



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED INDUSTRIAL UTILIZANDO PROTOCOLO MODBUS Y COMUNICACIÓN INALÁMBRICA CON TECNOLOGÍA ALLEN BRADLEY PARA MONITOREO Y CONTROL LOCAL Y REMOTO DE LAS ESTACIONES DE NIVEL, FLUJO Y PRESIÓN EN EL LABORATORIO DE REDES INDUSTRIALES Y CONTROL DE PROCESOS DE LA ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA”.

**Gallo Castillo Tannya Lucia
Herrera Zambrano David Rene**



OBJETIVO GENERAL

“Diseñar e implementar una red industrial utilizando protocolo MODBUS y comunicación INALÁMBRICA con tecnología ALLEN BRADLEY para monitoreo y control local y remoto de las estaciones de nivel, flujo y presión en el laboratorio de Redes industriales y Control de Proceso de la ESPE extensión Latacunga”

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Conocer las diferentes redes industriales que mas se utilizan, estudiando sus características aplicaciones y ventajas.
- Estudiar las ventajas de utilizar el protocolo MODBUS RTU en el monitoreo y control de las estaciones de procesos del laboratorio de Redes industriales y Control de Procesos de la ESPE extensión Latacunga.
- Diseñar la red industrial MODBUS para administrar los datos obtenidos desde las estaciones de procesos hasta un computador máster.
- Realizar la comunicación inalámbrica mediante ROUTER WIRELES para la administración de los datos de la red.

- Realizar la recolección de los datos de los controladores remotos dentro de la red MODBUS RTU de cada estación de procesos con PLC Allen Bradley CompactLogix 1769 L32E.
- Estudiar PLC CompactLogix 1769 L32E para la realización de la gestión de datos de la RED MODBUS y de los controles PID de cada estación de procesos.
- Programar PLC CompactLogix 1769 L32E para la recolección de datos de la RED MODBUS y los controles PID de cada estación de procesos.
- Diseñar el HMI con FACTORYTALK para el monitoreo y control de las estaciones de procesos desde una PC maestra comunicada inalámbricamente.

INTRODUCCION

Un bus de campo es un sistema de transmisión de información que simplifica enormemente la instalación, 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 el equipo de control a través del tradicional bucle de corriente de 4-20mA

Las redes digitales conectan dispositivos de campo como PLC's, transductores, actuadores y sensores. Cada dispositivo de campo incorpora cierta capacidad de proceso, que lo convierte en un dispositivo inteligente capaz de ejecutar funciones simples de diagnóstico, control o mantenimiento, así como de comunicarse través del bus.

ÍNDICE

- RED MODBUS RTU
- Equipos para realizar la RED MODBUS RTU
- Implementación de la RED MODBUS RTU
- Conclusiones
- Recomendaciones
- Bibliografía

MODBUS

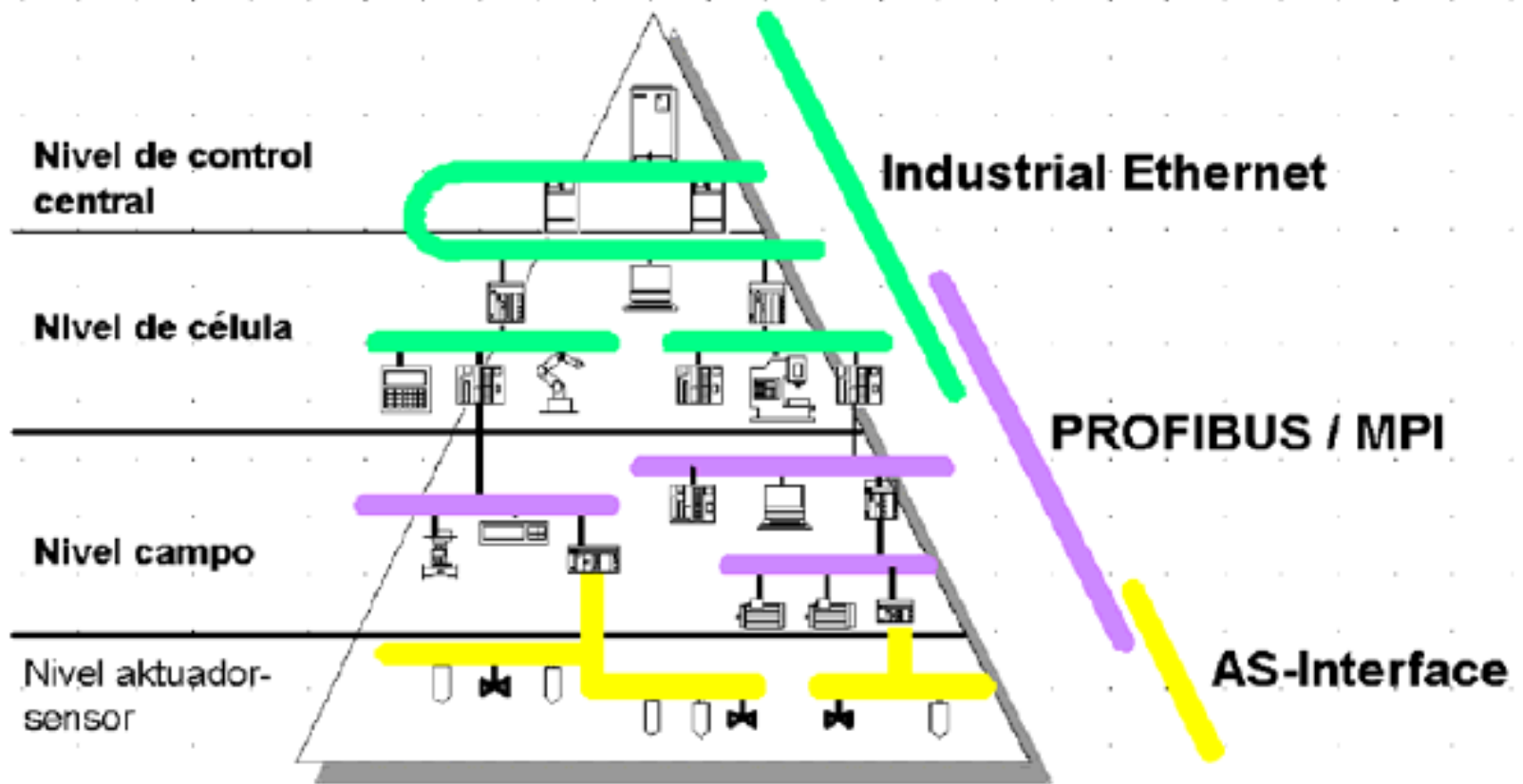


Figura 1. Pirámide de AUTOMATIZACION

RED MODBUS RTU

- Es un protocolo estándar dentro de la industria que tiene mayor disponibilidad para la conexión de dispositivos industriales.
- Entre los dispositivos que lo utilizan podemos mencionar: PLC, HMI, RTU, drivers, sensores y actuadores remotos
- El protocolo establece como los mensajes se intercambian en forma ordenada y la detección de errores.

- Es un sistema del tipo maestro/esclavo tiene un nodo maestro que es encargado de enviar los comandos explícitos a cada uno de los nodos esclavos los cuales procesaran la respuesta requerida.
- Una característica de este tipo de bus de campo es que los nodos no transmiten información sin una petición del nodo maestro y además no se comunican con los demás nodos esclavos dentro de la red.

- En el protocolo de comunicación MODBUS existen dos formas de intercambiar la información con los dispositivos de la red estas son:
 - Modbus RTU
 - Modbus ASCII

: (3AH)	N° Esclavo (00-3F _H)	Código de Operación	Subfunciones, Datos	LRC(16) H L	CR (0D _H)	LF (0A _H)
------------	--	---------------------------	---------------------	----------------	--------------------------	--------------------------

Codificación ASCII

N° Esclavo (00-3F _H)	Código de Operación	Subfunciones, Datos	CRC(P16) H L
--	---------------------------	---------------------	-----------------

Codificación RTU

Figura 2. Tipo de tramas de MODBUS

FUNCIONES

- Comandos de control para lectura de posición y reposición de una bobina o de un grupo de bobinas.
- Comandos de control para lectura de entradas y salidas digitales (discretas)
- Comandos de control para lectura y reposición de registros
- Otras funciones para test, diagnóstico, polling, condiciones de excepción, etc.

CAMPO DE FUNCIONES

Codigo de la funcion	Nombre	Nivel Datos	Descripcion
1	Leer bobina	Bit	Este codigo de funcion se utiliza para leer el estado de varias bobinas contiguas en un dispositivo remoto. 0=OFF 1=ON
2	Leer entradas discretas		Este codigo de funcion se utiliza para leer el estado de varias entradas digitales contiguas en un dispositivo remoto 0=OFF 1=ON
5	Escribe solo una bobina		Este codigo de funcion se utiliza para escribir una sola salida a ON o OFF en un dispositivo remoto 0=OFF 1=ON
15	Escribe multiples bobinas		Este codigo de funcion se utiliza para escribir varias bobinas en secuencia de bobinas a ON o OFF en un dispositivo remoto 0=OFF 1=ON
3	Leer Holding Registers	Word (16-Bits)	Este codigo de funcion se utiliza para leer el contenido de un holding registers en un dispositivo remoto
4	Leer Input registers		Este código de función se utiliza para leer la entrada de registros contiguos en un dispositivo remoto
6	Escribir un solo registro		Este codigo de funcion se utiliza para escribir un solo holding registers en un dispositivo remoto
16	Escribir multiples registros		Este codigo de funcion se utiliza para escribir varios registros contiguos en un dispositivo remoto

Tabla 1. Funciones de código para Modbus

TRANSMISIÓN EN MODO RTU

- El tamaño máximo de la trama MODBUS en modo RTU es de 256 bytes, a continuación se presenta la estructura de la trama del mensaje en modo RTU:

Slave Address	Function Code	Data	CRC
1 byte	1 byte	0 up to 252 byte(s)	2 bytes CRC Low CRC Hi

Figura 3. Trama MODBUS RTU

- Un mensaje es colocado por el dispositivo transmisor dentro de la trama de MODBUS que tiene un inicio y final conocido, esto le permite a los dispositivos conocer cuando empezar la transmisión del mensaje y cuando el mensaje ha concluido.
- En modo RTU las tramas del mensaje MODBUS está separado por un tiempo silencioso de por lo menos 3,5 tiempos de carácter

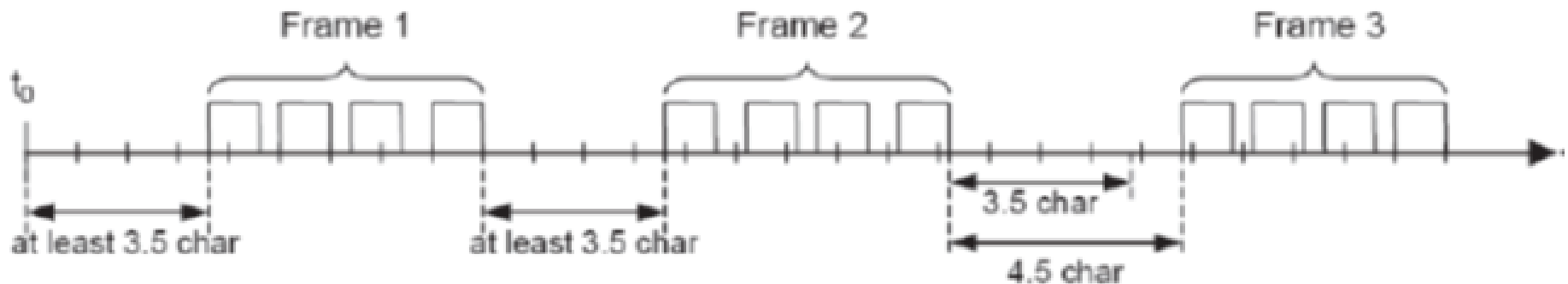


Figura 4. Tren de pulsos MODBUS RTU

CARACTERÍSTICAS DE MODBUS

- Control de acceso al medio tipo Maestro/Escalvo
- El protocolo especifica: formato de trama, secuencias y control de errores
- Existen dos variantes en el formato:ASCII y RTU
- Solo especifica la capa de enlace del modelo OSI.
- A cada esclavo se le asigna una direccion fija y unica en el rango de 1 a 255

ESTRUCTURA DE LA RED

- El medio físico de conexión puede ser un bus semidúplex (half duplex) (RS-485 o fibra óptica) o dúplex (full duplex) (RS-422, BC 0-20mA o fibra óptica).
- Comunicación asíncrona con velocidades de transmisión desde 75 baudios hasta 19.200 baudios.
- La máxima distancia entre estaciones depende del nivel físico, pudiendo alcanzar hasta 1200 m sin repetidores.

ACCESO AL MEDIO

- La estructura lógica es del tipo maestro-esclavo, con acceso al medio controlado por el maestro.
- El número máximo de estaciones previsto es de 63 esclavos más una estación maestra.
- Los intercambios de mensajes pueden ser de dos tipos:
- Intercambios punto a punto, que componen siempre dos mensajes: una demanda del maestro y una respuesta del esclavo.
- **Mensajes difundidos**, estos consisten en una comunicación unidireccional del maestro a todos los esclavos. Este tipo de mensajes no tiene respuesta por parte de los esclavos y se suelen emplear para mandar datos comunes de configuración

PROTOSCOLOS

- La codificación de datos dentro de la trama puede hacerse en modo ASCII o puramente binario, según el estándar RTU (Remote Transmission Unit).
- En cualquiera de los dos casos, cada mensaje obedece a una trama que contiene cuatro campos principales.

TOPOLOGIA DE LA RED

- La topología que se utiliza en el desarrollo de la red Modbus es la recomendada por Rockwell Automation denominada daisy chain mostrada en la figura 5 esta configuración es la mas sencilla ya que el terminal de un dispositivo es el inicio del siguiente dispositivo

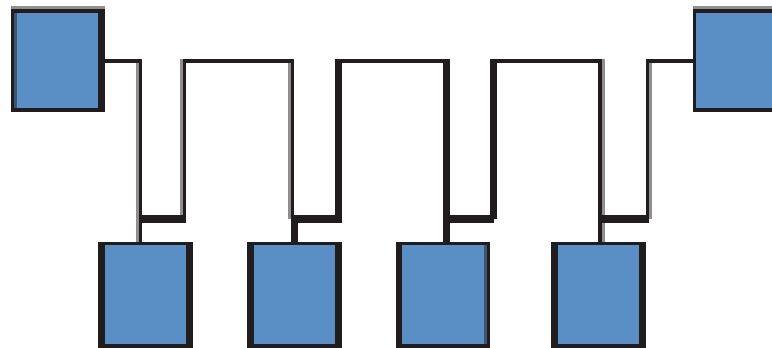


Figura 5. Topología en Modbus tipo Daisy Chain

EQUIPOS PARA REALIZAR LA RED MODBUS RTU

Los equipos seleccionados para realizar la red Modbus son:

- Modulo 1761 NET-AIC
- PLC's CompactLogix 1769 L32E
- Router wireless D-LINK DIR 610
- Cable UTP para cableado de la red
- Conectores Phoenix de seis terminales

MÓDULO 1761 NET-AIC

- El módulo 1761 NET-AIC es un convertidor de interface avanzado por sus siglas en inglés AIC (Advance Interface Convesor), basicamente proporciona una interfaz entre una red RS-485 y una conexión RS-232.

