

**ESTUDIO DEL PROTOCOLO FIELDBUS Y APLICACION PRÁCTICA CON EL
CONTROLADOR SMAR DF51 PARA EL MANEJO DE INSTRUMENTOS
INDUSTRIALES**

**MAURICIO SANTIS CHAVEZ
EMERSON PAOLO VILLA PLAZAS**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
BUCARAMANGA
2009**

**ESTUDIO DEL PROTOCOLO FIELDBUS Y APLICACION PRÁCTICA CON EL
CONTROLADOR SMAR DF51 PARA EL MANEJO DE INSTRUMENTOS
INDUSTRIALES**

**MAURICIO SANTIS CHAVEZ
EMERSON PAOLO VILLA PLAZAS**

**Proyecto de Grado para obtener el título de Especialista en Control e
Instrumentación Industrial**

Director

JUAN CARLOS VILLAMIZAR RINCON

Ingeniero Electricista

Msc en Potencia Eléctrica

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

BUCARAMANGA

2009

Nota de aceptación

Firma del presidente del
Jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

DEDICATORIA

A Dios por el camino recorrido.

A mis padres que me apoyaron durante el tiempo que dediqué a la especialización.

A Claudia por ser quien me impulsó a empezar.

A mis hijos, Santiago y Sofía por ser mi fuerza y motivación.

A Copacrédito que hizo posible mi estudio.

A la vida por la oportunidad de aprender todos los días.

Mauricio.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad Pontificia Bolivariana y a la Escuela de Electrónica por afianzarnos conceptos y por la formación recibida durante la etapa de especialización, para lograr así esta tesis de grado, con el fin de obtener nuestro título Especialistas en Control y subir un peldaño más en nuestra profesión.

Queremos agradecer a nuestro director de proyecto el Ingeniero Juan Carlos Villamizar Rincón por su mirada analítica y constructiva, las discusiones sobre el tema, todos sus aportes y sobre todo su amistad.

A mis amigos por quererme como soy, por darme fuerza y alegría.
Y finalmente a Dios, sin el cual nada soy.

Mauricio.

CONTENIDO

	PÁGINA
<i>1. GENERALIDADES</i>	<i>1</i>
<i>1.1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES SOBRE EL BUS DE CAMPO</i>	<i>1</i>
<i>1.2. FIELDBUS FOUNDATION</i>	<i>10</i>
<i>1.2.1. QUIÉN ES FIELDBUS FOUNDATION</i>	<i>10</i>
<i>1.2.2. QUÉ ES FOUNDATION FIELDBUS</i>	<i>11</i>
<i>1.2.2.1. H1</i>	<i>11</i>
<i>1.2.2.2. HSE.</i>	<i>12</i>
<i>1.2.3. COMPONENTES BÁSICOS DE UN SISTEMA FIELDBUS</i>	<i>12</i>
<i>1.2.3.1. HARDWARE Y CABLEADO</i>	<i>12</i>
<i>1.2.3.2. EXPLOTACIÓN ACEPTABLE DE RECURSOS DE SOFTWARE EN FOUNDATION FIELDBUS.</i>	<i>17</i>
<i>1.2.4. BUSES DE CAMPO EXISTENTES</i>	<i>20</i>
<i>1.2.4.1. BUSES DE ALTA VELOCIDAD Y BAJA FUNCIONALIDAD</i>	<i>20</i>
<i>1.2.4.2. BUSES DE ALTA VELOCIDAD Y FUNCIONALIDAD MEDIA</i>	<i>20</i>
<i>1.2.4.3. BUSES DE ALTAS PRESTACIONES</i>	<i>21</i>
<i>1.2.4.4. BUSES PARA ÁREAS DE SEGURIDAD INTRÍNSECA</i>	<i>23</i>
<i>1.2.5. ALGUNOS BUSES ESTANDARIZADOS</i>	<i>23</i>
<i>1.2.5.1. PROFIBUS</i>	<i>23</i>
<i>1.2.5.2. INTERBUS</i>	<i>26</i>
<i>1.2.5.3. DEVICENET</i>	<i>27</i>
<i>1.2.5.4. FIP- WORLD FIP</i>	<i>28</i>
<i>1.2.5.5. LONWORKS</i>	<i>28</i>
<i>1.2.5.6. SDS</i>	<i>30</i>
<i>1.2.5.7. CANOPEN</i>	<i>30</i>
<i>1.2.5.8. MODBUS</i>	<i>30</i>
<i>1.2.5.9. INDUSTRIAL ETHERNET</i>	<i>31</i>
<i>1.2.5.10. ASI</i>	<i>32</i>
<i>1.2.5.11. BITBUS</i>	<i>33</i>
<i>1.2.5.12. ARCNET</i>	<i>34</i>

1.2.5.13. CONTROLNET	34
1.2.5.14. HART	35
1.3. LA GUERRA DE LOS BUSES.	35
1.4. COMPARATIVO ENTRE LOS DIVERSOS PROTOCOLOS EXISTENTES	37
1.5. INTRODUCCIÓN A FOUNDATION FIELDBUS HSE	42
1.5.1. FIELDBUS HSE	42
2. MARCO TEORICO	47
2.1. FIELDBUS FOUNDATION PARA EL MÓDULO SMAR DF51	47
2.1.2. FOUNDATION FIELDBUS:	48
2.1.3 CARACTERÍSTICAS DE FIELDBUS	49
2.2 DESCRIPCIÓN DFI302 PUENTE UNIVERSAL FIELDBUS	49
2.2.1 HARDWARE	50
2.2.2 SOFTWARE	50
2.2.3 CARACTERÍSTICAS	50
2.2.4 TOTALMENTE INTEGRADO	52
2.2.5 MODULAR	53
2.2.6 INTEGRIDAD DEL SISTEMA A TODOS LOS NIVELES	54
2.2.7 ROBUSTEZ INDUSTRIAL	56
2.2.8 FÁCIL DE USAR	57
2.2.9 ESCALABLE	58
2.2.10 INTERFAZ FIELDBUS H1	59
2.2.11 CUATRO PUERTOS FIELDBUS H1	59
2.2.12 MAESTRO DE COMUNICACIÓN	60
2.2.13 CONTROL EN EL CAMPO	61
2.2.14 REDUNDANCIA EN INTERFAZ	61
2.2.15 FIELDBUS PLUG AND PLAY	63
2.2.16 PUENTE FIELDBUS H1	63
2.3 INSTALACION DEL SYSTEM302	65
2.3.1 LICENCIA PARA EL SERVIDOR OLE DFI	66
2.3.2 AJUSTES DFI OLE SERVER	67

<i>2.3.3 CONECTAR EL DFI302 EN LA SUB-RED</i>	<i>68</i>
<i>2.3.4 LA ACTUALIZACIÓN DEL FIRMWARE</i>	<i>77</i>
<i>2.4 DESCRIPCIÓN DE LOS MÓDULOS DEL DFI302 Y CONEXIONADO</i>	<i>81</i>
<i>2.4.1 DF50 - FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA BACKPLANE</i>	<i>81</i>
<i>2.4.2 DF51 - POTENTE MÓDULO DE CPU</i>	<i>82</i>
<i>2.4.3 DF52 - FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA FIELDBUS</i>	<i>83</i>
<i>2.4.4 DF49/DF53 - FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA IMPEDANCIAS</i>	<i>84</i>
<i>3.1. MONTAJE DE LOS MÓDULOS DEL BANCO CIDT BC – 03</i>	<i>85</i>
<i>3.2 APLICACIÓN PRÁCTICA CON EL MÓDULO DFI302</i>	<i>95</i>
<i>3.2.1. COMO CREAR UNA CONFIGURACION DE FIELDBUS</i>	<i>95</i>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de Control Neumático.	1
Figura 2. Estructura típica de un bus de campo	2
Figura 3. Interconexión Jerárquica de los elementos de una planta.	3
Figura 4. Diferencia entre una red centralizada (arriba) y una distribuida	4
Figura 5. Sistema de mediana escala que se le implanta red distribuida.	6
Figura 6. El problema sin tecnología OPC.	7
Figura 7. La solución al problema al contar con tecnología OPC.	8
Figura 9. Segmento de Instrumentación Fieldbus.	12
Figura 10. Estructura de hardware de un dispositivo Fieldbus genérico.	13
Figura 11. Componentes básicos de un servo actuador Fieldbus.	15
Figura 12. Componentes básicos de un transmisor de señal.	15
La figura 13. Asignación jerarquizada del software basado en F.F.	18
La figura 14. Asignación de tareas algorítmicas a los dispositivos F.F.	19
Figura 15. Comparación de los diversos buses de datos existentes.	37
Figura 16. Comparación de los diversos buses de datos existentes.	38
Figura 17. Comparación de los buses según complejidad vs control.	39
Figura 18. Buses de campo de aplicación Industrial	40
Figura 19. Buses de campo de aplicación de industria automotriz, sensores	41
Figura 20. Topología clásica de una red Ethernet.	42
Figura 21. Modelo de capas de la HSE.	43
Figura 22. UNIDAD DFI302	49
Figura 23. Otras marcas vs. DFI302	52
Figura 24. Niveles de redundancia.	56
Figura 25. El DFI302 usa un procesador industrial integrado	57
Figura 26. El FBTools hace de la descarga de firmware una tarea fácil.	58

Figura 27. El chip de Smar FB3050 asegura un gran desempeño	60
Figura 28. Los demás contra el DFI302	62
Figura 29. Live List del SYSCON	63
Figura 30. Puenteo entre canales y entre DFI302.	64
Figura 31. Instalación del system302	65
Figura 31. Browser de system302	65
Figura 32. Ventana de licencia	66
Figura 33. Ventana panel de control	69
Figura 44. Selección de la red	70
Figura 35. Ventana de propiedades de conexión de área local	70
Figura 36. Ventana de propiedades de internet	71
Figura 37. Ventana FBTools	72
Figura 38. Ventana DFI Download y conexión a la sub-red	72
Figura 39. Ventana DFI Download con selección de modulo	73
Figura 40. Ventana de confirmación	74
Figura 41. Ventana de Dirección IP	75
Figura 42. Ventana de confirmación IP	76
Figura 42. Ventana FBTools selección DF51	77
Figura 43. Ventana DFI Download selección de Firmware	78
Figura 44. Ventana de confirmación del Firmware	79
Figura 45. Ventana del progreso de carga del Firmware	79
Figura 46. Ventana de confirmación de la carga	79
Figura 47. Fuente de alimentación DF50	81
Figura 48. Modulo CPU DF51	82
Figura 49. Fuente de alimentación para Fieldbus	83

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Categorías de Funciones bloque estándar de F.F.</i>	16
<i>Tabla 2. Categorías de Funciones de bloque estándar flexible de F.F.</i>	17

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: ESTUDIO DEL PROTOCOLO FIELDBUS Y APLICACIÓN PRÁCTICA CON EL CONTROLADOR SMAR DF51 PARA EL MANEJO DE INSTRUMENTOS INDUSTRIALES

**AUTORES: MAURICIO SANTÍS CHÁVEZ
EMERSO PAOLO VILLA PLAZAS**

FACULTAD: ESP. EN CONTROL E INSTRUMENTACION INDUSTRIAL

DIRECTOR: JUAN CARLOS VILLAMIZAR RINCÓN

RESUMEN

El proyecto a desarrollar reunirá en un compendio, tanto impreso como multimedia, todos los aspectos técnicos necesarios para la comprensión del funcionamiento del controlador SMAR DF51, con la consecuente guía de configuración y manejo para la comunicación con instrumentos industriales a través del bus de campo FIELDBUS, así como la propuesta de construcción de un banco didáctico acorde con las guía teórico prácticas definidas para el trabajo con el módulo estudiado. El estudiante del área técnica que se esté preparando para laborar en el entorno industrial, debe contar con herramientas funcionales que estén acorde con las nuevas tecnologías para el control e instrumentación, las cuales van de la mano con el avance de las comunicaciones industriales; tal es el caso del protocolo FIELDBUS. Las actualizaciones en el campo de la automatización con instrumentos de protocolo de comunicación FIELDBUS, respecto al estándar 4 a 20 mA, ofrecen muchas ventajas, las principales de ellas son: la economía de instalación, de mantenimiento y el mejoramiento de su desempeño. Lo anteriormente expuesto determina la necesidad de plantear el desarrollo de una guía para el aprendizaje y puesta en marcha del controlador SMAR DF51, para que el estudiante se actualice en el área de las comunicaciones industriales y cuente con elementos para su desempeño profesional.

PALABRAS CLAVE: Ingeniería Básica, Fieldbus, Módulo, SMAR DF51, Redes, Industriales.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

ABSTRACT OF THESIS PROJECT

TITLE: **FIELDBUS STUDY PROTOCOL AND PRACTICAL WITH
THE SMARA DF51 INSTRUMENTS FOR THE
MANAGEMENT OF INDUSTRIAL**

AUTHORS: **MAURICIO SANTÍS CHÁVEZ
EMERSON PAOLO VILLA PLAZAS**

DEPARTMENT: **SP. CONTROL AND INDUSTRIAL INSTRUMENTATION**

DIRECTOR: **JUAN CARLOS VILLAMIZAR RINCÓN**

ABSTRACT

The project to develop together in a compendium, both print and multimedia, all technical aspects necessary for understanding the operation of the controller SMARA DF51, consistent with the configuration and management guide for communicating with instruments through the industrial Fieldbus and the proposed construction of a bank in line with the teaching practices defined theoretical guidance for working with module studied. The student's technical area which is preparing to work in the industrial environment, it must have functional tools that are consistent with new technologies for the control and instrumentation, which go hand in hand with progress in industrial communications, that is For Fieldbus protocol. The updates in the field of automation tools for Fieldbus communication protocol, with respect to the standard 4 to 20 mA, offer many advantages, the main ones are: the economy of installation, maintenance and improvement of its performance. The above determines the need to develop a guide for learning and implementation of SMARA DF51 controller so that the student is updated in the field of industrial communications and has elements of their performance.

KEYWORDS: **Basic Engineering, Fieldbus Module, SMAR DF51,
Networking, Industrial.**

V° B° THESIS DIRECTOR

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del control industrial está formado por una gran variedad de campos y está a su vez a la par de las comunicaciones. Esto esta evocado a diferentes niveles de concepción y abstracción sobre integración y producción de acuerdo a la filosofía del control distribuido y del control centralizado.

Cada vez es más necesario disponer de dispositivos sofisticados y robustos para realizar el control o la supervisión remota, los cuales están normalmente realizados por medio de canales seriales que interconectan varios dispositivos conformándose un bus de conexión, derivando en lo que se conoce como bus de campo.

Un bus de campo transfiere información secuencial y serial por un número limitados de líneas o cables. Hay muchos tipos diferentes de buses en uso y muchos son altamente dependientes de las aplicaciones. Este trabajo se analiza el estado de avance en la tecnología de la comunicación del bus de campo aplicados al control de procesos industriales y concluye proponiendo un diseño para el aprendizaje del manejo de un bus en particular como lo es el Fieldbus FoundationTM.

Con multitud de aplicaciones en los más diversos segmentos industriales, la tecnología Fieldbus proporciona una solución rápida y fiable no sólo en la elaboración del proyecto, sino también en su instalación y puesta en marcha, consiguiendo el objetivo de alcanzar mejores resultados globales, agilidad y facilidad en la operación así como una conectividad asegurada. Además, puede

representar una economía hasta de un 50% con relación a las soluciones basadas en otras tecnologías.

1. GENERALIDADES

1.1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES SOBRE EL BUS DE CAMPO

Se entiende por bus, como el camino físico, generalmente conductor eléctrico, por el cual transita información útil de un proceso, en un determinado formato, que puede ser análogo o digital. En la industria, inicialmente el bus de transmisión de información fue el neumático, de 3 a 15 psi, a eso de los años 40. Una completa reseña histórica puede ser leída en el anexo A.

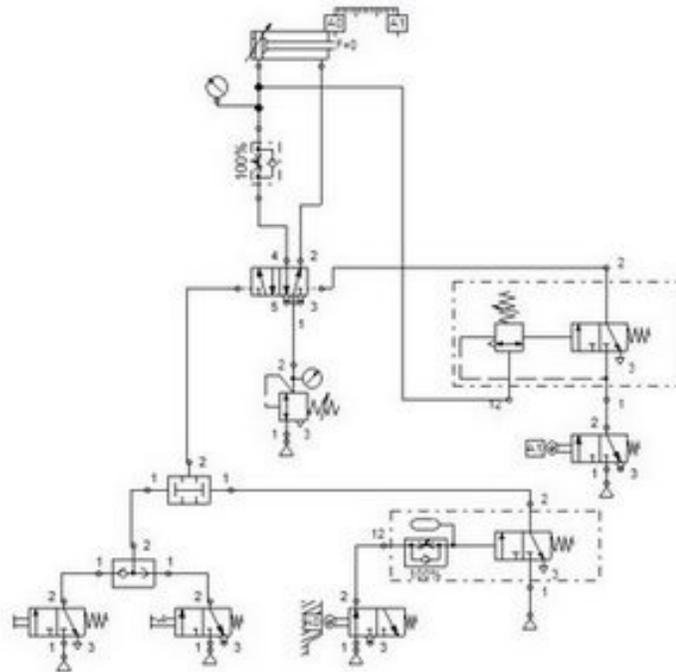
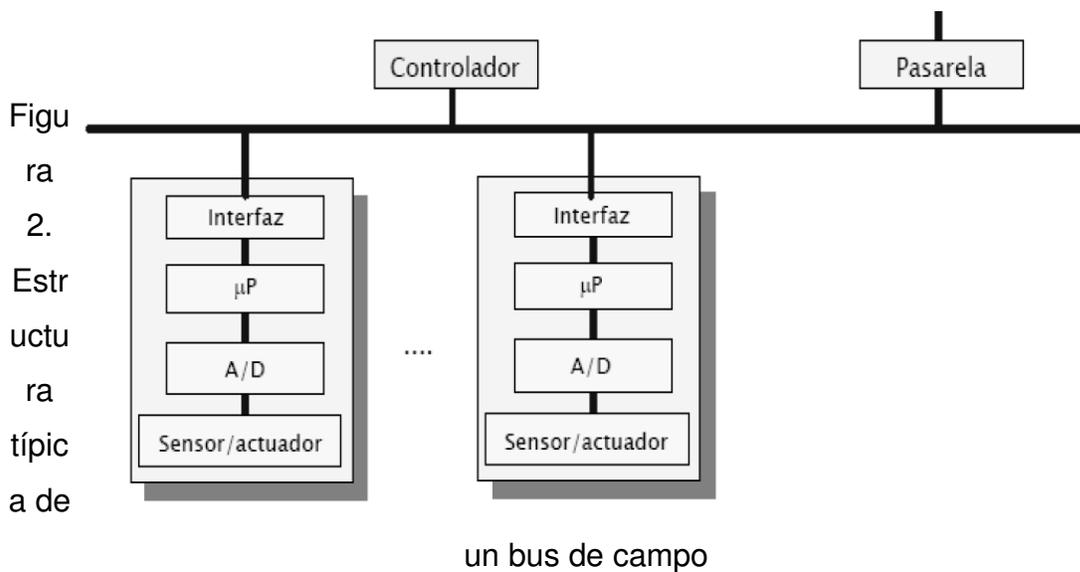


Figura 1. Esquema de Control Neumático.

Este concepto es ampliamente utilizado en el campo de la electrónica, teniendo grandes avances para el área de la electrónica digital. Como es sabido, el formato de la información para esta área es el binario, que depende del fabricante qué protocolo de comunicación empleen.



Inicialmente en la electrónica, todo era análogo, por tanto, el bus de datos en ese entonces, era de ese mismo tipo, lo que conlleva a que la instrumentación y visualización por ende sea también análoga. Este sistema posee sus ventajas y sus respectivas desventajas. Ten así era, que al difundirse el uso del sistema digital, no se dudó en implementar esa tecnología al campo industrial.

Indudablemente que la aplicación del concepto de bus de datos, evolucionó a lo que se conoce hoy día como bus de campo, haciendo referencia a que el tendido de líneas que interconectan los diversos dispositivos e instrumentos, están ubicados en campo, definido esto como el área operativa de una empresa industrial.

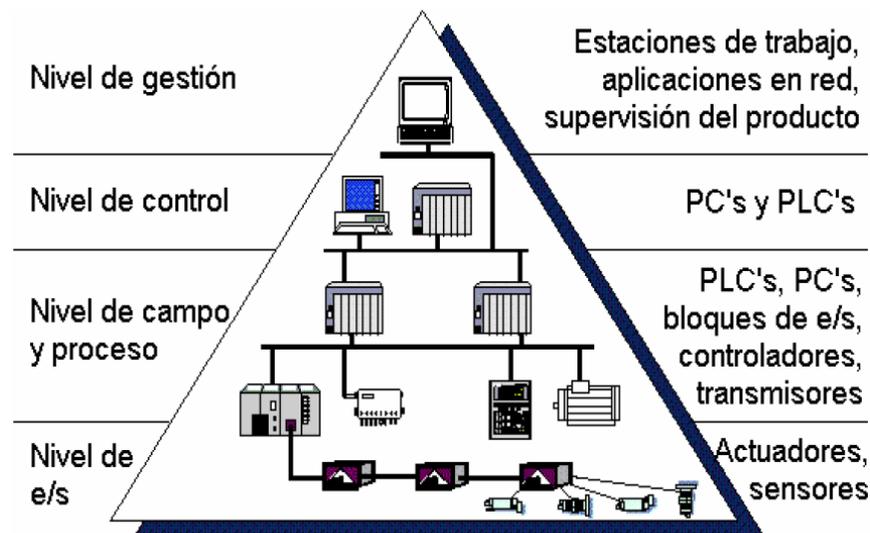


Figura 3. Interconexión Jerárquica de los elementos de una planta.

Es por eso, que los buses de campo son tecnologías y protocolos de comunicación y control de procesos industriales.

Se tienen también dos formas de caracterizar a las redes de campo, como red centralizada o como red distribuida.

La primera indica que todos los elementos se conectan a un único controlador, el cual se encarga de transmitir todas las señales de control y de datos desde y hacia un mismo dispositivo. Es decir, es aquella en la que un solo emisor transmite a los receptores la información y estos no pueden decidir los contenidos.

Una red distribuida es una topología de red caracterizada por la ausencia de un centro individual o colectivo. Los nodos se vinculan unos a otros de modo que ninguno de ellos, ni siquiera un grupo estable de ellos, tiene poder de filtro sobre la información que se transmite en la red. Desaparece por tanto la divisoria entre centro y periferia característica de las redes centralizadas y descentralizadas.

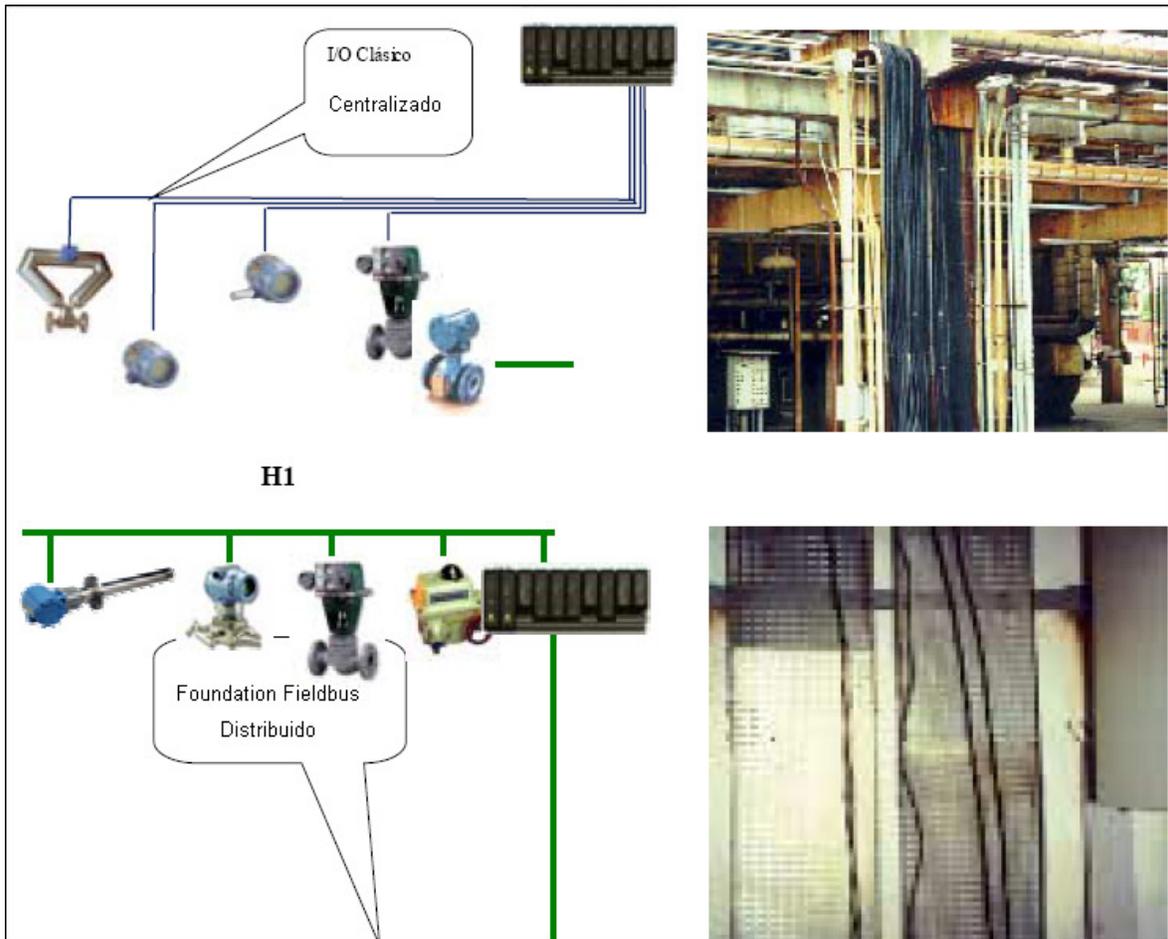
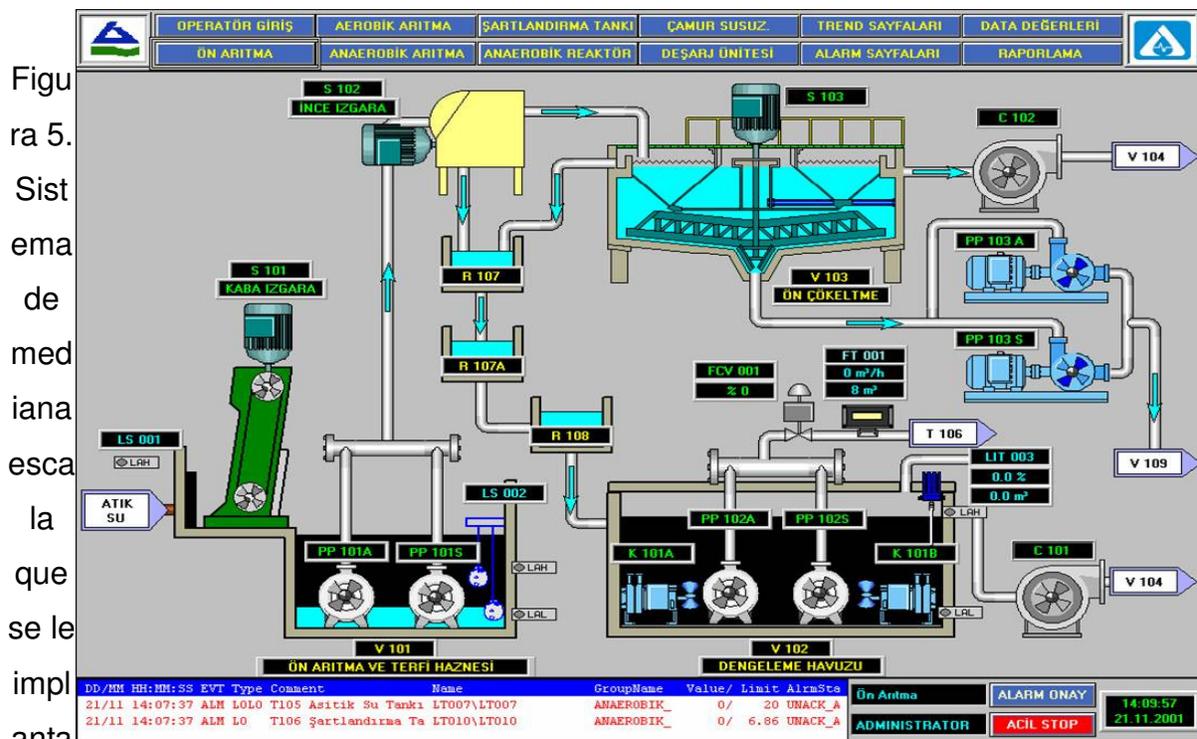


Figura 4. Diferencia entre una red centralizada (arriba) y una distribuida (abajo).

