



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“ADAPTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE CONTROL ABIERTO DE PROCESOS
(OPC) AL LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN (FIEC)
PARA LA ADMINISTRACIÓN REMOTA DE LA PLANTA DE REGULACIÓN DE
PRESIÓN Y LA INTEGRACIÓN CON EL LABCON”

INFORME DE PROYECTO DE GRADUACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERÍA EN CIENCIAS COMPUTACIONALES ORIENTACIÓN SISTEMAS
TECNOLÓGICOS

Presentado por:

VÍCTOR GABRIEL GONZÁLEZ RUGEL

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2015

AGRADECIMIENTO

Principalmente al Msc. Juan Del Pozo, director de tesis, como al Ing. Franklin Kuonqui por su ayuda y colaboración en la realización de este Proyecto de Graduación.

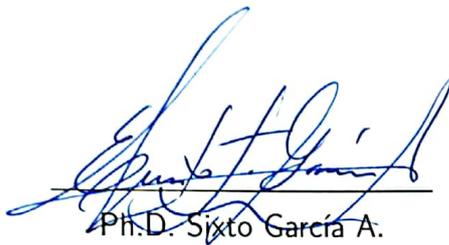
Al Msc. Holger Cevallos por permitirme usar la Planta de Presión del Laboratorio de Instrumentación Industrial.

A todas las personas que me brindaron su apoyo y su ayuda incondicional, ya que sin sus palabras de aliento no hubiésemos podido salir adelante y supieron animarme en los momentos más difíciles.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios y a mis padres, ya que sin su apoyo incondicional no hubiésemos podido culminar con éxito mis estudios.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



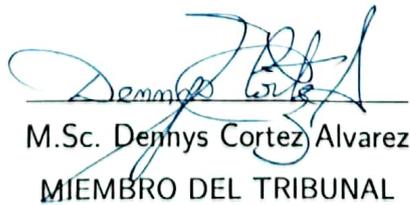
Ph.D. Sixto García A.

SUBDECANO SUBROGANTE DE LA FIEC



M.Sc. Juan del Pozo Lemos

DIRECTOR DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN



M.Sc. Dennys Cortez Alvarez
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de este Informe, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo, a la Escuela Superior Politécnica del Litoral".

(Reglamento de exámenes y títulos profesionales de la ESPOL)



Víctor Gabriel González Rugel

RESUMEN

Este trabajo consiste en el análisis de las presentes herramientas utilizadas para el desarrollo de prácticas en el Laboratorio de Instrumentalización Industrial (LII) y los problemas que se enfrentan. Se plantea como metodología, la introducción de la tecnología de Control Abiertos de Procesos (OPC) en el LII, que además de simular el ambiente industrial controlado en tiempo real, deja una puerta abierta a la aplicación de técnicas de control remoto, con las cuales se pretende emplear en el Laboratorio de Control Automático (LCA), integrando con el sitio web LABCON.

Para cumplir estas condiciones, se hace un análisis y se justifica el uso de los equipos de campo, Matlab-Simulink y una aplicación de Moeller (Eaton)(MO), que en conjunto logran establecer una comunicación cliente-servidor OPC entre la planta de Regulación de Presión de LII y LABCON.

Se expone la configuración de los equipos de campo y de Matlab-Simulink, el desarrollo de los elementos que contienen toda la información necesaria para la comunicación OPC.

Finalmente se expone la información necesaria para la operación del sistema de forma remota, de la Planta de Regulación de Presión y los documentos de práctica y pre-práctica correspondientes.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	II
DEDICATORIA	III
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	IV
DECLARACIÓN EXPRESA	V
RESUMEN	VI
ÍNDICE GENERAL	VII
ABREVIATURAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XVI
INTRODUCCIÓN	XVIII
1 ANTECEDENTES	1
1.1 Identificación de la problemática	1
1.1.1 Problemas que se presentan	2

1.1.2	Tecnología utilizada	3
1.2	Justificación del proyecto de tesis	5
1.3	Objetivos	5
1.3.1	Objetivo general	5
1.3.2	Objetivos específicos	6
1.4	Metodología propuesta como solución	6
1.5	Principales antecedentes	7
1.5.1	Trabajos relacionados	8
1.5.2	Resultados obtenidos	8
1.5.3	Comparación con la metodología propuesta	9
1.6	Alcance de la solución	10
1.7	LabCon	11
2	SELECCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA A UTILIZARSE	12
2.1	Análisis de las herramientas disponibles	12
2.1.1	Software para la adquisición de datos	12
2.1.1.1	Matlab Simulink OPC Cliente	13
2.1.1.2	S40 OPC SERVER, Moeller (Eaton)	15
2.1.2	Hardware para la implementación del control del sistema	17

	IX
2.1.2.1	Equipo de Campo para el Control de Procesos 17
3	IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN 29
3.1	Habilitación de la comunicación entre el equipo de campo y el servidor . . . 29
3.1.1	Configuración general del hardware para la implementación de la adquisición de datos del sistema 29
3.1.1.1	Requerimientos mínimos de funcionamiento 29
3.1.1.2	Configuración del PLC PS-40, Moeller (Eaton) 30
3.1.1.3	Configuración del Equipo de Campo a través de S40 OPC Server, Moeller (Eaton) 39
3.1.2	Uso de módulos de Entrada/Salida 39
3.2	Configuración de la herramienta Opc Cliente de Matlab Simulink con el S40 Opc Server, Moeller (Eaton) 41
3.2.1	Uso de herramienta OPC cliente de Matlab Simulink 41
3.2.2	Creación de Bloque para la planta de trabajo Control de Presión . . 56
3.3	Integración con LabCon 66
3.3.1	Integración de Bloques de Matlab Simulink con LabCon 66
3.3.2	Integración OPC Server con LabCon 67
4	PRUEBA SOBRE UN EXPERIMENTO (Adquisición de datos para obtener el punto de operación apropiado) 70
4.1	Pre práctica del Experimento 71

	X	
4.2	Habilitación de la comunicación entre el equipo de campo y LabCon	72
4.3	Pruebas de comunicación	73
4.3.1	Resultados Deseados	74
4.3.2	Resultados Obtenidos	75
4.4	Práctica del Experimento	75
CONCLUSIONES		79
RECOMENDACIONES		81
ANEXOS		83
BIBLIOGRAFÍA		86

ABREVIATURAS

bar	Unidad de presión equivalente aproximadamente igual a una atmósfera
Bit	Binary digit - Dígito binario
bits	Combinaciones de bit
E/S	Entrada / Salida.
Hz	Frecuencia en hercios.
IP	Internet Protocol - Protocolo de Internet
LCA	Laboratorio de Control Automático.
LII	Laboratorio de Instrumentación Industrial.
mA	Corriente en mili-amperios.
OPC	Open Process Control - Control Abierto de Procesos.
OPC-DA	Open Process Control - Data Access, Estándar de Acceso de Datos de OPC.
PCI	Interconexión de Componentes Periféricos - Peripheral Component Interconnect.
RS-232	Recommended Standard 232 - Estándar Recomendado 232
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition - Control, Supervisión y Adquisición de Datos.
V	Voltaje.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Comunicación OPC entre Plan de Presión y el Servidor LabCon	7
Figura 1.2	Alcance de la solución	10
Figura 2.1	Herramienta OPC de la librería Simulink	13
Figura 2.2	Bloque de configuración OPC	14
Figura 2.3	Bloque de lectura OPC Read	15
Figura 2.4	Bloque de escritura OPC Write	15
Figura 2.5	Esquema trabajo OPC Server	16
Figura 2.6	Programa Configurator de S40 OPC Server	16
Figura 2.7	Programa Administration Tool de S40 OPC Server	17
Figura 2.8	Equipo de Campo EASY209-SE Ethernet-Gateway	18
Figura 2.9	Módulos Moeller PS4-201-MM1, LE4-206-AA2	20
Figura 2.10	Tanques de Presión-Planta Gunt RT450.03	21
Figura 2.11	Válvula de control neumática-Planta Gunt RT450.03	22

