de control de la planta piloto, así como la ampliación de las posibilidades de gestión del mismo. Estos objetivos requieren la realización de las siguientes tareas:

1. Actualización de las instalaciones de la planta piloto, con el propósito de obtener una visión de las condiciones anteriores de la planta, y actuar sobre las instalaciones para que la operación de la planta se lleve a cabo bajo las condiciones de diseño:

- i. Revisión de materiales y especificaciones de la instalación; presiones, temperatura y caudales de trabajo.
- ii. Revisión de los elementos que forman parte de la instalación eléctrica; magneto térmicos, diferenciales, relés, cableado y borneros.
- iii. Revisión y actualización de los sensores y actuadores necesarios para la automatización del proceso de control.
- iv. Calibración y linealización de los sensores instalados. Test de funcionamiento.
- v. Puesta en marcha de la planta piloto y verificación de la misma.

2. Estudio del sistema de control empotrado ICPDAS WP-8849 (WinPAC):

- i. Determinación de la potencia de cálculo, opciones de programación y arquitectura.
- ii. Estudio de las configuraciones y posibilidades de este sistema de control en relación al control de la planta piloto.

3. Estudio y viabilidad para la implantación de nuevos sistemas de control:

- i.** Estudio de varios sistemas de control alternativos. Verificar sus configuraciones y posibilidades de control de la planta piloto.
- ii.** Selección del nuevo sistema de control.
- iii.** Descripción del sistema de control elegido, tanto sus características técnicas como sus posibilidades.

4. Migración del nuevo sistema de control:

- i.** Reacondicionamiento de la instalación, referente a equipos, instrumentación, instalación de las líneas de control y alimentación eléctrica.
- ii.** Instalación de los nuevos sensores y actuadores necesarios para la automatización del proceso de control, compatible con el nuevo sistema de control.
- iii.** Calibración y linealización de los nuevos sensores instalados. Test de funcionamiento.
- iv.** Puesta en marcha de la planta piloto y verificación de la misma.

5. Desarrollo del proyecto de control:

- i.** Determinación de las variables de control y elementos que intervienen en el proceso.
- ii.** Desarrollo del diagrama de proceso.
- iii.** Diseño de los lazos de control.
- iv.** Sintonización de los lazos de control.
- v.** Extrapolación y aplicación de los resultados obtenidos en los lazos de control.
- vi.** Validación de los resultados.
- vii.** Conclusiones.

2. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA PILOTO

2.1. Introducción

En este capítulo se procede a describir la instalación existente, referente sobre todo a instrumentación, a software inicial de control y a la problemática encontrada.

El motivo de que este capítulo se centre en estos puntos, radica en la relación que guardan entre ellos, y sobre todo a que muchos de ellos están obsoletos para los protocolos de comunicación utilizados por los sistemas de control distribuido utilizados en la actualidad.

Debido a que los equipos principales de la planta, como depósitos o bombas, permanecerán con tras la remodelación de la planta piloto, se describirán posteriormente en otro capítulo.

Por otra parte, algunos de los elementos de control, como el cuadro de tiristores y el cuadro de variadores de frecuencia de la bomba, permanecerán también tras la remodelación, también serán descritos en el mismo capítulo que los equipos físicos de la planta.

2.2. Hardware de la planta.

A continuación se describen los dispositivos, que formaban parte inicialmente de la planta piloto, aquellos relacionados con la medida de variables, tales como, caudal, temperatura y nivel de los depósitos.

Transmisores de temperatura.

Los transmisores se encargan de traducir la medida de la resistencia de la sonda en una señal eléctrica que varía entre 40 y 20 mA y enviarla al sistema de control.

En la planta existían los modelos, TxBlock (montaje en cabezal) y TxRail (montaje en carril DIN) que posee las siguientes características:

- Entrada programable para termopares tipo J, K, T, E, N, R, S y PT100 (2 ó 3 hilos).
- Rango de medida programable.
- Salida 4-20mA a 2 hilos y termopares con salida linealizada.
- Opcional para TxRail: 0 a 10 Vcc o salida en frecuencia.

- Configuración por PC con cable vía RS232.
- Ajuste de cero (offset) por software o por medio de jumper en el TxBlock, o por 2 teclas en el TxRail.
- Precisión: 0.2% del span para Pt100 y 0.3% del span máximo para termopares.
- Efecto por temperatura: 0.003% del SPAN/°C.
- Protección de corte de sensor programable a máximo de escala (upscale) o mínimo (downscale).
- Dimensiones: 44mm (Diam) x 25 (A) para TxBlock y 65x78x17.5 mm para TxRail.
- Filtro digital de entrada seleccionable.



Figura 1. Transmisor de temperatura TxRail y TxBox

Sensores de nivel

Para la medición de los diferentes niveles de líquido en la planta se escogieron tres tipos diferentes de sensores: de presión diferencial, capacitivo y por ultrasonidos guiado. La necesidad de diferentes tipos de sensores se justificó por razones constructivas y de funcionamiento de los elementos sobre los que van instalados.

La presión ejercida por un líquido contenido en un recipiente es proporcional a la altura de la columna de líquido, independientemente del área de la sección transversal. Por lo tanto, para medir nivel, bastará conocer la presión ejercida por la columna sobre un elemento medidor de presión, como un transmisor del tipo diafragma; en caso de que el recipiente esté sometido a cierta presión, se usará un transmisor de presión diferencial. Una de sus tomas medirá la presión del recipiente (PR) más la

presión producida por la columna de agua (PC), en tanto que la otra medirá sólo PR. El transmisor generará una señal proporcional a la diferencia de presión entre ambas tomas, es decir, $PR+PC-PR=PC$ [3].

Para la medida de nivel, mediante sensores de presión diferencial, se poseía de un medidor modelo *EJA110A* de la serie *DPHarp EJA* de *Yokogawa*.



Figura 2. Transmisor de presión diferencial Yokogawa

Se trata de un sensor de presión diferencial con salida 4-20mA y comunicación digital HART, que posee las siguientes características:

- **Alimentación:** 24Vcc a 2 hilos
- **Precisión:** $\pm 0.07\%$ del span
- **Estabilidad:** $\pm 0.1\%$ del URL para 5 años mínimo
- **Limites del span:**
 - Mínimo:** 50 mm H₂O
 - Máximo:** 1000 mm H₂O
- **Rango de medida:** -1000 a 1000mm H₂O
- **Precisión estática máx:** -160 Kg / cm²
- **Límite de temperatura de proceso:** -40 a +120°C

- Materiales de las partes mojadas:

Cápsula, acero inoxidable 316L

Válvulas drenaje y venteo, acero inoxidable 316

Diafragmas de la cápsula, hastelloy C-276
Sensores de nivel.

- Conexión a procesos: ½” NPT-H (bridas ovals)

- Conexión eléctricas: ½” NPT-H

- Protección ambiental: IP-67, NEMA 4x

- Abrazadera: Para montaje en tubo de 2”

- Especificaciones: G S 1C21B1-E

Sensores de caudal.

Los sensores instalados en la planta piloto para la medición de los diferentes caudales eran del tipo turbina. Los sensores de turbina se basan en el siguiente principio: una rueda de turbina de masa insignificante es concéntricamente montada en un tubo y soportada por cojinetes. El líquido atraviesa por dentro la rueda de turbina dirección axial. El caudal del medio es alisado por una enderezadora de caudal, y alcanza la rueda de turbina como una secuencia cuasi-laminar del caudal. La velocidad de la rueda de turbina es proporcional a la velocidad media del caudal a través de la sección. La velocidad rotacional por tanto es proporcional al caudal volumétrico sobre un amplio rango. Un transductor, que en nuestro caso es un sistema electro-óptico consistente en un diodo emisor de energía en el espectro infrarrojo, lee la luz reflejada alternativamente por pequeñas zonas reflectantes de la turbina, dando un pulso cada vez que se refleja la luz. El conteo de pulsos por unidad del tiempo es proporcional al caudal real.

Para la medida de caudal se poseían medidores modelo *FLR-1012* de *OMEGA*.



Figura 3. Sensor de caudal Omega FLR-1012

Sus características son las siguientes:

- **Exactitud:** $\pm 3\%$ fondo de escala
- **Señal de salida:** 0 a 5 Vdc, ajustable $\pm 20\%$ (típico)
- **Alimentación:** 12.5 ± 2 Vdc regulada, 30mA
- **Rango de medida:** de 0.2 a 5 l/min
- **Material del sensor:** 40% vidrio, relleno de polifenil sulfato, ventana de vidrio, soporte del cojinete en acero inoxidable; eje y cojinete de zafiro; juntas de goma Viton
- **Rango de presión:** 100 psi
- **Rango de temperatura:** 0 a 50°C
- **Sensibilidad con la temperatura:** $\pm 0.2\%/^{\circ}\text{C}$
- **Linealidad:** $\pm 3\%$ del fondo de escala
- **Repetibilidad:** $\pm 0.2\%$ fondo de escala
- **Ensamblaje de tubo recto requerido:** 0.9m de longitud

- **Dimensiones:** 59.7 x 41.9 x 38.1 mm
- **Sensibilidad con la presión:** $\pm 0.7\%$ /mm Hg

Válvulas solenoides

La válvula se abre o cierra por el movimiento de un núcleo magnético que es atraído por el solenoide cuando la bobina es energizada. El núcleo móvil que tiene libre movimiento se halla encerrado dentro de un tubo perfectamente estanco y que es montado sobre el cuerpo de la válvula, el solenoide es fijado el tubo o cuerpo de la válvula.



Figura 4. Válvula solenoide GSR Tipo 40

Las válvulas que se instalaron eran unas **GSR Tipo 40** (figura4.17).

Se trata de una válvula pilotada y normalmente cerrada (NC), lo cual quiere decir que mientras no se le aplique tensión la válvula permanece cerrada. Sus características son las siguientes:

- **Tipo de control:** pilotada
- **Construcción:** diseño con diafragma
- **Presión:** de 0.3 a 20 bares
- **Medio:** neutro, gaseoso y líquido
- **Viscosidad:** 22 mm²/s
- **Temperatura del medio:** de -10° C hasta + 80° C
- **Temperatura ambiente:** + 35° C

- **Alimentación:** AC: 24,42,110,230V a 50 Hz
DC: 24,110,196V

- **Tolerancia de voltaje:** +5% / -10%

- **Protección:** IP65

Fuente de alimentación.

La fuente de alimentación que seleccionó para la alimentación del sistema de control y los sensores de la planta piloto fue el modelo BLAUSONIC 5A FA-350, que se muestra en la figura:



Figura 5. Fuente de alimentación Blausonic 5A FA-350

Características:

- Salida variable
- Tensión 0 30V
- Corriente 0 5A
- Control de corriente máximo 0 a 5A
- Ruido y zumbido 5mv R.M.S
- Regulación de red 5mv
- Regulación de carga 20mv

- Dos salidas fijas
- Salida 1 12V 0.5A
- Salida 2 5V 0.5A
- Instrumentos digitales LCD
- Tensión de red 230 Vac 50HZ
- Consumo 330W a 230 Vac
- Medidas 205 X 115 X 2

2.3. Software existente en la planta piloto

El software existente en la planta piloto para el control de la misma, era el WinPAC W-8849, un sistema empotrado de ICPDAS con un CPU Intel que funciona con Windows CE.NET como sistema operativo, el cual proporciona las siguientes características:

- Elevada potencia de cálculo en tiempo real
- Múltiples opciones de programación.
- Combinación de características de un PLC.

Básicamente, es un sistema basado en una red modular con la capacidad de conectar E/S a través de su bus local y de tarjetas de expansión E/S o con una extensión de la red. El sistema se compone de una unidad de control principal con interfaz de comunicación estándar en la propia unidad y un bus de E/S que permite expandir las E/S.

La estructura del sistema de control WP-8849, es la siguiente:

- **Unidad de control principal (MUC):** Cada MUC consta de un módulo central de proceso (CPM), una fuente de alimentación, 1, 4 u 8 slot para módulos I/O paralelos o serie. El CPM es un procesador integrado que consta de una CPU de 520MHz, memoria Flash de 96MB, 64MB para la imagen del sistema operativo, 31MB de flash incorporado de disco y 1MB para el registro, RAM de 128MB, EEPROM de 16KB. El CPM está equipado con 1 puerto USB, puerto

VGA y opción de comunicación de interfaz tanto por el bus serie PS-232, RS-485, Ethernet, Modbus/TCP.

■ **Módulos de I/O:** Los módulos de E/S incluyen entradas analógicas (AI), salidas analógicas (AO), entradas discretas (DI) y salidas discretas (DO). Existen dos tipos de módulos de E/S, paralelos y serie, los paralelos son de alta velocidad y sólo pueden ser instalados en la “Unidad Centra de Control”, mientras que los módulos serie pueden ser instalados tanto en la COM o en las unidades de expansión.

A la hora de ejecutar este proyecto, el WP-8849 sólo dispone de módulos paralelos de alta velocidad, dado que no hacía falta conectar unidades de expansión.

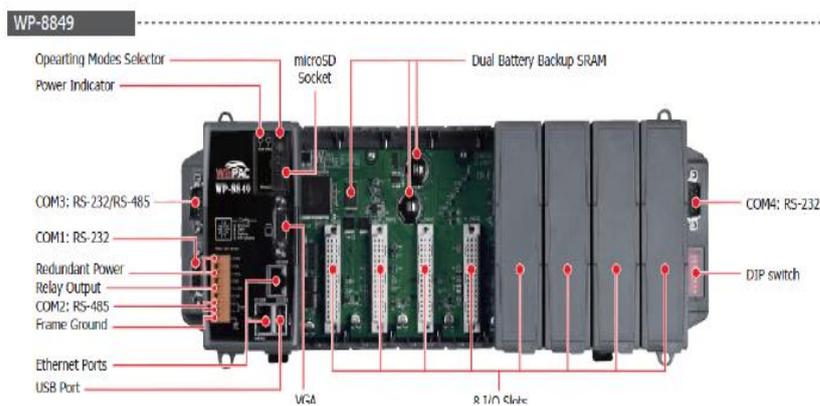


Figura 6. ICP DAS WP-8849 Controlador y tarjetas

■ **Indusoft Web Studio:** Se trata de una herramienta integrada que explota las características de Windows NT/2000/XP y Windows CE permitiendo el diseño de sistemas SCADA o de HMI para la automatización industrial.

El WP-8849 está diseñado para ejecutar aplicaciones durante el tiempo de ejecución del software CEViwe. Durante el proceso, el WP-8849 escanea los datos recibidos de los dispositivos conectados según los parámetros definidos en la aplicación y reacciona, muestra, almacena y carga estos datos.

CEView, es una estación de trabajo utilizada bajo el sistema operativo Windows CE que permite observar el SCADA diseñado y el estado de la planta en tiempo real a través de una pantalla conectada al WP-8849.

2.4. Problemática encontrada

A la hora de abordar este proyecto, uno de los puntos de partida era la solución de los problemas que se han dado en otros proyectos con el software empleado y que se ha descrito anteriormente. A continuación se realiza un resumen de los principales problemas que se producían antes de acometer este proyecto.

- 1. Problema de conexión del PC con el PAC vía TCP/IP:** Para poder enviar el SCADA al PAC es necesario establecer conexión vía TCP/IP a través de una opción del programa INDUSOFT.
- 2. WP-8849 no reconoce los módulos de E/S que se encuentran en los slots:** Esta versión de WinPAC no reconoce automáticamente los módulos de salida aunque funcionan.
- 3. Las electroválvulas se quedan abiertas o cerradas y no funcionan correctamente:** Si las electroválvulas no funcionan, es decir, si conmutan pero en realidad se quedan abiertas o cerradas según la orden que se le envíe desde DCS es debido a que son bastantes sensibles a suciedades en la membrana, ya por uso excesivo o en su defecto por escaso uso.
- 4. Señal de los sensores con valores fuera de rango e insólitos:** Esto es debido que en la tarjeta dónde se encuentra conexas se haya estropeado.
- 5. El CEView no ejecuta una aplicación descargada:** Esto es debido a que en la mayoría de los casos la aplicación ha sido configurada en Indusoft Web Studio con una licencia que no tiene CEView, la licencia del WP-8849 es “*CEView Lite Plus*”, cuyas característica destacable es que sólo puede trabajar con un máximo de 3 drivers y puede trabajar con hasta 300 tags.
- 6. Conflicto de IP's:** Si tenemos conectado el PC a una red IP, y queremos conectar con el WP-8849 para descargar una aplicación se produce un conflicto de IP's y no se puede conectar nuestro PC a WP-8849.

7. Sensores de caudal: Los sensores que se encontraban instalados al acometer este proyecto eran de tipo turbina, susceptibles de, por uso excesivo o por falta de uso, acumular suciedad, falseando las medidas proporcionadas por el sensor.

8. Problemática de control y tuneado de lazos de control: Algunos lazos de control existentes en la planta piloto, sintonizados con WP-8849 e IWS, muestran problemas de control en régimen estacionario, sobre todo cuando se resintonizan y se modifican las estrategias de control al introduciendo valores para tiempos integrales y tiempo derivativos, encontrado que el controlador no es capaz de controlar el valor de proceso en torno al punto de consigna introducido, siendo imposible realizar un buen control del proceso, parece que el controlador no toma en cuenta el error que se produce de la media y no actúa en consecuencia a corregir dicho error.

9. Imposibilidad de configuración de instrumentación con protocolos de comunicación HART o FIELDBUS: Esto hace que la planta piloto no esté al día con las tecnologías utilizadas en la actualidad en la industria.

10. Prestaciones de ICPDAS: Actualmente en la industria se utilizan otro tipo de controladores (DCS) más potentes, con un amplio rango de prestaciones, versatilidad y apoyo técnico mucho más potente, así como que la mayoría de ellos están implantados en las empresas industriales punteras de la industria.

11. Imposibilidad de utilizar otros programas para el desarrollo de SCADA y estrategias de control: WinPAC WP-8849, sólo permite la creación, edición o reprogramación de SCADA o de lazos de control, con otro software que no sea Indusoft Web Studio, lo que limita en gran medida la versatilidad de este controlador, en cuanto a estrategias más complejas de control o aumento del rendimiento del control del proceso.

3. SISTEMAS DE CONTROL DISTRIBUIDO

3.1. Introducción

En este capítulo se realiza el estudio de diferentes sistemas de control, ante la necesidad de cambiar el sistema de control distribuido que se encontraba instalado en la planta piloto para poder abordar todos los problemas surgidos durante la anterior fase de este proyecto.

A lo largo del capítulo se presentarán diferentes sistemas de control distribuido punteros a nivel industrial y ampliamente implantados en muchas industrias a nivel mundial.

Se realiza una descripción tanto del hardware como del software de cada uno de ellos, y al final se elabora un método para decidir qué sistema de control distribuido se ajusta mejor a las especificaciones de la planta piloto y a nuestros requerimientos.

3.2. Sistema de control distribuido Experion LX C300 de Honeywell Process

Introducción al sistema de control distribuido Experion LX

El sistema de control distribuido desarrollado por Honeywell process, denominado Experion LX, es una plataforma muy válida para el control tanto de sistemas pequeños como de grandes sistemas, proporcionando el poder y la capacidad requerida para manejar un amplio espectro de procesos de control y aplicaciones de seguridad.

Las soluciones que ofrece constan de un sistema SCADA y una base de datos de históricos. Entre las características que este sistema de control distribuido ofrece, incluye un completo, continuo, lógico y secuencial medio de control basado en controladores completamente redundantes. Experion LX soporta comunicación Profibus y HART. Además de poseer las siguientes características:

- Sofisticado interfaz humano-maquina.
- Base de datos estrechamente integrada, herramientas de ingeniería, y aplicaciones de control y seguridad.
- Integración operacional en aplicaciones de control y seguridad.

- Sistema de red de comunicaciones para control predecible y repetible, con conexión entre servidores y controladores.
- Un medio configurable de ejecución de control, que permite establecer un control con un alto grado de fiabilidad.
- Una herramienta única para el desarrollo de la estrategia de control, denominada Configuration Studio.
- Controlador de procesos C300, que proporciona un control versátil.

Controlador C300

El controlador C300, es el controlador distribuido de proceso y tarjetas I/O para el sistema de control distribuido Experion LX. Soporta configuración, carga y ejecución de bloques de función estándar.

Además de la librería estándar predefinida de bloques de función y algoritmos, el controlador C300, también soporta la creación y edición de bloques de función para la creación de estrategias de control y algoritmos específicos.

Los módulos de entrada y salida del controlador C300, se caracterizan por presentar un alto nivel de entrada, salidas analógicas, capacidad HART para los módulos de entrada y salida analógicas, módulos de entradas discretas, que soportan 24Vdc, y módulos de salida discreta que proporcionan 24 Vdc.

El controlador C300 comparte su diseño de hardware con la Serie 8 I/O, reduciendo los costes de mantenimiento e instalación. El módulo del controlador C300 viene montado en el denominado “*C300 Input Output Termination Assembly (IOTA)*”.



Figura 7. Controlador C300

La Serie 8 I/O, cuenta con los siguientes componentes:

- **TC/RTD:** Proporciona entrada para termocuplas (TC) y dispositivos de temperatura por resistencia (RTD).
- **Entrada analógica (“Single Ended”):** El módulo de entradas analógicas soporta entradas analógicas de tipo 4-20mA, para dispositivos tradicionales, como transmisores.
- **Entrada analógica con HART (“Single Ended”):** El módulo de entradas analógicas soporta tanto entradas analógicas clásicas como HART, para dispositivos tradicionales de 4-20mA y dispositivos HART. Los datos HART pueden ser utilizados para comprobar el estado del dispositivo y para su configuración.
- **Entrada analógica con HART (“Differential”)**
- **Salida analógica:** El módulo de salidas analógicas soporta las salidas estándar de 4-20mA.
- **Salida analógica con HART:** El módulo de salidas analógicas, soporta tanto salidas tradicionales de 4-20mA, como salidas tipo HART.
- **Entrada discreta con secuencia de eventos (“SOE”):** Acepta señales discretas de 24 Vdc como entradas discretas.
- **Entrada discreta de 24 Vdc:** Entradas discretas a 24 Vdc.

- **Entrada discreta por acumulación de pulsos:** Acepta señales discretas de 24 Vdc como entradas discretas. Los primeros 16 canales pueden ser configurados como pulsos para apoyar la denominada medida de acumulación de pulsos y frecuencias. Los canales del 17 al 32 pueden ser configurados como entradas discretas clásicas.
- **Salidas discreta de 24 Vdc:** Salidas discretas a 24 Vdc, y protegidas electrónicamente contra cortocircuitos.
- **Panel de salidas discretas con relé:** Las salidas discretas pueden ser “normalmente cerradas” o “normalmente abiertas” siendo contactos aislados. Pueden ser usados para aplicaciones con baja potencia o alta potencia.

Las características de la Serie 8 I/O, son las siguientes:

- Los módulos I/O y las uniones con campo están combinadas en la misma área. Los módulos I/O son insertados en el terminal IOTA, lo que elimina la necesidad de chasis separados para mantener los ensamblajes electrónicos.
- La fuente de alimentación se suministra a través del terminal IOTA, lo que hace que no sea necesario la utilización de fuentes de alimentación extras para alimentar a los dispositivos de campo que lo necesiten.
- La redundancia de las tarjetas se realiza directamente con el terminal IOTA, sin necesidad de realizar un cableado adicional o de redundancia de los controladores, simplemente añadiendo un segundo módulo I/O al terminal IOTA.

Las conexiones de la Serie 8 usan un conector modular estándar, que permite insertar o eliminar el cableado desde campo. Los cableados aceptados para la Serie 8 parten de secciones de 2.5 mm².

El tamaño de los terminales IOTA normalizados son de, 152 mm, 228 mm y 304 mm. Dicho tamaño de los módulos I/O está relacionado según el tipo de módulo IOTA y el número de canales.

La siguiente tabla muestra las características más destacadas del controlador C300:

Tabla 1. Características controlador C300

Características del controlador	Descripción
Factor de forma	Un único módulo de control que conlleva un terminal de ensamblaje para las entradas y salidas. Las funciones del módulo de control incluyen, el procesador de control, dos enlaces para los sistemas de comunicación I/O, funciones de redundancia y sistemas de comunicación FTE.
Memoria RAM	16 MB
Redundancia	Función de redundancia del controlador in situ. Un segundo controlador C300 se puede conectar para realizar la operación de redundancia con la instalación de un único cable.
Sistemas de comunicación I/O	Dos enlaces de comunicación I/O se encuentran ya instalados en el controlador. Cada enlace I/O puede conectarse con los módulos I/O de la Serie 8
Conexión punto a punto	Sistema de comunicación Ethernet disponible en el controlador, y soporta ambos sistemas de comunicación Ethernet y FTE.
Bloques de función	Los bloques de función para la ejecución de la estrategia de control son “The standard Experion LX function blocks”

A continuación, se recogen las especificaciones del controlador C300:

Tabla 2. Especificaciones técnicas controlador C300

Especificación	Límite
Procesador	PowerPC 8270
Fuente de alimentación	24 Vdc
Corriente máxima admisible	320 mA
Tamaño terminal IOTA	220 mm altura y 120 mm de ancho
Tipos de módulos I/O soportados	Serie 8
Máximo número de módulos I/O por controlador	80 I/O (Redundantes o No redundantes)
Temperatura de servicio	De 0°C a 60°C
Temperatura de almacenamiento	De -40°C a 85°C
Humedad relativa	De 5% a 95% (sin condensación)
Capacidad del controlador	
Unidades de ejecución	5500 Unidades de Ejecución
Unidades de memoria	16000 Unidades de memoria
Periodo de ejecución	De 50 ms a 2000 ms (Ajustable según estrategia de control)
Objetos en seguimiento	4095etos

Software

El software que dispone el controlador para la creación o edición de las estrategias de control, se denomina “*Control Builder*”, y mediante un simplificado interfaz gráfico, simplifica la configuración de las estrategias de control, utilizando bloques de función predefinidos listos para cablear dentro de una estrategia de control. El ingeniero de control puede habilitar y cambiar las características de los bloques de función sin necesidad de construir dichos bloques desde cero. Además permite copiar fácilmente estrategias de control ya diseñadas, mediante una herramientas tipo cortar-copiar.

Entre otras herramientas disponibles en el software del controlador, destacan algunas como las que posibilita la interacción on-line entre el ingeniero de control y el

operador de DCS, para monitorizar la estrategia de control en tiempo real. Dispone de una aplicación que permite la sintonización de los lazos de control, denominada “*OperTune*”.

Entre otras características destacables del software controlador C300, es que permite la creación y edición de bloques de función, FOUNDATION Fieldbus, HART y Profibus.

El controlador C300 está directamente integrado con los dispositivos de campo wireless ISA100, lo que permite una integración operacional completa con tecnología wireless, con la posibilidad de monitorizar, visualizar y manipular las variables de operación desde los dispositivos wireless, así como visualizar alarmas y eventos.

En cuanto al montaje del controlador C300, destaca su instalación vertical, lo que facilita el cableado en las cabinas de forma vertical.



Figura 8. Cuadro de control C300

3.3. Sistema de control distribuido Simatic PCS7 de Siemens

Introducción al sistema de control distribuido Simatic PCS7

El sistema de control distribuido desarrollado por Siemens, y que recibe el nombre de SIMATIC PCS7, es un sistema homogéneo, que se caracteriza por una extraordinaria arquitectura escalable y funcionalidades destacadas. Además presenta la ventaja de disponer de ampliaciones con funcionalidades adicionales, que son integrables fluidamente., entre las que destacan, automatización por lotes, control de transporte de materiales, aplicaciones de telecontrol y seguridad, etc.

SIMATIC PCS 7 soporta los entornos de comunicación establecidos internacionalmente como IEC, XML, PROFIBUS, TCP/IP, OPC, ISA-88, ISA-95, etc., incluye además interfaces de programación e intercambio de datos para los programas de usuario y para exportar e importar gráficos, textos y datos, y es capaz de combinarse también con componentes de otros fabricantes e integrarse en infraestructuras ya existentes.

Controlador

El sistema de control distribuido SIMATIC PCS7, utiliza los controladores de la serie S7-400/S7-400H/S7-400F/FH. Dentro de los controladores utilizados por SIMATIC estos son los más importantes y a la vez los más utilizados como solución para el control de procesos. Se caracterizan primordialmente por su modularidad y sus posibilidades de mejora y adaptabilidad.

Dentro de las diferentes opciones de controladores, el S7-400, es el controlador más utilizado para el control de la mayoría de procesos, presentando las siguientes características:

- Diferentes tipos de comunicación por red.
- Permite la expansión gracias a su modularidad
- Multicomponente: Se pueden llevar a cabo simultáneas operaciones desde diferentes estaciones de trabajo en un solo controlador S7-400.
- Modularidad

- Ingeniería y diagnóstico: El controlador S7-400 está configurado y programado para trabajar con las herramientas de ingeniería de SIMATIC, para descargar sobre el controlador un gran número de estrategias de control.

Los siguientes controladores de la familia, es el S7-400H, y el S7-400F/FH son muy parecidos técnicamente al anterior pero con un diseño redundante, ideal para aplicaciones donde se precise unos requerimientos de seguridad elevados.

El diseño del controlador S7-400 es modular, con un amplio rango de módulos que dependerán de las funciones a las que se destine el controlador, y que pueden ser combinados individualmente. El sistema incluye:

- Un módulo de fuente de alimentación para conectar el controlador S7-400 a una fuente de alimentación con voltajes de 120/230Vac o 24Vdc.
- CPUs: Diferentes CPUs con interfaz integral PROFIBUS DP están disponibles para diferentes rangos de actividad del controlador. Dependiendo del tipo, también está disponible un interfaz integral PROFINET.
- Módulos de señal (SMs) para señales discretas de entrada y salida y señales analógicas de entrada y salida.
- Procesadores de comunicación (CPs), como por ejemplo conexión por bus y conexiones punto a punto.
- Módulos de interfaz (IMs): Destinados a conectar los controladores centrales y las unidades de expansión. El controlador central SIMATIC S7-400 puede operar hasta con 21 unidades de expansión.

En cuanto a las comunicaciones, el controlador S7-400, presenta diferentes opciones de comunicación:

- Interfaz combinada multipunto y DP master, integrado en todas las CPUs
- Interfaz adicional PROFIBUS DP, integrado en algunas CPUs para conexión de sistemas distribuidos como I/O, por ejemplo ET200.
- Interfaz integral PROFINET para conexión de sistemas distribuidos I/O, o comunicación con otros controladores.
- Procesadores de comunicación para conexión al sistema bus PROFIBUS y Ethernet industrial.
- Procesadores de comunicación para conexión punto a punto.

En cuanto a las especificaciones técnicas, el controlador S7-400, presenta las siguientes características:

Tabla 3. Características controlador S7-400

Datos técnicos generales	
Grado de protección	IP20
Temperatura ambiente	De 0°C a 60°C
Humedad relativa	De 5% a 95%, sin condensación
Presión atmosférica	De 1080 ^a 795 hPa (correspondiente con una altitud de -1000 m a +2000 m)
Compatibilidad electromagnética	
Inmunidad a las interferencias	De acuerdo con EN 61000-6-2
Interferencias emitidas	De acuerdo con EN 61000-6-4
Carga mecánica	
Vibración/test de acuerdo con	IEC 60068-2-6
Impacto/test de acuerdo con	IEC 60068-2-27

SIMATIC PCS7 ofrece una variedad de opciones para detección y salidas de señales de proceso a través de los sensores y actuadores, así como también la conexión de entradas y salidas desde los procesos de automatización.

En este campo la serie SIMATIC ET 200 es un módulo remoto de entradas y salidas en conjunción con los dispositivos clásicos y dispositivos HART, presentando las siguientes características para los módulos I/O:

- Modularidad y uniformidad
- Flexibilidad en la adaptación a la estructura de ñla planta
- Mínimos requerimientos de ingeniería y cableado
- Bajo costo de comisionado, servicio, mantenimiento y ciclo de vida.

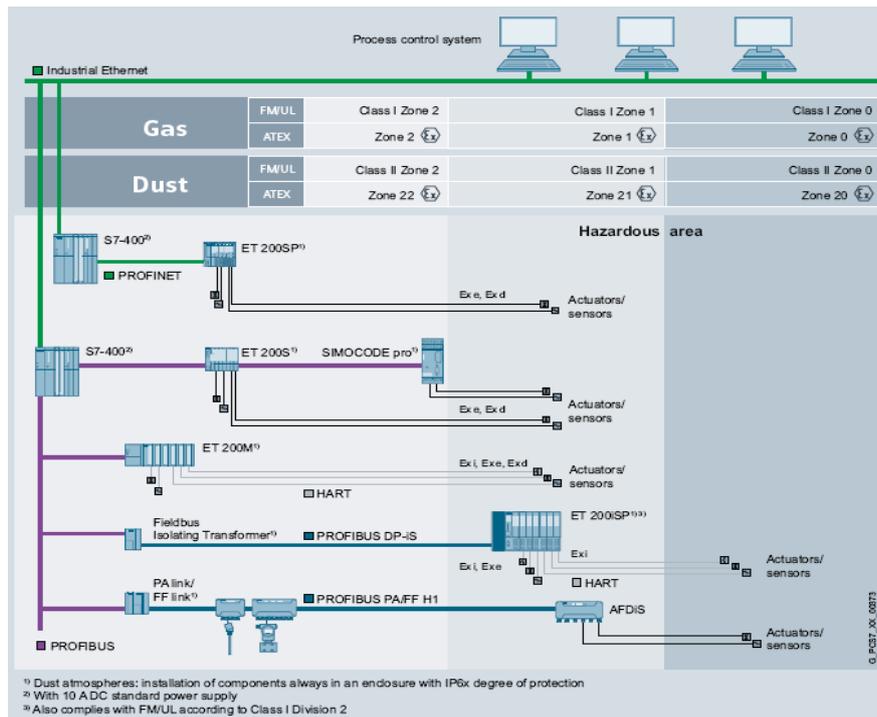


Figura 9. Arquitectura tipo Simatic PCS7

I/O system	ET 200M	ET 200IS ^P	ET 200SP	ET 200S	ET 200pro
Design					
Degree of protection	IP20	IP30	IP20	IP20	IP65/IP66/IP67
Model	Modular	Modular	Discretely scalable	Bit modular, expandable block	Modular
Mounting	Mounting rail	Mounting rail	Standard sectional rail	Standard sectional rail	Mounting rail
Connection system for sensors/actuators	Single-wire connection Cage-clamp/screw-type connection, FastConnect, TopConnect	Multi-wire connection Cage-clamp/screw-type connection	Single/multi-conductor connection Push-in terminals	Multi-wire connection Cage-clamp/screw-type connection, FastConnect	M8, M12, M23
Special applications					
Safety	●	●	–	●	●
For use in hazardous areas	Zones 2, 22	Zones 1, 21	Zones 2, 22	Zones 2, 22	–
Increased availability	Switched, redundant	Switched, redundant	–	–	–
Temperature range	0 ... +60 °C ¹⁾	-20 ... +70 °C	0 ... +60 °C ¹⁾ (horizontal)	0 ... +60 °C ¹⁾	-25 ... +55 °C
Vibration resistance (continuous)	1 g	1 g	Up to 5 g	2 g	5 g (module-dependent)
Communication					
PROFIBUS (Cu/FO)	● / – (12 Mbps)	● / – (1.5 Mbps)	– / –	● / ● (12 Mbps)	● / ● (12 Mbps)
PROFINET (Cu/FO)	● / –	– / –	● / –	– / –	– / –
System functions					
Permanent wiring	● (pulling and plugging)	●	●	●	–
Hot swapping	● (with active backplane bus)	●	●	●	●
Expansion/configuration during ongoing operation	● / ●	● / ●	– / –	● / –	– / –
Diagnostics (module-dependent)	Channel-discrete	Channel-discrete	Channel-discrete	Channel-discrete	Channel-discrete
Functions					
Digital channels	●	●	●	●	●
Analog channels	●	●	●	●	●
incl. HART	●	●	–	–	–
Motor starter	–	–	–	●	–
Pneumatic interface	–	●	–	–	–
Technological functions	Counting/measuring, controlling, weighing	Counting, frequency measuring	–	Counting/measuring	–

Figura 10. Tipos de I/O para Simatic PCS7

Software

El software que proporciona el sistema de control SIMATIC PCS7, proporciona una amplia gama de herramientas que simplifican enormemente la configuración de este sistema de control.

La arquitectura de este software depende del proyecto para el que se elija el control mediante SIMATIC PCS7. Las estaciones de trabajo se apoyan en Windows 7, apoyándose en un sistema de licencias que dependen igualmente del proceso que se deba controlar y el uso de las distintas herramientas del software. El nombre de la plataforma que integra todas estas herramientas es, SIMATIC Manager, englobando un amplio espectro de herramientas, tales como:

- Configuración de Hardware: Esta aplicación cuenta con una base de datos electrónica, donde se almacenan todas las especificaciones del hardware necesario, tales como sistemas automáticos, componentes de comunicación, I/Os, entre otras, dependiendo del proyecto a controlar.
- Encriptación de bloques de función: Mediante esta aplicación se pueden encriptar los bloques de función para protegerlos, y que no puedan ser alterados ni modificados.
- Diseño gráfico: Se trata de una potente herramienta que soporta la generación de las pantallas de proceso, mediante la creación de bloques dinámicos y pantallas que se encuentran disponibles en las librerías de esta herramienta y que se pueden enlazar con los parámetros de los bloques de función.
- Creación de la estrategias de control: Para ello el software dispone de numerosas herramientas para crear los distintos módulos de control que se necesiten para llevar a cabo las estrategias de control, tales como: “*Continuous Function Chart*”, “*Sequential Function Chart*”, “*Process Control Libraries*”, “*Advanced Process Library*”.

3.4. Sistema de control distribuido Freelance de ABB

Introducción

El sistema de control distribuido Freelance, desarrollado por ABB, es un sistema de control distribuido que combina las ventajas de un DCS y un PLC, con la completa funcionalidad de un DCS.

El sistema Freelance, opera a través de dos niveles, el nivel operador y el nivel proceso. El nivel operador contiene las funciones para la operación, monitorizado del proceso, trends y alarmas.

Los lazos de control tanto abiertos como cerrados son procesados en los controladores mediante la comunicación con actuadores y sensores en el campo.

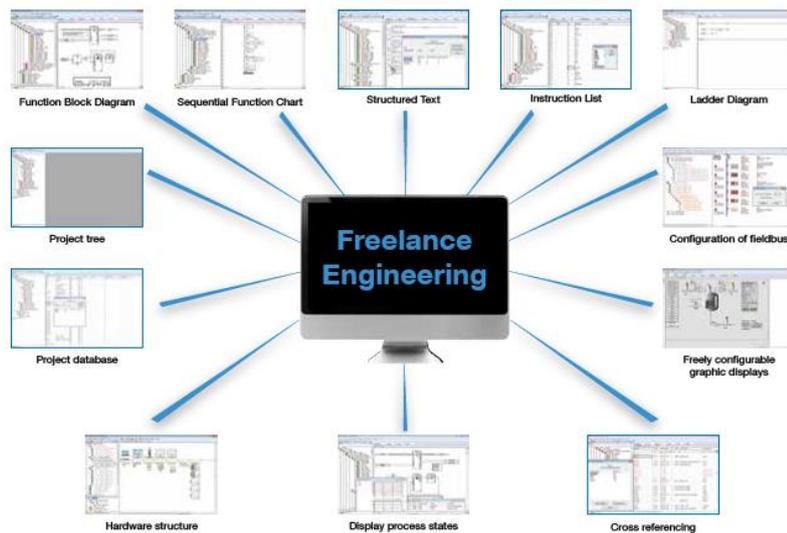


Figura 11. Ingeniería Freelance de ABB

El sistema Freelance, consiste en la combinación de algunos controladores, AC 700F, AC 800F y/o AC 900F, y que se pueden conectar con los dispositivos de campo mediante fieldbus o mediante I/O directos o remotos. Con los controladores AC 800F y AC 900F, se puede configurar el sistema con redundancia.

La arquitectura del sistema Freelance, se puede observar en la siguiente imagen:

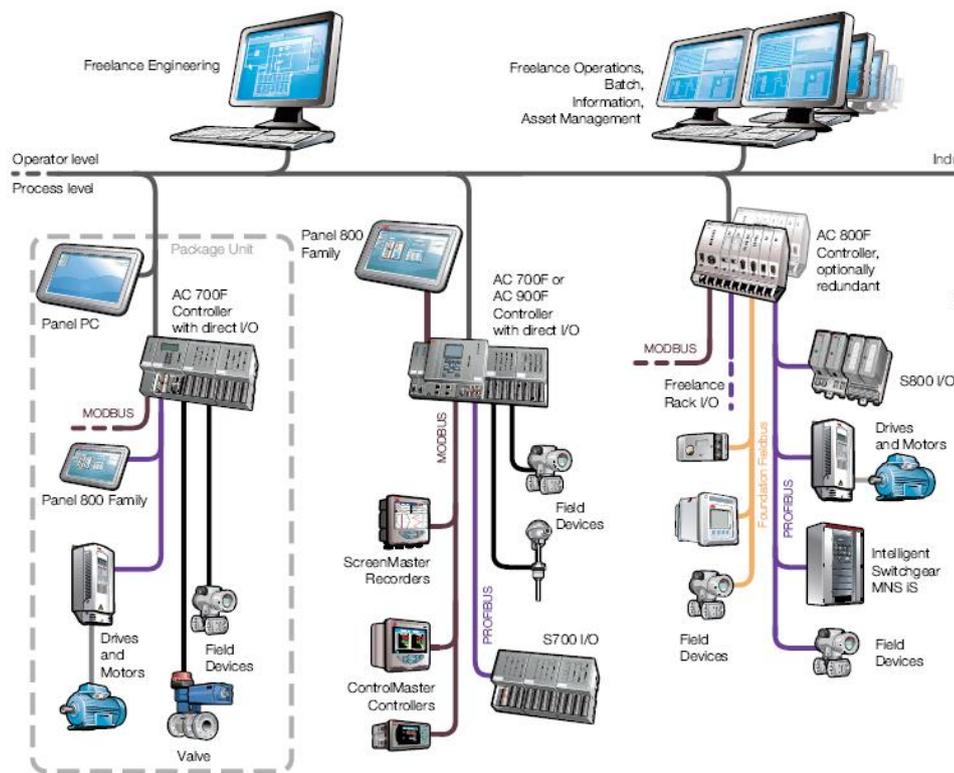


Figura 12. Arquitectura sistema Freelance de ABB.

El sistema Freelance, puede conectarse con cientos de I/Os, y las conexiones incluyen FOUNDATION Fieldbus, PROFIBUS, así como HART.

La comunicación se realiza via Standard Ethernet, pero se puede elegir otro tipo de comunicación, como puede ser por fibra óptica. Los componentes del sistema usan un protocolo específico denominado DMS.

Controladores

El sistema de control distribuido FREELANCE, trabaja con tres tipos de controladores, AC 700F, AC 800F y el último tipo de controlador desarrollado por ABB, el controlador AC 900F. Estos tres tipos de controlador pueden ser utilizados en el mismo proyecto y comunicarse entre sí vía Ethernet.

Con todos estos controladores, se pueden usar componentes tales como, FIELDBUS, I/O remotas, dispositivos de campo estándar, entre otros.

A continuación se describen, cada uno de los tres controladores soportados por este sistema de control distribuido:

Controlador AC 900F

El controlador AC 900F dispone de cuatro puertos Ethernet, que soportan Modbus TCP o el protocolo de telecontrol 60870-5-104. Los módulos de entradas y salidas S700, pueden ser conectados directamente al controlador. La versión estándar de este controlador puede conectarse con alrededor de 1500 I/Os por controlador.

AC 900F



Figura 13. Controlador AC 900F

Las características técnicas de los controladores de la serie AC 900F, son:

Tabla 4. Características controlador AC 900F.

Datos técnicos generales	
CPU	Power PC (II Pro family)
RAM	8 MB SRAM de batería 16 MB DDR-RAM
Display	64x128 Dot Matrix LCD (opcional)
Interfaz de serie	2 Interfaz de serie: RS-232 o RS-485
Interfaz de red AC 900F Standard	4 Interfaz Ethernet (RJ45) 3 para Modbus TCP y telecontrol IEC 60870-5-104 1 para enlace de redundancia

Interfaz de red AC 900F Lite	2 para Modbus TCP y Telecontrol IEC 60870-5-104 1 para enlace de redundancia
Datos técnicos generales	
Interfaz Fieldbus	2 slots para Fieldbus: PROFIBUS (CM 772F, CI 930F)
Número máximo de módulos I/O	10 I/O módulos por controlador
Temperatura de operación	De -20°C a +70°C
Temperatura de almacenamiento	De -40°C a +85°C
Certificadps	CE, c(UL)us, Class 1 Div 2, ISA-S71.04

Controlador AC 800F

El controlador AC 800F se trata de un único controlador que puede alimentar a diferentes líneas FILEDBUS, Modbus, Profubus, y por supuesto I/O remotas y protocolo HART.



Figura 14. Controlador AC 800F

Las características técnicas de los controladores de la serie AC 800F, son:

Tabla 5. Características controlador AC 800F.

Datos técnicos generales	
CPU	32-bit
RAM	16 MB (SD-RAM) para aplicación de recuperación de batería
Interfaz	Ethernet PROFIBUS FOUNDATION Fieldbus Modbus TCP Station bus (CAN bus) Serial: RS485/422/232 Modbus protocol IEC 60870-5-101 protocolo Telecontrol
Número máximo de módulos I/O	10 I/O módulos por controlador
Temperatura de operación	De 0°C a +60°C
Certificados	CE, NAMUR, UL, ISA-S71.04 (G3)

Controlador AC 700F

El controlador AC 700F es ideal para pequeñas aplicaciones de control, que consistan en la conexión de un número pequeño de I/O a algunos cientos de I/Os.



Figura 15. Controlador AC 700F

Las características técnicas de los controladores de la serie AC 700F, son:

Tabla 6. Características controlador AC 700F

Datos técnicos generales	
CPU	Freescle PowerPC
RAM	2 MB SRAM
Memoria interna	8 MB SDRAM, 4 MB FLASHROM
Tiempo de procesado para 1000 instrucciones	1.667 ms para instrucciones binarias 2.322 ms para instrucciones de palabra 3.125 ms para instrucciones tipo floating point
Máximo número de módulos I/O por CPU	8
Fuente de alimentación	CP-C 24/5.0, power supply, 5A/24 Vdc output CP-C24/10.0, power supply, 10A/24 Vdc output
Consumo de corriente desde 24 Vdc	80mA (máx.)
Dimensiones	
CPU sin Base terminal	67.5 mm x 76 mm x 54 mm
Peso	150g
Posición de montaje	Horizontal o vertical

Para los sistemas de IO, el sistema de control distribuido utiliza una serie de módulos que se pueden conectar directamente a los controlados descritos anteriormente, además estos módulos son remotos por lo que pueden ser conectados en las junction boxes en campo y no en las salas de control.

Los módulos de I/O utilizados por el sistema de control distribuido FREELANCE de ABB, son:

- S700: Pueden ser conectados directamente a los controladores AC 700F y AC 900F, o pueden ser conectados remotamente mediante PROFIBUS a los controladores AC 700F, AC 800F y AC 900F.

Una de las ventajas de estos módulos es su alto grado de compactación, incluso algunos módulos pueden disponer de entradas y salidas mezclados en un único módulo.

En la siguiente imagen, se recogen todas las posibles configuraciones de la serie S700:

Module	Channels	Description	Direct I/O	Remote I/O	Required Terminal Unit
DC 705F	+ 3 DI, 8 DC	Communication module for Profibus. 24 V DC, 1-wire	No	Yes	TU 705F or TU 706F
DC 732F	16 DI 16 DC	24V DC, 1-wire, standard binary signals, all signals share common ground	Yes	Yes	TU 715F or TU 716F
AI 723F	16 AI	0...10 V, -10...+10 V, 0/4...20 mA, Pt100/1000, Ni1000, DI	Yes	Yes	TU 715F or TU 716F
AX 722F	8 AI 8 AO	0...10 V, -10...+10 V, 0/4...20 mA, Pt100/1000, Ni1000, DI	Yes	Yes	TU 715F or TU 716F
AO 723F	16 AO	16 configurable analog outputs in two groups. 16 AO: +10 V, 0/4-20 mA max. 8 AO usable as current outputs 12 Bit + sign, 2-wire, 24 VDC 8 W	Yes	Yes	TU 715F or TU 716F
DX 722F	8 DI	8 digital inputs	Yes	Yes	TU 731F or TU 732F
	8 DO Relay	8 relay outputs with one switch-over contact each 8 DI: 24 VDC 8 DO: relay contacts, 24 VDC, 230 VAC 1/3-wire, 24 VDC 2 W			
DX 731F	8 DI	8 digital inputs 230 V DC in two groups.	Yes	Yes	TU 731F or TU 732F
	4 DO Relay	4 relay outputs (2.4...2.7), with one switch-over contact each 8 DI: 230 VAC 4 DO: relay contacts, 24 VDC, 230 VAC 2-wire, 24 VDC 2 W			
AI 731F	8 AI	8 configurable analog inputs in two groups. Thermocouple, RTD, mV/V, mA, kOhm and 24 VDC 15 Bit + sign, 2-, 3- and 4-wire, 24 VDC 5 W	Yes	Yes	TU 715F or TU 716F
DI 724F	32 DI	Frequency input module.	Yes	Yes	TU 715F or TU 716F
		2 Counter Inputs: 5/24 VDC, 1 Vpp sinus, fmax 300 kHz 2 DO: 24 VDC/0,1 A, pulse width PWM			
AX 721F	4 AI	4 configurable analog inputs in one group.	Yes	Yes	TU 715F or TU 716F
	4 AO	4 AI: +10 V, 0/4-20 mA, RTD, 24 VDC 4 AO: +10 V, 0/4-20 mA 12 Bit + sign, 2-wire, 24 VDC 5 W			
DA 701F	16 DI 4 AI 2 AO 8 DC	16 digital inputs, 24 V DC 4 analog inputs, voltage, current and RTD, resolution 12 bits plus sign 2 analog outputs, voltage and current, resolution 12 bits plus sign 8 configurable digital inputs/outputs 24 V DC, 0.5 A max	Yes	Yes	TU 715F or TU 716F
AC 722F	8 AI/AO	8 analog inputs/outputs in one group, each can be used as input or output. 8 AI/AO: +10 V, 0/4-20 mA, RTD 12 Bit+	No	Yes	TU 715F or TU 716F

Figura 16. Tarjetas I/O serie S700

- S800: La serie S800 I/O es un sistema modular de procesamiento de I/O que se comunica con los controladores vía PROFIBUS, permite la conexión en campo de sensores y actuadores, lo que reduce considerablemente los costos de instalación y cableado. Permite el cambio de módulos y su reconfiguración durante la operación. Permite también la opción de redundancia, y se suelen utilizar en zonas con un alto grado de requerimiento de seguridad.

En la siguiente imagen se recogen todas las posibles configuraciones de la serie S800:

Digital input modules	
DIB10	16 channels, 2 groups of 8 channels, 24 V d.c., current sink.
DIB11	16 channels, 2 groups of 8 channels, 48 V d.c., current sink.
DIB14	16 channels, 2 groups of 8 channels, 24 V d.c., current source.
DIB18	32 Channels, 2 groups of 16 channels, 24 V d.c., current sink.
DIB20	8 channels, separate returns, 110 V d.c., 120 V a.c.
DIB21	8 channels, separate returns, 220 V d.c., 230 V a.c.
DIB25	With time tagging, 8 channels, separate returns, 125 V d.c.
DIB28	16 Channels, separate returns, 110 V d.c., 120 V a.c. / d.c.
DIB30	With time tagging, 16 channels, 2 groups of 8 channels, 24 V d.c., current sink. Resolution: < 0.5 ms.
DIB31	With time tagging, 16 channels, 2 groups of 8 channels, 48 V d.c., current sink. Resolution: < 0.5 ms.
DIB85	With time tagging & wire-fault detection, 8 channels, common return, 24-48 V d.c., current sink. Resolution: 1 ms.
Pulse input module	
DPB20	2 channels, separate returns, 0.25 Hz - 1.5 MHz, signal voltage: 5 / 12 V d.c.
DPB40	8 channels, extended diagnostics, wire-fault detection, current limited sensor supply, 0.5-20 kHz, 12/24 V d.c. or NAMUR, common return.
Digital output modules	
DOB10	16 channels, 2 groups of 8 channels, 24 V, max 0.5 A d.c., transistor, current source, short-circuit-proof.
DOB14	16 channels, 2 groups of 8 channels, 24 V d.c., max 0.5 A, transistor, current sink, short-circuit-proof.
DOB15	8 channels, 2 groups of 4 channels, 24 V d.c., max 2 A, transistor, current source, short-circuit-proof, wire-fault detection.
DOB18	32 Channels, 2 groups of 16 channels, 24 V, max 0.5 A d.c., transistor, current source, short-circuit-proof.
DOB20	8 channels, separate returns, 5-250 V, max 3 A a.c./d.c., relay (N.O.).
DOB21	8 channels, separate returns, 5-250 V, max 3 A a.c./d.c., relay (N.C.).
DOB28	16 Channels, separate returns, 5-250 V a.c / 5-125 V d.c., max 2 A a.c./d.c., relay (N.O.).
Analog input modules	
AIB10	8 channels, single-ended, 0(4)-20 mA, 0(2)-10 V, 12 bits.
AIB15	8 channels with HART, 0(4)-20 mA, 0(1)-5 V, 12 bit, single ended, current limited transmitter supply.
AIB20	Differential inputs, 4 channels, 0(1)-5 V, ±0(2)-10 V, ±0(4)-20 mA, 14 bits + sign.
AIB25	Individually galvanically isolated channels, 4 channels, ±0(2)-10 V, ±0(4)-20 mA, 14 bits + sign.
AIB30A	RTD inputs, 8 channels, Pt100, Ni100, Ni120, Cu10, resistor 0-400 ohms, 14 bits, 3-wire.
AIB35A	TC inputs, 8 channels, (7+ ref. junction), separate returns. TC types B, C, D, E, J, K, L, N, R, S, T, U, +30...75 mV, 16 bits.
Analog output modules	
AOB10V2	8 channels, common return, 0(4)-20 mA, 14 bits, load: 850 ohms (short-circuit-proof).
AOB15	8 channels with HART, 4-20 mA, 12 bit, load: 750 ohms, common return, short-circuit-proof.
AOB20	4 channels, individually galvanically isolated, separate returns, measuring range: ±0(2)-10 V, ±0(4)-20 mA, resolution: 12 bits + sign, load: 500 ohms (current) / 5 kohms (voltage), short-circuit-proof.
Intrinsic-safety modules	
DIB90	8 channels, separate returns, proximity sensors (NAMUR) or voltage-free contact., current sink, wire-fault detection.
DOB90	4 channels, separate returns, load 150-5000 ohms, 11 V @ 40 mA, current source, wire-fault detection, short circuit-proof.
AIB90	8 channels, single-ended, 0(4)-20 mA, 12 bits, transmitter power supply.
AIB93	8 channels, TC: 7 + ref. junction, sep. returns. TC types B, C, E, J, K, L, N, R, S, T, U, +10...80 mV. RTD: Pt50-1000, Ni100-500, Cu 10-100, resistor 0-4000 Ω, 3-wire, 16 bits + sign.
AIB95	8 channels, single-ended, 4-20 mA, 12 bits, transmitter power supply, HART pass-through.
AOB90	8 channels, common return, 0(4)-20 mA, 12 bits, load: 725 ohms short-circuit-proof.
AOB95	8 channels, common return, 4-20 mA, 12 bits, load: 725 ohms short-circuit-proof, HART pass-through.
Redundant modules	
DIB40	16 channels, common return, 24 V d.c., current sink, extended diagnostics, time-tagging, current limited sensor supply.
DPB40	8 channels, common return, 0.5-20 kHz, 12/24 V d.c. or NAMUR, extended diagnostics, wire-fault detection.
DOB40	16 channels, common return, 24 V d.c., max. 0.5 A, transistor, current source, short-circuit-proof, extended diagnostics.
AIB43	TC input, 8 channels + ref. junction. TC types: B, C, E, J, K, L, N, R, S, T, U, +30...75 mV, 16 bits, extended diagnostics.
AIB45	8 channels, 12 bits, 0(4)-20 mA 0(1)-5 V, extended diagnostics, HART pass-through, current limited transmitter supply, single ended.
AOB45A	8 channels, 12 bits, common return, 4-20 mA, extended diagnostics, HART pass-through, 750 ohms.
High integrity modules	
AIB90A	4-20 mA, 8 channels, 12 bits, SIL3, current limited transmitter supply, also 0-20 mA, single ended, extended diagnostics, HART communication.
DIB80	24 V d.c., 16 channels, 24 V d.c. inputs, SIL3, time-tagging, current limited sensor supply, common return, current sink, extended diagnostics.
DOB80	24 V d.c., 16 channels, 0.5 A outputs, SIL3, wire-fault detection, 24 V, transistor, current source short-circuit-proof, common return, extended diagnostics.
SS823	Required in a High Integrity 800xA system. One per power supply unit, also at redundant configurations.

Figura 17. Tarjetas I/O serie S800

- S900: La serie S900, es un sistema modular de I/O remoto, que se puede instalar directamente en zonas con riesgo de formación de atmósferas explosivas. Se comunica con el controlador utilizando el protocolo de comunicación PROFIBUS, reduciendo los costos de marshalling y cableado. Se caracteriza por su diseño compacto, transmisión cíclica secundaria de las variables HART con parametrización y diagnóstico de todos los dispositivos HART, via FILEDBUS.

Dispone de mecanismos de desconexión integrada, que permite reemplazar los módulos durante la operación, sin necesidad de ningún tipo de interrupción.

La siguiente imagen recoge todas las posibles configuraciones de la serie S900:

S900 I/O modules	
Digital I/O modules	
DX910S/B/N	Digital input or output Input for dry contact or NAMUR initiator. Output for low power intrinsic safe valves. 8 I/O channels
DP910S/B/N	Frequency input Input for dry contact or NAMUR initiator
DX910S/B/N	Digital input or output Input for dry contact or NAMUR initiator. Output for low power intrinsic safe valves. 8 I/O channels
DO910S/B/N	Output for valves 4 channels
DO930N	With 4 normally-open contacts and 2 changeover contacts
Analog input modules	
AI910S/B/N	Analog input. 4 channels. Transmitter power supply, 4...20 mA.
AI930S/B/N	Analog input, HART. 4 channels. Transmitter power supply, 4...20 mA.
AI931S/B/N	Analog Input, HART. 4 channels. Passive input, 0/4...20 mA.
AI950S/B/N	Temperature. 4 channels. Pt100, Pt1000, Ni100 in 2-/3-/4-wire technique thermocouples type B, E, J, K, L, N, R, S, T isolated inputs channel by channel.
Analog output modules	
AO910S/B/N	4 channels. Output 0/4...20 mA.
AO920S/B/N	4 channels. Output 0/4...20 mA. Isolated outputs channel by channel.
AO930S/B/N	4 channels. HART. Output 0/4...20 mA.

Figura 18. Tarjetas serie S900

El sistema de control distribuido FREELANCE permite la conexión de dispositivos de campo FOUNDATION Filedbus H1, así como dispositivos HART.

También permite la conexión y configuración de dispositivos PROIBUS DP y PROFIBUS PA. Para la conexión de dispositivos PROFIBUS PA, se debe instalar un sistema denominado “PROFIBUS Power Hub” entre el controlador y el dispositivo de campo.

Para que se puedan conectar los dispositivos HART, se deben utilizar los módulos S800 y S900 I/Os, con los módulos S900, algunos se pueden utilizar para monitorizar el estado de estos dispositivos HART de manera automática y cíclica.

3.5. Sistema de control distribuido DeltaV de Emerson

Introducción

Las capacidades del sistema de control DeltaV permiten cumplir con las necesidades de control de la planta piloto en cuanto:

- *Monitorización y control de variables de proceso:* el sistema dispone de una amplia gama de tarjetas de I/O que permiten la conexión de todo tipo de señales y la interconexión con otros equipos. En el controlador del sistema se ejecutan las lógicas programadas que permiten la automatización del proceso siguiendo las órdenes del operador de una manera automática mediante secuencias de funcionamiento.

- *Interfaz de operador:* el sistema tendrá una estación de trabajo configurada con gráficos del proceso que permiten al operador el seguimiento del proceso y su interacción con el mismo introduciendo comandos y accionando lógicas de control. Adicionalmente el sistema de alarmas avisa al operador cuando algunas de las variables de proceso se desvía de las condiciones especificadas o existe algún error o avería en el sistema de control.

- *Disponibilidad y fiabilidad:* con la incorporación en las lógicas programadas de los estados de las variables de proceso, que provienen de la instrumentación digital y de la monitorización de fallo de línea de las tarjetas I/O, se realizan actuaciones automáticas ante averías de algún componente y se avisa al operador mediante el sistema de alarmas. Este puede localizar fácilmente la avería en la aplicación de diagnósticos.

Para la instrumentación analógica con protocolos digitales de comunicación (Fieldbus y HART) es posible el acceso a los diagnósticos del mismo instrumento.

- *Almacenaje de variables de proceso:* mediante las aplicaciones *Continuous Historian* (para la recolección y el almacenaje de los valores de las variables del proceso) y *Event Chronicle* (para el almacenaje de los eventos y alarmas ocurridos) es posible configurar y conservar para su posterior estudio

toda la información relevante que se desee extraer del proceso. Posteriormente esta información puede visualizarse en el tiempo con la aplicación *Process History View*.