Un protocolo, en este caso industrial, es aquel que se le adjudica a un equipo electrónico y se encarga de realizar la comunicación con otros dispositivos, haciendo que se entiendan entre sí, comunicando datos del proceso, para que se manejen de manera óptima. Ante esto, se necesita que la velocidad de transmisión de la información a través de un bus, deba ser alta, lo que implica que el protocolo maneje tiempos de proceso cortos.

Los buses de campo, como Profibus, DeviceNet, o Foundation Fieldbus. son aplicables en una gran cantidad de escenarios muy diferentes entre sí. Pese a

que en general las medidas de un número reducido de sensores (o los comandos enviados a cada actuador) necesitan muy poco ancho de banda, al introducir sistemas de adquisición de alta velocidad o al integrar un número elevado de sistemas las necesidades de ancho de banda se multiplican.



red distribuida.

Por ese motivo se han elaborado variantes de alta velocidad para casi todos los buses de campo. Uno de los más interesantes es el Foundation Fieldbus, ya que a pesar de plantear una serie de conceptos muy prometedores, es casi un desconocido en Europa, por ejemplo.

Existen dos tipos de protocolos, los propietarios y los abiertos. Los primeros hacen referencia a que son de uso privativo de un fabricante, es decir, que sólo sus equipos de la misma marca, podrán comunicarse, haciendo difícil la conexión con otra, lo que ata a una empresa a utilizar todos sus instrumentos de un mismo proveedor. La tendencia de estos protocolos que por su robustez y funcionalidad con el tiempo se tornan de uso generalizado en un sector, lo que amplía su cobertura y aceptación en el mercado.

Por su parte, los protocolos abiertos se destacan por ser interconectables, porque aún si son dispositivos de diferentes fabricantes, pueden ser conectados entre sí con seguridad al mismo bus, con total interoperabilidad en cuanto a la comunicación y completa funcionalidad puesto que dispositivos de un fabricante X pueden ser reemplazados por otros de un fabricante Y, logrando que funciones sin ningún problema. Existe lo que se conoce como el OPC (OLE for Process Control). Es un estándar de comunicación en el campo del control y supervisión de procesos. Este estándar permite que diferentes fuentes envíen datos a un mismo servidor OPC, al que a su vez podrán conectarse diferentes programas compatibles con dicho estándar. De este modo se elimina la necesidad de que todos los programas cuenten con drivers para dialogar con múltiples fuentes de datos, basta que tengan un driver OPC.

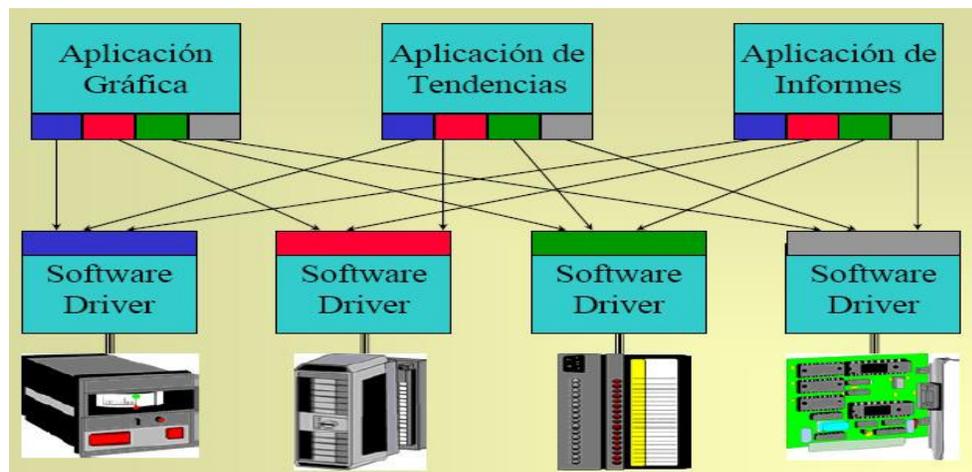


Figura 6. El problema sin tecnología OPC.

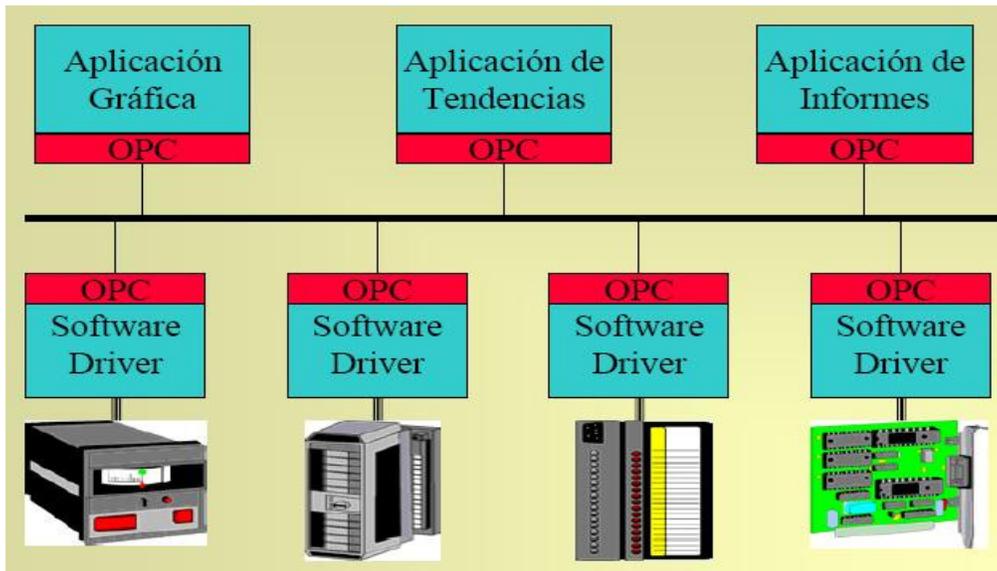


Figura 7. La solución al problema al contar con

tecnología OPC.

Existen consorcios empresariales, que tienen como propósito precisamente el de proponer recomendaciones de estándares que se deben respetar para asegurar la interoperabilidad de los productos.

1.1.1. Propiedades típicas de un Protocolo de Comunicación

- Detección de la conexión física sobre la que se realiza la conexión (cableada o sin cables)
- Pasos necesarios para comenzar a comunicarse (Handshaking)
- Negociación de las características de la conexión.
- Cómo se inicia y cómo termina un mensaje.
- Formato de los mensajes.
- Qué hacer con los mensajes erróneos o corruptos (corrección de errores)
- Cómo detectar la pérdida inesperada de la conexión, y qué hacer en ese caso.
- Terminación de la sesión de conexión.
- Estrategias para asegurar la seguridad (autenticación, cifrado).
- Cómo se construye una red física.

- Cómo los computadores se conectan a la red.

1.2. FIELDBUS FOUNDATION.

1.2.1. QUIÉN ES FIELDBUS FOUNDATION.

La Fieldbus Foundation fue creada como una organización independiente y sin ánimo de lucro para desarrollar un único bus de campo internacional, abierto e interoperable.

La organización se basa en los siguientes principios: La tecnología de FF ha de ser abierta y cualquier compañía ha de poder disponer de ella. La tecnología de FF ha de estar basada en el trabajo del IEC (International Electrotechnical Commission) y de ISA (International Standardization Association).

Los miembros de la Fieldbus Foundation apoyan a los comités de estandarizaciones nacionales e internacionales y trabajan con ellos. Ya en 1996, la FF contaba con 185 compañías asociadas de entre las más importantes a nivel global (representaban el 90% de la fabricación mundial de productos de instrumentación y control).

Uno de los principales métodos de organización y decisión son los consejos de usuarios finales, que repartidos por todo el mundo, revisan las actividades de la fundación y se aseguran de que las especificaciones cumplan las necesidades del mercado.

Figura 8. Compen dio de Fabrican tes y equipos. 1.2.2. QUÉ ES	ABB Magmeters Pressure Transmitter Vortex/Swirl Meters Mass Flowmeter	Invensys Pressure Transmitter Temperature Transmitter Vortex Flowmeter
	Emerson Process Solutions Digital Valve Controller FloVue Final Control System Pressure Transmitter Temperature Transmitter Valve Positioner Vortex Flowmeter Magmeters Analytical Equipment Coriolis Flowmeter	Honeywell Pressure Transmitter Temperature Transmitter
		Yokogawa Analytical Equipment Valve Positioner Temperature Transmitter Vortex Flowmeter Pressure Transmitter

FOUNDATION FIELDBUS

El Foundation Fieldbus¹ es una arquitectura abierta para la integración total de la información. Se trata de un sistema de comunicaciones completamente digital, serie y bidireccional. Actualmente están definidas dos versiones:

¹ Si, juegan con el juego de palabras entre la “fundación de los buses de campo” y el “bus de campo de la fundación”

1.2.2.1. H1. (31.25Kbps) interconecta equipamiento de campo, como sensores, actuadores y I/O. En el mercado ocupa un nicho similar al de Profibus PA: mientras que PA está mucho más extendido en Europa, H1 tiene su origen y su área de mayor distribución en América y Asia.

1.2.2.2. HSE. (100Mbps/1Gbps) provee integración de controladores de alta velocidad (como PLCs), redes H1, servidores de datos, y estaciones de trabajo.

1.2.3. COMPONENTES BÁSICOS DE UN SISTEMA FIELDBUS

1.2.3.1. HARDWARE Y CABLEADO

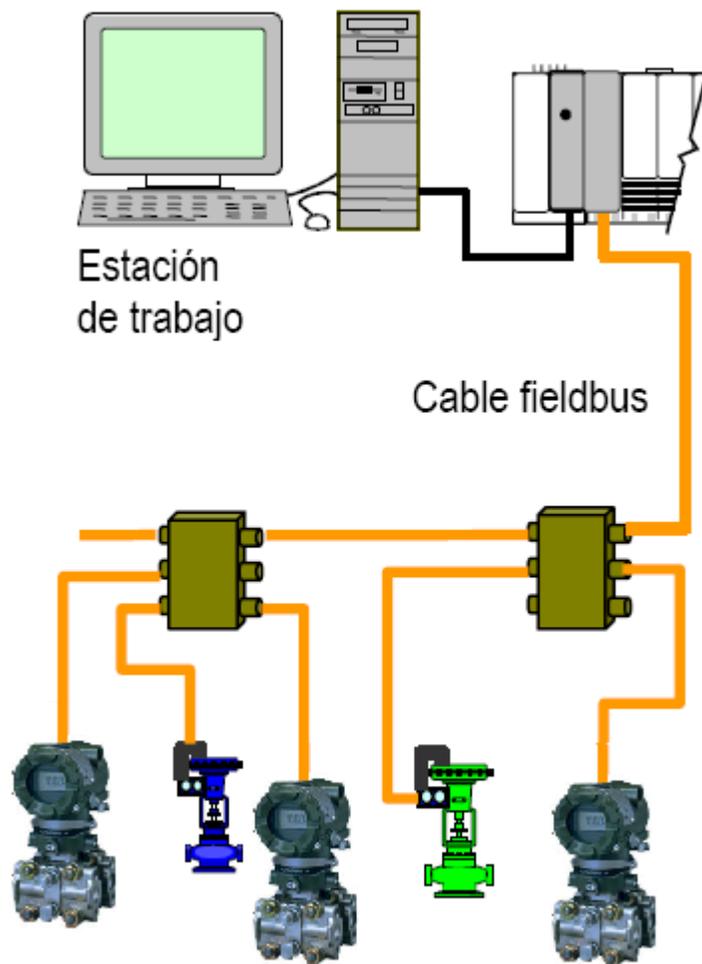


Figura 9. Segmento de Instrumentación Fieldbus.

La figura 9 ilustra un segmento de un bus de campo asociado a un grupo de instrumentos. FF es el estándar de una categoría de buses de campo y consiste en un medio de comunicación digital bidireccional, destinado a comunicar entre sí instrumentación industrial inteligente [2]. Por tanto, está catalogado como un sistema de comunicación para sistemas multi agente distribuidos en el ámbito del control de procesos industriales. Está basado en el modelo estándar OSI desarrollado por ISO, con lo cual goza de las propiedades de los sistemas de comunicación abiertos.

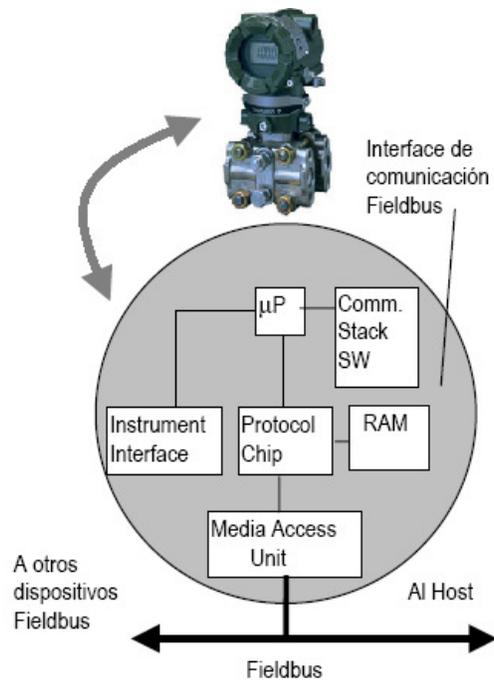


Figura 10. Estructura de hardware de un dispositivo Fieldbus genérico.

La figura 10 muestra el diagrama de bloques implementado en una tarjeta hardware de un dispositivo Fieldbus susceptible de soportar módulos de control basado en software.

Desde el punto de vista del diseño de sistemas de control para procesos industriales, los *bloques función* ocupan un lugar relevante ya que constituyen las herramientas de construcción de los algoritmos de control necesarios para implementar las diversas estrategias objeto del tema a tratar. Por regla general, un sistema de control consta de áreas de planta y subáreas. Cada área o subárea está constituida por módulos de control.

Cada módulo de control está constituido por un conjunto de bloques función capaces de resolver el algoritmo propuesto. Los bloques función están unidos bajo un orden causal por medio de líneas de flujo de señal. Cada módulo de control tiene que ser ubicado al menos en uno de los lugares físicos o dispositivos Fieldbus. Existen tres lugares alternativos para la ubicación de los módulos de control desarrollados por el usuario.

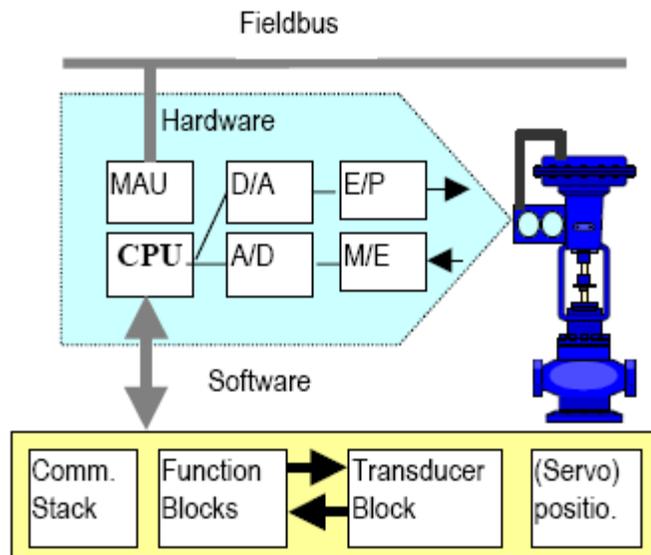


Figura 11. Componentes básicos de un servo actuador Fieldbus.

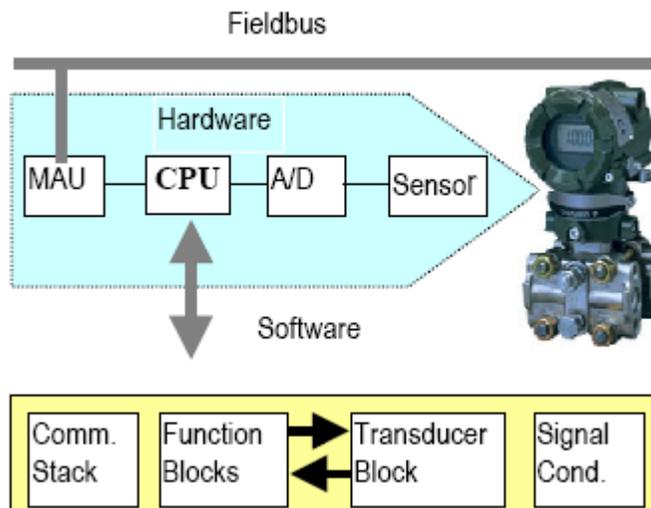


Figura 12. Componentes básicos de un transmisor de señal.

Mientras que un controlador es un elemento genérico destinado a soportar control convencional y control basado en Fieldbus, los dispositivos de campo (transductores y actuadores Fieldbus) sólo soportan algoritmos de control Fieldbus.

La construcción de algoritmos de control se lleva a cabo mediante bloques función clasificados dentro de las familias siguientes Bloques de control analógico Bloques de entrada/salida analógica y digital Bloques matemáticos Bloques especiales y otros bloques.

Desde la perspectiva de un técnico de desarrollo de sistemas de control bajo el estándar FF, resulta imprescindible el conocimiento de los bloques función y sus modos correctos de utilización. Las tablas 1 y 2 muestran las gamas de bloques función utilizadas en diversas categorías de control de procesos cuyos soportes hardware son los dispositivos FF.

Procesos básicos	Procesos avanzados
<i>Funciones bloque básicas</i>	<i>Funciones bloque avanzadas</i>
Entrada analógica	Alarma analógica
Salida analógica	Aritmético
Bias y Ganancia	Retardo
Control selector	Device Control
Entradas discretas	Selector de entrada
Salida discreta	Integrador
Manual Loader	Red adelanto/retraso
Control PD	Generador rampa SP
Control PID	Generador de señal
Control Relación	Control gama partida
	Temporización

Tabla 1. Categorías de Funciones bloque estándar de F.F.

Control eventos discretos./híbridos.
<i>Funciones bloque flexibles</i>
Multiple Entrada/Salida
Interface E/S básico
Aplicaciones del estándar (IEC 61131)
Drives coordinados
Supervisión en adquisición de datos
Secuenciación Batch
Control combustión
Interface E/S avanzada

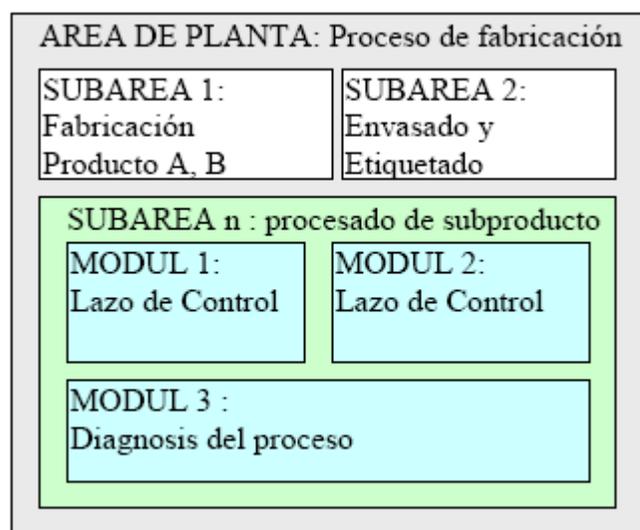
Tabla 2. Categorías de Funciones de bloque estándar flexible de F.F.

1.2.3.2. EXPLOTACIÓN ACEPTABLE DE RECURSOS DE SOFTWARE EN F.F.

La decisión sobre la ubicación de algoritmos en dispositivos hardware FF es tomada exclusivamente por el autor de la aplicación. Esta tarea de toma de decisiones debe estar sujeta a ciertos criterios básicos pero que son

fundamentales para el aprovechamiento aceptable de los recursos de hardware. Como norma general se deben ubicar los algoritmos de lazos de control en el hardware del actuador. Ello se debe a que al ser el actuador el receptor de los comandos finales de control, se abrevia la actuación en el tiempo correspondiente a un macro ciclo de muestreo. Al ser el hardware un recurso limitado, es necesario atender al volumen de software necesario para la definición de los algoritmos de control y especialmente al período de muestreo.

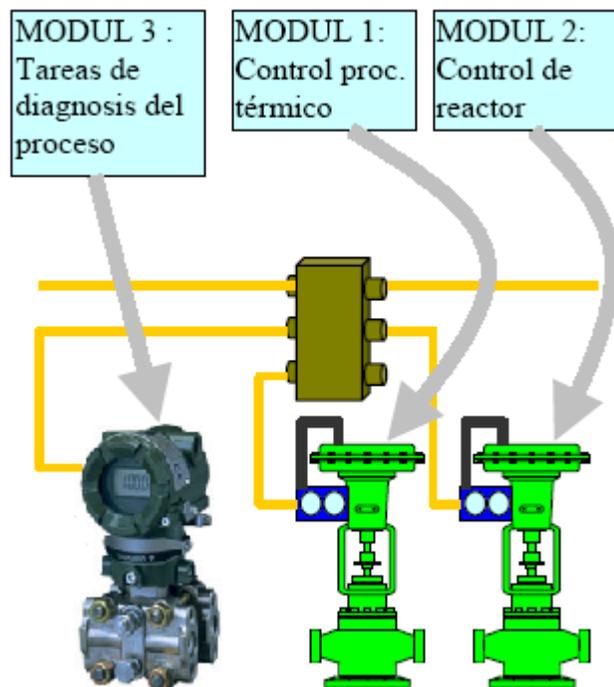
Puesto que desde el punto de vista de recursos algorítmicos la arquitectura FF es prácticamente ilimitada, las tareas de diagnóstico de partes de la planta, procesos y subprocesos pueden ser llevadas a cabo dentro de módulos diseñados a tal fin independientemente de los algoritmos de control propiamente dichos. No existe razón alguna para ubicar tales algoritmos en el actuador, si la decisión final no demanda acciones del actuador. Por lo tanto, aquellos algoritmos de control que no utilizan el actuador para operar sobre la planta deben estar ubicados en dispositivos Fieldbus, tales como los transductores. La figura 13 muestra la jerarquía de la subdivisión lógica de una planta a efectos de ubicación modular de algoritmos de control y procesos algorítmicos diversos en dispositivos FF.



La figura 13. Asignación jerarquizada del software basado en F.F. a los dispositivos F.F.

Con referencia a la figura 13, destaca la subárea **n**, la cual contiene módulos de software asociados a las tareas susceptibles de ser realizadas en la citada subárea de planta.

En el caso de un sensor y dos actuadores, según se muestra en la figura 13, se puede asignar los algoritmos de control a los actuadores, mientras que los algoritmos de diagnóstico del proceso en cuestión pueden ser asociados a un módulo, el cual es susceptible de ser descargado sobre el transductor.



La figura 14. Asignación de tareas algorítmicas a los dispositivos F.F.

Con esta estrategia se ha logrado distribuir la carga de trabajo de los dispositivos FF de un modo que represente baja sobrecarga a la red.

1.2.4. BUSES DE CAMPO EXISTENTES

Debido a la falta de estándares, diferentes compañías han desarrollado diferentes soluciones, cada una de ellas con diferentes prestaciones y campos de aplicación. En una primera clasificación tenemos los siguientes grupos:

1.2.4.1. Buses de alta velocidad y baja funcionalidad

Están diseñados para integrar dispositivos simples como finales de carrera, fotocélulas, relés y actuadores simples, funcionando en aplicaciones de tiempo real, y agrupados en una pequeña zona de la planta, típicamente una máquina. Básicamente comprenden las capas físicas y de enlace del modelo OSI, es decir, señales físicas y patrones de bits de las tramas. Algunos ejemplos son:

- CAN: Diseñado originalmente para su aplicación en vehículos.
- SDS: Bus para la integración de sensores y actuadores, basado en CAN
- ASI: Bus serie diseñado por Siemens para la integración de sensores y actuadores.

1.2.4.2. Buses de alta velocidad y funcionalidad media

Se basan en el diseño de una capa de enlace para el envío eficiente de bloques de datos de tamaño medio. Estos mensajes permiten que el dispositivo tenga mayor funcionalidad de modo que permite incluir aspectos como la configuración, calibración o programación del dispositivo. Son buses capaces de controlar dispositivos de campo complejos, de forma eficiente y a bajo costo.

Normalmente incluyen la especificación completa de la capa de aplicación, lo que significa que se dispone de funciones utilizables desde programas basados en PCs para acceder, cambiar y controlar los diversos dispositivos que constituyen el sistema. Algunos incluyen funciones estándar para distintos tipos de dispositivos (perfiles) que facilitan la inter-operatividad de dispositivos de distintos fabricantes.