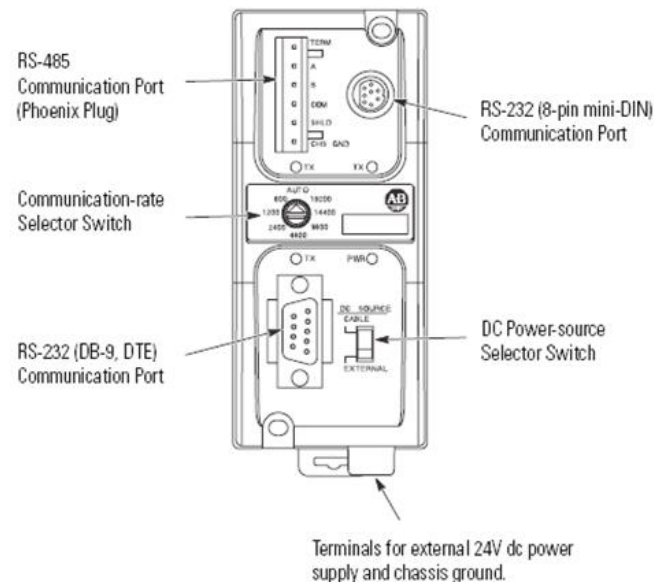


Figura 6. puertos de comunicación del módulo 1761 NET-AIC

CARACTERÍSTICAS

- Aislador óptico entre los protocolos DF1 y DH-485.
- Permite conectar un máximo de dos estaciones a la red DH-485.
- Puede conectar procesadores SLC500 con el cable apropiado (1761 CBL AS09).
- Funciona como repetidor para extender la red DH-485 hasta 2438 mt. (Para esto requiere de un cable Mini Din/Min Din (1761 CBL AM00))
- Se lo puede utilizar como conversor de interface RS232 a RS485 para realizar una red modbus rtu.



PLC ALLEN BRADLEY COMPACTLOGIX 1769 L32E

- El PLC es el controlador del sistema de automatización, en el se programaron todas los diagramas rutinas que controlaran los procesos industriales y los comandos para realizar la comunicación entre el PLC maestro y los esclavos en la red modbus.
- A continuación se describen algunas de sus características, los módulos de entrada y salida conectados al controlador, y el software utilizado para su programación

CARACTERISTICAS

- El controlador CompactLogix 1769-L32E siempre es el módulo del extremo izquierdo.
- Este debe ubicarse a una distancia de no más de 4 módulos de la fuente de alimentación.
- Tiene la capacidad de comunicación serial y ethernet con otros dispositivos
- Tiene un puerto para tarjeta de memoria flash para actualizaciones del firmware del controlador,
- Por medio de una llave se puede establecer su modo de control.
- LEDS indicadores de estado

PLC ALLEN BRADLEY COMPACTLOGIX 1769 L32E



Figura 7. Partes principales del PLC

MÓDULOS DE ENTRADA/SALIDA COMPACTLOGIX

Los Módulos de E/S Compact 1769 pueden ser usados como E/S locales y distribuidas para un controlador CompactLogix. Cada módulo de

E/S incluye un bloque de terminales extraíble (RTB) incorporado con una cubierta con protección contra contacto accidental para conectarlo a accionadores y detectores de E/S.

ROUTER WIRELESS D-LINK DIR 610

- El wireless router d-link 610 nos proporciona la facilidad de configurar una red inalámbrica, esto nos permite realizar control y monitoreo inalámbrico desde la computadora Maestra con el PLC maestro de la red modbus.



Figura 8. Router D- Link vista frontal y posterior

CARACTERÍSTICAS

- Conexión en red inalámbrica más rápida: el DIR-610 ofrece hasta 150 Mbps de conexión inalámbrica con otros clientes inalámbricos 802.11n. Esta capacidad permite a los usuarios participar en actividades en línea en tiempo real, como la transmisión de vídeo o audio y los juegos en Internet.
- Compatible con dispositivos 802.11g, el ROUTER DIR-610 sigue siendo totalmente compatible con la norma IEEE 802.11g, de manera que se puede conectar con los adaptadores Cardbus, USB y PCI 802.11g existentes.

CABLE UTP PARA CABLEADO DE LA RED

Para el cableado de la red se utiliza cable Belden y la conexión se realiza como se muestra en la siguiente figura 9 :

El cableado del conector PathCord PHOENIX para el cable de comunicación Belden

Daisy-chain Network

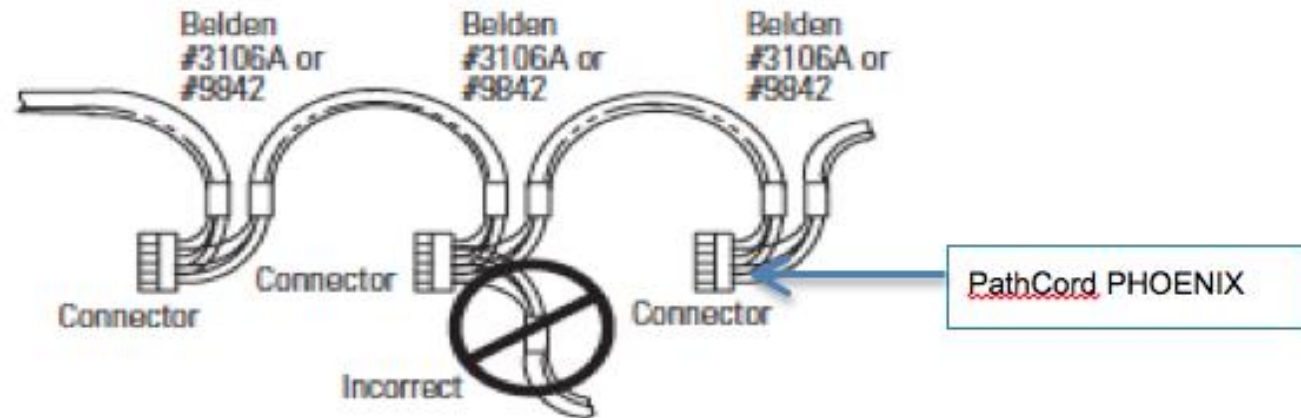


Figura 9. Conexión de la red con el conector PathCord PHOENIX y el cable Belden

- Modo de conexión del conector al cable Belden # 3106A ó # 9842 del cable como se muestra a continuación:

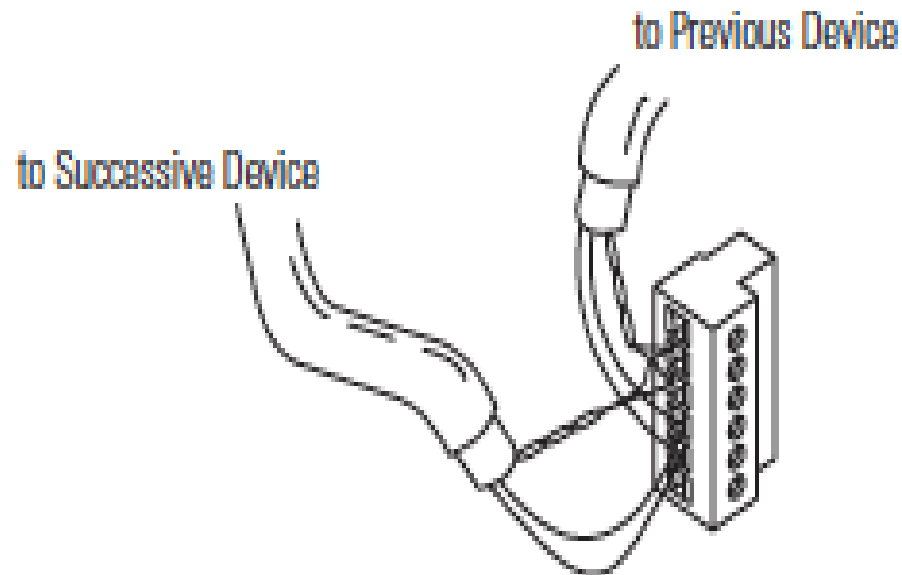


Figura 10. Múltiple Conexión de cable

- La red Modbus RTU no fue implementada con cable Belden por factores económicos. En su lugar, se utilizó cable UTP Categoría 5E siguiendo la configuración de terminales en la Tabla 2:

CONECTE EL CABLE	AL TERMINAL
NARANJA	DATA A (5)
VERDE	DATO B (4)
AZUL	SHIELD (2)
CAFÉ	COMUN (3)

Tabla 2 Conexión con cable UTP

- Sólo el último conector en el extremo de la conexión debe tener las terminales 1 y 2 conectados entre sí. Esto proporciona una conexión a tierra-tierra para el blindaje del cable de comunicación.
- Ambos extremos de la red deben tener los terminales 5 y 6 puenteados juntos. Esto conecta la impedancia de terminación (120Ω) que integra cada uno de los convertidores de interfaz AIC y que es requerido por la especificación RS-485.

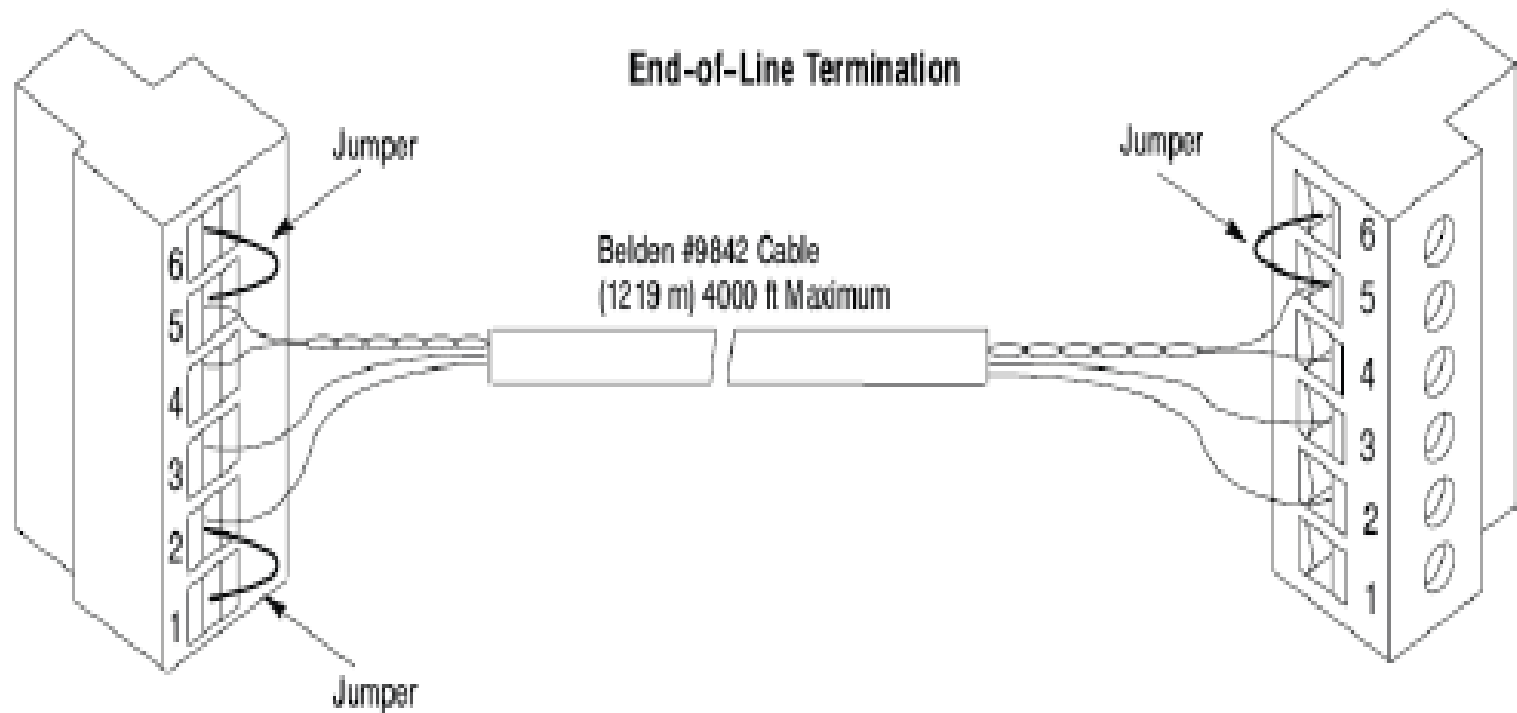


Figura 11. Puentes necesarios en los conectores Phoenix ubicados en los extremos de la red

CABLE Y CONECTORES PARA MODBUS

La conexión del módulo 1761 NET-AIC con el controlador COMPACTLOGIX 1769 L32E y la red MODBUS RTU necesita de los siguientes elementos:

- PathCord (Conectores Phoenix)
- Fuente de 24 Vdc.
- Cable RS-232 (Cable con conectores DB9/Mini-DIN) (1747-CP3)
- Cable de red RJ 45
- Cable UTP Categoría 5E

IMPLEMENTACIÓN DE LA RED MODBUS RTU

Sobre los elementos que componen la red Modbus/RTU se ejecutan diversos programas que son los que proporcionan la funcionalidad al sistema. El desarrollo del proyecto se dividió en las siguientes etapas:

- Programación de PLC COMPACTLOGIX
- Control PID de las estaciones de procesos
- Configuración maestro-esclavo
- Diseño HMI utilizando FACTORY TALK

PROGRAMACIÓN DE LOS PLC'S COMPACTLOGIX L32E

- Para la programación de los Plc's se deben utilizar los software RSlinx Classic y RSLogix 5000.

RSLINX CLASSIC

- El RSLinx classic permite cargar el driver de comunicación para reconocer el controlador así como también ayuda a crear un servidor OPC para vincular los tags del controlador con el software HMI.