- *Facilidad de modificación de lógicas de control:* la estación de trabajo dispone de las aplicaciones *DeltaV Explorer* y *Control Studio* para la programación del hardware y las lógicas de control y la aplicación *DeltaV Operate* que permite la edición de gráficos de interfaz con el operador. El método de programación del sistema DeltaV está basado en una combinación de estándares IEC61131-3 y 61158-2 para Foundation Fieldbus y se compone de:

- **Diagramas de bloques de función:** implementados utilizando la estructura especificada por el estándar Foundation Fieldbus. Están disponibles un amplio conjunto de bloques de funciones de monitorización de entradas/salidas, PID's, cálculos, temporizadores, etc. que permiten la programación de complejas estrategias de control.
- **Diagramas de función secuencial o SFCs:** permiten la programación de lógicas secuenciales de funcionamiento mediante una serie de pasos y transiciones.
- **Texto estructurado:** basado en la norma IEC 61131-3 para crear cálculos y algoritmos personalizados. En el conjunto de instrucciones se utilizan operandos, operadores, funciones y constantes para crear expresiones de texto de una gran flexibilidad para la programación.

La herramienta *Books Online* proporciona al usuario una descripción completa y detallada de todos los elementos del lenguaje de programación.

El sistema soporta hasta 120 nodos en la red de control un máximo de 100 controladores con redundancia por red de control (un par de controladores redundantes se consideran como un solo nodo), 60 estaciones de trabajo, 30000 DST ("*Device Signal Tag*") por red y 750 por controlador. La DST son etiquetas que se utilizan para asociar un canal E/S con un módulo de control, (típicamente se utiliza el nombre del instrumento), y 25000 etiquetas SCADA por red.

En cuanto a las comunicaciones que soporta el sistema de control distribuido de DeltaV, nos encontramos:

- FOUNDATION Fieldbus
- HART
- WirelessHART
- Profibus DP
- DeviceNet
- AS-i bus
- Modbus RTU/ASCII/TCP
- Ethernet/IP
- OPC
- OPC Express Interface (Xi)

El hardware del sistema está dividido en las siguientes 3 partes:

Hardware de las estaciones de trabajo: engloba todo el hardware necesario de las estaciones de operación, configuración y recogida de datos del sistema. El hardware utilizado es del tipo PC o servidor dependiendo de las necesidades del sistema. Es requerimiento del fabricante el trabajar con equipos de la marca Dell. En el sistema a instalar solamente será necesaria una estación de configuración/operación/almacenaje de datos, debido a su reducido tamaño.

Hardware de la red de control: la comunicación entre estaciones y controladores se realiza mediante dos redes de área local Ethernet (primaria y secundaria). La utilización de dos redes es para garantizar la redundancia de comunicaciones. En el caso de sistemas más grandes es necesario la instalación de switches, firewalls, etc. que gestionen el tráfico de la red de comunicaciones. En este sistema la comunicación entre el controlador y la estación de trabajo se realizará por conexión directa entre controlador y estación mediante 2 cables cruzados Ethernet CAT5. La longitud de estos cables no excederá de 100 m.

Hardware de controladores e I/O: para la captación de las señales de entrada y el accionamiento de las órdenes a campo, el sistema dispone de una amplia gama de tarjetas de I/O para todo tipo de señal. El controlador se encarga de la gestión de las

señales, de la ejecución de la lógica y de la comunicación con las estaciones de trabajo y otros controladores.

Controlador MD Plus

El controlador MD Plus se encarga de consultar y accionar las I/O del sistema, ejecutar las lógicas de control y gestionar las comunicaciones con la estación de trabajo. Se debe colocar en el slot derecho del bastidor de 2 slots de fuente y controlador.

Tabla 7. Características controlador MD Plus.

Características controlador MD Plus	
Alimentación	+ 5 Vcc suministrados por la fuente del sistema
Disposición	5.0 W típico, 7.0 W máximo
Memoria de usuario	48 MB
Red de control	Conector 8 pin RJ-45 (primaria y secundaria)
Temperatura de operación	-40° a 70°C
Certificado ATEX	ATEX EEx nA IIC T4



Figura 19. Controlador MD Plus

El sistema de control distribuido DeltaV, también presenta otros controladores, como son los de la serie S, y los controladores Smart Wireless, para dispositivos WirelessHART y wireless.

Además el sistema de control distribuido DeltaV, cuenta con el software para comisionado y mantenimiento de dispositivos, conocido como AMS, siendo esta una potente herramienta de mantenimiento predictivo. Esta combinación de herramientas predictivas hace que DeltaV se englobe dentro de una arquitectura mayor, denominada PlantWeb, basada en una estrategia de control predictiva.

DeltaV presenta también un alto grado de escalabilidad y modularidad, lo que permite un diseño específico para aplicaciones de control específicas.

En cuanto a las distintas posibilidades de configuración de las tarjetas I/O que presenta el sistema de control distribuido DeltaV, vienen recogidas en la siguiente tabla:

Tabla 8. Tarjetas I/O para controlador MD Plus.

AI, 8 Channels	4-20mA 1-5VDC 4-20mA with HART
AO, 8 Channels	4-20mA 4-20mA with HART
DI, 8 Channels	24VDC Dry Contact 24VDC Isolated 120VAC Dry Contact 120VAC Isolated 230VAC Dry Contact 230VAC Isolated
DO, 8 Channels	24VDC High Side 24VDC Isolated 120/230VAC High Side 120/230VAC Isolated
DI, 32 Channels	24VDC Dry Contact
DO, 32 Channels	24VDC High Side
Intrinsically Safe I/O	AI, 8 channels, 4-20mA with HART AO, 8 channels, 4-20mA DI, 16 channels DO, 4 channels
Serial Interface, 2 Ports	RS232/422/485, Modbus, Master or Slave, ASCII or RTU RS232/422/485, Programmable communications firmware
Pulse	Flowmeter inputs
T/C or RTD	Industry standard types of thermocouples and RTDs
FOUNDATION Fieldbus, 1 Port	High Speed Ethernet (HSE)
FOUNDATION Fieldbus, 2 Ports	H1 Segments
AS-I bus, 2 Ports	AS-I bus Segments
Profibus DP	Profibus PD Segment
DeviceNet	DeviceNet Segment

Software

En cuanto al software del sistema de control distribuido DeltaV, se divide en varias herramientas, como DeltaV Explorer, que es la herramienta primaria para la configuración del sistema; Control Studio, que permite la creación y modificación individual de las estrategias de control, de forma modular, proporcionando al mismo tiempo a cada módulo una identidad separada del resto de módulos, lo que facilita enormemente el diseño de las estrategias de control.

Existen otras herramientas que posee este sistema y que también proporcionan excelentes medios para optimizar nuestras aplicaciones de control a través de DeltaV, como DeltaV Insight, que permite monitorizar, analizar y sintonizar los lazos de control; DeltaV Adapt, que adapta de manera continua y automática nuestros lazos de control ante cambios en las condiciones del proceso; DeltaV Fuzzy, que es un tipo de control que sustituye a los PID tradicionales, en aquellos controles que no sean lineales, proporcionando una respuesta muchos más rápida del control que un PID tradicional, ante cambios de setpoint o cambios en el proceso; DeltaV Predict, que mediante el uso de un modelo predictivo de control, permite anticiparse más fácilmente a las interacciones del proceso y las dificultades que provienen de las dinámicas de los procesos.

3.6. Decisión

Una vez analizados todos los principales sistemas de control distribuido más potentes del mercado, el siguiente paso es elegir el nuevo sistema de control distribuido de nuestra planta piloto.

Para ello se ha elaborado un criterio de evaluación para los diferentes sistemas de control distribuido, en función de una serie de criterios.

Para llevar a cabo esta evaluación ha sido necesario seleccionar dicha serie de criterios y se han identificado cada uno ellos. Del mismo modo, se han identificados las características de cada criterio, en términos de ventajas (positivos) e inconvenientes (negativos).

A cada criterio, se le ha asignado un peso o valor en el total de la evaluación, es decir, la influencia que tiene dicho criterio en la totalidad de los criterios, siguiendo el principio común para todas las decisiones en cuanto a la evaluación de los distintos

sistemas de control distribuido, y que es la búsqueda de aquel sistema de control distribuido menos complejo, con un alto grado de auto aprendizaje a nivel de software y hardware, junto con un gran poder de ejecución y sencillez en la instalación.

Se ha cuantificado los criterios, utilizando un tipo de medida numérica, otorgando una puntuación del 1 al 5, siendo el 5 el valor más favorable (positivo) y 1 el más desfavorables (negativo).

Se han interpretado dichos criterios en términos de comportamiento a la evaluación sometida y valorados en una escala adimensional y homogénea para todos.

Por último se ha adoptado un modelo de decisión a partir de los datos obtenidos.

El procedimiento que se debe llevar a cabo para la realización de esta evaluación, es el siguiente:

Se realiza una primera tabla con la contribución relativa de cada uno de los criterios y. se obtiene la suma total de pesos de cada uno de los criterios. A continuación se elabora una segunda tabla, que se obtiene multiplicando el valor de cada uno de los criterios por el peso que ocupa dentro de la totalidad de los pesos de los criterios. Con estos resultados se obtiene una media ponderada para cada uno de los sistemas de control distribuidos, al igual que se obtiene una suma ponderada para cada uno de ellos.

Por último, se elabora una tercera tabla con el producto normalizado de cada uno de los criterios, y se obtiene una valoración para cada uno de los sistemas de control distribuido, siendo el elegido para ser instalado como sistema en la planta piloto, aquel que obtenga una mayor valoración numérica.

Los criterios de evaluación para cada uno de los sistemas, han sido los siguientes:

- **Arquitectura del sistema de control distribuido:** En este criterio, se evalúa la complejidad o simplicidad de las arquitecturas de los diferentes sistemas de control. Y al ser nuestro proyecto de pequeño dimensionado, buscamos aquellas arquitecturas que sean fáciles de comprender, ejecutar y mantener. Otorgando, los números más altos a las arquitecturas más sencillas.

- **Comunicaciones:** Con este criterio, se pretende valorar las distintas capacidades de protocolos de comunicación que presentan los distintos sistemas de control distribuido. Al ser una planta piloto que servirá como aprendizaje para los futuros alumnos de la Universidad Politécnica de Cartagena, se pretende que dicho sistema de control distribuido elegido finalmente, disponga de la totalidad o la mayor parte de los protocolos de comunicación utilizados hoy en día a nivel industrial.
- **Software:** Con este criterio se pretende evaluar las herramientas de software de que disponen los diferentes sistemas de control distribuido, en cuanto a los diferentes lenguajes de programación soportados, así como la facilidad de aprendizaje y utilización, es decir, el interfaz de que disponen estos programas. Como se ha mencionado anteriormente, esta planta piloto, así como el sistema de control distribuido serán futuras herramientas de aprendizaje para nuevos alumnos, por lo que deben ser fáciles de utilizar, muy intuitivas, robustas y con un gran número de posibilidades de estrategias de control y que estén siendo utilizadas hoy en día a nivel industrial.
- **Hardware:** En este criterio, se evalúa la complejidad de cada uno de los hardware de los diferentes sistemas de control distribuido, en cuanto a su potencia, escalabilidad, necesidades energéticas, capacidad de computación, montaje y facilidad de elección, muchas veces, determinados hardware presentan gran cantidad de controladores e I/Os en diferentes series y con capacidades bien diferenciadas, lo que eleva bastante la complejidad a la hora de decidir por un sistema u otro. En este criterio se pretende que el hardware que finalmente se elija aúne todas las características descritas anteriormente.
- **Fiabilidad:** Este criterio se ha seleccionado para evaluar la progresión de los distintos sistemas de control distribuido en el mercado a lo largo de los años y su implantación actual, es decir, como es la situación actual de estos sistemas de control distribuidos en el mercado y como ha sido la evolución de sus versiones anteriores en la industria
- **Implantación industrial:** Al ser el área donde nos encontramos, un polo industrial, como numerosas industrias, sobre todo químicas, que utilizan sistemas de control distribuido para sus procesos, se ha seleccionado este criterio, para valorar cuales de estos sistemas de control están o no implantados en las industrias vecinas, tales como, Sabic, Repsol, entre otras.

- **Servicio Postventa:** Uno de los aspectos más importantes y sobre todo de cara a la instalación, pruebas de tensión, comisionado y puesta en marcha de estos sistemas de control distribuido, es el apoyo técnico y comercial que nos puedan brindar estas marcas y la facilidad de contacto con sus técnicos y asesores. Por lo que este criterio ha sido definido para evaluar dicho servicio aportado por los fabricantes de cada uno de los sistemas de control distribuido.

Una vez definidos los criterios a ser evaluados, se procede a la elaboración de la matriz de evaluación, y que ya ha sido descrito anteriormente.

- **Contribución relative.**

Tabla 9. Contribución relativa.

	Arquitectura	Comunicaciones	Software	Hardware	Fiabilidad	Implantación	Servicio Postventa
Peso criterio	10	30	40	40	20	10	30
<u>SIMATIC</u> <u>PCS7</u>	1	4	2	1	2	1	2
EXPERION LXC300 HONEYWELL PROCESS	3	4	2	2	1	1	2
FREELANCE ABB	2	4	3	2	3	1	2
DELTA V	3	4	3	2	2	3	2

Suma de pesos = 180

- **Media ponderada**

Tabla 10. Media ponderada.

	Arquitectura	Comunicaciones	Software	Hardware	Fiabilidad	Implantación	Servicio Postventa
<u>SIMATIC</u> <u>PCS7</u>	10	120	80	40	80	10	60
EXPERION LX C300 HONEYWELL PROCESS	30	120	80	80	20	10	60
FREELANCE ABB	20	120	120	80	60	10	60
DELTAV	30	120	120	80	40	30	60

	SUMA PONDERADA	MEDIA PONDERADA
<u>SIMATIC PCS7</u>	400	2.2222
EXPERION LX C300 HONEYWELL PROCESS	400	2.2222
FREELANCE ABB	470	2.6111
DELTA V	480	2.6777

- Tabla 11. Producto ponderado

	Arquitectura	Comunicaciones	Software	Hardware	Fiabilidad	Implantación	Servicio Postventa
<u>SIMATIC PCS7</u>	1	1	1	1	1	1	1
EXPERIONLXC300 HONEYWELL PROCESS	3	1	1	2	0.25	1	1
FREELANCE ABB	2	1	1.5	2	0.75	1	1
DELTA V	3	1	1.5	2	0.5	3	1

- **Tabla 12. Decision**

	PRODUCTO NORMALIZADO
<u>SIMATIC PCS7</u>	1
EXPERION LX C300 HONEYWELL PROCESS	1.5
FREELANCE ABB	4.5
DELTA V	13.5

Como se puede comprobar después de haber realizado el estudio comparativo, el sistema de control distribuido que ha obtenido una mayor puntuación ha sido, DeltaV, por lo que será el sistema de control distribuido elegido para nuestra planta piloto.

4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DELTAV

4.1. Introducción

A lo largo de este capítulo se ofrecerá una descripción del sistema de control distribuido DeltaV. Durante esta descripción, se detallará el hardware, se describirán conceptos básicos y terminología, y una presentación de los componentes del software.

Hardware

En la siguiente imagen, se puede ver una panorámica de la arquitectura del hardware del DeltaV:

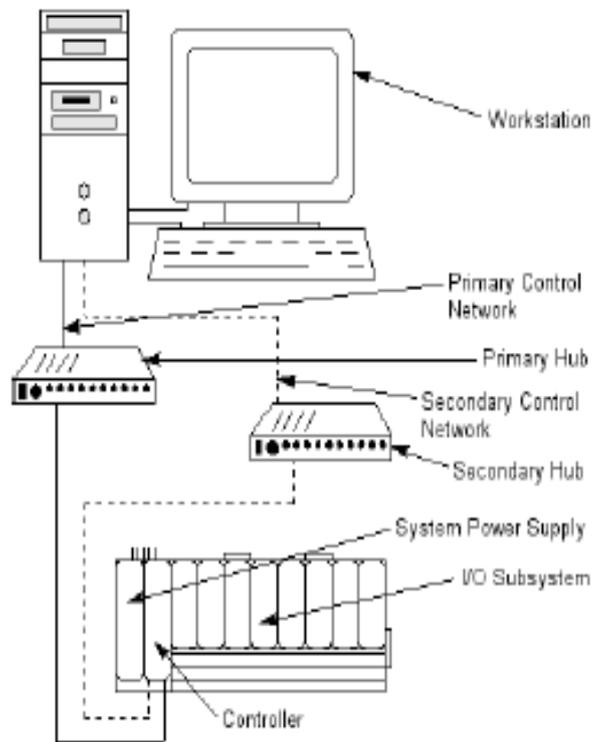


Figura 20. Arquitectura DeltaV

El sistema del hardware, consiste en los siguientes elementos:

- Una o más estaciones de trabajo.
- Una red de control (opcionalmente redundante) para la comunicación entre el sistema de nodos.
- Fuentes de alimentación.

- Uno o más controladores DeltaV (opcionalmente redundantes), que llevan a cabo el control local y administración de los datos y comunicación entre el subsistema I/O y la red de control.
- Al menos un subsistema I/O por controlador para procesar la información desde los dispositivos de campo.
- Identificador de sistema.

El Identificador de sistema, se encuentra en el interior del “License Pack”, es un conector que se conecta dentro del puerto paralelo de impresora o en un puerto USB, en la estación de trabajo “ProfesionalPLUS”. Se proporciona con cada DeltaV, una única identificación que permite descargar los cambios al sistema.

Conceptos del sistema DeltaV

El sistema DeltaV ayuda a los usuarios a crear sistemas que son fáciles de instalar, operar, consistentes y seguros. Para conseguir estos objetivos, el sistema DeltaV utiliza las siguientes herramientas:

- Tecnología “Plug-and-play” para la configuración del hardware.
- Una librería de módulos de control reutilizables para simplificar el esfuerzo de la configuración inicial.
- Ayuda integrada y documentación “on-line”.
- Hardware y software semejantes, para asegurar la seguridad del sistema y la integridad.

Terminología

Las estrategias de control en DeltaV son configuradas en módulos. Un nódulo, es la entidad de control lógico más pequeña en el sistema, contiene algoritmos, condiciones, alarmas, pantallas, información histórica, y otras características que definen los equipos de procesos. Los algoritmos son las etapas que definen como se comporta el módulo. El sistema DeltaV proporciona el control, el equipamiento y la unidad de módulos.

Generalmente, un módulo de control contiene una entidad de control única, como un lazo de control o motor, con una lógica asociada. Definiendo un módulo

alrededor de un único dispositivo de campo y relacionado este dispositivo con una lógica de control se hace muy fácil, su creación, descarga, operación, depuración y la posibilidad de dejar fuera de servicio un único módulo sin afectar a los demás.

- **Módulos de equipamiento:** coordinan la operación de módulos de control y otros módulos de equipamiento que trabajen conjuntamente para controlar los equipos relacionados. El algoritmo que contiene el módulo de equipamiento gestionan la operación de los módulos contenidos.

- **Módulos de unidad:** pueden ser usados en aplicaciones que no sean por cargas, para agrupar el control de módulos y equipos para propósitos de gestión de alarmas. Por ejemplo, alarmas para unidades específicas, como calderas, pueden ser combinados. Todos los controles y los módulos de equipos asociados con dicha unidad pueden ser contenidos en el módulo unidad.

- **Bloques funcionales:** se construyen bloques para crear los algoritmos discretos y continuos que lleven a cabo el control o monitoreo del proceso. La librería de DeltaV contiene plantillas de bloques de función para control analógico (BIAS/ganancia, PID, etc), control lógico, I/O (entradas/salidas analógicas y discretas), y otras funciones básicas. Cada bloque de función contiene parámetros que pueden ser modificados para mejorar el algoritmo. Dispone de una amplia variedad de algoritmos desde simples conversores de entrada hasta complejas estrategias de control. Los bloques funcionales pueden ser combinados dentro de un bloque funcional compuesto, para construir algoritmos complejos.

Además de los algoritmos en los bloques funcionales, el sistema DeltaV, dispone de Cuadros de funciones secuencias, “Sequential Function Charts (SFCs), así como los denominados en inglés “Command-driven” y “State-driven”, que son algoritmos para los requerimientos de las etapas de control requeridas durante las estrategias secuenciales.

- **Parámetros:** son datos definidos por el usuario y que son utilizados en el interior de los módulos para el desarrollo de los cálculos y de la lógica. Los parámetros pueden ser descritos por el tipo de información que proporcionan, como entradas o salidas.

El sistema DeltaV incluye librerías con plantillas de módulos pre-diseñados con características básicas. El usuario puede modificar los módulos y añadirlos a la

librería, haciendo posible su reutilización en el desarrollo de nuevas estrategias de control.

Los módulos que trabajan estrechamente para la gestión del control de un proceso específico, son agrupados en áreas. Un área es una división lógica de la planta. Las áreas generalmente representan localizaciones de la planta o por zonas de procesado. El ingeniero de configuración, determina como se realizarán esas divisiones lógicas de la planta en áreas.

- **Nodos:** son piezas físicas de los equipos en la red de control, tales como controladores o estaciones de trabajo. El proceso se controla mediante la descarga de los módulos en el nodo del controlador. La configuración desarrollada, le dice al nodo como actuar y que información recibe o guarda sobre el proceso.

- **Tags de dispositivos:** representan los instrumentos, válvulas y otros instrumentos de campo.

- **Tag de señal del dispositivo:** consiste en una señal específica desde un dispositivo.

- **Alarmas:** alertan al operador de panel, que se ha producido un evento. (Las alarmas son asignadas a los módulos) Lo que se desea con esto, es que el operador realice alguna acción y responda a la alarma. Las alarmas pueden ser tanto visibles como sonoras.

- **Base de datos:** contiene la información sobre la configuración, y permite hacer cambios “off-line” sin afectar al proceso. Aun así, el monitoreo y modificación de los algoritmos de control “on-line”, también está disponible.

El siguiente diagrama muestra la estructura de jerarquía del sistema DeltaV:

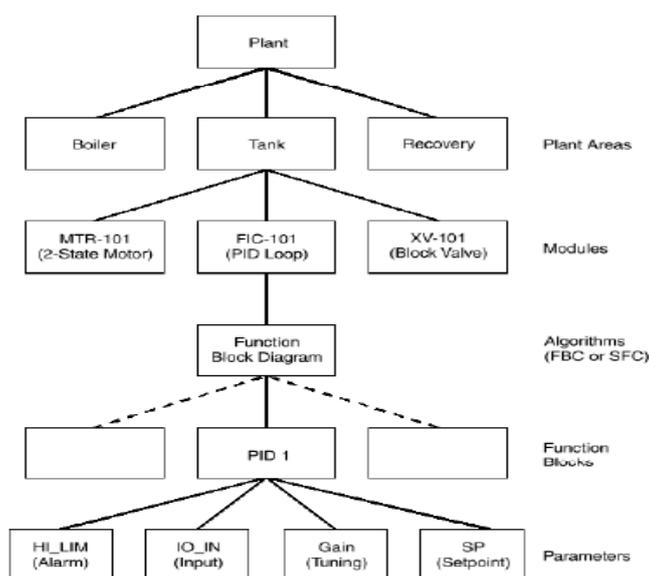
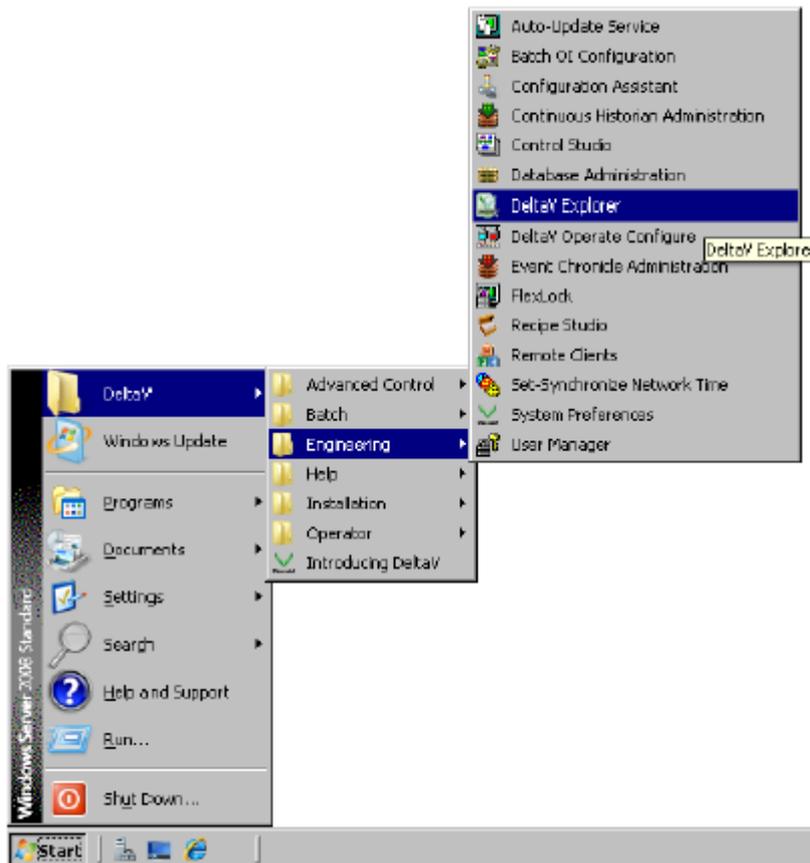


Figura 21. Jerarquía DeltaV

Aplicaciones del software DeltaV

El software DeltaV incluye una amplia variedad de aplicaciones que nos ayudan a configurar, operar, documentar y optimizar nuestro proceso. Las aplicaciones primarias son categorizadas como herramientas de ingeniería (“Engineering Tools” y “Operator Tools”). Herramientas adicionales están disponibles para el control avanzado, instalación y ayuda “On-line”.

Hay diferentes formas para abrir la aplicación. Una es haciendo click en “Start” (en la esquina inferior izquierda de la pantalla), situar el cursor sobre DeltaV, después sobre la categoría que deseemos abrir, y por último, hacer click en el nombre de la aplicación, como se puede observar en este ejemplo:

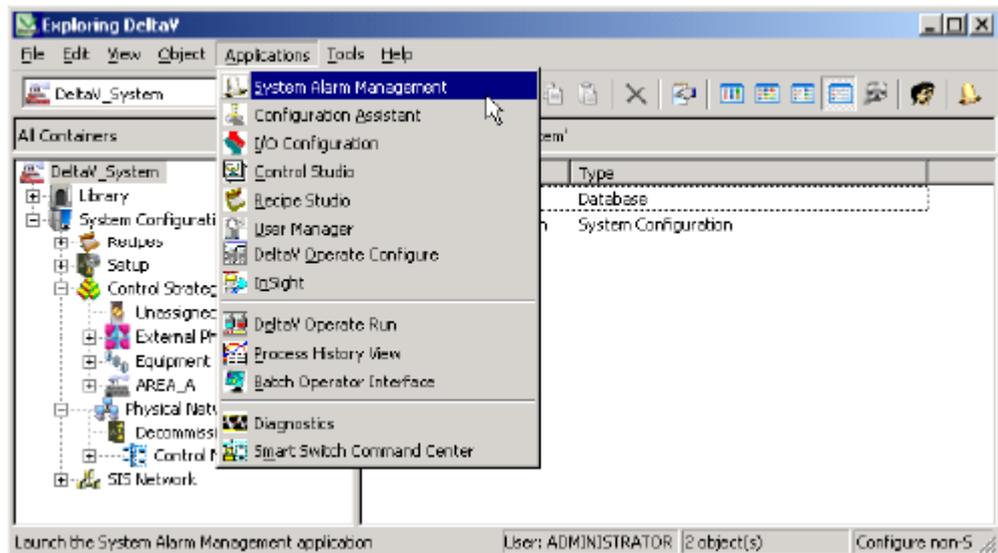


En esta descripción, la instrucción para abrir el DeltaV Explorer, será:

“Click Start | DeltaV | Engineering | DeltaV Explorer”

Muchas aplicaciones permiten un rápido acceso a otras aplicaciones de DeltaV, mediante los botones dispuestos en sus barras de herramientas y mediante los menús de aplicaciones.

La siguiente figura muestra el menú de aplicaciones y algunos botones de la barra de herramientas en el DeltaV Explorer

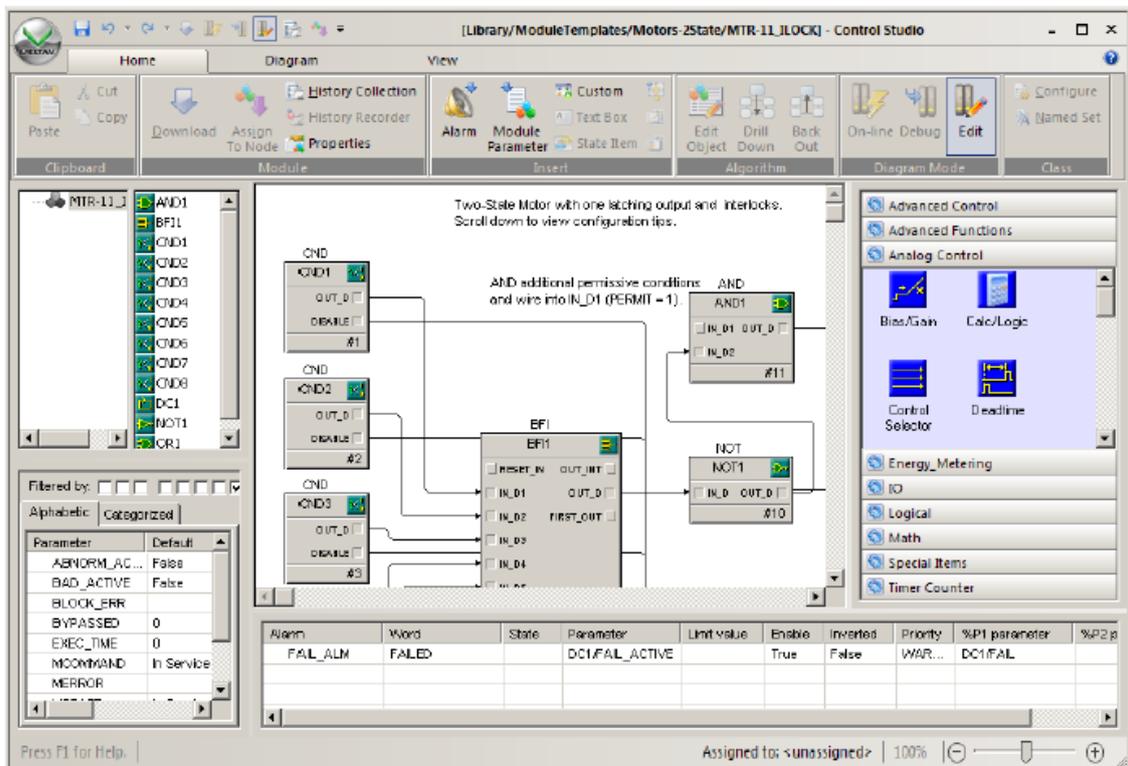


Herramientas de ingeniería (Engineering Tools)

Las principales herramientas de ingeniería son, “Configuration Assistant”, “DeltaV Explorer”, “Control Studio”, y si se dispone de la licencia para aplicaciones por cargas, “Recipe Studio”. Otros incluidos son, “User Manager”, “Database Administrator”, “FlexLock” y “System Preferences”.

- **Auto-Update Service:** se usa “Auto-Update Service” para determinar que archivos son automáticamente transferidas desde la estación de trabajo “ProfessionalPLUS” a todas las demás estaciones de trabajo, después de que cada nodo haya sido descargado.
- **Configuration Assistant:** si se es usuario por primera vez, el asistente de configuración es una herramienta genial para aprender los conceptos básicos del sistema DeltaV. Una vez que el usuario se familiarice con la metodología de configuración, se estará en disposición de usar el DeltaV Explorer.
- **Continuous Historian Administration:** esta aplicación proporciona las herramientas necesarias para gestionar la base de datos de históricos que se recopilan de forma continua.
- **Control Studio:** es usado para diseñar y modificar los módulos individuales y las plantillas para realizar la estrategia de control. Con esta aplicación se puede construir gráficamente un módulo de control, arrastrando los objetos

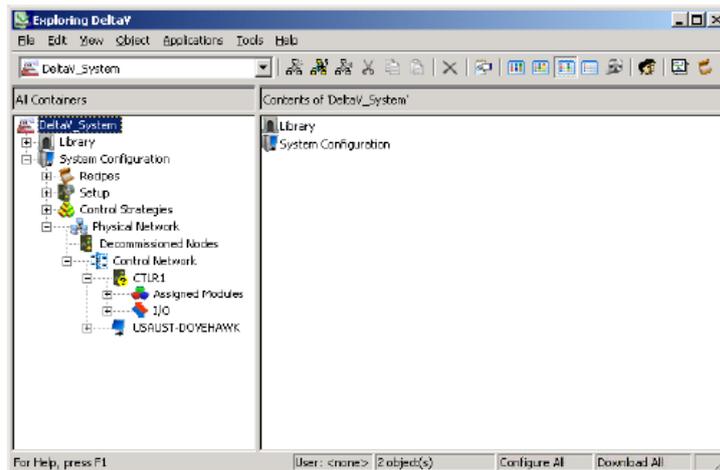
desde una paleta, al diagrama del módulo. Entonces se pueden “cablear los objetos entre sí” para crear el algoritmo para el módulo.



Contro Studio, soporta una amplia variedad de conceptos industriales para el control de procesos, incluyendo bloques funcionales (para el control continuo), y cuadros de control secuencial, SFC’s (para control secuencial).

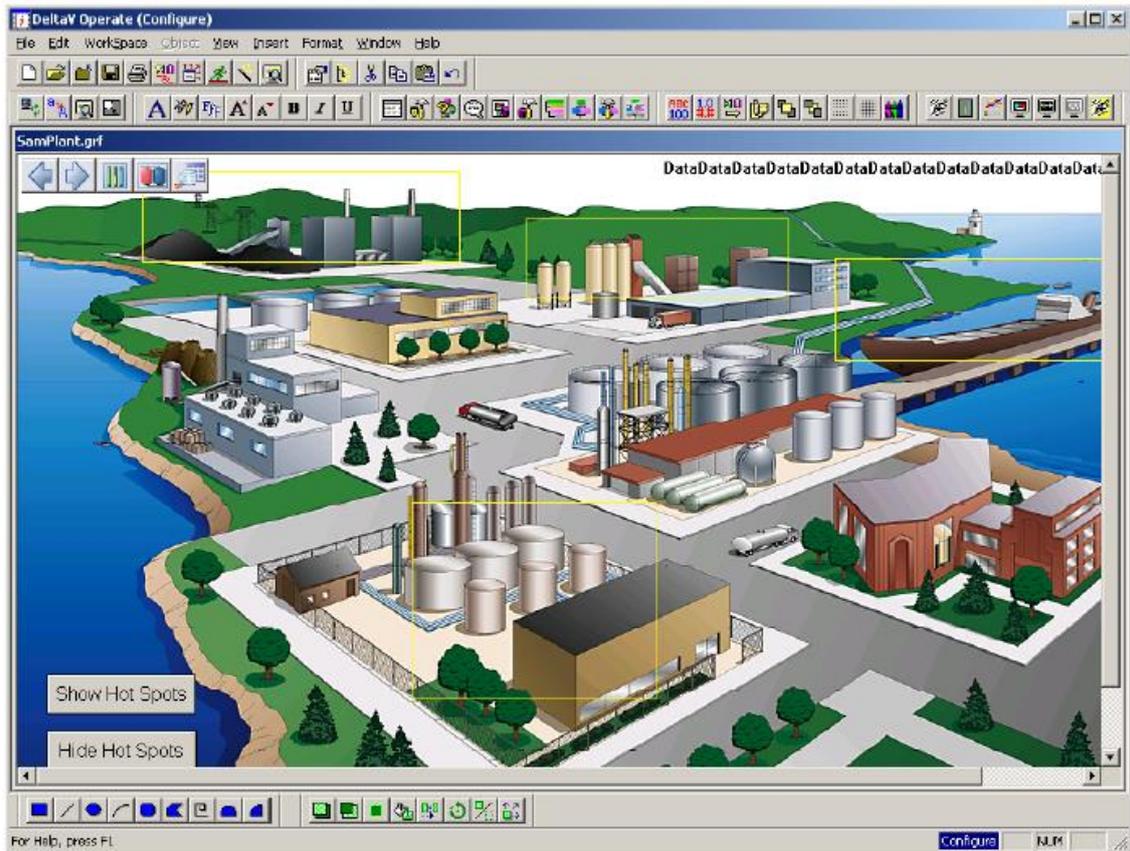
El lenguaje gráfico, está basado en el estándar IEC61131-3, y los bloques de función o funcionales, fueron desarrollados siguiendo el estándar de “FOUNDATION™ fieldbus”.

- **Database Administrator:** Las herramientas del administrados de la base de datos, permite a los usuarios (con los privilegios necesarios), gestionar el mantenimiento de las base de datos, tales como creación, eliminación, copia, y recuperación (backup) de la base de datos.
- **DeltaV Explorer:** es similar en apariencia a Windows Explorar, y es una aplicación que nos permite definir los componentes de nuestro sistema (tales como, áreas, nodos, módulos y alarmas).



Esta aplicación nos permite realizar diferentes acciones, incluyendo:

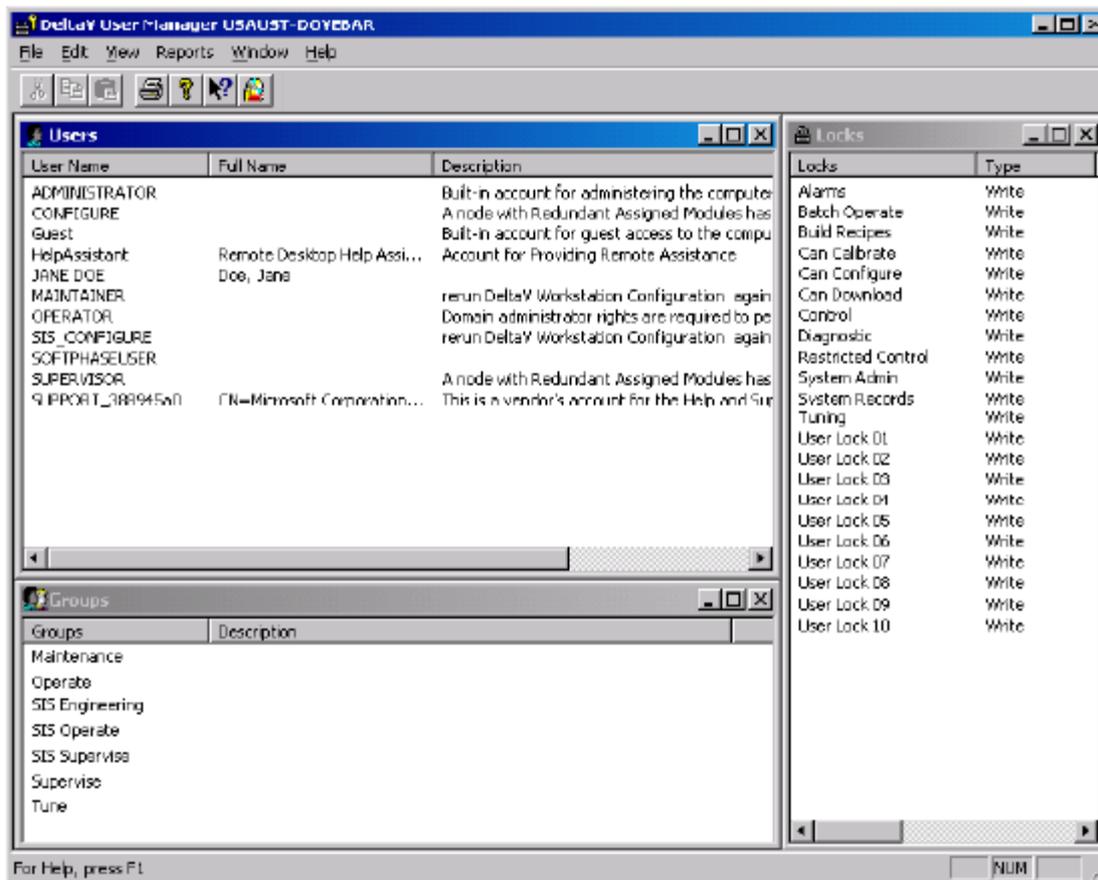
- Crear, copiar o mover módulos.
 - Configurar el hardware del sistema.
 - Abrir Control Studio y otras aplicaciones.
- **DeltaV Operate Configure:** esta aplicación funciona en dos modos. En el modo de configuración, se usa para construir gráficos de procesos en tiempo real. En modo “run”, el operador del sistema de control, usa estos gráficos para monitorización y mantenimiento del proceso.
- En el modo configuración, se pueden incorporar imágenes de equipos de planta, textos, gráficos, animaciones, y sonido dentro de los gráficos de proceso. Una plantilla predefinida simplifica el esfuerzo típico de diseñar las pantallas del operador. Esa aplicación utiliza menús desplegables, botones de herramientas, entre otras.



- **FlexLock:** esta aplicación crea dos escritorios simultáneos (un escritorio Windows y otro escritorio DeltaV) en una única estación de trabajo para proporcionar una operación segura y amplio ambiente ingenieril.
- **Recipe Studio:** es una aplicación para crear y modificar recetas. Una receta es una “hoja informativa” que únicamente identifica los ingredientes, la cantidad de estos y el equipamiento requerido para manufacturar un producto. Una receta puede ser tan simple o tan compleja como uno desee.
- **System Alarm Management:** la aplicación para la gestión del sistema de alarmas, permite visualizar y trabajar con alarmas dentro de las áreas seleccionadas, unidades, módulos y “Logic Solvers”. Proporciona una manera efectiva de visualizar múltiples alarmas, habilitar y deshabilitar múltiples alarmas, y establecer los límites y prioridades en múltiples alarmas.
- **System Preferences:** permite en la aplicación “Engineering Tools” ocultar cualquier función que no sea necesaria.

- **User Manager:** permite especificar los niveles de accesos para grupos o individuales: Se definen los roles de los usuarios (administrador, operador, ingeniero, y así sucesivamente) y los privilegios para cada rol. Entonces, cuando se crean cuentas de usuarios individuales, debemos especificar el rol o roles que dicho usuario tendrá.

Para poder crear o editar módulos de control, el usuario necesitará los privilegios de configuración, así como para descargar los cambios en las configuraciones, el usuario también necesitará los privilegios de descarga.



Control avanzado (Advanced Control)

Las aplicaciones para el control avanzado en DeltaV son, DeltaV Neural, DeltaV Predict, DeltaV PredictPro, DeltaV SimulatePro, Inpesct with InSight y Tune with InSight.

- **DeltaV Neural:** es una colección de herramientas usadas para implementar redes neuronales en ambientes de DeltaV. Con esta aplicación se pueden

crear sensores virtuales para monitorizar y predecir parámetros que de otro modo, resultarían caros, difíciles o imposibles de medir directamente.

- **DeltaV Predict:** implementa un modelo de control predictivo para procesos multivariables en ambientes de DeltaV medianos o pequeños.
- **DeltaV PredictPro:** implementa un modelo de control predictivo para procesos multivariables.
- **DeltaV Simulate Suite:** Consiste en los siguientes productos:
 - **DeltaV Simulate Standalone**
 - **DeltaV Simulate Multi-Node.**
 - **DeltaV SimulatePro**

DeltaV Simulate Suite permite configurar todas las características y potencialidades que tiene DeltaV, sin necesidad del hardware de DeltaV.

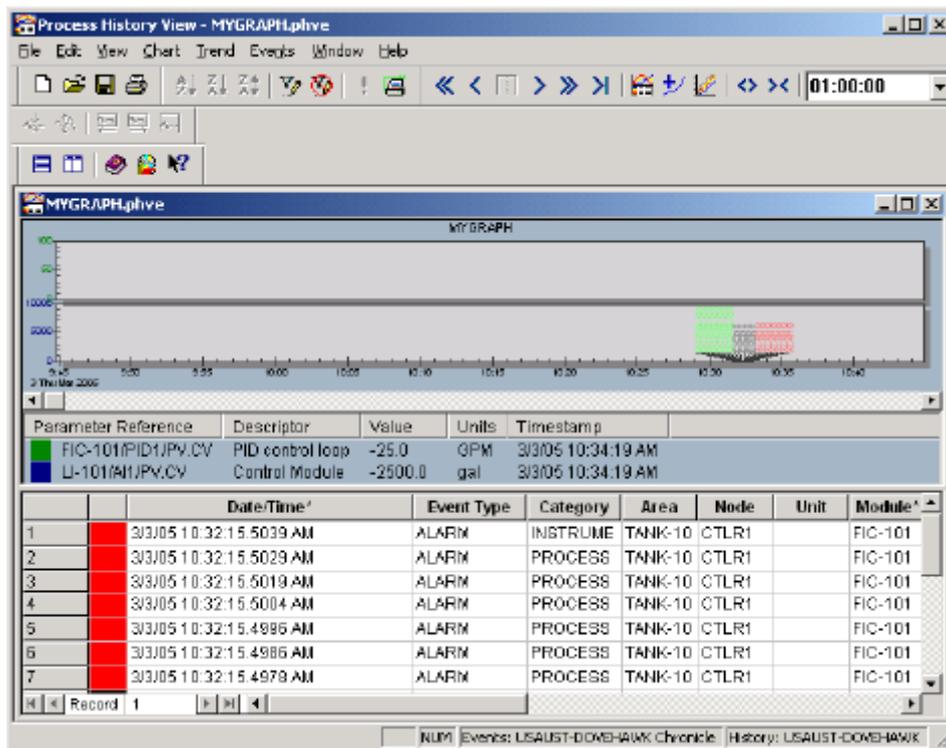
- **DeltaV Tune:** Consiste en una ventana desde la cual, se pueden tunear PID's y FLC's. DeltaV Tune identifica los procesos dinámicos y aplica reglas de sintonización, para calcular la ganancia, el tiempo integral y el tiempo derivativo para el PID o los factores de escala para el caso de los FLC's.

Herramientas del operador

Las herramientas del operador son usadas en el día a día de operación de un proceso de control. Las herramientas primarias de un operador es "DeltaV Operate Run", "Process History View", "Diagnostics", y si la licencia de que dispone, así lo permite para aplicaciones de procesos por cargas, "Batch Operator Interface". La aplicación de "DeltaV Login" se utiliza para cargar el perfil para que el operador inicie sesión con su log, o también para desconectar la sesión con el log del operador.

- **Batch History View:** Esta herramienta, proporciona datos específicos de los procesos por cargas, y permite al operador visualizar dichos datos en diferentes formatos.
- **Batch Operator Interface:** Esta herramienta es la interfaz usada por el operador para monitorizar y controlar todas las operaciones automatizadas en los procesos por cargas. Proporciona al operador diferentes vistas del proceso.

- **DeltaV Login:** Esta aplicación muestra el usuario activo actual y permite al operador iniciar o cerrar sesión en el sistema de DeltaV, así como modificar su contraseña de usuario del sistema de DeltaV.
- **DeltaV Operator Run:** Esta aplicación, funciona en dos modos. En el modo de configuración, se utiliza para construir los gráficos del proceso en tiempo real. En modo “run”, el operador utiliza los gráficos elaborados en el modo configuración, para monitorizar y controlar el proceso.
- En el modo “run”, el operador interactúa con el proceso a través de la aplicación “DeltaV Operate”. Los gráficos de alta resolución, proporcionan un elevado detalle y flexibilidad en la forma en la que la información es proporcionada. Un escritorio estándar de operación ha sido diseñado específicamente para los procesos de control con DeltaV, para proporcionar un uso fácil y cómodo para el operador.
- La gestión y representación de las alarmas, permite al operador centrarse en las más importantes.
- **Diagnostics:** Proporciona información sobre el estado e integridad de los dispositivos del sistema. El usuario puede ver el diagnóstico en cualquier momento una vez que los dispositivos han sido insertados en la red de control y descargados en las estaciones de trabajo.
- **MPC Operate:** Proporciona una visión global del MPC (Model Predictive Control), es decir, del bloque de operación, denominado, Modelo de Control Predictivo.
- **Process History View:** Es una aplicación que muestra en tiempo real los datos históricos tomados desde la aplicación “Continuous Historian”, así como también de la aplicación “Event Chronicle”. Los parámetros de los módulos y de los nodos se muestran en un gráfico y los eventos se despliegan en una tabla, debajo de la gráfica de tendencias de los datos históricos.



Esta aplicación se utiliza para visualizar el estado de un proceso en cualquier momento.

Herramientas de instalación

Las principales herramientas de esta categoría son:

- “DeltaV Controller and I/O Upgrade Utility”, que se utiliza para adaptar el firmware en el controlador cuando un nuevo software es desarrollado por “Emerson Process Management”. Esta herramienta también se utiliza para actualizar los módulos de I/O, los nodos remotos I/O, componentes del DeltaV SIS, dispositivos de Fieldbus H1 e interfaces RS3 y PROVOX I/O.
- “DeltaV Operator System Configuration Utility”, utilizado para configurar aspectos del “Operator System”, como trends, pantallas y paquetes de archivos.
- “DeltaV Workstation Configuration”, utilizada para instalar la estación de trabajo, “ProfessionalPLUS”, así como otras estaciones de trabajo.
- “DeltaV Guardian Application”, utilizada por “Emerson SureService” para habilitar y deshabilitar el monitoreo del sistema de DeltaV, si el sistema está enrolado dentro del denominado, “Guardian Support Plan”.

- “SureService Registration utility”, que se utiliza para completar el formulario para registrar el sistema.

Otras aplicaciones

Las siguientes aplicaciones también están relacionadas con el sistema DeltaV:

- “OPC Server”: Esta herramienta trabaja en un segundo plano y no aparece cuando se inicia el denominado “Start menu”. Esta herramienta hace que el acceso a todos los datos, alarmas, diagnósticos e información de ingeniería, se haga de una forma fácil y que dicha información esté disponible para importarla a otras aplicaciones, como puede ser “Microsoft Excel”.
- “DeltaV Excel Add-In”: El sistema de DeltaV proporciona una interfaz a Microsoft Excel, que permite acceder a datos en tiempo real desde nuestro sistema de DeltaV. Es una herramienta o aplicación en la que se pueden crear informes, gráficos, tablas y hacer análisis de los datos obtenidos desde DeltaV.
- “DeltaV Reporter”: Proporciona funciones y diálogos para ayudar en la creación de hojas de libro de Excel detalladas, que pueden contener datos históricos leídos o interpolados desde la base de datos de “Continuous Historian” o “Event Chronicle”.
- “OPC Mirror”: Esta aplicación conecta el “OPC Server” en múltiples sistemas de control y habilita el tráfico de datos bidireccional desde uno de los sistemas a otros. El enlace se puede realizar entre DeltaV y “OPC Servers”, DeltaV y “PROVOX Servers” o alguna de las otras combinaciones que permite “OPC Server”.
- “Introducing DeltaV”: Esta herramienta permite elegir entre “Configuration Assistant” para realizar una visita guiada a través del sistema DeltaV o a través de “DeltaV Explorer” y de esta forma familiarizar al usuario con el software de DeltaV.

4.2. Descripción del hardware del sistema

El hardware del sistema está dividido en las siguientes 3 partes:

- *Hardware de las estaciones de trabajo:* engloba todo el hardware necesario de las estaciones de operación, configuración y recogida de datos del sistema. El hardware utilizado es del tipo PC o servidor dependiendo de las necesidades del sistema. Es requerimiento del fabricante el trabajar con equipos de la marca Dell. En el sistema a instalar solamente será necesaria una estación de configuración/operación/almacenaje de datos, debido a su reducido tamaño.
- *Hardware de la red de control:* la comunicación entre estaciones y controladores se realiza mediante dos redes de área local Ethernet (primaria y secundaria). La utilización de dos redes es para garantizar la redundancia de comunicaciones. En el caso de sistemas más grandes es necesario la instalación de switches, firewalls, etc. que gestionen el tráfico de la red de comunicaciones. En este sistema la comunicación entre el controlador y la estación de trabajo se realizará por conexión directa entre controlador y estación mediante 2 cables cruzados Ethernet CAT5. La longitud de estos cables no excederá de 100 m.
- *Hardware de controladores e I/O:* para la captación de las señales de entrada y el accionamiento de las órdenes a campo, el sistema dispone de una amplia gama de tarjetas de I/O para todo tipo de señal. El controlador se encarga de la gestión de las señales, de la ejecución de la lógica y de la comunicación con las estaciones de trabajo y otros controladores.

Controlador MD Plus

El controlador MD Plus se encarga de consultar y accionar las I/O del sistema, ejecutar las lógicas de control y gestionar las comunicaciones con la estación de trabajo. Se debe colocar en el slot derecho del bastidor de 2 slots de fuente y controlador.

Tabla 13. Especificaciones técnicas controlador MD Plus.

Características controlador MD Plus	
Alimentación	+ 5 Vcc suministrados por la fuente del sistema
Disposición	5.0 W típico, 7.0 W máximo
Memoria de usuario	48 MB
Red de control	Conector 8 pin RJ-45 (primaria y secundaria)
Temperatura de operación	-40° a 70°C
Certificado ATEX	ATEX EEx nA IIC T4
Indicadores LED (Controlador en marcha)	
Verde	Indica que se está suministrado corriente continua al controlador
Rojo	Indica una condición de error
Verde (activo)	Indica que el controlador está operando como controlador primario
Verde (en espera)	Indica que el controlador está operando como reserva.
Amarillo, parpadeante (Pri. Con.)	Indica una comunicación válida con una red de control primaria
Amarillo, parpadeante (Sec. Con.)	Indica una comunicación válida con una red de control secundaria
Otras características	
Temperatura de operación	De -40°C a +70°C
Temperatura de almacenamiento	De -40°C a +85°C
Humedad relativa	De 5 a 95%, sin condensación
Área/Localización peligrosa	ATEX EEx nA IIC T4

Este controlador detecta automáticamente todas las tarjetas I/O que estén conectadas a él, además de conocer las características generales de los dispositivos de campo conectados a las I/O. Por su estructura lógica interna, este controlador es capaz de almacenar en su memoria todos los cambios que se produzcan en las estrategias de control, del mismo modo cuando se hacen estos cambios online, el controlador también almacena en su memoria cualquier cambio.

Otra de las características de este controlador, es que ante un fallo eléctrico, el controlador se reiniciará, sin intervención manual y sin ningún otro dispositivo presente en la red.

Fuente de alimentación del sistema (AC/DC)

La fuente de alimentación del sistema (AC/DC) suministra la tensión y corriente requerida por el controlador MD Plus y las tarjetas I/O. No es la encargada de alimentar los lazos de control, esa función la realiza la fuente de alimentación de 240Vac/24Vcc externa. Se debe colocar en el slot izquierdo del bastidor de 2 slots de fuente y controlador.

Tabla 14. Características fuente de alimentación

Características fuente de alimentación (AC/DC)	
Entrada	100 Vac a 264 Vac, 47 Hz a 63 Hz
Salida	+12 Vdc a 2.1 A máximo +5 Vdc a 2.0 A máximo +3.3 Vdc a 0.5 A máximo Combinado 5 Vdc y 3.3 Vdc = 10 W máximo
Potencia	25 W total a 60° C
Contacto de alarma	Mediante relé NA 2-
Temperatura de operación	0 a 60°C

Tarjeta de entrada analógica de 8 canales 4-20 mA.

La tarjeta de entradas analógicas permite la conexión de 8 lazos de corriente 4-20 mA de entrada al sistema. La alimentación de 24 Vcc de esos lazos puede provenir del propio sistema o del instrumento. En el segundo caso, el conector de la tarjeta deberá ser de 4 hilos. Las tarjetas de I/O deben colocarse en cualquier slot del bastidor de E/S de 8 anchuras.

Tabla 15. Especificaciones técnicas tarjeta AI.

Características tarjeta AI 8 canales 4-20 mA			
Número de canales	8	Precisión	0.1% del spam
Aislamiento	1500 Vcc cada canal	Resolución	16 bits
Tipo de señal	4 a 20 mA (nominal) 1 a 22.5 mA (máximo)	Repetibilidad	0.05% del spam
Consumo sistema	120 mA típico 150 mA máximo	Temp. Operación	-40 a 70°C
Consumo señales	300 mA máximo a 24 Vdc	Certificado ATEX	ATEX 3 G IIC T4

El diagrama de cableado para una tarjeta AI 8 canales 4-20mA, es el que se muestra en la siguiente imagen:

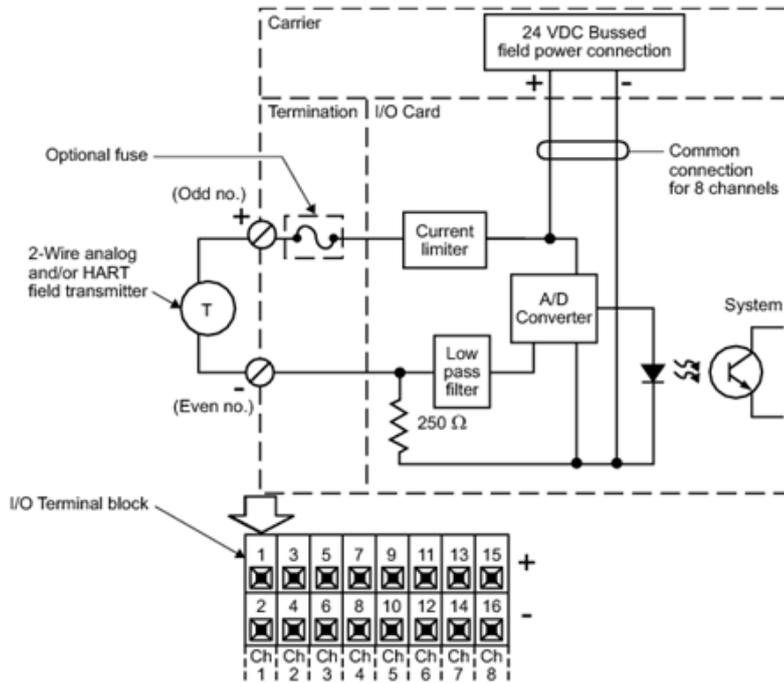


Figura 22. Diagrama de conexión tarjeta AI.

El número de tarjetas AI 8 canales 4-20 mA, es de dos tarjetas.

Tarjeta de entrada analógica de 8 canales 4-20 mA 4 wire

La tarjeta de entradas analógicas permite la conexión de 8 lazos de corriente 4-20 mA de entrada al sistema. La alimentación de 24 Vcc de esos lazos puede provenir del propio sistema o del instrumento. En el segundo caso, el conector de la tarjeta deberá ser de 4 hilos. Las tarjetas de I/O deben colocarse en cualquier slot del bastidor de E/S de 8 anchuras.

Para funcionar correctamente, esta tarjeta AI requiere una alimentación de 24 Vdc para los dispositivos que estén conectados a esta tarjeta, a través de una fuente de alimentación externa que proporcione dicho voltaje a los dispositivos de campo.

Tabla 16. Especificaciones técnicas tarjeta AI 4 wire.

Características tarjeta AI 8 canales 4-20 mA			
Número de canales	8	Precisión	0.1% del spam
Aislamiento	1500 Vcc cada canal	Resolución	16 bits
Tipo de señal	4 a 20 mA (nominal) 1 a 22.5 mA (máximo)	Repetibilidad	0.05% del spam
Consumo sistema	175 mA típico 250 mA máximo	Temp. Operación	-40 a 70°C
Consumo señales	300 mA máximo a 24 Vdc	Certificado ATEX	ATEX 3 G IIC T4

El diagrama de cableado para una tarjeta AI 8 canales 4-20mA, es el que se muestra en la siguiente imagen:

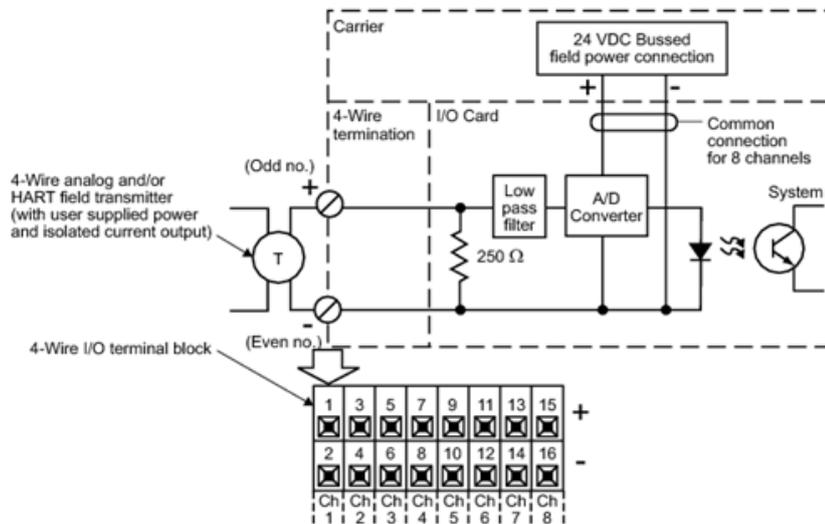


Figura 23. Diagrama de conexión tarjeta AI 4 wire.

El número de tarjetas AI 8 canales 4-20 mA 4 wire, es de una tarjeta.

Tarjeta de salidas analógicas de 8 canales 4-20 mA.

La tarjeta de salidas analógicas, permite la conexión de 8 lazos de corriente 4-20 mA de salida del sistema. La alimentación de los 24 Vcc de esos lazos proviene del

propio sistema. Las tarjetas de I/O deben colocarse en cualquier slot del bastidor de I/O de 8 anchuras.