Algunos ejemplos son:

- DeviceNet: Desarrollado por Allen-Bradley, utiliza como base el bus CAN, e incorpora una capa de aplicación orientada a objetos.
- LONWorks: Red desarrollada por Echelon.
- BitBus: Red desarrollada por INTEL.
- DIN MessBus: Estándar alemán de bus de instrumentación, basado en comunicación RS-232.
- InterBus-S: Bus de campo alemán de uso común en aplicaciones medias.

1.2.4.3. Buses de altas prestaciones

Son capaces de soportar comunicaciones a nivel de todos los niveles de la producción CIM. Aunque se basan en buses de alta velocidad, algunos presentan problemas debido a la sobrecarga necesaria para alcanzar las características funcionales y de seguridad que se les exigen. La capa de aplicación tiene un gran número de servicios a la capa de usuario, habitualmente un subconjunto del estándar MMS (Manufacturing Message Specification).

Entre sus características incluyen:

- Redes multi-maestro con redundancia.
- Comunicación maestro-esclavo según el esquema pregunta-respuesta.
- Recuperación de datos desde el esclavo con un límite máximo de tiempo

- Capacidad de direccionamiento unicast, multicast y broadcast,
- Petición de servicios a los esclavos basada en eventos.
- Comunicación de variables y bloques de datos orientada a objetos.
- Descarga y ejecución remota de programas.
- Altos niveles de seguridad de la red, opcionalmente con procedimientos de autenticación.

Conjunto completo de funciones de administración de la red.

- Algunos ejemplos son:
- Profibus
- WorldFIP
- Fieldbus Foundation

1.2.4.4. Buses para áreas de seguridad intrínseca

Incluyen modificaciones en la capa física para cumplir con los requisitos específicos de seguridad intrínseca en ambientes con atmósferas explosivas. La **seguridad intrínseca** es un tipo de protección por la que el componente en cuestión no tiene posibilidad de provocar una explosión en la atmósfera circundante. Un circuito eléctrico o una parte de un circuito tienen seguridad intrínseca, cuando alguna chispa o efecto térmico en este circuito producidos en las condiciones de prueba establecidas por un estándar (dentro del cual figuran las condiciones de operación normal y de fallo específicas) no puede ocasionar una ignición.

Algunos ejemplos son HART, Profibus PA o WorldFIP.

1.2.5. ALGUNOS BUSES ESTANDARIZADOS

1.2.5.1. PROFIBUS

Profibus se desarrolló bajo un proyecto financiado por el gobierno alemán. Está normalizado en Alemania por DIN E 19245 y en Europa por EN 50170. El desarrollo y posterior comercialización ha contado con el apoyo de importantes fabricantes como ABB, AEG, Siemens, Klöckner-Moeller, ... Está controlado por la PNO (Profibus User Organisation) y la PTO (Profibus Trade Organisation).

Existen tres perfiles:

- Profibus DP (Decentralized Periphery). Orientado a sensores/actuadores enlazados a procesadores (PLCS) o terminales.
- Profibus PA (Process Automation). Para control de proceso y cumpliendo normas especiales de seguridad para la industria química (IEC 1158-2, seguridad intrínseca).
- Profibus FMS (Fieldbus Message Specification). Para comunicación entre células de proceso o equipos de automatización.

La evolución de Profibus hacia la utilización de protocolos TCP/IP para enlace al nivel de proceso hace que este perfil esté perdiendo importancia. Utiliza diferentes capas físicas. La más importante, en PROFIBUS DP, está basada en EIA RS-485. Profibus PA utiliza la norma IEC 11158-2 (norma de comunicación síncrona entre sensores de campo que utiliza modulación sobre la propia línea de alimentación de los dispositivos y puede utilizar los antiguos cableados de

instrumentación 4-20 mA) y para el nivel de proceso se tiende a la utilización de Ethernet. También se contempla la utilización de enlaces de fibra óptica. Existen puentes para enlace entre diferentes medios, además de gateways que permiten el enlace entre perfiles y con otros protocolos.

Se distingue entre dispositivos tipo maestro y dispositivos esclavo. El acceso al medio entre maestros se arbitra por paso de testigo, el acceso a los esclavos desde un maestro es un proceso de interrogación cíclico (polling). Se pueden configurar sistemas multimaestro o sistemas más simples maestro-esclavo.

En Profibus DP se distingue entre: maestro clase 1 (estaciones de monitorización y diagnóstico), maestro clase 2 (elementos centralizadores de información como PLCs, PCs, etc.), esclavo (sensores, actuadores).

El transporte en Profibus-DP se realiza por medio de tramas según IEC 870-5-1. La comunicación se realiza por medio de datagramas en modo broadcast o multicast. Se utiliza comunicación serie asíncrona por lo que es utilizable una UART genérica.

Profibus DP prescinde de los niveles ISO 3 a 6 y la capa de aplicación ofrece una amplia gama de servicios de diagnóstico, seguridad, protecciones etc. Es una capa de aplicación relativamente compleja debido a la necesidad de mantener la integridad en el proceso de paso de testigo (un y sólo un testigo) Profibus FMS es una compleja capa de aplicación que permite la gestión distribuida de procesos al nivel de relación entre células don posibilidad de acceso a objetos, ejecución remota de procesos etc. Los dispositivos se definen como dispositivos de campo virtuales, cada uno incluye un diccionario de objetos que enumera los objetos de comunicación.

Los servicios disponibles son un subconjunto de los definidos en MMS (ISO 9506) Las plataformas hardware utilizadas para soportar Profibus se basan en

microprocesadores de 16 bits más procesadores de comunicaciones especializados o circuitos ASIC como el LSPM2 de Siemens. La PNO se encarga de comprobar y certificar el cumplimiento de las especificaciones PROFIBUS.

Entre sus perspectivas de futuro se encuentra la integración sobre la base de redes Ethernet al nivel de planta y la utilización de conceptos de tiempo real y filosofía productor-consumidor en la comunicación entre dispositivos de campo.

Las distancias potenciales de bus van de 100 m a 24 Km (con repetidores y fibra óptica). La velocidad de comunicación puede ir de 9600 bps a 12 Mbps. Utiliza mensajes de hasta 244 bytes de datos. Profibus se ha difundido ampliamente en Europa y también tiene un mercado importante en América y Asia. El conjunto Profibus DP- Profibus PA cubre la automatización de plantas de proceso discontinuo y proceso continuo cubriendo normas de seguridad intrínseca.

1.2.5.2. INTERBUS

Protocolo propietario, inicialmente, de la empresa Phoenix Contact GmbH, aunque posteriormente ha sido abierta su especificación. Normalizado bajo DIN 19258, norma europea EN 50 254. Fue introducido en el año 1984. Utiliza una topología en anillo y comunicación mediante un registro de desplazamiento en cada nodo. Se pueden enlazar buses periféricos al principal.

Capa física basada en RS-485. Cada dispositivo actúa como repetidor. Así se puede alcanzar una distancia entre nodos de 400 m para 500Kbps y una distancia total de 12 KM. Es posible utilizar también enlaces de fibra óptica.

Capa de transporte basada en una trama única que circula por el anillo (trama de suma) La información de direccionamiento no se incluye en los mensajes, los datos se hacen circular por la red. Alta eficiencia. Para aplicaciones de pocos

nodos y un pequeño conjunto de entradas/salidas por nodo, pocos buses pueden ser tan rápidos y eficientes como INTERBUS.

Físicamente tiene da la impresión de seguir una topología en estrella, pero realmente cada nodo tiene un punto de entrada y otro de salida hacia el siguiente nodo. Es muy sensible a corte completo de comunicación al abrirse el anillo en cualquiera de los nodos. Por otra parte, la estructura en anillo permite una fácil localización de fallos y diagnóstico. Es muy apropiado para comunicación determinista a alta velocidad, es muy difícil una filosofía de comunicación orientada a eventos.

1.2.5.3. DeviceNet

Bus basado en CAN. Su capa física y capa de enlace se basan en ISO 11898, y en la especificación de Bosh 2.0. DeviceNet define una de las más sofisticadas capas de aplicaciones industriales sobre bus CAN. DeviceNet fue desarrollado por Allen-Bradley a mediados de los noventa, posteriormente pasó a ser una especificación abierta soportada en la ODVA (Open DeviceNet Vendor Association), Cualquier fabricante puede asociarse a esta organización y obtener especificaciones, homologar productos, etc. Es posible la conexión de hasta 64 nodos con velocidades de 125 Kbps a 500 Kbps en distancias de 100 a 500 m. utiliza una definición basada en orientación a objetos para modelar los servicios de comunicación y el comportamiento externo de los nodos.

Define mensajes y conexiones para funcionamiento maestro-esclavo, interrogación cíclica, "strobing" o lanzamiento de interrogación general de dispositivos, mensajes espontáneos de cambio de estado, comunicación uno-uno, modelo productorconsumidor, carga y descarga de bloques de datos y ficheros etc. DeviceNet ha conseguido una significativa cuota de mercado.

Existen más de 300 productos homologados y se indica que el número de nodos instalados superaba los 300.000 en 1998, Está soportado por numerosos fabricantes: Allen-Bradley, ABB, Danfoss, Crouzet, Bosh, Control Techniques, Festo, Omron, .etc.

1.2.5.4. FIP- WorldFIP

Desarrollado en Francia a finales de los ochenta y normalizado por EN 50170, que también cubre Profibus. Sus capas física y de aplicación son análogas a las de Foundation Fieldbus H1 y Profibus PA. La división Norteamérica de WorldFIP se unió a mediados de los noventa a la Fieldbus Foundation en el esfuerzo por la normalización de un bus industrial común. Utiliza un modelo productor-consumidor con gestión de variables cíclicas, eventos y mensajes genéricos.

1.2.5.5. LONWORKS

La empresa Echelon, localizada en California, fue fundada en 1988. Comercializa el bus de campo LonWorks basado en el protocolo LonTalk y soportado sobre el NeuronChip. Alrededor de estas marcas ha construido toda una estructura de productos y servicios, hábilmente comercializados, dirigidos al mercado del control distribuido en domótica, edificios inteligentes, control industrial etc. Asegura que varios miles de empresas trabajan con LonWorks, que cientos de empresas comercializan productos basados en su bus y que se han instalado millones de nodos.

El protocolo LonTalk cubre todas las capas OSI. El protocolo se soporta en hardware y firmware sobre el NeuronChip. Se trata de un microcontrolador que incluye el controlador de comunicaciones y toda una capa de firmware que,

además de implementar el protocolo, ofrece una serie de servicios que permiten el desarrollo de aplicaciones en el lenguaje Neuron C, una variante de ANSI C. Motorola y Toshiba fabrican el NeuronChip, además Echelon ofrece la posibilidad de abrir la implementación de LonWorks a otros procesadores. La red Lonworks ofrece una variada selección de medios físicos y topologías de red: par trenzado en bus, anillo y topología libre, fibra óptica, radio, transmisión sobre red eléctrica etc. El soporte más usual es par trenzado a 38 o 78 Kbps.

Se ofrece una amplia gama de servicios de red que permiten la construcción de extensas arquitecturas con multitud de nodos, dominios y grupos, típicas de grandes edificios inteligentes. El método de comparación de medio es acceso CSMA predictivo e incluye servicios de prioridad de mensajes. Echelon ofrece herramientas de desarrollo, formación, documentación y soporte técnico. Echelon basa su negocio en la comercialización del bus, medios, herramientas y soporte.

1.2.5.6. SDS

SDS ("Smart Distributed System") es, junto con DeviceNet y CANOpen, uno de los buses de campo basados en CAN más extendidos. Fue desarrollado por el fabricante de sensores industriales Honeywell en 1989. Se ha utilizado sobre todo en aplicaciones de sistemas de almacenamiento, empaquetado y clasificación automática. Se define una capa física que incluye alimentación de dispositivos en las conexiones. La capa de aplicación define autodiagnóstico de nodos, comunicación por eventos y prioridades de alta velocidad.

1.2.5.7. CANOpen

Bus de campo basado en CAN. Fue el resultado de un proyecto de investigación financiado por la Comunidad Europea y se está extendiendo de forma importante entre fabricantes de maquinaria e integradores de célula de proceso. Está soportado por la organización CiA (CAN In Automation), organización de fabricantes y usuarios de CAN que también apoya DeviceNet, SDS etc.

Al final de este trabajo se describirá con más detalle este bus, como ejemplo de bus de campo normalizado soportado sobre CAN.

1.2.5.8. MODBUS

En su definición inicial Modbus era una especificación de tramas, mensajes y funciones utilizada para la comunicación con los PLCs Modicon. Modbus puede implementarse sobre cualquier línea de comunicación serie y permite la comunicación por medio de tramas binarias o ASCII con un proceso interrogación-respuesta simple. Debido a que fue incluido en los PLCs de la prestigiosa firma Modicon en 1979, ha resultado un estándar de facto para el enlace serie entre dispositivos industriales. Modbus Plus define un completo bus de campo basado en técnica de paso de testigo. Se utiliza como soporte físico el partrenzado o fibra óptica.

En la actualidad Modbus es soportado por el grupo de automatización Schneider (Telemecanique, Modicon,...).

1.2.5.9. INDUSTRIAL ETHERNET

La norma IEEE 802.3 basada en la red Ethernet de Xerox se ha convertido en el método más extendido para interconexión de computadores personales en redes

de proceso de datos. En la actualidad se vive una auténtica revolución en cuanto a su desplazamiento hacia las redes industriales. Es indudable esa penetración. Diversos buses de campo establecidos como Profibus, Modbus etc. han adoptado Ethernet como la red apropiada para los niveles superiores. En todo caso se buscan soluciones a los principales inconvenientes de Ethernet como soporte para comunicaciones industriales:

El intrínseco indeterminismo de Ethernet se aborda por medio de topologías basadas en conmutadores. En todo caso esas opciones no son gratuitas.

Se han de aplicar normas especiales para conectores, blindajes, rangos de temperatura etc.

La tarjeta adaptadora Ethernet empieza a encarecerse cuando se la dota de robustez para un entorno industrial Parece difícil que Ethernet tenga futuro a nivel de sensor, aunque puede aplicarse en nodos que engloban conexiones múltiples de entrada-salida.

Como conclusión Ethernet está ocupando un área importante entre las opciones para redes industriales, pero parece aventurado afirmar, como se ha llegado a hacer, que pueda llegar a penetrar en los niveles bajos de la pirámide CIM.

1.2.5.10. ASI

AS-I (Actuator Sensor Interface) es un bus de campo desarrollado inicialmente por Siemens, para la interconexión de actuadores y sensores binarios. Actualmente está recogido por el estándar IEC TG 17B.

A nivel físico, la red puede adoptar cualquier tipo de topología: estructura en bus, en árbol, en estrella o en anillo. Permite la interconexión de un máximo de 31 esclavos. La longitud máxima de cada segmento es de 100 metros. Dispone de repetidores que permiten la unión de hasta tres segmentos, y de puentes hacia redes Profibus. Como medio físico de transmisión, emplea un único cable que permite tanto la transmisión de datos como la alimentación de los dispositivos conectados a la red. Su diseño evita errores de polaridad al conectar nuevos dispositivos a la red. La incorporación o eliminación de elementos de la red no requiere la modificación del cable.

El cable consta de dos hilos sin apantallamiento. Para lograr inmunidad al ruido, la transmisión se hace basándose en una codificación Manchester. Cada esclavo dispone de hasta 4 entradas/salidas, lo que hace que la red pueda controlar hasta 124 E/S digitales. La comunicación sigue un esquema maestro - esclavo, en la cual el maestro interroga a las estaciones enviándoles mensajes (llamados telegramas) de 14 bits y el esclavo responde con un mensaje de 7 bits. La duración de cada ciclo pregunta respuesta es de 150 ms. En cada ciclo de comunicación se deben consultar todos los esclavos, añadiendo dos ciclos extras para operaciones de administración del bus (detección de fallos). El resultado es un tiempo de ciclo máximo de 5ms.

1.2.5.11. BITBUS

Introducido por Intel a principios de los 80. Es un bus maestro-esclavo soportado sobre RS485 y normalizado en IEEE- 1118. Debido a su sencillez ha sido adoptado en redes de pequeños fabricantes o integradores. En su capa de aplicación se contempla la gestión de tareas distribuidas, es decir es, en cierto

modo, un sistema multitarea distribuido. Existe una organización europea de soporte (Bitbus European User's Group).

1.2.5.12. ARCNet

Originalmente desarrollada como red para proceso de datos en los años '70 ARCNet ha encontrado aplicación en el mundo industrial. Su técnica de paso de testigo hace que sea predecible, determinista y robusta. Está normalizada como ANSI/ATA 878. 1. La velocidad de comunicación es de 2,5 Mbps con paquetes del 0 a 512 bytes. Soporta topología en bus y estrella y diversos medios físicos (cable coaxial, par trenzado, fibra óptica).

Es una red muy apropiada para un nivel intermedio en la jerarquía CIM. Algunos fabricantes proponen como jerarquía ideal para control industrial una basada en Ethernet en el nivel superior, ArcNET en el intermedio y CAN al nivel de celda de fabricación.

1.2.5.13. CONTROLNET

Bus de alta velocidad (5 Mbps) y distancia (hasta 5 Km), muy seguro y robusto promovido por Allen-Bradley. Utiliza cable RG6/U (utilizado en televisión por cable) y se basa en un controlador ASIC de Rockwell. No es soportado por muchos fabricantes y resulta de elevado precio por nodo. Se ha utilizado para interconexión de redes de PLCs y computadores industriales en aplicaciones de alta velocidad y ambientes muy críticos.

1.2.5.14. HART

Es un protocolo para bus de campo soportado por la HART Communication Foundation y la Fieldbus Foundation, Su campo de aplicación básico es la comunicación digital sobre las líneas analógicas clásicas de los sistemas de instrumentación, manteniendo éstas en servicio. Sus prestaciones como bus de campo son reducidas.

Utiliza el bus analógico estándar 4-20 mA sobre el que transmite una señal digital modulada en frecuencia (modulación FSK 1200- 2200 Hz). Transmite a 1200 bps manteniendo compatibilidad con la aplicación analógica inicial y sobre distancias de hasta 3 Km. Normalmente funciona en modo maestro-esclavo.

1.3. LA GUERRA DE LOS BUSES.

Ante la variedad de opciones existente, parece razonable pensar que fabricantes y usuarios hicieran un esfuerzo en la búsqueda de normativas comunes para la interconexión de sistemas industriales. Lo que ha venido llamándose "la guerra de los buses" tiene que ver con la permanente confusión reinante en los entornos normalizadores en los que se debate la especificación del supuesto "bus de campo universal".

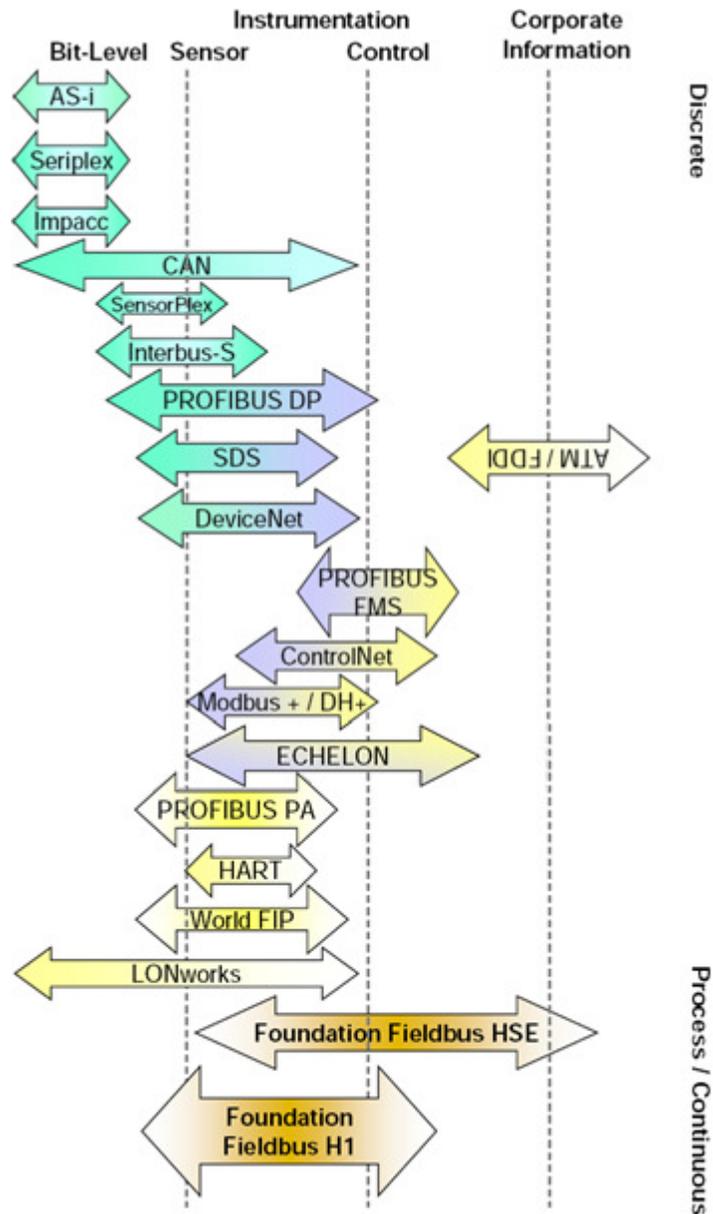
Desde mediados de los años '80 la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC-CEI) y la Sociedad de Instrumentación Americana (ISA) ha sido escenario del supuesto esfuerzo de los fabricantes para lograr el establecimiento de una norma única de bus de campo de uso general. En 1992 surgieron dos grupos, el ISP (Interoperable Systems Project) y WorldFIP cada uno promoviendo su propia versión del bus de campo. En el primer grupo estaban fabricantes como Siemens, Fisher-Rosemount, Foxboro y Yokogawa. En el segundo Allen-Bradley, HoneyWell, Square D y diversas empresas francesa. En 1994 ambos grupos se

unieron en la Fieldbus Foundation. El debate se trasladó luego, y continua en la actualidad, a la conjunción de Fieldbus y el mundo Profibus.

Los años pasan, la norma del supuesto bus universal nunca se acaba de *generar* y en *el camino aparecen nuevas opciones* como CAN, LonWorks, Ethernet. Incluso el debate es confuso y totalmente incomprensible, otras empresas participantes en el debate generaban en paralelo soluciones propias, es el caso de Allen-Bradley con DeviceNet y HoneyWell con SDS. La realidad es que sólo los usuarios están realmente interesados en la obtención de normas de uso general. Los fabricantes luchan por su cuota de mercado y, en general, sólo están a favor de una norma cuando ésta recoge las características de su propia opción, lo cual es comprensible dadas las fuertes inversiones necesarias para el desarrollo de un bus industrial normalizado. El debate sigue abierto

1.4. COMPARATIVO ENTRE LOS DIVERSOS PROTOCOLOS EXISTENTES

A continuación se presentan varios cuadros comparativos que denotan puntos de vista de las funcionalidades y operabilidades de los buses de campo existentes en el mercado, según las experiencias adquiridas, debido a su uso en las industrias.



En la gráfica siguiente se puede apreciar cual bus de campo aplica, según su orientación, es decir, si se orienta a bits, sensores, al control o si directamente entrega información constantemente al usuario – controlador del sistema. Actualmente, existen en el mercado un gran número de soluciones; en la figura se muestra un gráfica comparativa, cualificando características como la complejidad estructural, volumen de datos, funcionalidad y costo.

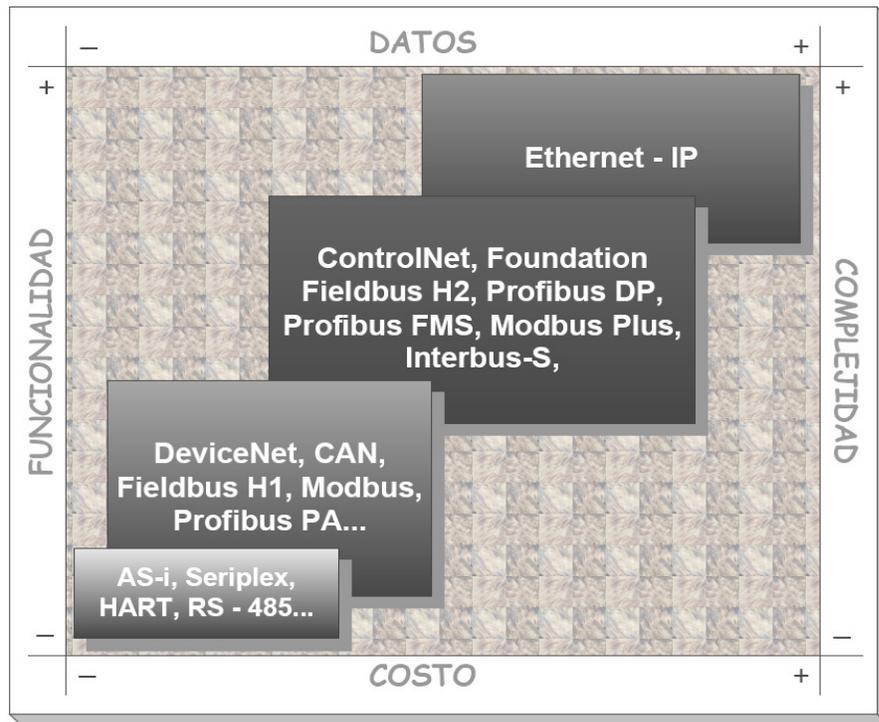


Figura 16. Comparación de los diversos buses de datos existentes.

También de acuerdo con el criterio de selección funcionalidad vs costo, podemos comparar los buses de campo como lo hace la figura 17.

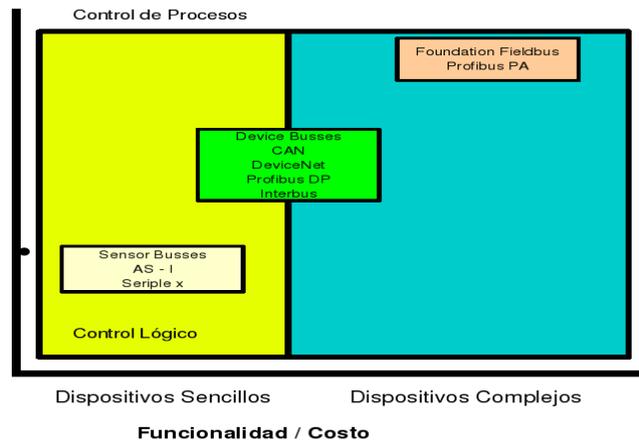


Figura 17. Comparación de los buses según complejidad vs control.