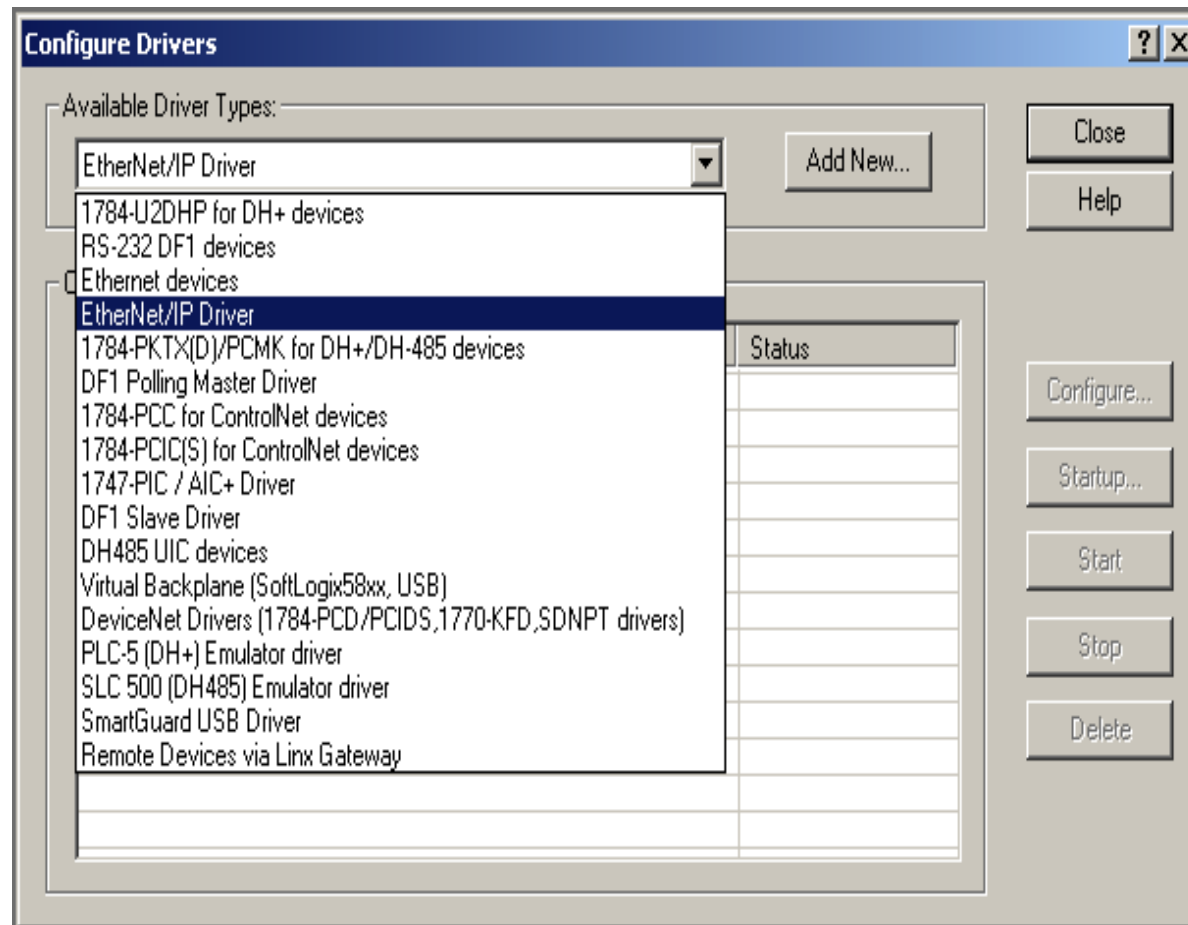


Figura 12. Selección del Tipo de Comunicación

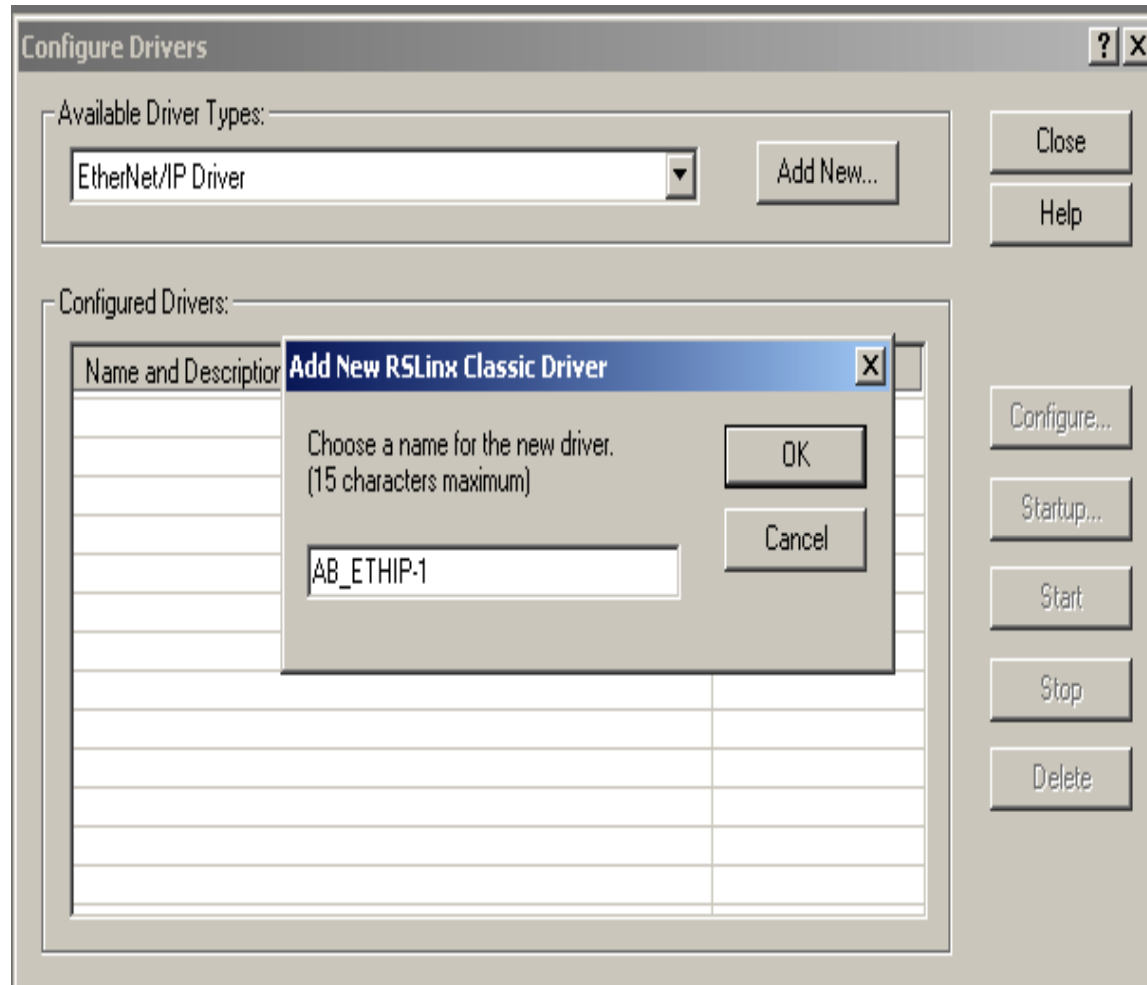


Figura 13. Nombre del driver de Comunicación

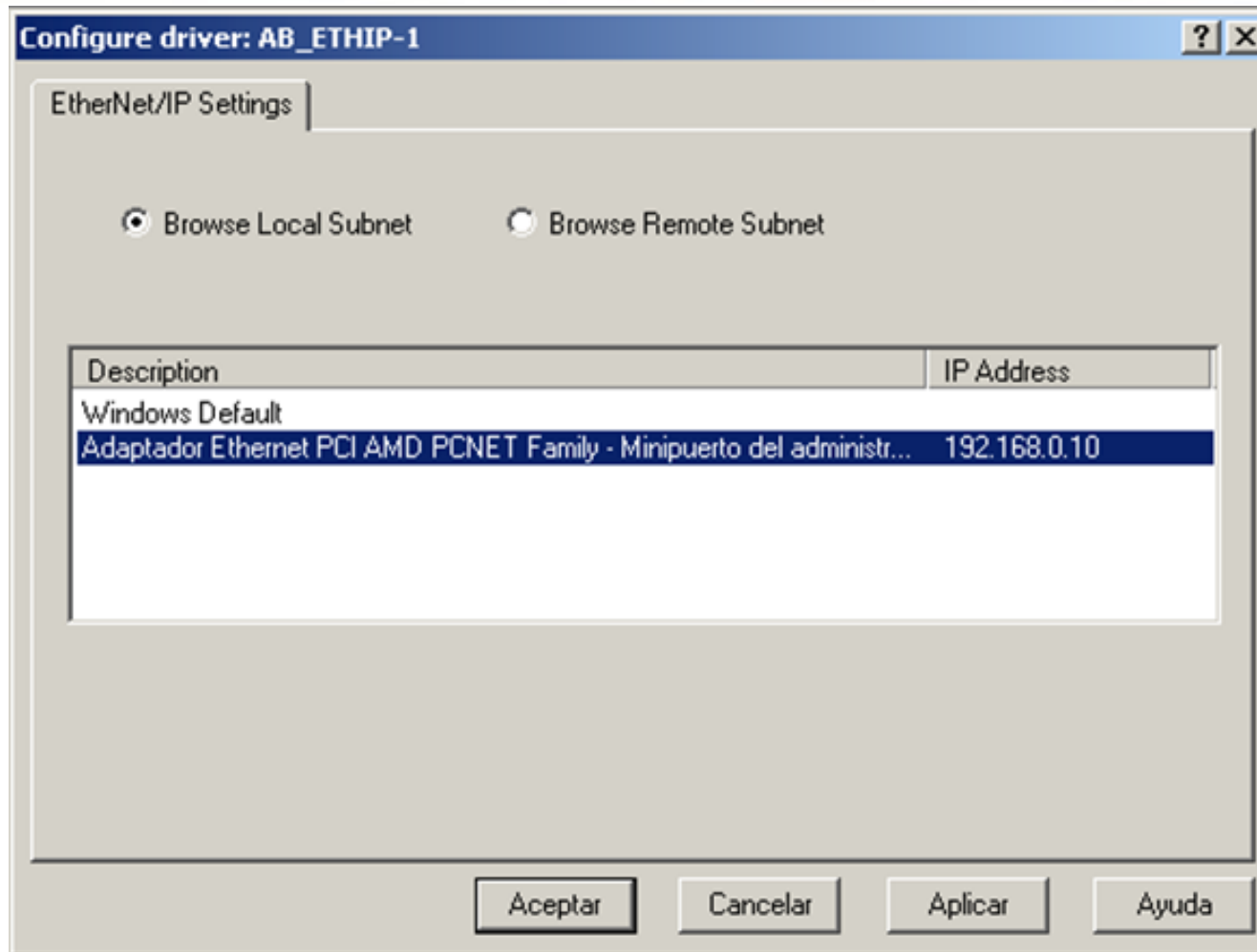


Figura 14. Configuración del Driver

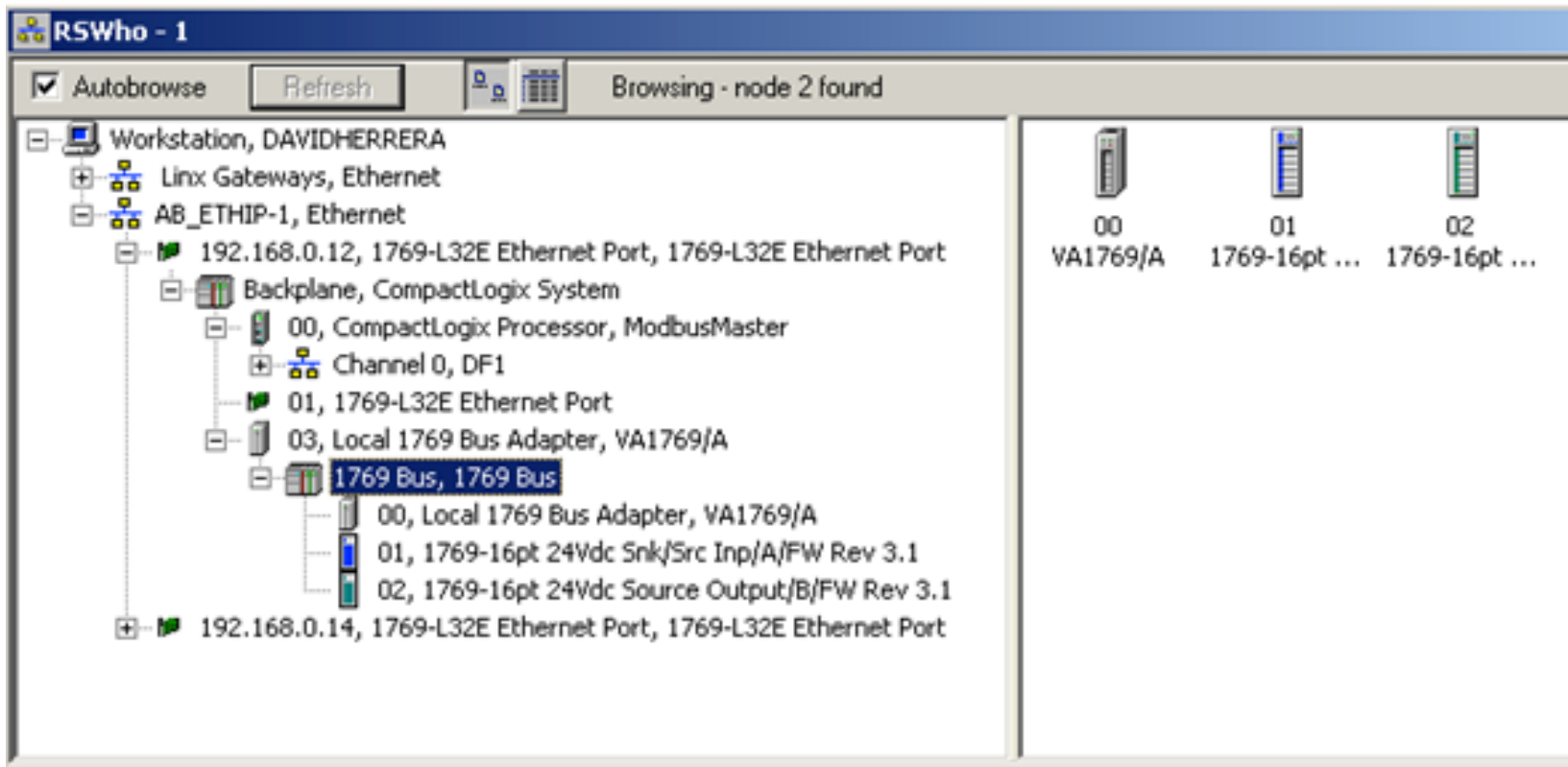


Figura 15. Visualización de la comunicación con los controladores.