Tabla 16. Especificaciones técnicas tarjeta AO.

Características tarjeta AO 8 canales 4-20 mA			
Número de canales	8	Precisión	0.25% del spam
Aislamiento	1500 Vcc cada canal	Resolución	12 bits
Tipo de señal	4 a 20 mA (nominal) 1 a 22.5 mA (máximo)	Caracterización de salida	20 mA a 21.6 Vcc de alimentación para una carga de 700 Ω
Consumo sistema	120 mA típico 150 mA máximo	Temp. Operación	-40 a 70°C
Consumo señales	300 mA máximo a 24 Vdc	Certificado ATEX	ATEX 3 G IIC T4

El diagrama de cableado para una tarjeta AO 8 canales 4-20 mA, es el que se muestra en la siguiente imagen:

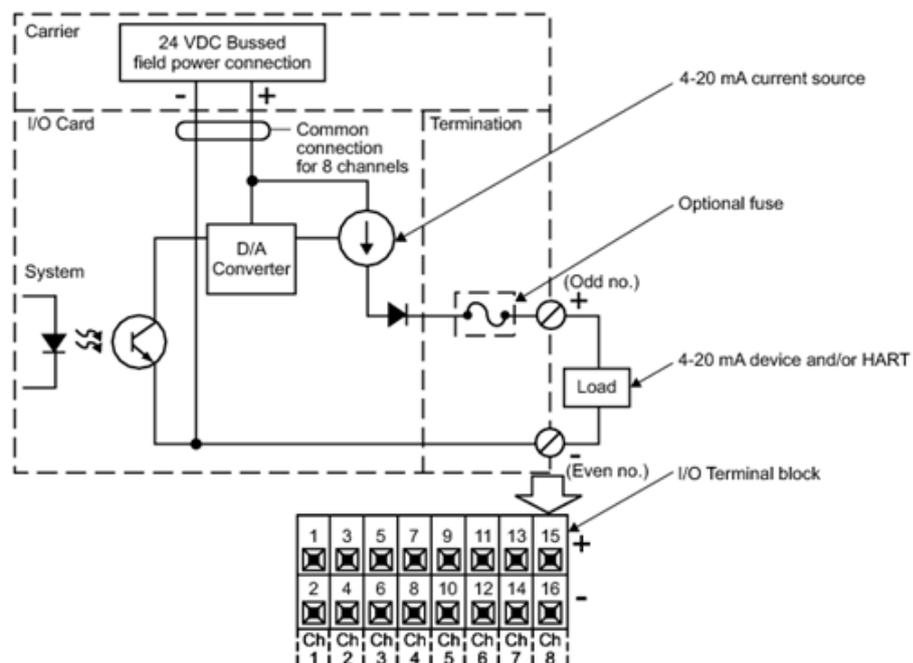


Figura 24. Diagrama de conexión tarjeta AO.

El número de tarjetas AO 8 canales 4-20 mA, es de una tarjeta.

Tarjeta de entradas discretas de 8 canales 24Vdc aislada.

La tarjeta de entradas discretas, permite la conexión de 8 señales digitales (I/O) de entrada al sistema. Las señales a conectar deberán ser contactos libres de potencial que devuelvan el negativo del sistema al canal de la tarjeta cuando se cierre el contacto. Las tarjetas de I/O discretas deben colocarse en cualquier slot del bastidor de I/O de 8 anchuras.

Tabla 17. Especificaciones técnicas tarjeta DI.

Características tarjeta entradas discretas de 8 canales, 24 Vdc			
Número de canales	8	Consumo de señales	40 mA a 24 Vcc
Aislamiento	1500 Vcc cada canal	Impedancia de la entrada	5 kΩ aprox.
Detección de nivel ON	> 10 mA	Temp. Operación	-40 a 70°C
Detección de nivel OFF	< 5 mA	Certificado ATEX	ATEX 3 G IIC T4
Consumo sistema	75 mA típico 100 mA máximo		

El diagrama de cableado para una tarjeta DI 8 canales 24 Vdc aislada, es el que se muestra en la siguiente imagen:

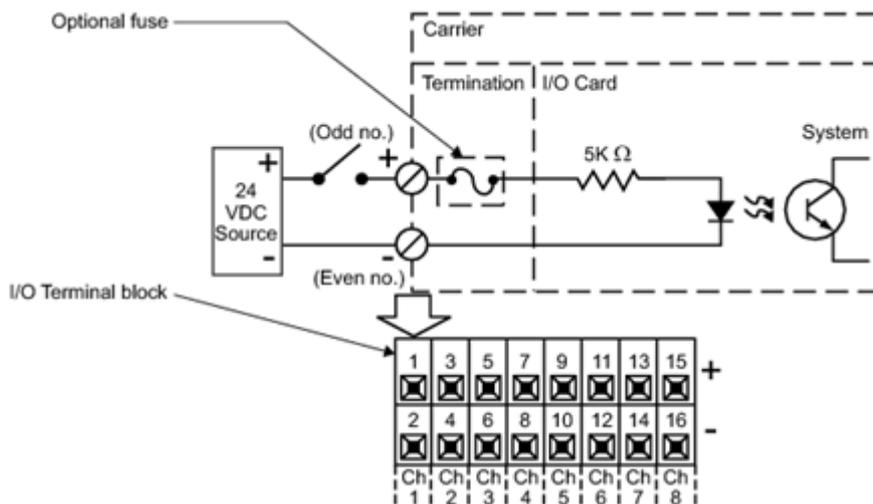


Figura 25. Diagrama de conexión tarjeta DI

El número de tarjetas DI, 24 Vdc aislada, es de una tarjeta.

Tarjeta de salidas discretas de 8 canales 24 Vcc aislada

La tarjeta de salidas discretas, permite la conexión de 32 señales digitales (I/O) de salida del sistema. La alimentación de los 24 Vcc de estas salidas proviene del propio sistema. Las tarjetas de I/O deben colocarse en cualquier slot del bastidor de I/O de 8 anchuras.

Tabla 18. Especificaciones técnicas tarjeta DO.

Características tarjeta salidas discretas de 32 canales, 24 Vcc			
Número de canales	8	Consumo de señales	3.2 A a 24 Vcc
Aislamiento	1500 Vcc cada canal	Off-state leakage	0.1 mA máximo
Rango salida	24 Vdc \pm 10%	Temp. Operación	-40 a 70°C
Consumo de salida	100 mA máx. por canal	Certificado ATEX	ATEX 3 G IIC T4
Consumo sistema	100 mA típico 150 mA máximo		

El diagrama de cableado para una tarjeta DO 8 canales 24 Vcc aislada, es el que se muestra en la siguiente imagen:

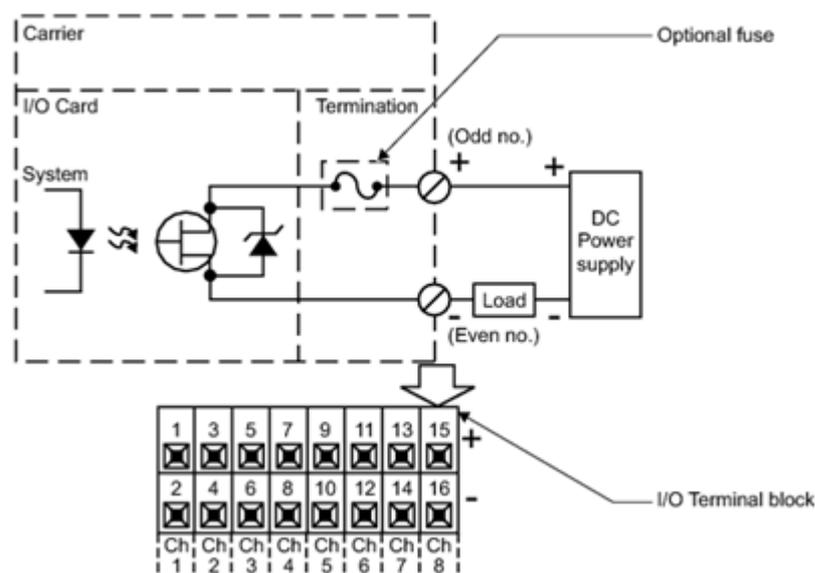


Figura 26. Diagrama de conexión tarjeta DO

El número de tarjetas DO, 24 Vdc aislada, es de una tarjeta

Tarjeta interfaz I/O Fieldbus H1

La tarjeta interfaz Fieldbus, permite la conexión de 1 segmento Fieldbus con hasta 16 instrumentos de ese tipo por cada segmento. La alimentación de cada uno de los segmentos Fieldbus proviene de las fuentes de alimentación/acondicionadores Fieldbus que se detallan en el siguiente apartado.

Para este proyecto no se realizará ninguna conexión por medio de Fieldbus, pero la instalación quedará disponible para una futura conexión con instrumentos con compatibilidad Fieldbus.

Tabla 19. Especificaciones técnicas tarjeta Fieldbus.

Características tarjeta interfaz Fieldbus H1	
Temperatura de almacenamiento	De -40°C a +85°C
Temperatura de operación	De -40°C a +70°C
Ratio de protección	IP 20, NEMA 12
Área/Localización peligrosa	ATEX EEx nA IIC T4

El diagrama de cableado para una tarjeta interfaz Fieldbus H1, es el que se muestra en la siguiente imagen:

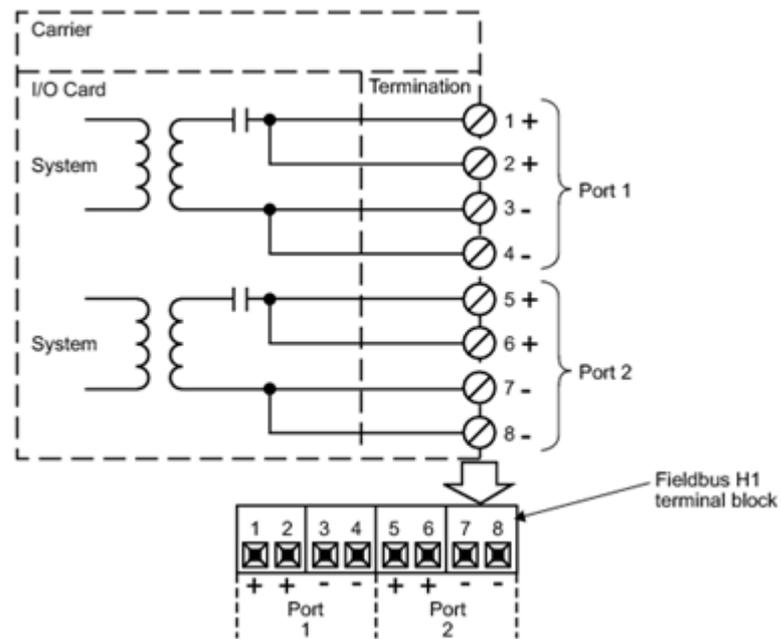


Figura 27. Diagrama de conexión tarjeta Fieldbus.

El número de tarjetas Fieldbus H1, es de una tarjeta.

En nuestra planta piloto, no se dispone de ningún dispositivo Fieldbus, por lo que esta tarjeta quedará instalada en el carrier, pero sin conexionar para futuros proyectos.

Distribución de tarjetas y canales para las tarjetas I/O

En las siguientes tablas, se recogen la distribución de canales y las señales por canal que llegan a cada tarjeta:

Tabla 20. Distribución de canales en tarjetas del controlador.

Tarjeta AI C01	Tipo de señal	TAG	DESCRIPCIÓN	SERVICIO
AI1	SI	LT10999 01	Trasnmisor de nivel(DP/Cell)	Nivel del V--10101
AI2	SI	TT10999 02	Transmisor de temperatura	Temperatura V-10101
AI3	SI	TT10999 03	Transmisor de temperatura	Agua de red a la camisa del R-10105
AI4	SI	PT 10999 04	Transmisor de presión	Agua del V-10101 a la camisa del R-10105
AI5	SI	TT10999 05	Transmisor de temperatura	Agua del V-10101 a la camisa del R-10105
AI6	SI	TT10999 09	Transmisor de temperatura	Temperatura a la entrada del J-10109
AI7	SI	TT10999 19	Transmisor de temperatura	Temperatura del R-10105
AI8	SI	LT10999 18	Trasnmisor de nivel(DP/Cell)	Nivel del R-10105

Tarjeta AI C02	Tipo de señal	TAG	DESCRIPCIÓN	SERVICIO
AI1	SI	TT10998 11	Transmisor de temperatura	Agua del V-10102 a la camisa del R-10105
AI2	SI	TT10998 19	Transmisor de temperatura	Temperatura del R-10105
AI3	SI	LT10998 02	Trasnmisor de nivel GWR	Nivel del V-10102
AI4	RESERVA			
AI5	RESERVA			
AI6	RESERVA			
AI7	RESERVA			
AI8	RESERVA			

Tarjeta SN03	Tipo de señal	TAG	DESCRIPCIÓN	SERVICIO
SN1	SN	ST10999 06	Señal de frecuencia	Velocidad del agua de salida del V-10101
SN2	SN	FT10999 23	Transmisor de flujo	Agua del V-10101 a la camisa del R-10105
SN3	SN	ST10998 05	Señal de frecuencia	Velocidad del agua de salida del V-10102
SN4	SN	FT10998 24	Transmisor de flujo	Agua del V-10102 a la camisa del R-10105
SN5	RESERVA			
SN6	RESERVA			
SN7	RESERVA			
SN8	RESERVA			

Tarjeta AO C04	Tipo de señal	TAG	DESCRIPCIÓN	SERVICIO
AO1	AO	SC10999 06	Controlador	Velocidad del agua de salida del V-10101
AO2	AO	SC10998 12	Controlador	Velocidad del agua de salida del V-10102
AO3	AO	SC 10998 05	Controlador	Velocidad del agua de salida del V-10102
AO4	AO	JX10999 32	Señal de potencia	Potencia del J-10106
AO5	AO	JX10999 33	Señal de potencia	Potencia del J-10109
AO6	AO	JX10999 34	Señal de potencia	Potencia del J-10110
AO7	AO	RESERVA		
AO8	AO	RESERVA		

Tarjeta DO C05	Tipo de señal	TAG	DESCRIPCIÓN	SERVICIO
DO1	DO	LV10999 01	Válvula solenoide	Alimentación agua de red al V-10101
DO2	DO	TV10999 19	Válvula solenoide	Agua del V-10101 a la camisa del R-10105
DO3	DO	LV10998 02	Válvula solenoide	Alimentación agua de la red al V-10102
DO4	DO	TV10998 19	Válvula solenoide	Agua del V-10102 a la camisa del R-10105
DO5	DO	XA10998 21	Agitador	R-10105
DO6		RESERVA		
DO7		RESERVA		
DO8		RESERVA		

4.3. DeltaV Explorer

DeltaV Explorer permite al usuario, definir las características de un sistema y visualizar el conjunto completo de la estructura de control, así como el layout del sistema de hardware y su configuración. Además visualizando la base de datos definida por el usuario, se pueden copiar y mover objetos, modificar las propiedades de los objetos, y añadir nuevos objetos.

Algunas de las cosas que se pueden hacer con DeltaV Explorer son:

- Añadir estaciones de trabajo y controladores a la base de datos.
- Añadir áreas de planta y módulos de control a la base de datos.
- Añadir y editar tipos de alarmas y editar las propiedades de las alarmas.
- Crear conjuntos de nombres que se puedan ser usados por los módulos de control.
- Editar las propiedades de red, de controladores y de las estaciones de trabajo.
- Descargar los módulos de control, en los controladores.
- Cargar y asignar licencias.
- Exportar datos para editarlos con herramientas de edición externas.
- Importar datos desde una herramienta de edición externa.

El DeltaV también proporciona una manera rápida de añadir módulos de control a la base de datos del usuario. Cuando se esté creando una estrategia de control, simplemente basta con pinchar y arrastrar los módulos de control desde la plantilla al área de planta. Mientras que nos encontremos en el DeltaV Explorer, podemos editar los parámetros de los módulos para adecuarlos a nuestra aplicación. (Para una edición más en detalle, se deberá utilizar Control Studio).

Abriendo DeltaV Explorer

Para abrir DeltaV Explorer, se debe seguir la siguiente ruta:

Click “Start”|”All Programs”|”DeltaV”|Engineering|DeltaV Explorer.

Una vez hecho esto, la ventana de DeltaV Explorer se abrirá.

Navegando por DeltaV Explorer

El listado de la izquierda de la pantalla del DeltaV Explorer, muestra información de la configuración de la base de datos del usuario. El listado de la derecha muestra los contenidos de los objetos seleccionados en el listado de la izquierda.

Abriendo y cerrando niveles

Aquí se presentan algunos apuntes sobre desplegar y cerrar niveles en el DeltaV Explorer, se utilizará una barra vertical entre objetos para indicar que se deben ir abriendo sucesivos niveles, por ejemplo:

Library|Module Templates|Analog Control|PID_LOOP

Y significa que se abre la librería, abrir la plantilla de módulos, abrir el control analógico y seleccionar haciendo click el módulo denominado PID_LOOP.

Explorando la librería de plantillas

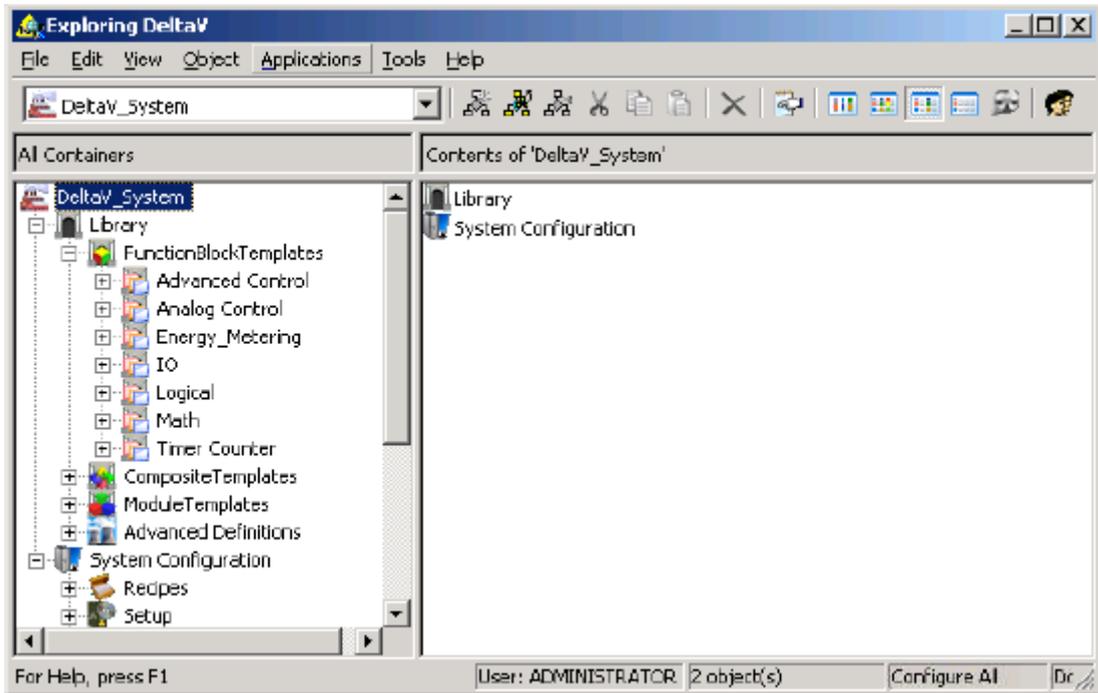
A continuación, se describe cómo usar DeltaV Explorer para explorar algunos de los bloques de función y módulos, disponibles en la librería de plantillas.

Plantillas de bloques de función

Cada plantilla de bloque de función, contiene un único bloque de función.

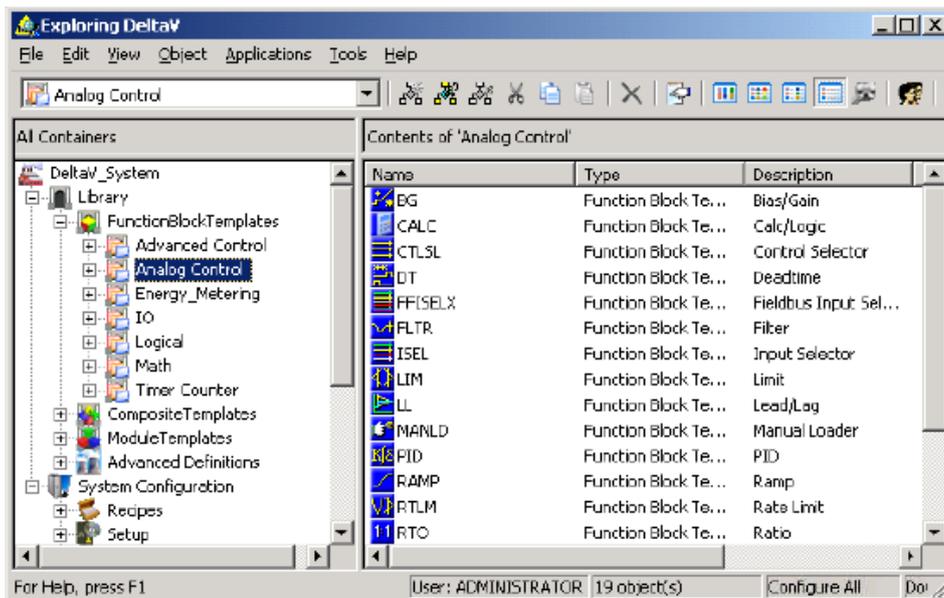
➔ Para ver la lista de los bloques de función básicos en la librería de DeltaV

1. Abrir DeltaV Explorer, si no estuviese ya abierto.
2. Expandir la librería "Function Block Templates".



Los elementos listados son las categorías de las plantillas de los bloques de función disponibles.

3. Hacer click en el botón "Details" o seleccionar "View" "Details". Esto permitirá al usuario ver el nombre del objeto, el tipo de objeto, una descripción, y otros detalles.
4. Seleccionar "Analog Control".



Los elementos que se encuentran a la derecha son los bloques de función básicos usados en el control analógico, incluyendo BIAS/ganancia, tiempo muerto, filtros y algunos otros.

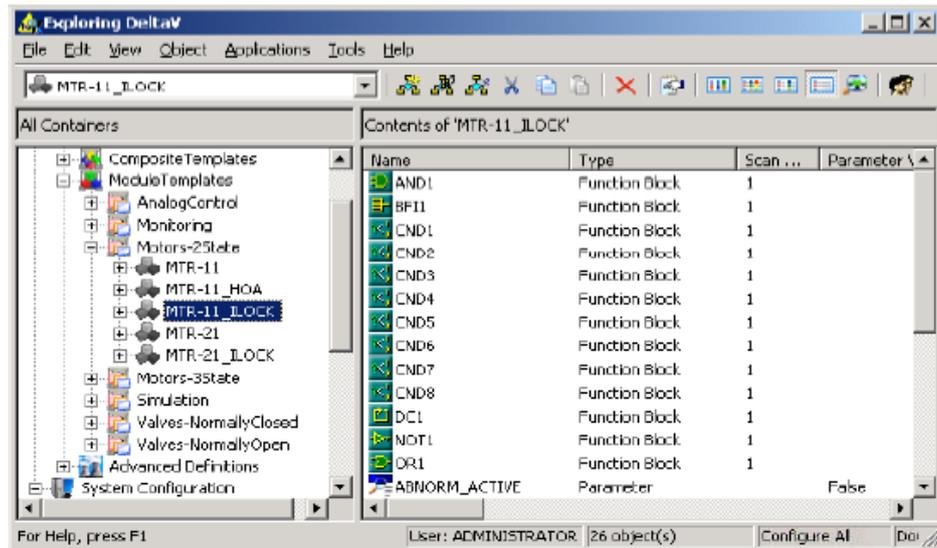
5. Hacer click en otras plantillas de bloques de función para familiarizarse con el entorno.
6. Cerrar la plantilla de bloques de función.

Plantillas de módulos

Las plantillas de módulos proveen de estrategias básicas de control para la mayoría de los controles, tales como, control analógico, monitorizado, control de motores y control de válvulas.

➔ Para ver distintos tipos de plantillas de módulos de control en la librería:

1. Expandir “Module Templates” y “Analog Control”.
2. Hacer click en “Analog Control”, para ver los detalles de las plantillas de módulo en esta categoría
3. Seleccionar PID_LOOP.
4. Expandir “Motors-2State” y seleccionar “MTR-11_ILOCK”.



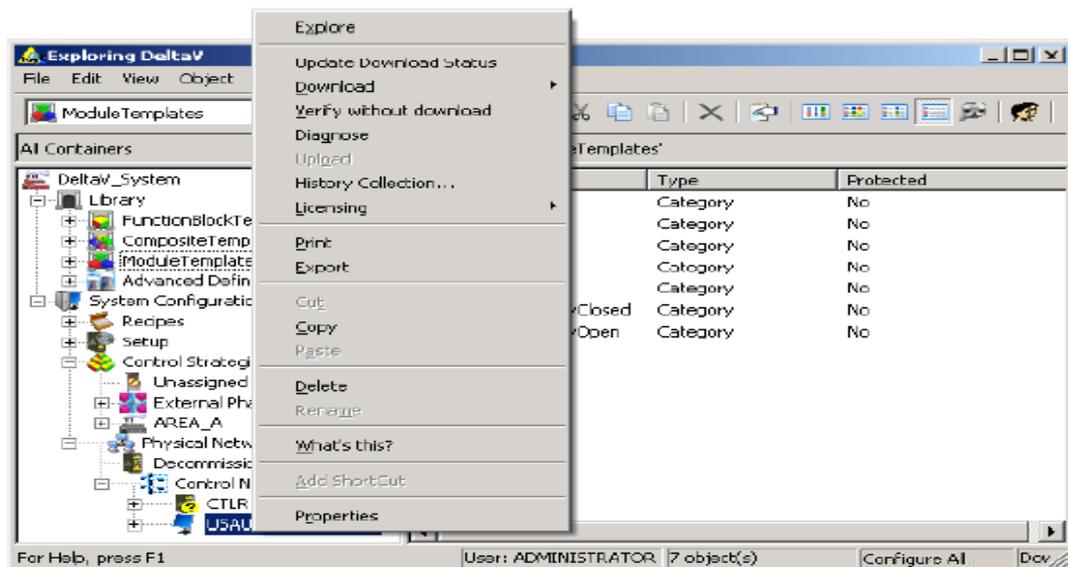
5. Hacer click en la pestaña para cerrar el nivel “Motors-2State”.

Menú de opciones

Situar el puntero sobre un objeto y hacer click con el botón derecho para que se despliegue el menú de opciones que permitirá al usuario modificar diferentes aspectos, dependiendo del tipo de objeto.

→ Para desplegar el menú de opciones para una estación de trabajo:

1. Seleccionar “System Configuration”]”Physical Network”]”Control Network” y situarse sobre ella con el ratón.
2. Hacer click con el botón derecho del ratón.



“System Time”

La aplicación “Set/Synchronize Network Time”, determina la fecha y la hora para el sistema de DeltaV. Una única estación de trabajo denominada “master time node” mantiene la hora para todo el sistema y enlaza el tiempo con los otros nodos. La estación de trabajo “ProfessionalPLUS” será “master time node” por defecto. El usuario podrá utilizar DeltaV Explorer, para:

- Establecer y sincronizar el sistema de hora.
- Definir otra estación de trabajo como “master time node”.

➔ Para establecer y sincronizar el sistema de tiempo:

1. Hacer click en, “Tools”|”Set/Synchronize Network Time”.
2. Especificar una nueva hora y fecha.
3. Hacer click en “Apply” para enviar los cambios de la fecha y la hora al “master time nose”, el cual enlazará la hora a todos los nodos en la red de control.

PRECAUCIÓN: *No cambiar la hora usando Windows, ya que Windows no sincronizará las propiedades de la fecha y la hora en todas las estaciones de trabajo y en todos los controladores.*

4.4. Creación y descarga de la estrategia de control

En las siguientes líneas, se describe los pasos necesarios para crear una estrategia de control, que en líneas generales, consiste en:

- Crear y nombrar un área de planta donde ubicar los módulos de control.
- Crear los módulos, a lo que se le asignarán entradas, dinámicas de proceso, salidas, alarmas y condiciones de los equipos de proceso, lazos de control y otras especificaciones del proceso.

Hay diferentes formas para crear los módulos de control:

- En DeltaV Explorer, el usuario puede copiar una plantilla de módulo desde la librería, pinchando y arrastrando el icono dentro de la pantalla del área de planta y renombrándolo.
- En Control Studio, el usuario puede comenzar desde una plantilla de módulo, modificar el módulo y guardarlo en el área de planta, bajo un nuevo nombre.
- En Control Studio, el usuario puede comenzar pinchando y arrastrando los bloques de función y otros elementos desde las “paletas” de elementos predefinidos, conectando los bloques y modificando los parámetros de los bloques.
- En el asistente de configuración, el usuario puede copiar la plantilla de un módulo desde la librería.

Creando y nombrando áreas de plantas

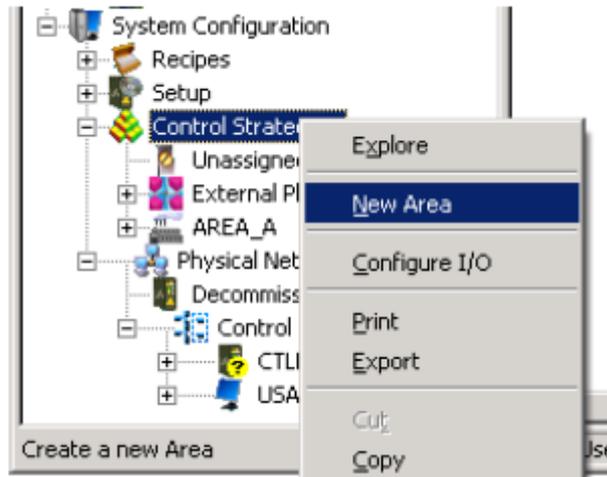
Las áreas de planta, son divisiones lógicas basadas en el software de nuestro sistema de control, las cuales, pueden o no corresponder con las áreas físicas de nuestra planta. Las áreas de planta contienen los módulos que definen nuestra estrategia de control. Podemos tener alrededor de 100 áreas de planta.

El sistema DeltaV proporciona por defecto un sistema denominado AREA_A. El usuario no puede eliminar AREA_A, ya que es esencial para las operaciones del sistema y para el funcionamiento de ciertas funciones de DeltaV. Si el usuario decide crear áreas adicionales, el usuario deberá colocar los módulos de control en otras áreas y reservar AREA_A únicamente para ese tipo de funciones mencionadas anteriormente.

Como indicaciones adicionales, a la hora de nombrar las áreas de planta, este debe tener 16 caracteres o menos, y debe contener solo caracteres alfanuméricos, guiones o barras bajas, estos son generalmente utilizados para representar espacios entre palabras.

➔ Para añadir una nueva área:

1. En DeltaV Explorer, colocamos el cursor sobre “Control Strategies” y hacer click con el botón derecho del ratón.

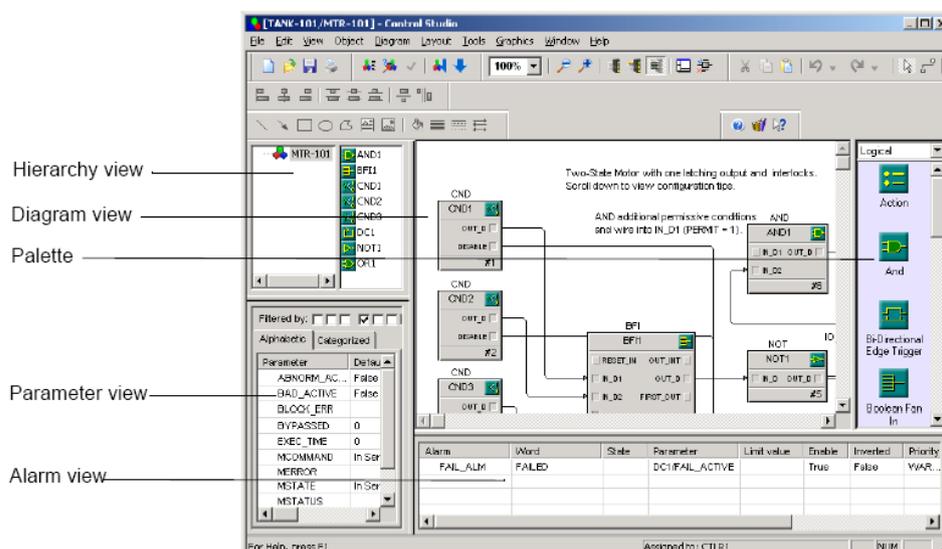


2. Seleccionar “New Area”, del menú de opciones.

Se añade una nueva área de planta, denominada, AREA1, en una caja de edición, en la parte derecha, lista para ser renombrada. Para renombrar, hacemos click con el botón derecho y seleccionamos “Rename” desde el menú de opciones. Tecleamos el nuevo nombre y presionamos la tecla Return. Ahora el usuario, estará en disposición de comenzar a crear la estrategia de control.

Introducción a Control Studio

La ventana de Control Studio, tiene diferentes secciones denominadas “views”, que son usadas para definir las características de un módulo. Cada vista puede cerrarse o redimensiona individualmente.



- **“Diagram View”**: Usado para crear gráficamente el algoritmo del módulo de control en el diagrama.
- **“Parameter View”**: Usado para definir las características del módulo, alarmas, límites, valores por defecto, modo y otros.
- **Hierarchy View**: utilizado para ver la jerarquía de los elementos que componen el módulo.
- **“Alarm View”**: Utilizado para ver las alarmas que ha sido definidas, sus límites, prioridades y otra información.

La paleta muestra los elementos que se van añadiendo al diagrama mediante la técnica de pinchar y arrastrar. Hay seis paletas disponibles. Cinco contienen las funciones de bloque básicas desde la librería y una de elementos especiales. El usuario puede cambiar entre las diferentes paletas, haciendo click sobre el título de la paleta. La ventana de las paletas puede ser movida de un sitio a otro.

Filtrado de parámetros

Los parámetros, son datos usados en los bloques de función de los módulos para determinar los cálculos y la lógica. Algunos parámetros son definidos y no se pueden cambiar para determinados bloques de función.

Algunos bloques de función tienen un gran número de parámetros. Para ayudar al usuario a un rápido acceso, un número de opciones para filtrar los parámetros está disponible. Estos parámetros, generalmente, tienen un valor por defecto, pero que deberá ser modificado para adaptarlo y perfeccionar la estrategia de control.

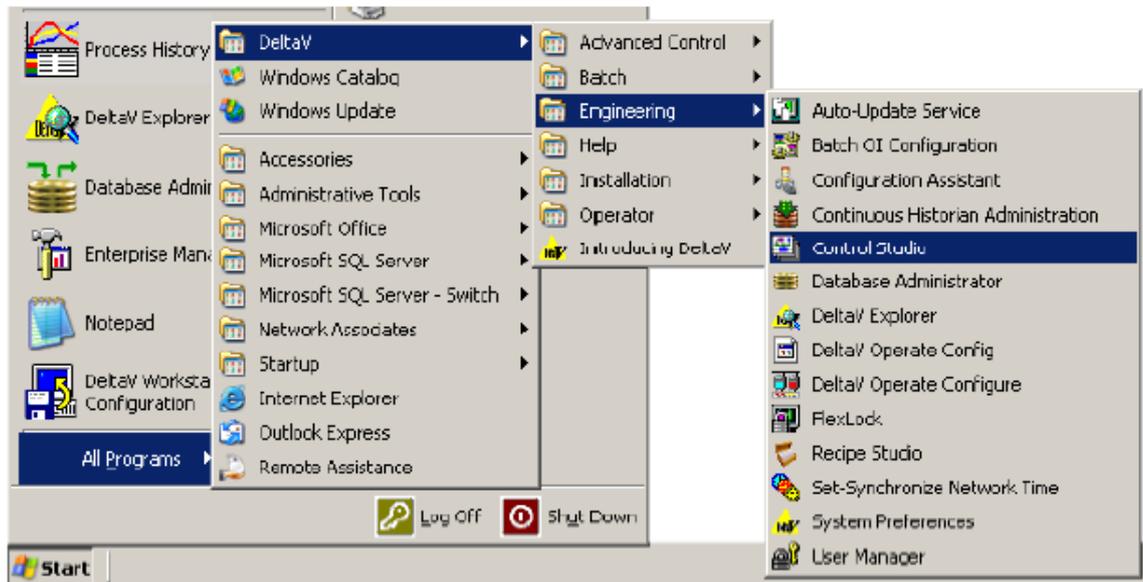
Crear un módulo de control en Control Studio usando la librería de plantillas

En este apartado, se verá cómo usar las plantillas de módulo para crear un módulo de control para una electroválvula todo/nada, para ello se creará desde Control Studio.

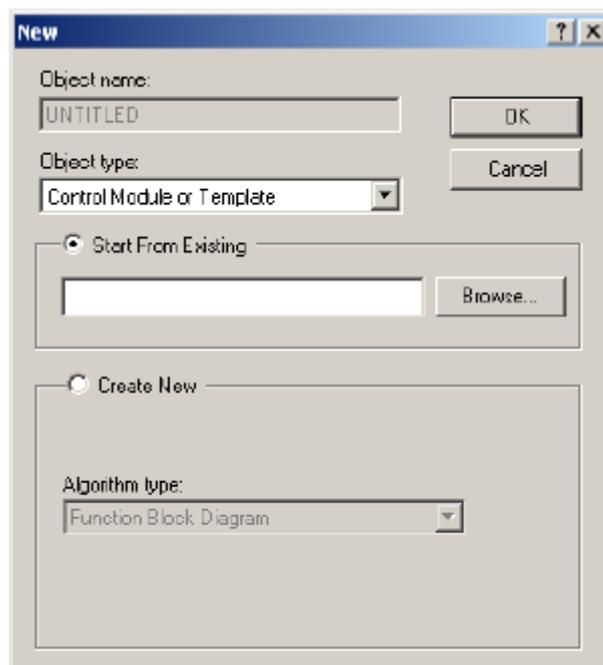
○ **Abrir Control Studio**

➔ Para abrir Control Studio y crear un módulo desde una plantilla:

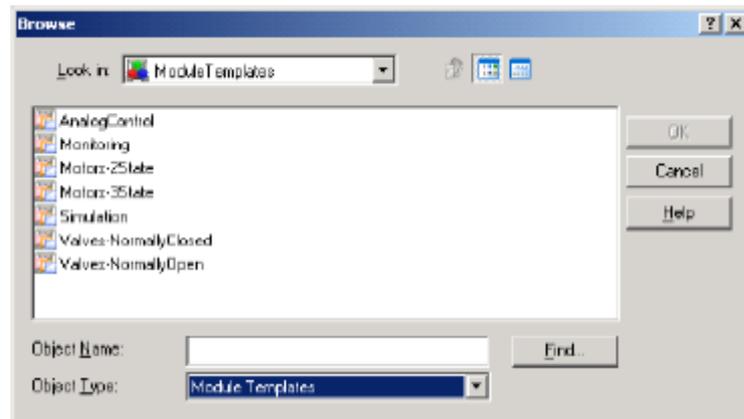
1. Hacemos click en el botón de inicio (“Start button”), colocamos el cursor sobre “All programs”|”DeltaV”|”Engineering”, y hacemos click en “Control Studio”.



2. Para elegir una plantilla de la librería, hacemos click en “File”|”New”. En “New Dialog”. Seleccionamos “Start from Existing” y hacemos click en el botón “Browse”.

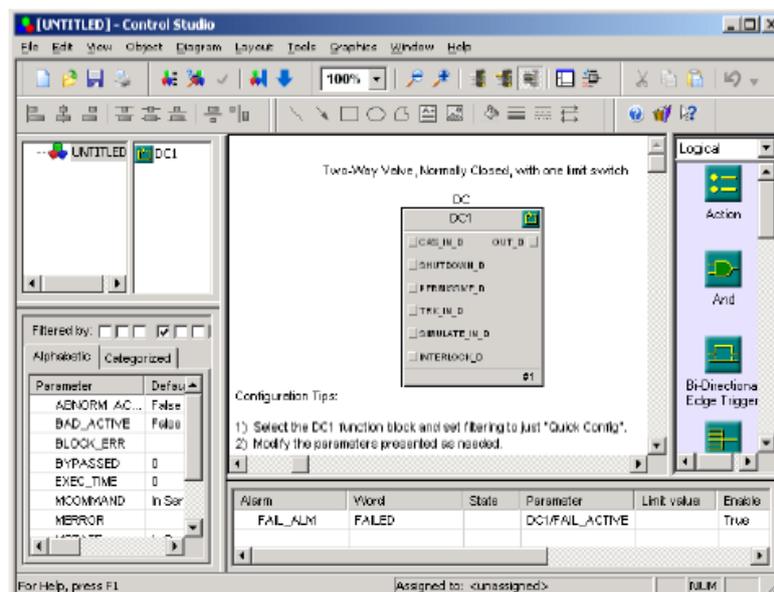


Se abrirá el cuadro de dialogo.



3. Hacer click en “ObjectType” en el fondo del cuadro de dialogo, y seleccionamos “Module Template”.
4. En el cuadro central, se encuentra la lista de contenidos de las plantillas de módulos, y hacemos doble click en “Valves_Normally Closed”.
5. De entre los contenidos de “Valves-Normally Closed”, seleccionamos VLVNC-11. (Este es el nombre que automáticamente aparece en el campo de nombre del objeto.)
6. Hacer click en OK, en cuadro de dialogo.
7. Hacer click en OK, en el cuadro de dialogo de “New”.

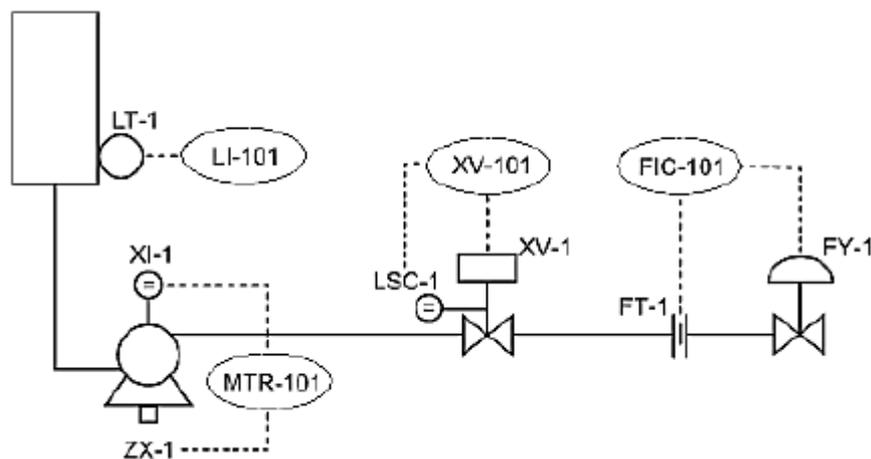
A continuación, Control Studio abrirá una copia sin nombre de VLVNC-11.



4.5. Desarrollo de módulos de control

En esta sección se recopilará toda la información suministrada hasta ahora, y se pondrán varios ejemplos para desarrollo de módulos de control, de diversas maneras. Para esto, se pondrá un proceso como ejemplo, a partir del cual se desarrollarán los módulos de control.

El diagrama que se muestra más abajo, muestra las principales partes de un proceso que controla el caudal mientras el líquido es bombeado por una bomba centrífuga que aspira el mismo desde un tanque.



Módulos de control.

Lo primero que el usuario debe hacer es crear los módulos, en concreto cuatro, para los equipos del proceso y para el lazo de control de caudal. Estos lazos son, para el nivel del tanque, LI-101, para el motor de la bomba, MTR-101, para el lazo de caudal, FIC-101, que serán los nombres que daremos a los módulos de control de DeltaV. Las etiquetas Lt-1, FT-1, XV-1 y ZX-1, serán los tags asignados a los dispositivos, tales como, caudalímetros, válvulas y otros instrumentos.

La siguiente tabla contiene información sobre los cuatro módulos y los tags de los dispositivos en campo, que se utilizarán en este manual.

Tabla 21. Descripción de los lazos tomados como ejemplo.

Módulo de control	Descripción	Propósito	Input Device	Output Device
LI-101	Indicador de nivel	Monitorizar el nivel del tanque	LT-1	
MTR-101	Motor de dos estados con interlocks	Puesta en marcha y parada de la bomba	XI-1	ZX-1
XV-101	Válvula de bloqueo	Abrir/Cerrar la válvula para la descarga del líquido del tanque	LSC-1	XV-1
FIC-101	Lazo de control de caudal	Controlar el flujo descargado por la bomba	FT-1	FY-1

Utilizar DeltaV Explorer para copiar un módulo (MTR-101)

➔ Para copiar un módulo y renombrarlo:

1. En DeltaV Explorer, abrir “Library”|”Module Templates”|”Motor-2State”, y seleccionar “MTR-11_ILOCK”.
2. Pinchar y arrastrar sobre MTR-11_ILOCK, mantener el botón izquierdo del ratón presionado, y llevarlo hacia el área de planta TANK-101, soltar el botón izquierdo del ratón, y de esta manera el área de planta ya tiene una copia del módulo, denominada, MTR-11_ILOC_1.
3. Abrir TANK-101 y seleccionar MTR-11_ILOC_1, el nombre quedará marcado.

4. Hacer click en el nombre del módulo una segunda vez.
5. Introducir el nuevo nombre del módulo, como MTR-101.

Como se puede observar, ha sido bastante fácil, crear el primer módulo dentro del área de planta, TANK-101.

Crear un módulo de control (XV-101) en Control Studio, usando la librería de plantillas.

En primer lugar abriremos la aplicación Control Studio, como se indicó en otra sección anteriormente.

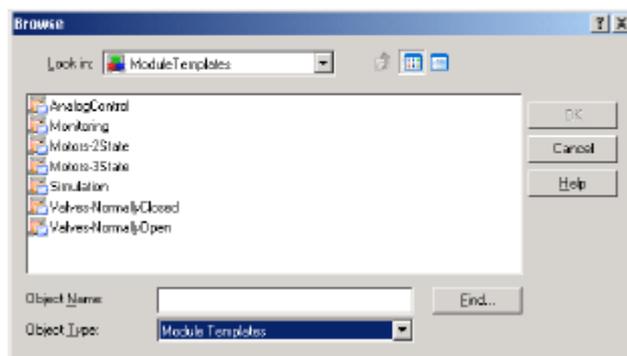
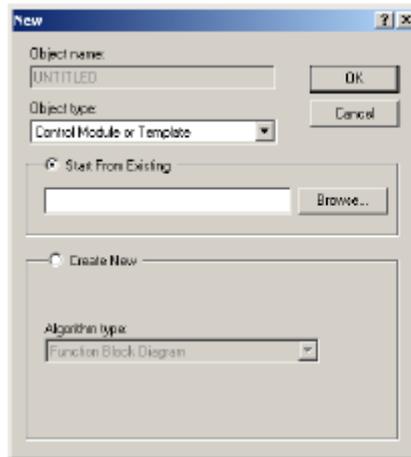
➔ Para crear un módulo de control en Control Studio, usando la librería de plantillas:

1. Hacer click en el botón principal, y entonces hacer click en “New”. En el cuadro de dialogo de “New”, seleccionar “Start from Existing” y hacer click después en el botón “Browse”. El cuadro de dialogo de “Browse”, se abrirá.

El botón principal de la aplicación de Control Studio, se encuentra en la esquina superior izquierda de la ventana de la aplicación y tiene esta forma:

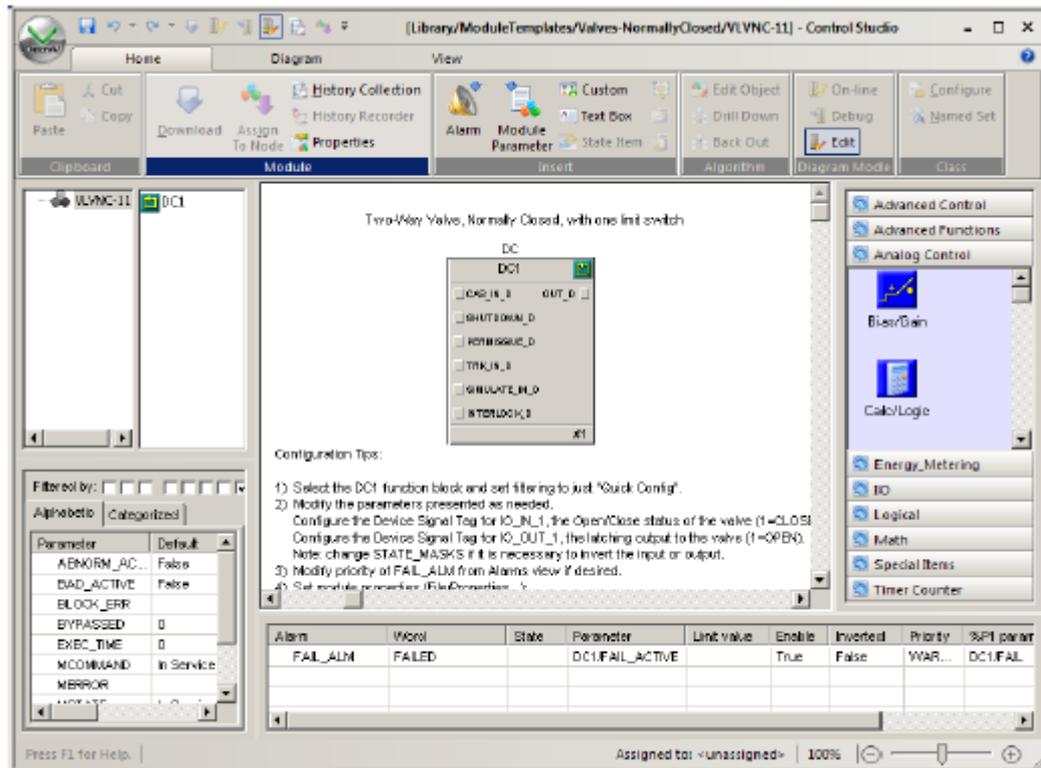


Las siguientes imágenes, corresponde con el cuadro de dialogo de “New” y el cuadro de dialogo de “Browse”:



1. Hacer click en el campo, “Object Type”, en el fondo del cuadro de dialogo, y seleccionar “Module Templates”.
2. En el centro del cuadro de dialogo, se desplegará una larga lista que contiene las plantillas de los módulos, hacer doble click en, “Valves-NormallyClosed”.
3. Desde los contenidos de “Valves-NormallyClosed”, seleccionar VLVNC-11.
4. Hacer click en OK, en el cuadro de dialogo de “Browse”.
5. Hacer click en el cuadro de dialogo de “New”.

La aplicación Control Studio, muestra ahora una copia sin nombre del módulo VLVNC-11.



Modificando el módulo de control XV-101.

La plantilla de módulo es muy simple, consiste en un único bloque de función. Para definir el módulo, todo lo que tiene que hacer el usuario es identificar las señales de entrada y salida de los dispositivos. (Estas señales son asignadas a los canales I/O como parte del proceso de configuración de las tarjetas I/O, que se describirá más adelante).

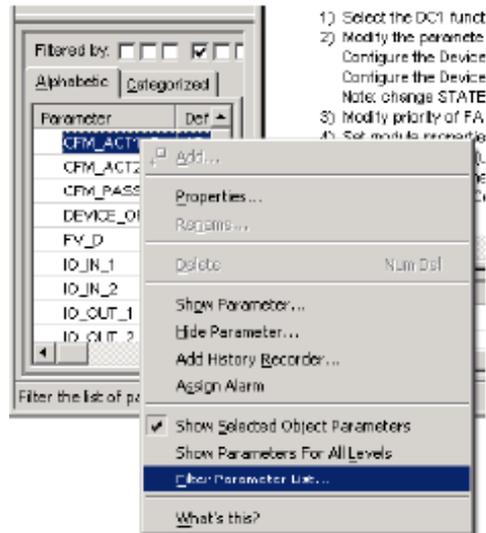
➔ Para modificar un módulo de control

1. En "Diagram View", hacer click en "Device Control function block", DC1.

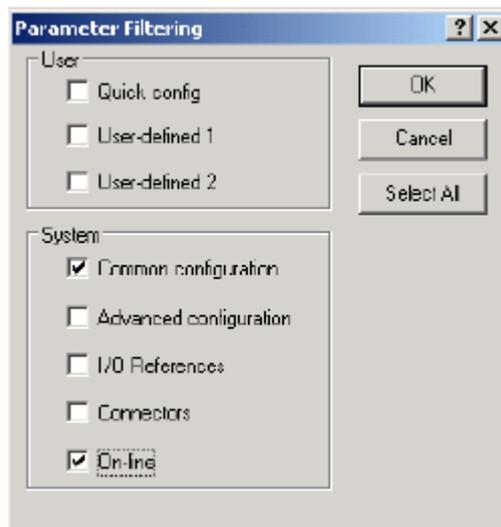
Cuatro cuadrados pequeños negros, denominados "handles", aparecerán en las esquinas de estos bloques indicando que dicho bloque está activo.

Mediante el filtrado, se puede aplicar límites a la lista de parámetros despegables.

2. Seleccionar un parámetro, hacer click con el botón derecho del ratón, y seleccionar "Filter Parameter List".



3. Seleccionar “Common configuration” para desplegar un grupo de parámetros que son identificados como los más comunes usados en la configuración de procesos de control.



4. Deseleccionar cualquier otra caja que pueda ser chequeado, haciendo click en cada una de las pestañas y hacer click en OK para cerrar el cuadro de dialogo.
5. En “Parameter View”, desplazar la barra hacia abajo la lista si fuese necesaria, y seleccionar IO_IN_1.
6. Hacer doble click en IO_IN_1 para abrir el cuadro de dialogo con las propiedades.

7. En el campo “Device Tag”, introducir LSC-1 y hacer click en OK.



El valor del parámetro de IO_IN_1 viene mostrado en el campo “FIELD_VAL_D. (El usuario puede hacer click en el campo de “Parameter”, para observar este valor, también aparecerá en “Parameter View”,

8. En el cuadro de dialogo “Parameter View”, hacer doble click IO_OUT_1.
Se abrirá un cuadro de dialogo.
9. En el campo “Device Tag field”, introducir XV-1 y hacer click en OK.

XV-1, es el tag de la válvula de bloqueo utilizada para este ejemplo.

Pasos finales para todos los módulos de control.

Hay cinco cosas que el usuario debe realizar siempre que crea un módulo de control:

- Identificar las pantallas de operador que se asociarán con el módulo.
- Asignar el módulo al controlador.
- Guardar el módulo en la base de datos.
- Verificar la configuración del módulo.

- Descargar el módulo.

El procedimiento para cumplimentar estos cuatro pasos, se describe a continuación.

Identificar las pantallas de operador asociadas a un módulo.

Hay tres tipos de pantallas que están asociadas con los módulos de control: “Primary Control picture”, “Faceplate picture” y “Detail picture”.

Para identificar estas pantallas:

1. En Control Studio, hacer click en el botón “Properties” de la barra de herramientas.
Se abrirá un cuadro de dialogo.
2. Hacer click en la pestaña “Displays”, y teclear el nombre del módulo.

Este nombre será el nombre de la pantalla, “Primary Control picture”, que estará asociada al módulo de control. Posteriormente se verá cómo crear esta pantalla.



3. Hacer click en OK.

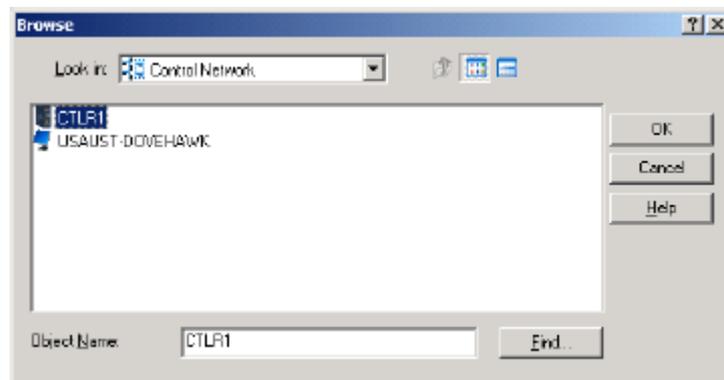
Asignar el módulo al nodo de control.

Si tenemos configurado un controlador, podemos asignar el módulo al controlador. Si no disponemos de un controlador configurado, deberemos configurar dicho controlador, para poder asignar los módulos de control al nodo correspondiente.

Para asignar el módulo al nodo del controlador:

1. Hacer click en el botón “Assign to Node”, en la barra de herramientas.

Aparecerá un cuadro de dialogo.

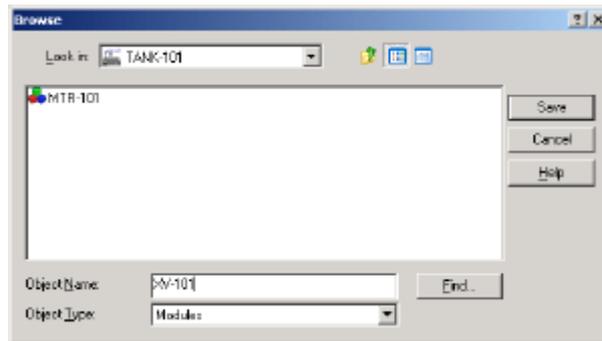


2. En el cuadro de seleccionar, hacer click en el controlador al que queremos asignar el módulo.
3. Hacer click en OK.

Guardar el módulo en la base de datos.

Para guardar el módulo en la base de datos:

1. Hacer click en el botón “Save”, de la barra de herramientas.
Se abrirá un cuadro de dialogo.
2. En el cuadro, “Objets Type”, seleccionar “Modules”.
3. En la pestaña desplegable, “Look In”, seleccionar “Control Strategies”. Podemos observar en la siguiente imagen, un ejemplo.

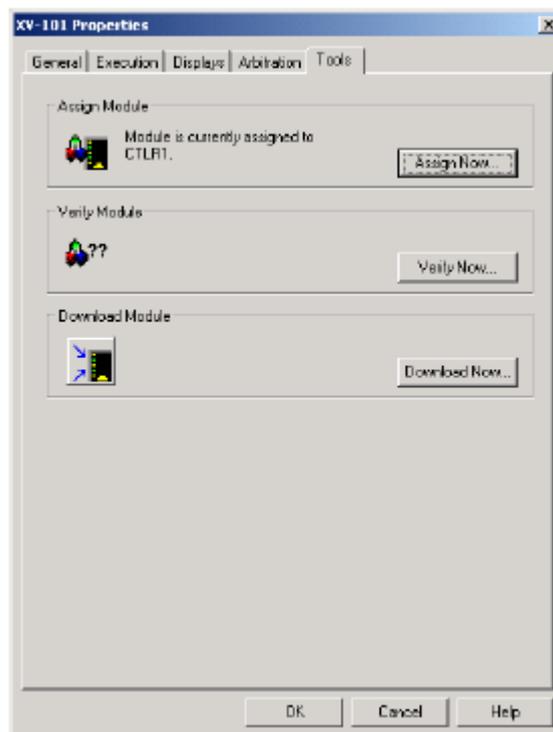


4. En el cuadro de dialogo, “Object Name”, teclear el nombre del módulo de control que hemos creado.

Verificar la configuración del módulo.

Para verificar la configuración del módulo:

1. Hacer click en el botón de “Properties”, en la barra de herramientas.
2. Hacer click en la pestaña, “Tools”.



3. Hacer click en el botón, “Verify Now”.
Se abrirá un cuadro de mensaje que nos informará del avance de la verificación.

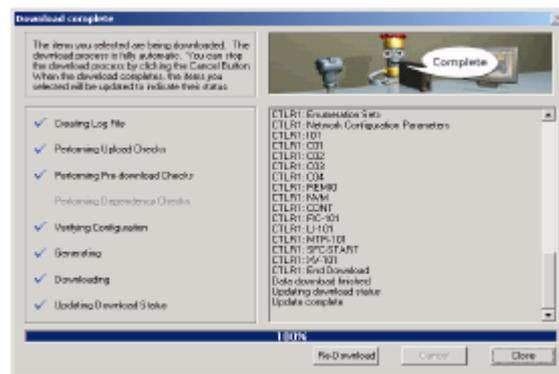
4. Hacer click en OK, para cerrar el cuadro de mensaje.

Para descargar los módulos.

Para descargar los módulos de control en el controlador, para que el controlador se haga cargo de la estrategia de control a través de los módulos de control:

1. Hacer click en el botón “Download” de la barra de herramientas.

El programa preguntará al usuario de si está seguro de descargar el módulo de control al controlador. El usuario confirmará que desea proceder a la descarga. Una ventana se abrirá y mostrará el progreso de la descarga y nos hará saber cuándo dicha descarga esté completada.



2. Cuando la descarga esté completada, hacer click en OK.

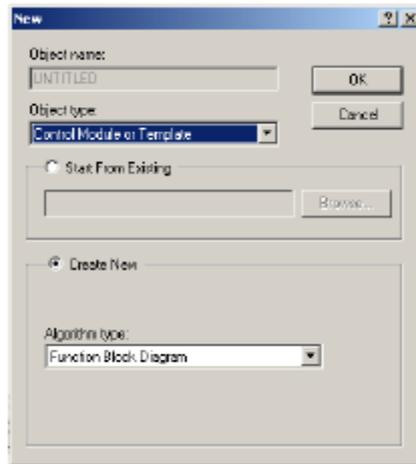
Creación de un módulo desde cero (LI-101)

En este punto, utilizaremos la aplicación Control Studio, para generar un módulo desde cero para monitorizar el nivel del tanque. Este módulo estará formado por un único bloque de función, que se corresponderá con una entrada analógica.