Figura 2.12	Sensor de Presión-Planta Gunt RT450.03	23
Figura 2.13	Disyuntor electrónico.	23
Figura 2.14	Fuente de voltaje de 24 Vdc.	24
Figura 2.15	Compresor de aire	25
Figura 2.16	Válvula de control neumática IQ Mini	26
Figura 2.17	Sensores de presión MBS 3000	26
Figura 2.18	Universal Plug-in relay - Zelio RUM	27
Figura 2.19	Diagrama P&ID de la planta de regulación de presión	27
Figura 2.20	Arquitectura de control del proyecto de graduación	28
Figura 3.1	Configuración de cable de comunicación de la interfaz RS232	31
Figura 3.2	Icono de acceso directo EASY209-SE Configurator	31
Figura 3.3	Acceso directo EASY209-SE Configurator	32
Figura 3.4	Programa EASY209-SE Configurator	33
Figura 3.5	Búsqueda Sistemas Remotos disponibles	34
Figura 3.6	Módulos del PLC	35
Figura 3.7	Configuración de la entrada analógica	36
Figura 3.8	Configuración de la salida analógica	36
Figura 3.9	Editor de POU	38

Figura 3.10 Configuración del OPC Servidor	40
Figura 3.11 Visor de Entradas Salidas	40
Figura 3.12 OPC Cliente	41
Figura 3.13 Matlab y su librería Simulink	42
Figura 3.14 Pasos para crear un nuevo modelo	43
Figura 3.15 Ventana Bloque de Parámetros de OPC Configuration	44
Figura 3.16 Ventana “OPC Client Manager”	45
Figura 3.17 Ventana “OPC Server Properties”	45
Figura 3.18 Configuración del Servidor Opc	46
Figura 3.19 Servidor OPC Configurado y Conectado	47
Figura 3.20 Configuración de bloque de parámetros: OPC Configuration	48
Figura 3.21 Bloque OPC Config configurado con display para la visualización de la latencia	48
Figura 3.22 Bloque OPC Config configurado con display para la visualización de la latencia	49
Figura 3.23 Propiedades Bloque OPC Read	50
Figura 3.24 Asignación de canal presión, msens1 al bloque OPC Read	51
Figura 3.25 Propiedades configuradas del Bloque OPC Read	52
Figura 3.26 Bloque OPC Write agregado al modelo	53

Figura 3.27	Propiedades del Bloque OPC Write	54
Figura 3.28	Asignación del canal presión.mval al bloque OPC Write	55
Figura 3.29	Propiedades configuradas de los bloques OPC Write	56
Figura 3.30	Bloques OPC	57
Figura 3.31	Planta de Regulación de Presión	57
Figura 3.32	Propiedades del bloque OPC Config y modelo creado	58
Figura 3.33	Propiedades configuradas para cada señal de la planta de regulación de presión	59
Figura 3.34	Bloque configurados de la planta de regulación de presión	61
Figura 3.35	Configuración final de la señal msens1 (sensor de presión de aire)	62
Figura 3.36	Configuración final de la señal mval	62
Figura 3.37	Seleccionar todos los bloques para crear un subsistema	63
Figura 3.38	Creación del subsistema presión	63
Figura 3.39	Cambio de nombres a las entradas y salidas del subsistema creado	64
Figura 3.40	Subsistema Planta Neumática listo para usar	65
Figura 3.41	Pasos para la configuración del tiempo de muestreo del subsistema	65
Figura 3.42	Configuración del tiempo de muestreo para la planta de regulación de presión	66
Figura 3.43	Instalación S40 OPC Server	67

Figura 3.44	Instalación S40 OPC Server	68
Figura 3.45	Asistente de Instalación S40 OPC Server	68
Figura 3.46	Ubicación S40 OPC Server	69
Figura 4.1	Sitio Web LabCon	73
Figura 4.2	Diagrama de Bloques Prueba de comunicación	74
Figura 4.3	Resultado Obtenidos	75
Figura 4.4	Diagrama de Bloques Práctica	76
Figura 4.5	Diagrama de Bloques Práctica	77
Figura 4.6	Diagrama de Bloques Práctica	78
Figura 1	Diseño Amplificador	84
Figura 2	Vista de la amplificador terminado	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Lista de Componentes Planta de presión Gunt RT450.03	28
Tabla 2	Parámetros asignados al dispositivo EASY209 SE	34
Tabla 3	Configuración de Topología	35
Tabla 4	Variables del PLC	37
Tabla 5	Ejemplo de asignación de una señal a un bloque de lectura o escritura	49
Tabla 6	Propiedades a configurar para cada señal de la planta	59
Tabla 7	Lista verificación de comunicación	72
Tabla 8	Valores de calibración	75
Tabla 9	Resultados	77

INTRODUCCIÓN

Muchos de los progresos obtenidos en las industrias, tanto en software para adquisición como en hardware para automatización, análisis y medición, se han llevado a cabo gracias a los grandes avances tecnológicos que permiten que todos sus productos y servicios actúen con mayor precisión y rapidez en la obtención de datos e información de utilidad.

El presente tema de tesis, propone la incorporación de tecnología de última generación al Laboratorio de Instrumentalización Industrial de la FIEC, para darle un ambiente similar al de las industrias actuales y así, los estudiantes que cursan en el laboratorio de Control Automático de la FIEC tengan al alcance recursos de otros laboratorios que fomenten su aprendizaje e investigación en su área de especialización.

La tecnología a usarse es conocida como OPC, estándar incorporado en la mayoría de los equipos industriales, que comunica equipos de diferentes fabricantes, sin necesidad de controladores externos. Este estándar, en conjunto con un equipo de campo capaz de administrar la Planta de Regulación de Presión del LII, con los cuales se integra al sitio web LabCon, desde donde los estudiantes podrán realizar esta práctica, a tiempo real sin necesidad de estar presente en el laboratorio.

CAPÍTULO 1

1. ANTECEDENTES

En este capítulo, se analiza la tecnología presente en LII y se identifica los inconvenientes por los que atraviesa al momento de permitir la realización de prácticas sobre la Planta de Regulación de Presión, además se plantean los objetivos que se desean alcanzar justificando su desarrollo y exponiendo su alcance. Se finaliza el capítulo mediante la exposición de manera breve de trabajos relacionados al proyecto de tesis y LabCon.

1.1. Identificación de la problemática

La materia de Control Automático cuenta con su propio laboratorio experimental donde existen varios bancos de prueba para desarrollar diferentes experimentos, en la actualidad los bancos de pruebas existentes en el LABORATORIO DE CONTROL AUTOMÁTICO solo utilizan el hardware de National Instrument para la adquisición de datos y no analizan problemática de sistemas de presión.

Por lo mencionado es necesario que el laboratorio de control automático pueda contar con un experimento que demuestre poder trabajar con diferentes tipos de hardware de adquisición de datos como de la marca Moeller (Eaton) en un laboratorio diferente e identificar el punto de operación para su posterior diseño de controladores y el manejo de estos sistemas.