Ahora bien, podemos evaluar, es decir, comparar los buses de campo con más detalle, entonces hay que tener en cuenta los parámetros que se citan a continuación, si son para la industria, automóviles y maquinaria o si se aplican a sensores. Esto se aprecia en la siguiente página.

BUS	Propietario	Principales variantes	Topología	Medio físico	Velocidad banda base (bps = bits por segundo)	Distancia segmento	Nodos por segmento	Tipo de acceso al bus	Normalización
Buses para aplicaciones de control industrial e instrumentación									
P-NET	Industria (Dinamarca)		Anillo	Par trenzado apantallado	76.800 bps. 9,6 Kbps 19,2 Kbps 93,75 Kbps	1.200 m 1.200 m 1.200 m	125	Paso de testigo Sondeo principal-subordinado	CENELEC EN 50170 Vol. 1
PROFIBUS	Industria (Alemania)	PROFIBUS-DP (Siemens)	Bus lineal	Par trenzado apantallado	187,5 Kbps 500 Kbps	600 m 200 m	32	Paso de testigo Sondeo activa-pasiva	50170 Vol. 2, DIN STD 19245
WorldFIP	Industria (Francia)	FIPIO (Schneider) FIPway (Schneider)	Bus lineal	Par trenzado apantallado Fibra óptica	31,25 Kbps 1 Mbps 2,5 Mbps 5 Mbps	1.900 m 750 m 500 m	32	Centralizado (árbitro de bus)	CENELEC EN 50117 Vol. 3, NFC 46 (601-605), IEC 1158-2
Modbus	Modicon (USA)	Modbus-plus (Schneider)	Bus lineal	Par trenzado	de 300 bps a 19,2 Kbps	1.000 m	248	Sondeo principal-subordinado	
Interbus-S	Phoenix (Alemania)		Anillo	Par trenzado	500 Kbps	400 m	256	Paso de testigo	DIN E19258
DeviceNet	Allen Bradley (Rockwell)		Bus lineal	Par trenzado	125 Kbps 250 Kbps 500 Kbps	500 m 250 m 100 m	64	CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)	ISO 11898, ISO 11519 (Basado en CAN)
ControlNet			Bus lineal Árbol Estrella	Coaxial Fibra óptica	5 Mbps 5 Mbps	1.000 m 3.000 m	48	CTDMA (Concurrent Time Domain Multiple Access)	Basado en CAN
CAN	Bosch y CIA (Alemania)		Bus lineal	Par trenzado	de 50 Kbps a 1 Mbps	de 1.000 m a 40 m	de 127 a 64	CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) con arbitraje de bit	ISO 11898 / 11519
SDS	Honeywell		Bus lineal	Cable de 4 hilos	125 Kbps 250 Kbps 500 Kbps 1 Mbps	500 m	64	CSMA (Carrier Sense Multiple Access)	ISO 11898 (Basado en CAN)
Ethernet		Ethway (Schneider)	Estrella	Par trenzado Fibra óptica	10 Mbps 100 Mbps 100 Mbps 200 Mbps	100 m		CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) TCP / IP	ISO 8802-3
M-Bus			Bus lineal	Cable de 2 hilos	de 300 a 9.600 bps	1.000 m	250	Centralizado	
HART	Rosemount y Fisher		Bus lineal	Cable de 2 hilos	1.200 bps	3.000 m	30	Sondeo principal-subordinado	IEC TC65 (DDL: Lenguaje de descripción de dispositivo)

Figura 18. Buses de campo de aplicación Industrial

Buses de aplicación en la industria del automóvil y maquinaria							
SENSOPLEX	Ford (California)	Bus lineal	Cable coaxial			120	Sondeo principal-subordinado
SERIPLEX	APC (USA)	Bus lineal	Cable 4 hilos apantallado	98 Kbps	1.500 m	300	Sondeo principal-subordinado CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) con arbitraje de bit
J1939	SAE	Bus lineal	Par trenzado apantallado	250 Kbps			Basado en CAN
Buses para sensores y actuadores							
AS-I	Asociación de fabricantes AS-I	Bus lineal Árbol Estrella	Cable de 2 hilos	167 Kbps	100 m	32	Sondeo principal-subordinado IEC 1131-3 (Lenguaje de PLCs)

Figura 19. Buses de campo de aplicación de industria automotriz, sensores y actuadores.

Lo anterior permite tener una visión más amplia acerca de qué característica de un bus en particular le es útil para su sistema, o la combinación de un par de ellos.

1.5. Introducción a Foundation Fieldbus HSE

1.5.1. FIELDBUS HSE

Fieldbus HSE, se refiere al mismo protocolo con todas sus funcionalidades del conocido H1, solo que por canal Ethernet. HSE se interpreta como High Sped Ethernet, lo que nos da una idea de que el protocolo Fieldbus puede trabajar a una mayor velocidad, con todas las ventajas del Ethernet, inclusive con sus desventajas.

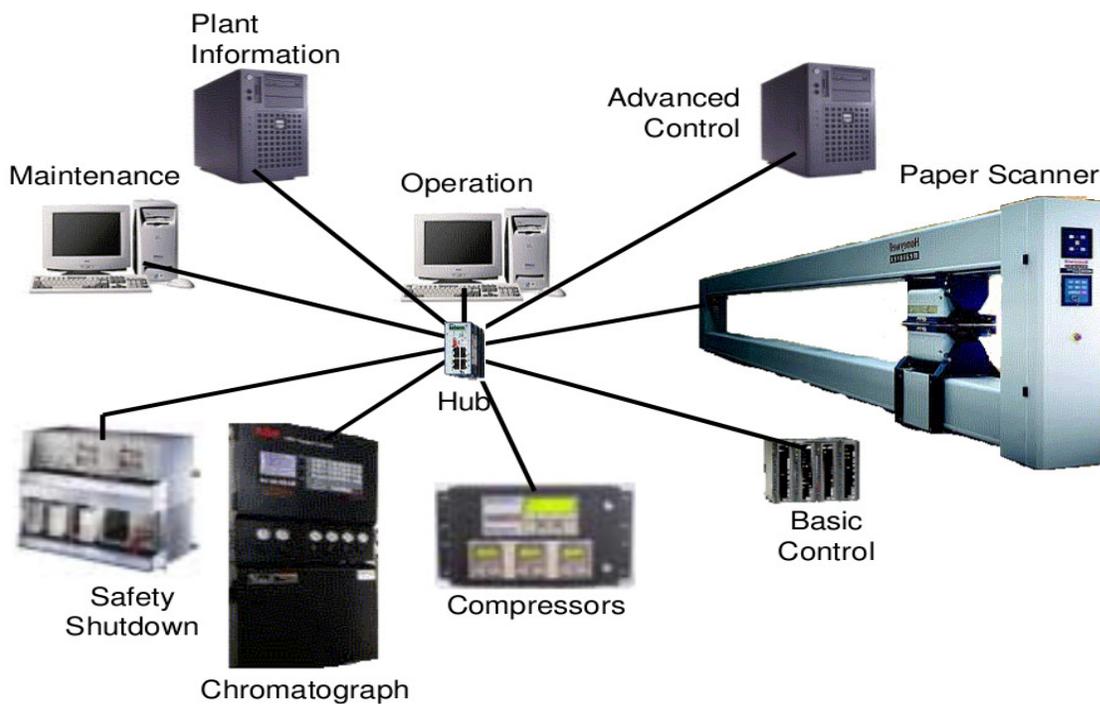


Figura 20. Topología clásica de una red Ethernet.

Las primeras tienen que ver con que la capa de aplicación (la de interacción con el usuario, según modelo OSI) no es privativa, es decir, que no está supeditada a ningún fabricante, que mantenga un estándar único y cerrado. Por tanto se

constituye en una ventana abierta a la libertad de desarrollo de aplicaciones que maximicen el desempeño del Fieldbus HSE.

Las capas inferiores de HSE se detallan en la norma IEEE 802.3u; utiliza Fast Ethernet para transmitir los servicios de H1, así como mensajes creados específicamente para HSE. La capa de aplicación de HSE contiene los protocolos DHCP (Dinamic Host Configuration Protocol), SNTP (Simple Network Time Protocol) y SNMP (Simple Network Management Protocol). En la capa de usuario, que en HSE está por encima de la capa de aplicación en el modelo OSI, está el agente de gestión HSE y los bloques de función, que le da un alto nivel de gestión y sobre todo transparencia a quien lo trabaja.

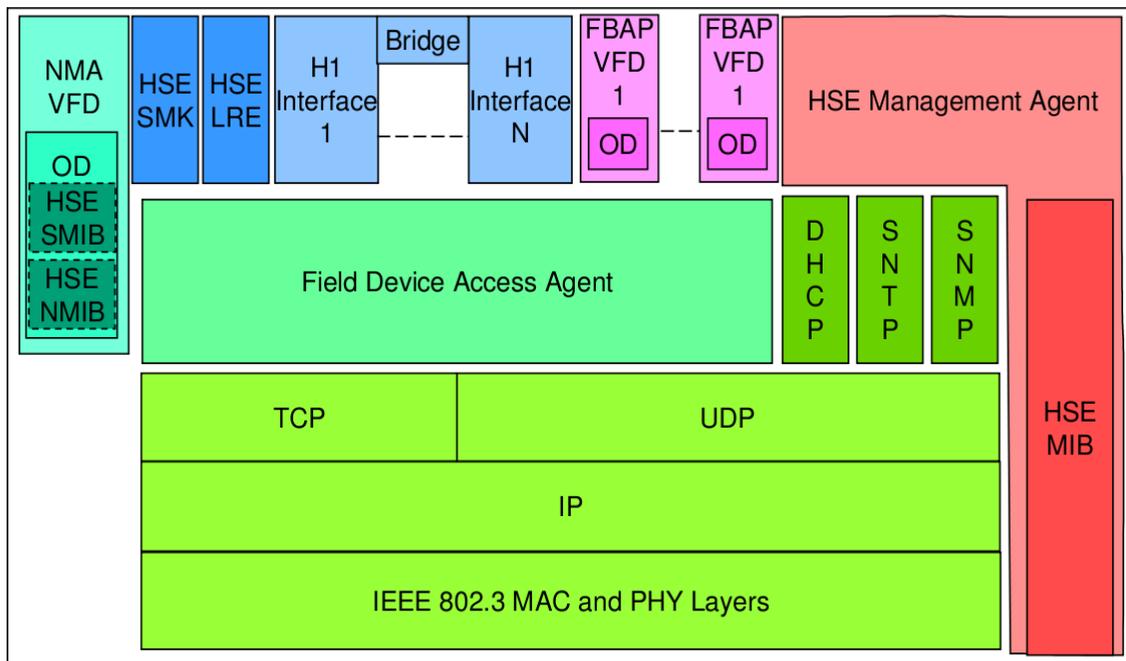


Figura 21. Modelo de capas de la HSE.

De forma equivalente a H1, por encima de la capa de aplicación se define una capa de usuario, donde se especifica la estructura y funcionamiento de los bloques funcionales, el modo de interconexión, etc.

Además permite la alta transferencia de información a altas velocidades, por ejemplo entre PLC's y RTU's. Grandes escalas de interconexión y alta interoperabilidad de subsistemas, con la constante comunicación se pueden obtener también y la característica fundamental del FF HSE, es que los elementos que conforman una red de ese tipo son extremadamente comerciales, por ende, fáciles de conseguir y a buenos precios.

Presenta también un alto rendimiento, en cuanto que permite funciones de gestión activa como diagnósticos, calibración, identificación, etc., esto potencializa el analizar la información masiva *-data mining-* enviada por todos los dispositivos en tiempo real.

El HSE constituye una red troncal de control, porque ofrece capacidades de comunicación de igual a igual *-peer to peer-*.

Ahora bien, como parte de las desventajas del estándar HSE está desarrollado a partir de Ethernet, una tecnología pensada originalmente para el entorno de la oficina, y por tanto es necesario adaptarla al entorno industrial. Hay que proporcionarle robustez industrial.

La problemática comúnmente encontrada al momento de implantar una red HSE, para labores industriales tienen que ver con:

- 1 Falta de determinismo.
- 1 No se puede alimentar los dispositivos a través del bus (exige un cable adicional para el transporte de potencia)
- 1 Las tarjetas de interfaz tienen consumos altos
- 1 No es intrínsecamente segura
- 1 Los protocolos estándar no se adaptan a tareas de control.
- 1 La longitud del cable está limitada a unos 100m
- 1 Necesita *hubs* y cable multinúcleo

Las formas modernas de Ethernet utilizan cable UTP (Unshielded Twisted Pair) de pares trenzados usando una topología en estrella basada en *hubs* en la que hay un único dispositivo por segmento. Esta topología tiene la ventaja de que la conexión o desconexión de un dispositivo, o su mal funcionamiento, no afectará al funcionamiento de ningún otro segmento, pero es muy ineficiente en comparación con la topología lineal típica de un bus de campo porque exige una longitud total de cable desplegado mucho mayor, con el coste que ello implica.

La propia robustez del sistema es mucho menor que la exigida en un ámbito industrial: es necesario modificarlo para adaptarlo a situaciones de humedad, polvo, vibración, golpes, calor o frío. Esto incluye no sólo los dispositivos de proceso, sino también el cable y los conectores. Actualmente hay un número creciente de fabricantes que ya ofrecen conectores y dispositivos de categoría industrial.

Los conectores Ethernet de categoría industrial están sellados contra contaminantes del entorno, tienen una mayor protección frente a la vibración, son mucho más robustos, y se comportan muy bien en entornos eléctricamente ruidosos. También existen *hubs* de categoría industrial con fuentes de alimentación redundantes, rangos de temperatura muy amplios, carcasas más robustas, etc. Para aumentar la tolerancia al ruido eléctrico y a diferencias de potencial entre las tierras, puede utilizarse fibra óptica.

En todos estos casos, se sigue manteniendo una total compatibilidad con otros dispositivos Ethernet, por lo que una empresa puede decidir emplear *hubs* de categoría industrial en las zonas agresivas, pero manteniendo *hubs* normales en las zonas con ambientes más “tranquilos”.

2. MARCO TEORICO

2.1. FIELDBUS FOUNDATION PARA EL MÓDULO SMAR DF51

Para satisfacer los requerimientos técnicos crecientemente complejos y las exigencias económicas, es cada vez más necesaria la conexión entre los dispositivos y equipos (Automatización, maniobra, etc.) Este intercambio de información convierte a los aparatos individuales en sistemas conjuntos con una mayor calidad en la conducción, el proceso y el diagnóstico. La irrupción de los microprocesadores en los equipos de campo ha posibilitado su integración a redes de la comunicación con importantes ventajas, entre las cuales figuran:

- Mayor precisión derivada de la integración digital de las mediciones
- Mayor y mejor disponibilidad de información de los dispositivos
- Diagnóstico remoto de los componentes

Los buses de datos que permiten la integración de equipos digitales de campo, reciben la denominación genérica de buses de campo.

2.1.1 Bus de campo

Es un sistema de transmisión de información (datos) que simplifica enormemente la instalación y operación de máquinas y equipamientos industriales utilizados en procesos de producción. El objetivo de un bus de campo es sustituir las conexiones punto a punto entre los elementos de campo y equipo de control a través del tradicional lazo de corriente de 4-20mA. Típicamente son redes digitales, bidireccionales, multipunto, montadas sobre un bus serie, que conectan dispositivos de campo como PLCs, transductores, actuadores, y sensores. Varios grupos han intentado generar e imponer que permita la integración de equipos de

distintos proveedores. Sin embargo hasta la fecha no existe un bus de campo universal.

2.1.2. Foundation Fieldbus:

Foundation Fieldbus (FF) es un protocolo para las redes industriales, específicamente para aplicaciones de control distribuido. Puede comunicar grandes volúmenes de información, ideal para las aplicaciones, orientado sobre todo a la interconexión de dispositivos en industrias de proceso continuo.

Su desarrollo ha sido apoyado por importantes fabricantes de instrumentación (Fisher-Rosemount, Foxboro, smar, etc.)

Actualmente están definidas dos versiones:

H1 (31.25Kbps) interconecta equipos de campo, como sensores, actuadores, transmisores y I/O. En el mercado ocupa un nicho similar al de Profibus PA: mientras que PA está mucho más extendido en Europa, H1 tiene su origen y su área de mayor distribución en América y Asia.

HSE (100Mbps/ Gbps) provee integración de controladores de alta velocidad (como PLCs), redes H1, servidores de datos, y estaciones de trabajo.

Foundation Fieldbus se diferencia de cualquier otro protocolo de comunicaciones, porque en vez de estar pensando simplemente como un medio de transmisión de datos, está diseñado para resolver aplicaciones de control de procesos.

2.1.3 Características de Fieldbus

- Apropiado para su uso en zonas de seguridad intrínseca (IS)

- Dispositivo de campos alimentados a través del bus.

- Topología en bus o en árbol.

- Permite comunicación multi-maestro.

Transmisión de datos distribuida modelo de bloqueo estandarizado para una interfaz uniforme a los dispositivos.

Opciones de extensión flexibles basadas en la descripción de los dispositivos.

2.2 DESCRIPCIÓN DFI302 PUENTE UNIVERSAL FIELDBUS



Figura 22. UNIDAD DFI302

2.2.1 Hardware

DF01 - Rack con 4 ranuras (Backplane).

DF02 - Conector terminador.

DF50 - Fuente de alimentación para **Backplane**.

DF51- Procesador DFI302 con 10 Mbps Ethernet 1x, 1x RS-232, y 4x H1 Canales.

DF52 - Fuente de alimentación para Fieldbus

DF53 - Fuente de alimentación de impedancia para Fieldbus (4 puertos)

2.2.2 Software

DFI OLE Server;
System302;
Servidor DHCP (opcional).

2.2.3 Características

Parte integral del System302

Interfaz integrada en una sola unidad, junto con Linking Device (dispositivo de enlace), Puente, Controlador, Gateway, fuente de poder Fieldbus y subsistema de E/S.

Gran integración con dispositivos y software inteligente de múltiples fabricantes debido a uso de tecnologías estándar tales como FOUNDATION™ Fieldbus y OPC.

Se conecta a equipos existentes a través de E/S convencionales o comunicación Modbus.

Redundancia total y aislamiento de fallas para mayor seguridad y operación ininterrumpida.

Arquitectura sencilla y de bajo costo.

Alto flujo de información desde el piso de planta hacia toda la empresa.

El DFI302 es un hardware integral multifunción del SYSTEM302 que incluye todo el mejor hardware y software en su clase para que usted pueda administrar, monitorear, controlar, mantener y operar su planta.

El DFI302 en la planta es de tamaño reducido y desempeña la mayor parte de las funciones requeridas para un sistema, por tanto se requiere muy pocos componentes adicionales.

Para plantas que requieran iniciar en forma sencilla pero crecer más a futuro, el DFI302 es un **linking device** (dispositivo de enlace) que provee todas las funcionalidades requeridas por un sistema. Para sistemas medianos y grandes, el DFI302 es la mejor opción disponible, ofreciendo una solución real basada en campo.

2.2.4 Totalmente Integrado

Al contrario de otras interfaces Fieldbus basados en el modelo tradicional de controlador con módulos E/S que necesita muchos accesorios, el DFI302 es una unidad integrada que provee fuentes de poder, terminaciones de impedancia, e inclusive barreras de seguridad. De esa forma el DFI302 es el sistema más simple de colocar, mantener y expandir. Porque un solo modulo incluye 4 canales H1(a 31.25Kbi/s), Ethernet y Modbus serial, directamente en el controlador sin necesidad de interfaces por separado, el DFI302 toma una fracción de espacio, al usar como solución a los módulos individuales, siendo de esa forma más fácil de operar. Uno de los mayores beneficios del DFI302 es que no son complejos de controlar y de bajo costo, asociados con los DCS.

Smar es el único fabricante que ofrece una solución completa con sistema Fieldbus, que no solo incluye instrumentos de campo, interfaces y software, sino también todos los accesorios requeridos para la alimentación de los instrumentos

de campo. De esa forma la solución es más sencilla tanto para el cliente como para el fabricante.

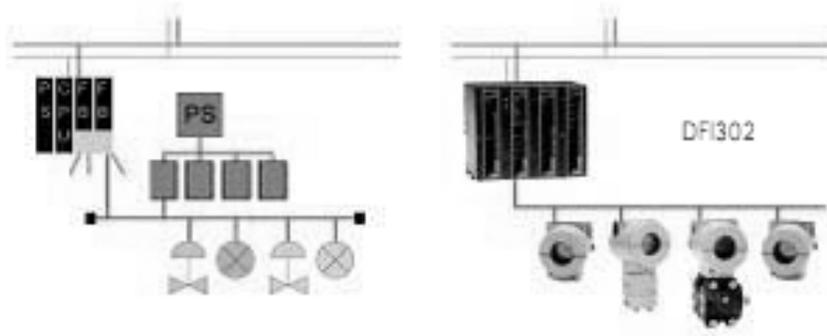


Figura 23. Otras marcas vs. DFI302

2.2.5 Modular

El DFI302 es un dispositivo multifuncional modular con un rack montado en riel DIN en el cual todos los componentes están instalados, incluyendo módulos para alimentación principal, módulo del CPU, alimentación del bus e impedancia. Los módulos son insertados usando conectores de grado industrial, y asegurados por un tornillo metálico. Como opción están los módulos de señales convencionales, donde hay módulos de E/S discretas y analógicas conectados. La modularidad es la llave de la flexibilidad del DFI302. De esta forma como todos los módulos incluyendo la fuente de poder de Fieldbus el DFI302 se transforma en una sola unidad.

Debido a la modularidad, el DFI302 está disponible en diferentes tipos según el desempeño y opciones de red, y con una fuente de impedancia de estándar y barreras de seguridad. Un completo rango de módulos de E/S convencionales está disponible para el subsistema de E/S.

El cableado para la alimentación y el canal H1 se hace usando conectores, haciendo así una tarea fácil y confiable la remoción e inserción. Los conectores tienen un formato especial para evitar que sean insertados en el módulo

incorrecto. Siempre se conectarán correctamente, eliminando el riesgo de aplicar alto voltaje a una terminal de bajo voltaje. La fuente de poder del DFI302 también se conecta directamente en el rack formando así una unidad integral. No se necesitan fuentes adicionales. La fuente de alimentación tiene LEDs integrados para diagnóstico indicando operación normal o falla, lo que hace la solución de problemas mucho más fácil, especialmente en un sistema con muchas unidades. Existe también un fusible externo localizado en el lado de la línea que puede ser reemplazado sin remover la fuente de poder o desconectar cualquier cable. Un amplio rango de voltaje y frecuencia de operación, hace que un solo modelo se pueda acomodar para su uso en cualquier parte del mundo, e ideal para aplicaciones donde la línea de alimentación es inestable. No hay necesidad de apagar ni desconectar el sistema para hacer cambio de cableado.

2.2.6 Integridad del sistema a todos los niveles

La interrupción inesperada del control puede ser peligrosa y muy costosa. Por tanto el DFI302 ha sido diseñado para asegurarse debido a que el SYSTEM302 tiene múltiples capas de seguridad y hace posible construir un sistema tolerante a fallas otorgando así un control ininterrumpido. Otra de las grandes ventajas teniendo el control distribuido en los dispositivos de campo, es que debido a que no hay una unidad controladora, el controlador no puede fallar, haciendo así el lazo más confiable. Otra ventaja sobre los DCS y PLC tradicionales es que el número de módulos y otros componentes es minimizado, reduciendo la probabilidad de falla. Dos DFI302 idénticos pueden ser conectados en paralelo para ofrecer la funcionalidad de la redundancia. Una clave para la tolerancia a fallas es que el primario y el respaldo están físicamente por separado, para eliminar causas comunes de falla. Porque ellos tienen racks separados y pueden ser montados en gabinetes separados, ellos no están sujetos a las mismas condiciones, de interferencia o cambios de voltaje. El DFI302 hace posible la redundancia a cualquier nivel:

A nivel de campo:

Transmisores redundantes.

Redundancia en sensores.

Segmentación de lazos críticos.

Condición de fallas segura en los transmisores de campo independientes del controlador.

A nivel de Fieldbus H1:

- Fuentes de poder redundante para los equipos.
- Link master de respaldo.

A nivel de red de control:

- Cableado de red redundante.
- Nodo único por segmento.
- Hub de red redundante.
- Fuente de poder del hub redundante.

A nivel de estación de trabajo:

- Múltiples estaciones de operación.
- Doble tarjeta de red por estación.
- Múltiples discos duros.
- UPS redundante.

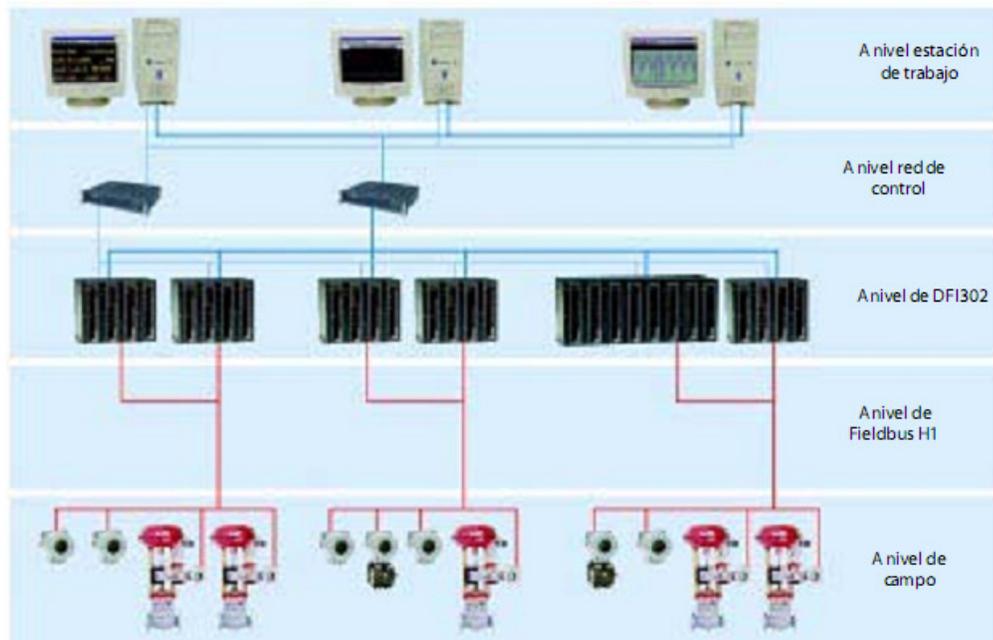


Figura 24. Niveles de redundancia.