➔ Para crear un nuevo módulo:

1. En Control Studio, hacer click en el botón principal, y entonces hacer click en “New”.

El cuadro de dialogo de “New”, aparecerá.

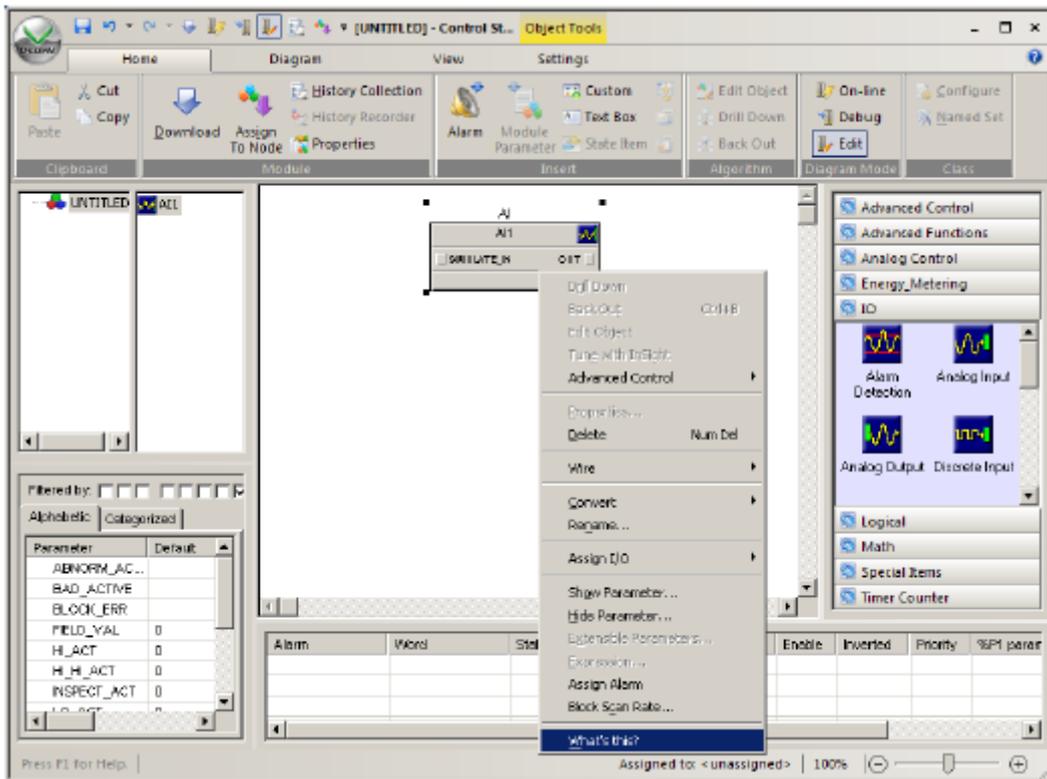


2. Hacer click, en OK, para aceptar las condiciones por defecto.

Control Studio, se abrirá con la pantalla central, la de los bloques de función, en blanco y sin título.

➔ Para añadir y modificar un bloque de función, como una entrada analógica:

1. Seleccionar en la paleta, la categoría IO. Una lista de bloques de función, relaciona con I/O, se abrirá.
2. Seleccionar “Analog Input”, pinchar y arrastrar a la pantalla de bloques de función de Control Studio.
3. Para encontrar más información, colocar el ratón encima del bloque de función, hacer click con el botón derecho, y del menú que parece seleccionar “What’s this?”.



Y aparecerá una imagen como la que se muestra a continuación, que nos dará más información acerca de estos bloques de función:

(AI) Function Block

The Analog Input (AI) function block accesses a single analog measurement value and status from an I/O channel. You can configure the channel type for each I/O channel to be the transmitter's 4 to 20 mA signal or the digitally communicated primary or non-primary variable from a HART transmitter. This block can run in the DeltaV controller or execute in a fieldbus device.

The AI function block supports block alarming, signal scaling, signal filtering, signal status calculation, mode control, and simulation. The parameters may vary slightly for extended blocks.

SIMULATE_IN is the simulated value from another block that is used by the Analog Input function block if simulation is enabled.

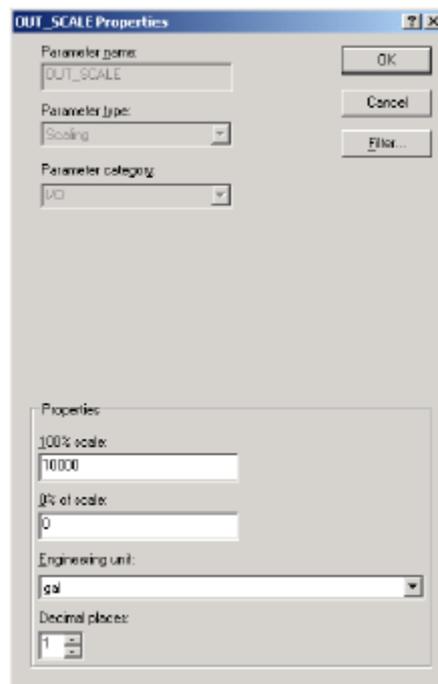
Note When the Analog Input block is extended to a fieldbus device, SUBSTITUTE_IN parameter is used as the simulated value.

Reference Troubleshooting Fieldbus Loops

4. El usuario, deberá estar seguro de que el bloque está seleccionado.
5. En la lista de parámetros, hacer doble click en “HI_HI_LIM” (o hacer click con el botón derecho del ratón y seleccionar “Properties”).
6. En el cuadro de dialogo de “Properties”, cambiar el valor a 100 y hacer click en OK.
7. Hacer doble click en “IO_IN”.
8. En el cuadro de dialogo de “Properties”, introducir para, “Device Signal Tag”, LT-1 (para el transmisor de nivel), y hacer click en OK.

En la lista de “Parameter”, notar que el nombre del parámetro, “L_TYPE”, tiene asignado un valor por defecto de indirecto. Este debe permanecer así, para que el usuario sea capaz de definir las unidades de ingeniería para la entrada.

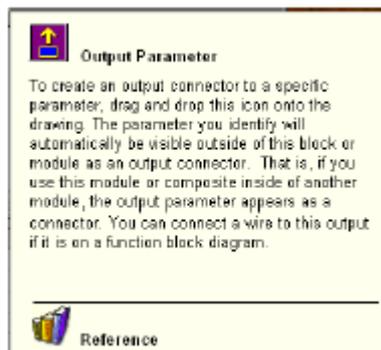
9. Para establecer las unidades de ingeniería (EU) y la escala, hacer doble click en “OUT_SCALE”.



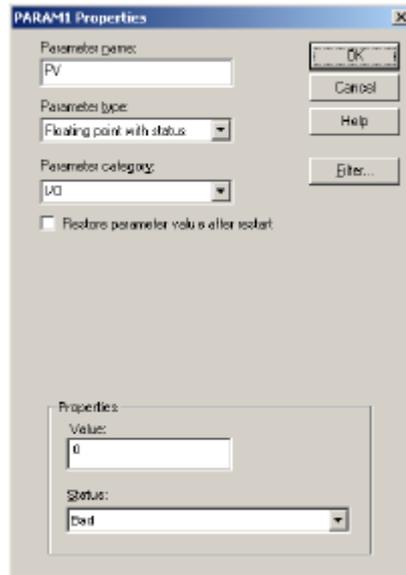
10. Modificar el valor de “OUT_SCALE”, de la siguiente forma:
 - 100% de la escala igual a 100%
 - 0% de la escala igual a 0%
 - Para las unidades de ingeniería, %
11. Hacer click en OK.

➔ Para añadir un parámetro del módulo de nivel que nos dé el valor de la lectura del valor de proceso:

1. Seleccionar la paleta, “Special Items palette”.
2. Seleccionar la parámetro “Output”, hacer click con el botón derecho del ratón, y seleccionar, “What’s This?”, y aparecerá la siguiente imagen:



3. Pinchar y arrastrar el parámetro “Output” al interior de diagrama y colocarlo a la derecha del bloque de función AI.
Un cuadro de dialogo de propiedades se abrirá.
4. Cambiar el nombre del parámetro a “PV”.



5. Seleccionar “Floating point with status” en el campo de “Parameter Type”. En el campo, “Parameter category”, aceptar el valor por defecto y hacer click en OK.

➔ Para añadir una colección de históricos del PV:

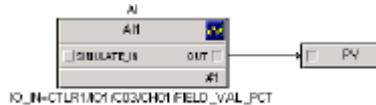
1. Seleccionar el bloque AI en, “Diagram View”.
2. En, “Parameter View list”, hacer click con el botón derecho del ratón, sobre PV y seleccionar “Add History Recorder”.
Se abrirá un cuadro de dialogo para “Add History Collection”.



3. En el campo, “Parameter field path”, aparece la referencia para el actual valor en campo de la medida (AI!/PV.CV).
4. Hacer click en “Enabled”.
5. Hacer click en “Line”, en las opciones de, “Display Representation”.
6. Usar el valor por defecto de 60 segundos como periodo de muestreo.
7. Hacer click en OK.

➔ Para conectar dos bloques:

1. Hacer click en los conectores “Out” en el bloque de función AI, y manteniendo pulsado el botón izquierdo del ratón, dibujar una línea que conecte esta salida con la entrada al parámetro “PV”. La forma final de todo lo descrito hasta aquí, se deberá parecer a la siguiente imagen:



➔ Para finalizar el módulo:

Para finalizar el módulo, se deberán seguir las instrucciones, indicadas anteriormente en esta sección, para la finalización de los módulos, pero antes:

1. Hacer click con el botón derecho del ratón, en “Diagram View”, y entonces hacer click en “Properties” y establecer la pantalla “Primary Control” a TANK-101.
2. Asignar el módulo al controlador.
3. Guardar el módulo en el área TANK-101, bajo el nombre de LI-101.

Creación del módulo PID para el lazo de control de caudal (FIC-101).

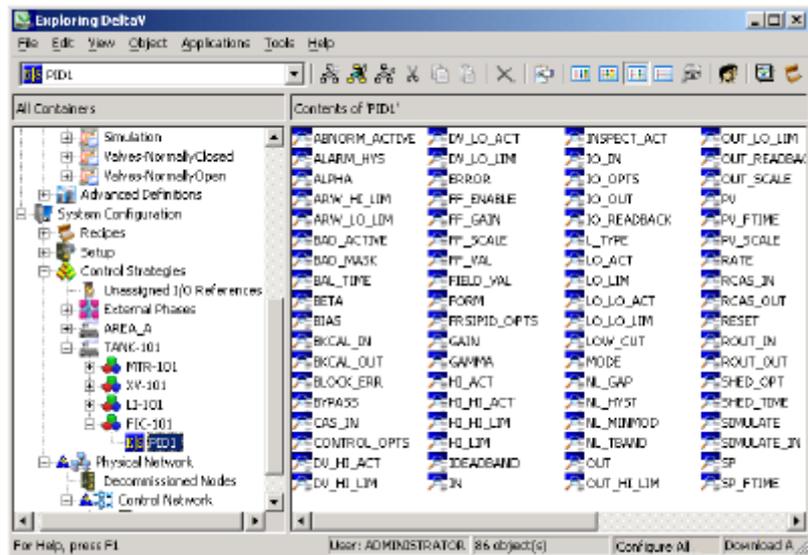
En este apartado, utilizaremos otra forma de crear los módulos de control, utilizando DeltaV Explorer, del mismo modo, utilizando esta aplicación, asignaremos el controlador, y modificaremos los parámetros.

➔ Para crear el módulos de control y asignarlo al controlador:

1. En DeltaV Explorer, seleccionar “Library”|”Module Template”|”Analog Control”|”PID_LOOP” y arrastrarlo al interior del área TANK-101.
2. En el área TANK-101, seleccionar “PID_LOOP_1” y renombrarlo como, FIC-101.
3. Seleccionar FIC-101, hacer click con el botón derecho del ratón, y seleccionar “Assign”.
4. En el cuadro de dialogo del navegador, seleccionar el controlador y hacer click en OK.

➔ Para modificar el módulo de control:

1. Hacer doble click en FIC-101 en el panel de la parte izquierda para abrir el módulo
2. Si es necesario, hacer click en el botón, “List” para desplegar los contenidos en el panel de la derecha. Como se muestra en la siguiente figura.
3. Seleccionar PID1 y hacer los siguientes cambios en los parámetros en el panel de la derecha.



- a. Hacer doble click en “IO_IN”. En la caja de propiedades, introducir para “Device Tag”, FT-1.
 - b. Hacer doble click en “IO_OUT” e introducir para el “Device Tag”, FY-1.
 - c. Hacer doble click en “GAIN”, y cambiar el valor desde 0.5 a 1.
 - d. Hacer doble click, en “RESET”, y cambiar el volumen desde 10 a 3. (esto significa que, hará 3 repeticiones por segundo).
 - e. Hacer doble en “PV_SCALE” y cambiar las unidades de ingeniería a m³/h.
4. Además, notar que para los otros parámetros establecidos por defecto:
- i. En “CONTROL_OPTS (opciones de control), “Direct Acting” no está seleccionado, y esto significa que el control es de acción inversa.
 - ii. En “IO_OPTS”, “Increase to close” no está seleccionado, significa que está establecido en “Increase to open”.

Ahora echemos un vistazo al módulo desde Control Studio.

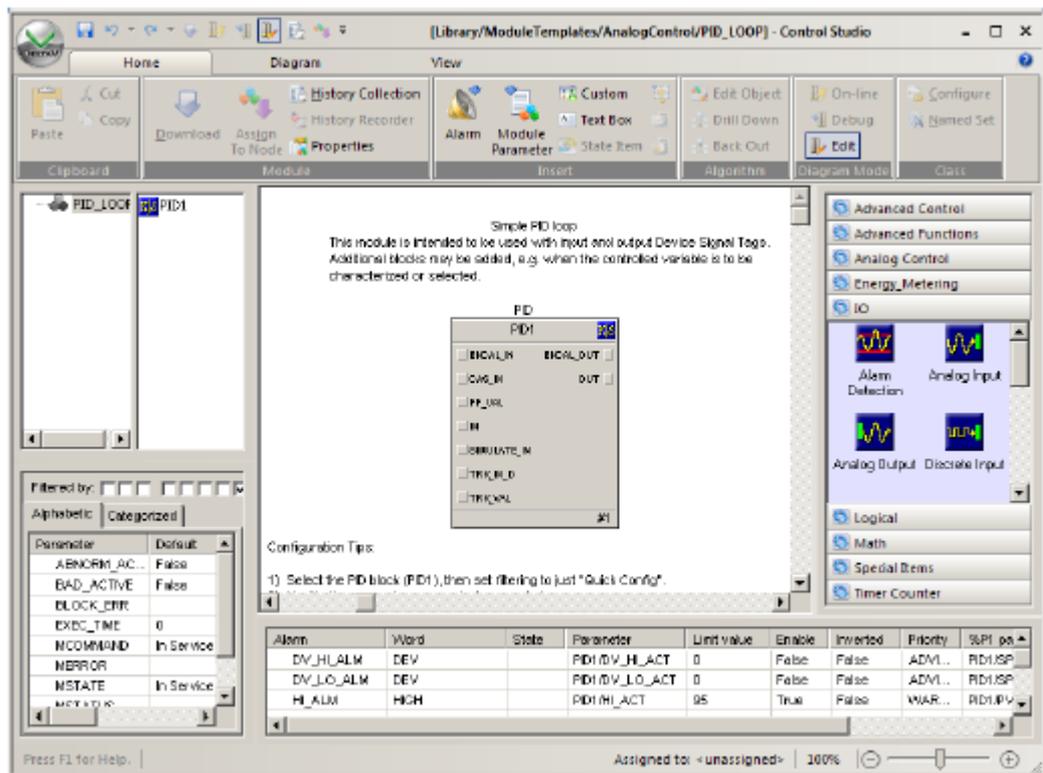
➔ Para abrir el módulo, FIC-101, para su posterior edición:

1. Seleccionar FIC-101 en DeltaV Explorer.

- Hacer click con el botón derecho del ratón, y seleccionar “Open”|”Open with Control Studio”, desde el menú que se despliega.

La aplicación Control Studio, se inicia con el módulo precargado.

- Redimensionar las vistas individuales si es necesario, para que la pantalla, tenga un aspecto similar a esta imagen:



Modificación de alarmas para el módulo PID.

Las alarmas son usadas en la aplicación de DeltaV Operate (en modo “run”), para notificar al operador sobre los cambios que se produzcan en el proceso, y que requieran de su atención. Las alarmas son visibles en el banner de alarmas, en el fondo de la pantalla, así como también en cualquier “Faceplate” o cualquier otra pantalla en la que se muestren las alarmas.

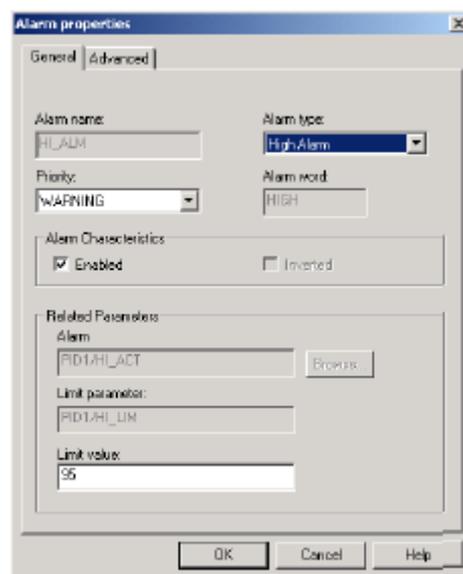
Las alarmas que han sido instaladas en la plantilla de “PID_LOOP”, son usadas como la base del módulo FIC-101.

Alarm	Word	State	Parameter	Limit value	Enable	Inverted	Priority	SP1 parameter
DV_HI_ALM	DEV		PD1DV_HI_ACT	0	False	False	ADVI..	PD1SP
DV_LO_ALM	DEV		PD1DV_LO_ACT	0	False	False	ADVI..	PD1SP
HI_ALM	HIGH		PD1HI_ACT	85	True	False	WAR..	PD1PV
HI_HI_ALM	HHH		PD1HI_HI_ACT	100	False	False	CRIM..	PD1PV
LO_ALM	LOW		PD1LO_ACT	5	True	False	WAR..	PD1PV
LO_LO_ALM	LOLO		PD1LO_LO_ACT	0	False	False	CRIM..	PD1PV
PVBAD_ALM	IOF		PD1BAD_ACTI..		True	False	CRIM..	

Solo tres alarmas, “HI_ALM”, “LO_ALM”, y “PVBAD-ALM”, se encuentran habilitados. Por ejemplo, podremos modificar el rango de la alarma, “HI_ALM”, en 90, en lugar de 95.

→ Para modificar una alarma:

1. Hacer doble click en “HI_ALM”, en el cuadro de alarmas (“Alarm View”), hacer click con el botón derecho del ratón, y seleccionar “Properties”.



2. Cambiar el valor límite de 95 a 90 y hacer click en OK.

Finalizando el módulo FIC-101

→ Para finalizar el módulo:

El usuario ya tiene definido el nombre del módulo, y ya está asignado al controlador.

1. Establecer la pantalla, “Primary Control”, a TANK101.
2. Guardar el módulo.

Modificando el módulo del motor (MTR-101)

Al principio de esta sección, el usuario creó el módulo de control MTR-101 en el Explorer, mediante la copia de una plantilla denominada, MTR_11_ILOCK en el área TANK-101.

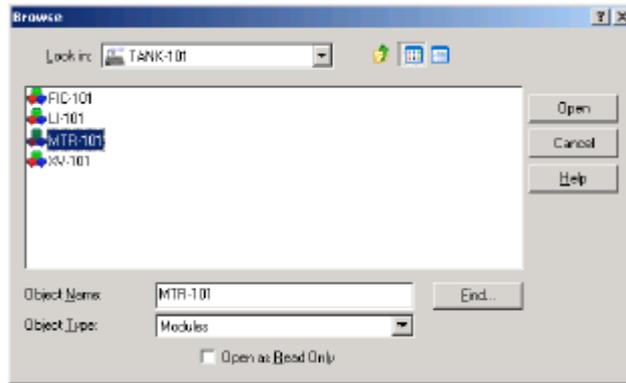
En este apartado, se describirá como editar este módulo en la aplicación Control Studio. Este módulo puede resultar un poco complejo, pero resulta mucho más fácil de entender, si se estudia por partes individuales.

El módulo, que mostraremos más tarde en este apartado, se compone de:

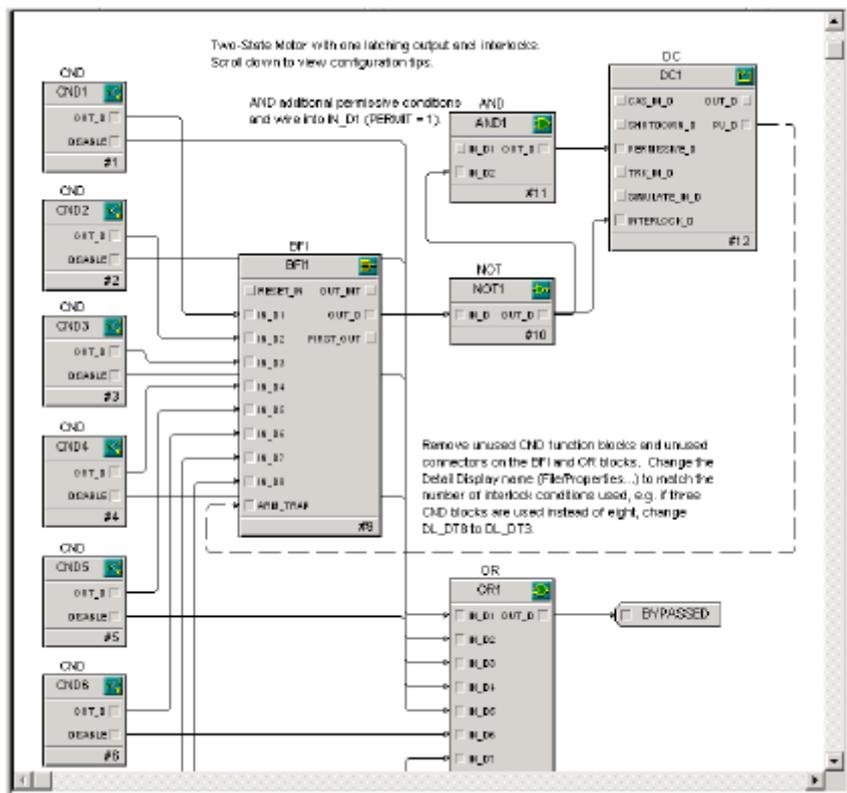
- Ocho bloques de condición (CND).
- Un bloque booleano (Boolean Fan Input BFI).
- Operadores lógicos AND, NOT y OR.
- Bloque de “Device Control” (DC).

➔ Para abrir el módulo que queremos modificar:

1. En la aplicación Control Studio, hacer click en el botón principal, y entonces hacer click en “Open”.
Se abrirá un cuadro de dialogo.
2. Seleccionar “Modules”, en el campo “Object Type”.
3. Si TANK-101 no se encuentra en el campo, “Look in”, mover la barra hacia debajo de la lista y seleccionar “Control Strategies”.
En la parte central de la caja, donde se encuentran los módulos, hacer doble click en TANK-101.



4. Seleccionar MTR-101 y hacer click en OK.
El módulo MTR-101 se desplegará en “Diagram View”.
5. Maximizar la ventana de la aplicación de Control Studio.
6. Cambiar la paleta a “Logical”, y así disponer de un acceso a las descripciones para los bloques individuales.



Eliminando los bloques de condición en exceso.

Aunque no tiene mayor importancia si se disponen de bloques de condición sin uso, mejora mucho la apariencia, si se eliminan dichos bloques que no se necesiten.

El usuario puede eliminar los bloques de condición en exceso y sus líneas de conexión mediante la selección de uno o más bloques y presionando la tecla Supr.

➔ Para eliminar los bloques de condición en exceso:

1. Colocar el puntero del ratón en una posición exterior del CND4.
2. Hacer click y mantener el botón del ratón presionado, y arrastar para incluir bajo el cuadrado discontinuo todos aquellos bloques de condición que no se necesiten.
3. Presionar la tecla Supr. para eliminar los objetos seleccionados.
4. Hacer click en “Yes”, cuando la aplicación nos pregunte para confirma la eliminación.

➔ Especificando condiciones con “Expression Assistant”:

Para nuestro ejemplo, deberá parar si cualquiera de las siguientes condiciones tienen lugar:

- Se cierra la válvula de bloqueo.
- El nivel del tanque desciende por debajo del 20% de nivel.
- Si la válvula automática de caudal está abierta menos de un 5%.

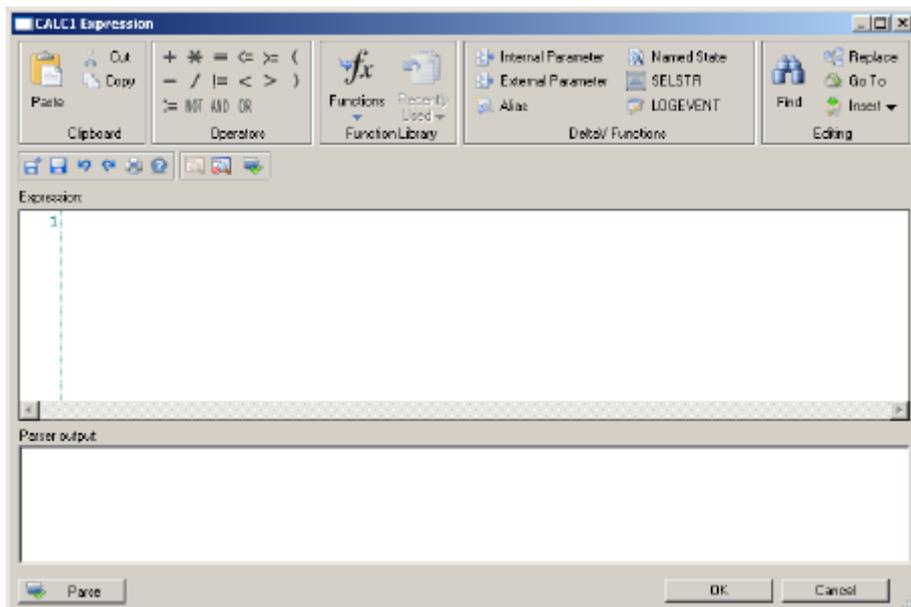
Ahora el usuario, necesita especificar estos requisitos. Los bloques de condición sirven para este propósito. Cada condición deberá estar asociada con una expresión que identifique la condición precisada en términos matemáticos o lógicos. Dichas expresiones están formadas por operandos, operadores, funciones, constantes y palabras clave.

Hay dos pautas que siempre se deben cumplir cuando escribimos una expresión para una condición:

- La expresión debe finalizar con punto y coma (;).
- Los valores de los parámetros van entre comilla simple (‘).

El sistema de DeltaV proporciona un asistente para escribir estas expresiones, denominado, “Expression Assistant”, y que ayuda al usuario a crear o definir estas expresiones. Una vez que se ha introducido una expresión, el asistente chequea la

sintaxis, para indicar si existe algún problema, e identifica cualquier parámetro sin resolver. Se puede acceder al asistente de expresiones a través del menú “Objet” o haciendo click con el botón derecho del ratón. Este asistente está disponible para, bloques de acción, bloques de cálculo/lógica, y bloques de funciones condicionales. La apariencia de este asistente, es como la que se muestra en la siguiente imagen:



El asistente de expresiones, inserta una serie de caracteres, como los que se muestran en la siguiente tabla, cuando se construyen las expresiones. Si este tipo de expresiones son escritas sin utilizar el asistente, es necesario utilizar dichos caracteres de la misma forma.

Tabla 22. Expresiones para generación de códigos.

<i>Carácter</i>	<i>Uso</i>	<i>Ejemplo</i>
/	Precede a referenciar a un parámetro interno.	
^/	Precede a referenciar un parámetro interno de un bloque procedente de un nivel superior.	
//	Precede a referenciar a un parámetro externo.	'//XV-101/DC1/PV_D.CV'
##	En procesos por cargas, es	

	utilizado para determinar un alias.	
:	Usado para separar un nombre, de otro utilizado como valor.	'vlvnc-sp:OPEN'
:=	Usado para asignar valores. Las acciones por pasos utilizan este tipo de operador.	'SP':='SFCCTRL:IDLE'
=	Usado para comparar valores. Operadores similares que también se pueden utilizar son, <=, =>, <, >, !=.	'SP'='SFCCTRL:START'
+	Usado para la suma de valores numéricos o para concatenación de cadenas.	
,	Utilizadas para encerrar parámetros.	
“”	Para encerrar cadenas.	
;	Usado para continuar las frases de acción en las en el asistente de expresiones.	

“Tagnames” de los parámetros

Los valores de los parámetros están definidos por sus “tagnames”, de la siguiente forma:

Módulo/bloque de función/parámetro

Condiciones de interlock

En este apartado, se describe cómo usar el asistente de expresiones para especificar las condiciones de interlock en los tres bloques de condición de este ejemplo.

→ Para especificar la primera condición de interlock:

1. Seleccionar el boque denominado, “CND1”.
2. Hacer click con el botón derecho del ratón y seleccionar “Expression” desde el menú para abrir, “Expression Assistant”.
3. Subrayar y eliminar la primera línea que aparece por defecto, “FALSE”.
4. Hacer click en el botón de “External Parameters”. Este botón navega hacia parámetros que son externos al actual parámetro.
El cuadro de dialogo se abrirá.
5. Abrir el área TANK-101.
6. Hacer doble click en estos elementos, según vayan desplegándose los niveles: XV-101, DC1, PV_D y CV.
El asistente de expresión unirá el “tagname” y lo colocara en la caja de expresión.
7. Hacer click en “=” o escribirlo.
8. Hacer click en “Name State”, doble click en el nombre establecido como, vlvnc-pv, seleccionar el estado “CLOSED”, y hacer click en OK.
9. Escribir punto y coma al final de la expresión.

La expresión completa se deberá leer, de la siguiente forma:

//XV-101/DC1/PV_D' = 'vlvnc-pv:CLOSED';

10. Hacer click en, “Parse”

En ese momento el asistente de expresiones chequeará la expresión. Si hubiese cualquier error, nos lo notificará y lo deberemos corregir.

11. Hacer click en OK.

➔ Para especificar la segunda condición:

1. Seleccionar el bloque denominado como, “CND2”, y usar el asistente de expresiones para especificar la condición de interlock como:

$$'//LI-101/A11/PV.CV' < 20;$$

2. Hacer click en, “Parse”, corregir si es necesario, y hacer click en OK.

➔ Para especificar una tercera condición (aquella en la que la apertura de la válvula automática de cuadal era menor del 5%):

1. Seleccionar el bloque de condición, “CND3”, y usar el asistente de expresión para especificar la tercer condición de interlock, como:

$$'//FIC-101/PID1/PV-CV' < 5;$$

2. Hacer click en, “Parse”, corregir si es necesario, y hacer click en OK.

➔ Para especificar los DSTs” para el módulo MTR-101:

1. En el diagrama de bloques de función, hacer click en el bloque de función “Device Control”, DC1.
2. En la ventana “Parameter”, hacer doble click en “IO_IN_1”.
3. En la caja de propiedades, escribir, XI-1, en el campo, “Device Tag” y hacer click en OK.
4. Hacer doble click en “IO_OUT_1”, uqe será la salida del lazo discreto hacia el dispositivo correspondiente en campo.
5. El cuadro de dialogo de la caja de propiedades, escribir, ZX-1, en el campo, “Device Tag” y hacer click en OK.

Finalizando el módulo MTR-101.

➔ Para finalizar el módulo:

1. Abrir el cuadro de dialogo de propiedades, y establecer la pantalla para “Primary Control”, en la pestaña de “Displays” al área, TANK-101.
Tener en cuenta que el módulo tiene predefinidas dos pantallas: DL-DT8 para la pantalla de detalle y DL_FP para la pantalla del “Faceplate”.
2. Cambiar la pantalla “Detail” a DL_DT3 para casar con el número de condiciones.
3. Asignar el módulo al controlador.
4. Guardar el módulo de control haciendo click en el botón, “Save”.

Creando un gráfico de funciones secuenciales

Los gráficos de funciones secuenciales, SFCs, son un tipo de algoritmos modulares muy utilizados en control de eventos por tiempo, como, puesta en marcha o paradas de procesos. Los SFCs están constituidos por pasos y por transiciones. Los pasos continenen un las acciones, y las transiciones permiten que la secuencia proceda de un paso a otro.

- La secuencia para el ejemplo del proceso del tanque.

Para el ejemplo que estamos desarrollando a lo largo de esta explicación, el usuario creará un SFC para el control de la descarga del tanque. Siguiendo la siguiente secuencia sugerida para diseñar el control de dicha aplicación:

Paso 1: Stop, (este es el setpoint asignado como IDLE).

Transición: Esperar a que el operador cambie el setpoint a START.

Paso 2: Colocar el lazo de caudal en modo AUTO y establecer el caudal en 50 m³/h.

Transición: Esperar a que la válvula automática abra un 30%.

Paso 3: Abrir la válvula de bloqueo.

Transición: Confirmar que la válvula de bloqueo está abierta.

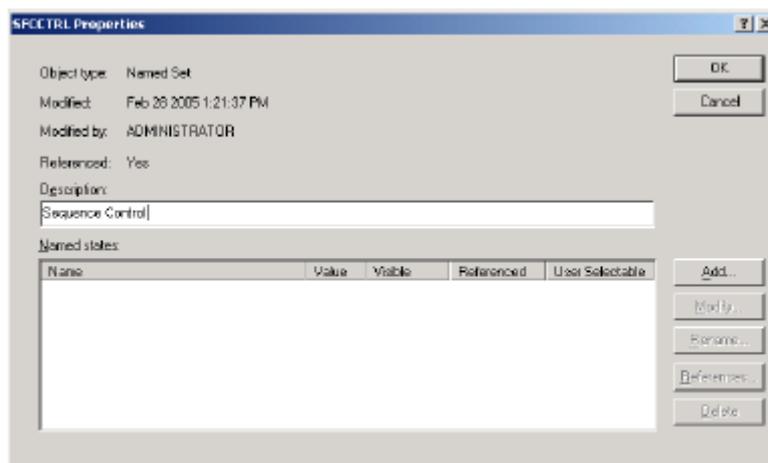
Paso 4: Poner en marcha la bomba.

Transición: Confirmar que la bomba se ha puesto en marcha.

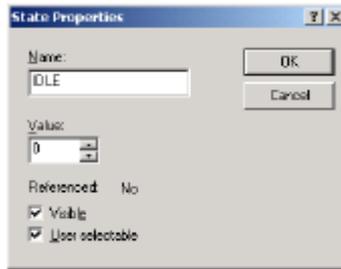
En primer lugar, el usuario deberá crear el nombre del gráfico de secuencia, en deltaV Explorer, entonces el usuario irá a la aplicación de Control Studio, para crear el módulo que contenga el gráfico de funciones secuenciales.

➔ Para crear el nombre de la secuencia:

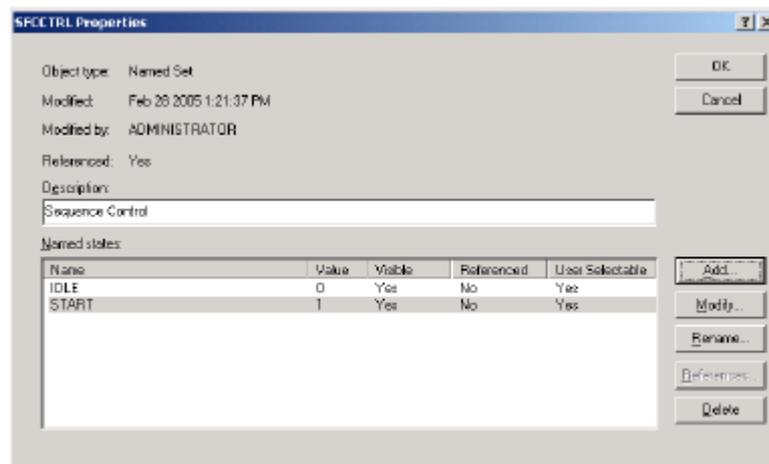
1. Abrir DeltaV Explorer.
2. Seleccionar “System Configuration”|”Setup”|”Named Sets”.
3. Colocar el punter en “Named Sets” en el panel de la izquierda, hacer click con el botón derecho del ratón, y seleccionar, “New”|”Named Set”.
4. Escribir el nombre como, SFCCCTRL, y presionar Enter.
5. Hacer doble click en SFCCCTRL.
El cuadro de dialogo de las propiedades se abrirá.
6. Escribir, “Sequance Control”, en el campo, “Description”.



7. Hacer click en “Add”.
El cuadro de dialogo “State Properties”, se abrirá.
8. Escribir “IDLE” en la caja de “Name” y hacer click en OK.



9. Para añadir otro estado, hacer click en “Add”.
10. Escribir “START” en la caja de “Name”, y hacer click en OK.
El cuadro de dialogo de las propiedades tiene ahora dos estados, IDLE y START.



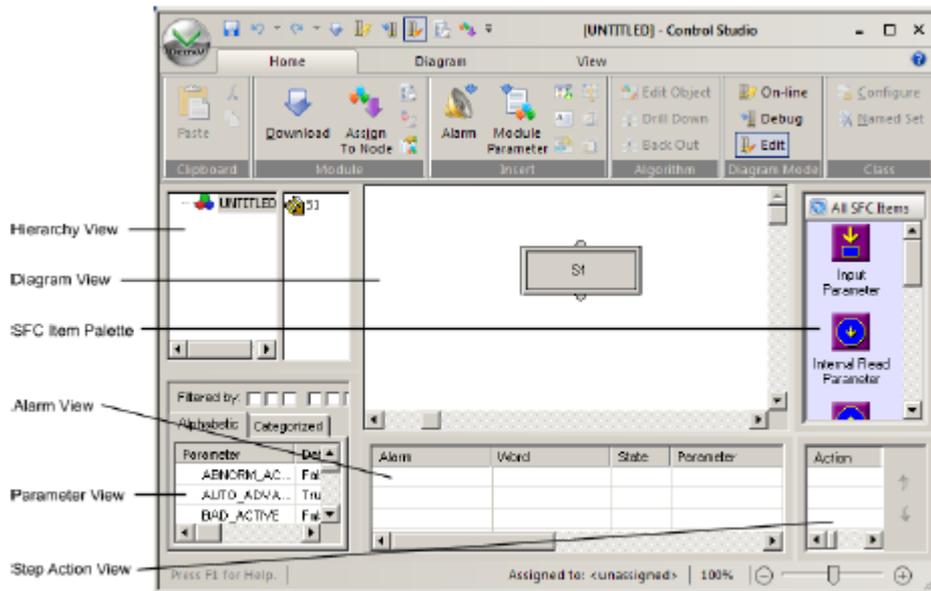
11. Hacer click OK para guardar la secuencia y cerrar el cuadro de dialogo.

Crear el módulo SFC.

➔ Para crear el gráfico de funciones secuenciales:

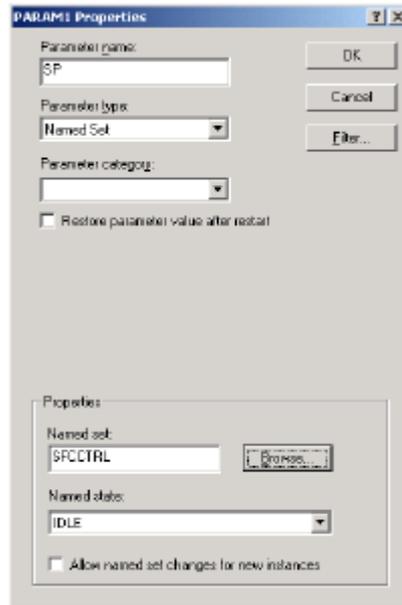
1. Restaurar la aplicación de Control Studio.
2. Hacer click en el botón “Main”, y entonces hacer click en “New”.
3. En el cuadro de dialogo de “New”, seleccionar “Control Module” o “Templates” como “Objet Type”.
4. Seleccionar “Sequential Function Chart” como “Algorithm Type”, y hacer click en OK.

Un nuevo diagrama SFC, se abrirá con un único paso, S1.



→ Para añadir el parámetro SP:

1. Hacer click en "Parameter View", hacer click con el botón derecho del ratón, seleccionar "Add".
2. Escribir "SP", como nombre del parámetro.
3. Seleccionar "Named Set", como tipo de parámetro.
4. Para el "Named set" y "Named State", hacer click en el botón "Browse" y seleccionar "SFCCTRL|IDLE".

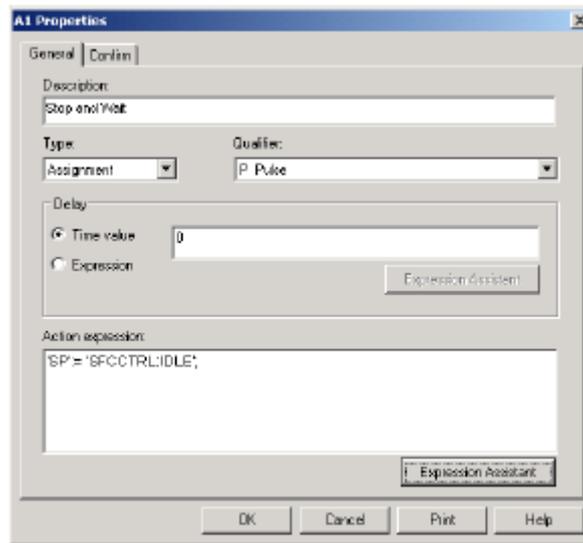


5. Hacer click en OK. El parámetro se añade al módulo.

➔ Para crear una nueva acción en el SFC:

1. En “Diagram View”, seleccionar la caja del paso, denominada “S1”.
2. Hacer click en el nombre, “S1”, y cambiar el nombre a “STOP_AND_WAIT”.
3. En “Action View” del paso (en la esquina inferior derecha), hacer click en el botón derecho del ratón y seleccionar “Add”.
El cuadro de dialogo de propiedades se abrirá.
4. Introducir la descripción del paso: “Stop and wait”.
5. Para el tipo de acción, seleccionar “Assignment”. (Este tipo asigna el resultado de una expresión a un destino).
6. Para “Qualifer”, seleccionar “P, pulse”.
Una acción de pulso (“Pulse”) de cualquier tipo significa que la acción sólo estará activa una vez, cuando vaya a comenzar el paso. Después de esto, el destino de la asignación, retiene el valor asignado, para que no vuelva a ser escrito en cada evaluación.
7. Para establecer el “setpoint”, al estado “IDLE”, escribir en la expresión de la acción, el siguiente código:

'SP':='SFCCTRL:IDLE'

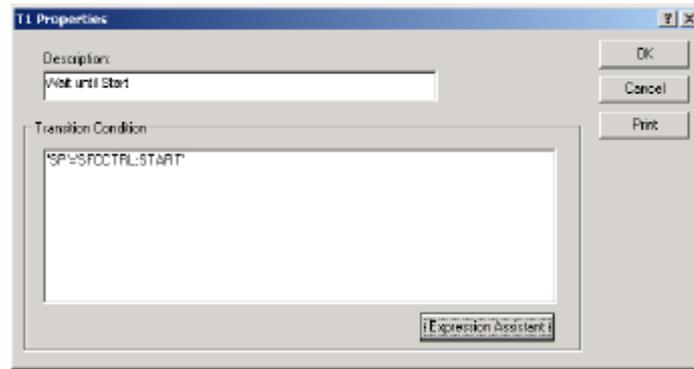


8. Hacer click en OK, en el cuadro de dialogo, si es necesario realizar las correcciones necesarias y hacer OK.
9. Seleccionar el paso (A1) en “Step Action View”, hacer click con el botón derecho del ratón y seleccionar “Rename”, y cambiar el nombre a “SET_TO_IDLE”.

➔ Para crear una transición en el SFC:

1. Desde la paleta para los objetos “All SFC”, hacer click en “Transition”, pinchar y arrastra el icono por debajo de la caja nombrada como, “Stop and Wait”, y dejar de presionar el botón del ratón.
Un icono con la forma del signo sumar, (T1), aparece.
2. Hacer click con el botón derecho del ratón y seleccionar “Properties” (o hacer doble click en el icono de transición).
El cuadro de dialogo de propiedades se abrirá.
3. Introducir la descripción (“Wait until Start”), abrir el asistente de expresiones y construir la siguiente estructura:

'SP':='SFCCTRL:START'



4. Hacer click en “Parse”, en el asistente de expresiones y corregir si es necesario, posteriormente hacer click en OK, en ambos cuadros de dialogo.
5. Renombrar la transición como “WAIT_UNTIL_START”.

➔ Para completar el SFC:

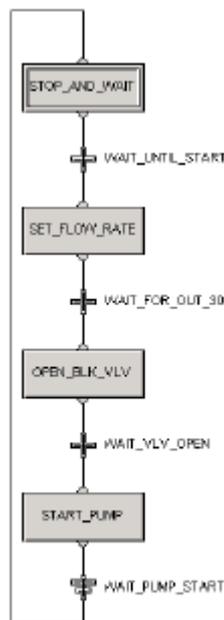
1. Repetir el procedimiento para añadir pasos y transiciones usando la información que se adjunta a continuación. Pinchar y arrastrar los iconos “Step” y “Transition” desde la paleta de los onjetos para secuencias para añadir automáticamente múltiples pasos y transiciones en una sola operación. Usar el icono “Termination” para la última transición.

Tabla 23. Pasos y transiciones para los diagramas secuenciales.

Paso/Transición	Nombre	Acción o condición	Descripción
S1	“STOP_AND_WAIT”	‘SP’:=’SFCCTRL:IDLE”	Inhibe la secuencia
T1	“WAIT_UNTIL_START”	‘SP’:=’SFCCTRL:START”	Espera hasta que el operador selecciona START. Si el SP es Start pasará al siguiente paso
S2	“SET_FLOW_RATE”	A1:’//FIC-101/PID1/MODE.TARGET’:=AUTO; A2:’//FIC-101/PID1/SP’:=50;	Establece el modo del lazo en AUTO. Establece el setpoint en 50m ³ /h
T2	“WAIT_FOR_OUT_30”	‘//FIC-101/PID1/OUT’>30	Espera hasta que la válvula automática está abierta al 30%
S3	“OPEN_BLK_VLV”	‘//XV-101/DC1/SP_D’:=1;	Abre la válvula de bloqueo
T3	“WAIT_VLV_OPEN”	‘//XV-101/DC1/SP_D’=1	Confirma que la válvula de bloqueo está abierta
S4	“START_PUMP”	‘//MTR-101/DC1/SP_D’:=1;	Pone en marcha la

Paso/Transición	Nombre	Acción o condición	Descripción
T4	“WAIT_PUMP_START”	‘//MTR-101/DC1/PV_D’:=1	Confirma que la bomba está en marcha

La secuencia finalmente, debe tener un aspecto similar a la que se muestra en la imagen:



➔ Finalizando el módulo SFC:

1. Seleccionar “File Properties” y establecer la pantalla “Primary Control” a Tank-101.
2. Hacer click en “Assign Module”, en la barra de herramientas y asignar el módulo SFC al controlador.
3. Hacer click en el botón “Save” y guardar el módulo como “SFC-START”.
4. Cerrar la aplicación Control Studio.

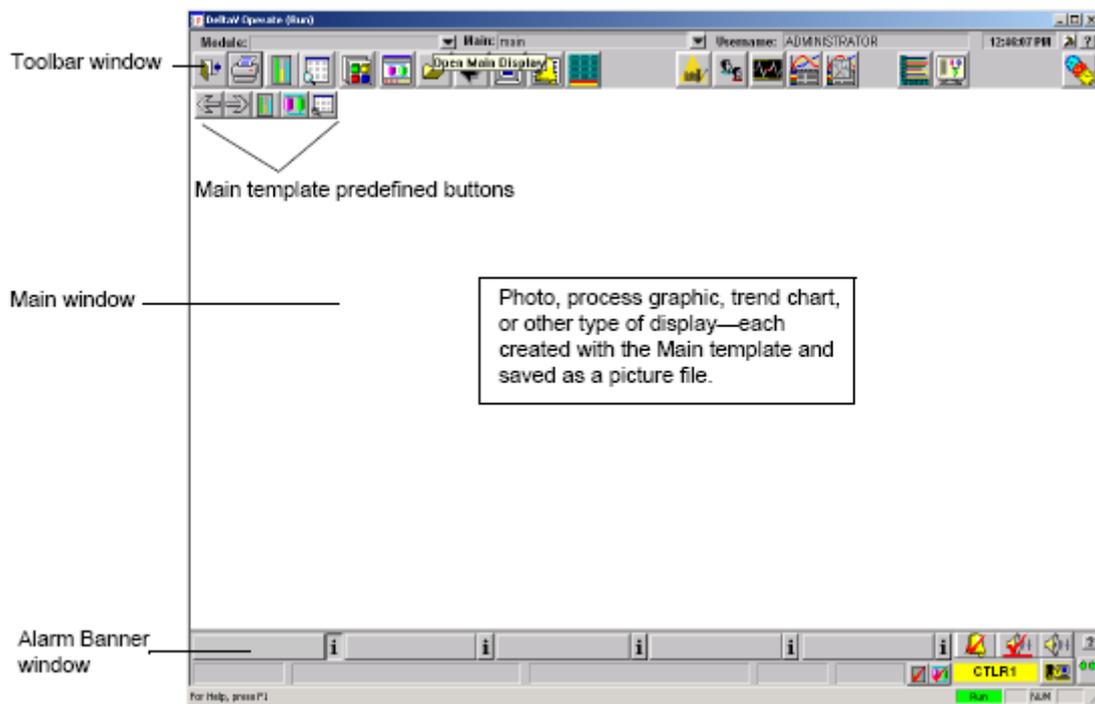
4.6. Creación de las pantallas de operador

En esta sección, se describirá como usar la aplicación DeltaV Operate en el modo configuración para crear las pantallas de operación para un proceso. Antes de esto, se realizará en esta misma sección una descripción, necesaria para entender algunos aspectos sobre esta aplicación.

4.6.1. El entorno de DeltaV Operate

Es importante entender el entorno de operación, antes de comenzar a crear las pantallas de operación. La aplicación de DeltaV Operate, puede funcionar de dos modos:

- En modo configuración: utilizado para crear las pantallas de operación.
- En modo “Run”: usado para hacer funcionar las pantallas creadas anteriormente.



La pantalla principal de la aplicación de DeltaV Operate, está compuesta de tres ventanas: la ventana de herramientas, la ventana principal, y las ventanas de los banner de alarmas.

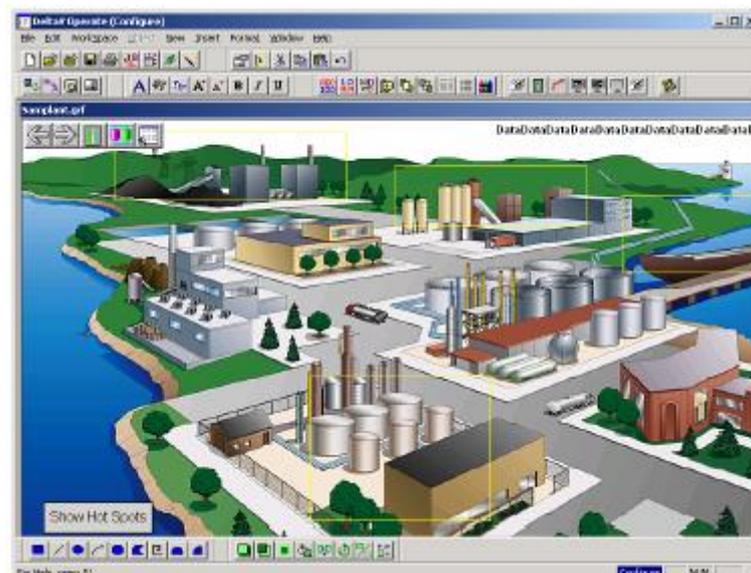
El banner de alarmas, en la parte inferior de la pantalla principal, también dispone de funciones predefinidas. Los cinco grandes botones, son usados para notificar al operador de las cinco alarmas en orden de prioridad, que se hayan activado. Cuando una alarma aparece en uno de los cinco grandes botones, el nombre del módulo de control asociado a esta alarma aparecerá en uno de los cinco grandes botones. Haciendo click en uno de estos botones, el operador podrá acceder directamente al gráfico de proceso asociado para tomar acción sobre dicha alarma.

Desarrollando la jerarquía de las pantallas.

Un proceso de control, generalmente dispone de un número de pantallas enlazadas, como una pantalla general, pantallas para monitorizar el proceso, pantalla de estado del sistema, pantalla de alarmas, y pantallas de tendencias gráficas.

Por lo tanto, además de crear las pantallas individuales, el usuario necesitará desarrollar un sistema para enlazar las pantallas, para que de este modo, al operador le resulte fácil obtener lo que necesite de cada una de ellas.

La pantalla general, se suele utilizar en la parte superior de la jerarquía, y mediante botones añadidos a esta pantalla, se permite el acceso a otras enlazadas a la pantalla general.



Mediante este botón, , se puede acceder desde cualquier pantalla en la que se encuentre el operador, a la pantalla general.

Navegando a través de otras pantallas.

A continuación se describen algunas de las formas en las que el operador puede navegar de una pantalla a otra.

- Cada pantalla dispone de unas flechas, que permiten avanzar a la siguiente pantalla o a la anterior pantalla en la que se encuentra el operador.



- La pestaña desplegable “Main Filed”, en la barra de herramientas y que muestra el nombre de la pantalla actual. El botón desplegable, abre una lista de históricos con las últimas pantallas que se hayan visualizado. Esta lista puede ser predefinida y bloqueada para mostrar solamente un grupo seleccionado de pantallas.
- El operador puede hacer click en el botón “Open”, para reemplazar la actual pantalla, en la ventana principal.



- La pantalla, “Alarma List”, está disponible a través del botón que se muestra a continuación, en la barra de herramientas.

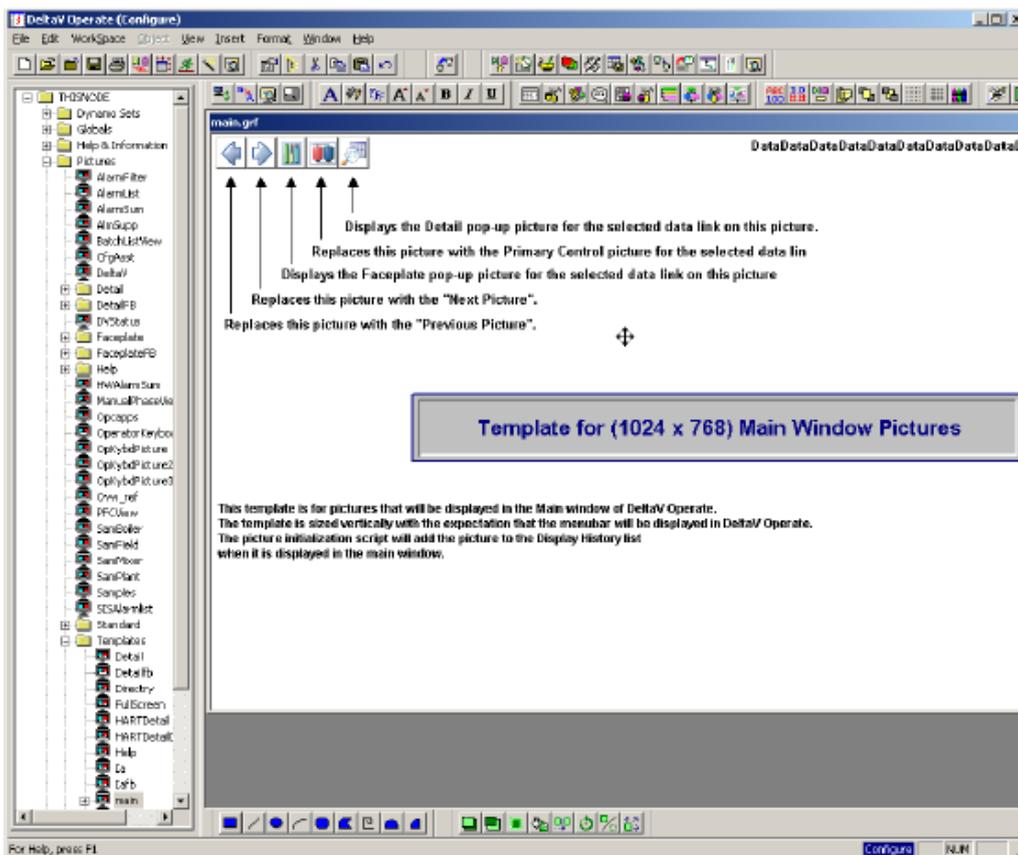


Haciendo, click en el botón de las alarmas, reemplazará la pantalla actual, con la pantalla “Primary Control” para el módulo y desplegará la pantalla “Faceplate picture”, para el módulo indicado en el botón.

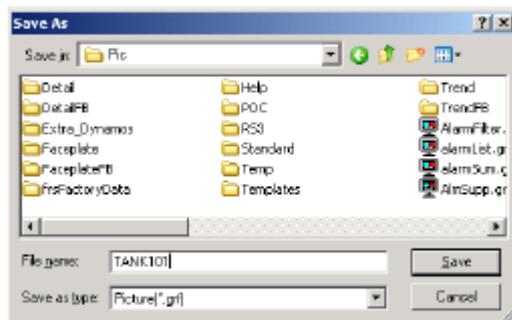
→ Para abrir la plantilla principal:

1. En el sistema de árbol (“Systema tree”), hacer click en el símbolo (+), para pasar al siguiente nivel de carpetas y de esta forma expandir su contenido, y entonces hacer click en el signo (+) en la carpeta de plantillas (“Templates folder”) para expandir su contenido.
2. Hacer doble click en la pantalla principal de la plantilla.

La pantalla principal de la plantilla y la caja de herramientas se abren en el área de trabajo, “Work Area”. La pantalla principal de la plantilla dispone de una descripción de los cinco botones en la esquina superior izquierda. En el sistema el color de fondo de la pantalla suele ser gris en lugar de blanco, como se muestra en la siguiente imagen.



3. Leer la información que aparece en la plantilla. Entonces eliminar el texto haciendo click en el centro de la página, botón derecho del ratón, y seleccionar “Delte”, o presionando la tecla Supr.
4. Seleccionar “File”|”Save as”. Y el cuadro de dialogo de “Save as” se abrirá.
5. Hacer click en el botón para subir un nivel para acceder a la carpeta de imágenes.



6. Introducir el nombre del archivo, como por ejemplo en este caso “TANK101” y hacer click en “Save”, (El usuario deberá estar seguro de que guardará el archivo en la carpeta de imágenes “Pic Folder”).

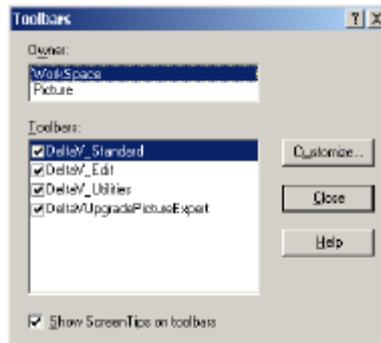
Barra de herramientas y caja de herramientas

La barra de herramientas contiene botones que proporcionan “atajos” hacia otros menús.

La barra de herramientas es propiedad del espacio de trabajo o de la pantalla. El propietario de la barra de herramientas define cuando la barra de herramientas aparece. Por ejemplo la barra de herramientas aparece cuando el espacio de trabajo está funcionando. La barra de herramientas de las pantallas aparece solo cuando una o más imágenes se despliegan.

➔ Para ver la barra de herramientas:

1. Hacer click en, “Workspace”|”Toolbars”.
El cuadro de diálogo de la barra de herramientas se abrirá.



2. El usuario deberá asegurarse de que “show Screen Tips on toolbar” en la esquina inferior izquierda está seleccionado.
3. Seleccionar y deseleccionar las diferentes opciones de la barra de herramientas para ver los botones asociados a cada una de las opciones.
4. Hacer click en el botón “Customize” y usar la ayuda online para familiarizarse con el cuadro de dialogo de “Customize”.
5. Hacer click en “Close” en el cuadro de dialogo de “Customize”.
6. Hacer click en “Workspace”|”Toolbar” para reabrir el cuadro de dialogo y seleccionar “Picture” en el campo del propietario, (“owner field”).
7. Seleccionar “DeltaV_Toolbox” si no estuviese ya seleccionado. “DeltaV_Toolbox” es un grupo de herramientas agrupadas en un único cuadro de dialogo.



8. En el cuadro de dialogo de la barra de herramientas, seleccionar “DeltaV_Operating_Experts”, si no estuviese ya seleccionado.
9. Hacer click en “Close” en el cuadro de dialogo de la barra de herramientas.

➔ Para redimensionar y mover la caja de herramientas:

1. Hacer click en la barra del título de la caja de herramientas, mantener la presión en el botón del ratón, arrastrar a la nueva localización y dejar de presionar el botón del ratón.
2. Colocar el puntero del ratón en cualquier esquina o lado de la caja de herramientas. El puntero cambia a una forma de flecha bidireccional.
3. Mantener la presión sobre el botón del ratón, y arrastrar para redimensionar la caja.
4. Finalizar cuando el tamaño de la caja de herramientas tenga la forma deseada.
5. Repetir el movimiento y redimensionar la caja de herramientas, tanto como sea necesario hasta tener el tamaño y la forma deseado por el usuario.