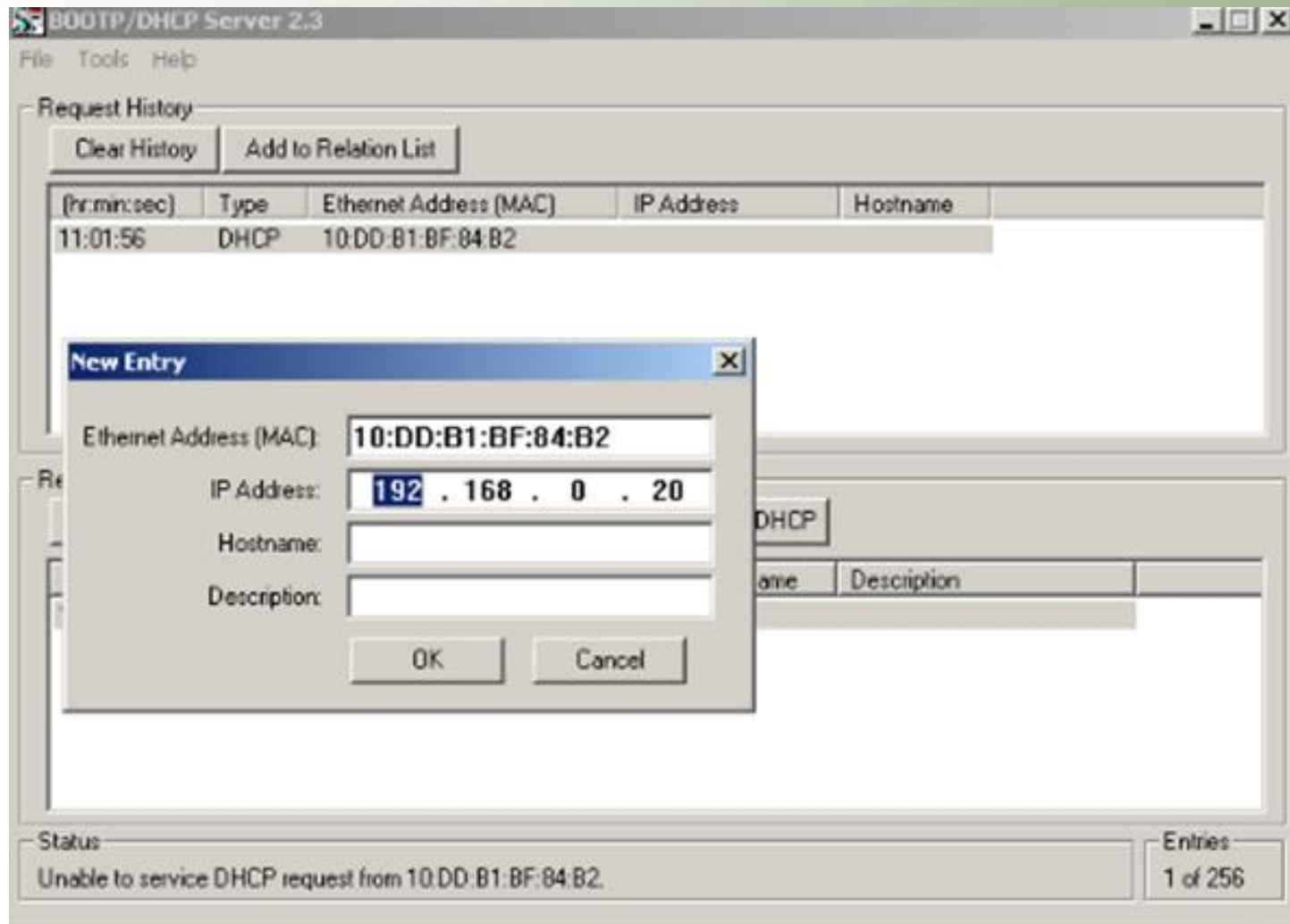
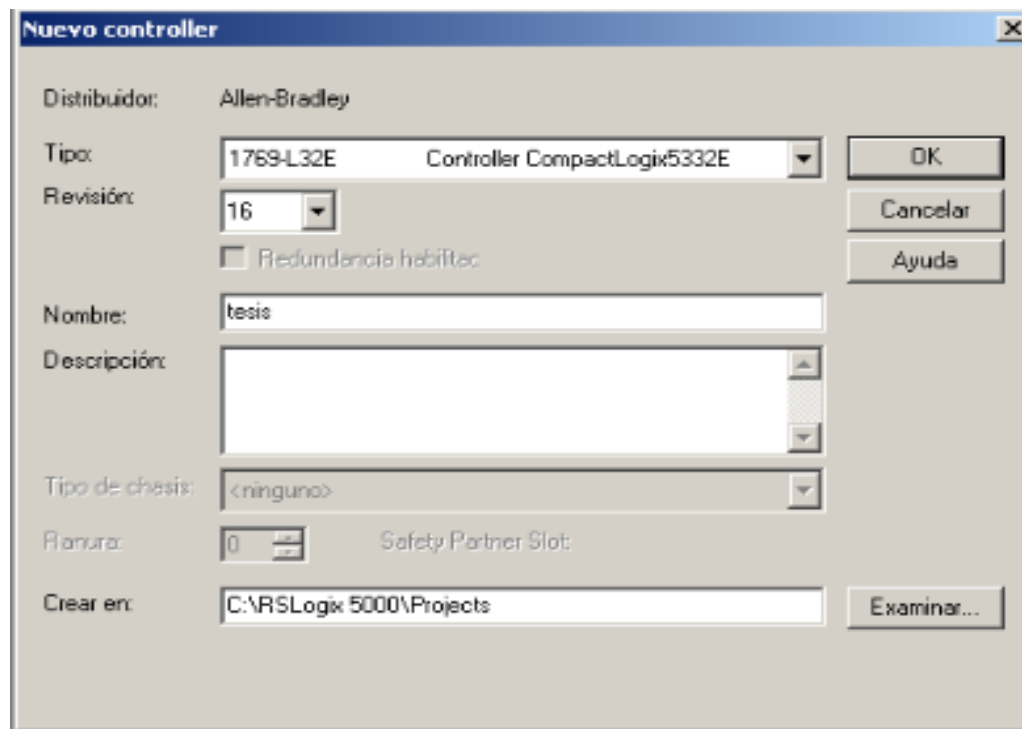


Figura 16. Aplicación BOOTP-DHCP.

SOFTWARE RSLOGIX 5000

El software RSLogix 5000 básicamente es el que permite la programación de controladores 5000 mediante lógica escalera.



The image shows a screenshot of the 'Nuevo controller' (New Controller) dialog box in the RSLogix 5000 software. The dialog box is titled 'Nuevo controller' and has a close button (X) in the top right corner. It contains the following fields and controls:

- Distribuidor:** Allen-Bradley
- Tipo:** 1769-L32E Controller CompactLogix5332E (dropdown menu)
- Revisión:** 16 (dropdown menu)
- Redundancia habilitada
- Nombre:** tesis (text field)
- Descripción:** (empty text area)
- Tipo de chasis:** <ninguno> (dropdown menu)
- Ranura:** 0 (dropdown menu) Safety Partner Slot
- Crear en:** C:\RSLogix 5000\Projects (text field)

Buttons on the right side of the dialog box include 'OK', 'Cancelar', 'Ayuda', and 'Examinar...'.

Figura 17. SOFTWARE RSLOGIX 5000.



CONFIGURACIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS ANALÓGICAS

Realice el siguiente procedimiento para configurar el módulo 1769-IF4 y el modulo 1769-OF4 como dispositivos de entradas y salidas analógicas para la aplicación:

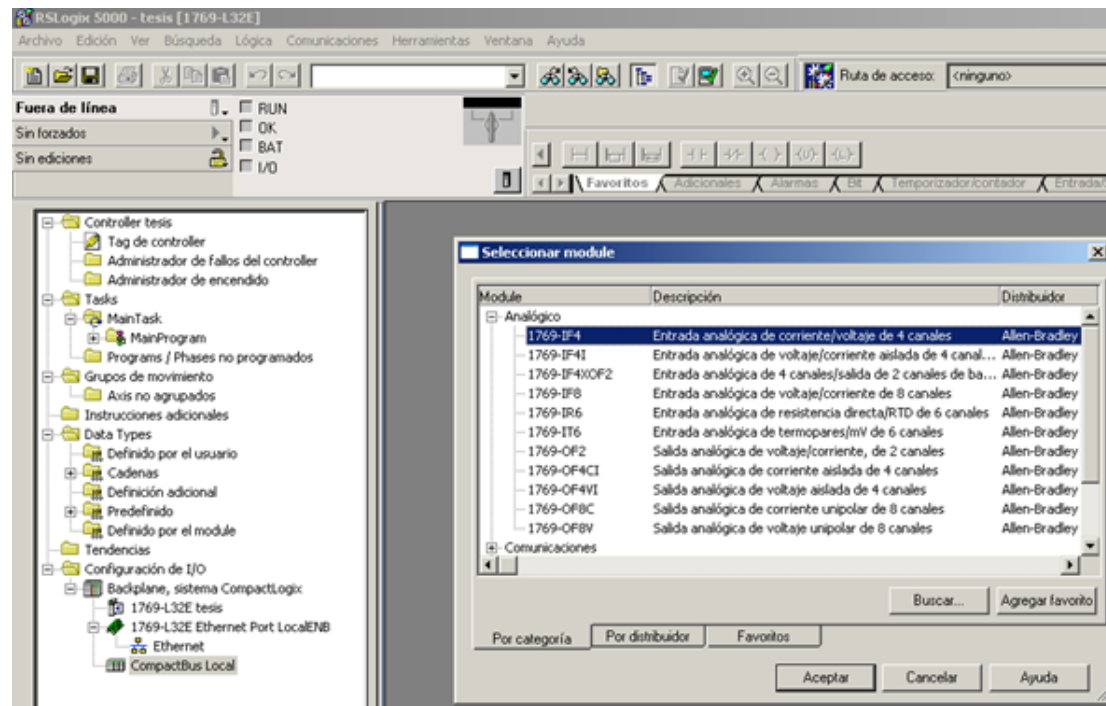


Figura 18. Nuevo Módulo de entradas Análogas



Nuevo module

General | **Conexión** | Configuración

Tipo: 1759-IF4 Entrada analógica de corriente/voltaje de 4 canales
 Distribuidor: Allen-Bradley
 Primario: Local
 Nombre: EntradaAnalog Renura: 1
 Descripción:

Definición de module

Serie:	B	Cambia...
Revisión:	2.1	
Codificación electrónica:	Module compatible	
Conexión:	Entrada	
Formato de datos:	Entero	

Estado: Creando

Aceptar Cancelar Ayuda

Figura 19. Datos del Módulo de entradas Análogas

HABILITACIÓN DEL CANAL DEL MODULO 1769-IF 4

[-] Local1:C	{...}	{...}		AB:1769_IF
[+] Local1:C.Ch0Config	2#1010_001...		Binary	INT
[-] Local1:C.Ch0Filter_0	0		Decimal	BOOL
[-] Local1:C.Ch0Filter_1	0		Decimal	BOOL
[-] Local1:C.Ch0Filter_2	0		Decimal	BOOL
[-] Local1:C.Ch0Filter_3	0		Decimal	BOOL
[-] Local1:C.Ch0Range_8	1		Decimal	BOOL
[-] Local1:C.Ch0Range_9	1		Decimal	BOOL
[-] Local1:C.Ch0Range_10	0		Decimal	BOOL
[-] Local1:C.Ch0Range_11	0		Decimal	BOOL
[-] Local1:C.Ch0DataFormat_12	0		Decimal	BOOL
[-] Local1:C.Ch0DataFormat_13	1		Decimal	BOOL
[-] Local1:C.Ch0DataFormat_14	0		Decimal	BOOL
[-] Local1:C.Ch0En	1		Decimal	BOOL

Figura 20. Tags de configuración del controlador del Controlador

Despliegue el tag *Local:1:C* y de acuerdo a la tabla 3 realice la configuración requerida:

Bit(s)	Define	Estas selecciones de bits													Indican esto					
		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3		2	1	0		
0 a 3	Selección de filtro de entrada														0	0	0	0	60 Hz	
																0	0	0	1	50 Hz
																0	0	1	0	No se usa
																0	0	1	1	250 Hz
																0	1	0	0	500 Hz
																				No se usa ⁽¹⁾
4 a 7	Reservado																	Reservado ⁽²⁾		
8 a 11	Selección de tipo de entrada/rango					0	0	0	0	No se usa									-10 a +10 VCC	
						0	0	0	1		0 a 5 VCC									
						0	0	1	0		0 a 10 VCC									
						0	0	1	1		4 a 20 mA									
						0	1	0	0		1 a 5 VCC									
						0	1	0	1		0 a 20 mA									
								No se usa ⁽¹⁾												
12 a 14	Selección de formato de datos de entrada		0	0	0													Datos sin procesar/ proporcionales		
			0	0	1													Unidades de ingeniería		
			0	1	0													Escalado para PID ⁽³⁾		
			0	1	1													Rango de porcentaje		
																		No se usa ⁽¹⁾		
15	Habilitación canal	1															Habilitado			
		0															Inhabilitado			

Tabla 3. Definición de bits para los tags de configuración desde el canal 0 al 3

Para la conexión del módulo de entradas analógicas al transmisor del proceso realice la siguiente conexión según sea el caso Figura 21.

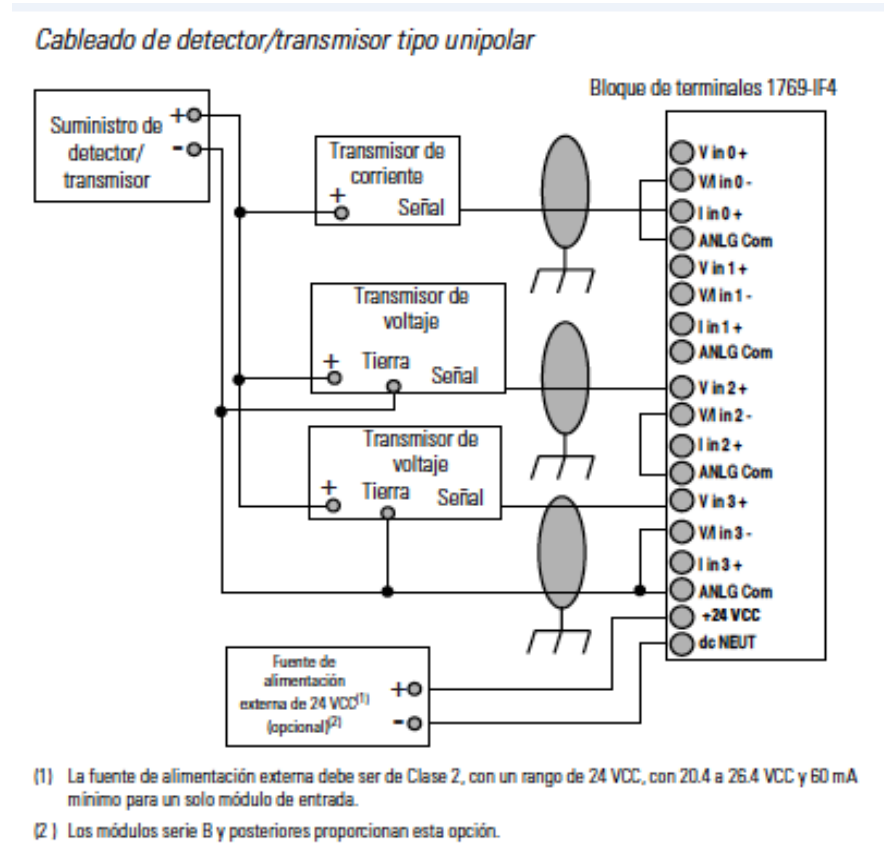


Figura 21. Modo de conexión del módulo 1769-IF4 al transmisor del proceso

Para configurar el módulo de salidas analógicas 1769-0F4 se procede:

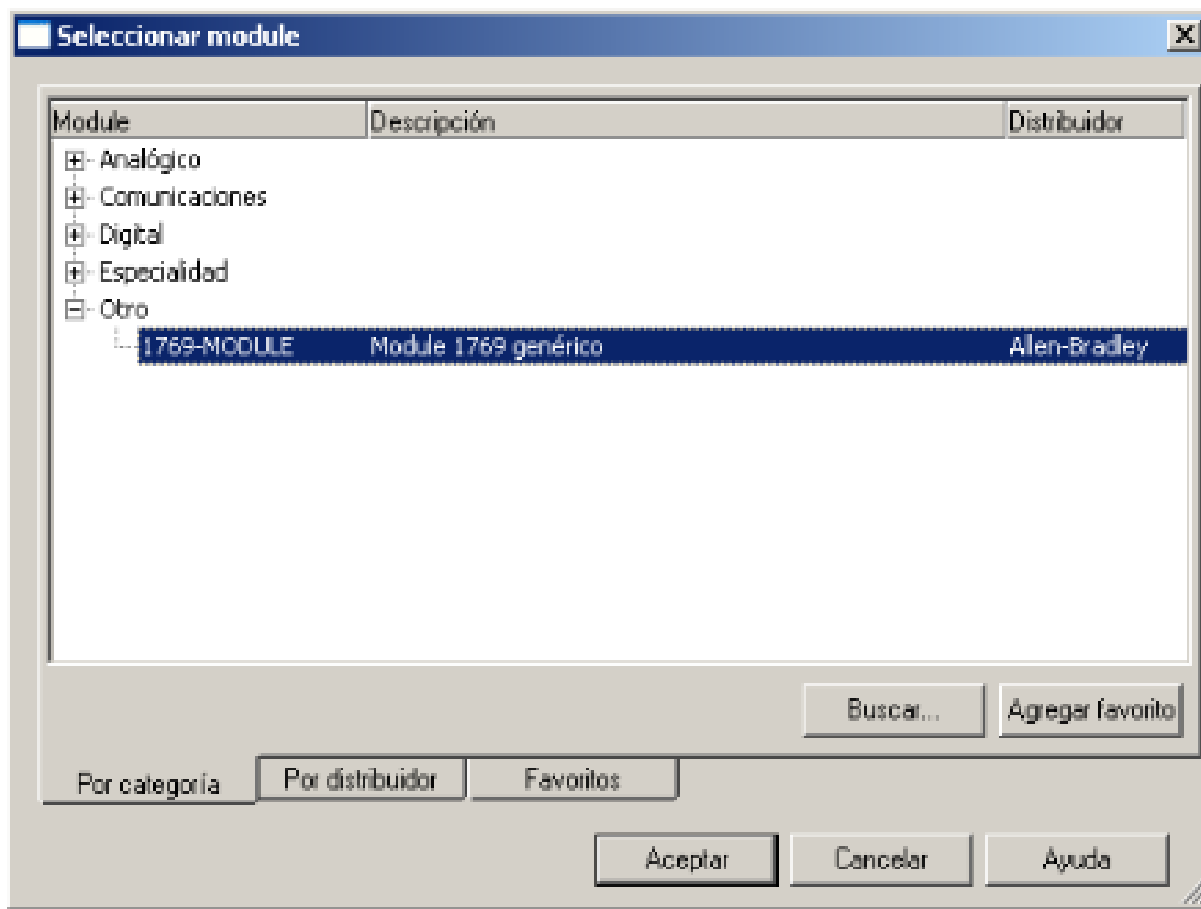


Figura 22. Selección de módulo 1769-Module genérico

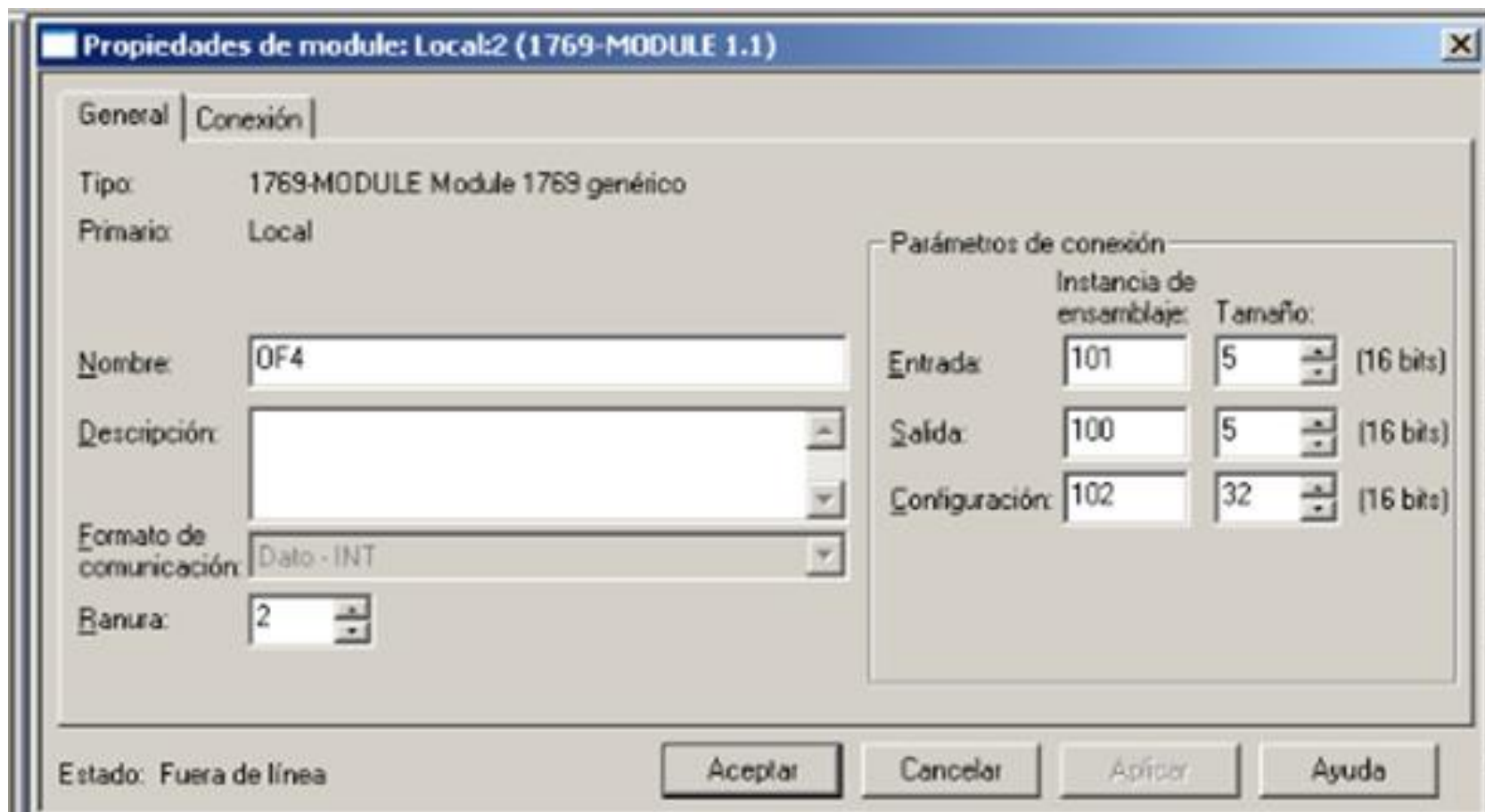


Figura 23. Propiedades del Nuevo Módulo

HABILITACIÓN DEL CANAL DEL MÓDULO 1769-OF4

[-] Local:2:C	{...}	{...}		AB:1769_MODUL...
[-] Local:2:C.Reserved	1		Decimal	DINT
[-] Local:2:C.Data	{...}	{...}	Hex	INT[198]
[-] Local:2:C.Data[0]	16#8000		Hex	INT
[-] Local:2:C.Data[1]	16#0203		Hex	INT
[-] Local:2:C.Data[1].0	1		Decimal	BOOL
[-] Local:2:C.Data[1].1	1		Decimal	BOOL
[-] Local:2:C.Data[1].2	0		Decimal	BOOL
[-] Local:2:C.Data[1].3	0		Decimal	BOOL
[-] Local:2:C.Data[1].4	0		Decimal	BOOL
[-] Local:2:C.Data[1].5	0		Decimal	BOOL
[-] Local:2:C.Data[1].6	0		Decimal	BOOL
[-] Local:2:C.Data[1].7	0		Decimal	BOOL
[-] Local:2:C.Data[1].8	0		Decimal	BOOL
[-] Local:2:C.Data[1].9	1		Decimal	BOOL
[-] Local:2:C.Data[1].10	0		Decimal	BOOL
[-] Local:2:C.Data[1].11	0		Decimal	BOOL
[-] Local:2:C.Data[1].12	0		Decimal	BOOL
[-] Local:2:C.Data[1].13	0		Decimal	BOOL
[-] Local:2:C.Data[1].14	0		Decimal	BOOL
[-] Local:2:C.Data[1].15	0		Decimal	BOOL
[-] Local:2:C.Data[2]	16#0000		Hex	INT
[-] Local:2:C.Data[3]	16#0000		Hex	INT

Figura 24. tags de configuración para nuevo módulo de salidas analógicas

Se despliega el tag *Local:2:C* y de acuerdo al la tabla 4 la disposición de los bits es el siguiente:

Bit Definitions for Type/Range and Data Format Configuration Words

Define	To choose	Make these bit settings															
		15	14	13	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	00
Type/Range Select	-10...10V DC													0	0	0	0
	0...5V DC													0	0	0	1
	0...10V DC													0	0	1	0
	4...20 mA													0	0	1	1
	1...5V DC													0	1	0	0
	0...20 mA													0	1	0	1
Data Format Select	Raw/Proportional Counts						0	0	0								
	Engineering Units						0	0	1								
	Scaled for PID						0	1	0								
	Percent Range						0	1	1								

Tabla 4. Configuration DataFile

CONTROL PID DE LAS ESTACIONES DE PROCESOS

Es el algoritmo de lógica de control que se utiliza para comandar los procesos manteniéndolos en los SETPOINTS o puntos de ajuste (tabla 5) deseados, la configuración que se realiza se indica a continuación:

ESTACION DE PROCESOS	RANGO DE OPERACIÓN	ENTRADA EN BITS
PRESION	10 a 30 PSI	0-16383
NIVEL	-3,6 a 6,1 lnH2O	0-16383
FLUJO	10 a 30 lnH2O	0-16383

Tabla 5. Rango de las estaciones de procesos

PID		
Derivada integral proporcional		
PID	PIDpresion	<input type="text" value="..."/>
Variable del proceso	PVpresion	
Valor retenido		0
Variable de control	CVpresion	
Lazo maestro PID		0
Bit mantenido		0
Valor mantenido		0
Punto de ajuste		0.0 ←
Variable del proceso		0.0 ←
% de salida		0.0 ←

Figura 25. Programación en ladders en la ventana MainRoutine.

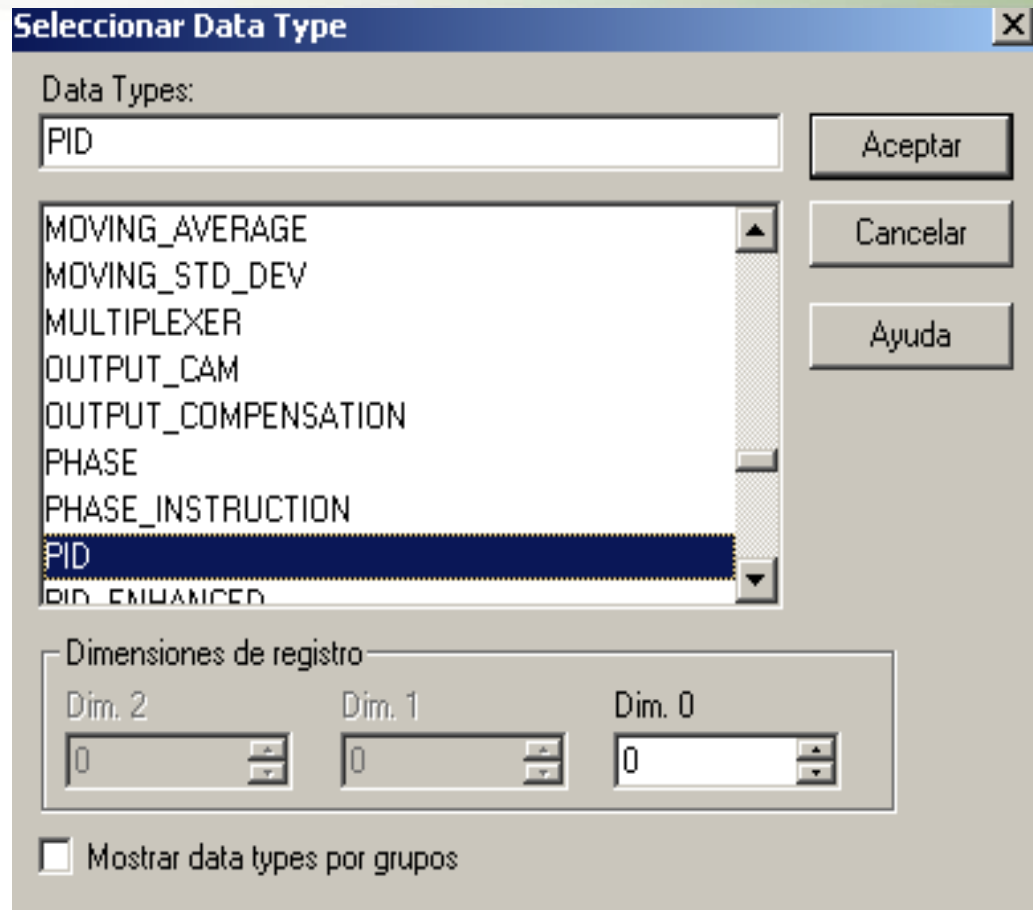


Figura 26. Creación de tags en RSLogix 5000

Configuración de PID EJEMPLOPID

Ajuste | Configuración | Alarmas | Escala | Tag

Ecuación PID: Independiente Sin uniformidad de derivada

Acción de control: SP - PV Cálculo sin polarización

Derivada de: Error Banda muerta sin paso por cero

Tiempo de actualización de lazo: 0.01 segs. Seguimiento de PV

Límite alto CV: 100.0 % Lazo de cascada

Límite bajo CV: 0.0 % Tipo de cascada: Esclavo

Valor de banda muerta: 0.0

Punto de ajuste (SP):	0.0	Alarma de PV:	Ninguna
Variable del proceso:	0.0	Alarma de desviación:	Ninguna
Error:	0.0	Límite de salida:	Ninguna
Salida:	0.0 %	Error dentro de banda muerta:	No
Valor retenido:	0.0 %	Punto de ajuste fuera de rango:	No
Modo:	Auto	PID inicializado:	No

Aceptar Cancelar Aplicar Ayuda

Figura 27. Configuración de PID en la opción Configuración.