2.2.7 Robustez industrial

En aplicaciones de control críticas se requiere un alto nivel de seguridad y estabilidad que no puede ser alcanzado por un PC. Los procesadores de PC y sistemas operativos de PC fueron diseñados para aplicaciones menos críticas con énfasis en gráficas y con menor robustez que la requerida para control. Los PCs necesitarían ser reinicializados después de una falla de poder o congelamiento. Tal arquitectura no es adecuada para una planta. En lugar de eso el DFI302 se basa en un procesador RISC de 32 bit y con grado industrial operando en tiempo real en modo multitarea diseñado especialmente para aplicaciones críticas y operación ininterrumpida. Buen desempeño en tiempo real asegura control preciso. Esta plataforma requiere menor memoria, haciendo de esa forma más confiable el sistema. Ejemplo: el DFI302 no es un PLC por software; el DFI302 no tiene partes móviles como ventiladores o discos duros.

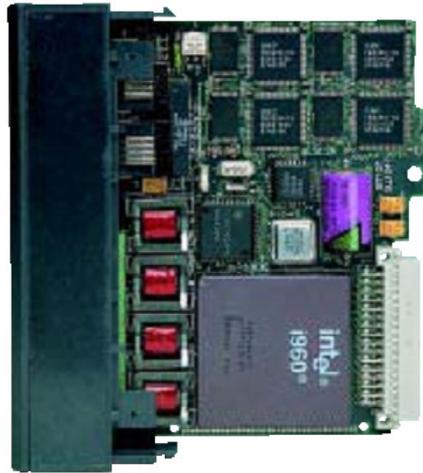


Figura 25. El DFI302 usa un procesador industrial integrado y sistema operativo diferente del de las aplicaciones de escritorio.

2.2.8 Fácil de usar

Debido a que el DFI302 es una unidad en sí, menos módulos son necesarios y se eliminan los accesorios externos, resultando en menos cableado, detección automática y asignación de direcciones de controladores así como también dispositivos de campo que hace más fácil la instalación, pues no hay DIP switches que acomodar, así que no hay riesgo de duplicidad en direcciones. El DFI302 básicamente no necesita mantenimiento. El firmware del DFI302 está grabado en una memoria flash no volátil y puede fácilmente ser actualizado usando el auxiliar del FBTools. Este ayudante lo guiará paso a paso a través del download haciendo el procedimiento muy fácil de realizar.

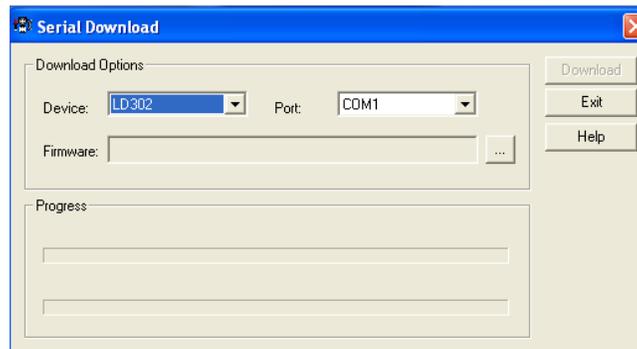


Figura 26. El FBTools hace de la descarga de firmware una tarea fácil.

Administrar un sistema con muchos DFI302 es mucho más simple, pues el número de serie, así como otra información de diagnóstico e identificación puede ser accesada a través del software SYSCON de ingeniería y mantenimiento. EL ayudante del FBTools es también usado para diagnósticos de bajo nivel de hardware.

2.2.9 Escalable

Expandir el System302 es fácil y a un costo mínimo. Para crecer el sistema se conecta un DFI302 adicional y se conecta los instrumentos de campo a él. Con cada DFI302 solo necesita conectar cuatro canales FF H1, pero puede agregar hasta 64 instrumentos. Es compacto, cabe en casi cualquier espacio de gabinete, así que no se requeriría espacio adicional para él.

El servidor OLE tiene un sistema de licencia muy fácil basado en el número de bloques de función. Es más, no se necesita hardkey. El System302 inicia con pocos bloques de tal forma que pueda iniciar con solo una planta piloto, o una unidad independiente, o hasta miles de bloque de tal forma que pueda crecer a lo grande. La expansión es fácil y barata, las partes existentes no se eliminan, y es un sistema para siempre.

2.2.10 Interfaz Fieldbus H1

Fieldbus, basado en las normas IEC 61158-2 y IEC/TS 61158-3 hasta la 6, es la forma primaria de interacción con los instrumentos Fieldbus, y el DFI302 fue especialmente diseñado para integrar Fieldbus H1 directamente conectado a los equipos. Esta arquitectura es mucho más sencilla que la antigua del DCS o de los PLC que requieren módulos de interfaz separados.

2.2.11 Cuatro puertos Fieldbus H1

Cada controlador tiene un controlador Fieldbus Smar FB3050 dedicado, para cada uno de los cuatro puertos Fieldbus H1 ofreciendo así un desempeño en comunicación excelente y confiable. El FB3050 es un ASIC (Application Specific Integrated Circuit) diseñado por SRC (Smar Research Corporation) especialmente para comunicaciones Fieldbus. El DFI302 hace disponibles sus datos y los de otros instrumentos para desplegados, para alarmas, tendencias y control en las estaciones de cualquier parte de la estrategia de control, y permite a los operadores actuar sobre los equipos. Cuatro canales FF H1 en un solo módulo ahorran espacio y facilita el uso. Un solo DFI302 es capaz de manejar hasta 64 dispositivos que pueden ser fácilmente acomodados en los cuatro canales para mayor flexibilidad.



Figura 27. El chip de Smar FB3050 asegura un gran desempeño en la comunicación.

Los cuatro puertos H1 son aislados galvánicamente uno de otro, del canal Ethernet y de otras partes del DFI302 previniendo así lazos aterrizados. Los puertos son pasivos, es decir, no requiere alimentación del bus.

2.2.12 Maestro de comunicación

El DFI302 tiene capacidad para ser maestro de comunicación y realizar la función de **LAS** (maestro activo del control de comunicación en los canales H1) para los cuatro buses conectados a los puertos.

El DFI302 también maneja la red H1 Fieldbus, siendo el responsable por monitorear y diagnosticar a la comunicación. Los errores de comunicación son indicados por los LEDs en el panel frontal. Claramente indican la comunicación activa o la falla en la comunicación de los canales FF H1, haciendo de esa forma más fácil identificar el problema en un lazo, aún en sistemas muy grandes. El estado de la comunicación se puede ver con diferentes niveles de detalle desde la estación de trabajo. Los errores se graban con su horario haciendo fácil de determinar qué equipo de campo tuvo el problema y cuando ocurrió.

2.2.13 Control en el campo

El DFI302 hace posible el control en el campo al ser capaz de manejar estrategias de control sofisticadas de muchos bloques de función y links de comunicación entre transmisores y elementos finales de control, y dando al operador acceso a los modos, setpoints y parámetros de sintonía, etc. A través del DFI302 un amplio rango de bloques de función se puede instanciar en los instrumentos de campo que tengan esa capacidad. En combinación con los poderosos instrumentos de campo, usted puede construir sistemas que cumplan y excedan la capacidad de DCS y PLC. En la arquitectura del SYSTEM302 el

control es típicamente distribuido en los instrumentos de campo alcanzando así la integridad de lazo, conllevando a un control más seguro y confiable todo el tiempo. Este esquema provee verdadero control paralelo y una muy alta capacidad aún con baja carga en el controlador. En el SYSTEM302 los dispositivos de campo agregados significan más recursos, esto es opuesto a los controles propietarios, donde esto significa menos recursos.

2.2.14 Redundancia en interfaz

Dos DFI302 idénticos pueden ser conectados al mismo Fieldbus en paralelo, asegurando que hay dos vías de comunicación hacia los instrumentos de campo. El cambio de una vía a otra es totalmente automática y sin sobresaltos.

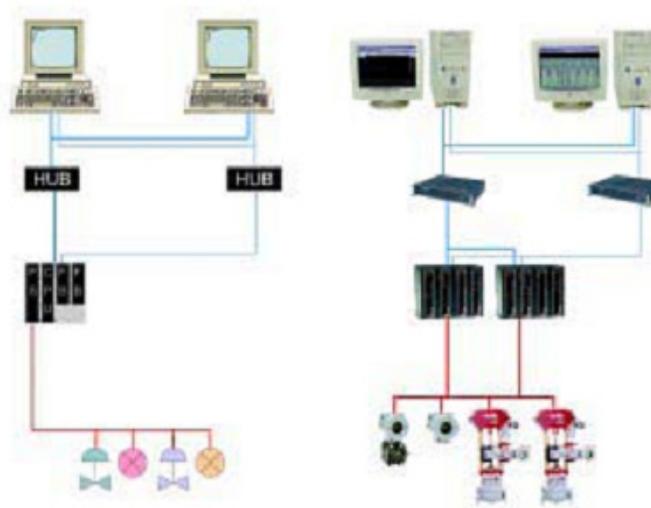


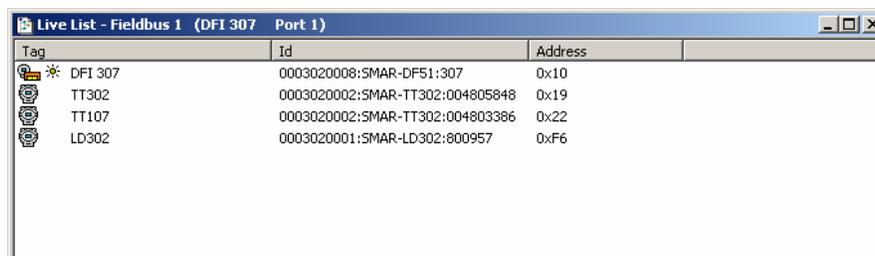
Figura 28. Los demás contra el DFI302

El DFI302 también trabaja de la mano con otros dispositivos con Link Master conectados a la misma red Fieldbus tal como otro DFI302 o algún equipo de campo para proveer varios niveles de redundancia en LAS. Si el controlador DFI302 falla o es accidentalmente removido, otro Link Master automáticamente se convierte en LAS. Una vez que el problema ha sido corregido, el LAS automáticamente retorna al DFI302. El cambio es sin sobresaltos. La

administración de la comunicación y la funcionalidad del cambio de LAS a través de los cuatro canales Fieldbus se maneja completamente automática desde el DFI302. Solo uno de los DFI302 funciona como el LAS en un tiempo, si por alguna razón se indisponen para realizar esta función en cualquier momento, el siguiente DFI302 automáticamente toma la función. Los LEDs indican que canal H1 está activo o fallado.

2.2.15 Fieldbus Plug and Play

Usando el DFI302 es tan fácil instalar y comisionar las redes y dispositivos porque los detecta automáticamente, identifica y asigna las direcciones al instrumento apenas se conecta a uno de sus puertos. El sistema requiere solo un mínimo de configuración manual. El **Live List** elimina la necesidad de la identificación de los instrumentos, facilitando la solución de problemas.



Tag	Id	Address
DFI 307	0003020008:SMAR-DF51:307	0x10
TT302	0003020002:SMAR-TT302:004805848	0x19
TT107	0003020002:SMAR-TT302:004803386	0x22
LD302	0003020001:SMAR-LD302:800957	0xF6

Figura 29. Live List del SYSCON

2.2.16 Puente Fieldbus H1

Los datos son transportados de un puerto H1 a cualquier otro en el sistema para permitir que un equipo de una red Fieldbus se comunice con otro en una red diferente, o inclusive en un DFI302 diferente pero en la misma red HSE. El

DFI302 maneja la comunicación en forma autónoma para que el usuario no tenga que realizar ninguna configuración en especial.

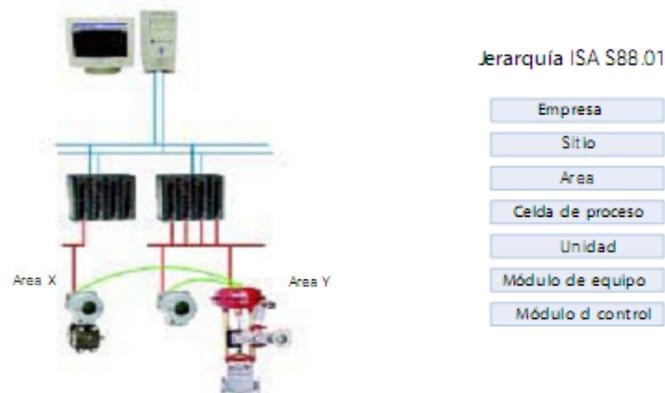


Figura 30. Puenteo entre canales y entre DFI302.

La capacidad de puenteo permite la integración de controles entre las áreas de la planta. La configuración del software está estructurada de acuerdo a la jerarquía ISA S88.01, haciendo fácil manejar los lazos distribuidos a lo largo de la planta independientemente de donde este físicamente.

NOTA: La hoja técnica del DFI302 se encuentra en los ANEXOS

2.3 INSTALACION DEL SYSTEM302

Instalar el software usando CD- ROM System302 (Figura 10). Asegúrese de que al finalizar la instalación de la carpeta siguiente fuera creada:



Figura 31. Instalación del system302

El software se puede encontrar por el atajo “Browser de System302” Figura 11.

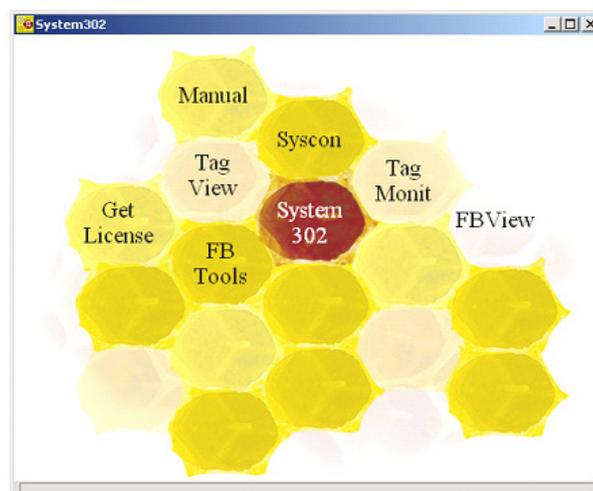


Figura 31. Browser de system302

Estos atajos dan el acceso a los usos principales del System302.

2.3.1 licencia para el servidor OLE DFI

Hay dos maneras de conseguir una licencia DFI OLE Server. Una versión está con la protección Hard Lock (HARDKEYS), y otra a través de software (Softkey); al usar Hardkey, conéctelo en el puerto apropiado en su computadora (paralelo o los puertos USB).

Al usar Softkey, es necesario conseguir una llave de la licencia a través de un contacto de SMAR. Para el uso de la aplicación GetLicense.exe, encontrado en el directorio de SMAR (generalmente, "drive": / archivos de programa/ Smar/ OLEServes/ GetLicense.exe") o directamente a través "Get License" en el Browser System302. De la información generada por este uso, completar la forma FaxBack.txt y enviarla al número de fax apropiado de SMAR.

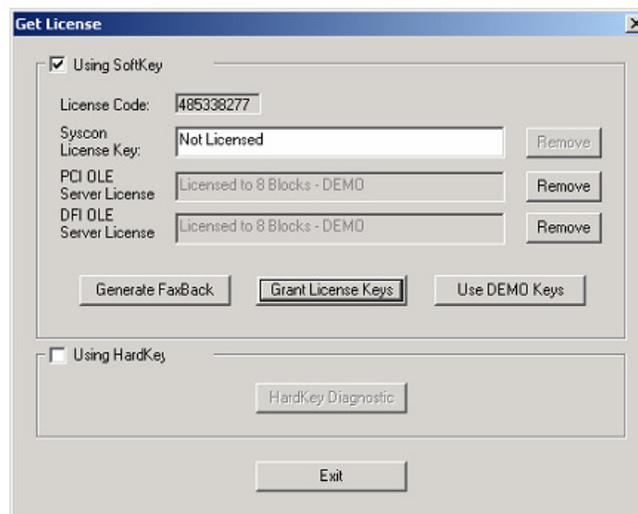


Figura 32. Ventana de licencia

Luego, SMAR te enviará las llaves de las licencias, digita los códigos en los campos en blanco (observar la Figura 12) y oprime el botón **“Grant License Keys”**

Si estos códigos fueron aceptados, un mensaje será generado confirmando el éxito de la operación. En este momento, el servidor OLE de SYSCON, estará listo para ser utilizado.

2.3.2 Ajustes DFI OLE Server

Si tuvo éxito en conseguir la licencia, los usuarios deben fijar algunos parámetros relacionados con el servidor OLE DFI. Ver en los **anexos** para una explicación comprensiva en los servidores OLE de SMAR.

2.3.3 Conectar el DFI302 en la sub-red

El entorno de trabajo DFI302 se compone de una red (sub-net) donde estarán las direcciones del IP necesario para cada equipo conectado. La solución automática para la atribución de estas direcciones se llama servidor DHCP (Dinamic Host Configuration Protocol). Usando el servidor de DHCP las direcciones del IP son generadas automáticamente previniendo cualquier conflicto del IP entre dos equipos distintos.

NOTA: Para conectar más de un DFI302, los pasos siguientes se deben ejecutar completamente para cada DFI302.

1. Conectar el cable Ethernet (DF54) del módulo DF51 a su respectivo Switch (o el HUB) del la sub-red.

NOTA: Para la conexión de punto a punto (el módulo DFI302 debe ser conectado directamente a la computadora) use el cable cruzado (DF55).

2. Encienda el módulo DF51. Asegúrese de que el led del ETH10 y el RUN estén encendidos.
3. Mantenga presionando firmemente el botón izquierdo (Factory Init / Reset) y presione el botón derecho tres veces. El led de Force debe encender tres veces consecutivamente.

NOTA: si perdiste el número de veces que el botón derecho fue presionado, ver el número de veces que el led de "force" está encendido. Dará vuelta al encendido una vez después de el cuarto pulso (la función es cíclica).

4. Suelte el botón izquierdo y el sistema cumplirá con el RESET, y posteriormente se iniciará el firmware con los valores estándares para la dirección IP y Máscara de Sub-red.

A la red con DHCP

5. Si la red tiene un servidor DHCP (consulte con el administrador de su red), el DF51 ya está conectado a la Sub-red. Detener los pasos aquí.

A la red sin DHCP

6. Si su red no tiene un servidor DHCP, DF51 tendrá la dirección IP por defecto 192.168.164.100 y tendrá que seguir los siguientes pasos:

7. Los procedimientos siguientes se basan en el Windows xp, presione el botón de inicio y diríjase al panel de control y haga doble clic en conexiones de red (ver Figura 13).

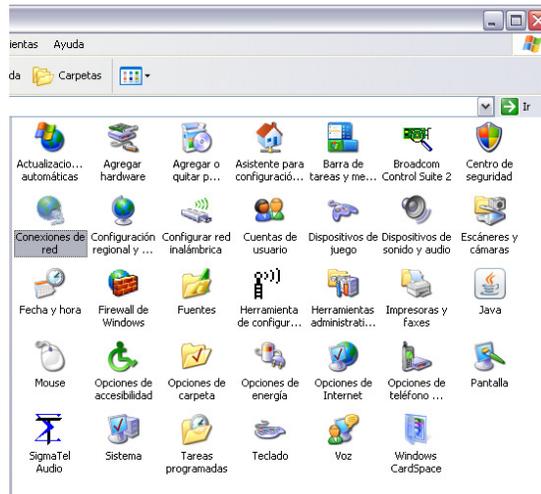


Figura 33. Ventana panel de control

8. Haga doble clic en conexiones de área local (figura 14).



Figura 44. Selección de la red

- Seleccionar Protocolo Internet (TCP/IP), y clic en el botón propiedades.

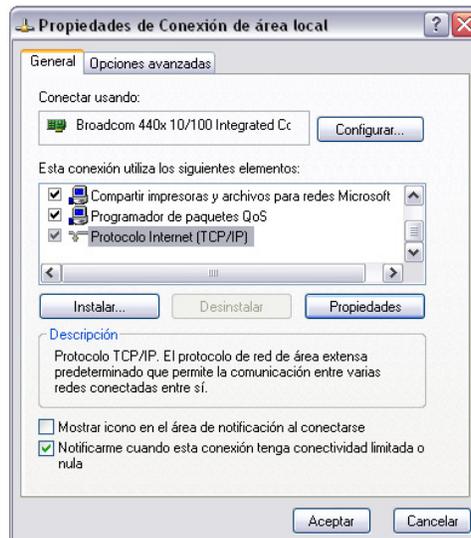


Figura 35. Ventana de propiedades de conexión de área local

- Seleccione “usar la siguiente dirección IP” y asigne la IP 192.168.164.xxx y asigne la máscara de sub-red 255.255.255.0. y oprima el botón aceptar.

ATENCIÓN: No utilizar la dirección IP 192.168.164.100, esta es la dirección del DFI302 por defecto.

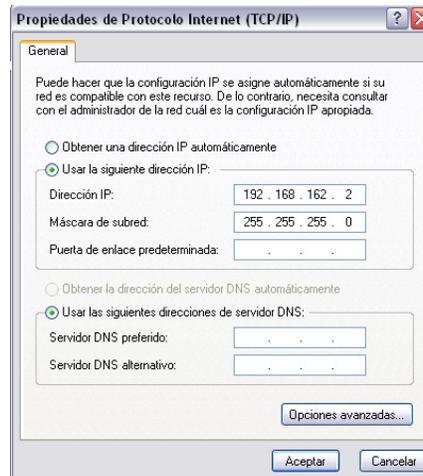


Figura 36. Ventana de propiedades de internet

NOTA: Observe en la barra inferior que su computadora esté conectada en red con el modulo DF51.

- Abra la aplicación FBTools, y siga la ruta **Start menú /programs/system302/FBTools wizard**.
- Seleccionar el modulo DF51 y de click en “**next**” (figura 17).

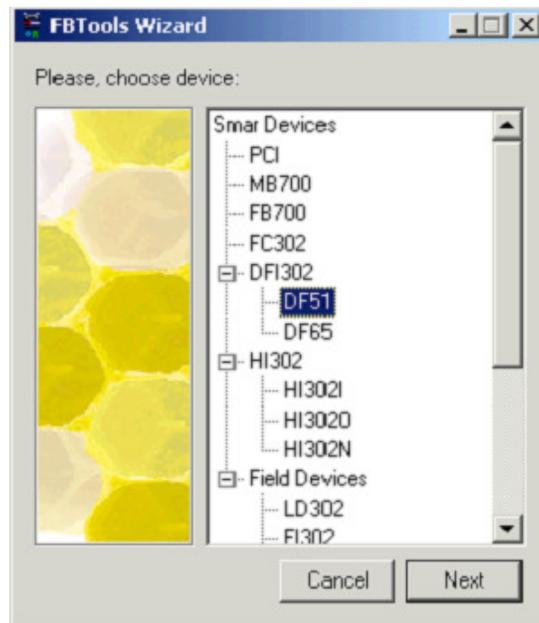


Figura 37. Ventana FBTools

- La ventana **DFI Download** se abrirá. Elija **DFI OLEServer** que se utilizará (**Local** es la ruta por defecto) y de clic en “**CONNECT**” (figura 18)

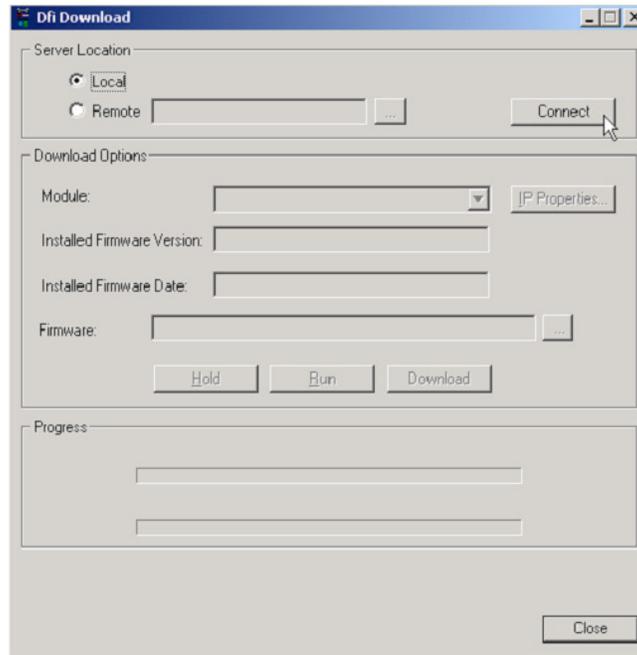


Figura 38. Ventana DFI Download y conexión a la sub-red

- Seleccione el modulo DF51 deseado en “**module**”. Utilice el número de serie como una referencia que se encuentra en la etiqueta de identificación externa (Figura 19).

ATENCIÓN: El incumplimiento de este paso puede implicar consecuencias serias.

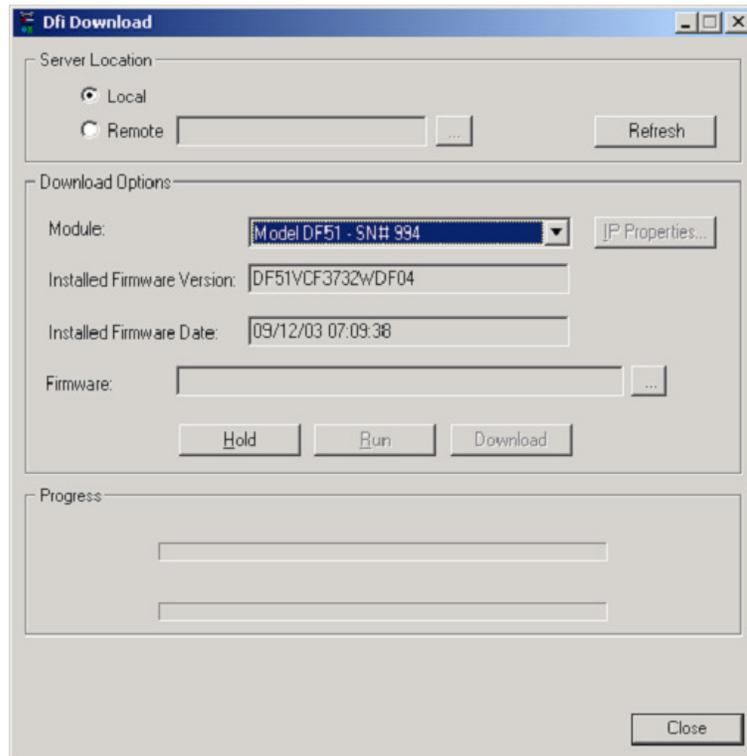


Figura 39. Ventana DFI Download con selección de módulo

- Presione el botón **"Hold"** para interrumpir el firmware que se ejecutan en el módulo DF51. Cuando el usuario hace clic en el botón **"Hold"**, el módulo detendrá la ejecución del firmware, así como todas las actividades en la línea Fieldbus. Confirme la operación haciendo clic en **"Sí"** (figura 20).