➔ Para habilitar el bloqueo de la caja de herramientas:

1. Hacer click en “Workspace”|”Toolsbar”.
2. Hacer click en “Picture” y hacer click en el botón “Customize”.
3. Seleccionar “DeltaV_Toolbox”.
4. Seleccionar “Enable docking” para seleccionar la barra de herramientas y hacer click en “Close”.
5. Mover la caja de herramientas a la parte superior de la pantalla y comprobar cómo la caja de herramientas se ancla en lugar de flotar sobre la pantalla.
6. Deshabilitar o habilitar el anclaje, en función de las preferencias del usuario.

➔ Para anclar la caja de herramientas:

Se puede esconder la caja de herramientas, seleccionándola desde la barra de título, y haciendo click con el botón derecho del ratón, y seleccionar “Hide”. Se puede mover y redimensionar la caja de herramientas y habilitar el anclaje. Para abrir la caja

de herramientas una vez ocultada, se hace de la siguiente forma, hacer click en. “Workspace”|”Toolbar”, seleccionar “Picture” en el campo “Owner field”. Desplazar la barra hacia abajo, seleccionar la caja de selección, “DeltaV_Toolbox” y hacer click en “Close”, en el cuadro de dialogo de la barra de herramientas.

Color.

Se puede usar el color de dos formas:

- Añadiendo color al primer plano, al fondo o a los bordes, a un objeto seleccionado.
- Añadiendo color a más de un objeto.

Para añadir color a un objeto seleccionado, seleccionar dicho objeto, hacer click en el botón derecho del ratón, elegir “Color”, y entonces seleccionar, “Foreground”, “Background” o “Edge”. Una vez elegido el color, hacer click en OK, y cerrar el cuadro de dialogo. Para añadir color a múltiples objetos, seleccionar el botón “Color” en la caja de herramientas. El cuadro de diálogo de color se abrirá en la pantalla para permitir la elección de los colores.

El cuadro de diálogo para la selección de color, contiene dos pestañas que permiten que el usuario seleccione los colores desde una paleta de colores o desde una lista de nombres.

Estilos de líneas y estilos de relleno.

El usuario también puede cambiar los estilos de líneas por defecto, anchura de las mismas y los estilos de relleno usando un procedimiento similar al cambio de color. Para cambiar los estilos de los bordes, anchuras y rellenos, hacer click en “Workspace”|User Preferences”|”Shape Preferences” y entonces editar los ítems por defecto que desee cambiar el usuario.

➔ Para dibujar y colorear un rectángulo con apariencia de rayado:

1. Hacer click en el botón de rectángulo de la caja de herramientas. Entonces colocar el puntero en +.

2. Mantener presionado el botón del ratón, arrastrar el puntero para establecer el tamaño deseado, y dejar de presionar el botón del ratón, para colocar el rectángulo en la pantalla.
3. Seleccionar el rectángulo, hacer click en el botón derecho del ratón y seleccionar “File Style”|”Cross Hatch”.

Para los siguientes pasos, el usuario deberá estar seguro de que el rectángulo está seleccionado.

4. Hacer click en el botón derecho del ratón, seleccionar “EdgeStyle”|”Dash Dot”.
5. Hacer click en el botón derecho del ratón, seleccionar “Color”|”Foreground” y seleccionar amarillo en la paleta.
6. Dibujar otro rectángulo. Notar que ninguno de los colores, estilos de línea o relleno por defecto han cambiado.

Enlaces, propiedades dinámicas y parámetros de referencia.

Los enlaces permiten al usuario desplegar el sistema de datos en tiempo real en DeltaV Operate en modo “run”. Existen diferentes tipos de enlaces. Los enlaces más comunes suelen ser las gráficas de tendencias y los enlaces de datos.

En el modo configuración, “properties” son parámetros de los objetos que se pueden modificar usando herramientas, comandos de menú, y caja de diálogos. “Dynamic properties” son parámetros de los objetos que cambian en DeltaV Operate en modo “run”, basados principalmente en cambios en los valores de la base de datos.

Un “parameter reference”, identifica el campo en la base de datos que suministra el dato a un enlace o a una propiedad dinámica. La sintaxis para el parámetro de referencia es:

Node: tag.field

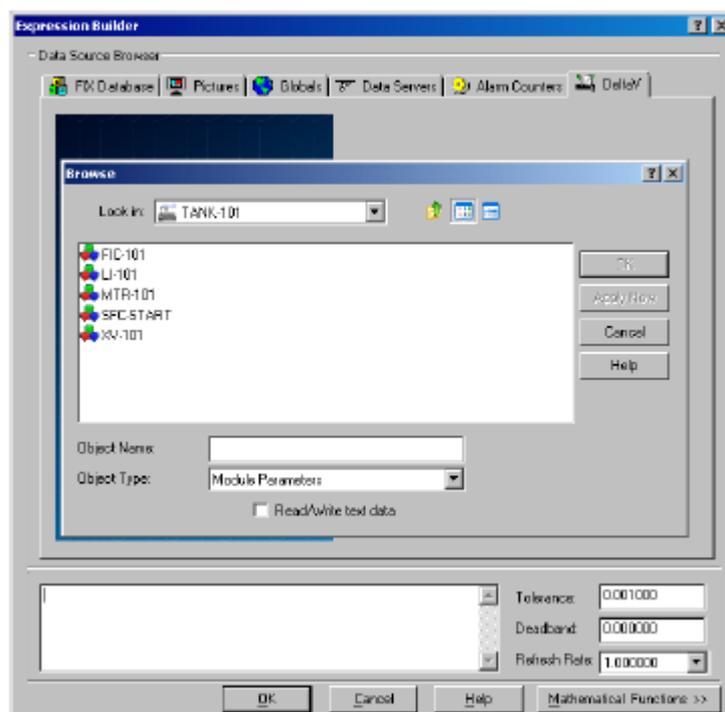
Donde *tag* viene generalmente definido como: modulo/bloque de función/parámetro, por ejemplo:

DVSY.S.FIC-101/PID1/SP.F_CV

Es el parámetro de referencia, que identifica el valor actual del setpoint en el bloque de función PID1, del módulo de control FIC-101.

En la mayoría de los cuadros de dialogo, se requiere introducir el parámetro de referencia, por lo que un navegador está disponible para ayudar al usuario a buscar a través de la red para un parámetro de referencia particular. Para acceder al navegador, hacer click en el botón junto al campo de fuente, (“Source field”).

El “Data SourceBrowser” de la caja “Expression Builder” aparecerá en primer lugar. Entonces el campo del navegador aparecerá después de que el usuario haya seleccionado “Browse DeltaV Control Parameters”.



Creando los enlaces de datos.

Los enlaces de datos pueden ser usados para mostrar datos como números o textos. Por ejemplo, si tuviésemos un tanque denominado, TANK-101, podríamos crear los enlaces de datos para el nivel, LI-101, o para una bomba que vacíe el tanque o un

lazo de caudal que actúe sobre una válvula automática, por lo que como hemos dichos estos enlaces de datos serían:

- Para mostrar el valor actual del nivel del tanque, el parámetro de referencias, sería:

LI-101/AI/PV

- Para mostrar el valor actual para el lazo de la válvula automática, el parámetro de referencia, sería:

FIC-101/PDI1/PV

- Para permitir la entrada de un valor de setpoint para el lazo de caudal, el parámetro de referencia, sería:

FIC-101/PD1/SP

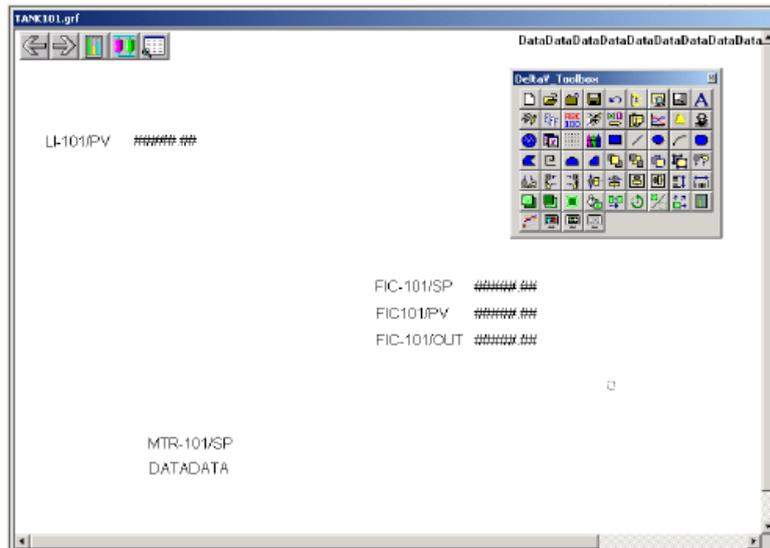
- Para permitir al operador poder modificar la posición de la válvula automática, el parámetro de referencia, sería:

FIC-101/PID1/OUT

- Para permitir al operador poner la bomba en marcha y pararla, el parámetro de referencia, sería:

MTR-101/DC1/SP_D

Una vez creados los enlaces de datos, el área de trabajo debe tener este aspecto:

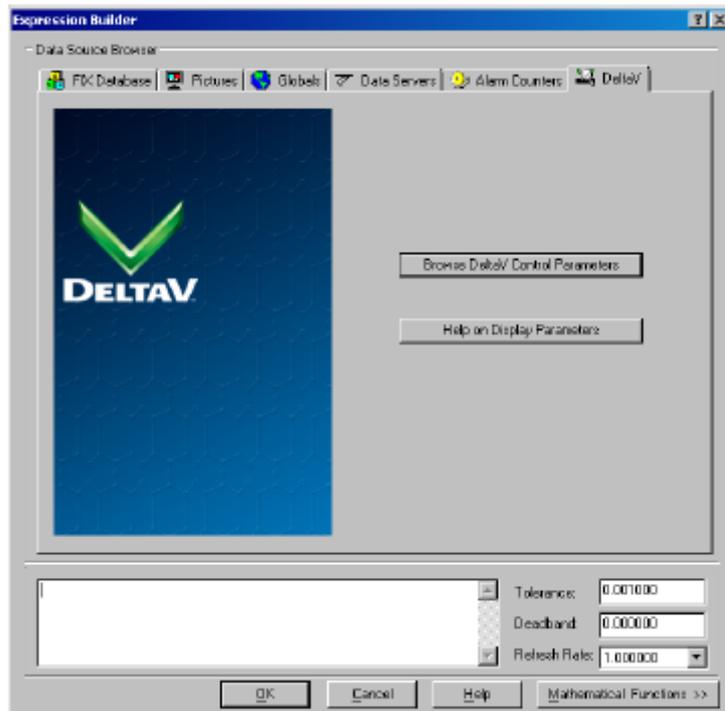


➔ Para crear el enlace de datos para el nivel del tanque:

1. Hacer click en el botón, “Datalink Stamper”, en la caja de herramientas.
El cuadro de dialogo de “Datalink”, se abrirá.
2. Para buscar el parámetro de referencias, hacer click en el botón de puntos suspensivos.

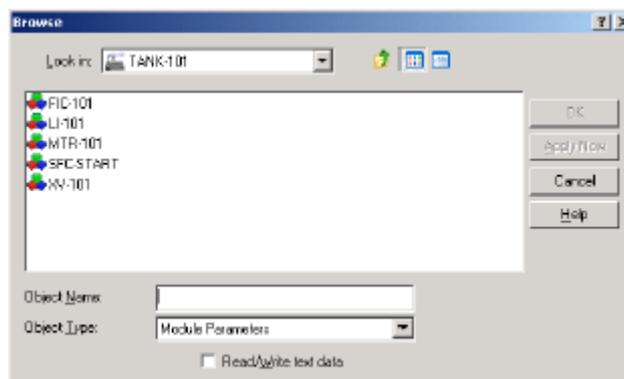


Se abrirá el cuadro de dialogo “Expression Builder”.



3. Seleccionar “Browse DeltaV Control Parameter”, para abrir el cuadro de dialogo del navegador. (esto puede llevar algunos segundos).
4. Si TANK-101 no se muestra en el campo “Look in”, hacer click en el botón para subir un nivel, para ir a “Control Strategies”, y hacer doble click sobre el área donde el usuario haya creado el área de planta.

Para nuestro caso de ejemplo, si el área del tanque fuese TANK-101, la lista de módulos se abriría tal y como se muestra en la siguiente imagen:



5. Hacer doble click en el nombre del módulo, por ejemplo LI-101.

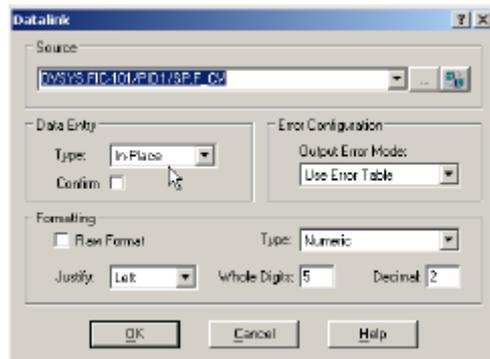
- Se abrirá una lista de los parámetros del bloque de función.
6. Hacer doble click en el bloque de función AI1. Se abrirá una lista de parámetros para este bloque de función.
 7. Hacer doble click en el parámetro PV. Una lista de campos se abrirá.
 8. Hacer click en “CV” (current value), entonces hacer click en OK. (O simplemente hacer doble click en “CV field”).
DeltaV Operate ensambla el nodo, el tag, y la información del campo y la introduce en el cuadro de dialogo “Expression Builder”.
 9. Hacer click en OK para volver al cuadro de dialogo de “Datalink”.
 10. En el cuadro de dialogo de “Datalink”, establecer en el campo “Formatting Type”, a “Numeric”, y entonces hacer click en OK.
 11. Hacer click con el botón del ratón en el cuadrante superior izquierdo para colocar el enlace de datos en la pantalla.
El enlace de datos aparecerá en la imagen como #####,##.
 12. Para etiquetar el enlace de datos, hacer click en botón “Text”, en la caja de herramientas, hacer click a la izquierda del enlace de datos y escribir LI-101/PV.
Después de hacer click en la herramienta de texto, el puntero permanece en modo text. Hacer click con el ratón para cambiar y que el puntero vuelva al icono de la flecha.

➔ Para crear un enlace de datos para el setpoint de un lazo de control:

1. Hacer click en el botón “Datalink Stamper”.
2. Escribir la nueva referencia del parámetro, para nuestro ejemplo FIC-101/PID1/SP.
Si el usuario utiliza el navegador para buscar el parámetro, hacer click en el botón para ascender un nivel, para ir al nivel de los módulos.

El sistema cambia la referencia del parámetro a DVSYs.FIC-101/PID1/SP.F_CV. El nodo por defecto para todas las referencias de parámetros es DVSYs.

3. Seleccionar “In-Place” en el campo de “Data Entry Type” (esto permite que el operador cambie el valor), y entonces cambiar el campo “Formatting Type” a numérico.



4. Hacer click en OK.
5. Colocar el enlace de datos en el cuadrante inferior izquierdo de la pantalla.
6. Usar el botón “Text” para añadir la etiqueta: FIC-101/SP.

➔ Para crear el enlace de datos para el valor de proceso del lazo:

1. Hacer click en el botón “Datalink Stamper”
2. Editar la referencia del parámetro a FIC-101/PID1/PV.F_CV.
3. Cambiar el campo “Formatting Type” a numérico, y entonces hacer click en OK.
4. Colocar el nuevo enlace de datos debajo del lazo de setpoint.
5. Usar el botón de “Text” para añadir la etiqueta: FIC-101/PV.

➔ Para crear el enlace de datos para la salida del lazo:

1. Hacer click en el botón “Datalink Stamper”.
2. Editar la referencia de parámetros a: FIC-101/PID1/OUT.F_CV.

3. Seleccionar “In-Place” en el campo de “Data Entry Type” (esto permite que el operador cambie el valor), y entonces cambiar el campo “Formatting Type” a numérico, y entonces hacer click en OK, para permitir que la aplicación configure los campos en el dialogo.
4. Seleccionar el enlace de datos y hacer click en el botón, “DeltaV Data Entry Expert”, en la caja de herramientas
5. Asegurarse de que “Numeric Entry”, esta seleccionada y hacer click en “Fetch Limits” desde “Data Source”.
6. Hacer click en OK.
7. Colocar el enlace de datos debajo del valor de proceso del lazo.
8. Usar el botón de “Text” para añadir la etiqueta: FIC-101/OUT.

➔ Para crea el enlace de datos para la válvula de bloqueo:

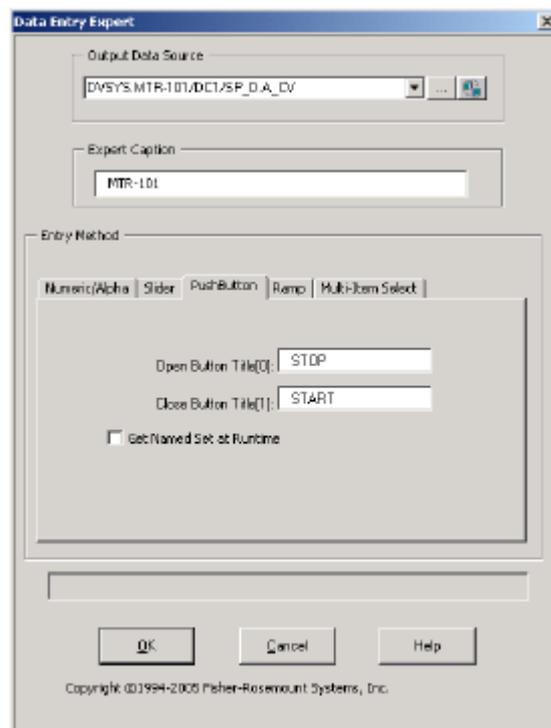
1. Hacer click en el botón “Datalink Stamper”.
2. Rellenar la referencia del parámetro cómo: XV-101/DC1/PV_D.A_CV. Si el usuario lo hace navegando, el sistema automáticamente suministra .F_CV (para punto flotante), después de PV_D. Editar la referencia del parámetro para tner .A_CV (para ASCII) después de PV_D.
3. En el cuadro de dialogo de “Datalink”, seleccionar “None” en la sección “Type” y hacer click en OK para permitir que la aplicación configure los campos restantes en el cuadro de dialogo.
4. Hacer click con el botón del ratón para colocar el nuevo enlace de datos en el fondo justo en el centro.
5. Usar la herramienta “Text”, para añadir la etiqueta: XV-101/PV.

➔ Para crear un enlace de datos para el setpoint del motor de la bomba:

1. Hacer click en el botón “Datalink Stamper”.
2. Rellenar la referencia del parámetro como: MTR-101/DC1/SP_D.A_CV. Si el usuario lo hace navegando, el

sistema automáticamente suministra .F_CV (para punto flotante), después de PV_D. Editar la referencia del parámetro para tener .A_CV (para ASCII) después de PV_D.

3. En el cuadro de dialogo de “Datalink”, seleccionar “none” en la sección “Type” y hacer click en OK para permitir que la aplicación configure los restantes campos del cuadro de dialogo.
4. Hacer click con el botón del ratón para situar el nuevo enlace de datos en la cuadrante inferior izquierdo.
5. Seleccionar el enlace de datos y hacer click en “Data Entry Expert” en la caja de herramientas.
6. Hacer click en la pestaña “PushButton” en la sección “Entry Method”.
7. Seleccionar “STOP” en “Open Button Title (0).
8. Seleccionar “START” en “Close Button Title (1).



Este método permite crear los botones de START y STOP para los operadores. Haciendo click en la imagen del enlace de datos, el operador puede poner en marcha la bomba y pararla.

9. Hacer click en OK.
10. Reposición del nuevo enlace de datos, si es necesario, en el cuadrante inferior izquierdo.
11. Usar la herramienta de texto, (“Text”), para añadir la etiqueta: MTR-101/SP.
12. Seleccionar “File”|”Close” y guardar y cerrar la pantalla.

4.8. Cambiando a DeltaV Operate en Modo “RUN”

➔ Para cambiar DeltaV Operate en modo “Run”:/

1. Hacer click en, “Workspace”|”Switch to Run”, o hacienda click en Ctrl+W.
2. Hacer click en el botón “Open Main Display” y seleccionar (para el ejemplo que estamos utilizando de demostración), TANK-101. Si no tenemos comisionado y configurado un controlador, los enlaces de datos se mostrarán como números. Los números no serán realistas, ya que no disponemos de ningún dispositivo I/O configurado.
3. Volver al nodo de configuración, haciendo click en el botón derecho del ratón y seleccionado “Quick Edit”.

Dinamos.

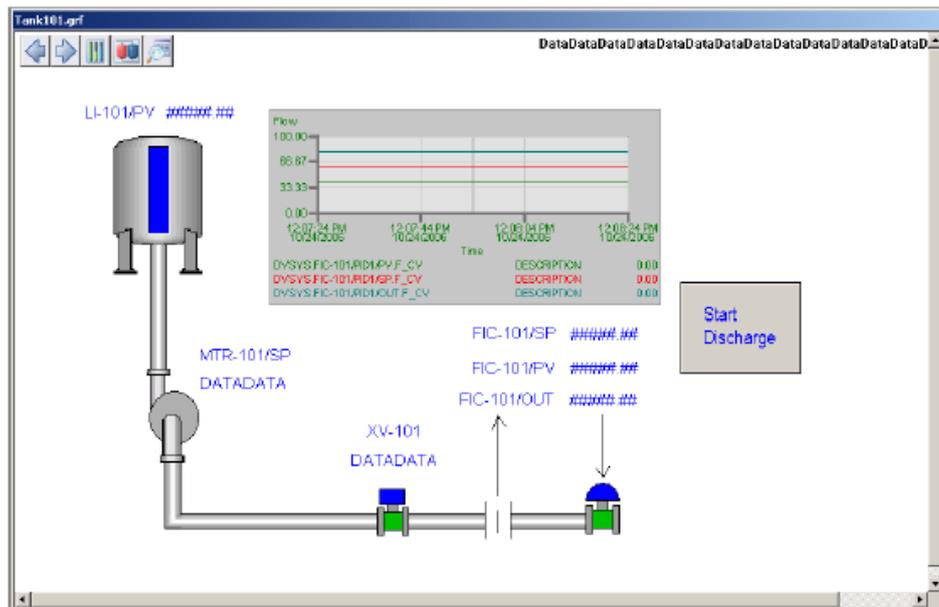
Cuando se desarrolla un sistema de pantallas para operación, el usuario necesita usar objetos, tales como, bombas, tuberías o válvulas, en más de una pantalla. El usuario puede guardar objetos diseñados por el mismo, como gráficos reutilizables, denominados Dinamos. Si el usuario asigna las propiedades dinámicas a un objeto, estas propiedades son retenidas cuando se guarda la dinamo.

En el modo configuración, DeltaV Operate proporciona una serie de dinamos preconstruidas, que contienen los objetos de control de procesos más comunes, tales como, bombas, que se pueden insertan en las pantallas en lugar de que el usuario tenga que dibujarlas. El usuario puede modificar estas dinamos y guardarlas en lugar del original o como un nuevo objeto.

Para completar el ejemplo que se ha desarrollado para facilitar la comprensión del software del sistema de control distribuido, DeltaV, se utilizarán diferentes dinamos y se modificarán sus propiedades, para ello:

- Se añadirá una dinamo de bomba y se animará con color. El cambio de color será de verde a rojo y viceversa, para diferenciar si la bomba está en marcha o se encuentra parada.
- Se añadirá una dinamo de un tanque. El nivel del tanque variará, para mostrar la descarga gradual de líquido del tanque.
- Se añadirá una dinamo de una válvula de bloqueo y de una válvula automática. Las válvulas cambiarán de color para mostrar su estado.
- Se añadirán tuberías para conectar estos objetos. Esto se puede hacer incluso con cambio de color.

Por lo que al final de este proceso de creación de dinamos y animación de las mismas, deberíamos tener en nuestra pantalla, algo parecido a lo que se muestra en la siguiente imagen:

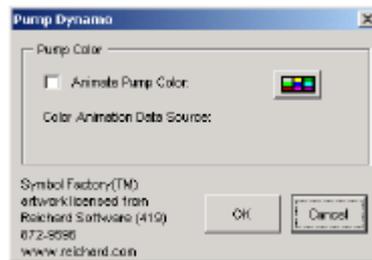


Creando una bomba de proceso, usando una dinamo.

➔ Para abrir una dinamo de una bomba, y situarla dicha dinamo en la pantalla:

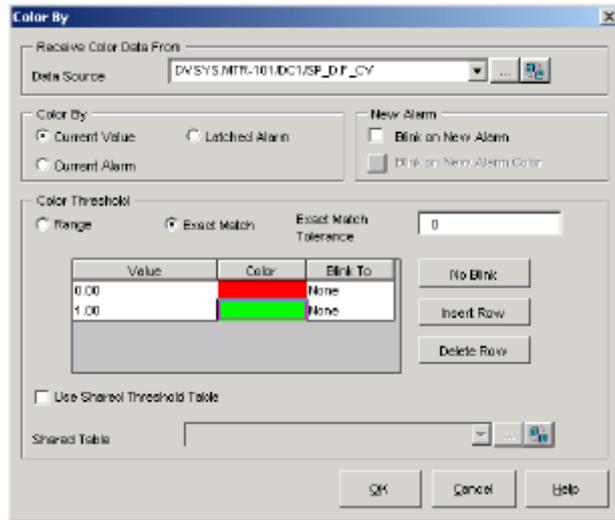
1. Desde el árbol de selección, expandir la carpeta “Dynamo Sets”, y hacer doble click en “PumpsAnim”.
La pantalla de dinamos se abrirá en el fondo de la pantalla.
2. Volver al árbol de selección, expandir la carpeta “PumpsAnim”, y seleccionar “PumpsAnimVertA1”.
3. Seleccionar “PumpsAnimVertA1” y arrastrar la imagen a la pantalla.

Debido a que esta dinamo tiene propiedades de animación, el programa preguntará al usuario si desea animar la bomba con color.



El usuario podrá animar el color de la bomba de forma que cambia de rojo a verde cuando la bomba se ponga en marcha.

4. Seleccionar la opción “Animate Pump Color”
5. Navegar para localizar, MTR-101/DC1/SP_D/CV, como tag digital para la bomba.
6. Seleccionar “Exact Match”.
7. Hacer click en el botón “Delete Row”, y eliminar todo excepto dos filas.
8. Establecer el valor en la primera fila de 0.00, hacer click en la barra de color, y seleccionar rojo.
9. Establecer el valor en la segunda fila de 1.00, hacer click en la barra de color, y seleccionar verde.



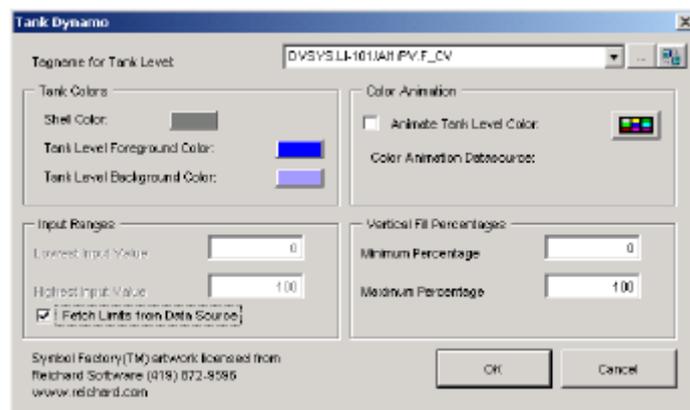
10. Hacer click en OK en ambos cuadros de dialogo.
La bomba estará situada en la pantalla.

Creando un tanque usando una dinamo.

Ahora el usuario debe crear un tanque, teniendo en cuenta que cuando la bomba esté en marcha el nivel del tanque descenderá.

➔ Para crear un tanque usando una dinamo:

1. En primer lugar, cerrar “PumpsAnim”.
2. Hacer doble click en “TanksAnim1” en el árbol de selección para abrir la carpeta de dinamos.
3. Pinchar y arrastrar el tanque etiquetado como, “TankWDoorD1” a la pantalla, colocándolo un poco por encima del motor, como se puede apreciar en la siguiente imagen.



4. En el cuadro de dialogo de la dinamo del tanque, navegar para localizar la siguiente etiqueta: LI-101/AI1/PC/CV.
5. Seleccionar “Fetch Limits from Data Source”.
6. Hacer click en OK.
El tanque quedará emplazado en la pantalla.
7. Cerrar la carpeta de dinamo, “TanksAnim1”.

4.9. Finalizando las pantallas de procesos

Para las otras partes de las pantallas, el usuario podrá hacer uso de la siguiente tabla y organizarla, como se mostró en la imagen al principio de esta sección.

Tabla 24. Dinamos.

Objeto	Parámetro	Carpeta de dinamo	Dinamo
Tuberías	Sin parámetros	Pipes	Según necesidad
Válvula de bloqueo	XV-101/DC1/PV_D/CV	ValvesAnim	ValveHorizontalOnOff1
Válvula automática	FIC-101/PID1/PC/CV	ValvesAnim	ValveHorizaontalControl1

➔ Para añadir las restantes dinamos:

1. Añadir una tubería vertical para conectar el tanque con el motor. Añadir un codo para conectar la tubería con otra tubería horizontal. Mover y redimensionar los objetos como sea necesario.
2. Añadir una válvula de bloqueo (XV-101), siguiendo la información suministrada en la tabla.
3. Añadir una tubería para conectar la bomba con la válvula de bloqueo.

4. Añadir una válvula automática para el lazo de control de caudal (FIC-101).
5. Añadir dos secciones de tuberías entre la válvula de bloqueo y la válvula automática, copiando y pegando la sección horizontal de tubería colocada previamente. Hacer click en el botón derecho del ratón, para usar el menú que aparece para que el usuario elija las opciones de edición.
6. Usar la herramienta “Line”, para dibujar líneas verticales, para indicar un orificio de restricción que mida el caudal.
7. Reorganizar los enlaces de datos, de modo que la pantalla quede como se mostró al principio de esta sección. Añadir las etiquetas de los equipos, como también se mostró en dicha imagen.

Enlaces para gráficas de tendencias (Trends).

Los enlaces de gráficas de tendencias o trends son usando para proveer al operador de gráficas de datos en tiempo real. El usuario puede añadir gráficos, mediante la selección de la herramienta de gráficos situada en la caja de herramientas. La herramienta de gráficos da la opción de poder diseñar las gráficas como el usuario desee, en cuanto a presentación, colores, etc.

➔ Para añadir un gráfico de 3 tendencias:

1. Hacer click en el botón de “Chart” en la caja de herramientas y mover el cursor dentro de la pantalla.
El cursor cambiará a una forma de cruz.
2. Mantener pulsado el botón del ratón y arrastrar para realizar una forma de rectángulo o cuadrado.
3. Dejar de pulsar el botón del ratón para colocar la gráfica en la pantalla.
4. Seleccionar la gráfica y moverla a la esquina superior derecha, por ejemplo, del área de trabajo.
5. Seleccionar la gráfica, hacer click con el botón derecho del ratón, y seleccionar, “Chart Configuration”, y hacer click en la pestaña “Chart”.

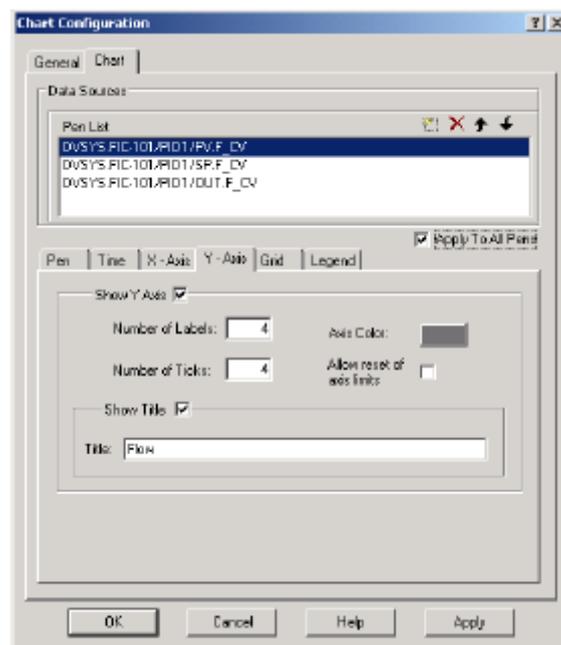
6. Para configurar cada una de las líneas de tendencias con los siguientes parámetros, hacer click en, “Add Pen”, y entonces seleccionar :

DVSY.S.FIC-101/PID1/PV.F_CV

DVSY.S.FIC-101/PID1/SP.F_CV

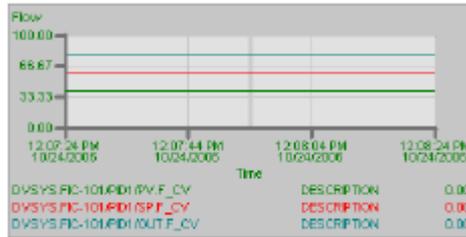
DVSY.S.FIC-101/PID1/OUT.F_CV

7. Seleccionar y eliminar la línea de tendencia que aparece por defecto (FIX32.NODE.TAGF._CV).
8. Hacer click en la pestaña, “Y-Axis” y cambiar el título a Cuadal.
9. Habilitar la opción, “Apply to All Pens”.



10. Hacer click en la pestaña, “X-Axis”, y cambiar el título a Tiempo.
11. Hacer lo mismo para todas las demás tendencias, con los cambios introducidos y hacer click en OK.

La gráfica aparecerá en la pantalla.



12. Guardar la pantalla.

Estableciendo las pantallas previa y posterior.

Al principio de esta sección, se describió la jerarquía de las pantallas y como enlazar las mismas para hacer más fácil al operador la navegación entre las mismas. El usuario puede establecer el orden mediante la herramienta de siguiente pantalla o anterior pantalla, de modo que el operador pueda pasar a la siguiente pantalla o a la anterior pantalla a la que se encuentra haciendo click en los iconos de flechas, que vienen definidos en la pantalla principal.

Por defecto, el botón de Pantalla general (“Overview”) en la pantalla de apertura de DeltaV está conectado a la pantalla estándar de “Overview”. Para el ejemplo que se ha desarrollado hasta el momento, la jerarquía para el proceso del tanque consistirá en un simple lazo que conecte la pantalla TANK101 a una copia del estándar de pantalla general (“Standard Overview”).

Para sistemas mucho más complejos, este lazo horizontal podría contener una serie de pantallas de tanques o quizás una progresión de pantallas desde la pantalla de un tanque a la pantalla de una caldera o a la pantalla de un reactor, etc.

El usuario puede tener un número de estos lazos horizontales para definir la secuencia de pantallas relacionadas.

Además, se puede disponer de unos enlaces tipo salto de pantallas, tales como botones para pulsar, que reemplacen la actual pantalla con otra pantalla que no esté definida en la secuencia.

➔ Para establecer la siguiente pantalla a la pantalla general “Overview Picture”:

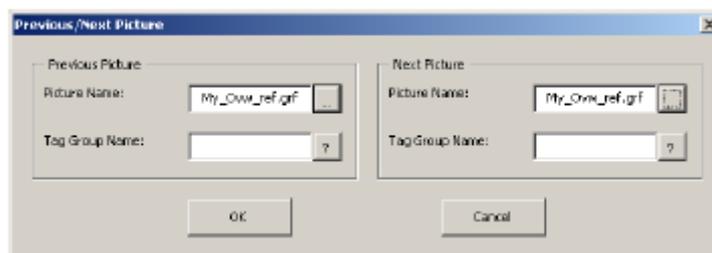
1. Abrir la pantalla general (“Ovw_ref.grf”) en la carpeta “Pictures”, en el árbol de selección. (No hacer ningún cambio en esta pantalla).
2. Guardar el archivo como, “My_Ovw_ref”.
3. Hacer doble click en la imagen del botón de “Next and Previous”



4. Para “Next Picture”, introducir TANK101, y hacer click en OK.
5. Guardar y cerrar “My_Ovw_ref”.

➔ Para enlazar la pantalla TANK101 con la pantalla general “Overview”:

1. Abrir la pantalla TANK101 en modo configuración.
2. Hacer doble click en la imagen del botón de “Next and Previous”, en la esquina superior izquierda de la pantalla TANK101.
3. Para “Previous Picture”, hacer click en el botón de los puntos suspensivos, junto al campo, “Picture Name”.
4. Seleccionar My_Ovw_ref.grf y hacer click en “Open”.
5. Para “Next Picture”, hacer click en el botón con el signo de interrogación junto al campo de “Picture Name”, seleccionar My_Ovw_ref.grf, y hacer click en “Open”.



6. Hacer click en OK, en el cuadro de dialogo de “Previous/Next Picture”.
7. Guardar la imagen, mediante, “File”]”Save”.

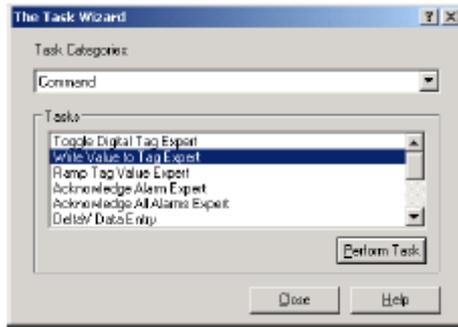
Creando los pulsadores para iniciar la secuencia de puesta en marcha de las bombas.

Después de crear los módulos de control para monitorizar y controlar el equipamiento para el lazo de control de caudal, el usuario debe crear un gráfico secuencial (SFC), para automatizar el proceso de la bomba. Una vez hecho esto, el operador debe disponer de alguna forma para poner en marcha la secuencia.

Existen numerosas formas de hacerlo. Por ejemplo, el usuario podría añadir un nuevo enlace de datos que permita la entrada de datos, con las opciones, “START” y “STOP”. Otra forma simple de hacerlo es mediante la creación de pulsadores en la pantalla de operación, TANK101.

➔ Para crear un pulsador para iniciar el SFC:

1. En la barra de menú, hacer click en “Insert”|”Push Button”.
2. Mover los pulsadores la espacio en blanco junto al enlace denominado FIC-101/MODE.
3. Hacer click en la herramienta de texto de la caja de herramientas y escribir el texto que deseamos que aparezca en el botón, por ejemplo, “Start Discharge”.
4. Redimensionar el botón para acomodarlo a la etiqueta del nombre.
5. Seleccionar el pulsador y hacer click en el botón, “Task Wizard”, en la barra de herramientas.
Se abrirá el cuadro de dialogo del asistente.
6. Seleccionar “Command” en la categoría desplegable, “Task Category” y en la lista inferior seleccionar “Write Value to Tag Expert”.



7. Hacer click en el botón, “Perform Task”.
El cuadro de dialogo de, “Write a Value Expert”, se abrirá.
8. En el campo “Fix Database Tag”, escribir o buscar: DVSYS.SFC-START/SP.F_CV
9. Hacer click en “Numeric”, y escribir 1 en el campo “Value”.

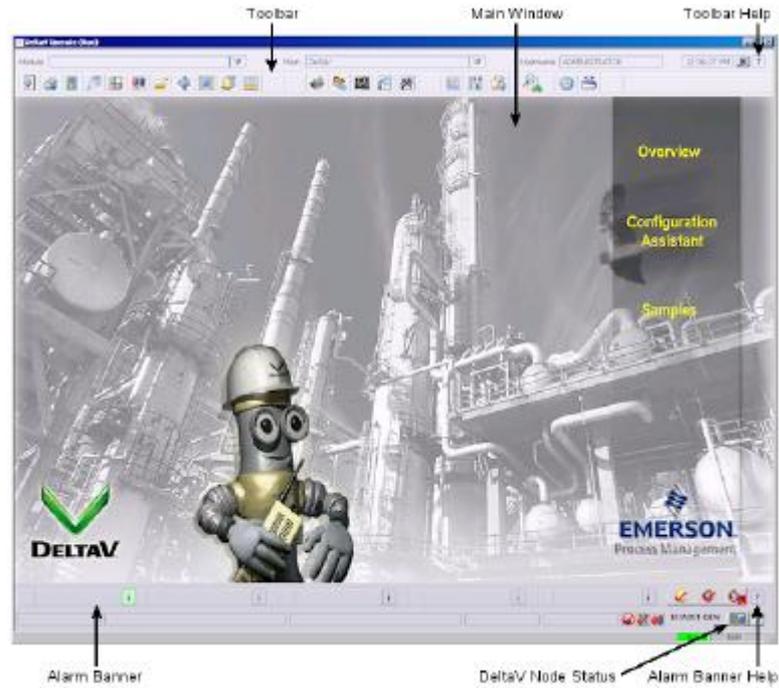


Este comando establece el valor para SFC en 1, el cual ha sido definido como el inicio de la secuencia.

10. Hacer click en “Close”, en el asistente, “Task Wizard”.
11. Guardar TANK101.
12. Cerrar DeltaV Operate.

4.10. Usando DeltaV en modo operación (“Run Mode”).

“DeltaV Operate”, en modo “run”, provee un un medio intuitivo y consistente para la operación de un proceso. El “escritorio del operador” y las características hacen que sea muy fácil aprender a usar esta aplicación.



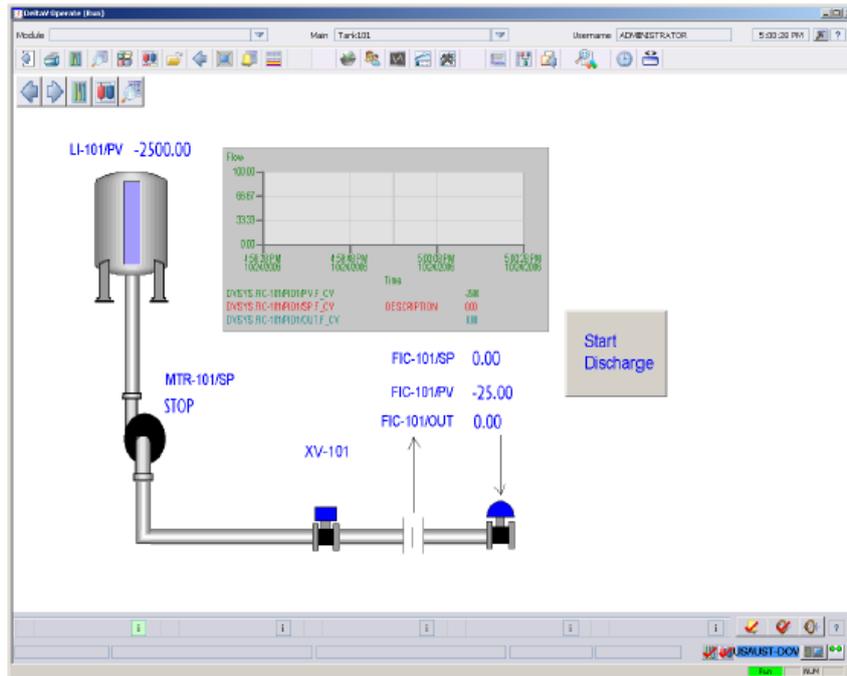
➔ Para abrir “DeltaV Operate”:

1. Hacer click en, “Start”|”All programs”|”DeltaV”|”Operator”|”DeltaV Operator Run”.

En ese momento, DeltaV Operator se abrirá en modo “Run”, abriendo la pantalla de inicio. Puede aparecer un mensaje de error del tipo “Data Retrieval Error”, hacer click en “Skip All” para ignorar todos los mensajes restantes de este tipo.

Para nuestro ejemplo desarrollado para explicar DeltaV, una vez que hemos abierto la aplicación de DeltaV Operator Run, debemos:

1. Hacer click en el icono, “Open” en la barra de herramientas, y entonces seleccionar My_Ovw_ref, desde la lista, “Replace Main Picture”, y hacer click en el botón “Enter”.
2. Para abrir la pantalla TANK101, hacer click en el botón “Next picture” en la esquina superior derecha en la pantalla “Overview”.



Historial, “Main”.

El campo, “Main”, en la barra de herramientas, consiste en un listado donde aparece la pantalla actual. El operador puede ir a otra pantalla rápidamente haciendo click en el nombre de la pantalla que desea y que aparece en el listado de históricos de las pantalla.

➔ Para abrir, la lista de históricos de “Main”:

1. Hacer click en la lista desplegable, junto al campo “Main”.
2. Se abrirá una lista con las pantallas recientemente visitadas.



3. Hacer click en el botón con forma de chincheta en la esquina superior izquierda.

Este botón con forma de chincheta, permite anclar la ventana y permanecerá abierta, aunque se cambien otras pantallas, hasta que no se vuelva a pinchar sobre el icono de la chincheta.

4. Hacer click en DeltaV
5. Hacer click en TANK101 para volver a los gráficos de proceso.

Los botones “standard” en la ventana principal.

Los cinco botones en la esquina superior izquierda son estándar para todas las pantallas creadas.

Las flechas, permiten al operador navegar desde la actual pantalla a las que estén definidas como “Previous” y “Next”.



Este botón permite desplegar la ventana “Faceplate” asociada al link seleccionado



Este botón permite desplegar la pantalla de detalle asociada al link seleccionado



Este botón reemplaza la actual pantalla principal con la pantalla de control primario para el link seleccionado.



Pantallas “Faceplate” y “Detail”.

Para abrir una pantalla “Faceplate” o “Detail” para un módulo, usando un botón estándar en la esquina superior izquierda de la ventana principal, para ello se deberá seleccionar en primer lugar el módulo, haciendo click en uno de los disponibles.

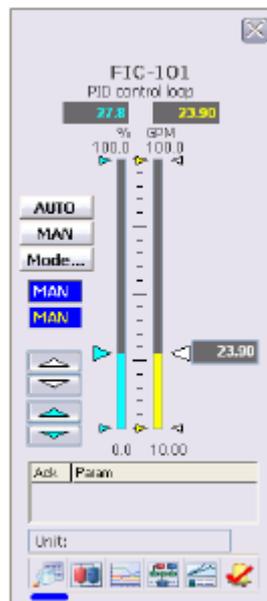
“Faceplate” permite acceder a los parámetros de operación más importantes. La pantalla “Detail” provee acceso a la mayoría de los parámetros de tuning e información sobre diagnóstico. La librería de módulos de DeltaV tiene predefinidos para cada uno de los módulos, una pantalla “Faceplate”, una pantalla “Detail” y una pantalla “Trend”.

Si el módulo no ha sido seleccionado, el usuario puede elegir el módulo haciendo click en el icono de “Faceplate” o “Detail” en la barra de herramientas. Un cuadro de dialogo se abrirá, y en el podemos indicar el nombre del módulo. La correspondiente ventana “Faceplate” o “Detail” emergerá y el nombre del módulo se

añade a la lista de históricos de módulos. Esta lista permite que el usuario seleccione, para cualquier módulo que se encuentre en la lista, las ventanas de “Faceplate”, “Detail” o “Primary Control”.

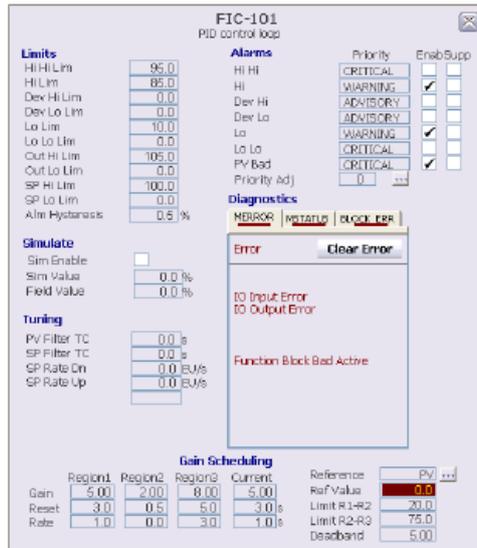
➔ Para abrir las pantallas “Faceplate” y “Detail”

1. Hacer click en el enlace de datos paqra FIC-101/SP.
Notar que el enlace de datos de la esquina superior derecha cambia para mostrar el enlace seleccionado actualmente.
2. Hacer click el botón “Faceplate” para que emerja el “Faceplate” para este módulo.



En el fondo de la imagen, podemos ver que se encuentra subrayada la pantalla “Detail”. Esto es indicativo de que existe un problema con el módulo (en este caso, no hay I/O).

3. Cambiar el modo a AUTO, haciendo click en el botón AUTO en la pantalla “Faceplate”.
4. Cambiar el setpoint, a un nuevo valor.
5. Abrir la ventan “Detail”, haciendo click en el botón “Detail” en la pantalla de “Faceplate”.



En la ventana “Detail”, el operador puede cambiar los parámetros de sintonización, tales como ganancia, tiempo integral, tiempo derivativo, límites por alto o por bajo, habilitar y deshabilitar alarmas, si han sido configuradas como cambiables.

6. Cerrar la pantalla “Detail”.
7. Cerrar la pantalla “Faceplate”

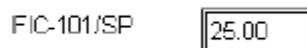
Introduciendo datos.

Algunos de los enlaces de datos en la pantalla TANK101 han sido habilitados para permitir cambios en sus valores por parte del operador. Cuando se desplaza el puntero sobre estos campos se destaca en una caja. Para realizar un cambio, hacer click en el campo, e introducir un nuevo valor y presionar la tecla Enter.

➔ Para cambiar el setpoint de un lazo de control:

1. Hacer click en el valor del enlace de datos, para el setpoint del lazo de control.

El valor queda destacado



2. Introducir el nuevo valor, como por ejemplo 50, y presionar la tecla Enter.

Reconociendo las alarmas.

Si hay alguna alarma asociada a un módulo de control y dicha alarma ocurre durante la operación, el nombre del módulo se mostrará en el banner de alarmas, en la parte inferior de la pantalla del operador. Las alarmas tienen una prioridad descendiente desde “Critical”, “Warning” o “Advisory”, y un estado para saber si han sido reconocidas o no.

Las alarmas sin reconocer son más importantes que las alarmas reconocidas. Para alarmas con la misma prioridad y estado, aquellas que son más recientes son más importantes que las más antiguas. Dependiendo de la resolución de la pantalla, las cinco o seis alarmas más importantes, serán mostradas en el banner de alarmas. Seleccionando los botones pequeños en la parte derecha del botón de la alarma desplegada, mostrará información adicional sobre la alarma en la línea por debajo de los botones de alarma.



El operador puede hacer click, en el botón de alarma para ir inmediatamente a la pantalla identificada como “Primary Control” para este módulo.

Para reconocer las alarmas, el operador, puede:



- Hacer click en el botón de “Alarm” en la esquina inferior derecha del banner de alarmas, reconociendo la alarma en la pantalla principal.
- Hacer click en el botón “Alarm” en la parte inferior de la pantalla “Faceplate” correspondiente al módulo en cuestión, reconociendo todas las alarmas relacionadas con este módulo.

Si además hay una alarma audible, hacer click en “Silence Horn”, para silenciar la alarma. Esto, sin embargo, no hace que la alarma sea reconocida.



Además, a las alarmas mostradas en los gráficos de proceso, existe una pantalla donde se recogen todas las alarmas activas y su prioridad. Para ver esta lista, el operador debe hacer click en el botón “Alarm List”, en la barra de herramientas.



4.11. Registro y muestreo de datos

El sistema de DeltaV tiene la posibilidad de “coleccionar” una serie de parámetros definidos por el usuario, en cuanto a valores de campo, alarmas y eventos. Las tres características más destacadas de esta “colección” de datos y su representación, son:

- Detección mediante la definición del histórico en los módulos y nodos.
- Almacenamiento, mediante el subsistema, “Continuous Historian”.
- Representación de los datos a través de la aplicación “Process History View”.

El sistema de DeltaV, permite también la exportación de datos a Microsoft Excel, y de esta manera poder realizar un análisis intensivo de todos los datos obtenidos para realizar informes futuros.

Recolección continua de datos de proceso

Las siguientes subsecciones, contienen información sobre la recogida de datos en el sistema de DeltaV.

History Collection

La función de históricos, define los parámetros de los módulos o de los nodos que son monitorizados y almacenados en el subsistema de DeltaV, “Continuous Historian”.

El histórico es una parte integral del módulo. Si copiamos un módulo que tiene un histórico, el nuevo módulo incluirá el histórico. Esto posibilita al usuario a establecer un histórico para determinados parámetros clave y copiar el módulo para aplicaciones similares.

Continuous Historian y subsistema de alarmas y eventos

Cada estación de trabajo, incluye un subsistema “Continuous Historian” que detecta y almacena los datos históricos y un subsistema de alarmas y eventos que detecta y almacena, los eventos y alarmas del sistema.

El subsistema “Continuous Historian” monitoriza los históricos de los módulos en el área base, y el subsistema de alarmas y eventos monitoriza las alarmas y eventos en el área base. Si el usuario mueve un módulo de un área a otra, el histórico se mueve con el módulo.

El usuario puede establecer una adquisición de datos por duplicado y almacenarla, mediante la asignación en un área de dos o más subsistemas “Continuous Historian”.

El usuario debe asignar las áreas desde las que quiere que el subsistema, almacene los históricos, activando la colección de históricos en la estación de trabajo y descargando la colección a la estación de trabajo, a través del DeltaV Explorer o mediante el Control Studio.

Asignación de módulos creados al subsistema de históricos

Asignando un área al subsistema “Continuous Historian”, permite que dicho subsistema almacene los históricos desde los módulos asignados a un área determinada. Asignado también esta área al subsistema de alarmas y eventos, permite al sistema almacenar las alarmas y eventos que se produzcan.

A continuación se utilizará, uno de los módulos creados para la simulación, para exponer un ejemplo de cómo se debe proceder a la asignación de los subsistemas descritos.

1. Abrir o restaurar DeltaV Explorer
2. Desplazarse a la estación de trabajo donde se encuentran los datos que queremos almacenar del proceso.
3. Hacer doble click en la estación de trabajo, para expandir su contenido.

Un número de iconos, incluyendo el icono “Operator”, un icono de “Alarmas and Events”, un icono de “Continuous Historian y un

icono de “Batch Historian”, se habrán desplegado bajo el icono de la estación de trabajo.

4. Seleccionar “Continuous Historian”.
5. Hacer click con el botón derecho del ratón, seleccionar “Assign Area”, y en el desplegable, seleccionar “PLANT_PILOT”.
6. Hacer click en el botón de OK, del cuadro de dialogo.
7. Seleccionar “Alarms and Events”.
8. Hacer click con el botón derecho del ratón, seleccionar “Assign Area”, y seleccionar “PLANT_PILOT”.
9. Hacer click en OK, en el cuadro de dialogo.

“PLANT_PILOT” aparecerá en “Contents View” para los subsistemas “Continuous Historian” y “Alarms and Events”. Dichos subsistemas almacenarán los históricos, alarmas y eventos del sistema.

El siguiente paso es habilitar los históricos en la estación de trabajo.

Habilitar el almacenamiento de históricos

Para habilitar el almacenamiento de históricos desde “Continuous Historian”:

1. En la estación de trabajo, hacer click en el subsistema “Continuous Historian”.
2. Hacer click en el botón derecho y entonces hacer click en propiedades.
3. Hacer click en “Enabled”.
4. Hacer click en la pestaña “Advanced”.
Esta pestaña, permite al usuario establecer el máximo tamaño y tiempo a la base de datos de los históricos. El usuario también puede habilitar una exportación automática de los históricos, habilitando las características y estableciendo un directorio en la estación de trabajo, fuera del sistema de DeltaV.
5. Hacer click en OK.

Habilitar el almacenamiento desde “Alarms and Events”.

1. En la estación de trabajo, hacer click en el subsistema de “Alarms and Events”.
2. Hacer click en el botón derecho y seleccionar propiedades.
3. Hacer click en habilitar “Enabled”, si no estuviese ya seleccionado.
4. Hacer click en la pestaña “Advanced”.
5. Establecer el tamaño cronológico máximo a 2500.
6. Hacer click en OK.

Descargar la estación de trabajo.

Para descargar la estación de trabajo, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Seleccionar la estación de trabajo, en la que queramos realizar la descarga.
2. Hacer click con el botón derecho del ratón, y hacer click en “Download|ProfessionalPlus Station”.
3. Leer el mensaje que aparece, y si el usuario está seguro de que en ese momento no se está controlando ningún proceso, hacer click en “YES” para acepta el mensaje. (Aceptar la opción por defecto para verificar la configuración.)
4. Una ventana se abrirá, mostrando el progreso de la descarga y suministrando detalles sobre los problemas que se pueden ir produciendo.
5. Hacer click en “Close”, para cerrar el cuadro de diálogo.

Visualización de los datos

Ahora que ya tenemos definidos los datos que queremos almacenar e indicado al sistema que comience a grabarlos, el usuario puede crear una gráfica, para representar las tendencias de los módulos y mostrar los eventos. Hay tres tipos de gráficas o cuadros:

- E + Chart: muestra las tendencias del módulo y los eventos mostrados en un cuadro adjunto.

- Chart: muestra sólo las tendencias de un módulo.
- Event: Muestra solo los eventos históricos en un cuadro.

Para realizar un gráfico de históricos

1. Hacer click “Start”| “All Programs”|”DeltaV”|”Operator”|”Process History View”.
2. Seleccionar “File”|”New”.
3. Hacer click en “E+Chart” en la caja de dialogo “New”.
El cuadro de configuración aparecerá.
4. Hacer click en el botón “Add” y entonces hacer click en el botón “Browse” en la ventana “Parameter Reference Entry dialog box”.
5. Seleccionar los parámetros del módulo en el campo “Object Type” y seleccionar el parámetro que se desee visualizar.
6. Hacer click en OK, en el cuadro “Parameter Reference Entry dialog”.
7. Volver al cuadro de dialogo de configuración de la gráfica, hacer click en “Add” y añadir el valor que se quiere monitorizar.
8. Hacer click en OK.
9. Hacer click en “New Axis” y seleccionar la pestaña para el valor seleccionado.
10. Hacer click en la pestaña “Multiple Y-Axes”.
11. Hacer click en la flecha y desplegar la lista, seleccionando 50/50 en “Axes Styles” para crear dos escalas de Y para mostrar los valores.
12. Hacer click en la pestaña de “Configure Chart”, y teclear el título del gráfico.
13. Hacer click n OK para cerrar en cuadro de dialogo de configuración.
14. Cerrar la aplicación “Process History View”.

Excell Add-In

“Excel Add-In”, permite leer y escribir parámetros de DeltaV a través de Microsoft Excel. El usuario puede usar el poder de gestión de Excel para generar informes, crear gráficos entre otros aspectos.

A continuación, se describe la implantación de una hoja de cálculo para visualizar los valores de los parámetros obtenidos de la estrategia de control. Esta descripción incluye la instalación del addons, establecer un intervalo, y lectura de los parámetros.

Instalando “Excel Add-In”

Para poder utilizar “Add-In”, debemos seleccionar el addon desde Excel. Esto hace que todas las funciones disponibles del addon, estén disponibles en cualquier momento que utilicemos Excel.

Para instalar el “Excel Add-In” en Excel, los pasos que debemos seguir, son los siguientes:

1. Abrir Excel
2. Seleccionar Herramientas|Add-Ins.
3. En el cuadro de dialogo de “Add-In”, seleccionaar “Browse” y navegar al directorio de Excel en la ruta del directorio de DeltaV, por ejemplo:

C:\DeltaV\Excel

4. Seleccionar DeltaV.xla y hacer click en OK.

Utilizando “Excel Add-In

Una vez que se ha cargado “Excel Add-In” en DeltaV, Excel muestra una barra de herramientas con dos botones de asistente de DeltaV, en la hoja de cálculo. El asistente ayuda al usuario a crear en su hoja de cálculo, funciones de DeltaV para poder leer en tiempo real los datos y poder escribir funciones de ejecución.

Establecer un intervalo de actualización

Para esto se deben seguir los siguientes pasos:

1. Seleccionar una celda de la hoja de cálculo del libro donde queramos almacenar el intervalo de actualización. El intervalo de

actualización es un espacio de tiempo en el cual los datos del libro son actualizados.

2. Hacer click en el botón “Create DeltaV function”.
El primer cuadro de dialogo del asistente se abrirá.
3. Hacer click en “Set Shortest Update Interval” y hacer click en “Next”.
Se abrirá una ventana, denominada “The Set Minimum Update Interval”.
4. Hacer click en “Selected”, y de esta forma el intervalo de actualización quedará almacenado en la celda seleccionada.
5. Seleccionar un intervalo de actualización. El mínimo recomendado es de 5 segundos.
6. Hacer click en OK.

Para leer el valor de un parámetro

Para leer el valor de un parámetro, los pasos que se deben seguir son los siguientes:

1. En la hoja de cálculo, seleccionar la celda que contenga la función de lectura de DeltaV (DeltaV read function). (Seleccionar otra celda distinta, de la utilizada para el intervalo de actualización).
Aquí será donde el “Add-In”, escribirá el valor del parámetro. Elegir una celda, con al menos otra celda en blanco a su izquierda. La celda en blanco será utilizada para escribir el nombre del parámetro elegido.
2. Hacer click en el botón de asistente para crear una función DeltaV (Create DeltaV function).
3. En el cuadro de dialogo del asistente, hacer click en “Read Real-Time Data” y hacer click en “Next”.
4. En el cuadro de dialogo de “Read Real-Time Data”, hacer click en “Browse” para seleccionar el parámetro.
5. El usuario deberá comprobar que el tipo de dato está configurado como numérico para que devuelva un valor numérico.

6. Seleccionar “Paste parameter path to the left of result”, para pegar el parámetro a la izquierda de la función que ha sido creada.
7. Hacer click en “Finish”.
8. Cerrar Excel sin guardar el libro.