También se debe considerar que se analiza que el servidor de LabCon así como el sitio web, puede soportar diferentes sistemas de adquisición de datos de manera conjunta y demostrando que se puede implementar en laboratorios como el de Instrumentación Industrial.

1.1.1. Problemas que se presentan

Las tarjetas de adquisición de datos utilizadas en el LII son de tipo Interconexión de Componentes Periféricos (PCI) y se adapta al computador por medio de una ranura interna con iguales características, a través de este medio, sólo se puede controlar y monitorear las señales de una planta de trabajo a la vez y de manera localizada.

También las plantas pueden trabajar a través de el dispositivo de interfaz de programación (RS 232) que se adapta al computador a través del puerto de comunicaciones de 9 pines (COM1); por la cual solo se puede controlar y monitorear las señales de una planta de trabajo a la vez y de manera localizada, lo que dificulta el monitoreo desde otro computador.

Si ese es el caso, es necesario instalar una tarjeta de adquisición en cada computadora de LII, o que esta dispongan de un puerto COM1 el cual en las computadoras actuales ya no se dispone, siendo esta una desventaja ya que se generarían gastos innecesarios, que pueden servir para cubrir una solución más especializada en el manejo de esta problemática.

Como la planta de trabajo se encuentra en el LII, si se dispone a utilizar por el LCA se vería necesario en ocupar el lugar de trabajo que interrumpirá las actividades internas del laboratorio.

1.1.2. Tecnología utilizada

Los recursos de Software y Hardware utilizados en el LII en conjunto con el LCA son múltiples, a continuación se nombran los de mayor aporte en el crecimiento de la funcionalidad del laboratorio.

En cuanto a Software se cita a Matlab, Software matemático que ofrece un entorno de desarrollo integrado que cuenta con herramientas potentes que ayudan en la construcción de controladores, identificación y simulación de sistemas, etc.

Las herramientas utilizadas son:

Sucosoft S40 v5.0.- Es un software elaborado para cargar los PLC de la marca Klockner Moeller. Proporciona herramientas específicas para la puesta en marcha, de prueba y las tareas de acuerdo con el tipo de autómatas programables.

PLCopen ha certificado Sucosoft S40 en el cumplimiento de los estándares "Base Level" y "Portability level".

S40 OPC SERVER, Moeller (Eaton).- El OPC server ofrece a los OPC clientes una lista de variables de la que puede seleccionar y tener acceso, también puede ajustar la velocidad de transferencia de datos a sí mismos.

El OPC server ofrece a cualquier OPC cliente conectado con los datos específicos solicitados.

El S40 OPC server permite el acceso a toda la gama de marcadores de diferentes PLC compatibles, y también permite que varios controles para ser conectados al mismo tiempo, el rango de mercado de cada PLC o sus marcadores individuales se puede ajustar por separado según sea necesario.

EASY209-SE configurador.- El EASY209-SE software que a través de la red Et-

hernet configurado el Ethernet Gateway EASY209-SE .

SIMULINK.- Herramienta para el modelaje, análisis y simulación de una amplia variedad de sistemas físicos y matemáticos, inclusive aquellos que hacen uso de tiempos continuos y discretos.

Cuenta con un conjunto de librerías de bloques existentes, de los cuales las que se usan con más frecuencia en el LCA son:

Librería Simulink.- Contiene un conjunto de bloques que cumplen con las funciones básicas y esenciales, tales como: Commonly used blocks, Continuous, Math Operations, Signal Routing, Sinks, etc.

Librería Real time Windows Target. - Para realizar simulaciones en tiempo real.

En cuanto al Hardware, se encuentra con el PLC PS4-201-MM1 y su módulo analógico LE4-206-AA2, también el Ethernet Gateway EASY209-SE.

El PLC de la marca Klockner Moeller consta de la unidad básica PS4-201-MM1 con alimentación eléctrica, interfaz de programación, CPU, memoria, 8 entradas digitales y 5 salidas digitales.

En las entradas se debe conectar como máximo una tensión de 24V. Las salidas dan una señal de 24V.

LE4-206-AA2 es un módulo de 4 entradas analógicas de corriente de 0/4-20mA y 2 salidas analógicas de corriente de 0/4-20mA.

EASY209-SE Ethernet Gateway proporcionado con una interfaz serie RS232 para la comunicación con el PLC y la interfaz de red Ethernet.

1.2. Justificación del proyecto de tesis

En el laboratorio de control automático se realizan prácticas con el objetivo de implementar los conocimientos adquiridos en la materia de CONTROL AUTOMÁTICO de la FIEC.

Este banco de prueba va a permitir la realización de experimentos, donde se podrá realizar la comprobación teórica de las estrategias de control, aplicada a los sistemas neumáticos y determinar su punto de operación apropiado, para demostrar técnicas de control por variables de estado.

Este banco de pruebas ayuda a que los estudiantes, realicen prácticas con diferentes tipos de hardware como sería en una planta industrial real.

Además este banco de pruebas permite demostrar que LabCon puede trabajar con diferente hardware y software de adquisición de datos amparados en el estándar OPC.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Incluir una solución tecnológica moderna que permita controlar abiertamente los procesos de la planta de trabajo del LII, para que los estudiantes del LCA puedan acceder a ella en tiempo real y bajo un ambiente de trabajo similar al que se puede encontrar en las industrias.

1.3.2. Objetivos específicos

- Reutilizar y construir un banco de prueba de un sistema neumático, para el análisis de las estrategias de control de los sistemas multivariables.
- Hacer la adquisición de datos del banco de prueba neumático y determinar su punto de operación apropiado para, aplicar técnicas de control por variables de estado.
- Implementar la estructura del control remoto para, operar el banco de prueba neumático desde el Laboratorio de Control Automático utilizando el sistema LabCon.
- Proporcionar la información necesaria, para la operación del sistema en forma remota del banco de prueba neumático y proporcionar los documentos de pre-práctica y práctica correspondientes.

1.4. Metodología propuesta como solución

El proyecto de tesis consiste en comunicar la planta de Regulación de Presión del LII con el Servidor LabCon del LCA, a través de Equipos de Campo basándonos en la tecnología de Control Abierto de procesos (OPC).

El equipo de Campo se compone la planta de trabajo que se conecta al PLC de control por conexión directa, el módulo de Ethernet se conecta directamente al PLC y este se enlaza con el Servidor OPC mediante la red Ethernet, de este modo brindando en canal de comunicación del servidor LabCon con el Equipo de campo.

La comunicación entre la planta de trabajo y el Servidor LabCon, se lleva mediante el enlace entre el Servidor OPC que se conecta al equipo de campo y el cliente OPC del Servidor LabCon, que se encuentra alojado en una de la librerías de Matlab-Similink como se muestra en la Figura 1.1.

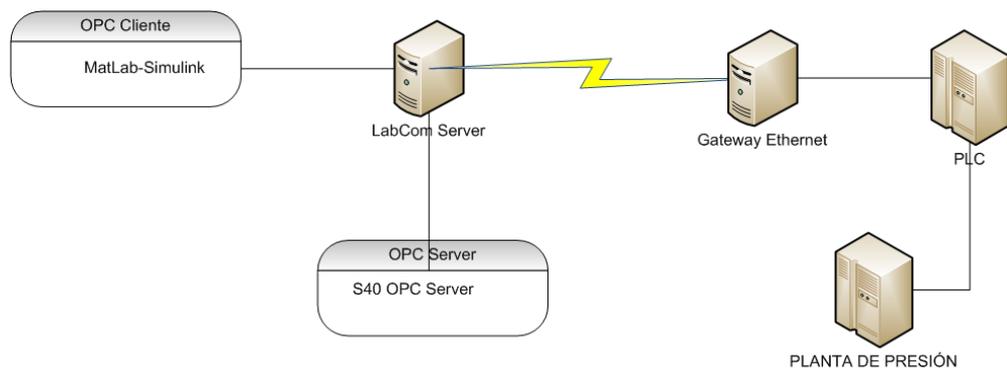


Figura 1.1: Comunicación OPC entre Plan de Presión y el Servidor LabCon

Primero se realiza el rediseño del banco de prueba, para posteriormente construirlo.