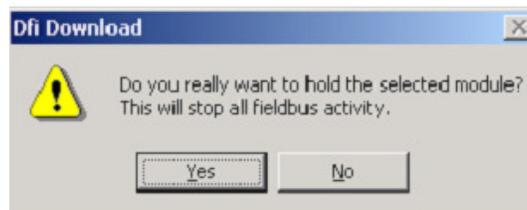


Figura 40. Ventana de confirmación

ATENCIÓN: Este paso sólo será necesario si el botón **"Hold"** está habilitado, señalando que el firmware se cumple.

- Compruebe si está encendido el **HOLD LED**. Haga clic en el botón **"IP Propiedades"** para configurar la dirección IP del módulo. El cuadro de diálogo de la dirección IP se abrirá.
- La opción por defecto es obtener la dirección IP del servidor DHCP. Haga clic en la opción **"Specify an IP address"** para cambiar a otra dirección IP.

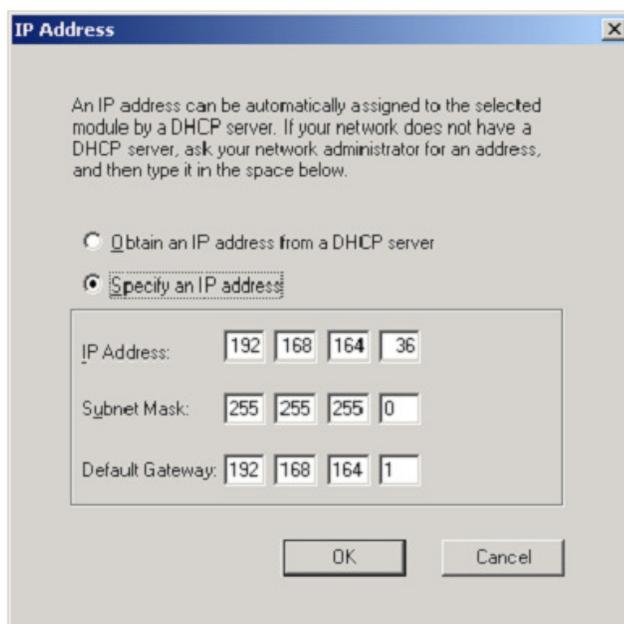


Figura 41. Ventana de Dirección IP

- Escriba la dirección IP, la máscara sub-red y la puerta de enlace predeterminada. La máscara de sub-red debe ser la misma de su equipo. De esta manera usted será capaz de restaurar la configuración y ver el DFI302 en su red.

ATENCIÓN: No utilizar la dirección Ip 192.168.164.100. (Está siendo utilizado ya por el DFI302).

- Haga clic en **"OK"** para terminar esta operación. Regresar al Protocolo de Internet (TCP / IP) propiedades del ordenador y restablecer los valores originales de la dirección IP y de la máscara de sub-red.
- Haga clic en **"RUN"** para ejecutar el DFI302 firmware de nuevo.
- Un cuadro de diálogo (Figura 22) se abrirá para confirmar la operación. Haga clic en **"YES"** para continuar.

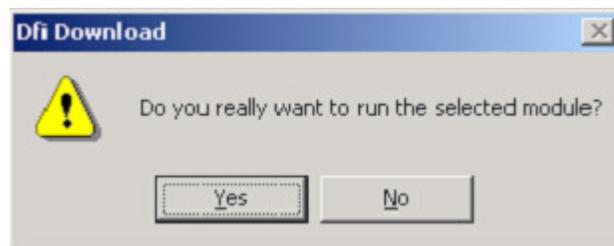


Figura 42. Ventana de confirmación IP

- El procedimiento para conectar el DFI302 con la Sub-red está completo. Repetir éstos pasos para los otros módulos.

NOTA: En caso de que haya más de un DFI302 para instalar, utilice el siguiente comando para borrar **ARP table**, antes de establecer el próximo DFI302.

```
C: \> arp -d 192.168.164.100 <enter>
```

2.3.4 La actualización del firmware

1. Asegúrese de que el DFI302 esté activado y se halla conectado a la Sub-Red.
2. Desplácese al asistente FBTools (figura 22), que se encuentra en **el menú de inicio/ Programas/system302/FBTools**

3. Seleccione el módulo DF51 del DFI302 y clic en “**Next**”.

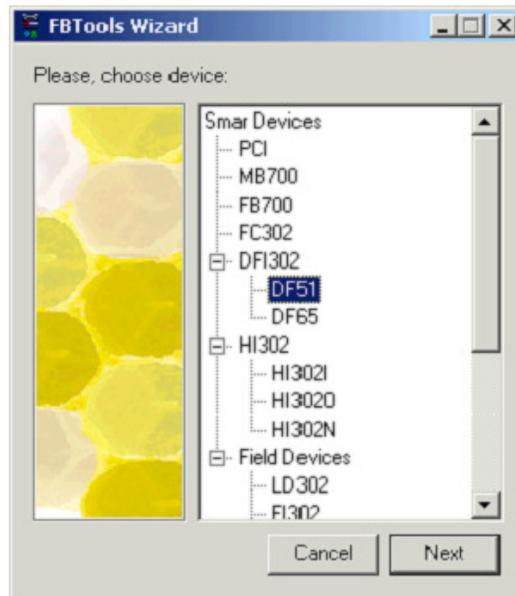


Figura 42. Ventana FBTools selección DF51

- 1 El cuadro de diálogo **DFI Download** se abrirá. Del **DFI OLEServer** elija el ruta que será utilizada (**local** es la ruta por defecto) y haga clic en “**Connect**”.
- 1 Repita los pasos 14 y 15 de la sección anterior **Conectar el DFI302 en la sub-red**.
- 1 Compruebe si está encendido el **HOLD LED**.
- 1 Tenga en cuenta que el cuadro de diálogo **DFI Download** muestra la versión instalada y la fecha del actual Firmware cargado en el módulo DF51.

- 1 Haga clic en **Browser...** (Figura 23) botón para seleccionar el archivo
- 1 de firmware para ser descargado (**DF51 archivo *. abs**).

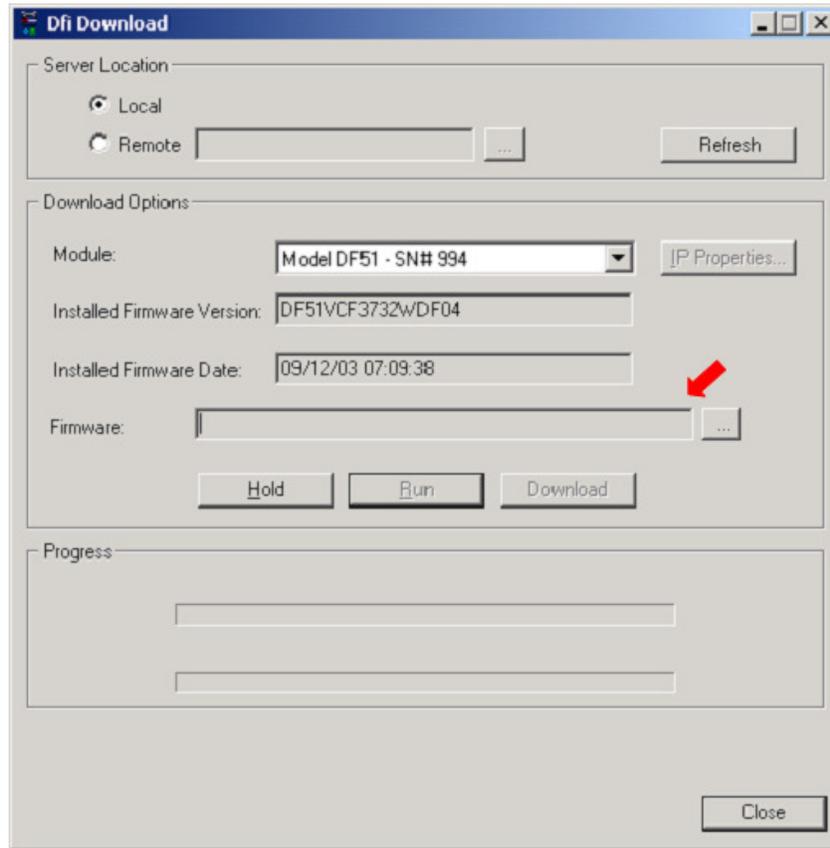


Figura 43. Ventana DFI Download selección de Firmware

- Después de seleccionar el archivo firmware, el botón de descarga (**Download**) se activará. Haga clic en él para iniciar la descarga del firmware.
- Un cuadro de mensaje (Figura 24) llegará hasta solicitar una confirmación. Haga clic en **Yes** para continuar.

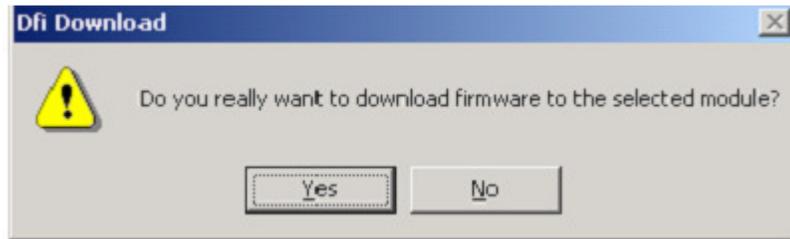


Figura 44. Ventana de confirmación del Firmware

- La barra de progreso (Figura 25) en la parte inferior del cuadro de diálogo mostrará el progreso de la operación.

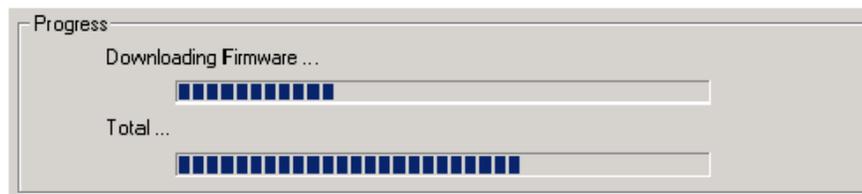


Figura 45. Ventana del progreso de carga del Firmware

- Cuando se complete la descarga, aparecerá un cuadro de diálogo (figura 26) que confirma que el programa fue descargado con éxito. Haga clic en Aceptar y espere unos minutos mientras que la información se actualiza. El DFI302 estará en "Run Mode". (Compruebe si el LED de RUN está en encendido.)

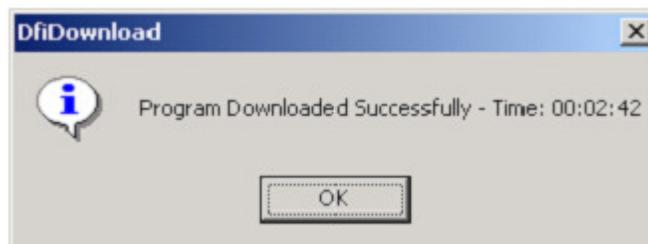


Figura 46. Ventana de confirmación de la carga

- Haga clic en **Close** para salir del cuadro de diálogo **DFI Download**.

2.4 DESCRIPCIÓN DE LOS MÓDULOS DEL DFI302 Y CONEXIONADO

2.4.1 DF50 - Fuente de alimentación para Backplane

La fuente de alimentación para **Backplane** (DF50) es un estándar de alto rendimiento con entrada universal de CA, 5 VCC y 24 VCC (uso externo). Una serie de características lo distinguen de otras fuentes de alimentación, y lo hace ideal para su uso en aplicaciones de control. El módulo tiene funciones de diagnóstico y LEDs dedicados a indicar el funcionamiento normal y dar solución a problemas que lo hace mucho más fácil, sobre todo en un sistema con muchas unidades. Detectar la fuente de alimentación del módulo defectuoso en un panel con cientos de módulos es muy factible.

Un fusible externo ubicado en la entrada de la línea lateral le proporciona fácil sustitución sin la eliminación de la fuente de alimentación o desconectar cualquier módulo de cableado. La salida es protegida a cortocircuitos.

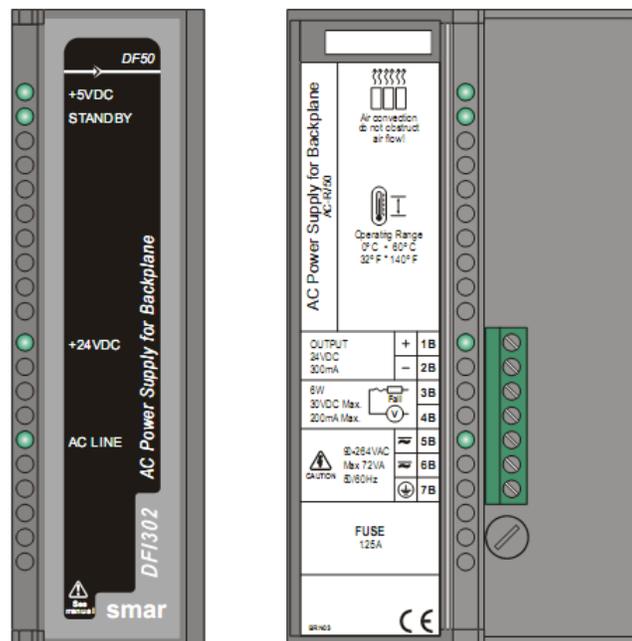


Figura 47. Fuente de alimentación DF50

2.4.2 DF51 - Potente módulo de CPU

Procesador RISC de 32-bits y el firmware en la memoria Flash, el procesador DF1302 del modulo maneja la comunicación y las tareas de control.

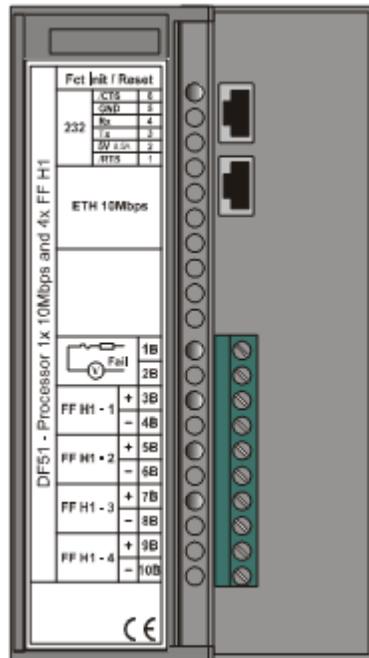


Figura 48. Modulo CPU DF51

- 1 puerto Ethernet a 10 Mbps
- 4 puertos Fieldbus H1 @31.25 Kbps
- 1 puerto EIA232 @115.2 Kbps
- CPU @ 25 MHz, 2 MB de NVRAM

2.4.3 DF52 - Fuente de alimentación para Fieldbus

La fuente de alimentación para Fieldbus no es intrínsecamente segura con solo un componente de entrada universal de CA y 24 VCC de salida aislada. Ha cortocircuito, protección sobre corriente e indicación de fallas.

Un relé libre de tensión de salida indica la falla y puede ser utilizado para control remoto alarmante y sistemas de seguridad independientes. Un fusible externo ubicado en la entrada de la línea lateral le proporciona fácil sustitución sin la eliminación de la fuente de alimentación o desconectar cualquier módulo de cableado. La salida es protegida a cortocircuitos.

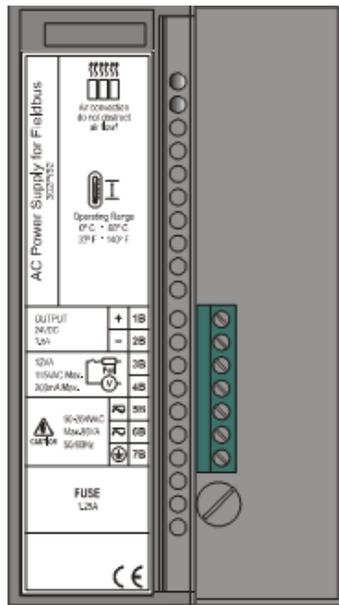


Figura 49. Fuente de alimentación para Fieldbus

2.4.4 DF49/DF53 - Fuente de Alimentación para Impedancias

La fuente de alimentación Fieldbus Impedancias - 2 puertos (DF49) y 4 puertos (DF53) - ofrece la impedancia de la fuente de alimentación y la red de campo, garantizando que no haya corto circuito entre la fuente de alimentación y la señal de comunicación Fieldbus. La fuente de alimentación de impedancias se utiliza cuando se han alimentado los dispositivos al bus y la seguridad intrínseca no se requiere.

3.1. MONTAJE DE LOS MÓDULOS DEL BANCO CIDT BC – 03

SECUENCIA DE CONEXIÓN

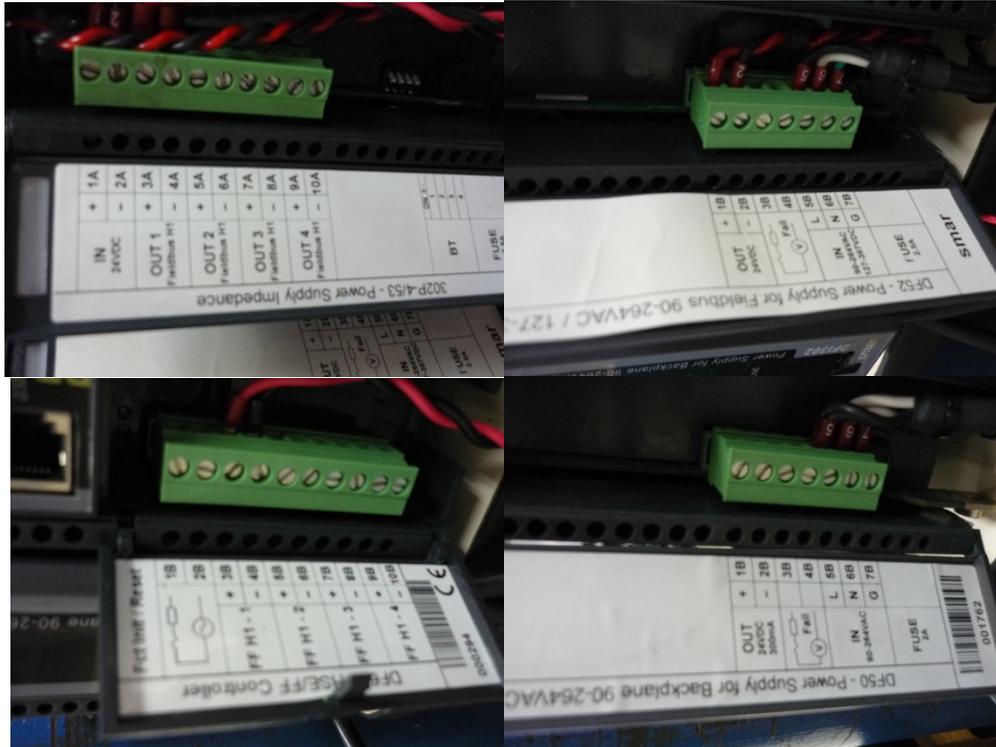


MÓDULO DFI 302. VISTA EXTERNA

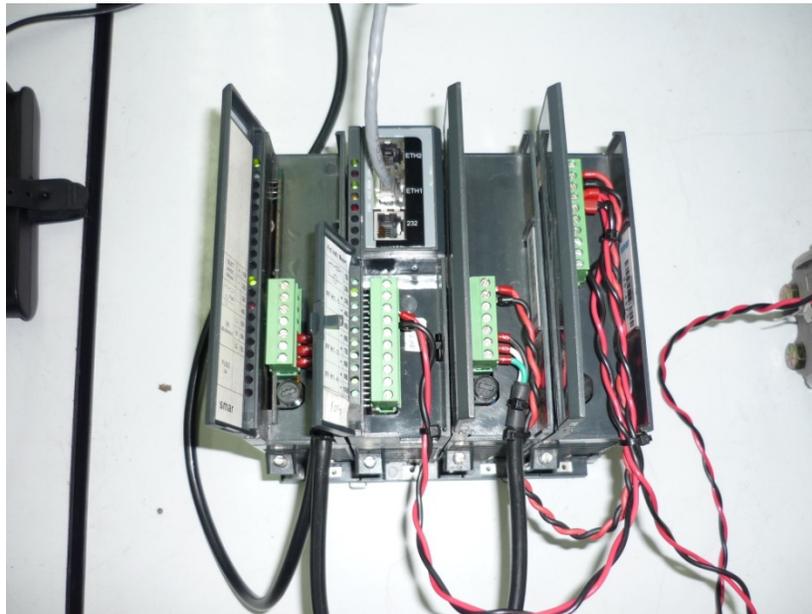


MÓDULO DFI 302. VISTA INTERNA

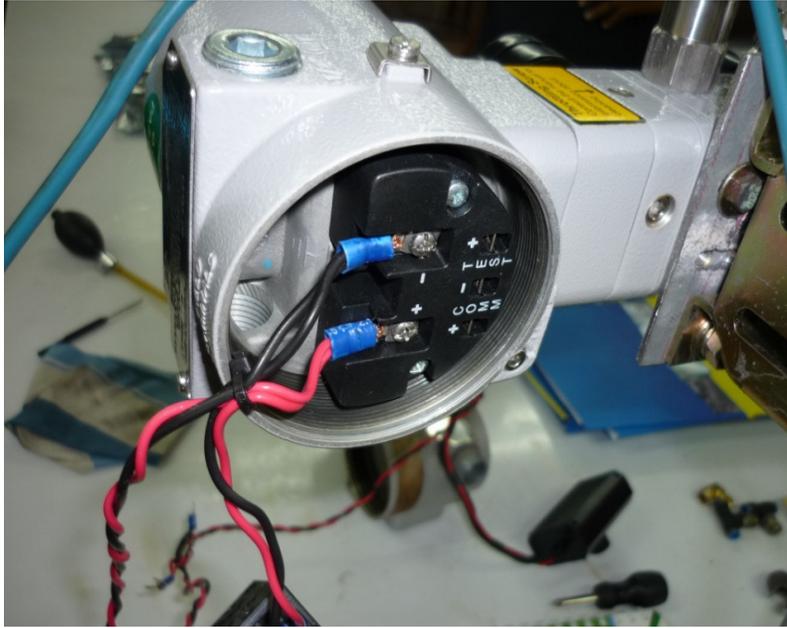
TABLA DE CONEXIONES INTERNAS



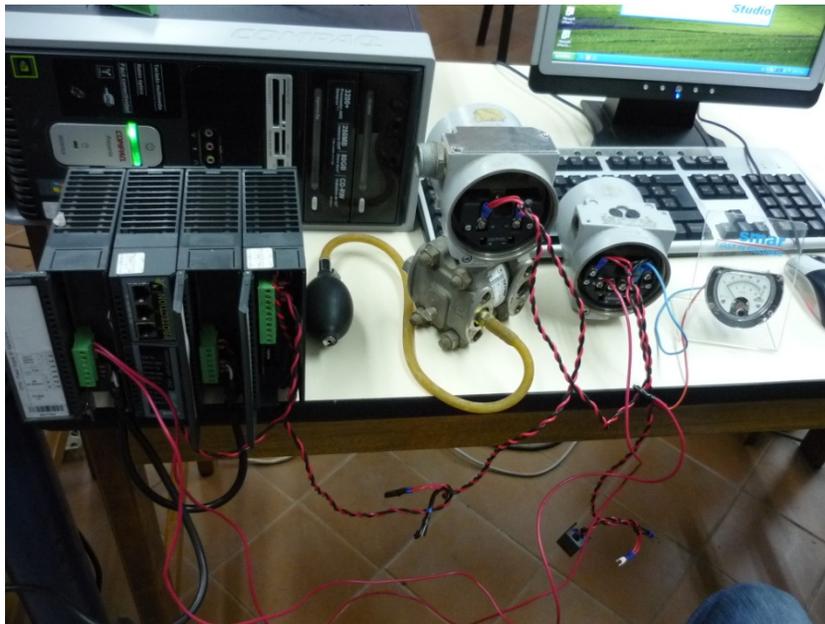
CABLEADO DEL MÓDULO DFI 302



CONEXIÓN DE LOS TRANSMISORES



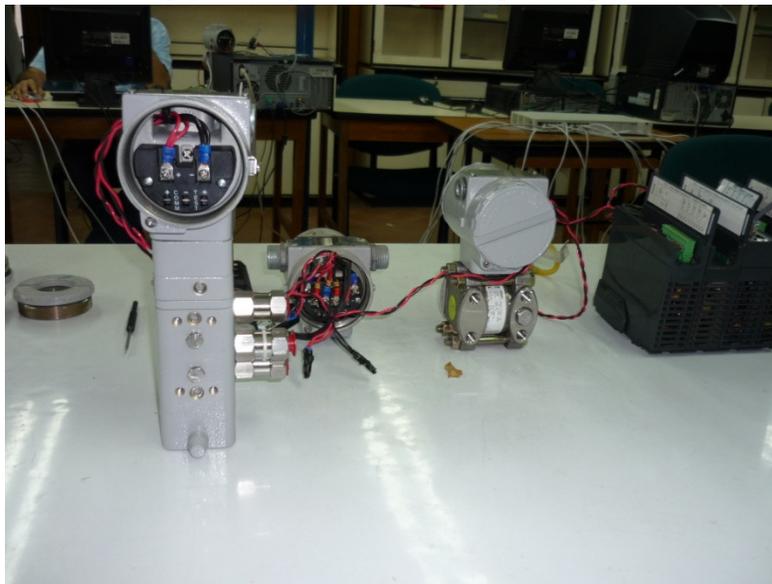
CONEXIÓN DE LOS TRANSMISORES AL CONTROLADOR



CIRCUITO DE CONTROL COMPLETO



CONEXIÓN AL POSICIONADOR



ACOPLE AL VÁSTAGO



ADAPTACIÓN A LA VÁLVULA



ACTIVACIÓN DEL POSICIONADOR



SISTEMA DE COMPLETO



**BANCO DE ENTRENAMIENTO DE BUS DE CAMPO CIDT – BC03
MÓDULOS DE CONTROL**



**BANCO DE ENTRENAMIENTO DE BUS DE CAMPO CIDT – BC03
SISTEMA DE COMPLETO**



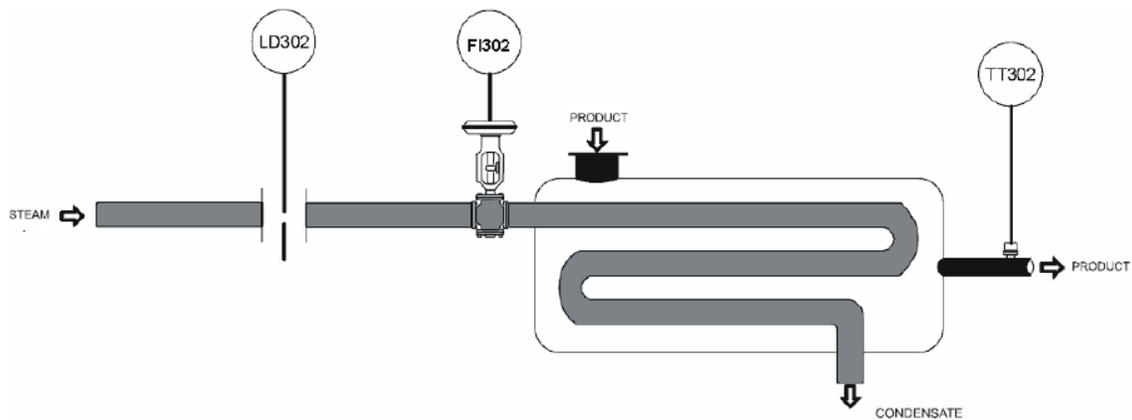
3.2 APLICACIÓN PRÁCTICA CON EL MÓDULO DFI302

3.2.1. COMO CREAR UNA CONFIGURACION DE FIELDBUS

Introducción

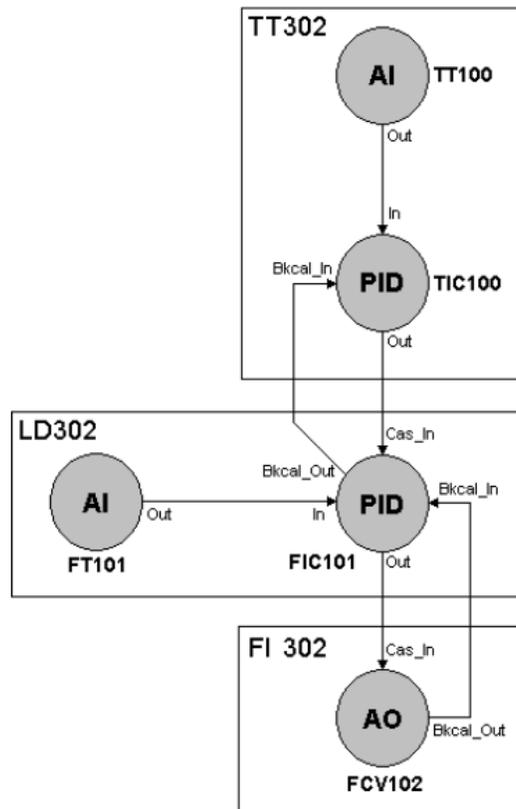
En este capítulo, una configuración comprensiva de la fundación de Fieldbus que usa DFI302 como puente se presenta. Un proceso que usa con un control de cascada será utilizado como ejemplo.