Configuración de PID EJEMPLOPID

Ajuste | Configuración | Alarmas | Escala | Tag

Variable de proceso (PV)

Máx. sin escala: 100.0 Unidad de ingeniería máx.: 100.0

Mín. sin escala: 0.0 Unidad de ingeniería mín.: 0.0

Variable de control (CV)

Máx. (a 100 %): 100.0

Mín. (a 0 %): 0.0

Valor retenido

Máx. (a 100 %): 100.0

Mín. (a 0 %): 0.0

PID inicializado

Punto de ajuste (SP):	0.0	Alarma de PV:	Ninguna
Variable del proceso:	0.0	Alarma de desviación:	Ninguna
Error:	0.0	Límite de salida:	Ninguna
Salida:	0.0 %	Error dentro de banda muerta:	No
Valor retenido:	0.0 %	Punto de ajuste fuera de rango:	No
Modo:	Auto	PID inicializado:	No

Aceptar Cancelar Aplicar Ayuda

Figura 28. Valores Máximos y Mínimos para variable del proceso(PV), variable de control (CV), unidad de ingeniería y valor retenido

Nueva routine [X]

Nombre:

Descripción:

Tipo:

En Program o Phase:

Abrir routine

Aceptar

Cancelar

Ayuda

Figura 29. Creación de nueva rutina

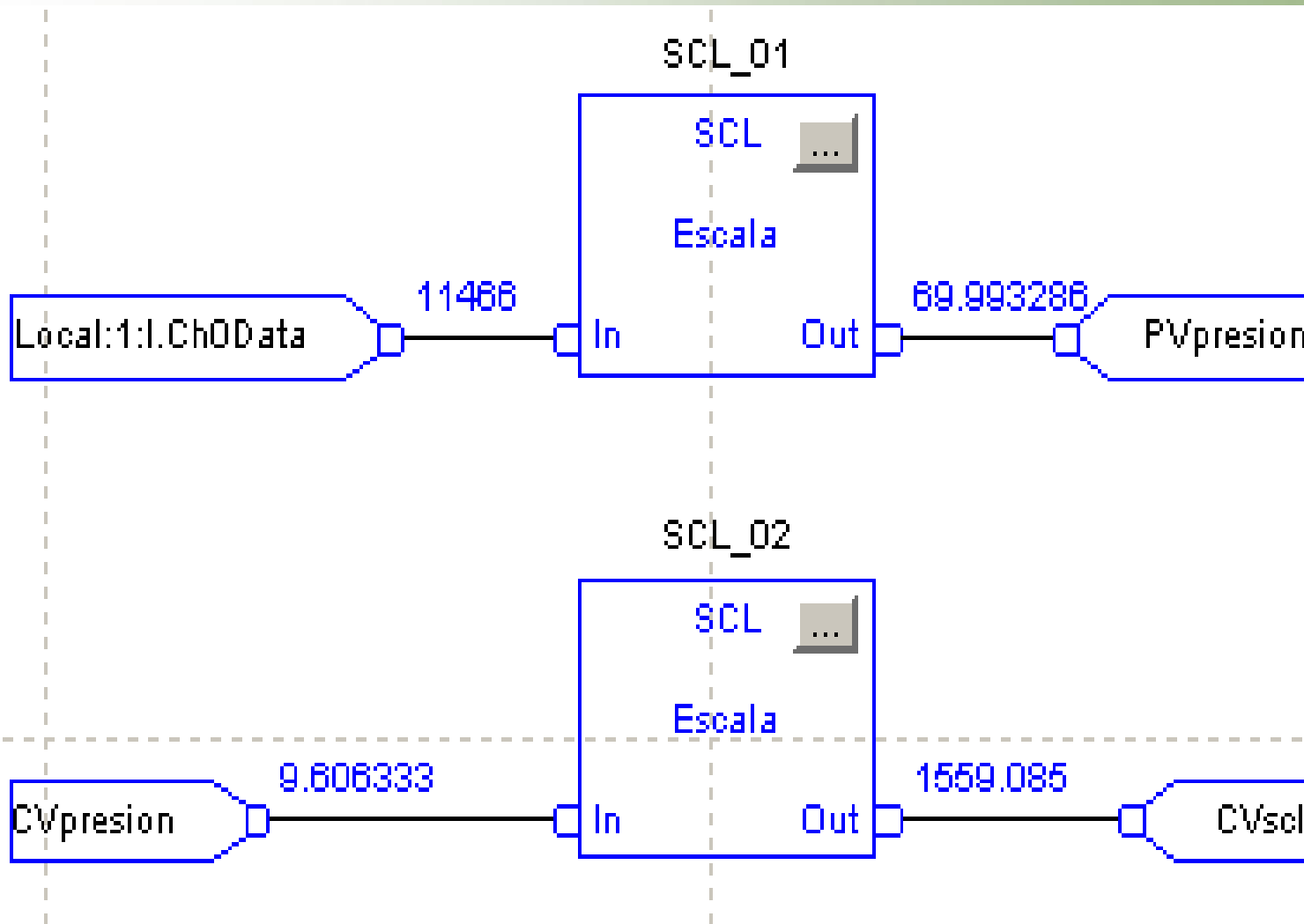


Figura 30. Programa de la Subrutina para escalar variables

Nueva tendencia - General [X]

Nombre:

Descripción:

Período de muestreo:

Figura 31. Crear nueva tendencia.



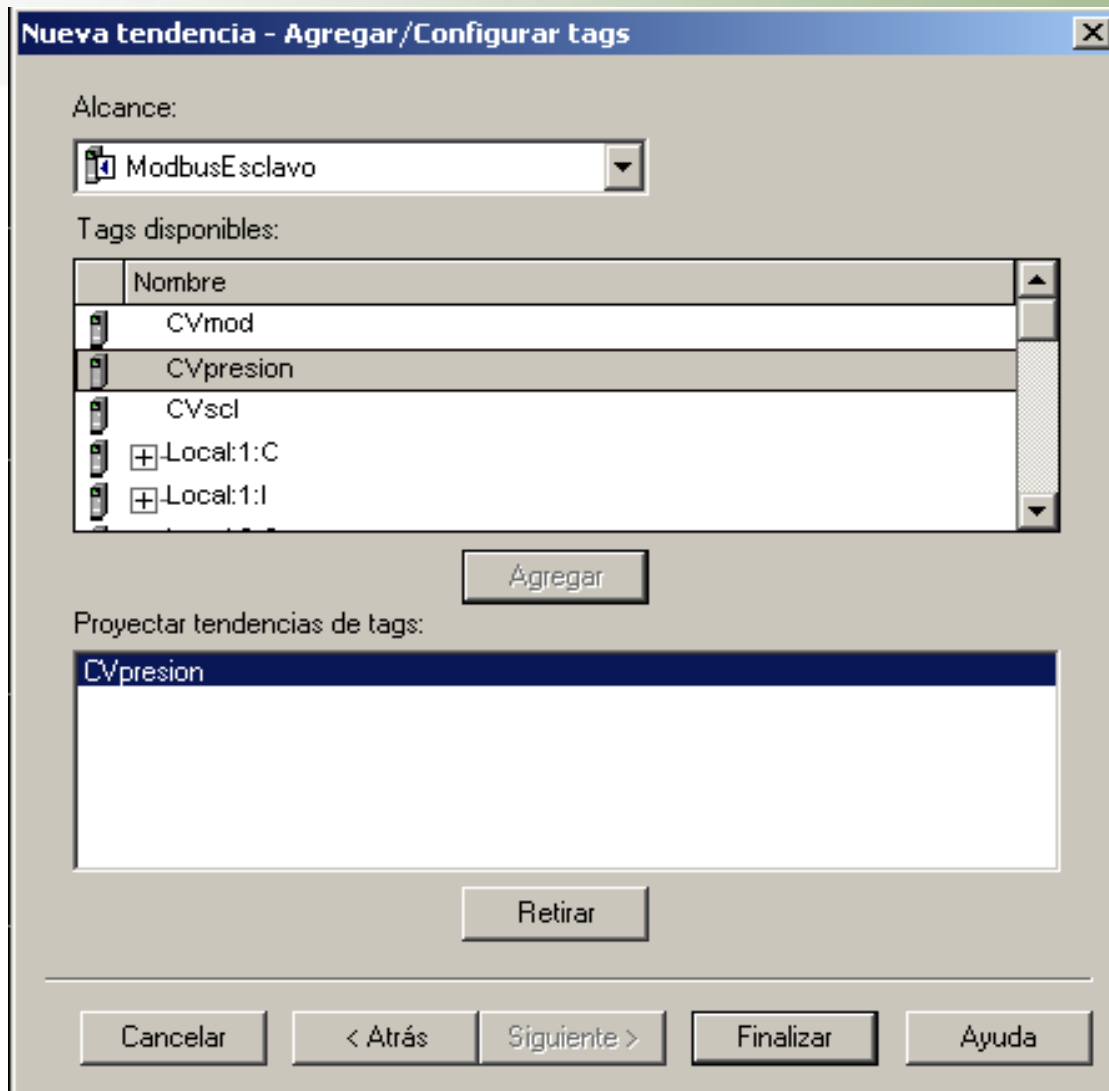


Figura 32. Asignación de los tags para graficar en la tendencia

TENDENCIA DEL PROCESO

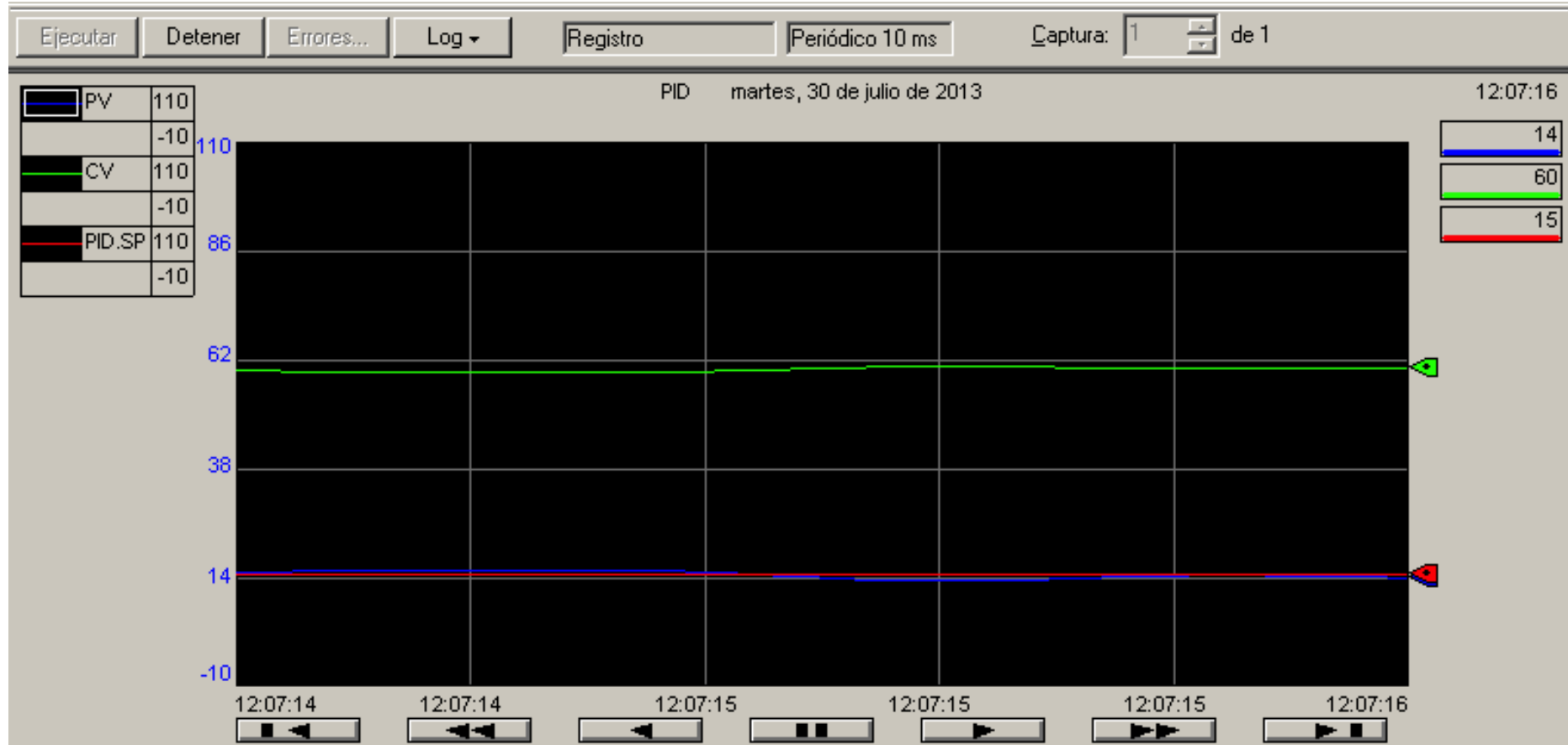


Figura 33. Gráfico de la respuesta del proceso

CONFIGURACIÓN MAESTRO-ESCLAVO

-Mod_Commands[0]	{...}	
+Mod_Commands[0].Enable	1	Bit para habilitación del comandos MODBUS
+Mod_Commands[0].EchoReceived	1	
+Mod_Commands[0].ScanNumber	12	
+Mod_Commands[0].AddressOffsetin...	0	
+Mod_Commands[0].SlaveAddress	1	Numero del esclavo a que se va a enviar la petición
+Mod_Commands[0].FunctionCode	6	Código de la acción que se desea ejecutar
+Mod_Commands[0].StartingAddress	0	
+Mod_Commands[0].NumberOfPoints	1	
+Mod_Commands[0].Spare1	0	
+Mod_Commands[0].Spare2	0	

Figura 34. Configuración de comandos en el maestro

Codigo de la funcion	Nombre	Nivel Datos	Descripcion
1	Leer bobina	Bit	Este codigo de funcion se utiliza para leer el estado de varias bobinas contiguas en un dispositivo remoto. 0=OFF 1=ON
2	Leer entradas discretas		Este codigo de funcion se utiliza para leer el estado de varias entradas digitales contiguas en un dispositivo remoto 0=OFF 1=ON
5	Escribe solo una bobina		Este codigo de funcion se utiliza para escribir una sola salida a ON o OFF en un dispositivo remoto 0=OFF 1=ON
15	Escribe multiples bobinas		Este codigo de funcion se utiliza para escribir varias bobinas en secuencia de bobinas a ON o OFF en un dispositivo remoto 0=OFF 1=ON
3	Leer Holding Registers	Word (16-Bits)	Este codigo de funcion se utiliza para leer el contenido de un holding registers en un dispositivo remoto
4	Leer Input registers		Este código de función se utiliza para leer la entrada de registros contiguos en un dispositivo remoto
6	Escribir un solo registro		Este codigo de funcion se utiliza para escribir un solo holding registers en un dispositivo remoto
16	Escribir multiples registros		Este codigo de funcion se utiliza para escribir varios registros contiguos en un dispositivo remoto

Tabla 6. Explicación de los códigos de las funciones MODBUS que soporta el PLC

Mod_DataHoldReg4[0]	3456	←
Mod_DataHoldReg4[1]	5200	
Mod_DataHoldReg4[2]	150	

Maestro escribe el dato en la primera localidad

The screenshot shows the Modbus software interface. A dialog box titled 'Mdbus Holding Regs. Change' is open, showing the date '12-Oct-2013 15:29:25' and buttons for 'Accept', 'Hold', and 'Off'. Below these, there are input fields for 'Pt. No.' (00003), 'Value' (150), and 'Toggle Vl.' (0). The background shows the 'Mdbus Main-On' window with status information like 'mode-SLAVE, slv no. 1' and 'cp-COM1 RTU 19200 N'. To the right, a window titled 'Mdbus Ho...' displays a list of registers with their addresses and values. A blue arrow points from the first row of the table above to the '00001' register in the software window, which has a value of 3456.

Pt. No.	Value
00001	3456
00002	5200
00003	150
00004	0
00005	0
00006	0
00007	0
00008	0
00009	0
00010	0
00011	0
00012	0
00013	0
00014	0
00015	0
00016	0
00017	0
00018	0
00019	0
00020	0
00021	0
00022	0
00023	0

Se observa el dato escrito por el maestro al esclavo

Figura 35. Escritura del registro desde el PLC maestro al esclavo

[-] Mod_Commands[2]	{...}	
[+] Mod_Commands[2].Enable	1	← Bit de habilitación del comando modbus
[+] Mod_Commands[2].EchoReceived	1	
[+] Mod_Commands[2].ScanNumber	12	
[+] Mod_Commands[2].AddressOffsetin...	0	← Numero de esclavo al que se va a enviar la petición
[+] Mod_Commands[2].SlaveAddress	1	
[+] Mod_Commands[2].FunctionCode	3	← Código de la acción que se desea ejecutar
[+] Mod_Commands[2].StartingAddress	2	
[+] Mod_Commands[2].NumberOfPoints	1	
[+] Mod_Commands[2].Spare1	0	
[+] Mod_Commands[2].Spare2	0	

Figura 36. Configuración de comando modbus en el PLC maestro

+ Mod_DataHoldReg4[0]	3456	
+ Mod_DataHoldReg4[1]	5200	
+ Mod_DataHoldReg4[2]	150	

Maestro lee el dato en la tercera localidad

The screenshot shows the Mdbus software interface. A dialog box titled "Mdbus Holding Regs. Change" is open, showing the process of writing a value to a register. The "Pt. No." is set to 00003 and the "Value" is 150. In the background, the "Mdbus Ho..." window displays a list of registers and their values, with 00003 having a value of 150. A blue arrow points from the table in the top image to the dialog box, and another blue arrow points from the dialog box to the "Mdbus Ho..." window.