- Se configura el PLC con las respectivas variables a utilizar.
- Se configurara la comunicación Ethernet entre el PLC y el OPC Server.
- Se configura el S40 OPC server y el OPC cliente en Matlab Simulink.
- Se crean los bloques de control de la Plata de regulación de Presión .
- Se realiza la implementación del OPC server sobre el servidor de LabCon.

1.5. Principales antecedentes

En la búsqueda de mejorar las técnicas y métodos de aprendizaje, las materias de ingeniería han incorporado a los laboratorios experimentales como material de apoyo.

Sin embargo, para que se puedan colaborar con la enseñanza e investigación, deben actualizarse tanto en programas como equipos; con el desarrollo de la tecnología pone a nuestro alcance soluciones que favorecen a preparar al estudiantes al mundo laboral que nos espera.

Actualmente, una de las técnicas aplicadas en los laboratorios experimentales de ingeniería de muchas instituciones, es la manipulación en forma remota. En la siguiente sección se expone un trabajo relacionado al control remoto, además de la solución que se implemento para alcanzar su objetivo.

1.5.1. Trabajos relacionados

Como planta dentro del LCA se desarrollaron diferentes proyectos de graduación teniendo una similitud con:

ADAPTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE CONTROL ABIERTO DE PROCESOS (OPC) AL LABORATORIO DE CONTROL AUTOMÁTICO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y COMPUTACIÓN (FIEC) PARA LA ADMINISTRACIÓN REMOTA DE SUS PLANTAS DE TRABAJO.

De la Ing. VERÓNICA JULISSA RAZA GARCÍA.

Este trabajo de tesis consiste en el análisis de las presentes herramientas utilizadas para el desarrollo de las prácticas del Laboratorio de Control Automático (LCA) y los problemas que se presentan. Se plantea como metodología, la introducción de la tecnología de Control Abierto de Procesos (OPC) en el LCA, que además de simular un ambiente industrial controlado a tiempo real, deja una puerta abierta a la aplicación de técnicas de control remoto, llevada actualmente a cabo mediante el desarrollo de un sitio web.

1.5.2. Resultados obtenidos

Establecer la comunicación entre las plantas de trabajo y el servidor LabCon mediante el uso del estándar industrial OPC.

Introduce de manera exitosa en el LCA el ambiente industrial, mediante la incor-

poración de los equipos de campo.

Este sistema permite realizar experimentos remotos tanto desde el LCA como a través del sitio web LabCon, convirtiéndose en un pilar fundamental al establecer comunicación entre los recursos, debido a sus características de red.

Al finalizar el proyecto, se logró incorporar a la mesa de trabajo en total cuatro plantas, las dos que fueron configuradas desde el inicio de este proyecto y las otras correspondientes a la planta de nivel en tres tanques y una reguladora de PH que en la actualidad se encuentran en pruebas.

1.5.3. Comparación con la metodología propuesta

Se pueden observar similitudes entre ambos proyectos con sus objetivos iniciales un poco diferentes, se busca en ambos el beneficio del estudiante y su posibilidad de tener más herramientas y conocimiento.

Por una parte, el proyecto de Tesis de la Ing. Verónica Julissa Raza García demuestra la posibilidad de controlar de manera remota plantas en tiempo real y dando la posibilidad al estudiante de poder realizar la práctica desde la comodidad de su casa.

Como similitud destacada, es el uso de interfaces estándares industriales como es el caso de OPC, que permite integrar los laboratorios remotos de LCA y LII en un solo sitio web LabCon para controlar sus experimentos.

Logrando la integración de proyectos de las diferentes aéreas experimentales, para que así los estudiantes obtengan un acercamiento más real donde van a desarrollarse como futuros profesionales.

1.6. Alcance de la solución

El proyecto de tesis tiene como propósito adaptar la tecnología de Control Abierto de procesos al LII, cuya comunicación entre las plantas de trabajo y el Servidor LabCom es necesaria para que el sitio web funcione correctamente.

Esta adaptación, permite incluir una planta de trabajo de otro laboratorio que podrá ser monitoreada y operada a la vez, en tiempo real. Para realizar las respectivas pruebas, se dispone de la planta de Regulación de Presión, incorporándola en LabCon como otra práctica para que el estudiante obtenga más recursos que fomenten su aprendizaje.

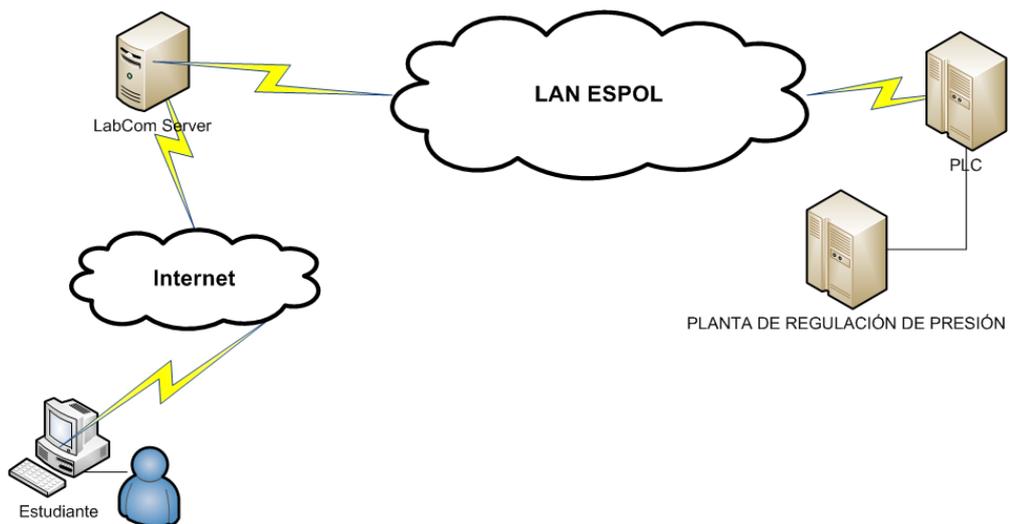


Figura 1.2: Alcance de la solución

1.7. LabCon

El sitio web LabCon presentamos un laboratorio con experiencias reales accesibles a través de Internet.

El objetivo está enfocado en la reducción de costos de los recursos para la enseñanza y sobretodo en el aprovechamiento del tiempo para el uso de dichos recursos.

Este laboratorio facilita al estudiante la utilización de equipos a los que habitualmente tiene acceso únicamente en horarios restringidos y sometidos a la disponibilidad de horarios de los responsables del laboratorio.

El uso de las nuevas tecnologías de enseñanza, abre nuevos caminos y contribuye a hacer posible el acceso de recursos que mejoran la calidad de la enseñanza en los países menos desarrollados.