Continuous Historian Excel Add-In

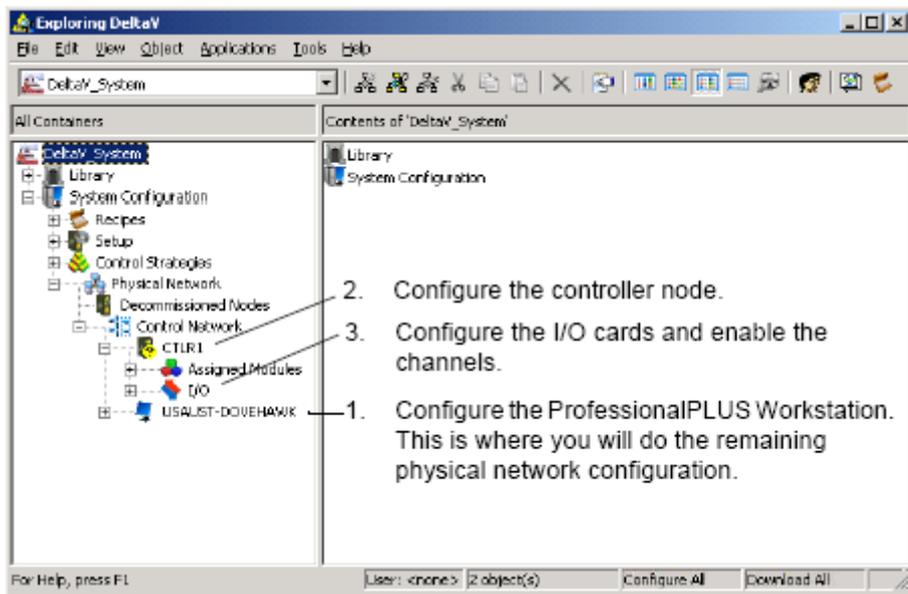
El addon de Excel para “Continuous Historian” proporciona cuatro funciones (para configurar un único valor, interpolar y calcular datos) que ayudan a la creación de libros de Excel detallados que contienen históricos procedentes de la base de datos.

4.12. Configuración de la red, carga y asignación de licencias e instalación de las cuentas de usuario

Una vez que esté conectado físicamente el hardware, es necesario configurar dicho hardware, para que de esta forma el sistema DeltaV haga que los controladores, las estaciones de trabajo y las tarjetas I/O trabajen conjuntamente con el software de DeltaV. Tan pronto como se tenga configurado la primera estación de trabajo, es necesario instalar las cuentas de usuario mediante la aplicación “DeltaV User Manager”, que se describirá más adelante.

En esta sección se describirá como configurar los controladores y el nodo de las estaciones de trabajo, así como también las tarjetas I/O. Antes de esta configuración, el hardware debe estar conectado y en marcha. DeltaV dispone de un manual titulado “*Installing Your DeltaV Digital Automation System*”, por si el usuario precisa de más información sobre la instalación física del hardware.

Observando la pantalla de “DeltaV Explorer”, en la parte inferior se puede observar como los controladores, estaciones de trabajo y las tarjetas I/O, se encuentran dentro de la estructura de un sistema de procesos de DeltaV. Los números muestran la secuencia típica para configurar el hardware.



Configurando las estaciones de trabajo de DeltaV

El sistema de DeltaV proporciona una aplicación para la configuración de las estaciones de trabajo, que guía al usuario a través del procedimiento para la configuración de las estaciones de trabajo en nuestro sistema.

En primer lugar se deberá configurar la estación de trabajo “ProfessionalPLUS”. Solo habrá una estación de trabajo “ProfessionalPLUS” en el sistema de DeltaV. Si hubiesen más estaciones de trabajo para configurar, el usuario deberá escribir la información de configuración del dispositivo en un “pendrive” o en un “floppy disk” (desde la estación de trabajo “ProfessionalPLUS”) para configurar estas estaciones de trabajo.

Las etapas específicas que se deberán acometer para configurar la estación de trabajo “ProfessionalPLUS”, dependerán de las opciones de configuración que el usuario elija.

Básicamente, la configuración de la estación de trabajo “ProfessionalPLUS” involucra la definición de dicha estación de trabajo, como “ProfessionalPLUS” (con el mismo nombre que la estación de trabajo) y realizar los ajustes de red. Configurar el resto de estaciones de trabajo, involucra algunas etapas más.

Una vez que el usuario ha configurado las estaciones de trabajo, deberá cargar y asignar las licencias y descargar las estaciones de trabajo en DeltaV Explorer.

Accediendo a la configuración de la estación de trabajo de DeltaV

Cuando pongamos en marcha por primera la estación de trabajo, la aplicación para la configuración de la misma se iniciará automáticamente. Si elegimos no configurar la estación de trabajo por ahora, entonces el usuario necesitará abrir la aplicación desde el grupo de programas de DeltaV, cuando desee realizar dicha configuración.

Es importante saber, que no se podrá hacer ningún tipo de trabajo con DeltaV a menos de que se haya configurado la estación de trabajo.

➔ Para acceder a la aplicación de configuración de la estación de trabajo:

1. Hacer click en “Start”]”All Programs”]”DeltaV”]”Installation”]”DeltaV Workstation Configuration”.
La pantalla inicial se abrirá automáticamente.



2. Seleccionar “ProfessionalPLUS” y hacer click en el botón “Next”. La aplicación de configuración de la estación de trabajo guiará al usuario a través del proceso de configuración de “ProfessionalPLUS”.

La aplicación de configuración de la estación de trabajo instalará los ajustes de la red de la estación y creará la base de datos donde se mantendrá la configuración del sistema DeltaV.

Este proceso puede durar algunos minutos para que se complete. A continuación el sistema pedirá que el ordenador se reinicie para que los cambios en la configuración tengan efectos.

Licencias del software de DeltaV

Antes que el usuario pueda descargar la configuración del software de DeltaV, el usuario deberá adjuntar el denominado “System Identifier” a la estación de trabajo “ProfessionalPLUS”, cargar las licencias en la estación de trabajo “ProfessionalPLUS” desde el disco y asignar dichas licencias a la estación de trabajo o estaciones de trabajo y a los controladores en la red de DeltaV.

“System Software”

La versión principal del software requiere una licencia. La versión principal es la cual en la que el primer dígito en el número de la versión que cambian de la versión anterior. Siempre se requiere una licencia de la versión principal cuando se realiza una actualización desde una versión anterior y para la instalación por primera vez.

“Controller Software”

La licencia para el software del controlador, para poder realizar el control de forma continua, se obtiene a través de 4 licencias basadas en las entradas y salidas, I/O. Para el control por cargas, se añade una quinta licencia; este sistema de licencias se conoce como “Advanced Unit Managment license”. Este sistema de licencias está asignado a la estación de trabajo “ProfessionalPLUS” y determina cual de ambas funcionalidades está disponible en cada control en el sistema y el tamaño potencial del sistema. El tamaño del sistema esta expresado en “Device Signal Tags” (DSTs).

Cuando se adquiere las licencias del controlador, es necesario, sobre todo por motivos económicos, entender las diferencias entre los cuatro tipos de licencias, basadas en las entradas y salidas (“I/O-based licenses”), las cuales son:

- “Discrete Monitor Input”.
- “Discrete Control Output”.

- “Analog Monitor Input”.
- “Analog Control Output”.

Para los controles en el sistema, el usuario seleccionará el tamaño específico DST de las cuatro licencias basadas en las entradas y salidas, contando las entradas discretas, las salidas discretas, las entradas analógicas y las salidas analógicas requeridas en el proceso.

Por lo tanto, se deberá solicitar cada licencia con un tamaño igual o mayor que el número total de entradas y salidas. Por ejemplo, se solicitará una licencia tipo “100-DST Discrete Monitor Input license” para un sistema en el que haya que conectar 100 entradas discretas en el controlador, o en los controladores o solicitar una licencia tipo “100-DST Analog Control Output license” para un sistema en el que haya que conectar 100 salidas analógicas en el controlador o controladores. Estas licencias habilitan las señales de entradas y salidas vía I/O convencional, I/O bus, o I/O en serie. Los libros de ayuda “on-line” proporcionan una mayor y más detallada de este sistema de licencia.

Si el proceso es por cargas, se debe seleccionar una licencia a través de “Advanced Unit Management license” con un tamaño DST igual al número de DSTs usadas.

El usuario también debe especificar el número total de DSTs (la suma de todas las DSTs asociadas con las cuatro licencias basadas en las I/O), cuando se seleccione la licencia “ProfessionalPLUS”.

Software de la estación de trabajo

Cuando se instale el software de DeltaV en un PC o en un servidor, el asistente de instalación habilita al usuario a que defina el PC o el servidor como uno de los tres tipos de nodos: “ProfessionalPLUS”, “Operator” o “Application”. Una vez que la instalación del software se haya completado, el usuario debe determinar la funcionalidad y el tamaño de la estación por medio de las licencias de software. Las claves de las licencias están agrupadas en los paquetes de software. Cada paquete habilita el uso específico de las funciones y aplicaciones definidas en las hojas de datos en el producto.

Después de instalar el paquete de licencias, el usuario puede instalar las actualizaciones y mejorar las licencias. Las actualizaciones de las licencias añaden nuevas características y funcionalidades a la licencia inicial y la mejora de las licencias incrementa la capacidad de la licencia.

Controladores redundantes

Cada par de controladores redundantes, precisan de una licencia de controladores redundantes independiente.

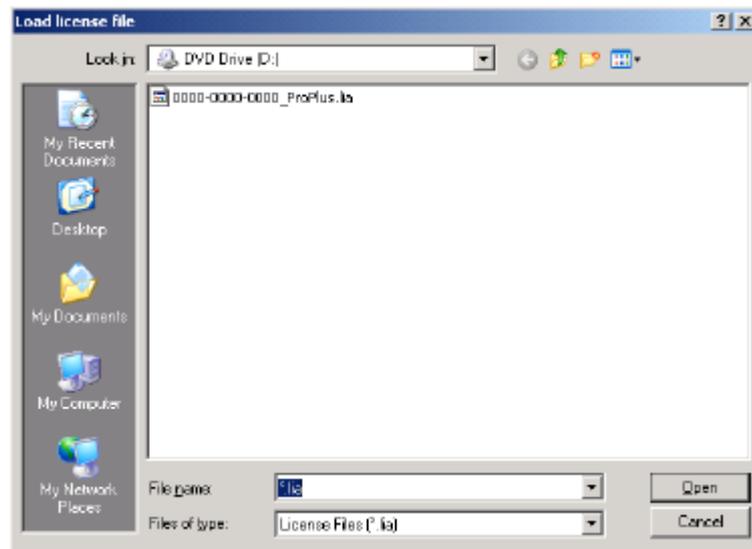
Asignación y carga de licencias

El usuario deberá utilizar DeltaV Explorer desde la estación de trabajo “ProfessionalPLUS” para cargar las licencias desde el CD de licencias (situado en el paquete de licencias, “License Pack”), y asignar las licencias a los nodos.

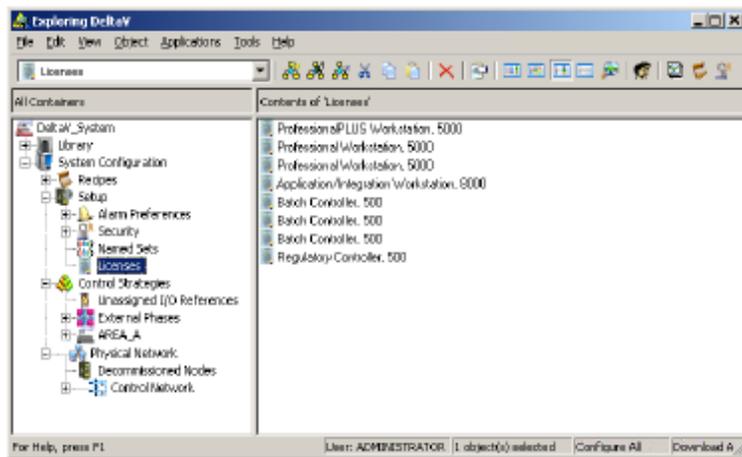
Carga de licencias

Desde la estación de trabajo “ProfessionalPLUS”:

1. Hacer click en “Start”\”All Programs”\”DeltaV”\”Engineering”\”DeltaV Explorer” para abrir el DeltaV Explorer.
2. Insertar el CD de licencias.
3. Una vez en DeltaV Explorer, seleccionar “File”\”Licensing”\”Load License File”, se abrirá el cuadro de dialogo “The Load License File”:



4. Seleccionar el archivo de licencia a cargar, y hacer click en “Open”.
5. Leer la información en “Terms and Conditions” en el cuadro de dialogo, y si se está de acuerdo con las condiciones y términos introducir la información reequerida y hacer click en “Next”.
6. Rellenar la información en “User Contact Information” y hacer click en “Next”.
7. Rellenar la información en el cuadro de dialogo de “End User Company Information” y hacer click en “Next”.
8. Leer la información en el cuadro de dialogo “Registration”, y hacer clic en “Finish”.
9. La licencia está cargada en la carpeta de licencias. Dicha carpeta se encuentra en “System Configuration”|”Setup” en la parte izquierda del Explorer. Seleccionar la carpeta de licencias para ver las licencias.

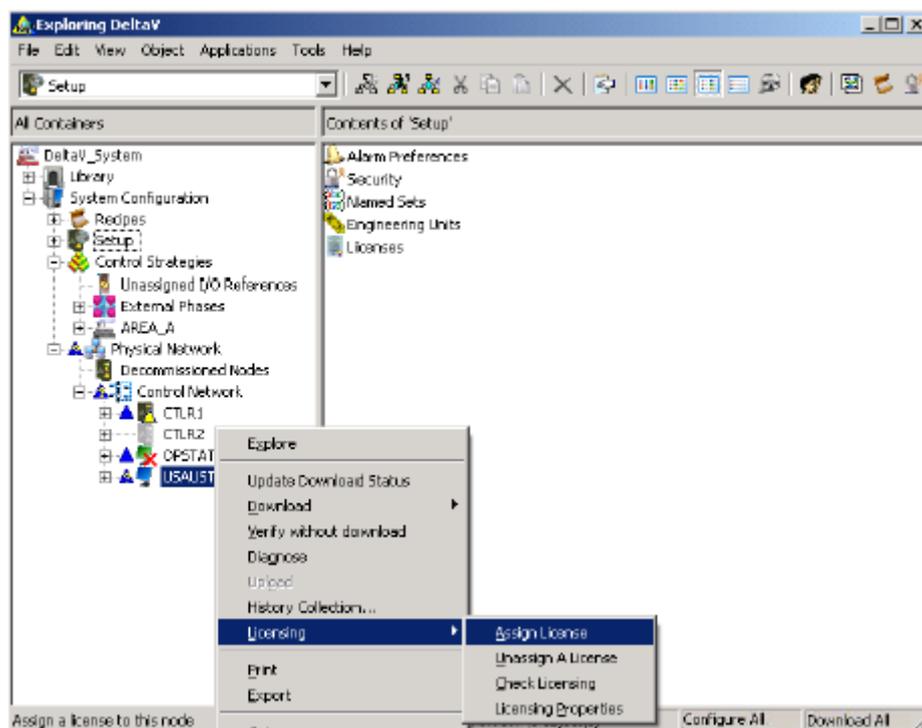


Asignar las licencias a los nodos

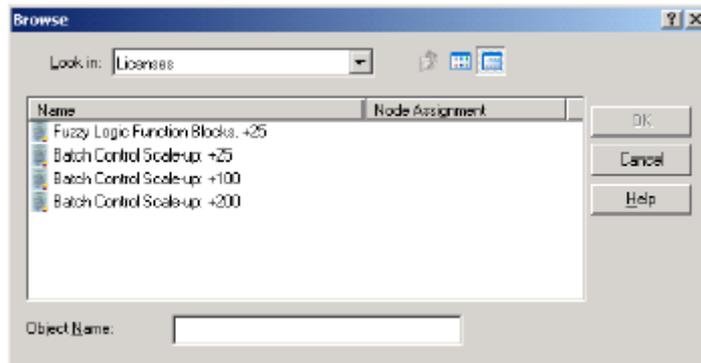
Una vez que las licencias han sido cargadas, el usuario asignará las licencias a los nodos (estaciones de trabajo y controladores). Típicamente, los controladores requieren una licencia y una estación de trabajo requiere una o más licencias.

➔ Para asignar licencias:

1. Seleccionar el nodo, hacer click con el botón derecho, y seleccionar “Licensing”|”Assign License”.



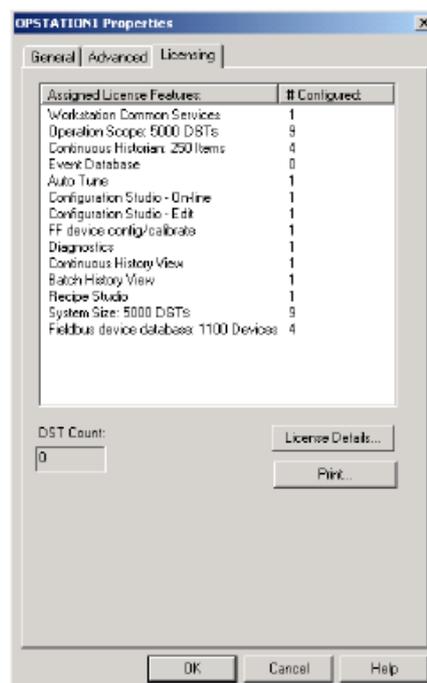
Se abrirá un cuadro de dialogo mostrando solo las licencias compatibles con ese nodo. Si el nodo seleccionado es un nodo de controlador, múltiples tipos de licencias son compatibles, como se muestra en la siguiente figura.



2. Seleccionar las licencias que el usuario quiere asignar al nodo y hacer click en OK.

➔ Para ver los detalles de licencias:

1. Seleccionar el nodo en el cual el usuario quiere ver los detalles de las licencias, y hacer click en el botón derecho del ratón.
2. Seleccionar “Properties” desde el menú de opciones y hacer click en la pestaña “Licensing”.



3. Hacer click en el botón de “Licensing Details” para ver los detalles en las características incluidos en cada una.

Hay dos formas de asignar licencias:

1. Abrir la carpeta de licencias, “Licenses Folder”, pinchar y arrastras desde la lista al nodo.
2. Abrir la carpeta de licencias y usar el menú de licenicas para asignarlas al nodo. A este menú se accede a través del botón derecho del ratón.

Descargar la estación de trabajo ProfessionalPLUS

Cuando el usuario haya terminado de configurar la estación de trabajo y asignado las licencias necesitará descargar la configuración. Antes de hacer esto, deberá estar seguro de que el “System Identifier” ha sido conectado a la estación de trabajo ProfessionalPLUS.

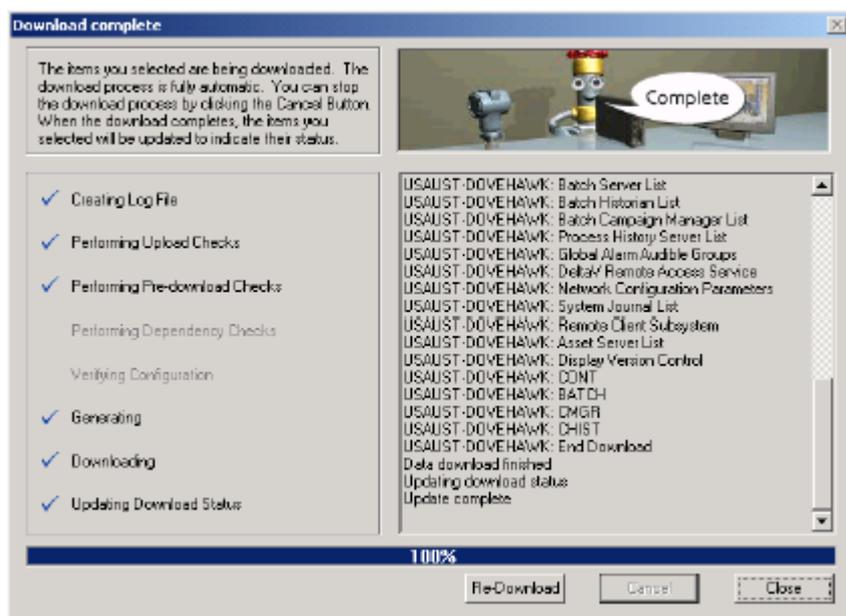
➔ Para descargar la configuración de la estación de trabajo:

1. Abrir DeltaV Explorer, “Start”|”All Programs”|”DeltaV”|”Engineering”|”DeltaV Explorer”.
2. Desde “Control Network”, seleccionar la estación de trabajo, hacer click en el botón derecho del ratón y seleccionar “Download”|”ProfessionalPLUS Station”.
3. Leer el mensaje que aparece y si el usuario está seguro de que en ese momento no se está controlando ningún proceso, hacer click en “Yes” para confirmar el mensaje y aceptar en “Confirm Download”.

Se abrirá una ventana que mostrará el progreso de la descarga y suministrará detalles sobre cualquier problema que ocurra.

4. Hacer click en “Download Anyway”, si el cuadro de mensaje “Configuration Check Results” aparece, para continuar con la descarga.

Hay que tener en cuenta que si no tenemos asignadas las entradas y salidas, probablemente aparecen algunos mensajes advirtiendo al usuario de esto.



5. Hacer click en “Close” para cerrar el cuadro de dialogo “Download”.

Configurando otras estaciones de trabajo

Antes de configurar otras estaciones de trabajo, el usuario deberá añadir sus nombres a la red de control en DeltaV Explorer. Entonces se creará un “floppy disk” desde la estación de trabajo “ProfessionalPLUS” para configurar las otras estaciones de trabajo.

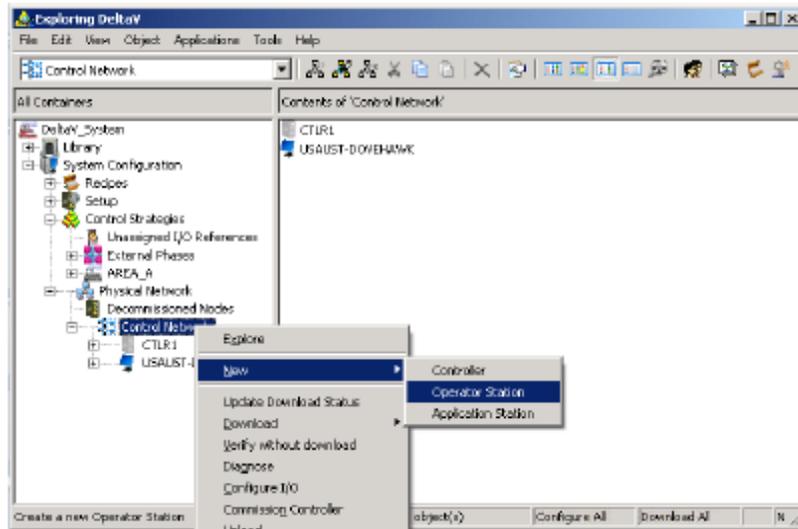
La estación de trabajo “ProfessionalPLUS”, así como las otras deberán estar conectadas a la red antes de que el configurador de la estación de trabajo (“Workstation Configuration”) esté en marcha. Las estaciones de trabajo deberán estar disponibles para comunicar con la estación de trabajo “ProfessionalPLUS” para una descarga exitosa.

Los siguientes pasos se deben realizar la estación de trabajo “ProfessionalPLUS”.

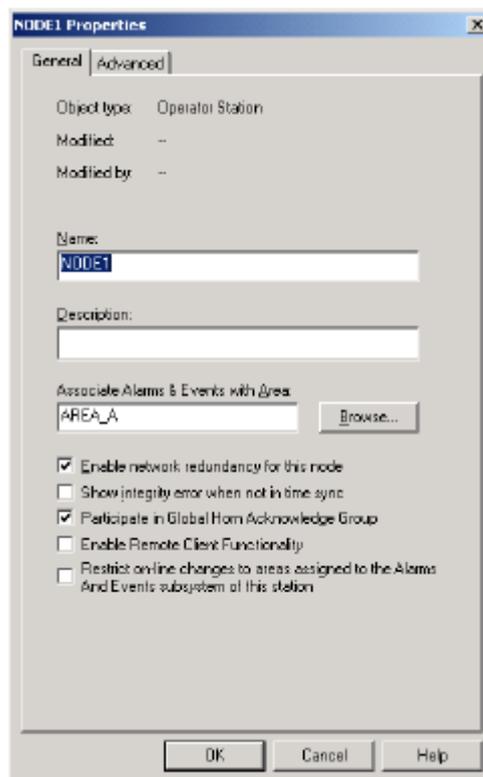
➔ Para añadir otras estaciones de trabajo a DeltaV Explorer:

1. En la estación de trabajo “ProfessionalPLUS”, abrir el DeltaV Explorer.

2. Seleccionar “Control Network” y hacer click en el botón derecho del ratón.
3. Desde el menú, seleccionar “New”|”Operator Station”.



El cuadro de dialogo “Node Properties” se abrirá.



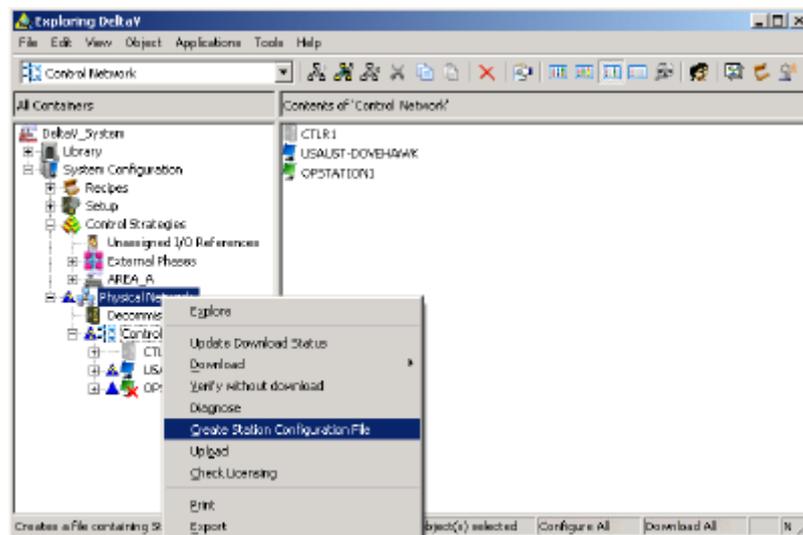
4. En la pestaña “General”, introducir el nombre para “Operator Station”.
5. Aceptar los ajustes por defecto y hacer click en OK.
6. El nuevo nodo de la estación de trabajo aparecerá bajo “Control Network”.

➔ Para crear un “diskette” de configuración:

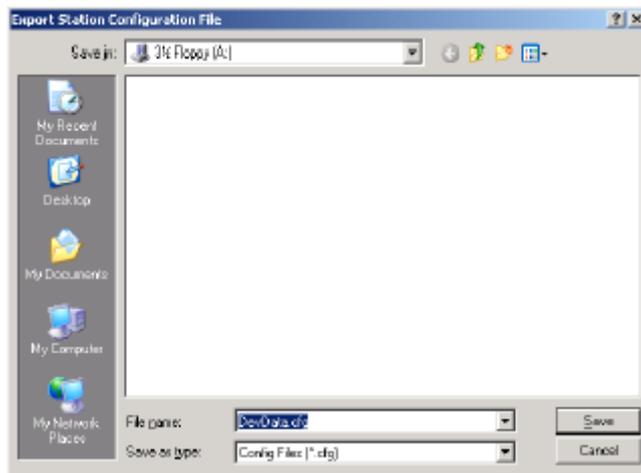
Si el usuario decide no crear inmediatamente un “diskette” de configuración después de añadir las estaciones de trabajo en el DeltaV Explorer, el usuario necesitará acceder más tarde al procedimiento de forma manual.

Los siguientes pasos se llevarán a cabo en la estación de trabajo “ProfessionalPLUS”. Se necesitará un disco en blanco para insertarlo en el “floppy drive” para almacenar el archivo de configuración.

1. Abrir DeltaV Explorer, si no estuviese ya abierto.
2. Insertar un disco en blanco en el drive A:
3. Seleccionar “Physical Network” y hacer click en el botón derecho del ratón.



4. Seleccionar “Create Station Configuration File” desde el menu. Un cuadro de dialogo se abrirá para que el usuario especifique el nombre del archivo y el destino. Por defecto el nombre del archivo será: DevData.cfg y el destino será el drive A:



5. Hacer click en “Save”.

➔ Para configurar otras estaciones de trabajo:

Estos pasos se llevarán a cabo en las estaciones de trabajo.

1. Abrir la aplicación “Workstation Configuration” haciendo click en “Start”|”All Programs”|”DeltaV”|”Installation”|”DeltaV Workstation Configuration”.
2. Hacer click en “Next” en la pantalla de inicio.
3. Seleccionar “Other Workstation” y hacer click en “Next” para continuar.

La aplicación para la configuración de la estación de trabajo, guiará al usuario a través del proceso de configuración de la estación de trabajo. Este proceso puede durar algunos minutos en llevarse a cabo. Una vez completado, el sistema pedirá al usuario que reinicie el ordenador para que los cambios en la configuración tengan efecto.

Si el usuario tiene más estaciones de trabajo para configurar, llevará el disco a la siguiente estación de trabajo y repetirá el proceso.

Una vez que haya terminado de configurar las estaciones de trabajo, el usuario deberá descargar la configuración. En cada equipo, repetirá el proceso para descargar la estación de trabajo que se vio anteriormente en este capítulo (“*Descargar la estación de trabajo ProfessionalPLUS*”).

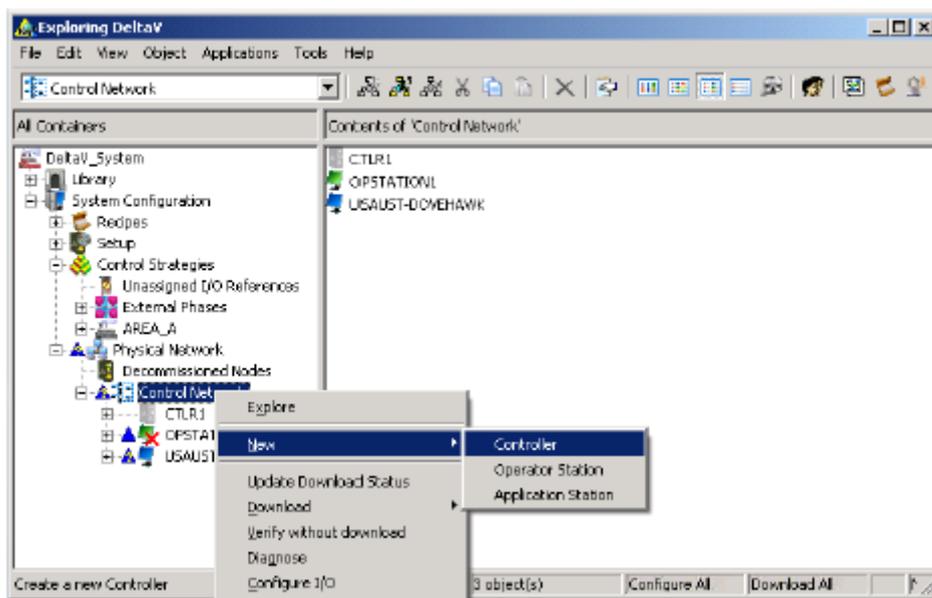
Configurando el Nodo de Control

El sistema de DeltaV permite configurar los controladores y las I/O antes de que el hardware esté conectado. Mediante la configuración de unos marcadores de posición, el usuario puede llevar cabo la mayor parte de la configuración “off-line”. Una vez que se ha conectado físicamente el controlador, el usuario podrá fácilmente asignarlo al marcador de posición.

Cuando se le de tensión al sistema, cualquier controlador que físicamente haya sido conectado será reconocido por el sistema de DeltaV y listado en el DeltaV Explorer como un controlador sin comisionar. En este punto, se podrá pinchar y arrastrar un controlador sin comisionar a la red de control o a un marcador de posición específico que el usuario haya configurado anteriormente para dicho controlador.

➔ Para crear un marcador de posición para un controlador:

1. En la estación de trabajo “ProfessionalPLUS”, abrir DeltaV Explorer.
2. Seleccionar “Control Network” y hacer click con el botón derecho del ratón.
3. Desde este menú, seleccionar “New”|”Controller”.



Un nuevo controlador, denominado por defecto “NODE1”, es añadido bajo “Control Network”. El nombre aparecerá en el panel de la derecha en una caja de edición, listo para renombrar.

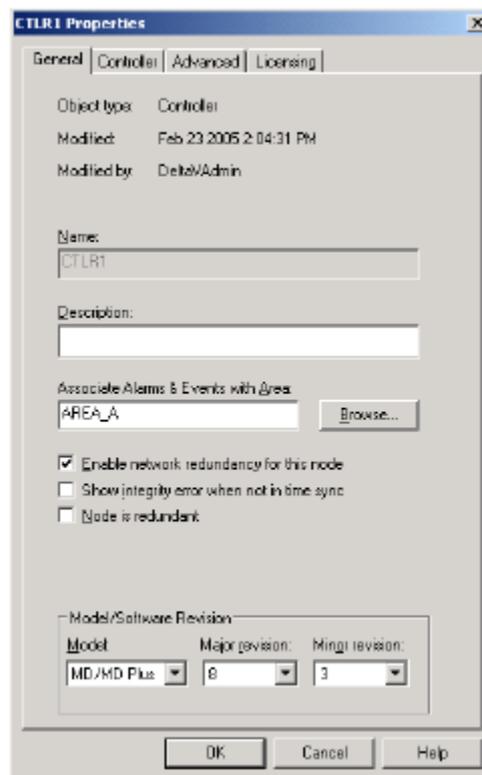
4. Renombrar el controlador, con un nombre significativo para el sistema.

→ Para ver las propiedades del controlador:

1. En DeltaV Explorer, seleccionar “System Configuration”|”Physical Network”|”Control Network”|”*controller placeholder*”.

2. Desde le menu, seleccionar “Properties”.

Se abrirá el cuadro de propiedades del controlador, como se muestra en la siguiente figura.

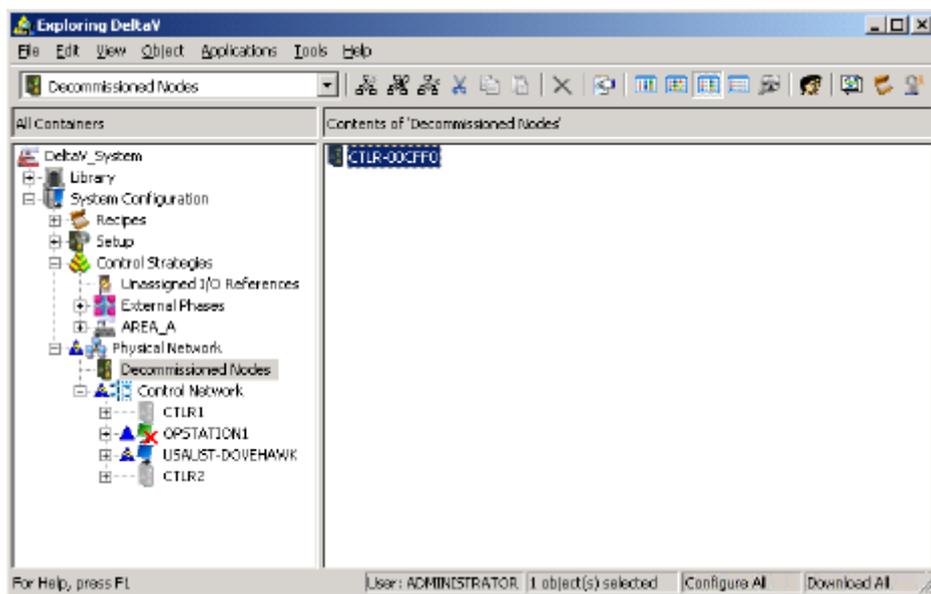


3. Seleccionar un área para asociar las alarmas y eventos y seleccionar las cajas de chequeo requeridas por la instalación. El usuario no necesita establecer ningún valor en el

“Model/Software Revision área”. Sólo aceptar los que vienen por defecto. Cuando se haga la descarga, el sistema de DeltaV actualizará los valores en éste área para relacionarlos con el modelo de controlador y la versión del software en nuestro sistema.

→ Para localizar y configurar un controlador conectado:

1. En DeltaV Explorer, seleccionar “System Configuration”]”Physical Network”]”Decommissioned Nodes”.
2. Seleccionar “decommissioned controller” en el panel de la derecha.



3. Pinchar y arrastrar el controlador sin comisionar a la red de control (“Control Network”) o a un marcador de posición para un controlador específico.

- Si arrastramos un controlador sin comisionar a la red de control, un cuadro de dialogo de propiedades se abrirá para que el usuario introduzca el nombre del controlador. Entonces el asistente le preguntará al usuario si desea que el sistema auto-detecte las tarjetas I/O. Normalmente para un controlador que no ha sido configurado lo normal es que el usuario responda sí.

- Si arrastramos un controlador sin comisionar a una marca de posición, el sistema preguntará al usuario si desea que el sistema auto-detecte las tarjetas I/O. Si el usuario, tiene configuradas las tarjetas I/O para ese marcador de posición, deberá contestar que no. Si el usuario contesta que sí, las tarjetas auto-detectadas serán comparadas con las configuradas previamente, y cualquier tarjeta que no se encuentre, será mostrará por parte del sistema. Para reemplazar una tarjeta no detectada, el usuario deberá eliminar las tarjetas configuradas.

Configuración de los canales I/O

La siguiente etapa, es la configuración de los canales I/O y a su vez, incluye varios pasos. Lo primero, es que para poder realizar la auto-detección, las tarjetas deben estar físicamente conectadas o añadir los marcadores de posición de las tarjetas, utilizando DeltaV Explorer. En ese momento el usuario, estará en disposición de habilitar los canales de las tarjetas y definir el “Device Tag” para cada canal. El “Device Tag” es el nombre que utiliza el software de DeltaV en los módulos de control para identificar los instrumentos de entrada y de salida y los dispositivos como transmisores, válvulas y otros.

Cada tarjeta I/O, tiene 8 canales, pero el usuario deberá tener en cuenta que no todos se deberán utilizar necesariamente.

Normalmente las tarjetas I/O estarán ya descargadas y auto-detectadas cuando el usuario defina el nodo de control y así podrá proseguir con el procedimiento para configurar el primer canal en la primera tarjeta.

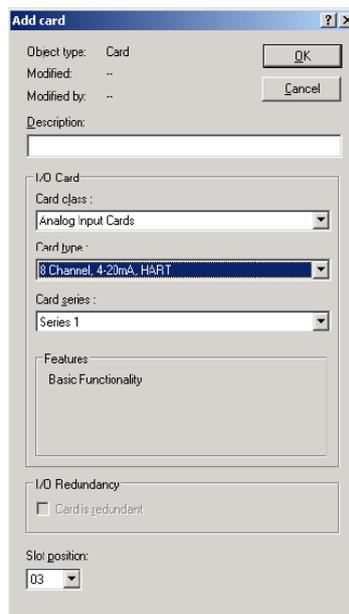
Sin embargo, si el usuario necesita añadir una tarjeta o un marcador de posición, deberá realizar los siguientes pasos.

➔ Para añadir una tarjeta I/O:

1. En DeltaV Explorer, seleccionar “System Configuration”|”Physical Network”|”Control Network”|Nombre del controlador (por ejemplo CTRLR1)|”I/O”.
2. Hacer click en el botón derecho del ratón y seleccionar “New Card” desde el menú.

Un cuadro de dialogo “Add Card” deberá aparecer.

3. Indicar la descripción de la tarjeta (por ejemplo AI) y confirmar o cambiar la posición de la tarjeta.
4. Seleccionar la clase de tarjeta de todas las disponibles en la lista (la primera tarjeta será una “Analog Input card”).
5. Seleccionar el tipo de tarjeta (la primera tarjeta es “8 Channel 4-20 mA, HART”).



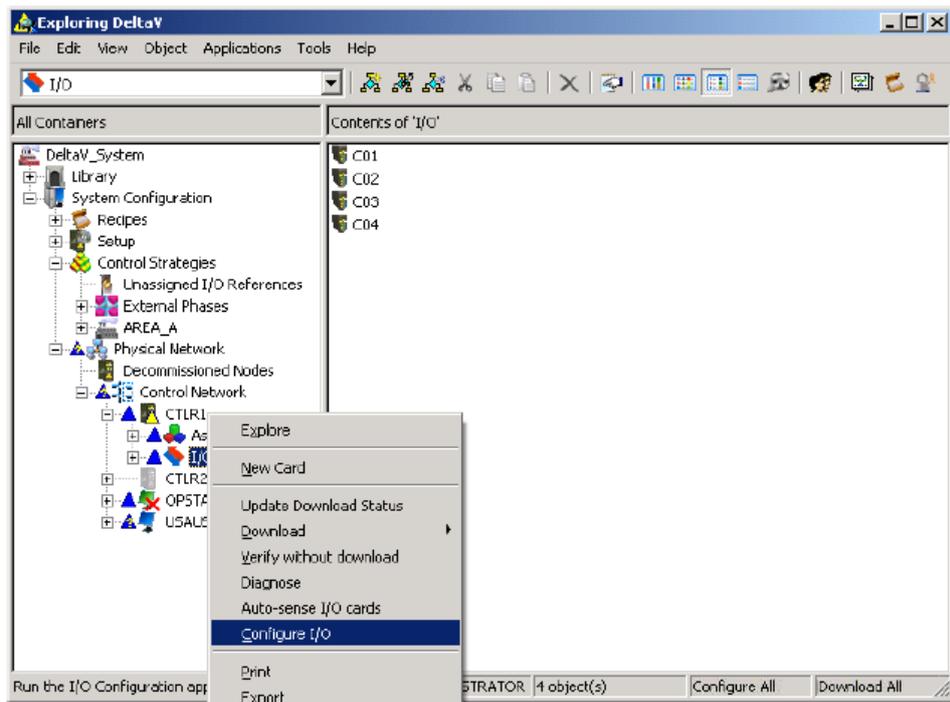
6. Hacer click en OK.
7. Repetir este procedimiento, para añadir el resto de tarjetas, si fuese necesario.

➔ Para configurar el primer canal en la primer tarjeta I/O:

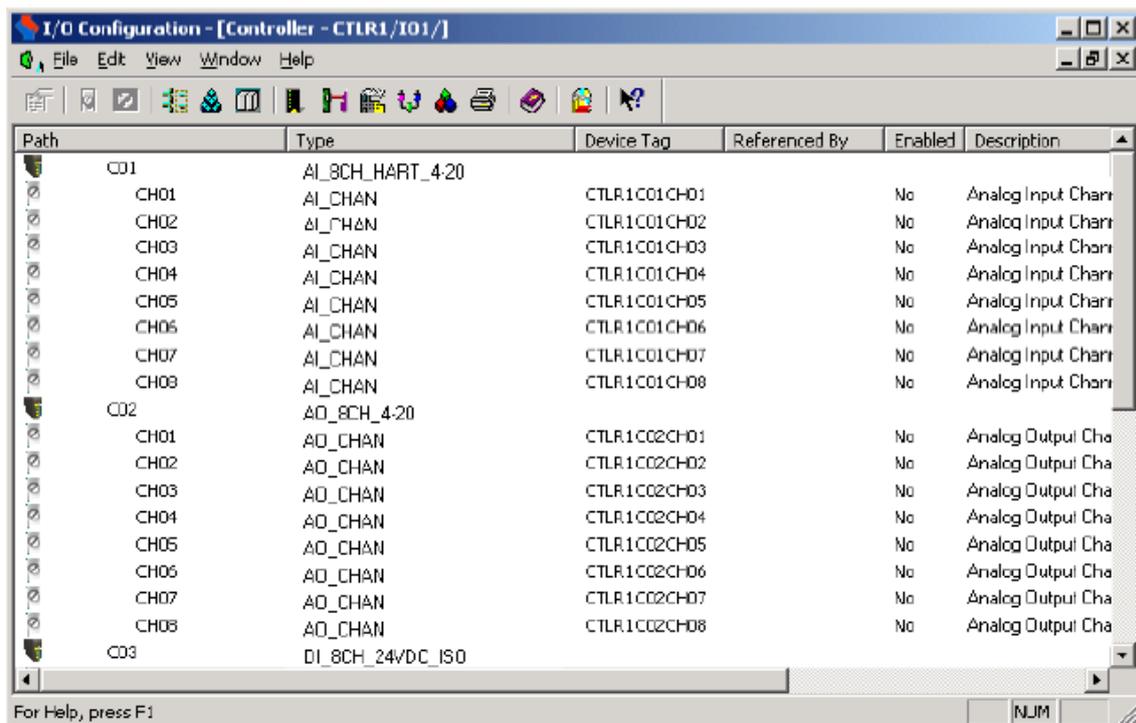
1. En DeltaV Explorer, seleccionar “System Configuration”|”Physical Network”|”Control Network”| Nombre del controlador (por ejemplo CTRL1)|”I/O”.

La ventana de la derecha, quedará con las tarjetas I/O.

2. Hacer click en el botón de configuración de la barra de herramientas, o hacer click en el botón derecho del ratón y seleccionar “Configure I/O” del menú.

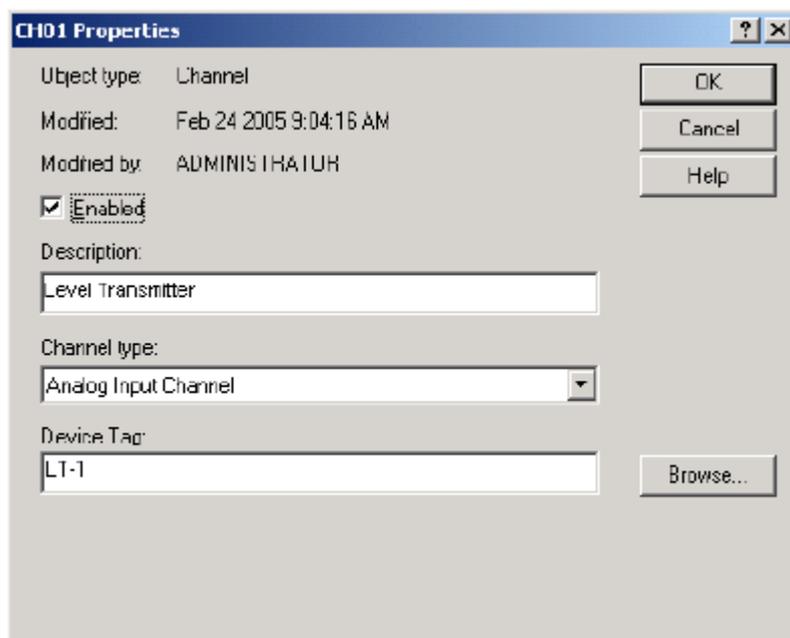


Se abrirá la ventana de configuración de las tarjetas I/O, desplegando la lista de ocho canales disponibles en cada una de las tarjetas. Los nombres por defecto de los canales son CH01 hasta CH08.



3. Para la primera tarjeta (C01), seleccionar CH01, que es el primer canal.
4. Hacer doble click en CH01.
Se abrirá el cuadro de dialogo de las propiedades.
5. Seleccionar “Enabled”.
6. Introducir la descripción para el canal, por ejemplo, Transmisor de nivel.
7. Indicar el “Device Tag”, en el campo del cuadro destinado para ello, por ejemplo LT-1.
8. Hacer click en OK.

El cuadro de dialogo de propiedades, es así:



→ Para configurar el resto de tarjetas y canales:

1. Repetir el procedimiento anterior, desde el paso 3 al 8, sustituyendo la correspondiente información.
2. Cerrar la ventana de configuración.

Descargando la configuración del controlador

Después de configurar las tarjetas I/O y los canales y asignar las licencias del controlador, el usuario ahora deberá descargar la configuración del controlador.

➔ Para descargar la configuración del controlador:

1. En DeltaV Explorer, seleccionar el controlador, hacer click en el botón derecho del ratón, y seleccionar “Download”]”Controller” desde el menú.
2. Leer cualquier mensaje que aparezca y seleccionar la respuesta apropiada
3. Una ventana se abrirá para mostrar el progreso de la descarga y suministrar detalles sobre cualquier problema que aparezca.
4. Hacer click en “Close”.

Estableciendo la primera cuenta de usuario

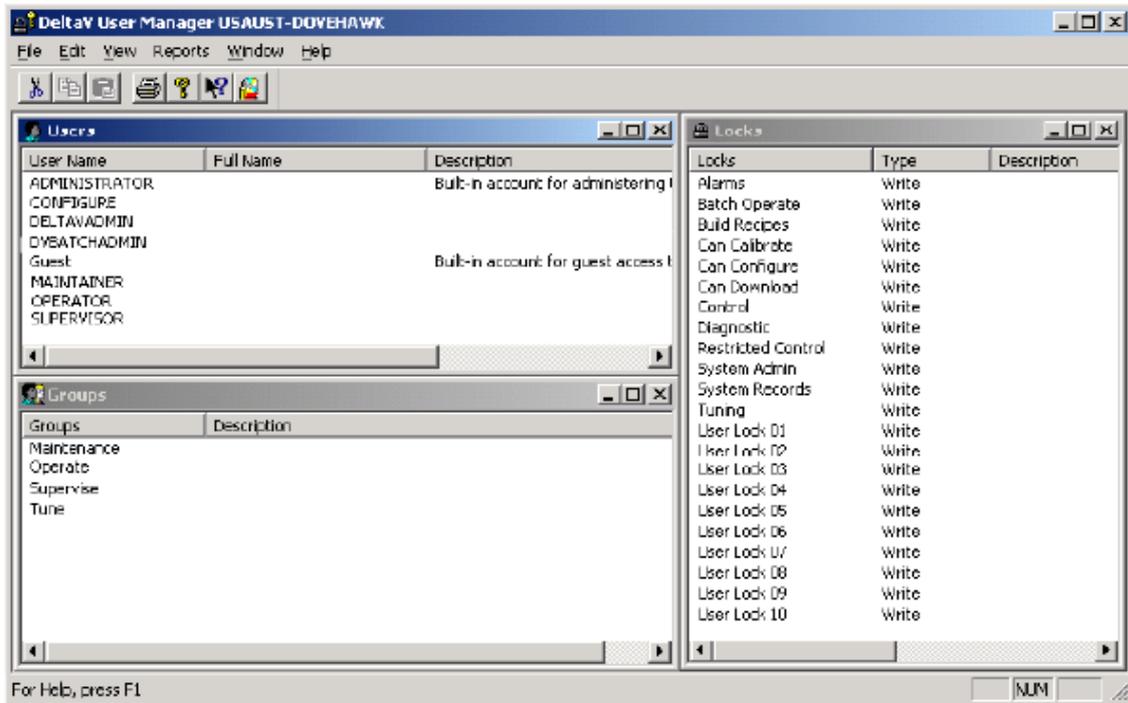
El primer usuario que hace “log in” al iniciar el sistema, lo hace con un nombre de usuario por defecto de “Administrator”. Esta persona tiene privilegios de administrador asociados con el dominio del ordenador así como acceso completos a todas las funciones de DeltaV como, configuración de hardware, configuración del proceso del sistema, realización de cambios en la configuración, entre otros.

Antes de que cualquier otro usuario haga “log in” en el sistema, se deberá un esquema de jerarquía de acceso. Si más de un usuario debe tener acceso al sistema, se deberá limitar la accesibilidad de estos usuarios para cambiar la configuración del proceso o realizar descargas. Para hacer esto, el administrador debe establecer sus nombres y privilegios de acceso en “User Manager”.

➔ Para acceder a “DeltaV User Manager”:

1. Si eres el primer usuario después de que la estación de trabajo haya sido configurada, debes hacer “log in” como “Administrator”.

2. Hacer click en “Start”|”All Programs”|”DeltaV”|”Engineering”|”User Manager”.



Entonces, la pantalla inicial del “User Manager” aparecerá.

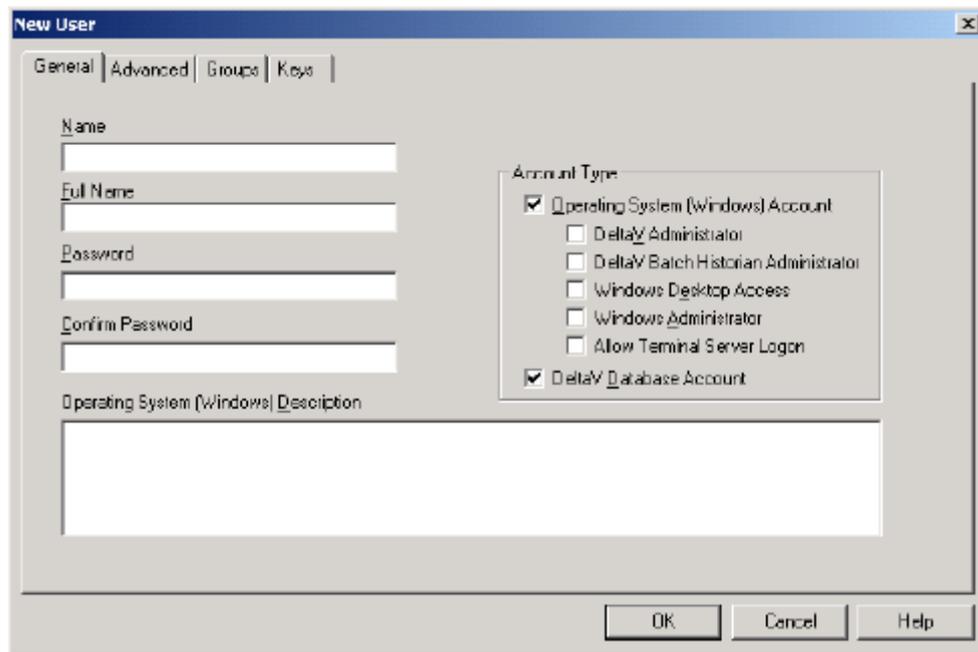
Hay un número de cuentas de usuario por defecto, incluyendo, “Administrator”, “DeltaVAdmin”, “DVBatchAdmin”, “Configure”, “Operatir”, “Supervisor”, Maintainter” y “Guest”.

Añadir un usuario.

El siguiente procedimiento guía al usuario a través de los pasos básicos para añadir una nueva cuenta de usuario.

➔ Para añadir un nuevo usuario:

1. Hacer click en “File”|”New”|”User”.
La ventana de nuevo usuario aparecerá.



2. Indicar el nombre, normalmente el apellido, y hacer click en el siguiente campo. No presionar enter o hacer click en OK, hasta que no se hayan hecho todas las selecciones para esta nueva cuenta de usuario.
3. Indicar el nombre completo y hacer click en el siguiente campo.
4. Se debe introducir una contraseña e informar al nuevo usuario de su contraseña.
5. Confirmar la contraseña en el siguiente campo.
6. Seleccionar ambos tipos de cuentas.

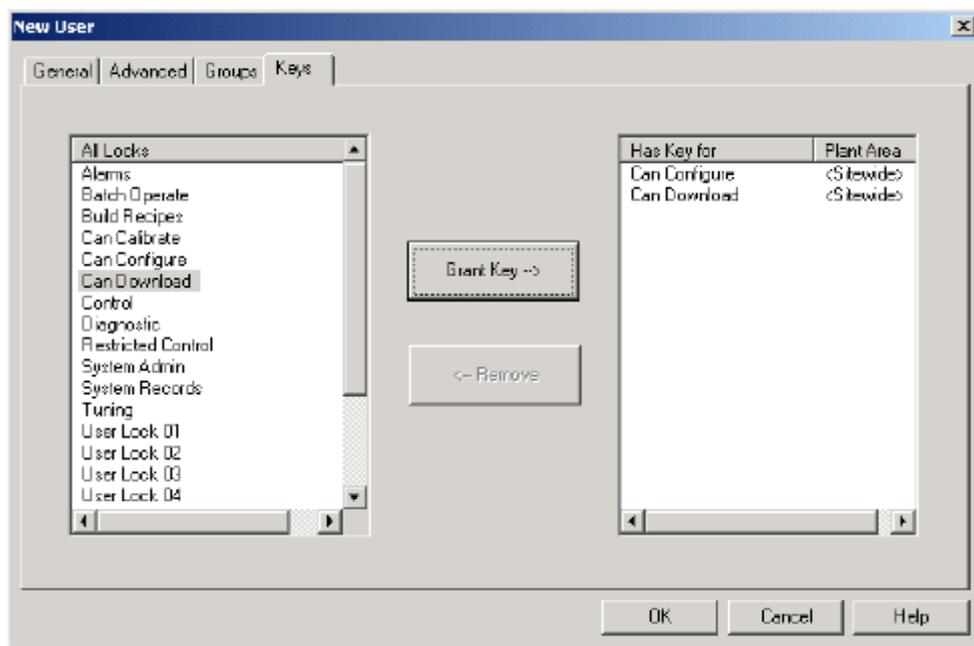
Las cuentas de DeltaV son globales. Las cuentas de Windows, son específicas para cada estación de trabajo. Una cuenta de usuario de DeltaV solo se puede usar en una estación de trabajo, cuando una cuenta de Windows también haya sido habilitada para su uso en dicha estación de trabajo. Se debe habilitar una cuenta de Windows por cada usuario en todas las estaciones de trabajo o en las que se utilice el sistema DeltaV.

7. Hacer click en la pestaña “Advanced”.
8. Rellenar cualquier otra información que sea apropiada para el usuario.

9. Si el usuario debe tener privilegios para descargar o configurar, hacer click en la pestaña de “Keys” y añadir esos privilegios.
10. Hacer click en OK.
11. Cerrar la aplicación “User Manager”.

Pestañas “Groups” y “Keys”.

La pestaña “Groups”, es dónde se puede añadir al usuario a un grupo de usuarios que tengan privilegios predefinidos. La pestaña “Keys” es donde se puede restringir o habilitar los accesos a los parámetros y campos de los módulos de control.



Descargando la estación de trabajo.

Una vez que se han realizado los cambios en la aplicación de DeltaV, “User Manager”, es necesario descargar la estación de trabajo.

➔ Para descargar la estación de trabajo:

1. En DeltaV Explorer, seleccionar la estación de trabajo, hacer click en el botón derecho del ratón, y seleccionar “Download”]”Setup Data”.
2. Responder si, cuando el sistema pregunte si se desea continuar.

3. Aparecerá una ventana que mostrará el progreso de la descarga y proporcionará información detallada, si apareciese cualquier problema.

5. ETAPA DE EJECUCIÓN Y COMISIONADO DE LA PLANTA PILOTO

En este capítulo, se procederá a realizar una descripción del hardware de la planta piloto, referente a equipos involucrados en el proceso, así como valvulería, tuberías, conectores e instrumentación. En cuanto a la instrumentación, se realizará una descripción de la nueva instrumentación instalada, para llevar a cabo este proyecto, resaltando las principales características de estos nuevos dispositivos.

Relacionado también con este capítulo, se pueden encontrar, en los anexos, todos los P&ID's, en los cuales se dispone de una información detallada de la planta piloto, en cuanto a líneas de proceso, equipos, valvulería, instrumentación y lazos de control.

Esta planta piloto, se puede dividir a su vez en dos áreas o circuitos. Un circuito de agua caliente, que consta, de un depósito acumulador de agua, en cuyo interior dispone de una resistencia calefactora, para que el agua se encuentre a la temperatura deseada para el proceso. El agua de este depósito, se envía a través de una bomba a la camisa de un reactor, previo paso por un intercambiador de calor (calentador, utilizado para realizar el ajuste final de temperatura del agua, antes de la entrada en el reactor).

El otro circuito, de agua de refrigeración, consta de un depósito acumulador de agua, y mediante una bomba el agua es enviada a la camisa del reactor, previo paso por un equipo de frío, que consta de un intercambiador de calor, por el que circula agua con glicol, que enfría el fluido de refrigeración, antes de que este entre a la camisa del reactor. Dicho equipo de frío dispone de una bomba, utilizada para suministrar el caudal de agua con glicol al intercambiador de refrigeración, además dispone de un compresor utilizado para conseguir la temperatura necesaria del agua con glicol, para que el intercambio de temperatura con el agua de refrigeración a la camisa del reactor sea el adecuado.

5.1. Hardware de la planta

A continuación, se describe de una forma más detallada, los equipos, valvulería e instrumentación que forman parte de ambos circuitos.

- Depósito acumulador V10101: Este depósito es el encargado de suministrar agua caliente a la camisa del reactor. El depósito cuenta con una resistencia calefactora en su interior para mantener el agua a la temperatura necesaria para el proceso. El agua de red, entra al depósito a través de una electroválvula, LV 10999 01. El nivel del depósito se controla con un transmisor de presión diferencial, LT 10999 01, y el control de nivel es del tipo todo/nada, LIC 10999 01, que actúa abriendo o cerrando la LV, en función de si el nivel se encuentra por debajo o por encima del setpoint de nivel del depósito.

La temperatura en el interior del depósito se monitorea mediante el TT 10999 02, y mediante un control de temperatura, se pone en marcha o se apaga la resistencia calefactora, J10110, que dispone el depósito en su interior, en función del setpoint de temperatura dispuesto para el depósito. El control de temperatura, TIC 10999 02, actúa en cascada sobre el marcha/paro del tiristor de la resistencia de calentamiento.

Como seguridades del depósito, destacamos, que el control de nivel dispone de alarmas por alto nivel, LAH 10999 01, por muy alto nivel, LAHH 10999 01, además la alarma de muy alto nivel, activa el interlock de seguridad SE 10901 y cuya secuencia, consiste en cerrar la LV 10999 01, para evitar que siga entrando agua de la red al depósito y que éste desborde.