El diagrama abajo demuestra el sistema de control que será puesto en ejecución.



PROJ_00_DFI

El diagrama de bloque correspondiente de la fundación de Fieldbus se demuestra abajo:



El propósito del proceso es controlar la temperatura fluida del enchufe (variable controlada) que usa el caudal del vapor (variable manipulada) para calentarlo. La temperatura fluida será enviada al regulador principal, donde será comparada a un *setpoint* de la temperatura.

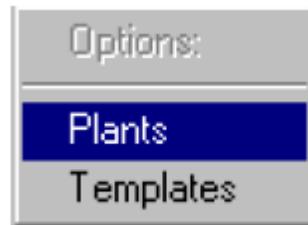
La salida principal sería el setpoint auxiliar del regulador, que controlará el caudal del vapor al cambiador de calor.

Comenzar el proyecto

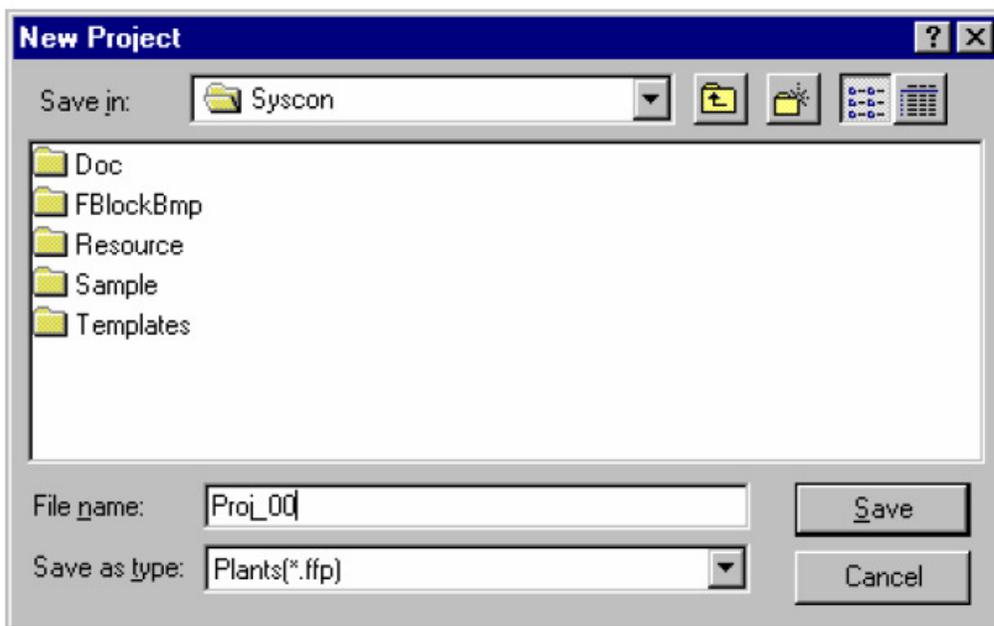
Paso1

A crear un nuevo proyecto, ir al menú de archivo y seleccionar nuevo o clic en el botón nuevo, en la barra de herramientas.

Una caja de diálogo con opciones del documento se abrirá. Se abrirá. Seleccionar la opción de las plantas. Ver el cuadro abajo.



Observar la caja de diálogo siguiente

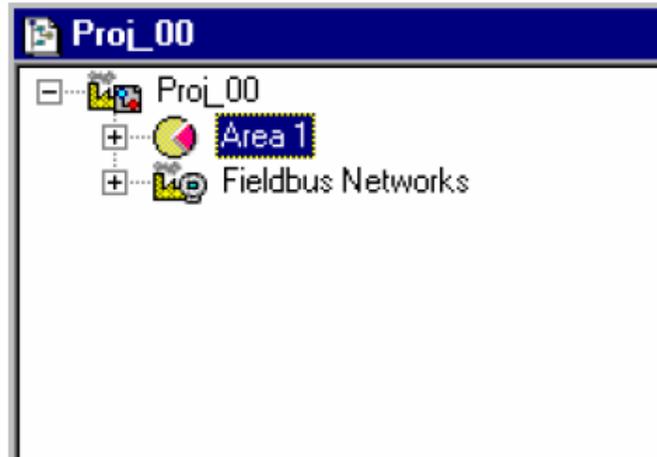


Digite el nombre del proyecto sobre la caja del nombre del archivo y después clic en guardar .una carpeta nueva será creada con el nombre del proyecto y de su extensión de FFP.

NOTA: La dirección para tu proyecto será: / archivos de programa/Omar/Syscon/proj_00.

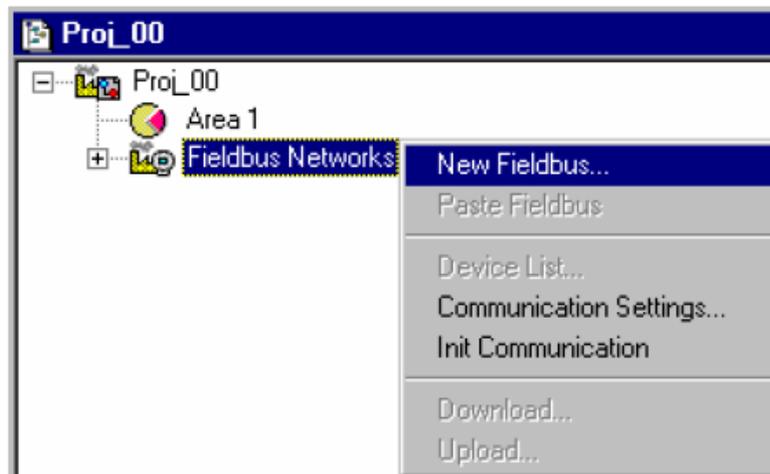
Paso2 En la ventana principal, clic en el icono de las redes de Fieldbus, usando el botón de derecho del ratón.

Elegir la opción Fieldbus nuevo. No olvidarte de que un Fieldbus nuevo es un bus físico nuevo. Ver el figura.

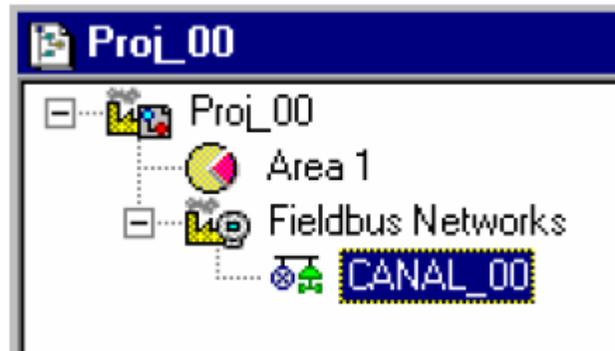


Una caja de diálogo se abrirá. Asignar una etiqueta a tu planta; si no, clic en OK y un nombre por defecto será atribuido al Fieldbus.

Ver la caja de diálogo abajo:



En la ventana Proj_00, observar el nombre asignado "Canal_00"



Fijar la ventana de Fieldbus

Paso 3 Con el botón derecho del ratón, clic en el icono Canal-00 y seleccione la opción ampliar una ventana nueva se abrirá.

Para una visión más detallada, clic en la ventana del proyecto. Entonces, ir al menú de ventana y seleccionar el tipo de opción.

Adición de los dispositivos de Fieldbus

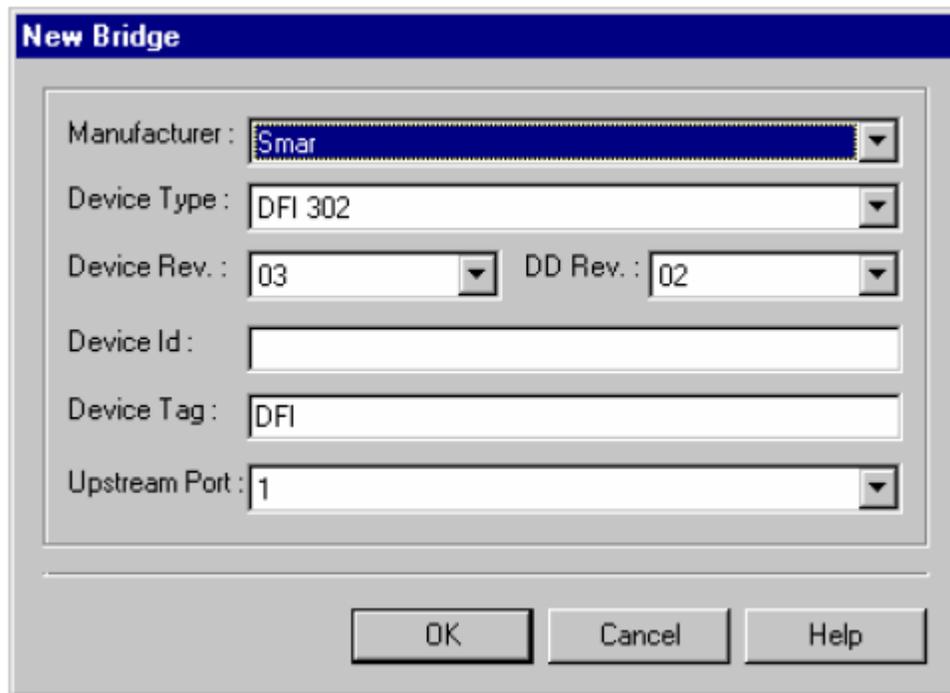
Paso 4 ahora el usuario puede agregar los dispositivos de Fieldbus que serán utilizados en proyecto.

Primero necesitas el puente DFI 302. En la ventana canal-00, usando el botón derecho del ratón, clic en el icono Canal-00. Seleccionar el nuevo artículo del puente; ver el cuadro siguiente.



Una nueva caja de diálogo del puente se abrirá.

En la caja de la " fabricación", elegir "SMAR" y en el menú de abajo elegir DFI302 en tipo de dispositivos caja. En al dispositivo marcar la caja, el tipo "DFI" u otra etiqueta y clic en "OK". Ver el cuadro abajo.



A través de la pantalla nueva, ir al símbolo del “puente” y con el botón derecho del ratón, y seleccionar el artículo “cualidades”.

Ir a la caja de la clase del “BOF” (clase de la función de la operación del cargador), selecciona la opción “puente” (BRIDGE). Ver el cuadro siguiente:

The image shows a Windows-style dialog box titled "Bridge". It contains the following fields and controls:

- Manufacturer : Smar
- Device Type : DFI 302
- Device Rev. : 03 DD Rev. : :02
- Device Id : [Empty dropdown menu]
- Device Tag : DFI [dropdown menu]
- BOF Class : Bridge [dropdown menu]
- Upstream Port : [Empty dropdown menu] Root Bridge

At the bottom of the dialog are three buttons: OK, Cancel, and Help.

Paso 5 para agregar un transmisor de la temperatura (TT302), seguir el procedimiento descrito más abajo.

En la ventana “Canal-00 y, con el botón derecho del ratón, seleccionar el “nuevo dispositivo”.

Una nueva caja de diálogo del dispositivo se abrirá. De clic en la abajo la flecha, seleccione el dispositivo “tt302”. Digite “TICOO1” en la caja de la etiqueta del dispositivo u otra etiqueta.

Device

Manufacturer : Smar

Device Type : TT 302

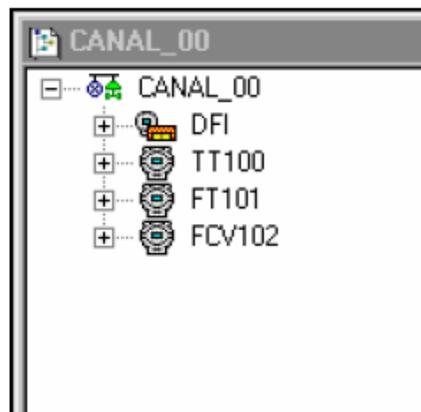
Device Rev. : 01 DD Rev. : 03

Device Id :

Device Tag : TIC001

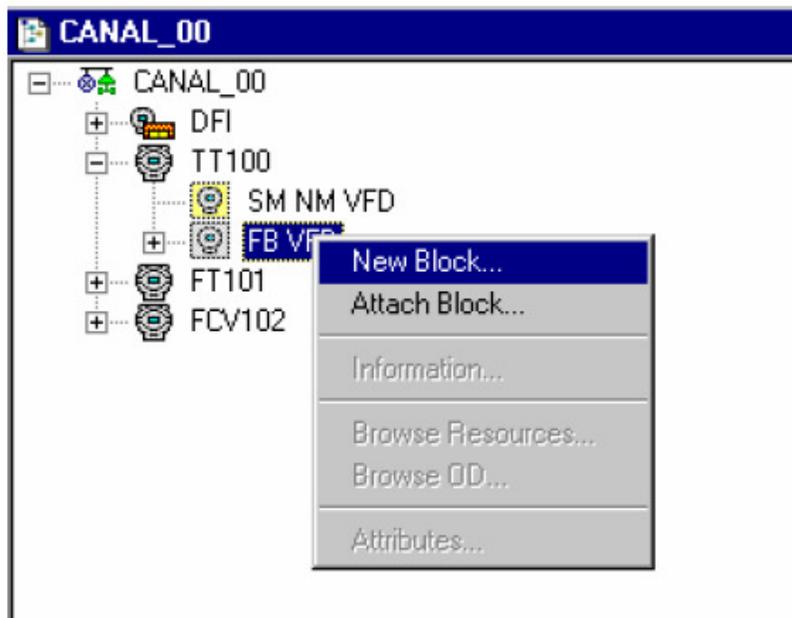
OK Cancel Help

Para agregar un LD302 Y UN CONVETIDOR (FDI302) para la válvula de control seguir el mismo procedimiento descrito arriba. Al acabar el proceso de la configuración de dispositivos, la ventana siguiente se abrirá.

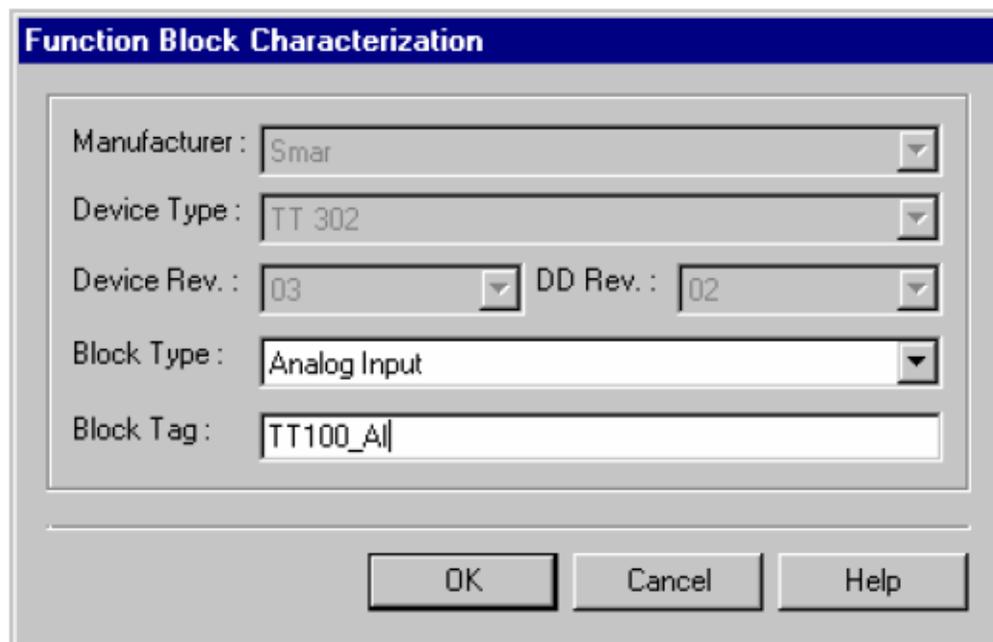


Adición de bloques de la función

Paso 6 para agregar un nuevo bloque de la función, clic para ampliar. Después elegir el icono VFD2 (dispositivo virtual del campo) usando el botón derecho del ratón y seleccionar el nuevo artículo del bloque. El vfd1 es responsable de la gerencia de datos.



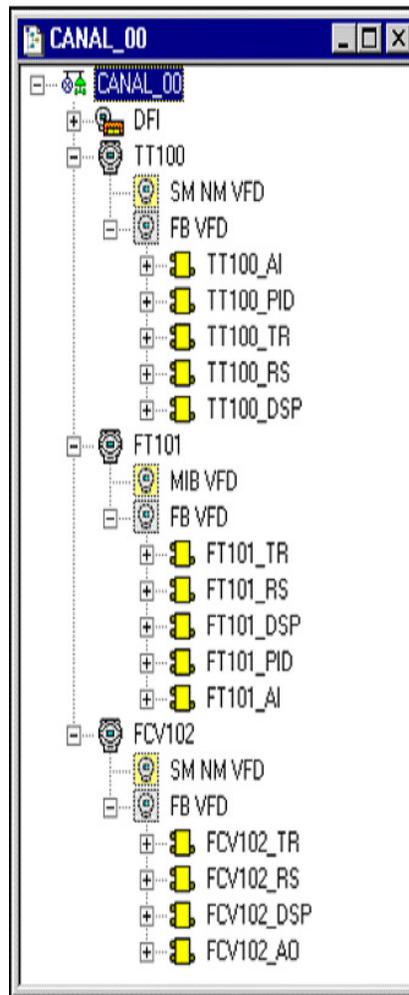
Una caja de diálogo del bloque de la función se mostrará hacia arriba. En la caja de bloques puedes seleccionar el FB existente SMAR. En el tipo de dispositivos seleccionar el dispositivo deseado y después digitar un nombre en la caja de la etiqueta del bloque:



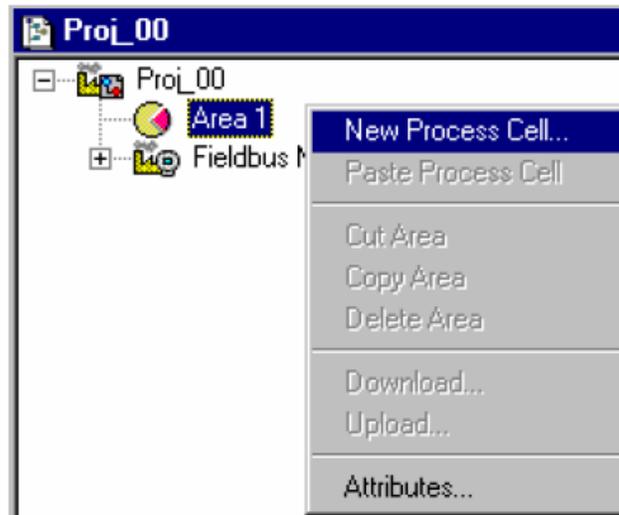
En este uso de los bloques del AI, de PID y del AO se puede utilizar para construir una figuración de sistema de control de cascada.

NOTA: Es necesario configurar los bloques siguientes para cualquier clase de dispositivo: Transductor (TRD), bloques del recurso (RES) y exhibición (DSP).

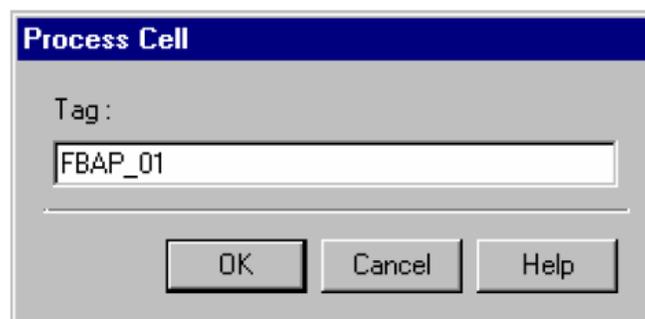
El cuadro siguiente demuestra la ventana CANAL_00. Ahora el área 1 (planta de la lógica) se puede desarrollar según la estrategia del control. Es necesario establecer una nueva área por adelantado. Crear nuevas áreas.



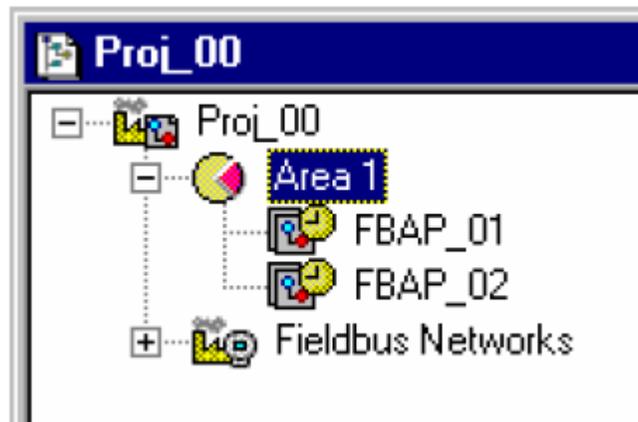
PASO 7 El proyecto lógico se puede dividir en muchas áreas según la planta. Para crear una nueva área, de clic en el icono del área 1 usando el botón derecho del ratón y seleccionar la nueva cédula de proceso.



Ver la caja de proceso de la celda en el cuadro de abajo:



Para asignar un nombre específico a la cédula de proceso, digite en la AUTORIZACIÓN de la caja y del tecleo de diálogo. Para crear otras áreas, seguir el procedimiento descrito arriba.

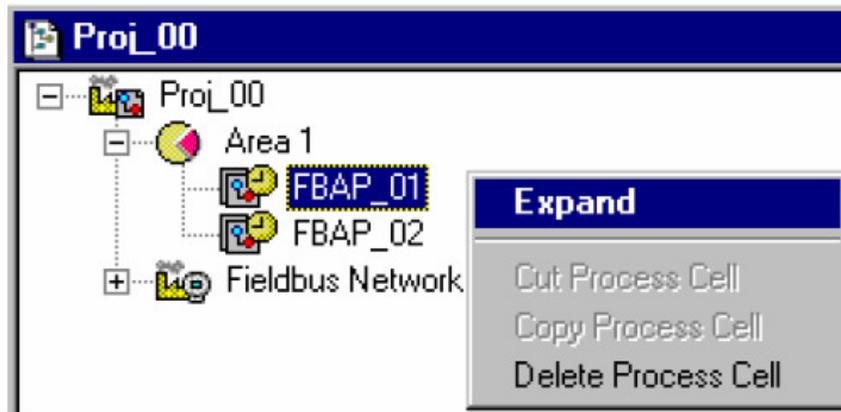


NOTA Recordar que el área 1 es justa una división virtual. Su propósito principal es dividir una planta grande. Por ejemplo: Si tu planta contiene dos redes, pueden ser llamadas *FB application*, no puede estar en más de un área.

Crear un uso del FB

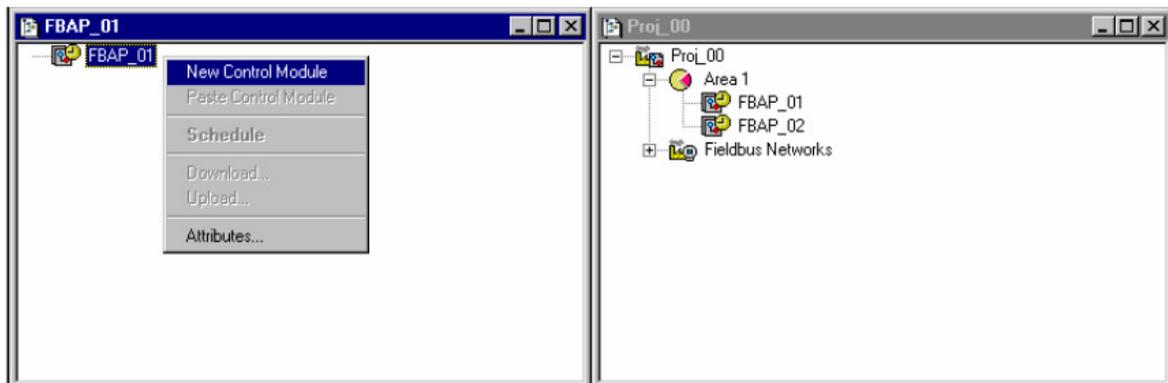
Paso 8 Ahora el usuario creará un uso del bloque de la función.

Con el botón derecho del ratón, clic en el icono del área 1 y seleccionarlo “amplían” la opción.