Se observa el dato que lee el maestro desde el esclavo

Figura 37. Escritura del registro desde el PLC maestro al esclavo

Nombre de Etiqueta	Tipo de etiqueta	Descripcion	Valores validos
Mod_Commands[x].Enable	INT	Determina si esta activado el comando	0=Comando Deshabilitado 1=Comando habilitado siempre 2=Comando habilitado cuando el controlador alcanza el numero de barrido escrito en la etiqueta Mod_Commands[x].ScanNumber 3=Comando habilitado solo en el primer escaneo
Mod_Commands[x].EchoReceived	INT	El controlador maestro escribe un número en este campo si el comando se ha ejecutado correctamente. El número que se haya escrito en la etiqueta Mod_Commands[x].Enable. Por ejemplo, si se establece en la etiqueta Mod_Commands[x].Enabled=3, el controlador escribe un 3 en este campo si el elemento de mando era ejecutado con éxito	0 = el comando esta deshabilitado o no se ejecuto con éxito 1, 2 o 3 = el comando fue ejecutado con éxito, por lo general este valor es 1 debido a que la etiqueta Mod_Commands[x].Enable es típicamente = 1. Escriba 0 en este campo antes de activar las instrucciones para monitorear el cambio, después de que el comando se ejecute.
Mod_Commands[x].ScanNumber	INT	Determina en que escaneo el esclavo ejecuta el comando. Por ejemplo, si escribe un 3 en esta etiqueta, el esclavo sólo ejecutara este comando en el escaneo 3 (de un total de 10). Esto se utiliza sólo si la etiqueta Mod_Commands [x]. Enable = 2. Si la etiqueta Mod_Commands [x]. Enable = 0 o 1, se ignora esta etiqueta.	Cualquier valor entre 0 a 12 por defecto 12



Mod_Commands[x].AddressOffsetinMaster	INT	Establece un desplazamiento en la tabla de datos del controlador cuando una lectura o escritura se ejecuta. Este valor se añade al valor de la etiqueta Mod_Commands[x].StartingAddress para determinar dónde el maestro empieza a leer o escribir datos en su tabla de datos.	0 = Sin desplazamiento Número positivo distinto de cero = con desplazamiento
Mod_Commands[x].SlaveAddress	INT	Designa el número de nodo del esclavo, donde escribe el controlador datos y los lee.	0 a 255
Mod_Commands[x].FunctionCode	INT	Designa el código de la función de un comando modbus	Códigos de funciones en nivel bits 01=Lee estado de una bobina 02=lee estado de entrada 05=escribe una bobina 15=escribe multiples bobinas Códigos de funciones en nivel de word 03=lee holding registers 04=lee registros de entrada 06=escribe un register 16=escribe multiples registers. Ver tabla
Mod_Commands[x].StartingAddress	INT	Este valor se añade a la dirección desplazamiento (es decir, a la etiqueta Mod_Commands [x].AddressOffsetinMaster) para determinar la dirección inicial cuando el maestro lee o escribe en su tabla de datos. Dependiendo del comando del código de función, este valor	Aplicación específica



		puede ser en bits o palabras. Para ejemplo, si esta etiqueta = 5 y el comando utiliza el código de la función 01 (código de nivel de bit - Leer bobinas), la dirección de desplazamiento es aumentado en 5 bits. Sin embargo, si el comando utiliza el código de la función 03 (código de nivel - leer holding registers), la dirección de desplazamiento se incrementa en 5 palabras.	
Mod_Commands[x]. Numberofpoints	INT	Designa el número de puntos que el controlador debe leer o escribir. Dependiendo del comando del código de la función, este valor puede ser en bits o palabras. Por ejemplo, si esta etiqueta = 10 en un comando que utiliza el código de función 03 (código de nivel word- leer Holding Registers), el controlador lee 10 palabras.	Aplicación específica
Mod_Commands[x].S pare1	INT	No se usa	No se usa
Mod_Commands[x].S pare2	INT	No se usa	No se usa