Para mayor información puede consultar la tesis:

“LABORATORIOS REMOTOS: COMUNICACIÓN CLIENTE SERVIDOR Y EJECUCIÓN REMOTA PARA LAS PRÁCTICAS DEL LABORATORIO DE CONTROL AUTOMÁTICO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN (FIEC)”

De los Ing. HUMBERTO RENE AGUILAR IÑIGUEZ e Ing. CHRISTIAN ALEXANDER IDROVO WONG.

CAPÍTULO 2

2. SELECCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA A UTILIZARSE

A continuación, se detallan las herramientas seleccionadas para la elaboración de la estructura del proyecto de tesis y la justificación de su uso. Se exponen también algunas de las características más relevantes de cada una de ellas.

2.1. Análisis de las herramientas disponibles

Las Herramientas disponibles se dividen en software y hardware las cuales se detallan a continuación.

2.1.1. Software para la adquisición de datos

Para la adquisición de datos, no es necesario contar sólo con el hardware conveniente, sino también con el software que permita una buena interacción y comunicación con los componentes.

Este tipo de software, facilita la adquisición de datos de la planta de trabajo y los pone a disposición de manera procesable para cualquier aplicación que interactúe con ellos. En las siguientes secciones se presenta la justificación del software seleccionado para el proyecto y el propósito que cumplirá cada uno de ellos en el

desarrollo del mismo.

2.1.1.1. Matlab Simulink OPC Cliente

La selección de Matlab-Simulink para el desarrollo del modelo de control de la plantas de Regulación de Presión en el laboratorio, se debe a que pese a ser considerada una herramienta para la simulación de procesos, también puede ser utilizada para establecer comunicación en tiempo real con las plantas de trabajo del LII.

La Herramienta OPC de Matlab-Simulink (Figura 2.1), fue desarrollada con el propósito de interactuar con servidores OPC y actúa como un cliente en el computador en que se encuentre alojado.

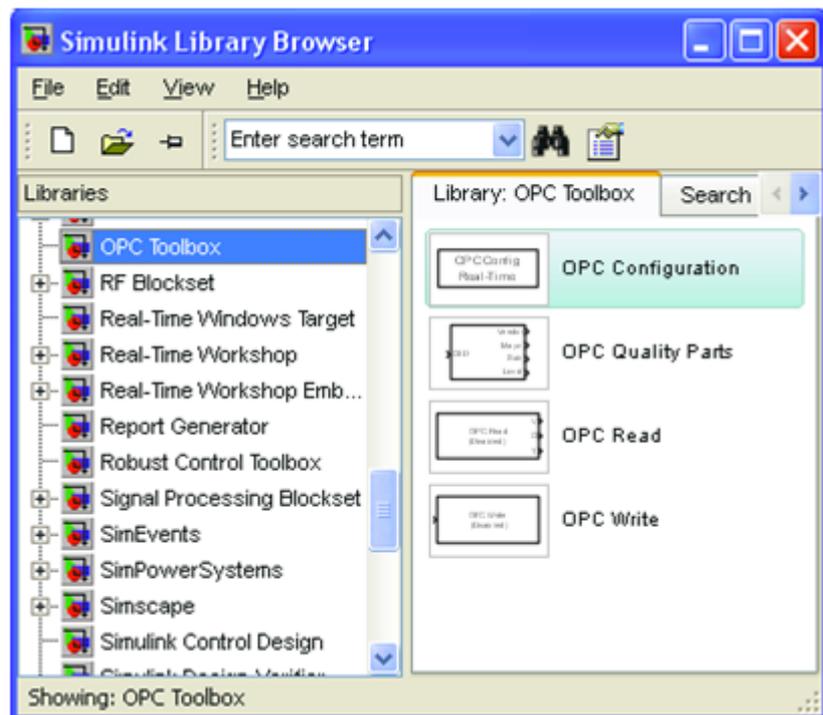


Figura 2.1: Herramienta OPC de la librería Simulink

Con esta herramienta se puede leer, escribir y registrar datos OPC desde y hacia dispositivos que cumplen con el estándar OPC-DA, entre estos dispositivos se

tienen los sistemas de control distribuido, sistemas SCADA y PLCs.

Esta herramienta en Matlab, se presenta a manera de un conjunto de bloques tanto de configuración como de manejo de señales de E/S. A continuación se exponen las funciones principales de cada uno de ellos:

OPC CONFIGURATION: Define los clientes OPC a ser usados en un modelo, configura su pseudo tiempo real y define el comportamiento para errores y eventos OPC.

El bloque no tiene puertos de entrada pero si uno de salida opcional, que permite visualizar la latencia del sistema, es decir, si el modelo entrega sus datos, en un tiempo de simulación real, mayor o menor que el del reloj del sistema. No se puede utilizar más de un bloque OPC en un modelo, si fuere este el caso, un mensaje de error aparece y el segundo bloque se deshabilita. (Figura 2.2)



Figura 2.2: Bloque de configuración OPC

OPC READ: Lee datos de una o más señales proporcionadas por un Servidor OPC. La operación de lectura toma lugar de manera síncrona (desde la caché o desde el dispositivo) o asíncrona (desde el dispositivo).

En el bloque, la salida Value (V) entrega los valores obtenidos de las señales proporcionadas por el Servidor OPC, el Quality ID (Q) y el Time Stamp (T) son valores opcionales que se obtienen de cada una de estas señales. T, puede ser obtenido en tipo de dato fecha o como el número de segundos desde el comienzo de la simulación.

Los valores proporcionados por V, Q y T son los últimos datos conocidos de cada

una de las señales leídas por el bloque. (Figura 2.3)

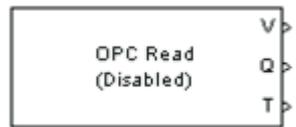


Figura 2.3: Bloque de lectura OPC Read

OPC WRITE: Escribe datos a uno o más dispositivos conectados a las señales de entrada de un Servidor OPC, la operación de escritura toma lugar síncrona o asíncronamente al igual que en el bloque OPC Read. (Figura 2.4)

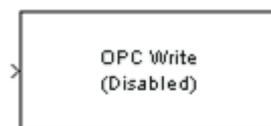


Figura 2.4: Bloque de escritura OPC Write

2.1.1.2. S40 OPC SERVER, Moeller (Eaton)

El software S40 OPC Server de Moeller (Eaton), fue seleccionada para el desarrollo de esta tesis.

El OPC server ofrece a los OPC clientes una lista de variables que puede seleccionar y acceder.

El OPC cliente se puede configurar la velocidad de transferencia adecuada.

El OPC server entrega a los OPC clientes conectados los datos solicitados.

El S40 OPC server tiene un amplio rango de PLC soportados actualmente en el mercado, y puede permitir conectar varios PLCs. Figura 2.5

EIS40 OPC server consiste en 3 programas:

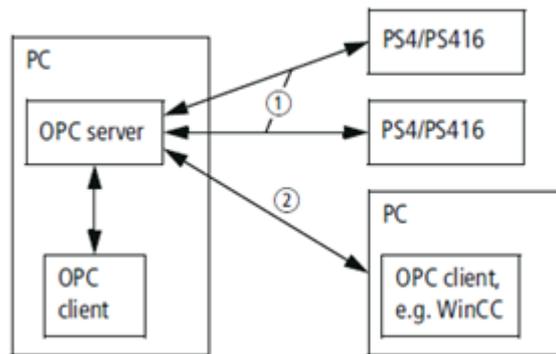


Figura 2.5: Esquema trabajo OPC Server

El S40 OPC server no dispone de una interfaz gráfica, este se inicia y cierra cuando el Windows lo requiere.