El control de nivel, también dispone de alarma por bajo nivel, LAL 10999 01, y alarma por muy bajo nivel, LALL 10999 01, que activa el interlock SE10902 y cuya secuencia, actúa sobre la LV 10999 01, abriéndola, para la resistencia de calentamiento J10110, para la bomba N100501, y para la resistencia calefactora J10108, que se encuentra en el interior del intercambiador G10108.

El control de temperatura en el interior del depósito, consta de alarmas por alta temperatura TAH 10999 02, y por muy alta temperatura TAHH 10999 02.

Las características más importantes del depósito acumulador son:

- Capacidad: 60 litros.
- Dimensiones: 324 x 1200 mm.
- Material: AISI 1316.
- Presión de trabajo: Atmosférica.

- Depósito acumulador V101012 Este depósito es el encargado de suministrar agua a temperatura de la red a la camisa del reactor. El agua de red, entra al

depósito a través de una electroválvula, LV 10998 07. El nivel del depósito se controla con un transmisor tipo radar, LT 10998 07, y el control de nivel es del tipo todo/nada, LIC 10998 07, que actúa abriendo o cerrando la LV, en función de si el nivel se encuentra por debajo o por encima del setpoint de nivel del depósito.

Como seguridades del depósito, destacamos, que el control de nivel dispone de alarmas por alto nivel, LAH 10998 07, por muy alto nivel, LAHH 10998 07, además la alarma de muy alto nivel, activa el interlock de seguridad SE 10903 y cuya secuencia, consiste en cerrar la LV 10998 07, para evitar que siga entrando agua de la red al depósito y que este desborde.

El control de nivel, también dispone de alarma por bajo nivel, LAL 10998 07, y alarma por muy bajo nivel, LALL 10998 07, que activa el interlock SE10905 y cuya secuencia, actúa sobre la LV 10998 07, abriéndola.

Las características más importantes del depósito acumulador son:

- Capacidad: 60 litros.
 - Dimensiones: 324 x 1200 mm.
 - Material: AISI 1316.
 - Presión de trabajo: Atmosférica.
- Bomba N10051: Esta bomba, es la encargada de suministrar el caudal de agua necesario hacia la camisa del reactor. Es una bomba centrífuga con un caudal máximo de 15 l/min. El control de caudal FT 10999 23, es de tipo feedforward, y actúa en cascada sobre los variadores de frecuencia, variando la velocidad del motor de la bomba y en consecuencia variando el caudal que impulsa dicha bomba.

El control de caudal lleva asociado alarma por alto caudal, FAH 10999 23, por muy alto caudal FAHH 10999 23, por bajo caudal FAL 10999 23 y por muy bajo caudal FALL 10999 23. Asociado a esta bomba se encuentra el interlock SE10902 (por muy bajo nivel del depósito V10101), que actúa parando la bomba.

Sus características principales, son:

- Caudal máximo: 15 l/min.
- Altura manométrica máxima: 2.5 m.c.a.
- Motor: Trifásico.

- Potencia: 0.25 kW.
 - Tensión: Δ/Y 230/400V, 50Hz.
 - Peso: 8 kg.
 - Protección IP: 55.
- Bomba N10052: Esta bomba, es la encargada de suministrar el caudal de agua desde el depósito V10102, necesaria hacia la camisa del reactor. Es una bomba centrífuga con un caudal máximo de 15 l/min. El control de caudal FT 10998 24, actúa en cascada sobre los variadores de frecuencia, variando la velocidad del motor de la bomba y en consecuencia variando el caudal que impulsa dicha bomba.

El control de caudal lleva asociado alarma por alto caudal, FAH 10998 24, por muy alto caudal FAHH 10998 24, por bajo caudal FAL 10998 24 y por muy bajo caudal FALL 10998 24. Asociado a esta bomba se encuentra el interlock SE10905 (por muy bajo nivel del depósito V10102), que actúa parando la bomba.

Sus características principales, son:

- Caudal máximo: 15 l/min.
 - Altura manométrica máxima: 2.5 m.c.a.
 - Motor: Trifásico.
 - Potencia: 0.25 kW.
 - Tensión: Δ/Y 230/400V, 50Hz.
 - Peso: 8 kg.
 - Protección IP: 55.
- Intercambiador G10108: Este intercambiador, es básicamente un calentador con una resistencia calefactora, J10108, en su interior y su objetivo es realizar el ajuste fino de temperatura del agua antes de entrar a la camisa del reactor. El control de temperatura del intercambiador se realiza mediante el transmisor de temperatura TT 10999 05, envía la señal al controlador TIC 10999 05, que actúa en cascada sobre el marcha/paro de la resistencia calefactora, JX 10999 33, en función de si la temperatura de salida del intercambiador, está por debajo o por encima del setpoint de temperatura del agua a la entrada a la camisa del reactor. Este control dispone de alarmas por alta temperatura TAH 10999 05 y por baja

temperatura TAL 10999 05. Asociado al marcha/paro de la resistencia calefactora, se encuentra el interlock SE10902, (muy bajo nivel del depósito V10101), que actúa parando la resistencia calefactora.

Además este intercambiador dispone de una válvula de seguridad por presión, PSV101.

- Intercambiador E10110: Es un intercambiador de carcasa y tubos. Por la carcasa circula el agua impulsada por la bomba N10052 y por los tubos circula agua enfriada mediante un circuito independiente, que consta de un equipo de frío, y una bomba centrífuga, que impulsa el agua enfriada por el equipo. El control de este circuito, se hace mediante el TIC10998 11, que mide la temperatura a la salida del agua de proceso en el lado carcasa, y actúa en cascada sobre el variador de la bomba N10056, dicha bomba dispone de un depósito de expansión para amortiguar los posibles cambios de presión, provocados por el enfriamiento del equipo de frío.

- Reactor R10105: Este reactor es de tipo encamisado, con un recipiente principal, donde se lleva a cabo la reacción y una camisa que rodea a este recipiente principal y por la que circula el agua de refrigeración que proviene de los circuitos de agua caliente y agua fría y que intercambia calor para controlar el estado térmico de la reacción que se lleva a cabo en su interior.

El reactor dispone de un agitador, A10105, accionado por un motor, N100055, que proporciona la agitación necesaria para mezclar todos los compuestos que intervienen en la reacción del proceso.

El reactor también dispone de una resistencia calefactora, J10106, en el interior del depósito principal, para ayudar a alcanzar las condiciones de temperatura óptimas para iniciar la reacción.

La entrada de agua a la camisa del reactor, se controla mediante un control todo/nada de temperatura por medio del controlador TIC 10999 19, que actúa sobre la electroválvula TV 10999 19, abriendo o cerrando dicha válvula en función de la temperatura este por debajo o por encima del setpoint de temperatura. La temperatura se mide en el interior del recipiente principal por medio del termopar TE 10999 19.

En cuanto a la seguridad, dicho control de temperatura, lleva asociada alarmas por alta temperatura TAH 10999 19, por muy alta temperatura TAHH 10999 19, por baja temperatura TAL 10999 19 y por muy baja temperatura TALL 10999 19.

Asociada a la alarma por muy alta temperatura TAHH 10999 19, se activa el interlock de seguridad SE10906, que actúa sobre la TV 10999 19, cerrando la válvula y abriendo la válvula que introduce agua fría proveniente del circuito de agua fría.

El recipiente principal del reactor, cuenta con un transmisor diferencial de presión, que indica el nivel en el interior del reactor, LT 10999 18, y dispone de alarmas por bajo nivel, LAL 10999 18 y por muy bajo nivel LALL 10999 18, dicha alarma por muy bajo nivel actúa el interlock de seguridad SE10909, que actúa sobre el control de marcha paro de la resistencia calefactora del interior del reactor, JX 10999 32, parando dicha resistencia.

Las características más importantes de diseño, son:

- Capacidad: 50 litros.
 - Dimensiones: 324 x 450 mm.
 - Material: AISI 1316
 - Presión de trabajo: Atmosférica.
- Válvulas manuales: Se disponen de determinadas válvulas manuales, para bloqueo de líneas de proceso, así como drenajes de equipos. Son válvulas manuales de globo con un diámetro nominal de ¾”.
- Estas válvulas manuales no disponen de TAG identificador, y su posiciones se encuentran reflejadas en los P&ID’s de proceso, disponibles en los anexos.
- Electroválvulas: El circuito de agua caliente, dispone de dos electroválvulas, LV 10999 01 y TV 10999 19, una a la entrada del depósito acumulador de agua V10101 y otra a la entrada a la camisa del reactor R10105. Ambas electroválvulas, disponen de dos elementos funcionales:
- Solenoide: Es un elemento electromagnético (bobina)
 - Válvula: Contiene el orificio de paso, cuya sección se obtura o no, por la actuación de un pistón, diafragma o aguja.

La válvula se abre o cierra por el movimiento de un núcleo magnético que es atraído por el solenoide cuando la bobina es energizada. El núcleo móvil que tiene libre movimiento, se halla encerrado dentro de un tubo perfectamente estanco y que es montado sobre el cuerpo de la válvula.

- Sensores de temperatura: La temperatura es probablemente la variable más importante de control, debido a que la composición química y la velocidad de reacción en el reactor están íntimamente relacionadas con la temperatura.

En el circuito de agua caliente, para la medida de la temperatura, se dispone de “detectores resistivos de temperatura”, RTD. En estos dispositivos la resistencia aumenta con la temperatura, en concreto, se dispone de RTD de tres hilos de platino que tienen una resistencia nominal de 100 Ω a 0°C y que son conocidas habitualmente como PT100. Junto a la sonda, se dispone de un transmisor que se encarga de traducir la medida de la resistencia de la sonda en una señal eléctrica que varía entre 4 y 20 mA y enviarla al sistema de control.

Las sonda de temperatura son, TE 10999 02, TE 10999 05, TE 10999 19, para el circuito de agua caliente. Los transmisores de temperatura son Rosemount modelo 248 con protocolo HART, con configuración para montaje en carril, y como datos técnicos destacables, nos encontramos:

- Precisión digital: 0.20°C (0.36°F) o 0.1% de span.
- Efecto de la temperatura: $\pm 0.006^\circ\text{C}/^\circ\text{C}$ por cambio de 1°C en ambiente (termorresistencia PT100).
- Estabilidad: Lectura de 0.1% o 0.1°C (0.18°F) durante 12 meses.
- Entrada: Termorresistencias de 2, 3 y 4 hilos, termopares, milivoltios, ohmios.
- Salida: 2 hilos, lineal con la temperatura o entrada en señal HART, 4-20 mA.

- Sensores de nivel: Es fundamental proveer al reactor de un suministro continuo de agua, a la temperatura deseada, para permitir el perfecto desarrollo de la reacción química. Para ello, es necesario mantener el depósito acumulador de agua V10101, al nivel requerido, siendo el transmisor de nivel, LT10999 01.

Se trata de un transmisor de presión diferencial, Rosemount modelo 2051, que permite calibración a rango bajos de entre 0 y 1.5 psi, y como datos técnicos más destacables, nos encontramos:

- Precisión de referencia: $\pm 0.10\%$ de span.
- Rangeabilidad: 20:1.
- Estabilidad instalada: $\pm 0.10\%$ del límite superior del rango durante 12 meses.
- Protocolos disponibles: 4-20 mA HART® y HART de 1 – 5 Vcc Low Power.

Del mismo modo, el depósito V10102, dispone de un transmisor de nivel, LT10998 07, tratándose de un transmisor radar, Rosemount serie 3300.

- Sensores de caudal: La medición del flujo es otro de los aspectos fundamentales en el control del proceso. Es de vital importancia determinar la proporción y cantidad de caudal que se ha de impulsar a la camisa del reactor, ya que un exceso o defecto del mismo puede provocar en el reactor una condición térmica inestable. Los sensores de caudal son, FE 10999 23 y FE 10998 24

Los sensores de caudal, son de tipo Coriolis, cuyo principio de funcionamiento es el siguiente:

- A caudal cero, cuando el fluido está en reposo, no hay movimiento lineal, por lo tanto no se observan fuerzas de Coriolis.
- Cuando la masa de un fluido circula, el movimiento inducido por la oscilación (equivalente a una rotación) del tubo de medición se superpone al movimiento lineal del fluido en circulación, los efectos de la fuerza de Coriolis “retuercen” los tubos de medición, y los sensores dispuestos a la entrada y a la salida registran una diferencia de tiempos en este movimiento, es decir una diferencia de fase. Cuanto mayor sea el caudal másico, mayor será la diferencia de fase.

- Especificaciones técnicas de la instrumentación y los elementos finales.

Se adjuntan documentos en inglés y en castellano en los anexos de la presente memoria, de los siguientes dispositivos:

- Manual del transmisor de temperatura Rosemount 248.
- Manual del de presión diferencial Rosemount modelo 2051.
- Manual del transmisor radar Rosemount serie 3300.
- Manuales de los transmisores de caudal coriolis Rosemount

- Variadores de frecuencia: El motor de corriente alterna, a pesar de ser un motor robusto, de poco mantenimiento, liviano e ideal para la mayoría de las aplicaciones industriales, presenta el inconveniente de ser un motor rígido en cuanto a su velocidad. La velocidad del motor asíncrono depende de la forma constructiva del motor y de la frecuencia de alimentación.

Como la frecuencia de alimentación suministrada por las compañías eléctricas es constante, la velocidad de los motores asíncronos es constante, salvo que se varíe el número de polos, el resbalamiento o la propia frecuencia.

El método más eficiente de controlar la velocidad del un motor eléctrico es por medio de un variador de frecuencia.

El variador de frecuencia regula la frecuencia del voltaje aplicado al motor, logrando modificar su velocidad. Simultáneamente, al varia la frecuencia del voltaje, se debe variar la tensión aplicada al motor para evitar la saturación de flujo magnético, lo que acarrearía un aumento de la intensidad de la corriente, que dañaría el motor.

Los variadores de frecuencia están compuestos por:

- Etapa rectificadora: Convierte la tensión alterna en continua mediante rectificadores de diodos, tiristores, etc.
- Etapa intermedia: Filtro para suavizar la tensión rectificada y reducir la emisión de armónicos.
- Inversor o “Inverter”: Convierte la tensión continua en otra tensión y frecuencia variables mediante la generación de pulsos. Actualmente se emplean IGBT’s (Isolated Gate Bipolar Transistor) para generar los pulsos controlados de tensión.

- Etapa de control: Esta etapa controla los IGBT's para generar los pulsos variables de tensión y frecuencia. Y además controla los parámetros externos en general.

La frecuencia final que proporcionan estos variadores de velocidad es proporcional a la señal de control o consigna (0 – 10V) que se les asigna desde el sistema de control.

Los variadores de frecuencia utilizados en este proyecto, son variadores de velocidad ajustable Telemecanique, modelo Altivar® ATV 11HUI2M2E

Entre las características más destacables de los variadores, se encuentran:

- Motor: Asíncrono.
- Filtro de salida: CEM integrado.
- Disipador: Radiador incorporado.
- Rango de frecuencias: 0-200Hz.
- Tensión de alimentación: 200-240V, 50-60Hz.
- Potencia: 0.55 kW.
- Corriente de línea máx. para I_{cc} presumible 1 kA: 6.3 A.
- Corriente de salida permanente: 3 A
- Corriente transitoria máx.: 4.5 A.
- Potencia disipada con carga nominal: 29 W.
- Peso: 1.1 kg.

Para la ubicación de los variadores de velocidad, se dispone de un armario metálico modelo CRN-106/250KT, fabricado por HIMEL, de construcción monoblock con laterales formados de una sola pieza perfilada y doblada. Puerta transparente a base de cristal templado con fijación totalmente estanca, manteniendo el grado de protección IP-55. Parte posterior unida a los laterales a través de perfil especial formando una zona estanca protegida. Pintado exterior e interior con resina de poliéster-epoxi color gris claro RAL 7032 texturizado. En fondo de armario 4 espárragos soldados de M8x1.5 para fijación de placa de montaje y taladros fijación mural obturados por tapones de plástico. Tapa de entrada de cables embutida. El armario incluye:

- 7 variadores de frecuencia Altivar ATV 11HUI2M2E de Telemecanique de 0.55 kW.
 - 1 regulador de velocidad de c.a. modelo R-10 de Cebek para motores monofásicos de hasta 1500 W de tipo universal y cargas resistivas.
 - Alimentación eléctrica del armario de 380V 3F+N, 50Hz.
 - Interruptor-seccionador MG INS40, ref28917, con mando lateral, ref.28944.
 - Interruptor automático magnetotérmico MG 4P/16A, para protección de acometida.
 - Interruptor diferencial superinmunizado MG 4P/25^a, 30 mA.
 - Distribuidor MG-125A.
 - Interruptor automático magnetotérmico de 1P+N/10A, para protección del circuito de ventilación.
 - 7 interruptores magnetotérmicos de 2P/10A, para protección de los variadores.
 - Conjunto de filtro, termostato y ventilador.
 - Contactor TEE de 9 A con mando de 220 Vca para la puesta en marcha del regulador de velocidad monofásico.
 - Los cables de salida a motores y control 4-20 mA son apantallados, disponiendo de las bornas correspondientes.
 - El armario se ha cableado con cables de cobre, no propagadores de incendio y llama, libres de halógenos. Las canaletas son de PVC, libres de halógenos.
 - Las bornas están colocadas en la parte inferior del armario, separadas las bornas de fuerza de las de señal de entrada de 4-20 mA. y para mando exterior para marcha y paro.
 - Embarrado de pletina de cobre de 20x5 mm. para tierras.
- Agitador del reactor: Se trata de un agitador de palas fabricado por Turbagit S.L., conectado a un motor, N10055, de potencia 0.12 kW que gira a 850 r.p.m. El agitador se identifica por, A10105, y su función es distribuir uniformemente el calor en el interior del reactor.

- Resistencia calefactoras: La planta cuenta con un conjunto de resistencias de inmersión fabricadas por la empresa IES, siendo dos resistencias de inmersión de 4.5 kW, J10110 y J10106, situadas en el interior del depósito acumulador de agua V10101 y otra en el interior del recipiente principal del reactor R10105. La otra resistencia forma parte del intercambiador G10108, de 10kW.

Las características de cada resistencia calefactora son:

- Resistencia calefactora J10110: Calentador de inmersión tipo P90 094550D10d1 4500W 3-400V, formado por un cable calefactor de teflón (FEP), con una longitud de cable calefactor de 1.5 m., y un cable de conexión, con una longitud de 1 m.
Su función es la de calentar el agua en el interior del depósito acumulador de agua, V10101.
 - Resistencia calefactora J10106: Calentador de inmersión tipo P90 094550D10d1 4500W 3-400V, formado por un cable calefactor de teflón (FEP), con una longitud de cable calefactor de 1.5 m. y un cable de conexión, con una longitud de 1 m.
 - Su función es la de calentar el recipiente interior del reactor R10105, para alcanzar las condiciones de temperatura de reacción.
-
- Tiristores: Es uno de los tipos más importantes de los dispositivos semiconductores de potencia. Se utilizan en forma externa en los circuitos electrónicos de potencia. Se operan como conmutadores biestables, pasando por estado no conductor a un estado conductor. Para muchas aplicaciones se puede suponer que los tiristores son interruptores o conmutadores ideales.
Para la variación de calor que debe proporcionar cada resistencia calefactora se hace por medio del control de estos tiristores. Estos han sido proporcionados por la empresa IES y son 4 tiristores modelo PAC35Z-002035-N00 (CS11967) con señal de entrada analógica 4-20 mA.
Para su implementación en la planta piloto, se recurre a la instalación de un cuadro de control a tiristores especial modelo ACT4Z-EE000, con las siguientes características:
 - Tensión: 3-400V.
 - Capacidad: 4 x 20 A.

- Potencia: 4 x 13 kW.
 - Dimensiones: 1200 x 800 x 300 mm.
 - Filtro de ventilación.
 - 4 tiristores modelo PAC35Z-002035-N00 (CS11967) con señal de entrada 4-20 mA.
 - Toma de señal externa para opción regulador de temperatura.
 - Toma de señal externa para opción termostato que actúe como limitador.
 - No contempla señal salida de tensión alterna a 2 hilos, ni sondas y sus correspondientes elementos de protección.
- Instalación eléctrica existente: La instalación eléctrica se ajusta al R.E.B.T. (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, y en particular la instrucción ITC-BT-28, la cual regula las instalaciones interiores en locales de pública concurrencia y para el caso particular que nos ocupa: Locales de reunión y trabajo.

Debido a las características y a los procesos que tienen lugar en la planta piloto, el laboratorio de I+D del departamento de Sistemas de Control y Automática se considera como local húmedo, según ITC-BT-30.1, por lo que esta instalación cumple, con las siguientes condiciones:

- Las canalizaciones son estancas, utilizándose para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas y dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua, IPX4. Las canalizaciones prefabricadas tienen el mismo grado de protección IPX4.
- Los conductores tienen una tensión asignada de 450/750V y discurren por el interior de tubos o canales en superficie:
 - Empotrados: según lo especificado en ITC-BT-21.
 - En superficie: según lo especificado en ITC-BT-2, pero disponen de un grado de resistencia a la corrosión de 4.
 - Las conexiones, empalmes y derivaciones están realizadas en el interior de cajas.

El laboratorio de I+D dispone de un cuadro de distribución para la alimentación de todos los equipos de la planta piloto. Es un cuadro con tomas de corriente de 400/230V.

5.2. Cuadro de control.

Las líneas de alimentación de 230 Vac, que alimentan a las fuentes de alimentación de 24 Vdc al controlador MD y las tarjetas del controlador, así como la fuente de alimentación de 24 Vdc que alimentan a los relés, tarjeta DO y electrónica de los coriolis, acceden por la parte lateral izquierda, y cuenta con un interruptor de corte. Las fuentes de alimentación están protegidas por dos interruptores automáticos magneto-térmicos de corte omnipolar de 6A.

Para el cálculo de las alimentaciones eléctricas requerida para las alimentaciones eléctricas se han utilizado los cálculos empleado en otros proyectos, ya que los equipos principales no han sido modificados ni cambiados por otros. Para el cálculo del consumo eléctrico y disipación de calor del armario de control, se han utilizado los datos técnicos del controlador, la fuente de alimentación y de las tarjetas que se han mostrado en el capítulo descriptivo del hardware.

El armario del cuadro de control, contará además de las dos fuentes de alimentación para alimentar el carrier de las tarjetas del controlador, la fuente de alimentación de los coriolis y de los relés de las electroválvulas, contará con siete borneros de distribución, para la alimentación eléctrica para las fuentes de alimentación 230Vac/24Vdc, bornero para distribución de positivos, bornero para distribución de negativos, bornero seccionable para las señales de control, bornero con fusible para la alimentación de las electroválvulas y bornero para alimentación de los coriolis y los relés para la activación de las bobinas de los relés.

5.3. Canalizaciones y conducciones de alimentación y control.

Se utilizarán las canalizaciones para la conducción del cableado que ya contaba la planta piloto y se instalarán nuevas canalizaciones para la nueva distribución del cableado.

Las salidas de los cables del armario de control para la señales de campo, se realizará por la parte inferior del armario mediante multicable que se conducirá a las cajas de distribución, situadas en la planta piloto.

La alimentación eléctrica de la red, se hará por la parte derecha del cuadro de control, mientras que la alimentación eléctrica de los coriolis saldrá por la parte superior del armario e irá a través de canalizaciones.

Dentro de las bandejas de los cables de control de la instalación, (principalmente I/O del sistema de control) y los cables de alimentación eléctrica de potencias calefactoras, motores, etc., deberán ir separados entre si para evitar interferencias sobre las variables controladas.

Las bandejas utilizadas serán perforadas de PVC con tapa de dimensiones 300 x 60 mm. (anchura y altura).

5.4. Conductores eléctricos.

Inicialmente el cableado eléctrico de alimentación, el cableado de instrumentación y el cableado de alimentación eléctrica a los motores de las bombas serán instalados de nuevo, siguiendo los cálculos de consumos eléctricos de los equipos de proyectos anteriores y los datos técnicos de los nuevos dispositivos instalados. Consiste en nuevos cables con las mismas especificaciones que los que se encontraban en principio.

Para la conexión eléctrica de todos los elementos de la instalación se utilizarán los siguientes conductores eléctricos dependiendo del tipo elemento.

➔ Tipo de cable para señales de instrumentación:

Se utilizará un cable flexible apantallado especialmente diseñado para la transmisión de señales y control en zonas donde se requiera especial protección contra el ruido eléctrico. La elección del par o terna dependerá del elemento a conectar.

Tabla 25. Especificaciones técnicas cableado de instrumentación.

Conductores eléctricos para instrumentación		
Conductor	Cobre elect. recocido, clase 5 s/UNE 60228	
Sección	2 x 2 x 1 mm ² ó 3 x 1 x 1 mm ²	
Identificador del Par/Terna	Negro/Azul ó Negro/blanco	
Pantalla	Encintado de Aluminio/Poliéster Hilo de drenaje de cobre estañado Pantalla 100% con Solape 25% min.	
Cubierta exterior	PVC azul/ PVC azul	
Temp. Servicio	-30°C a +70°C	
Tensión normal	500V	
Tensión de ensayo	2000V durante 5 min.	
Radio de curvatura	7.5 x D	
Características	No propagador de llama EN60332 Resistencia a aceites minerales UNE21031 Buena resistencia a agentes químicos Buena resistencia a impactos de agua	

➔ Tipo de cable para alimentaciones eléctricas y motores:

Se utilizará un cable destinado al transporte de energía para instalaciones fijas, distribución de energía para instalaciones eléctricas interiores según, R.E.B.T. (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión)

Tabla 26. Especificaciones técnicas cableado alimentación eléctrica.

Conductores eléctricos para alimentación eléctrica y motores		
Conductor	Cobre eléctrico recocido pulido, clase 5 s/norma IEC30228	
Sección	1.5 mm ² o superior. Número de conductores según elemento + Tierra.	
Identificador del Par/Terna	Según HD308. Amarillo-verde/Negro/Marrón/Gris/Azul	
Pantalla	Encintado de Aluminio/Poliéster Hilo de drenaje de cobre estañado Pantalla 100% con Solape 25% min.	
Cubierta exterior	PVC negro/ PVC blanco	
Temp. Servicio	-25°C a +70°C	
Tensión normal	0.6 a 1 kV	
Tensión de ensayo	3500Vac durante 5 min.	

Radio de curvatura	5 x D	
Características	No propagador de llama EN60332	

5.5. Conexión de cables de alimentación eléctrica y de instrumentación.

Se adjunta en esta memoria los esquemas unifilares y el conexionado de instrumentación diseñados para la conexión de los equipos a la alimentación eléctrica y el cableado desde las tarjetas del controlador, hacia las cajas de conexión y desde ahí a los dispositivos de instrumentación.

5.6. Etapa de ejecución del proyecto.

En fase de ejecución y al tratarse de un proyecto que describe una instalación ya existente se han realizado evaluaciones continuadas de la información entre los diferentes especialistas que han dado soporte técnico a este proyecto y al mismo tiempo para que la documentación generada no contenga errores u omisiones y velar por el cumplimiento de los objetivos.

Al finalizar el periodo de ejecución, se ha generado una revisión final “as built”, de toda la documentación que contenga los datos actualizados de la instalación.

5.7. Etapa de comisionado y pruebas SAT.

Una vez finalizada la etapa de ejecución del proyecto, que corresponde todo el proceso de cableado tanto de la instrumentación en campo como de los cambios efectuados en la alimentación eléctrica, así como los cambios realizados en algunos tramos de tubería, que han quedado fijos, sobre todo en la entrada a los coriolis, con el objetivo de provocar la entrada del fluido lo más estable posible a los coriolis, al mismo tiempo que se minimiza la pérdida de carga del fluido, se realiza el comisionado de la planta piloto.

En cuanto a las pruebas SAT (“Site Acceptance Test”), se combinan o se llevan a cabo junto con el comisionado, para minimizar los tiempos de esta fase del proyecto.

Estas pruebas son evaluadas como aptas o no aptas, y quedan recogidas en esta memoria.

Para ello se llevan a cabo una serie de pruebas, que se describen a continuación:

- Timbrado de elementos eléctricos y cableados de instrumentación: Junto con los esquemas unifilares y de conexión a los instrumentos en campo, se realiza un timbrado de todos los circuitos para asegurar continuidad. Este timbrado se realiza en dos fases:
 - La primera fase se dedica al timbrado del cuadro de control.
 - La segunda fase se dedica al timbrado de los circuitos de control, desde el cuadro de control a las cajas de conexión en campo, y desde ahí, a los instrumentos finales.

El resultado de esta prueba fue satisfactorio, resultando la misma como APTA.

- Comisionado del sistema de control distribuido DeltaV: Junto con el soporte técnico de Emerson se realiza esta prueba, que consiste en suministrar corriente eléctrica al sistema de control DeltaV, comisionar el controlador en la estación de trabajo desde la que se operará. El comisionado del DeltaV en la estación de trabajo, se realizó según el apartado correspondiente de la guía de DeltaV que se suministra en esta memoria.

Suministrar mediante un generador de señales 4-20 mA, diferentes valores para ver que dichos valores de señal, coinciden con los leídos por las tarjetas y el controlador.

El resultado de esta prueba fue satisfactorio, resultando la misma como APTA.

- Comisionado y calibración de los instrumentos de medida: Junto con el soporte técnico del departamento de instrumentación de Emerson, se realizan las pruebas de comisionado y calibración de los instrumentos de medida. Para ello se utiliza de un comunicador HART, para calibrar la

instrumentación, tanto de sensores de nivel, como de caudal y temperatura.

Las hojas técnicas de estas calibraciones se ajustan en los anexos de la presente memoria.

El resultado de esta prueba fue satisfactorio, resultando la misma como APTA.

- Comisionado de los equipos de la planta: Aunque los equipos dinámicos de la planta piloto, no se cambiaron durante la etapa de ejecución de este proyecto, su cableado eléctrico si fue sustituido por otro nuevo, por lo que se realiza el comisionado de las tres bombas de la planta piloto. Esta prueba consiste en la puesta en marcha de las mismas y comprobación de caudales de trabajo y consumos eléctricos.

El resultado de esta prueba fue satisfactorio, resultando la misma como APTA

- Puesta en marcha y prueba de lazos: Esta es la última prueba que forma parte del comisionado, y en la cual se pondrá en marcha la planta piloto y se realizarán pruebas de determinados lazos de control para validar la instalación. Esta prueba se describe ampliamente en el siguiente capítulo.

El resultado de esta prueba fue satisfactorio, resultando la misma como APTA.

A la vista de los resultados obtenidos, en las pruebas de comisionado y SAT, junto con los soportes técnicos de los diferentes fabricantes involucrados en este proyecto, se establece que la planta piloto es APTA, para su puesta en marcha y funcionamiento.

6. TRABAJO EXPERIMENTAL EN LA PLANTA PILOTO

6.1. Introducción

En este capítulo se realizan una serie de experimentos tanto en lazo abierto como en lazo cerrado de alguno de los controles de la planta piloto, precisamente el control de caudal FIC1099923 y el control de nivel del depósito V10101, LIC1099901.

En primer lugar se describirá como se han diseñado las dos estrategias de control, tanto para el control de caudal como para el control de nivel. Posteriormente, y haciendo uso de proyectos anteriores y sabiendo que no debemos llegar al valor máximo de medición del coriolis para prevenir roturas o mal funcionamiento del caudalímetro, sabemos que el sistema del lazo de caudal debe comportarse como un sistema de primer orden, se realizarán las pruebas de los controles en lazo cerrado, ajustando experimentalmente algunos parámetros de los controladores, como la ganancia, el tiempo derivativo entre otros.

Durante estos experimentos, no se busca la sintonización de estos lazos, sino una descripción del funcionamiento sobre la planta del controlador DeltaV, y por consiguiente los parámetros del lazo de control han sido establecidos de forma muy sencilla para una mayor comprensión y utilización en futuros proyectos.

6.2. Diseño de las estrategias de control.

En primer lugar se describe la estrategia de control desarrollada para el control de caudal FIC1099923. Este control se diseña para controlar el caudal que impulsa la bomba N10051, desde el depósito V10101 hacía la camisa del reactor, se trata de dos elementos del circuito de agua caliente, como se describió en otro capítulo.

Antes de comenzar con el diseño de los lazos de control, el propio controlador ha sido comisionado, así como todas las tarjetas analógicas y discretas tanto de entrada como de salida. Este proceso, está descrito en la guía que se ha desarrollado en un capítulo anterior y con el asesoramiento “in situ” de personal de Emerson.

Para el diseño de este control, se ha utilizado la aplicación Control Studio, y se ha utilizado el manual que se ha desarrollado en un capítulo anterior para el desarrollo del control de caudal. Utilizando esta guía y la ayuda disponible en los “Books Online”

de DeltaV, se obtiene el siguiente módulo de control, cuyas características principales son:

El módulo consta de un bloque de entrada analógica AI, donde se leerá el valor de la medida de caudal suministrada por el transmisor de caudal coriolis FE1099923. Con una escala de lectura desde 0 a 1.8 l/min. Además este bloque tiene definidas cuatro alarmas, una por alto caudal con un valor de 1.5 l/min, otra por muy alto caudal, con un valor de 1.7 l/min, otra por bajo caudal, cuyo valor de alarma se establece en 0.4 l/min. y la última por muy bajo caudal con un valor de 0.3 l/min.

Consta también, el módulo, con un bloque de salida analógica, que mandará una señal 4-20 mA, al variador SC04, que será el que varíe la frecuencia del motor de la bomba N10051. Como escala de valores de salida, se asigna los valores de 0%, equivalente a 0 Hz, y un valor de 100%, equivalente a un valor de 100 Hz en el variador de frecuencia. Además se asignan dos alarmas, una de baja frecuencia, con un valor de 10% y otra por alta frecuencia, con un valor de 95%. El modo de actuación de este bloque se establece en cascada, para que envíe la salida al variador, según la salida que envíe el PID, en función del set point, si está en modo AUTO o a través de la salida que envíe el PID, si está en modo MAN.

El cerebro del módulo, es un bloque PID, que se ha configurado de la siguiente forma, para la escala de valores del set point (SP), se asigna como mayor valor, 1.8 l/min. y como menor valor 0 l/min, se podrá seleccionar un valor cualquiera entre el máximo caudal y el mínimo cuando el modo del controlador esté en AUTO. Para la escala de valores de la salida, se ha asignado, el valor máximo a 100%, y el valor mínimo en 0%, se podrá elegir cualquiera de estos dos valores, que equivalen directamente a la frecuencia en el variador del motor de la bomba N10051, cuando el modo del controlador esté en manual.

Se han establecido también varias alarmas, por alto caudal y muy alto caudal y también por bajo y muy bajo caudal, que coinciden con los valores de alarma establecidos en el bloque AI.

Finalmente los tres bloques se unen por medio de líneas de unión, siguiendo la secuencia, desde el parámetro OUT del bloque AI, hacía el parámetro IN, de entrada al

bloque PID, y desde el parámetro OUT del bloque de PID, hacia el parámetro CAS_IN del bloque AO.

La asignación de canales de las tarjetas de entrada analógica al bloque AI y la salida analógica al bloque AO, ha sido elaborada siguiendo la guía que se ha desarrollado para la utilización del software de DeltaV y siguiendo la asignación de canales, según la tabla mostrada en el mismo capítulo donde se ha desarrollado la guía.

Una vez, desarrollados los bloques, se deben habilitar los canales de las tarjetas asignados a los bloques AI y AO, mediante el DeltaV Explorer. En este momento se puede asignar el módulo al controlador y descargar sobre el mismo esta estrategia de control, según se ha descrito en capítulos anteriores.

Paralelamente a este módulo, se han diseñados, un módulo para controlar el nivel del depósito simultáneamente mientras se realizan los experimentos del lazo de control de caudal.

Este módulo, se ha desarrollado también con Control Studio, siguiendo el manual, establecido en esta memoria. El módulo consta de:

Un bloque de entrada analógica, AI, ya que la lectura por parte del transmisor de presión diferencial utilizado para este fin, es una señal analógica 4-20 mA. La escala de valores de lectura por parte del bloque, es de 100% como valor máximo y 0% para el valor mínimo. Al mismo tiempo sobre este módulo, se designa una alarma por alto nivel al 90% y por muy alto nivel al 95%, del mismo modo se asignan dos alarmas más, una por bajo nivel al 35% y otra por muy bajo nivel al 30%, de este modo, se pretende proteger a la bomba, para asegurar que con estos niveles por bajo o muy bajo se consigue que el NSPHd de la bomba siempre sea mayor que el NSPHr, para evitar que la bomba cavite o se quede sin caudal.

Para tener lectura de la tendencia del nivel durante las pruebas, se añade un elemento especial sobre el que se escribirá continuamente los valores de nivel y se mostrará en una gráfica, del mismo modo que lo hace la aplicación para históricos de DeltaV.

Para el control de nivel del tanque, se desarrolla un control tipo ON-OFF, de forma que cuando el nivel del tanque se encuentre por debajo de un determinado valor, el controlador envíe una señal para que la electroválvula que se encuentra a la entrada del depósito abra. Cuando el nivel se encuentre por encima de un valor determinado cierre la electroválvula. Este tipo de controles, generalmente funcionan con un interlock para el bajo nivel y otro para el alto nivel, existiendo plantillas en DeltaV Explorer para ello, pero supone el cableado de señales discretas de entrada, que no se ha contemplado en este proyecto.

Para solucionar este problema, se ha diseñado mediante un bloque de cálculo, y utilizando el asistente de expresiones dentro del bloque de cálculo, una expresión por la cual se fija un intervalo de nivel entre el 65% para el valor de cierre de la electroválvula, lo cual supone un 0 lógico a la salida de dicho bloque y un valor de 63% para bajo nivel que abrirá la electroválvula, lo cual supone un 1 lógico a la salida del bloque de cálculo. La expresión es de tipo, “IF, THEN, ELSE”, muy similar a la utilizada en lenguajes de programación tipo C++. Para conseguir que el bloque de cálculo realice las iteraciones para comprobar continuamente el valor, y aprovechando que el bloque de nivel ya se ha utilizado en otro módulo, como se explico anteriormente, se referencia el OUT de dicho bloque de nivel, en el bloque de cálculo.

La salida del bloque de cálculo, se envía a un bloque de salidas discretas DO, que actuará sobre el relé de la electroválvula, cerrándola cuando reciba un cero y abriéndola cuando reciba un 1.

Este módulo no tiene definidas alarmas, ya que el objetivo es comprobar el funcionamiento de la electroválvula referenciándola al nivel del tanque.

Finalmente los módulos quedan definidos como se muestra en la siguiente imagen:

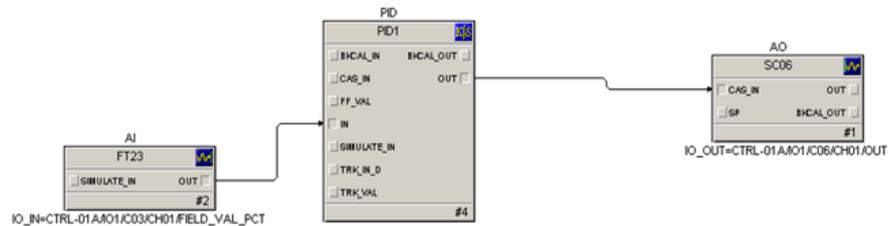


Figura 28. Diagrama de bloques lazo de control de caudal .

Esta imagen corresponde al módulo de control de caudal FIC109923.

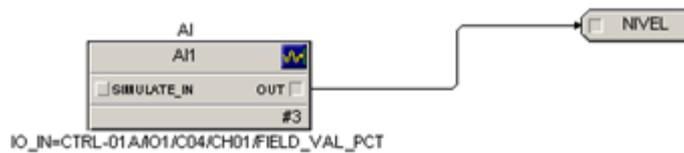


Figura 29. Diagrama de bloques lectura nivel.

Esta imagen corresponde al módulo de nivel LT109901.

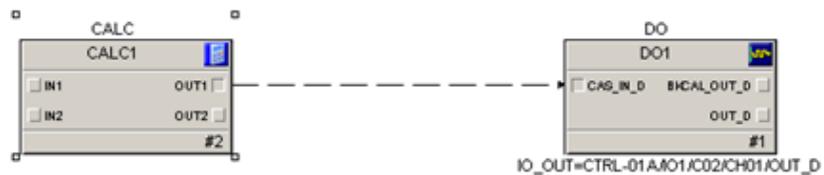


Figura 30. Diagrama de bloques para control de nivel.

Esta imagen corresponde al módulo de control de nivel LIC109901.

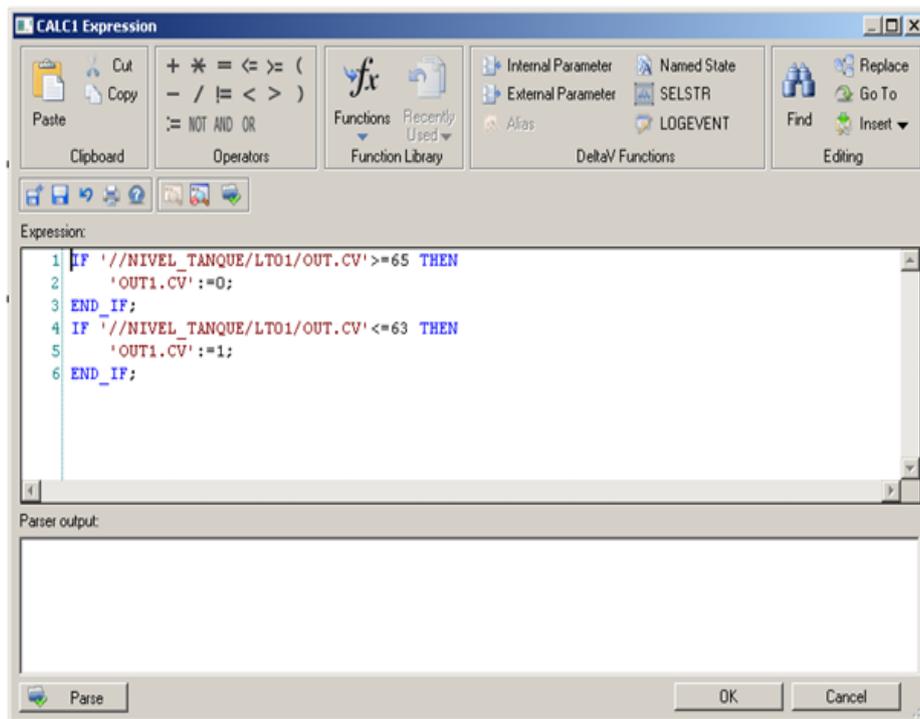


Figura 31. Código generado para interlock de nivel.

Esta imagen corresponde al código implementado en el bloque de cálculo, para mantener el control de nivel en el depósito V10101.

Las gráficas, corresponden la lectura de caudal, con la gráfica roja, la azul para el setpoint y la verde es el output del control.

6.3. Experimento 1.

Como ya hemos mencionado anteriormente, sabemos de otros proyectos que el lazo de control de caudal, debe comportarse como un sistema de primer orden y además sabemos que por las características de diseño de los coriolis, el caudalímetro de la línea de agua caliente, puede medir como mucho 1.8 l/min. ajustamos los parámetros del bloque PID. Comenzamos en el primer experimento con una ganancia de 0.5 y un tiempo integral de 0.5, como ya hemos mencionado que se trata de un sistema de primer orden, no pondremos tiempo derivativo.

Al mismo tiempo, y sabiendo que el coriolis no debe medir caudales durante mucho tiempo por encima de su máximo valor de lectura, establecido en 1.8 l/min. impondremos al bloque PID, dos limitaciones, una para el set point, con un valor de 1.2 l/min como máximo para cuando el control esté en modo AUTO, y una limitación de 70

Hz a la salida del variador, que equivale a un 70% en el output del control cuando esté en modo manual. De esta manera aunque el operador decida introducir un valor por encima de estos dos, el controlador no obedecerá y nunca sobrepasará estos dos valores.

Estos ajustes de limitación se mantendrán durante el resto de experimentos para conservar la integridad de los elementos físicos de la planta piloto.

Resumiendo, estos valores para el bloque PID, son:

$$K_p = 0.5$$

$$T_i = 0.5$$

$$T_d = 0$$

$$\text{OUT_HI_LIM} = 70\%$$

$$\text{SP_HI_LIM} = 1.2 \text{ l/min.}$$

El procedimiento de ensayo para los distintos experimentos, será, que con los valores introducidos en el bloque PID que se han descrito, sometemos al control en lazo cerrado a diferentes entradas en forma de escalón.

Para este primer experimento con estos valores de ajuste del control, se ha obtenido la siguiente gráfica:

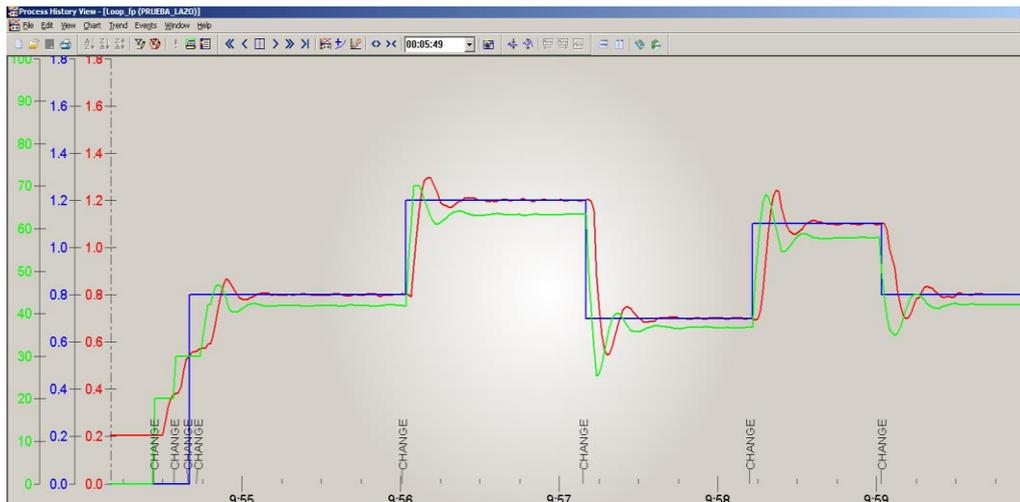


Figura 32. Gráfica experimento 1.

Como se puede observar en la gráfica, el output se ajusta perfectamente al set point del controlador, sin embargo, cuando el sistema responde ante un cambio en la

entrada en forma de escalón, presenta una oscilación, no muy acusada, pero que considerando los bajos caudales a los que debemos trabajar, puede no resultar beneficioso.

Además se ha comprobado que este sistema, se puede controlar perfectamente con PI, por lo que el tiempo derivativo no se tendrá en cuenta en los siguientes experimentos para ajustar el lazo de control.

6.4. Experimento 2.

Como hemos descrito en el anterior experimento, el sistema se comporta como un sistema de primer orden ante una entrada en forma de escalón, sin embargo se ha comprobado que aún no se dispone de un ajuste fino, durante el tiempo que el lazo se encuentra en régimen transitorio, aunque su duración en el tiempo es corta. Como consecuencia el error en régimen transitorio es mayor y provoca oscilaciones en el control, por lo que en este segundo experimento, se mantendrá la ganancia del control, ya que dicha ganancia proporciona una velocidad de respuesta más que suficiente en el lazo de control, y se aumentará el tiempo integral, un poco, para disminuir el error e intentar que la respuesta del sistema se ajuste lo máximo posible a un sistema de primer orden.

Resumiendo, estos valores para el bloque PID, son:

$$K_p = 0.5$$

$$T_i = 0.7$$

$$T_d = 0$$

$$OUT_HI_LIM = 70\%$$

$$SP_HI_LIM = 1.2 \text{ l/min.}$$

Como se puede observar en este Segundo experimento, y cómo se indicó anteriormente, los límites operacionales en cuanto a los valores máximos de set point y del output del control, permanecen sin cambios para mantener la integridad de los equipos y dispositivos físicos que intervienen en los experimentos.

Los resultados de este experimento se pueden contemplar en la siguiente gráfica:

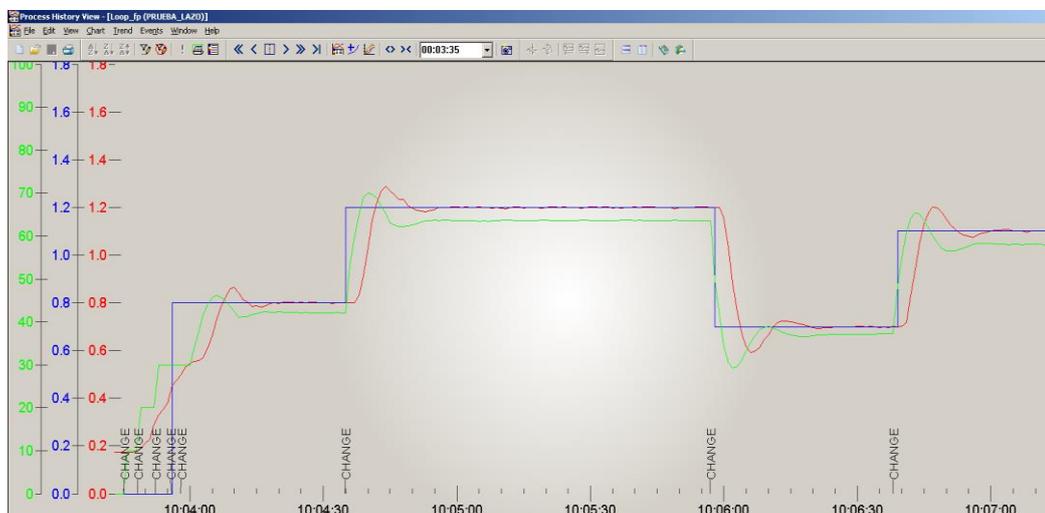


Figura 33. Gráfica experimento 2.

En este segundo experimento, se puede contemplar como de nuevo el output del lazo se ajusta perfectamente al set point comandado por el controlador, por lo que en régimen estacionario, el error es muy pequeño, casi tiende a cero, lo que al igual que en el experimento 1, nos permitirá un perfecto control en régimen estacionario.

Al igual que el primer experimento, se han introducido diferentes entradas en forma de escalón, y como se puede observar, la respuesta del lazo en régimen transitorio ha mejorado, el error ha disminuido debido al aumento del tiempo integral, pero aún presenta un pequeño error que podemos minimizar, ya que como se mencionó anteriormente trabajamos a bajos caudales, esto puede resultar poco beneficioso para el control de la planta piloto.

6.5. Experimento 3.

A la luz de los resultados obtenidos en el experimento 2, debemos continuar ajustando los parámetros del controlador PI, para que la respuesta de nuestro lazo de control se ajuste perfectamente a un sistema de primer orden. De nuevo, al igual que en anterior experimento se mantendrá constante el valor de la ganancia del lazo, ya que dicha velocidad de respuesta ante cambios en la entrada en forma de escalón resulta adecuada.

Sin embargo, y como hemos podido comprobar “in situ”, al aumentar el tiempo integral, el error disminuye, para este tercer experimento, continuaremos aumentando un poco más dicho tiempo, y someteremos de nuevo a nuestro lazo de control a entradas en forma de escalón.

Resumiendo, estos valores para el bloque PID, son:

$$K_p = 0.5$$

$$T_i = 1$$

$$T_d = 0$$

$$\text{OUT_HI_LIM} = 70\%$$

$$\text{SP_HI_LIM} = 1.2 \text{ l/min.}$$

Los resultados de este experimento se pueden contemplar en la siguiente gráfica:

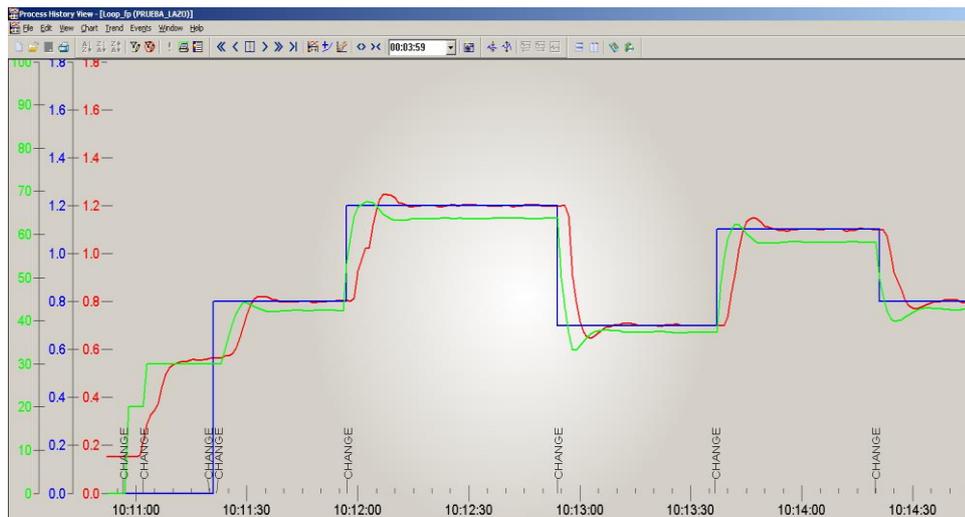


Figura 34. Gráfica experimento 3.

En este tercer experimento, podemos comprobar que la respuesta de nuestro lazo de control en régimen transitorio ha mejorado bastante, lo que quiere decir que las soluciones que estamos adoptando son las adecuadas. Pero nuestro objetivo en tratar de que el sistema se ajuste perfectamente en su respuesta a un sistema de primer orden, por lo que debemos mejorar la respuesta del sistema en régimen transitorio.

6.6. Experimento 4.

Como se ha mencionado en los resultados del tercer experimento, debemos mejorar un poco más la respuesta del sistema en régimen transitorio, para ajustar la respuesta del lazo a un curva tipo “S”, característica de los sistemas de primer orden. El camino que se ha seguido hasta ahora en todos los experimentos es el de mantener constante la ganancia del lazo, ya que la velocidad de respuesta del lazo es la adecuada, e ir modificando el tiempo integral, aumentándolo para conseguir corregir el error que presenta el lazo en régimen estacionario.

Por lo que para este cuarto experimento, aumentamos de nuevo el tiempo integral y volveremos a aplicar el procedimiento que hemos llevado a cabo para los anteriores experimentos, someter a nuestro lazo de control a entradas en forma de escalón, y observar la respuesta del lazo.

Como resumen, estos son los valores del bloque PID para este cuarto experimento:

$$K_p = 0.5$$

$$T_i = 1.5$$

$$T_d = 0$$

$$OUT_HI_LIM = 70\%$$

$$SP_HI_LIM = 1.2 \text{ l/min.}$$

Los resultados de este cuarto experimento se pueden observar en la siguiente gráfica.



Figura 35. Gráfica experimento 4.

Como se puede en este último experimento, se ha conseguido que la respuesta del sistema en lazo cerrado sea exactamente igual a un sistema de primer orden, con un error prácticamente nulo tanto en régimen estacionario como en régimen transitorio. Con estos ajustes que han sido realizados de forma experimental, hemos conseguido ajustar nuestro lazo de control.

6.7. Experimento 5.

En este experimento, se va a comprobar la estrategia de control desarrollada para mantener el nivel del depósito V10101. Como se mencionó al principio de este capítulo, esta estrategia se ha desarrollado para comprobar cómo se puede llevar a cabo un sistema de control ON-OFF, sin necesidad de desarrollar el cableado de entrada discretas desde los equipos físicos situados en planta. Normalmente estos sistemas, se activan mediante un switch de alto nivel y de bajo nivel, que a través de señales discretas llegan al controlador y activan la secuencia de la lógica de actuación del determinado control, ya sea de nivel, presión, etc.

Como en nuestro caso no se han cableado señales discretas de entrada, se ha desarrollado una estrategia de forma que haga las mismas funciones que un interlock.

Para este experimento, se va a mantener el nivel del depósito V10101 entre un 66% y un 65%.

Los resultados obtenidos en este experimento, se pueden observar en la siguiente gráfica:

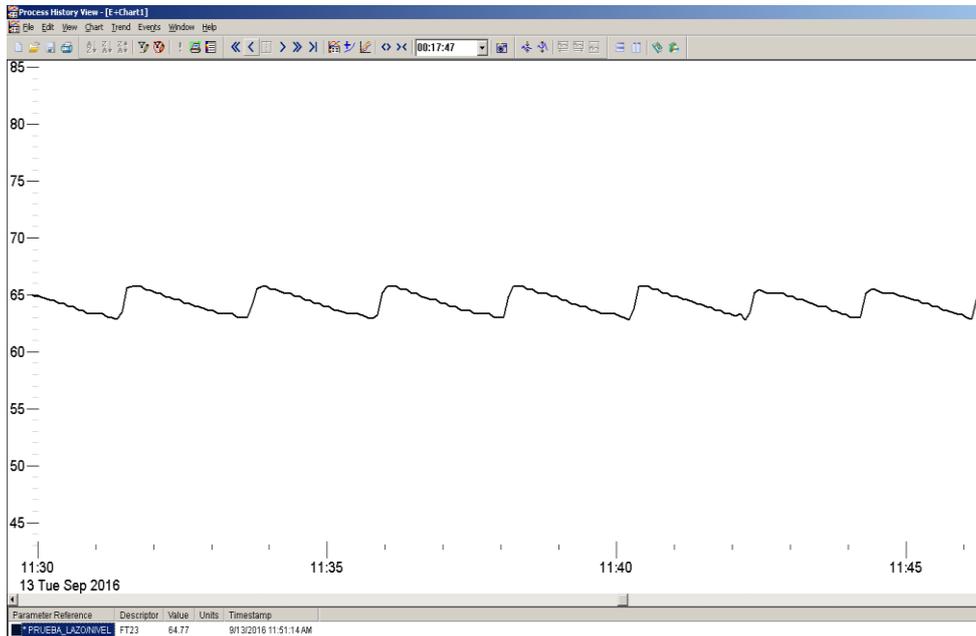


Figura 36. Gráfica experimento 5.

Como se puede observar en la gráfica el control desarrollado a través del bloque de cálculo, envía un 1 lógico a la DO, que actúa sobre el relé del solenoide, abriendo la electroválvula y llenando el depósito, cuando este se encuentre por debajo de un nivel de un 63%. Cuando el nivel llega al 65%, el bloque de cálculo envía un 0 lógico a la DO, que actúa sobre el relé del solenoide, cerrando la electroválvula.

En cuanto a la forma que tiene la gráfica, podemos ver que tiene forma de dientes de sierra, teniendo una pendiente más pronunciada cuando se está llenando de agua, debido a que el caudal que trasiega por la electroválvula es mayor que el caudal que desaloja la bomba. Como consecuencia de que el caudal que desaloja la bomba es mucho menor, la pendiente de la gráfica es menos pronunciada cuando el nivel desciende. Igualmente, el tiempo de llenado, desde que el nivel baja del 63%, es mucho menor que el tiempo que tarda en bajar del 65% al 63%.

Queda por lo tanto demostrado, que la solución adoptada para mantener el nivel del depósito sin necesidad de cablear DI, es totalmente factible.

Este capítulo junto con el anterior, son la columna vertebral de la etapa de ejecución, comisionado y puesta en marcha de la planta piloto y corroboran que esta planta piloto está preparada para su funcionamiento.

7. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

7.1. Conclusiones

En el presenta trabajo se ha realizado la evaluación del sistema de control anteriormente instalado en esta planta piloto, la evaluación de los problemas relacionados con este sistema de control, la evaluación de la migración a un nuevo sistema de control distribuido, la elección del mismo entre varios, así como la ejecución, comisionado y pruebas SAT, la puesta en marcha y la prueba de lazos de control.

Además se ha realizado el cambio de la mayoría de los dispositivos de instrumentación de la planta para adecuarla a los protocolos de comunicación utilizados hoy en día a nivel industrial.

Por estos motivos se puede concluir que los objetivos del proyecto se han cumplido.

A continuación se exponen las principales tareas realizadas así como sus consecuencias:

- Se llevó a cabo una actualización de las instalaciones de la planta, para de este modo obtener una visión de las condiciones en las que se encontraba la misma, y poder conocer los problemas a los que nos debíamos enfrentar. De este modo, se detectaron problemas tales como, problemas de conexión del PC con el controlador vía TCP/IP, el controlador WP-8849 no reconocía los módulos E/S, mal funcionamiento de las electroválvulas, sensores descalibrados y con medidas fuera de rango, problemas de descarga de las estrategias de control, conflictos de IP's, protocolos de comunicación anticuados y sin posibilidad de actualización, prestaciones del controlador insuficientes, incompatibilidad de software para desarrollar SCADAS o estrategias de control.
- Estudio de la viabilidad para la implantación de un nuevo sistema de control distribuido, en el que se puso sobre la mesa, diferentes sistemas de control distribuidos, para ello, y tras el estudio de los mismos se ha desarrollado un

estudio comparativo para determinar cuál de ellos se ajusta mejor a los requerimientos de la planta y a nuestros requisitos.

- Migración al nuevo sistema de control, para ello se ha realizado un reacondicionamiento de la instalación, junto con la instalación de nuevos dispositivos de medida con protocolos de comunicación actualizados, junto con un completo programa de comisionado y pruebas SAT para determinar la validación de esta etapa de remodelación.
- Puesta en marcha de la planta y estudio de lazos de control, con el fin de poner de manifiesto y comprobar que la planta se encuentra en perfectas condiciones para su funcionamiento.

El uso docente de estas instalaciones, sistemas de control y programas desarrollados permitirán a los alumnos estudiar, analizar y automatizar el proceso de la planta piloto, con unos protocolos de comunicación idénticos a los utilizados por las grandes empresas del sector industrial y que colocan al departamento de Sistemas y Automatización y a la Universidad Politécnica de Cartagena a la cabeza en tecnologías de protocolos y gestión de proyectos de implantación de sistemas de control distribuido.