Tabla 7. Parámetros de configuración de comandos MODBUS

DISEÑO HMI EN FACTORYTALK VIEW

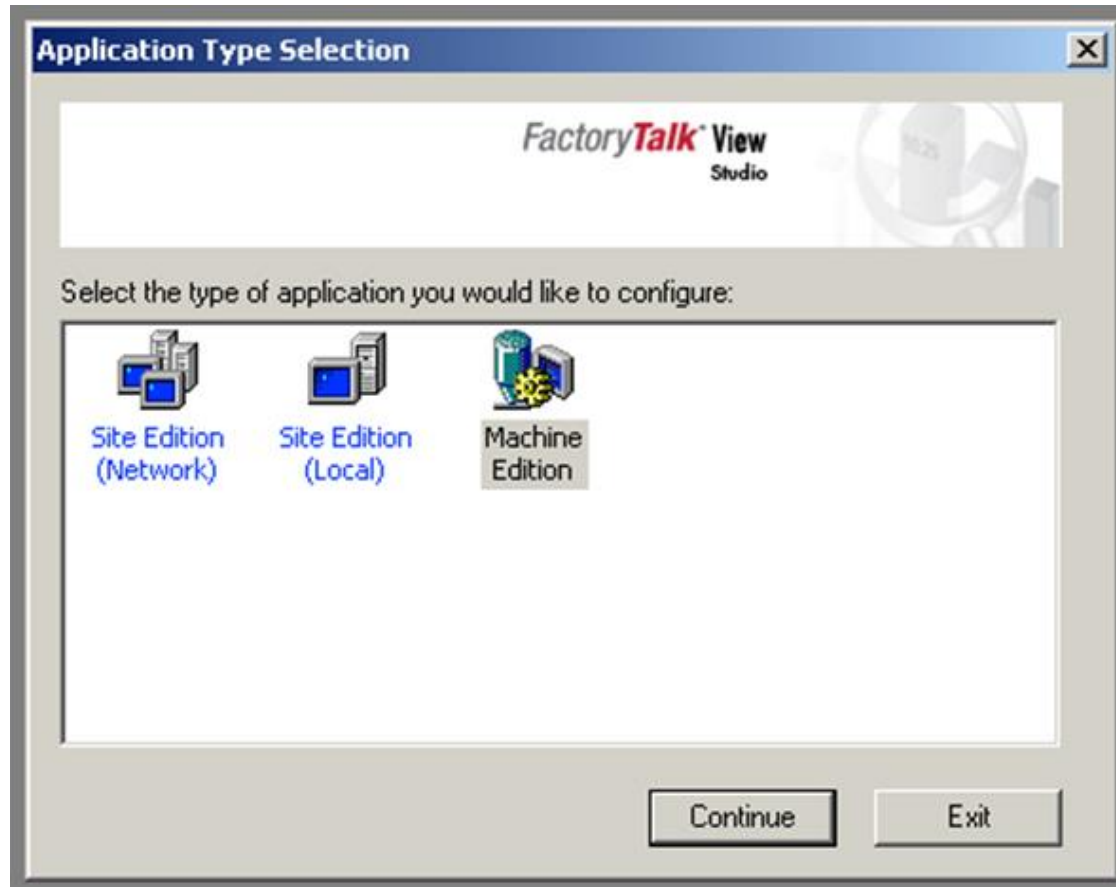


Figura 38. Selección del tipo de aplicación Machine Edition

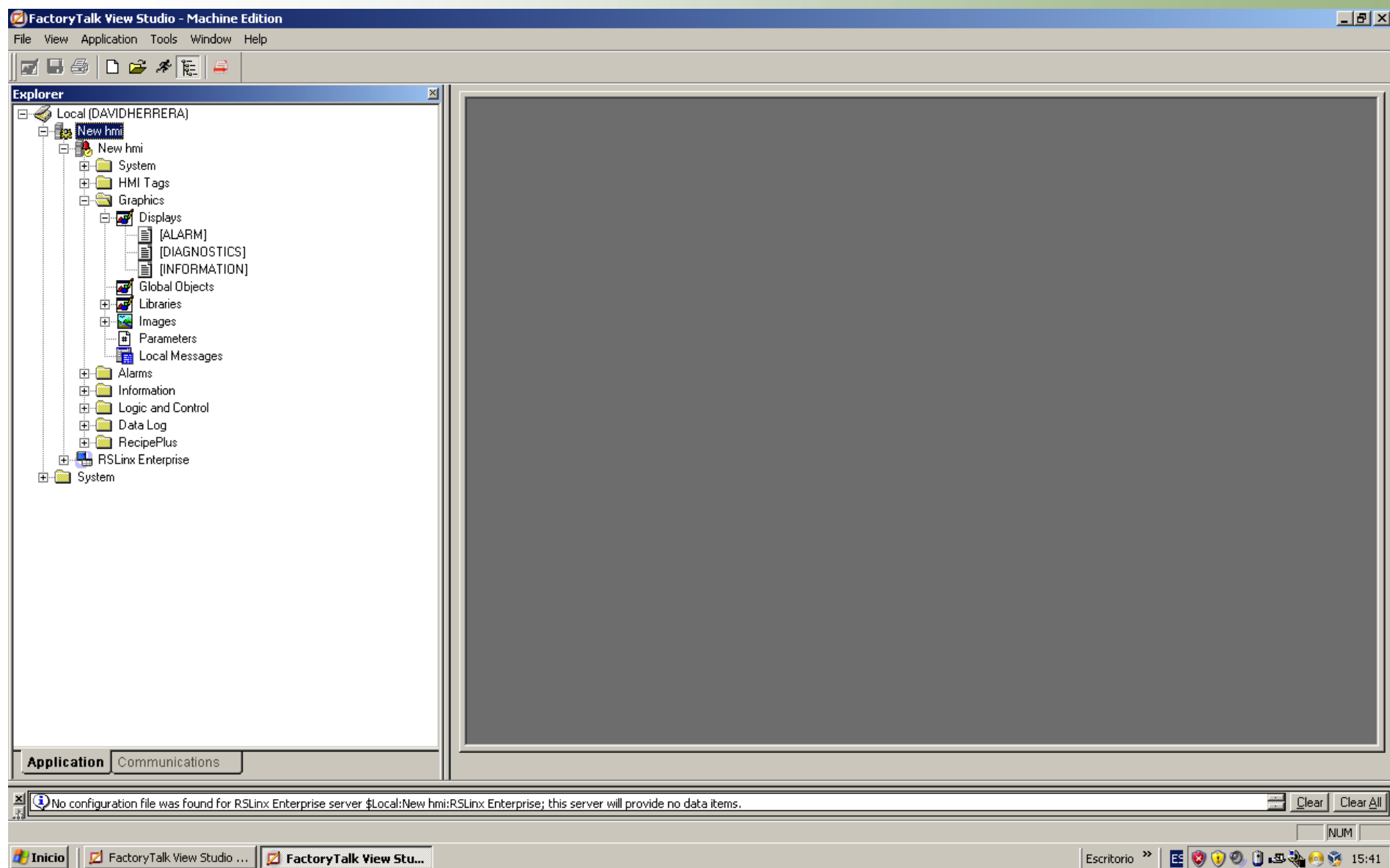


Figura 39. Pantalla de FactoryTalk ME

SERVIDOR DE DATOS

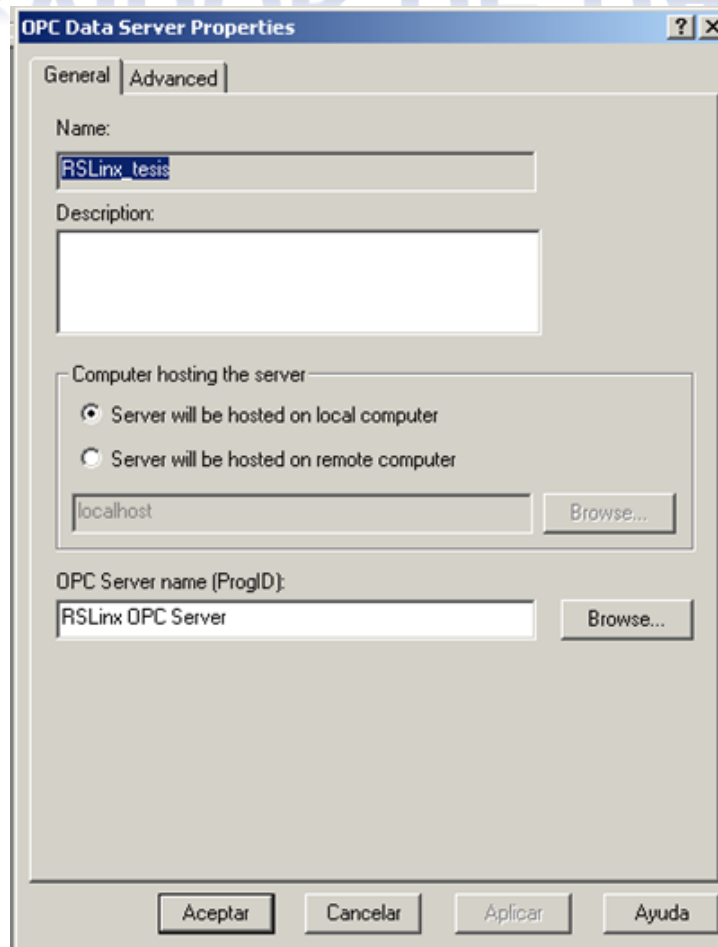


Figura 40. Propiedades de la ventana para añadir el servidor OPC

SERVIDOR DDE/OPC

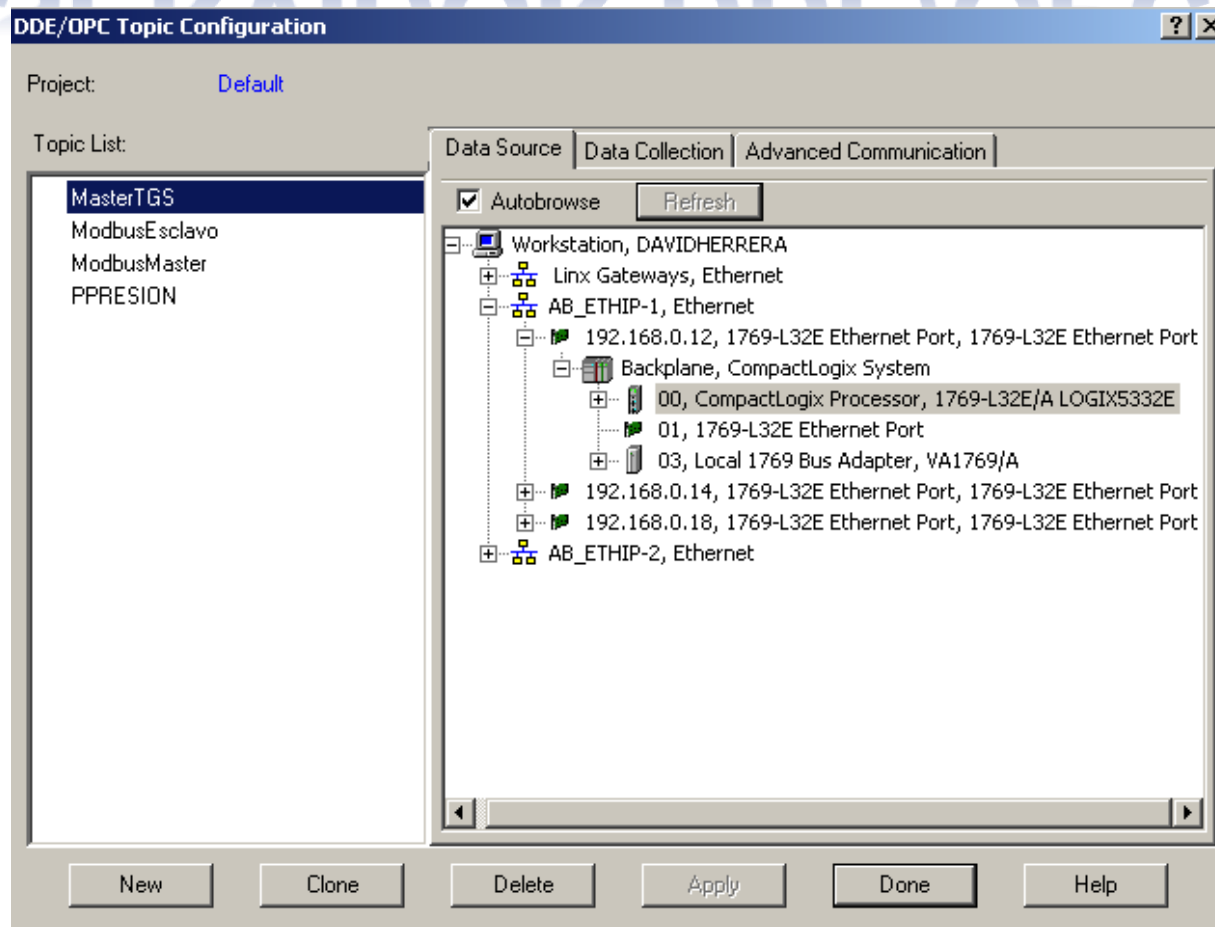


Figura 41. Configuración DDE/OPC desde RSLinx classic

CREAR TAGS

Tags - /tesis2/

Tag

Name:

Type:

Description:

Data Source

Type: Device Memory

Address:

Close

Accept

Discard

New

Help

Search For:

system

	Tag	Type	Description
1			
2	CVpr	Analog	
3	flujo	Analog	flujo
4	foco	Digital	
5	nivel	Analog	nivel de tanque
6	PVpr	Analog	
7	SETP	Analog	

Figura 42. Crear y configurar tags



CREAR TAGS

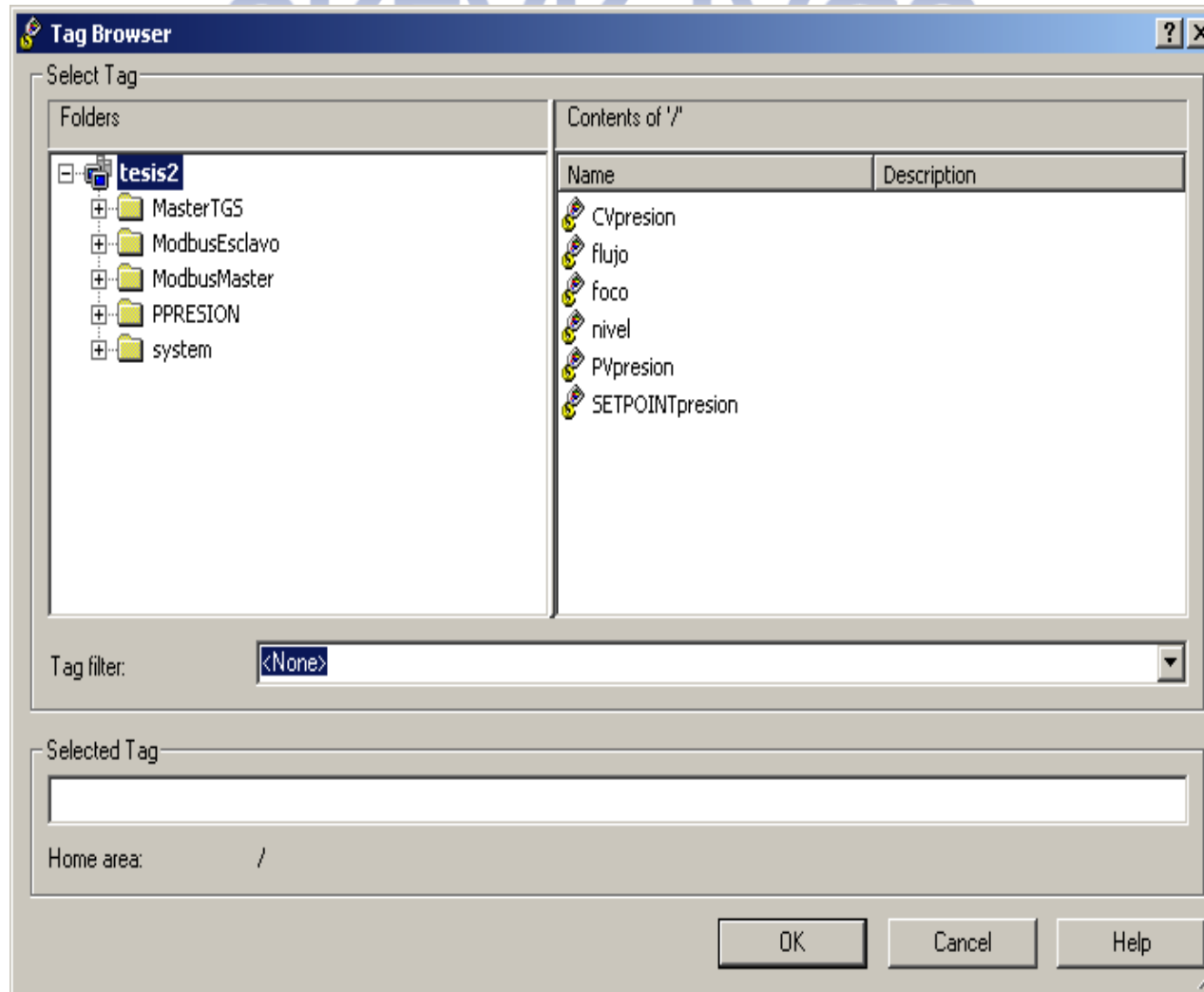


Figura 43. Vinculación de los Tags del PLC.

SERVIDOR DE HISTÓRICOS

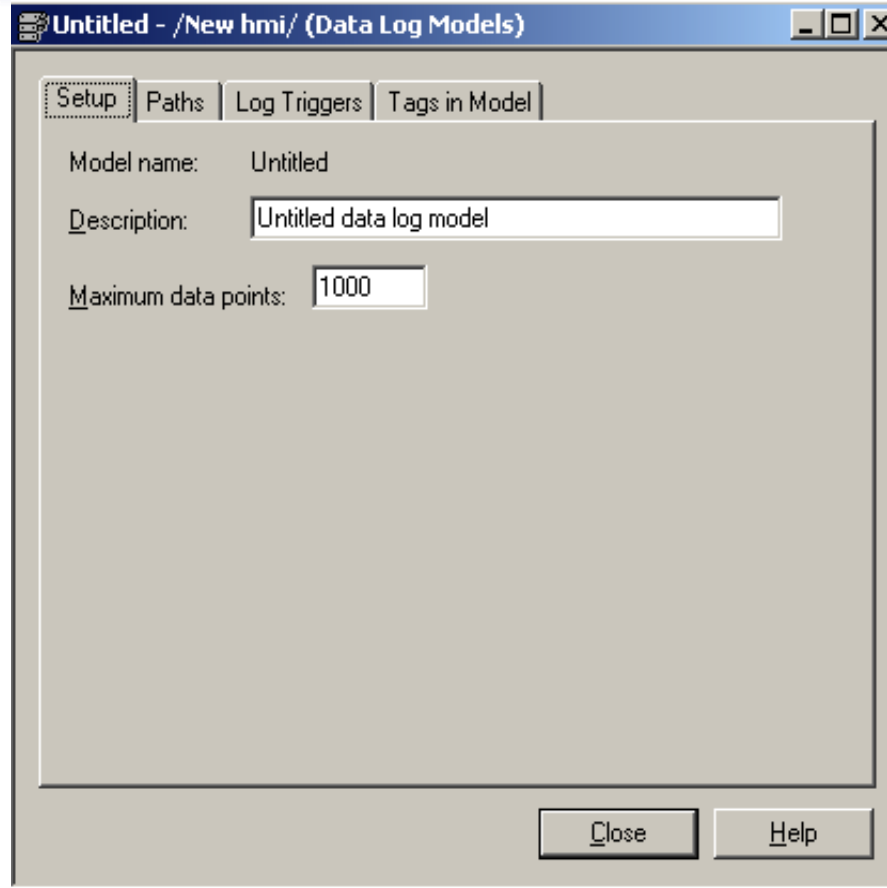


Figura 44. Configuración del servidor de históricos DATALOG

CONFIGURACIÓN DE ALARMAS

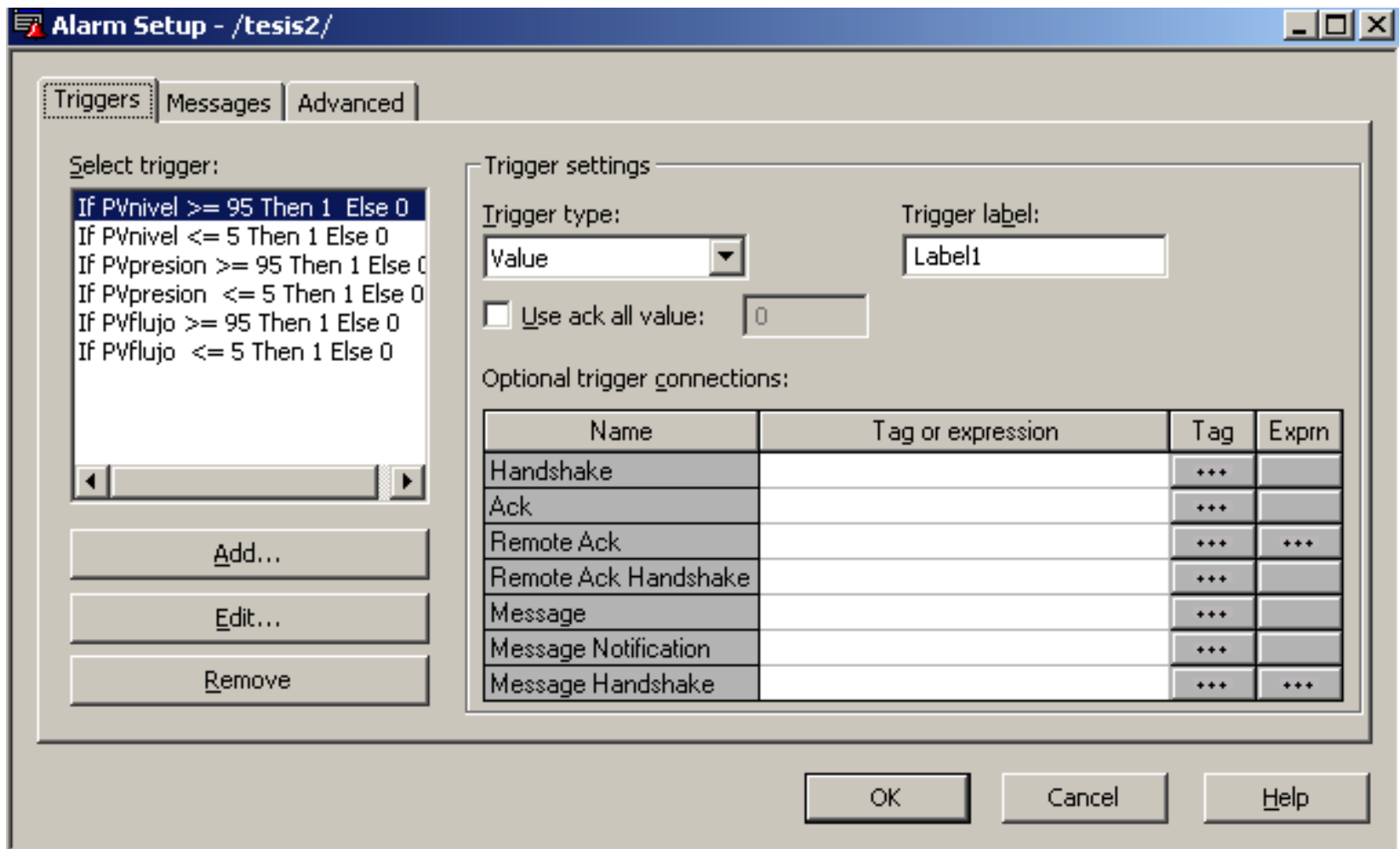


Figura 45. Ventana de configuración de alarmas

CONCLUSIONES

- Se verificó que el diseño e implementación de una red industrial utilizando protocolo MODBUS RTU tienen las características necesarias para monitorear y controlar las estaciones de procesos de nivel, flujo y presión en el laboratorio de redes industriales y control de procesos de la ESPE extensión LATACUNGA.
- Se comprobó que MODBUS RTU al ser un protocolo abierto se puede comunicar entre dispositivos de cualquier fabricante siempre y cuando tengan como especificación técnica que puede comunicarse en una RED MODBUS RTU serial y que se tenga presente las localidades de las variables MODBUS de los dispositivos.
- Se verificó que la implementación lograda con los módulos conversores 1761 NET AIC es la más económica ya que existen módulos simples de configurar pero muy costosos.
- Se observó que el PLC MAESTRO COMPACTLOGIX L32E se puede comunicar inalámbricamente por medio de un ROUTER WIRELESS y una tarjeta wifi del computador maestro siendo una comunicación rápida y en tiempo real

RECOMENDACIONES

- Familiarizarse y estudiar sobre el uso de todos los elementos que se utilizo en la red de comunicación para minimizar al máximo los errores por manipulación indebida y evitar fallos y daños en los equipos.
- Tener cuidado al momento del conectar los módulos de entrada y salidas analógicas ya que si no se tiene un conocimiento previo del cableado se puede provocar daños en los módulos
- Verificar que las configuraciones de los módulos para adquirir o generar algún tipo de señal son las correctas ya que si se adquiere una señal con un tipo de variable física diferente los módulos se pueden averiar

BIBLIOGRAFÍA

- <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/171/4/Cap%203.pdf>
- <http://www.etitudela.com/entrenadorcomunicaciones/downloads/5modbus.pdf>
- <http://www.masadelante.com/faqs/wireless>
- <http://www.cl.endress.com/eh/sc/america/cl/es/home.nsf/#page/id/CAE4CFB23FD0641BC1257328005FE17F>