El S40 OPC Configurator provee todas las opciones requeridas para configurar el OPC Server. Figura 2.6

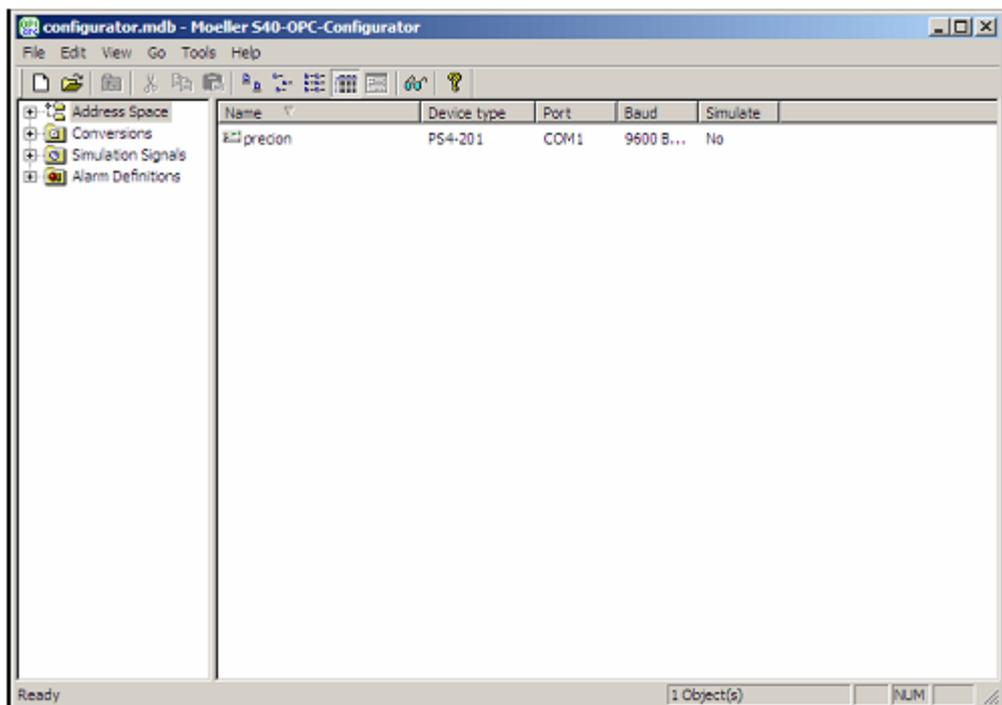


Figura 2.6: Programa Configurator de S40 OPC Server

El Administration Tool “Administrator.exe” es usado para seleccionar y configurar la base de datos. Figura 2.7

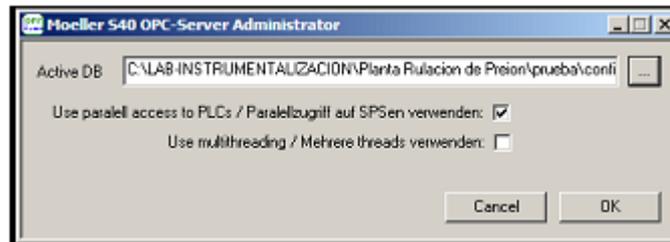


Figura 2.7: Programa Administration Tool de S40 OPC Server

Para Mayor información consultar en la Bibliografía [1]: User Interface S40 OPC Server.

2.1.2. Hardware para la implementación del control del sistema

El hardware necesario para la implementación del proyecto tiene como principal característica la adquisición y control de señales de manera remota, con la finalidad de entregar al estudiante un ambiente similar al encontrado en las industrias.

En la siguiente sección se detalla cada uno de los componentes de hardware a ser utilizados.

2.1.2.1. Equipo de Campo para el Control de Procesos

EASY209-SE Ethernet-Gateway, Moeller (Eaton)

EASY209-SE Ethernet-Gateway, conecta un dispositivo provisto de un interfaz serie RS232 como PLC PS4-201-MM1 con una red Ethernet.

Opera en el modo de negociación automática. En este proceso Easys209-SE detecta la velocidad de transmisión que utiliza puerto de red (tarjeta de red, switch, hub).

EASY209-SE se puede utilizar tanto en la construcción y automatización industrial.

Figura 2.8



Figura 2.8: Equipo de Campo EASY209-SE Ethernet-Gateway

Para más información puede consultar el Bibliografía [2] Hardware, Engineering, Function Description Ethernet Gateway EASY209-SE.

PLC PS4-201-MM1, Moeller (Eaton)

El PLC de la marca Moeller consta de la unidad básica PS4-201-MM1 con alimentación eléctrica, interfaz de programación, CPU, memoria, 8 entradas digitales, 5 salidas digitales.

En las entradas se debe conectar como máximo una tensión de 24V, las salidas dan una señal de 24v y se pueden someter como máximo a una carga de 100mA.

También dispone de 2 entradas analógicas y 1 salida analógica con un rango de señal de 0-10 V, con una resolución de la entradas de 10 bits y la resolución de salida de 12bits.

El PLC se puede conectar al puerto COM de un PC a través de la interfaz de programación (conector PRG) y su cable de interfaz. Figura 2.9

Mayor información puede consultar en la Bibliografía [3] Hardware and Engineering PS4-201-MM1.

PLC LE4-206-AA2, Moeller (Eaton)

LE4-206-AA2 convierte las señales analógicas de 0 (4) to 20 mA en valores digitales, y los valores digitales en señales de corriente analógicas de 0 (4) a 20 mA.

En aplicaciones de climatización y en la ingeniería de proceso, se puede utilizar para procesar las señales analógicas de los sensores que los valores físicos de registro, tales como la presión, tasa de temperatura y flujo, la salida analógica las corrientes se pueden utilizar para regular estas variables.

LE 4-206-AA2 se puede utilizar para ampliar el análogo I / O de la PS4-201-MM1 PLC los módulos se pueden utilizar para cada PLC, son instalados directamente en el lado de la PLC.

Posee 4 entradas analógicas de corriente de 0/4-20mA y 2 salidas analógicas de corriente de 0/4-20mA con una resolución de 12 Bit. Figura 2.9.

Mayor información puede consultar Bibliografía [4] Hardware and Engineering LE 4-206-AA2 Analog LE for Current Signals.

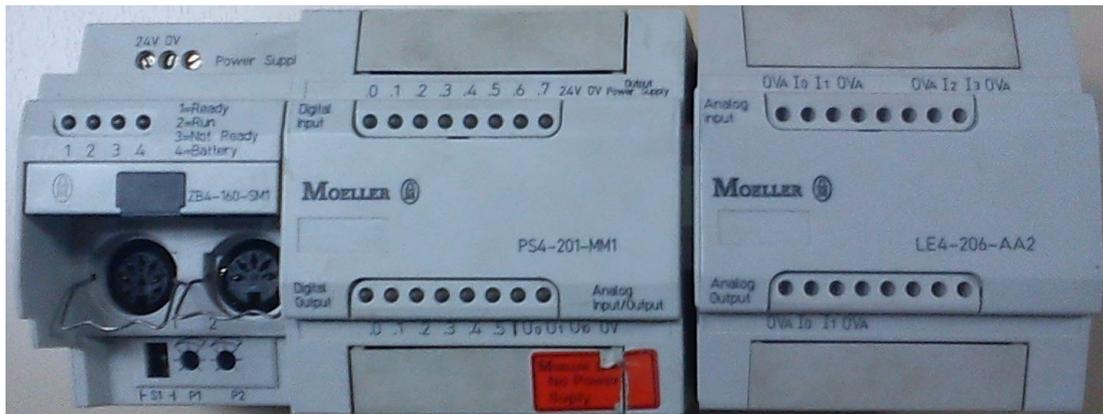


Figura 2.9: Módulos Moeller PS4-201-MM1, LE4-206-AA2

Planta de Regulación de Presión, RT450.03, Gunt Hamburg

La Planta de regulación de Presión que es parte del Sistema Didáctico modular para la automatización de procesos RT450, con la intención de hacer posible la puesta en práctica técnicas de automatización y regulación de procesos. Para mayor información puede revisar la Bibliografía [6].