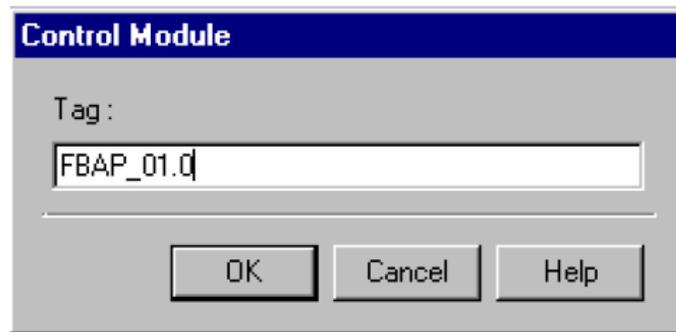


Para arreglar la pantalla, clic en la ventana “FBAP_01”, entonces para ir al menú de ventana y para seleccionar el “tipo”.

Ahora ir a la ventana “FBAP_01”, clic en FBAP_01 y, con el botón derecho del ratón, “modulo de control nuevo selecto”.



La nueva caja de diálogo del modulo de control se abrirá. Digite una etiqueta para tu área de aplicación y después clic en “OK”



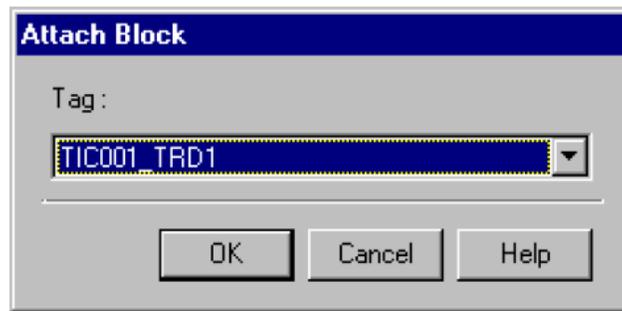
En este momento la ventana será como la figura arriba.

Enlace de los bloques al FBAP

Paso 9 Los bloques del dispositivo se pueden unir a la planta lógica. El tecleo derecho el ratón en “FBAP_ 01.0” y elige “la opción del bloque de la fijación”. Ver el cuadro abajo:



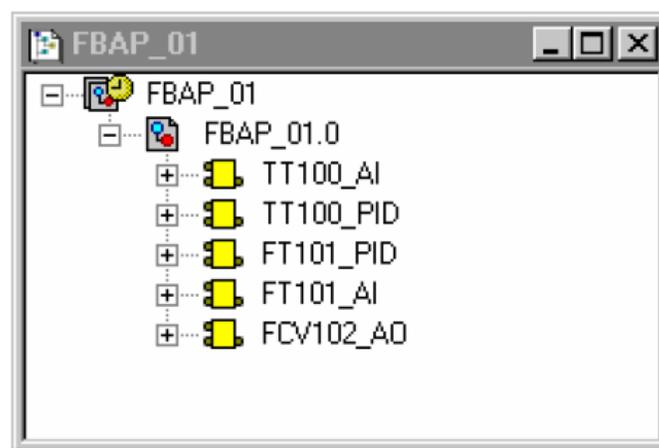
Observar “la caja de diálogo siguiente del bloque de la fijación”.



En la caja de la etiqueta, allí es los bloques que serán unidos al uso. Según el ejemplo, el bloque pudo ser el defecto.

La autorización del teclado y el bloque serán unidos a la planta de la lógica en FBAP_01.0

Para agregar nuevos bloques, seguir el procedimiento descrito arriba. Es necesario agregar los bloques de TRD, del RES y de DSP para cada dispositivo. Acabando el accesorio del bloque, el *FB application* será como la figura abajo:

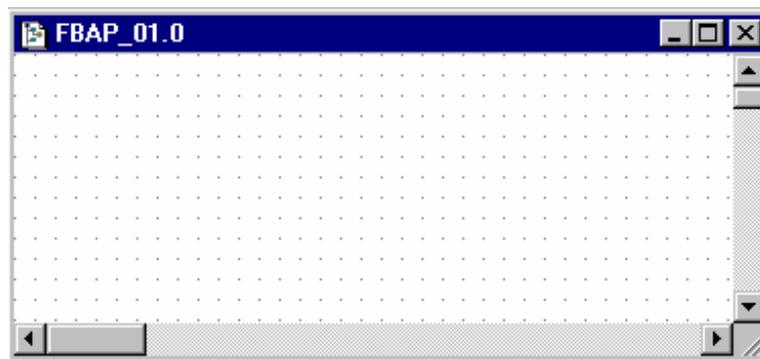


Los bloques también se unen usando el comando de la “fricción y de la gota”.

Estableciendo la estrategia del control

Paso 10 la estrategia del control es lista ser convertido.

Clic derecho en el icono FBAP y seleccionar el artículo de la estrategia. La ventana de la estrategia se abrirá:



En este momento, hay 3 o 4 ventanas abiertas en SYSCON. Reducir al mínimo la ventana PROJ_00. Para organizar las ventanas, chascar encendido el título de la ventana de *FB Application*, entonces chascando encendido el PROJ_01. Ir al menú ventana y seleccionar la opción del azulejo.

Si no hay disponible un monitor de 17", se recomienda para maximizar la ventana de la estrategia, para visualizar el proyecto entero.

La ventana de la estrategia ofrece muchas herramientas de dibujo. Para la información adicional, referir al menú de ayuda.

En este caso, activar solamente las herramientas necesarias.

Primero de todos cerciorarte de que la ventana abierta sea la ventana de la estrategia FBAP_01.0.

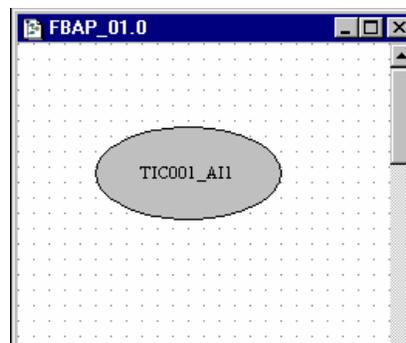
Ir al menú de las herramientas y elegir la opción de la caja de herramientas; entonces seleccionar el artículo de dibujo. Un cuadro con la barra de herramientas se abrirá en el lado izquierdo de la ventana del uso de SYSCON.

Clic en cada botón para verificar tu función.



Adición de bloques en la ventana de la estrategia:

Paso11: El usuario puede ahora agregar bloques de la función en la ventana de la estrategia FBAP1. Clic en el primer bloque, arrastrarlo en la ventana de la estrategia. Un bloque de la función será creado automáticamente. Ver el cuadro siguiente: Seguir el mismo procedimiento para otros bloques.

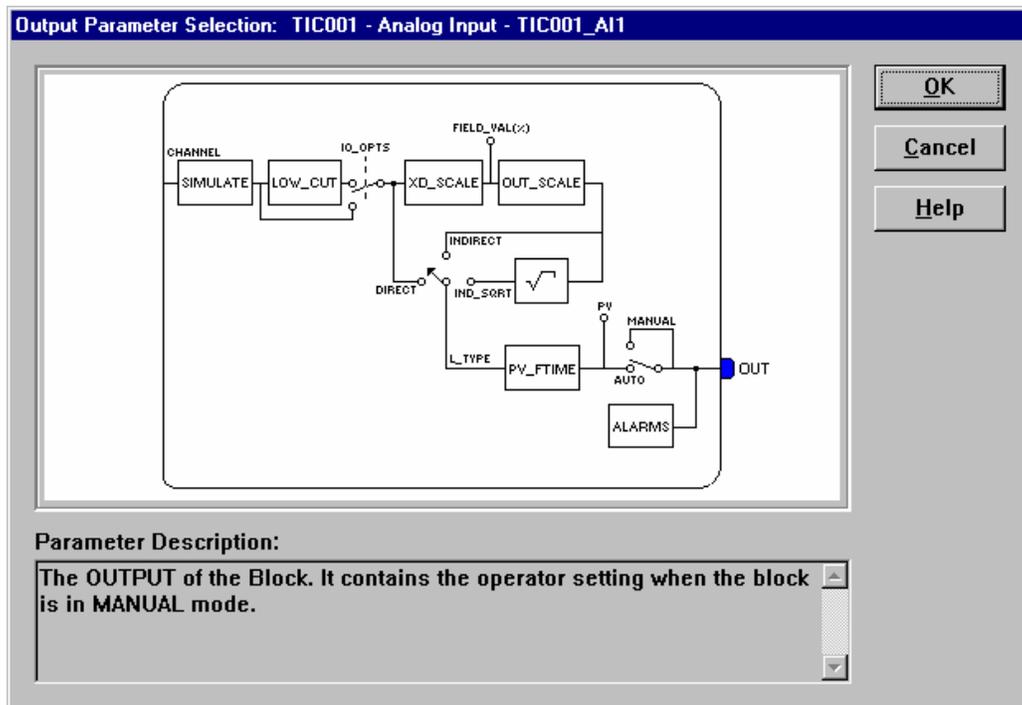


Seguir el mismo procedimiento para otros bloques.

Enlazar los bloques

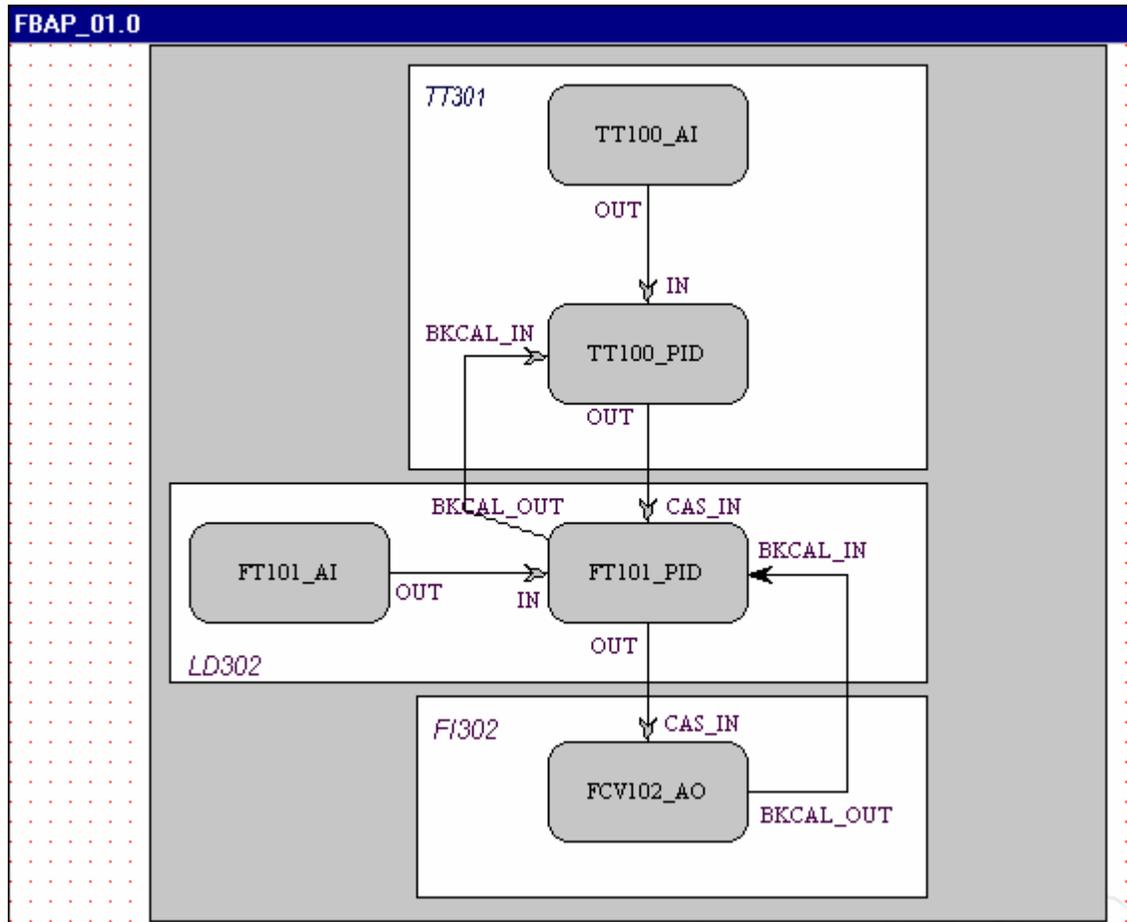
Paso 12: En esta sección, el acoplamiento, entre los bloques se presenta, para ligarse los bloques utilizan el botón del acoplamiento, en la estrategia Toolbar.

Presionar el botón del acoplamiento y clic en el botón en el bloque de la función TT100; una caja de dialogo se abrirá. Seleccionar para hacer salir la opción clic en “OK” ver el cuadro siguiente.



Otra manera de lograr ligarse del bloque está chascando en el bloque usando el botón derecho del ratón.

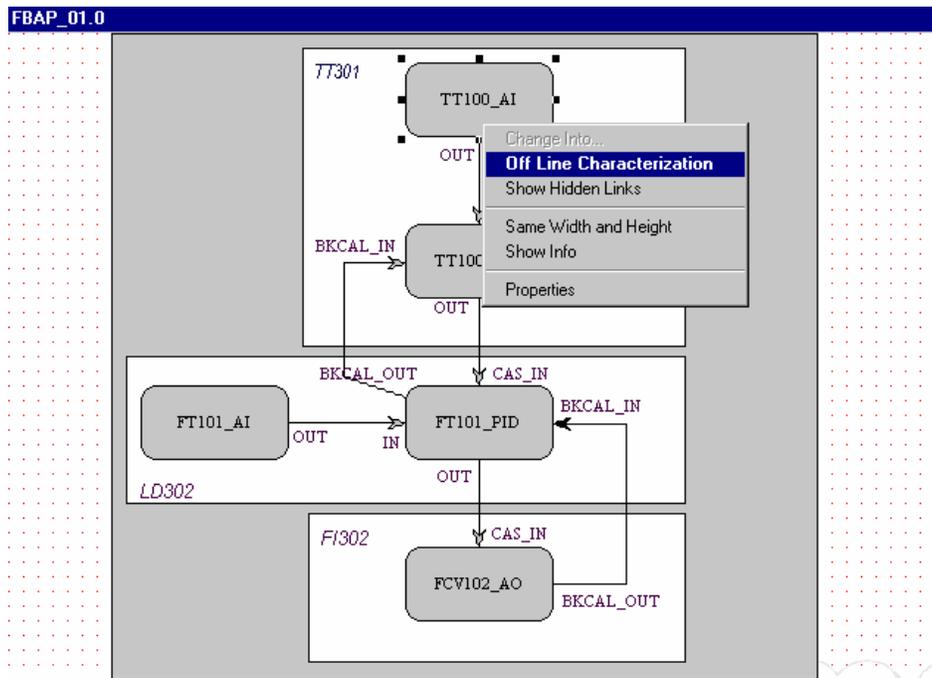
Repetir el procedimiento descrito arriba para enlazar los otros bloques.



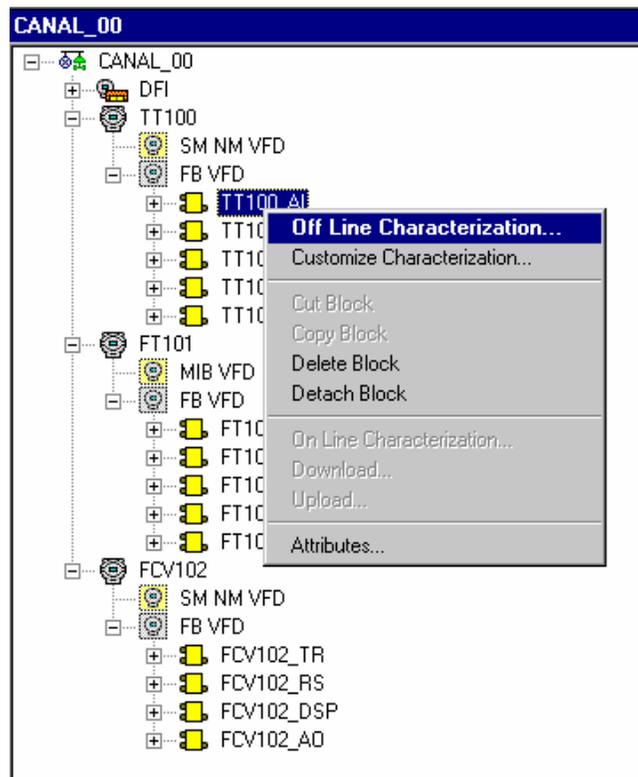
Caracterización del bloque

Paso13: Para cambiar el parámetro del bloque de la función, considerar los asuntos siguientes:

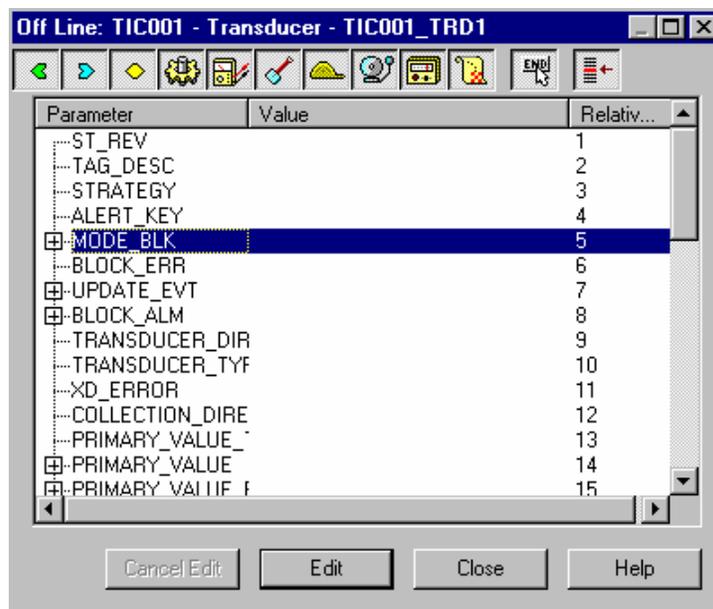
1. En la ventana de la estrategia clic derecho sobre el bloque que el usuario desea hacer la caracterización o doblar para chascar encendido el bloque usando el botón izquierdo del ratón. Observar el cuadro siguiente:



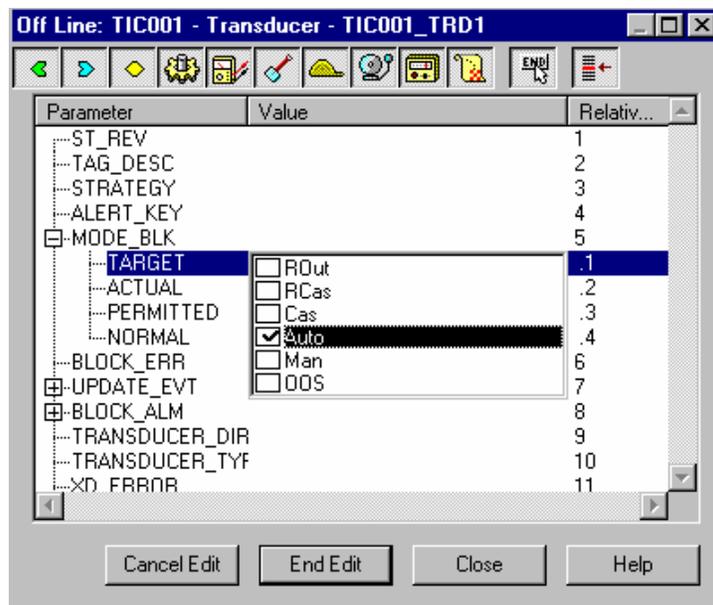
2. En la ventana Canal_00 con el botón derecho del ratón, elegir un bloque y clic para seleccionar “fuera de línea caracterización”, según lo visto abajo.



En ambos casos, una caja de diálogo del bloque de la caracterización se abrirá:



Doble clic en el parámetro para modificarse. Es también tecleo posible una vez y presiona el botón del corregir para comenzar a corregir el valor de parámetro. Cuando acabas la edición, clic en el botón “extremo corrigen”



A continuación se muestra la lista de los parámetros que serán configurados en este proyecto:

FT101 –LD302

FT101_TR

MODE_BLK_TARGET= AUTO

FT101-RS

MODE_BLK_TARGET = AUTO

FT101-DSP

MODE_BLK_TARGET= AUTO

BLOCK_TAG_PARAM-1 =FT101-AL

INDEX_RELATIVE_1=8

MNEMONIC_1VAZAO

ACCESS_1=MONITORING

ALPHA_NUM_1=MNEMONIC

DISPLAY_REFRESH=UPDATE DISPLAY

FT101_AI

MODE_BLK_TARGET =AUTO

XD_SACLE_EU_100=100

_EU_0=0

_UNITS_INDEX=inH2O (4°C)

OUT_SCALE_EU_100=100

_EU_0=0

_UNITS_INDEX=%

CHANNEL=1

L_TYPE=INDIRECT

FV123_PID_1

MODE_BLK_TARGET =AUTO

PV_SCALE_EU_100=100

_EU_0 = 0

_UNITS_INDEX=%

OUT_SCALE_EU_100= 100

_EU_0=0

UNITS_INDEX=%

GAIN=0, 5

RESET=1

RATE=0

TT100-TT302

TT100_TR

MODE_BLK_TARGET=AUTO

SENSOR_TYPE = PT100IEC-

SENSOR_CONNECTION=THREE WIRES

SENSOR_TRANSDUCER_NUMBER=1

TT100_RS

MODE_BLK_TARGET =AUTO

BLOCK_TAG_PARAM_1=TT100_AL

INDEX_RELATIVE_1=8

MNEMONIC_1=TEMP

ACCESS_1=MONITORING

ALPHA_NUM_1=TEMP

ACCESS_1 =MONITORING

ALPHA_NUM_1= MNMONIC

DISPLAY_REFRESH= UPDATE DISPLAY

TT100_AL

MODE_BLK_TARGET =AUTO

XD_SCALE_EU_100=500

_EU_0=0

_UNITS_INDEX=0C

OUT_SCALE_EU_100=100

_EU_0=0

-UNITS_INDEX=%

CHANNEL =1

L_TYPE=INDIRECT

TT100_PID

MODE_BLK_TARGET =AUTO

PV_SCALE_EU_100=100

_EU_0=0-
_UNITS_INDEX=%
OUT_SCALE_EU_100=100
_UNITS_INDEX=%
SP=50
GAIN=0, 5
RESET=1
RATE=1
FCV102-FI302
FCV102-TR
MODE_BLK-TARGET=AUTO
FCV102_DSP
MODE_BLK_TARGAET=AUTOÇBLOCK_TAG_PARAM_1=FCV102_AO
INDEX_RELATIVE_1=9
MINEMONIC_1 =VALVULA
ACCESS_1=MONITORING
ALPHA_NUM_1= MNEMONIC
DISPLAY_REFRESH= UPDATE DISPLAY
FCV102_AO
MODE_BLK_TARGET=CAS
PV_SCALE_EU_100=100
-EU_0=0
-UNITS_INDEX=%
XD_SCALE_EU_100=20
-EU_0=4
-UNITS_INDEX=mA

El paso a seguir es la transferencia del programa a los módulos para su respectiva operación.

CONCLUSIONES

Se debe tener en cuenta que para implantar una red industrial bien sea del tipo centralizada o distribuida, mínimamente hay que basarse en cuatro parámetros fundamentales, como lo son la confiabilidad, la disponibilidad, el desempeño y los costos relacionados. Esto se esclarece mejor en la Ingeniería de Detalle que se formule como solución, la cual tomará como base algún tipo de análisis científico. Se recomienda que para analizar la confiabilidad se utilice el Árbol de Éxito, para la disponibilidad el Modelo de Markov. Para el desempeño, debe ser evaluado en función del número de instrumentos y los tiempos de retardos por adquisición de datos y ejecución del control. Los costos si dependerán de la robustez y complejidad del proceso, evaluados desde los puntos de vista del desempeño y la confiabilidad definidos anteriormente.

Si se compara una red centralizada contra una del tipo distribuida, se puede llegar a pensar que la primera presenta mayor estabilidad respecto a la posibilidad de fallos, debido a que posee menos hardware que la segunda. Esto quiere decir, la confiabilidad de la de centralizada es mayor, al haber menos dispositivos funcionando, por tanto, menor será la probabilidad de fallos o de daños, cuantitativamente hablando de equipos, respecto a la red distribuida.

Una consecuencia inevitable respecto a la variedad de protocolos de comunicación, es la falta de unificación y hasta cierto punto de estandarización en un solo protocolo universal. Esto se debe en gran medida a la sectorización de la producción y necesidad industrial, ya sea por límites geográficos, como por límites comerciales.

La ventaja principal, la cual es la más atractiva de esta tecnología, es la disponibilidad, entendida esta como la factibilidad que posee un sistema soportado por protocolo Fieldbus de poder sustituir un elemento funcional por otro sin importar la marca, ni el interrumpir extensamente la continuidad del proceso, cosa que en otrora, era el dolor de cabeza a la hora de reemplazar un elemento del sistema.

La segunda en importancia de la mencionada tecnología, es la característica de distribución del protocolo Fieldbus, que le permite al sistema seguir funcionando aún si el elemento principal pierde comunicación con los demás interconectados a él, puesto que previamente se ha almacenado la función particular del elemento y aunque se pierda el enlace en la comunicación con los otros, cada uno de ellos sigue funcionando según su programa.

Indudablemente que el soporte técnico que posee el protocolo Fieldbus es abrumador, tanto como por la consecución de información por la sola navegación por la Internet, como por la facilidad de conseguir apoyo local, por lo menos desde la ciudad capital, con empresas que han adoptado esta tecnología y por ende brindan sustento a la inquietudes que puedan surgir en el transcurso de la instalación, e inclusive pueden dirigirse al lugar en donde se requieran y ayudar en la implementación del sistema.

BIBLIOGRAFIA

- **Tutorial de Comunicaciones Industriales. Martín Manuel Tomás Garfias. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima – Perú.**
- **Foundation Fieldbus y su adaptación a la alta velocidad: HSE. Juan José Fernández de Dios. Curso 2004 – 2005.**
- <http://es.wikipedia.org/wiki/OPC>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo de comunicación](http://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo_de_comunicación)
- **Comparación de una red industrial centralizada con una distribuida. Guillermo Tejada Muñoz. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 1999**
- **Implantación práctica de un proyecto Fieldbus. Goerge Mitchel. Conferencia de la Sección Española de ISA. 1999.**
- **Análisis del estado del arte de los buses de campo aplicados al control de procesos industriales. Dr.-Ing. Héctor Kaschel C. Universidad de Santiago de Chile.**
- www.fieldbus.org.
- **Implementación de un sistema de control utilizando tecnología foundation fieldbus para una planta de aminas. Sergio Serra. Oscar Barban. TECNA SA.**

ANEXOS

Los anexos para el presente proyecto, son del tipo digital en formato PDF. Están conformados por los artículos citados en la bibliografía y los manuales del módulo SMAR DFI302 y DF51 utilizados.