7.2. Trabajos futuros.

Una vez que se ha llevado a cabo el proceso de remodelación, ejecución, comisionado, puesta en marcha y prueba de lazos, se proponen los siguientes trabajos.

- Continuación y ampliación de las instalaciones realizadas que permitan la automatización completa de la planta piloto.
- Desarrollo de SCADAS, que permitan la visualización y control de planta piloto por los usuarios.
- Desarrollo de estaciones de trabajo remotas, que permitan que la planta sea visualizada y operada, desde los ordenadores del departamento, o a través de internet.
- Implantación de un proyecto de realidad aumentada que permita el control de la planta piloto y el desarrollo y estudio de lazos de control.
- Mejora de los algoritmos de control aquí presentados, junto con el desarrollo de nuevas estrategias de control más complejas.
- Estudio de la implantación de dispositivos y transmisores Wireless, y control y actuación de los mismo a través de DeltaV.

- Instalación de aplicaciones como AMS para calibración y actuación sobre la instrumentación instalada en la actualidad.
- Desarrollo de un sistema de programación de interlocks y medidas de seguridad.

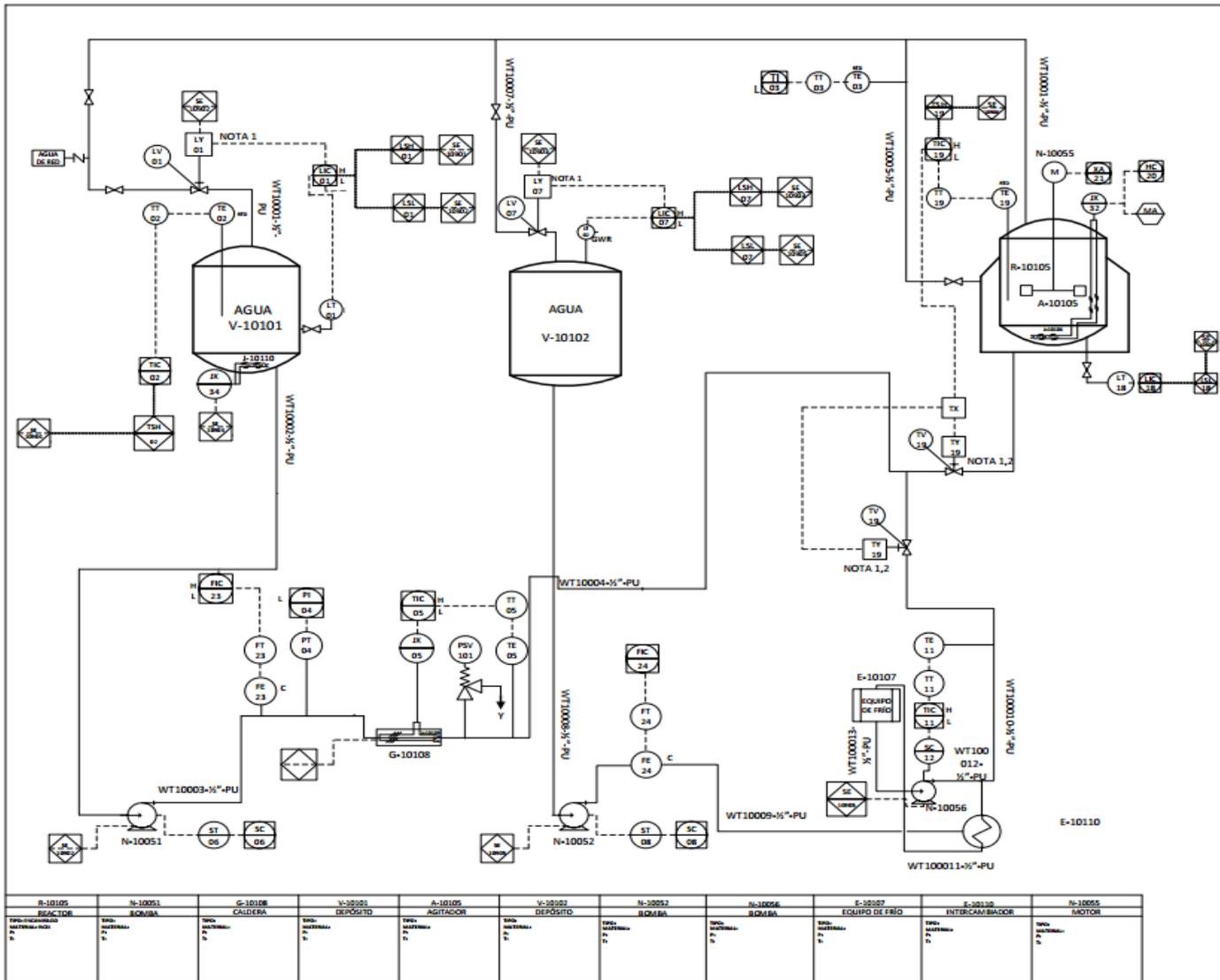
8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] <http://www.icpdas.com.tw/>.
- [2] <http://www.indusoft.com/>.
- [3] <http://www.siemens.com/>.
- [4] <http://www.abb.com/>.
- [5] <http://www.honeywell.com/>.
- [6] <http://www2.emersonprocess.com/>.

- [7] P. R. Alberto. _Desarrollo de sistema de adquisición de datos y control de supervisión SCADA. Universidad Politécnica de Cartagena, Junio 2005.
- [8] P. L. M. del Mar. Obtención de la línea de frío para la camisa del reactor y actualización del SCADA. Universidad Politécnica de Cartagena, Septiembre 2007.
- [9] M. José. Control de la temperatura del reactor de la planta piloto. Universidad Politécnica de Cartagena, Septiembre 2008.
- [10] S. M. Ángel. Obtención de la línea de agua caliente para la camisa del reactor. Universidad Politécnica de Cartagena, Julio 2006.
- [11] Acedo Sánchez, José. Control avanzado de procesos. Ediciones Díaz de Santos, 2003.
- [12] Norman P. Lieberman. Troubleshooting Control Process. Willey. 2009.
- [13] Sinnott, Ray. Diseño en Ingeniería química. Editorial Reverté. 2012.

9. ANEXOS

ANEXO I. P&ID DE LA PLANTA PILOTO



GENERAL NOTES

NOTA 1: ELECTRÓVALVULAS
 NOTA 2: CONTROL COMPARTIDO LÍNEA AGUA FRÍA Y CALIENTE

ITEMS No. ON THIS DWG

R-10105	V-10102	N-10055
V-10101	N-10052	
N-10051	N-10056	
G-10108	E-10107	
A-10105	E-10110	

REV	PROB	DESCRIPCIÓN	BY	CHK	DATE
2		ISSUE FOR DESIGN	AG	SC	
1		ISSUE FOR APPROVAL	AG	SC	
0		ISSUE FOR REVIEW	AG	SC	

REVISIONS

SCALE: REPLACES

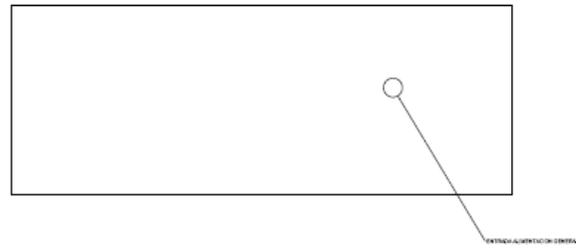
ENGINEERING FLOW DIAGRAM
LÍNEA DE AGUA CALIENTE Y AGUA FRÍA

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

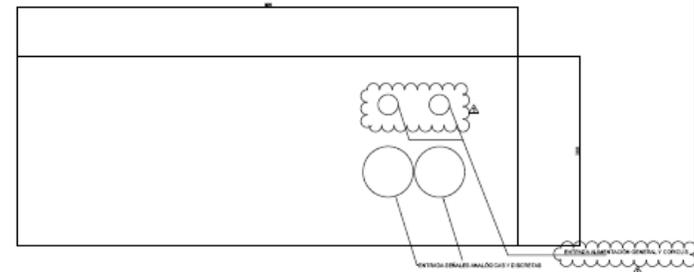
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y AUTOMÁTICA			BY: JIG
PROJECT NO:			DATE:
REV	MOD	DRAWING NO	FD: 1000-997

ANEXO II. ESQUEMAS UNIFILARES

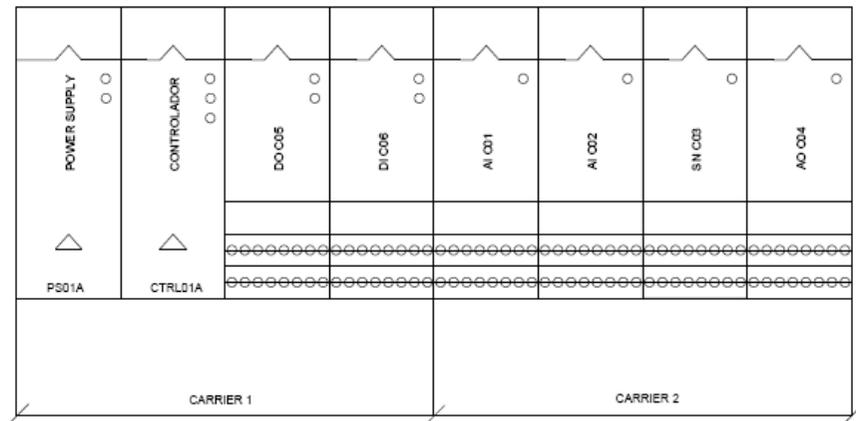
VISTA SUPERIOR



VISTA INFERIOR



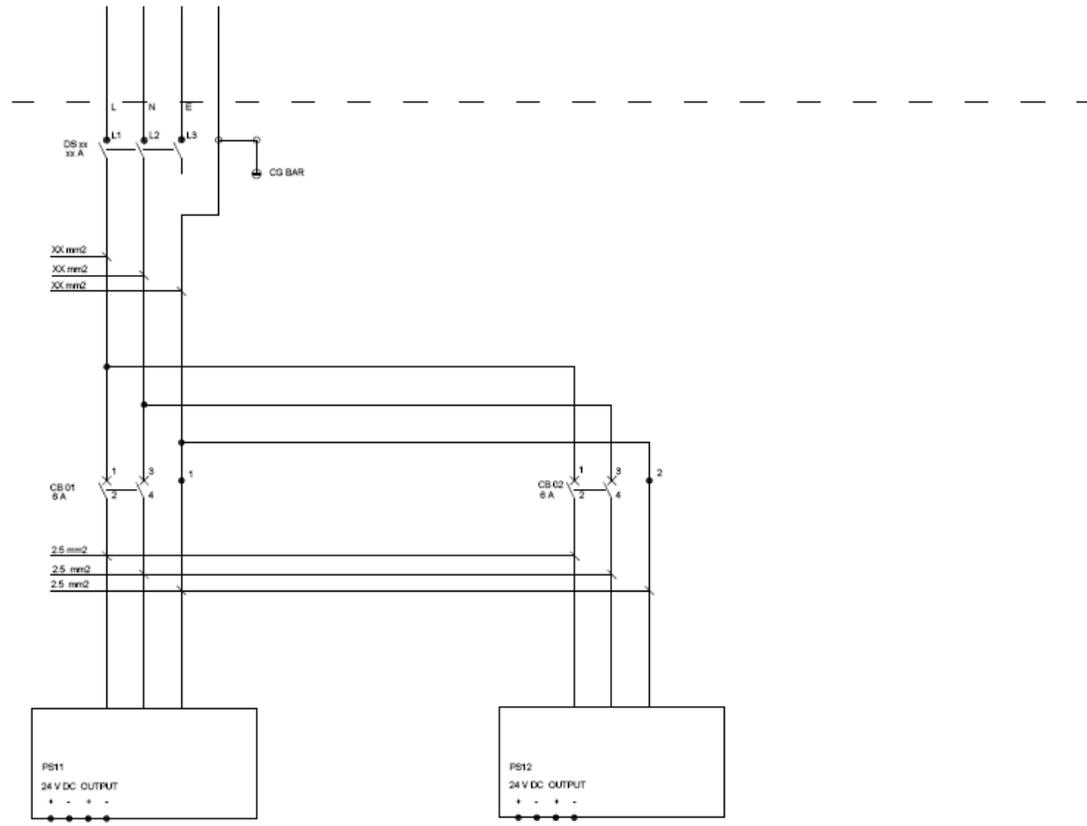
1	APRIL 17	ESTR. POR APPROX.	NO	NO
2	APRIL 18	ESTR. POR APPROX.	NO	NO
3	APRIL 19	ESTR. POR APPROX.	NO	NO
APRIL	NO	100000	NO	APRIL
UPCT				
DESARROLLO CONTROL DEL SU PLANTA				
APRIL	NO	100	SISTEMA DE DISTRIBUCION EN INTERIOR DEL AREA DE CONTROL	
APRIL	NO			



REV	FECHA	DESCRIPCION	ELABORADO	REVISADO
1	2010-10-10	ESQUEMA DE CONTROL	ML	ML
2	2010-10-10	ESQUEMA DE CONTROL	ML	ML
3	2010-10-10	ESQUEMA DE CONTROL	ML	ML
4	2010-10-10	ESQUEMA DE CONTROL	ML	ML

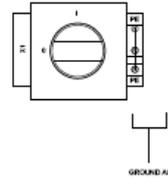
TITULO: UPECT
 PROYECTO: DESARROLLO CONTROL DEL TAP PLANTA PILOTO
 CLIENTE: ARGENTECTURA DELTA IV
 HOJA: 3
 ESCALA:

ALIMENTACIÓN GENERAL 230 Vac

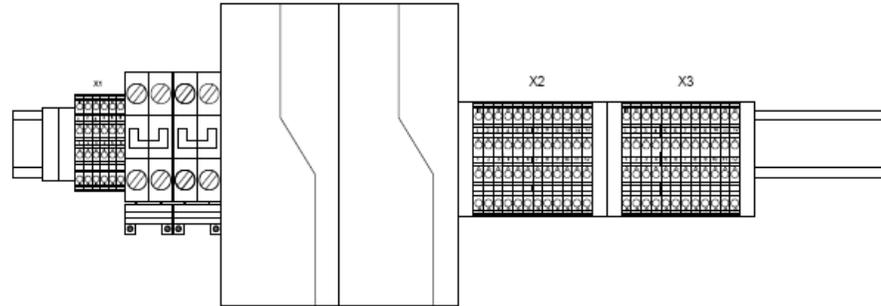


1	230V AC	LINE FOR GENERAL	NO	NO
1	230V AC	LINE FOR GENERAL	NO	NO
2	230V AC	LINE FOR GENERAL	NO	NO
NO	NO	NO	NO	NO
UPCT				
PROYECTO: DESARROLLO CONTROL DEL VEHICULO PLANTA				
PLANTA:				
PROYECTO	NO	NO	ALIMENTACION GENERAL	
PLANTA	NO	NO	4	
PROYECTO	NO	NO	NO	NO

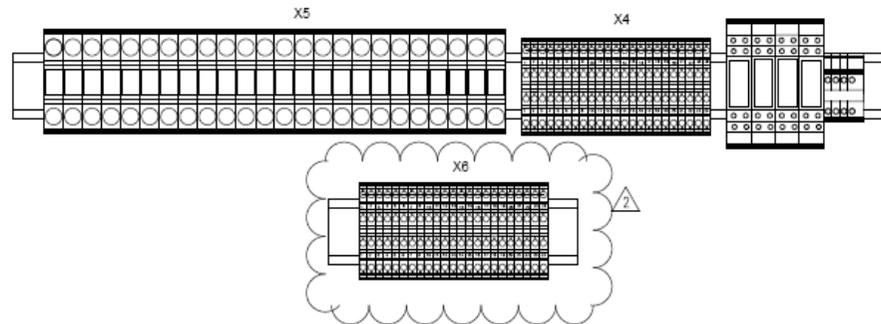
INTERRUPTOR GENERAL 230 Vac



MAGNETOTÉRMICOS Y FUENTES DE ALIMENTACIÓN 24Vdc

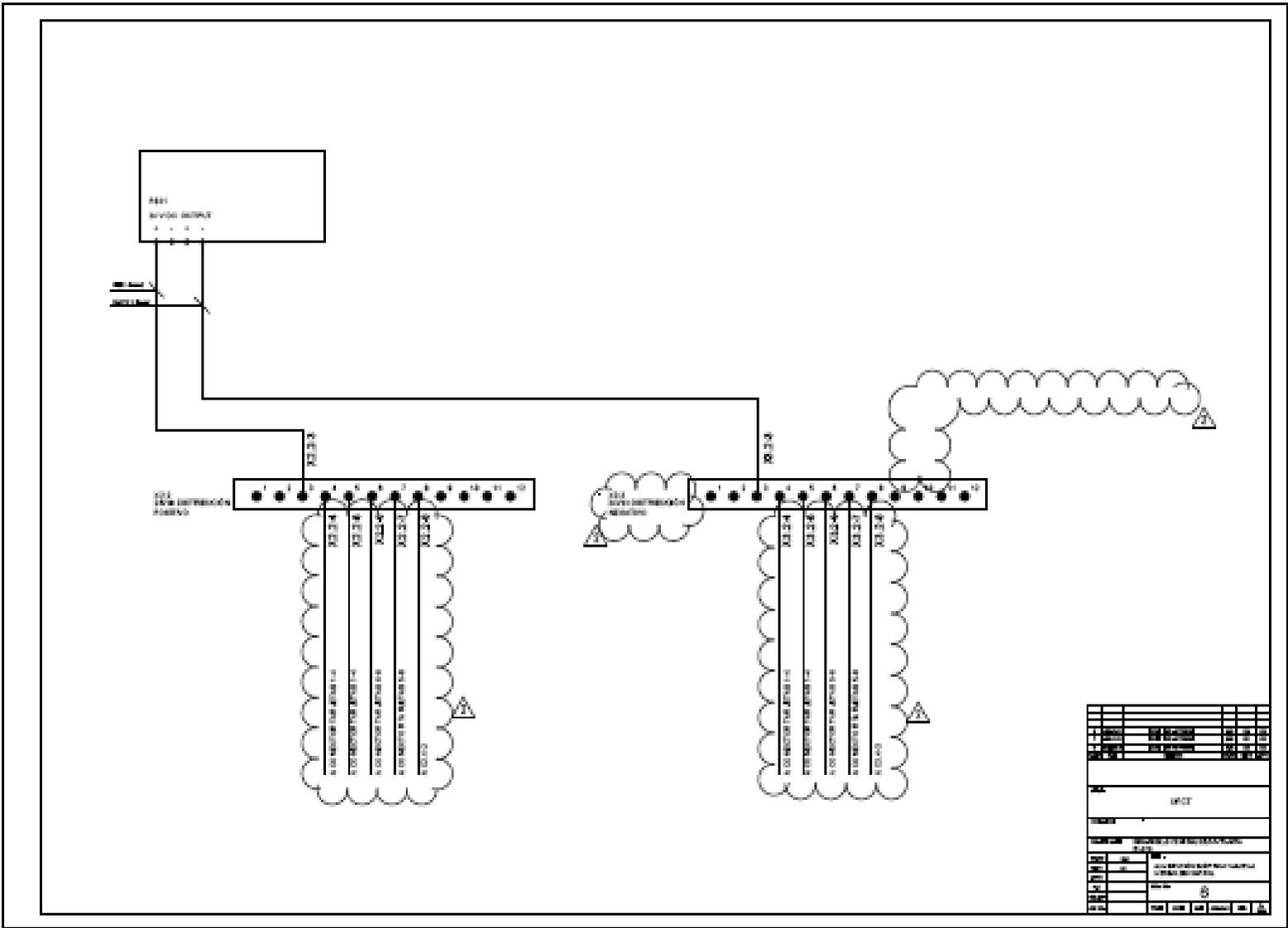


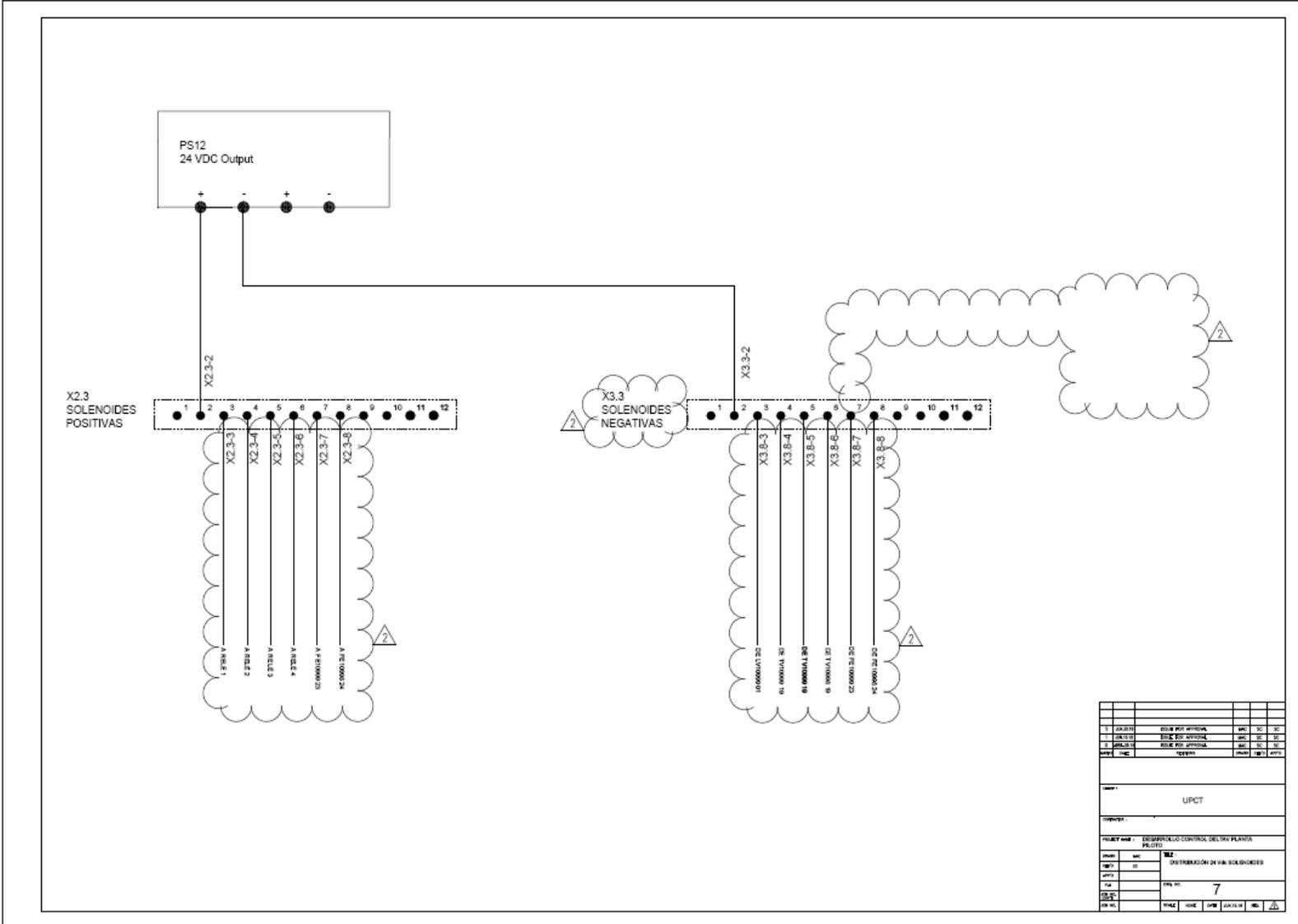
BORNEROS CON FUSIBLES, SECCIONABLES Y RELÉS



1	INTERRUPTOR	INTERRUPTOR GENERAL	230 Vac	1
2	MAGNETOTÉRMICO	MAGNETOTÉRMICO	230 Vac	1
3	FUSIBLE	FUSIBLE	230 Vac	1
4	SECCIONABLE	SECCIONABLE	230 Vac	1
5	RELÉ	RELÉ	24Vdc	1
TOTAL: 5				

UPCT				
PROYECTO: DESARROLLO CONTROL DEL PISO PLANTA				
PROYECTO: INTERLUPTORES, F.F.A. Y BORNEROS				
PÁGINA: 5				
PÁG. 1 PÁG. 2 PÁG. 3 PÁG. 4 PÁG. 5 PÁG. 6 PÁG. 7 PÁG. 8 PÁG. 9 PÁG. 10				





1	UNIDAD	SOLENOIDE POSITIVO	NO	SI	NO
2	UNIDAD	SOLENOIDE NEGATIVO	NO	SI	NO
3	UNIDAD	SOLENOIDE POSITIVO	NO	SI	NO
4	UNIDAD	SOLENOIDE NEGATIVO	NO	SI	NO
5	UNIDAD	SOLENOIDE POSITIVO	NO	SI	NO
6	UNIDAD	SOLENOIDE NEGATIVO	NO	SI	NO

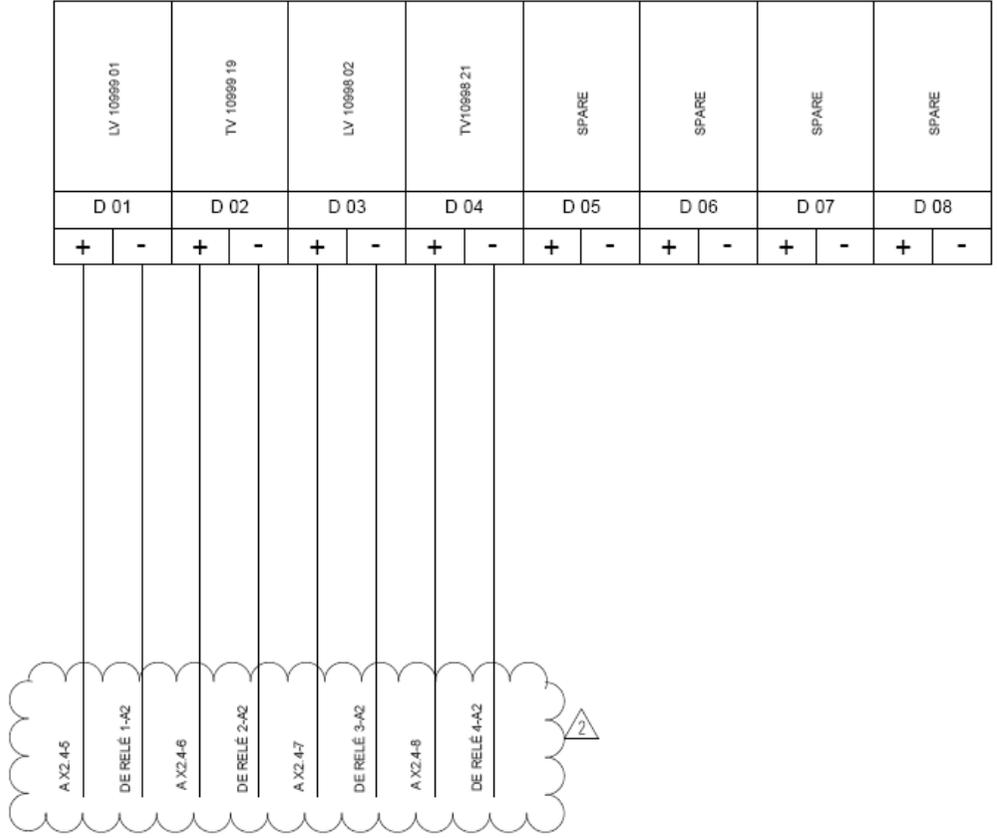
UNIDAD: UPCT

PROYECTO: DESARROLLO CONTROL DEL IVA PLANTA PLEDO

PROYECTO: DISTRIBUCION DE VAS SOLENOIDES

NO. DE HOJA: 7

PROYECTO: PIAE | HOJA: 006 | UNIDAD: UNIDAD | NO. DE HOJA: 7



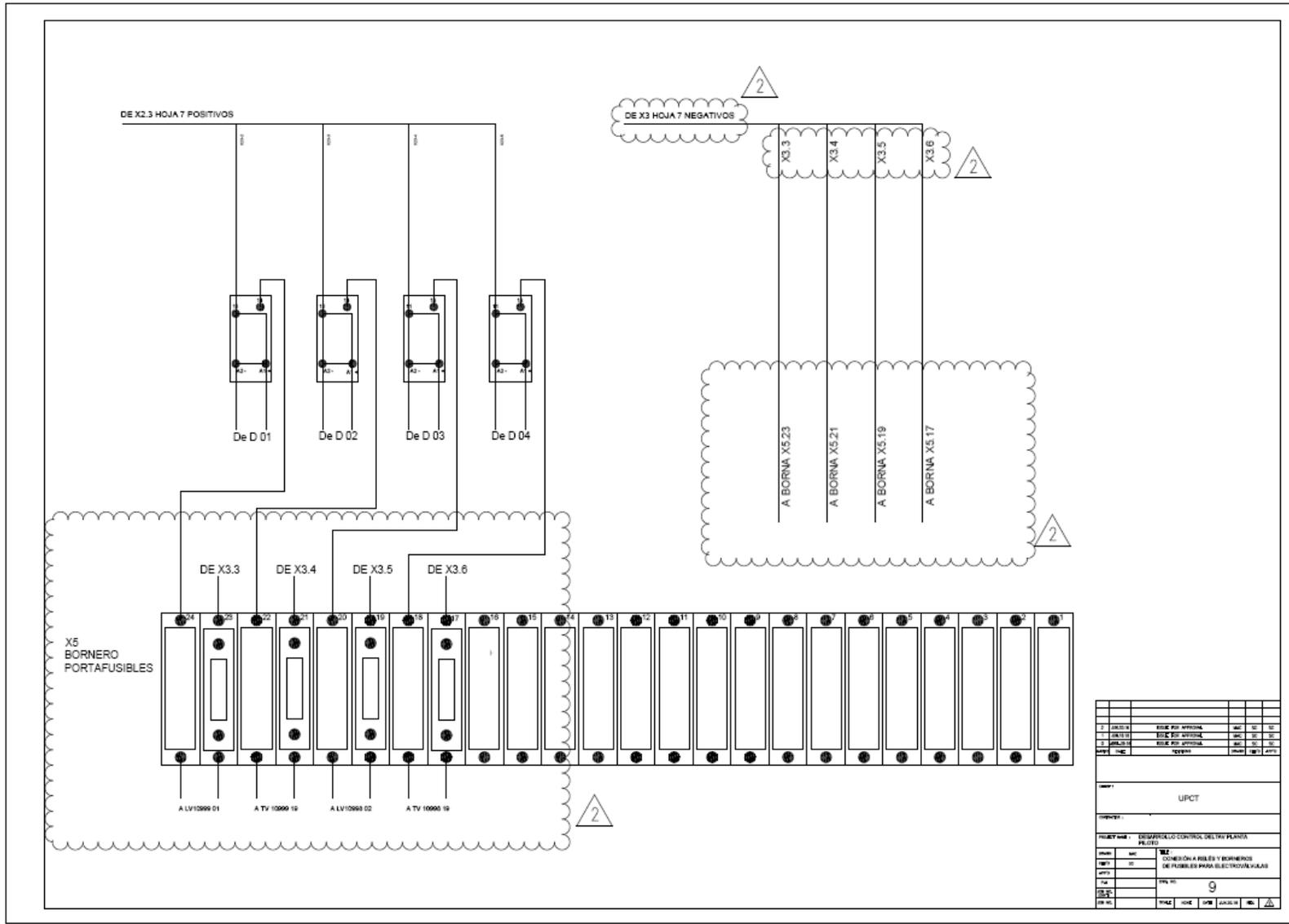
1	2	3	4	5	6	7	8
2	3	4	5	6	7	8	9
3	4	5	6	7	8	9	10
4	5	6	7	8	9	10	11
5	6	7	8	9	10	11	12
6	7	8	9	10	11	12	13
7	8	9	10	11	12	13	14
8	9	10	11	12	13	14	15
9	10	11	12	13	14	15	16
10	11	12	13	14	15	16	17
11	12	13	14	15	16	17	18
12	13	14	15	16	17	18	19
13	14	15	16	17	18	19	20
14	15	16	17	18	19	20	21
15	16	17	18	19	20	21	22
16	17	18	19	20	21	22	23
17	18	19	20	21	22	23	24
18	19	20	21	22	23	24	25
19	20	21	22	23	24	25	26
20	21	22	23	24	25	26	27
21	22	23	24	25	26	27	28
22	23	24	25	26	27	28	29
23	24	25	26	27	28	29	30
24	25	26	27	28	29	30	31
25	26	27	28	29	30	31	32
26	27	28	29	30	31	32	33
27	28	29	30	31	32	33	34
28	29	30	31	32	33	34	35
29	30	31	32	33	34	35	36
30	31	32	33	34	35	36	37
31	32	33	34	35	36	37	38
32	33	34	35	36	37	38	39
33	34	35	36	37	38	39	40
34	35	36	37	38	39	40	41
35	36	37	38	39	40	41	42
36	37	38	39	40	41	42	43
37	38	39	40	41	42	43	44
38	39	40	41	42	43	44	45
39	40	41	42	43	44	45	46
40	41	42	43	44	45	46	47
41	42	43	44	45	46	47	48
42	43	44	45	46	47	48	49
43	44	45	46	47	48	49	50
44	45	46	47	48	49	50	51
45	46	47	48	49	50	51	52
46	47	48	49	50	51	52	53
47	48	49	50	51	52	53	54
48	49	50	51	52	53	54	55
49	50	51	52	53	54	55	56
50	51	52	53	54	55	56	57
51	52	53	54	55	56	57	58
52	53	54	55	56	57	58	59
53	54	55	56	57	58	59	60
54	55	56	57	58	59	60	61
55	56	57	58	59	60	61	62
56	57	58	59	60	61	62	63
57	58	59	60	61	62	63	64
58	59	60	61	62	63	64	65
59	60	61	62	63	64	65	66
60	61	62	63	64	65	66	67
61	62	63	64	65	66	67	68
62	63	64	65	66	67	68	69
63	64	65	66	67	68	69	70
64	65	66	67	68	69	70	71
65	66	67	68	69	70	71	72
66	67	68	69	70	71	72	73
67	68	69	70	71	72	73	74
68	69	70	71	72	73	74	75
69	70	71	72	73	74	75	76
70	71	72	73	74	75	76	77
71	72	73	74	75	76	77	78
72	73	74	75	76	77	78	79
73	74	75	76	77	78	79	80
74	75	76	77	78	79	80	81
75	76	77	78	79	80	81	82
76	77	78	79	80	81	82	83
77	78	79	80	81	82	83	84
78	79	80	81	82	83	84	85
79	80	81	82	83	84	85	86
80	81	82	83	84	85	86	87
81	82	83	84	85	86	87	88
82	83	84	85	86	87	88	89
83	84	85	86	87	88	89	90
84	85	86	87	88	89	90	91
85	86	87	88	89	90	91	92
86	87	88	89	90	91	92	93
87	88	89	90	91	92	93	94
88	89	90	91	92	93	94	95
89	90	91	92	93	94	95	96
90	91	92	93	94	95	96	97
91	92	93	94	95	96	97	98
92	93	94	95	96	97	98	99
93	94	95	96	97	98	99	100

UPCT

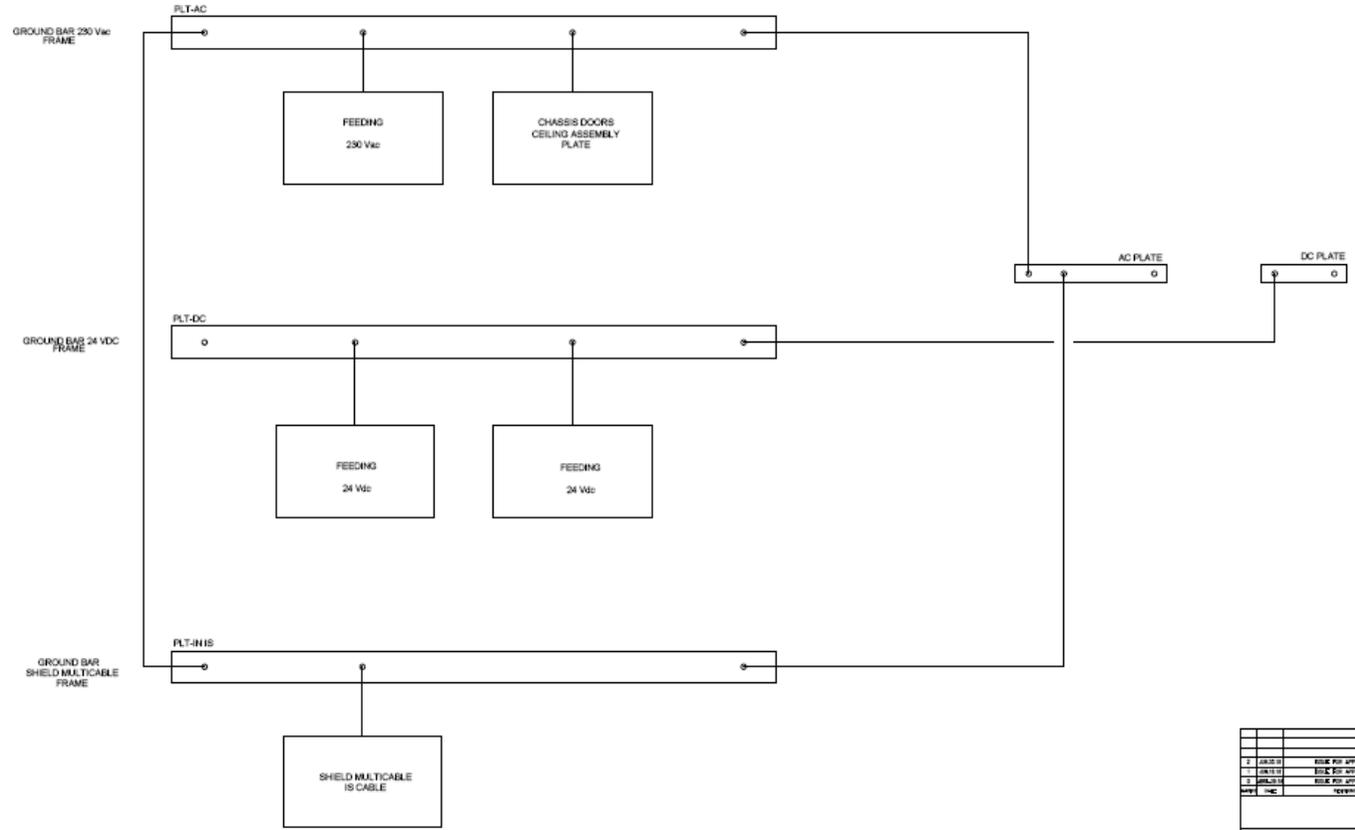
DESARROLLO CONTROL DEL IVA PLANEA PILOTO

SELECCION TABLEROS DIGITALES

8



Haga clic para aumentar la ampliación de toda la página



2	2023-10	REVISAR POR DISEÑO	MAC	10	00
1	2023-10	REVISAR POR DISEÑO	MAC	10	00
1	2023-10	REVISAR POR DISEÑO	MAC	10	00
0001	MAC	REVISAR	MAC	10	00

UPCT

PROYECTO: DESARROLLO CONTROL DEL IVA PLANTA PLATEO

PROYECTO	MAC	12
CONEXIONADO DE TIERRAS		
FECHA		
12		
12		

ANEXO III. CONEXIÓN DE INSTRUMENTACIÓN

CAJA DE DERIVACIÓN: JB-IA-10-0001 TÍPICO: 1

INSTRUMENTO	CABLE SIMPLE	BORNAS DE CONEXIÓN	
SIGLAS	SIGLAS	CAJA	REGLETA
LT 10999 01	IA-10-0001-01	1/-1	1/-1
TT 10999 02	IA-10-0001-02	2/-2	2/-2
PT 10999 04	IA-10-0001-03	3/-3	3/-3
TT 10999 05	IA-10-0001-04	4/-4	4/-4
TT 10999 19	IA-10-0001-05	5/-5	5/-5
LT 10998 19	IA-10-0001-06	6/-6	6/-6
TT 10998 11	IA-10-0001-07	7/-7	7/-7
TT 10998 19	IA-10-0001-08	8/-8	8/-8
LT 10998 02	IA-10-0001-09	9/-9	9/-9
ST 10999 06	IA-10-0001-10	10/-10	10/-10
FT 10999 23	IA-10-0001-11	11/-11	11/-11
ST 10998 05	IA-10-0001-12	12/-12	12/-12

<u>MULTICABLE</u>		<u>REGLETA</u>	
SIGLA:	IA-10-0001	LOCALIZACION:	SHELTER
		CAJA:	JBA-IA-10-0001

NOTAS:

--

REVISIÓN	DIBUJADO	COMPROBADO	FECHA	PLANO Nº:	HOJA Nº
0	MAC	SC	30/06/2016	100001-01	1
1	MAC	SC	01/09/2016		
AS BUILT	MAC	SC	29/09/2016		
				ESQUEMA DE INTERCONEXIONES	

SEÑAL ANALÓGICA ENTRADA 4-20 mA TÍPICO: 3

INSTRUMENTO CABLE SEÑAL REGLETA



INSTRUMENTO	CABLE	REGLETERO
		LOCALIZACIÓN
LT 10999 01	IA-10-0001-01	CAJA
		X4
		SHELTER
		JB-IA-10-0001

NOTAS:

REVISIÓN	DIBUJADO	COMPROBADO	FECHA	PLANO Nº	HOJA Nº
0	MAC	SC	30/06/2016	100001-01	3
1	MAC	SC	01/09/2016		
AS BUILT	MAC	SC	29/09/2016	ESQUEMA DE INTERCONEXIONES	

SEÑAL ANALÓGICA DE ENTRADA 4-20 mA TÍPICO: 4

INSTRUMENTO CABLE SEÑAL REGLETA



INSTRUMENTO	CABLE	REGLETERO
		LOCALIZACIÓN
		CAJA
TT 10999 02	IA-10-0001-02	X4
		SHELTER
		JB-IA-10-0001

NOTAS:

Empty box for notes.

REVISIÓN	DIBUJADO	COMPROBADO	FECHA	PLANO Nº	HOJA Nº
0	MAC	SC	30/06/2016	100001-01	4
1	MAC	SC	01/09/2016		
AS BUILT	MAC	SC	29/09/2016		
				ESQUEMA DE INTERCONEXIONES	

SEÑAL ANALÓGICA DE ENTRADA 4-20 mA TÍPICO: 5

INSTRUMENTO CABLE SEÑAL REGLETA

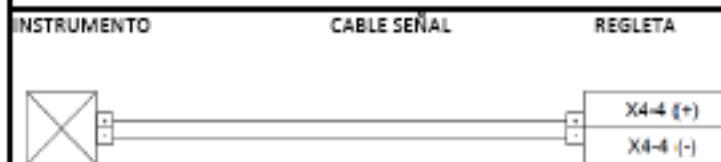


INSTRUMENTO	CABLE	REGLETERO
		LOCALIZACIÓN
		CAJA
PT 10999 04	IA-10-0001-03	X4
		SHELTER
		JB-IA-10-0001

NOTAS:

REVISIÓN	DIBUJADO	COMPROBADO	FECHA	PLANO Nº	HOJA Nº
0	MAC	SC	30/06/2016	100001-01	5
1	MAC	SC	01/09/2016		
AS BUILT	MAC	SC	29/09/2016	ESQUEMA DE INTERCONEXIONES	

SEÑAL ANALÓGICA DE ENTRADA 4-20 mA TÍPICO: 6



INSTRUMENTO	CABLE	REGLETERO
		LOCALIZACIÓN
		CAJA
		X4
		SHELTER
		IB-IA-10-0001

NOTAS:

REVISIÓN	DIBUJADO	COMPROBADO	FECHA	PLANO Nº	HOJA Nº
0	MAC	SC	30/06/2016	100001-01	6
1	MAC	SC	01/09/2016		
AS BUILT	MAC	SC	29/09/2016		
				ESQUEMA DE INTERCONEXIONES	

SEÑAL ANALÓGICA DE ENTRADA 4-20 mA TÍPICO: 7

INSTRUMENTO CABLE SEÑAL REGLETA



INSTRUMENTO	CABLE	REGLETERO
		LOCALIZACIÓN
		CAJA
TT 10999 13	IA-10-0001-03	X4
		SHELTER
		JB-IA-10-0001

NOTAS:

Empty box for notes.

REVISIÓN	DIBUJADO	COMPROBADO	FECHA	PLANO Nº	HOJA Nº
0	MAC	SC	30/06/2016	100001-01	7
1	MAC	SC	01/08/2016		
AS BUILT	MAC	SC	29/08/2016	ESQUEMA DE INTERCONEXIONES	

SEÑAL ANALÓGICA DE ENTRADA 4-20 mA TÍPICO: 10

INSTRUMENTO CABLE SEÑAL REGLETA

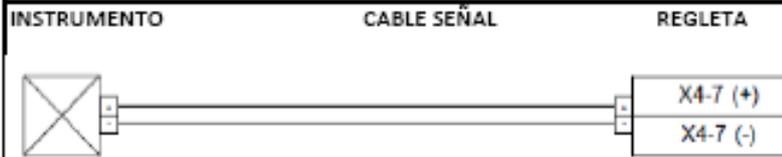


INSTRUMENTO	CABLE	REGLETERO
		LOCALIZACIÓN
		CAJA
TT 10998 19	IA-10-0001-08	X4
		SHELTER
		J8-IA-10-0001

NOTAS:

REVISIÓN	DIBUJADO	COMPROBADO	FECHA	PLANO Nº	HOJA Nº
0	MAC	SC	30/06/2016	100001-01	10
1	MAC	SC	01/08/2016		
AS BUILT	MAC	SC	29/08/2016	ESQUEMA DE INTERCONEXIONES	

SEÑAL ANALÓGICA DE ENTRADA 4-20 mA TÍPICO: 9



INSTRUMENTO	CABLE	REGLETERO
		LOCALIZACIÓN
		CAJA
TT 10998 11	IA-10-0001-07	X4
		SHELTER
		JB-IA-10-0001

NOTAS:

REVISIÓN	DIBUJADO	COMPROBADO	FECHA	PLANO Nº	HOJA Nº
0	MAC	SC	30/06/2016	100001-01	9
1	MAC	SC	01/09/2016		
AS BUILT	MAC	SC	29/09/2016		
				ESQUEMA DE INTERCONEXIONES	

SEÑAL ANALÓGICA DE ENTRADA 4-20 mA

TÍPICO: 11

INSTRUMENTO

CABLE SEÑAL

REGLETA



INSTRUMENTO	CABLE	REGLETERO
		LOCALIZACIÓN
		CAJA
LT 10998 02	IA-10-0001-09	X4
		SHELTER
		JB-IA-10-0001

NOTAS:

Empty box for notes.

REVISIÓN	DIBUJADO	COMPROBADO	FECHA	PLANO Nº	HOJA Nº
0	MAC	SC	30/06/2016	100001-01	11
1	MAC	SC	01/09/2016		
AS BUILT	MAC	SC	29/09/2016	ESQUEMA DE INTERCONEXIONES	

SEÑAL ANALÓGICA DE ENTRADA 4-20 mA

TÍPICO: 12

INSTRUMENTO

CABLE SEÑAL

REGLETA



INSTRUMENTO	CABLE	REGLETERO
		LOCALIZACIÓN
		CAJA
ST 10999 06	IA-10-0001-10	X4
		SHELTER
		JB-IA-10-0001

NOTAS:

REVISIÓN	DIBUJADO	COMPROBADO	FECHA	PLANO Nº	HOJA Nº
0	MAC	SC	30/06/2016	100001-01	12
1	MAC	SC	01/08/2016		
AS BUILT	MAC	SC	29/08/2016		
				ESQUEMA DE INTERCONEXIONES	

SEÑAL ANALÓGICA DE ENTRADA 4-20 mA TÍPICO: 13

INSTRUMENTO CABLE SEÑAL REGLETA



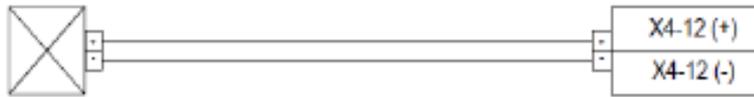
INSTRUMENTO	CABLE	REGLETERO
		LOCALIZACIÓN
		CAJA
FT 10999 23	IA-10-0001-11	X4
		SHELTER
		JB-IA-10-0001

NOTAS:

REVISIÓN	DIBUJADO	COMPROBADO	FECHA	PLANO Nº	HOJA Nº
0	MAC	SC	30/06/2016	100001-01	13
1	MAC	SC	01/09/2016		
AS BUILT	MAC	SC	29/09/2016	ESQUEMA DE INTERCONEXIONES	

SEÑAL ANALÓGICA DE ENTRADA 4-20 mA TÍPICO: 14

INSTRUMENTO CABLE SEÑAL REGLETA



INSTRUMENTO	CABLE	REGLETERO
		LOCALIZACIÓN
CAJA		X4
ST 10998 05	IA-10-0001-12	SHELTER
		JB-IA-10-0001

NOTAS:

REVISIÓN	DIBUJADO	COMPROBADO	FECHA	PLANO Nº	HOJA Nº
0	MAC	SC	30/06/2016	100001-01	14
1	MAC	SC	01/09/2016		
AS BUILT	MAC	SC	29/09/2016	ESQUEMA DE INTERCONEXIONES	

CAJA DE DERIVACIÓN: JB-1A-10-0002 TÍPICO: 2

INSTRUMENTO	CABLE SIMPLE	BORMAS DE CONEXIÓN	
SIGLAS	SIGLAS	CAJA	REGLETA
FT 10998 24	IA-10-0002-01	1/-1	1/-1
SC 10999 06	IA-10-0002-02	2/-2	2/-2
SC 10998 12	IA-10-0002-03	3/-3	3/-3
SC 10998 03	IA-10-0002-04	4/-4	4/-4
JX 10999 32	IA-10-0002-05	5/-5	5/-5
JX 10999 33	IA-10-0002-06	6/-6	6/-6
JX 10999 34	IA-10-0002-07	7/-7	7/-7
SPARE		8/-8	8/-8

<u>MULTICABLE</u>		<u>REGLETA</u>	
SIGLA:	IA-10-0002	LOCALIZACION:	SHELTER
		CAJA:	JB-1A-10-0002

NOTAS:

REVISIÓN	DIBUJADO	COMPROBADO	FECHA	PLANO Nº:	HOJA Nº
0	MAC	SC	30/06/2016	100001-01	2
1	MAC	SC	01/09/2016		
AS BUILT	MAC	SC	29/09/2016	ESQUEMA DE INTERCONEXIONES	

SEÑAL ANALÓGICA ENTRADA 4-20 mA

TÍPICO: 3

INSTRUMENTO

CABLE SEÑAL

REGLETA



INSTRUMENTO	CABLE	REGLETERO
		LOCALIZACIÓN
FT 10998 24	IA-10-0002-01	CAJA
		XS
		SHELTER
		JB-IA-10-0002

NOTAS:

REVISIÓN	DIBUJADO	COMPROBADO	FECHA	PLANO Nº	HOJA Nº
0	MAC	SC	30/06/2016	100001-02	2
1	MAC	SC	01/09/2016		
AS BUILT	MAC	SC	29/09/2016	ESQUEMA DE INTERCONEXIONES	

SEÑAL ANALÓGICA ENTRADA 4-20 mA

TÍPICO: 3

INSTRUMENTO

CABLE SEÑAL

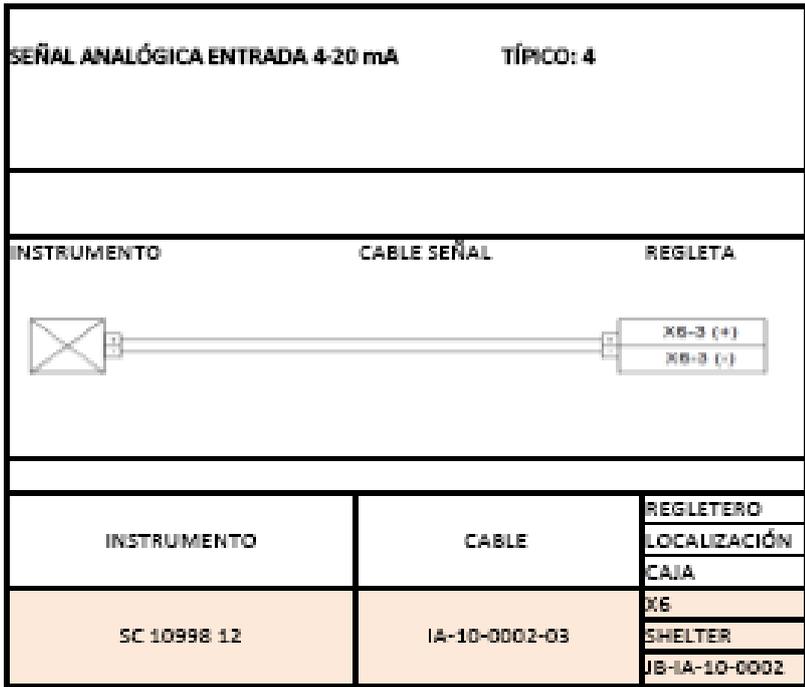
REGLETA



INSTRUMENTO	CABLE	REGLETERO
		LOCALIZACIÓN
SC 10999 06	IA-10-0002-02	CAJA
		XE
		SHELTER
		JB-IA-10-0002

NOTAS:

REVISIÓN	DIBUJADO	COMPROBADO	FECHA	PLANO Nº	HOJA Nº
0	MAC	SC	30/06/2016	100001-02	3
1	MAC	SC	01/09/2016		
AS BUILT	MAC	SC	29/09/2016	ESQUEMA DE INTERCONEXIONES	



NOTAS:

REVISIÓN	DIBUJADO	COMPROBADO	FECHA	PLANO Nº	HOJA Nº
0	MAC	SC	30/06/2016	100001-02	4
1	MAC	SC	01/09/2016		
AS BUILT	MAC	SC	29/09/2016		
				ESQUEMA DE INTERCONEXIONES	

SEÑAL ANALÓGICA ENTRADA 4-20 mA

TÍPICO: 5

INSTRUMENTO

CABLE SEÑAL

REGLETA



INSTRUMENTO	CABLE	REGLETERO
		LOCALIZACIÓN
SC 10998 12	IA-10-0002-04	CAJA
		XB
		SHELTER
		JB-IA-10-0002

NOTAS:

REVISIÓN	DIBUJADO	COMPROBADO	FECHA	PLANO Nº	HOLIA Nº
0	MAC	SC	30/06/2016	100001-02	5
1	MAC	SC	01/09/2016		
AS BUILT	MAC	SC	29/09/2016	ESQUEMA DE INTERCONEXIONES	

SEÑAL ANALÓGICA ENTRADA 4-20 mA

TÍPICO: 6

INSTRUMENTO

CABLE SEÑAL

REGLETA



INSTRUMENTO	CABLE	REGLETERO
		LOCALIZACIÓN
JX 10999 32	IA-10-0002-05	CAJA
		X6
		SHELTER
		JB-IA-10-0002

NOTAS:

REVISIÓN	DIBUJADO	COMPROBADO	FECHA	PLANO Nº	FOLIA Nº
0	IMAC	SC	30/06/2016	100001-02	6
1	IMAC	SC	01/09/2016		
AS BUILT	IMAC	SC	29/09/2016	ESQUEMA DE INTERCONEXIONES	

SEÑAL ANALÓGICA ENTRADA 4-20 mA

TÍPICO: 7

INSTRUMENTO

CABLE SEÑAL

REGLETA



INSTRUMENTO	CABLE	REGLETERO
		LOCALIZACIÓN
JX 10999 33	IA-10-0002-06	CAJA
		XE
		SHELTER
		JB-IA-10-0002

NOTAS:

REVISIÓN	DIBUJADO	COMPROBADO	FECHA	PLANO Nº	HOJA Nº
0	MAC	SC	30/06/2016	100001-02	7
1	MAC	SC	01/09/2016		
AS BUILT	MAC	SC	29/09/2016	ESQUEMA DE INTERCONEXIONES	

SEÑAL ANALÓGICA ENTRADA 4-20 mA

TÍPICO: 8

INSTRUMENTO

CABLE SEÑAL

REGLETA



INSTRUMENTO	CABLE	REGLETERO
		LOCALIZACIÓN
JX 10999 34	IA-10-0002-08	CAJA
		X8
		SHELTER
		IS-IA-10-0002

NOTAS:

REVISIÓN	DIBUJADO	COMPROBADO	FECHA	PLANO Nº	HOJA Nº
0	MAC	SC	30/06/2016	100001-02	8
1	MAC	SC	01/09/2016		
AS BUILT	MAC	SC	29/09/2016		
				ESQUEMA DE INTERCONEXIONES	

CAJA DE DERIVACIÓN: JB-ID-10-0003 TÍPICO: 1

INSTRUMENTO		BORNAS DE CONEXIÓN	
SIGLAS	CABLE SIMPLE SIGLAS	CAJA	REGLETA
LV10999 01	ID-10-0003-01	1/-1	1/-1
TV 10999 19	ID-10-0003-02	2/-2	2/-2
LV 10998 02	ID-10-0003-03	3/-3	3/-3
TV 10998 19	ID-10-0003-04	4/-4	4/-4
SPARE		5/-5	5/-5
SPARE		6/-6	6/-6
SPARE		7/-7	7/-7
SPARE		8/-8	8/-8
SPARE		9/-9	9/-9
SPARE		10/-10	10/-10
SPARE		11/-11	11/-11
SPARE		12/-12	12/-12

<u>MULTICABLE</u>		<u>REGLETA</u>	
SIGLA:	ID-10-0003	LOCALIZACION:	SHELTER
		CAJA:	JB-ID-10-0003

NOTAS:

--

REVISIÓN	DIBUJADO	COMPROBADO	FECHA	PLANO Nº:	HOJA Nº
0	MAC	SC	30/06/2016	100001-03	1
1	MAC	SC	01/09/2016		
AS BUILT	MAC	SC	29/09/2016	ESQUEMA DE INTERCONEXIONES	

SEÑAL DISCRETA DE SALIDA 24V dc

TÍPICO: 2

INSTRUMENTO

CABLE SEÑAL

REGLETA



INSTRUMENTO	CABLE	REGLETERO
		LOCALIZACIÓN
		CAJA
LV 10999 01	ID-10-0003-01	X5
		SHELTER
		JB-ID-10-0003

NOTAS:

REVISIÓN	DIBUJADO	COMPROBADO	FECHA	PLANO Nº	HOJA Nº
0	MAC	SC	30/06/2016	100001-01	2
1	MAC	SC	01/09/2016		
AS BUILT	MAC	SC	29/09/2016	ESQUEMA DE INTERCONEXIONES	

SEÑAL DISCRETA DE SALIDA 24V dc

TÍPICO: 3

INSTRUMENTO

CABLE SEÑAL

REGLETA



INSTRUMENTO	CABLE	REGLETERO
		LOCALIZACIÓN
		CAJA
TV 10999 19	ID-10-0003-02	X5
		SHELTER
		JB-ID-10-0003

NOTAS:

REVISIÓN	DIBUJADO	COMPROBADO	FECHA	PLANO Nº	HOJA Nº
0	MAC	SC	30/06/2016	100001-03	3
1	MAC	SC	01/09/2016		
AS BUILT	MAC	SC	29/09/2016		
				ESQUEMA DE INTERCONEXIONES	

SEÑAL DISCRETA DE SALIDA 24V dc

TÍPICO: 4

INSTRUMENTO

CABLE SEÑAL

REGLETA



INSTRUMENTO	CABLE	REGLETERO
		LOCALIZACIÓN
		CAJA
LV 10998 02	ID-10-0003-01	X5
		SHELTER
		JB-ID-10-0003

NOTAS:

REVISIÓN	DIBUJADO	COMPROBADO	FECHA	PLANO Nº	HOJA Nº
0	MAC	SC	30/06/2016	100001-03	4
1	MAC	SC	01/09/2016		
AS BUILT	MAC	SC	29/09/2016	ESQUEMA DE INTERCONEXIONES	

SEÑAL DISCRETA DE SALIDA 24V dc

TÍPICO: 5

INSTRUMENTO

CABLE SEÑAL

REGLETA



X5-4 (+)

X5-4 (-)

INSTRUMENTO

CABLE

REGLETERO

LOCALIZACIÓN

CAJA

LV 10998 02

ID-10-0003-05

X5

SHELTER

JB-ID-10-0003

NOTAS:

REVISIÓN	DIBUJADO	COMPROBADO	FECHA	PLANO Nº	HOJA Nº
0	MAC	SC	30/06/2016	100001-03	5
1	MAC	SC	01/09/2016		
AS BUILT	MAC	SC	29/09/2016		
				ESQUEMA DE INTERCONEXIONES	

ANEXO IV. HOJAS TÉCNICAS DISPOSITIVOS DE INSTRUMENTACIÓN.

Los manuales y las hojas técnicas se encuentran en las siguientes direcciones:

- Transmisor de presión diferencial Rosemount 2051:

<http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/pm%20rosemount%20documents/00813-0109-4101.pdf>

- Transmisor de radar de onda guiada Rosemount 3300:

<http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/pm%20rosemount%20documents/00813-0109-4811.pdf>

- Transmisor de caudal modelo 2400S Micro Motion®:

<http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/PM%20Micro%20Motion%20Documents/2400S-PDS-SPA-PS-00832.pdf>

- Transmisor de temperatura Rosemount 248:

<http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/pm%20rosemount%20documents/00813-0109-4825.pdf>

- Transmisor de temperatura Rosemount 644:

<http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/pm%20rosemount%20documents/00813-0109-4728.pdf>