Módulo de Regulación de presión RT450.03 que se muestra en la Figura 2.10, consta de dos depósitos a presión de acero y funciona con aire comprimido como fluido de trabajo.

Ambos depósitos están provistos de un indicador de presión y una válvula de sobre-presión cada uno. Los dos depósitos se comunican entre sí a través de una válvula de ventilación, de modo que están conectados en serie. De este modo se puede representar un sistema de regulación de presión de segundo orden.

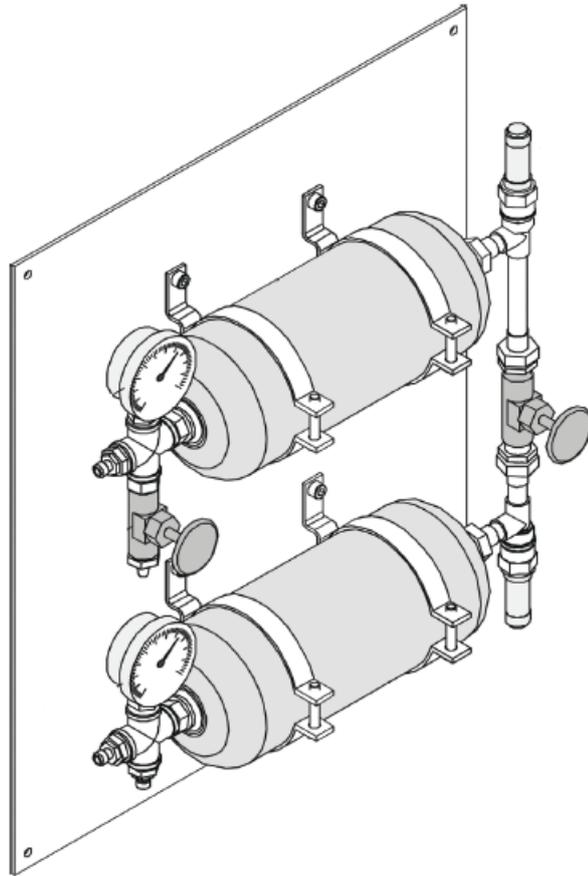


Figura 2.10: Tanques de Presión-Planta Gunt RT450.03

Válvula de control neumática que se muestra en la Figura 2.11, Es una válvula de paso de un asiento con servo-accionamiento neumático y regulador de posición i/p electro-neumático integrado.

El regulador de posición i/p combinado con la válvula tiene la misión de hacer que la válvula de accionamiento neumático se pueda usar para señales de entrada eléctricas de corriente, 0...20mA o 4...20mA.

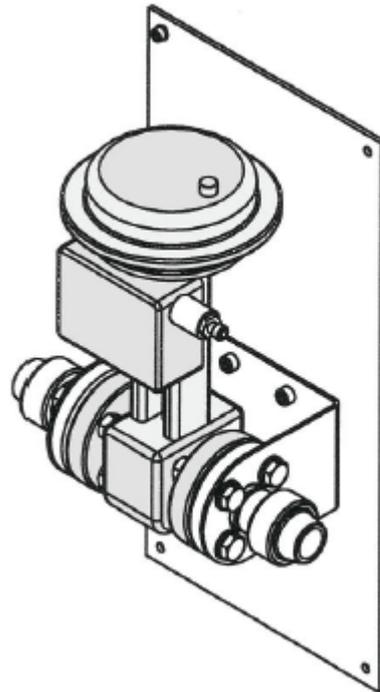


Figura 2.11: Válvula de control neumática-Planta Gunt RT450.03

Sensores de presión que se muestra en la Figura 2.12, Contiene transmisores de presión piezocerámicos, formado por material cerámico que aprovecha efectos piezoeléctricos para la medición.

Contiene un convertidor p/i integrado, el cual se tiene así una señal de corriente estandarizada de 4...20mA proporcional a la presión a medir.

La medición obtenida es presión relativa es decir, la diferencia de presión respecto al entorno en el que se está trabajando.

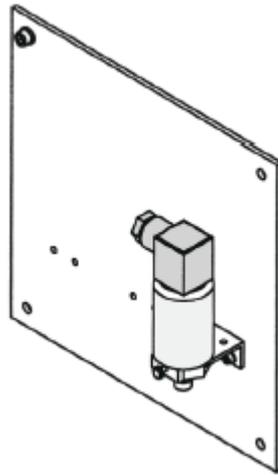


Figura 2.12: Sensor de Presión-Planta Gunt RT450.03

Disyuntor electrónico que se muestra en la Figura 2.13, Protección eléctrica de toda la planta (junto con los fusibles). Se conecta a cargas de alimentación de 24 Vdc. La corriente nominal (I_n) puede ser fijada en 3 ó 6 amperios. Cuando detecta sobre corriente (más de $1.8 I_n$) disminuye el voltaje de salida, lo que puede generar que las cargas no operen adecuadamente.

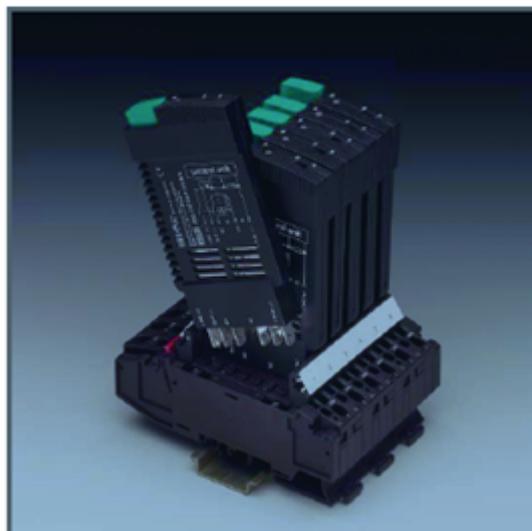


Figura 2.13: Disyuntor electrónico.

Fuente de voltaje de 24 Vdc. que se muestra en la Figura 2.14, Es el alimentador de la planta. Su entrada es de 100 a 240 Vac. con una frecuencia de 50 a 60 hz. La corriente de entrada es de 3.5 amperios. Genera un voltaje de +24 Vdc. y de -24 Vdc.



Figura 2.14: Fuente de voltaje de 24 Vdc.

Compresor de aire que se muestra en la Figura 2.15, Principio de funcionamiento de paleta. Alimentación: 230 Vac. a 60 hz., corriente nominal de 2.9 A.

Internamente genera una presión de 15 bares, tiene un led que indica cuando está en marcha, cuenta con su propia unidad de mantenimiento.

Posee dos manómetros, uno que indica el valor de presión dentro de sí y el segundo que muestra la presión que va al sistema, los CFM (pies cúbicos por minuto) son: 3.81

Representa nuestra fuente de alimentación neumática.



Figura 2.15: Compresor de aire

Los siguientes componentes fueron adicionados al sistema didáctico para la automatización de procesos para el propósito de asemejarse más a lo que se encontraría en un puesto operativo, teniendo más recursos de control sobre la planta de regulación de presión.

Válvula de control neumática IQ Mini que se muestra en la Figura 2.16, El iQ Mini es una válvula proporcional. Estas válvulas tienen un orificio más pequeño para que puedan producir menos tasa de flujo de la válvula proporcional estándar a la misma presión, trabajan con un voltaje de entrada entre 0 y 5 V, para señal de control. Para Mayor información consultar en la Bibliografía [5].

Para el control de la válvula neumática IQ Mini se tuvo que implementar una tarjeta amplificadora ya que el PLC no proporcionaba la suficiente corriente para el funcionamiento adecuado de la válvula la cual presento en el Anexo A Diseño de tarjeta amplificador válvula de presión de aire

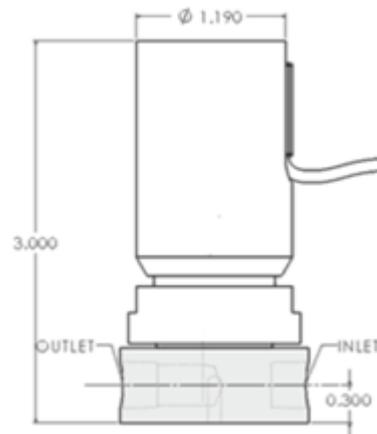


Figura 2.16: Válvula de control neumática IQ Mini

Sensores de presión MBS 3000 que se muestra en la Figura 2.17, está diseñado para su uso en casi todas las aplicaciones industriales y ofrecen una medición de presión fiable, incluso en condiciones ambientales adversas.

Armario y las partes húmedas de ácido-resistente Acero inoxidable (AISI 316L)
 Rangos de presión en relación (calibre) o absoluta desde 0 hasta 600 bar Todas las señales de salida estándar: 4 - 20 mA, 0-5 V, 1-5 V, 1-6 V, 0-10 V, 1-10 V
 Una amplia gama de presión y conexiones eléctricas Temperatura compensada y calibrada por láser. Para Mayor información consultar en la Bibliografía [7].



Figura 2.17: Sensores de presión MBS 3000

Universal Plug-in relay - Zelio RUM que se muestra en la Figura 2.18, Relé encargado del encendido y apagado de el compresor de aire utilizado para alimentar la planta de presión, con un voltaje para el control de 24v. Para Mayor información consultar en la Bibliografía [8].



Figura 2.18: Universal Plug-in relay - Zelio RUM

Diagrama P&ID de la planta de regulación de presión

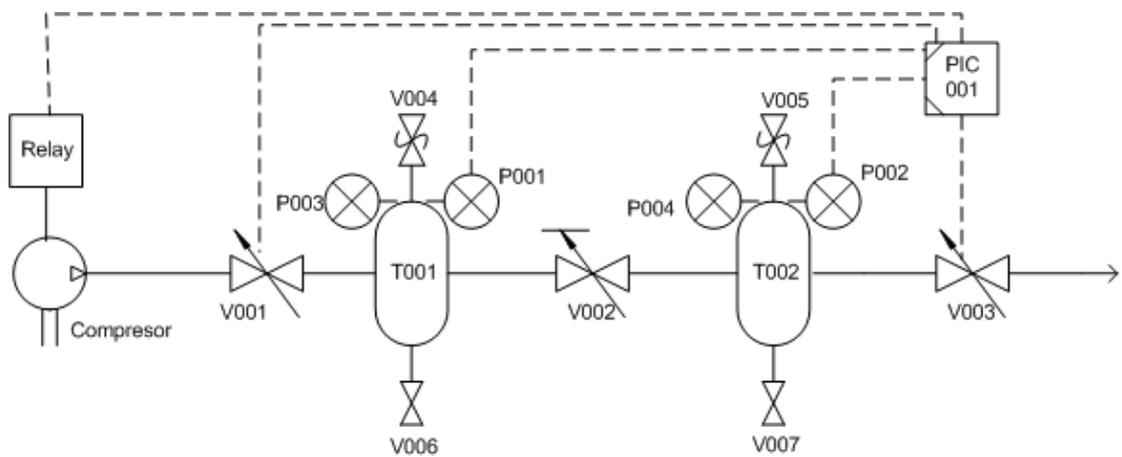
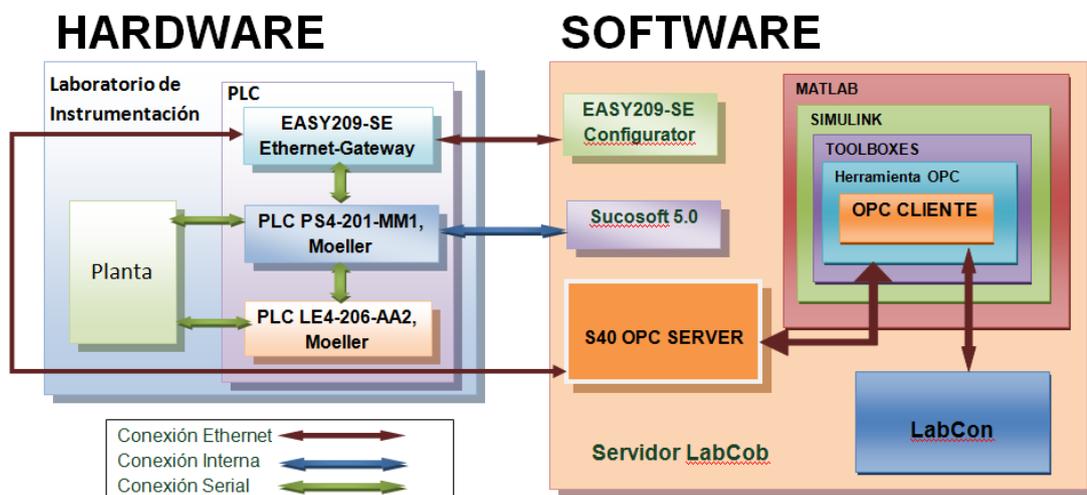


Figura 2.19: Diagrama P&ID de la planta de regulación de presión

Tabla 1: Lista de Componentes Planta de presión Gunt RT450.03

No.	Nomenclatura	Denominación	Margen de medición, magnitud
1	T001	Depósito a presión 1	3dm3, 10 bares
2	T002	Depósito a presión 2	3dm3, 10 bares
3	V001	Electroválvula	$K_v=0,4$
4	V002	Válvula manual	$\hat{A}_{\frac{1}{2}}$
5	V003	válvula progresiva	
6	V004	Válvula de seguridad	6 bares
7	V005	Válvula de seguridad	6 bares
8	V006	Válvula de purga	-
9	V007	Válvula de purga	-
10	PT001	Sensor de presión	0-6 bares
11	PI002	Sensor de presión	0-6 bares
12	PI003	Manómetro	0-10 bares
13	PI004	Manómetro	0-10 bares
14	PIC001	Regulador Continuo	PLC Klockner Moeller
15		RELAY	

Se plantea la siguiente arquitectura de control para el desarrollo de Proyecto de Graduación.

**Figura 2.20:** Arquitectura de control del proyecto de graduación

CAPÍTULO 3

3. IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

En este capítulo se detalla la configuración y uso de las diferentes herramientas utilizadas para el desarrollo de este capítulo, además de la creación de los bloques en Matlab para el control y monitoreo de la plantas de trabajo.

3.1. Habilitación de la comunicación entre el equipo de campo y el servidor

La parte fundamental del proyecto es establecer una comunicación óptima entre el equipo de campo y el servidor LabCon, por lo cual se necesitan las siguientes configuraciones y características mínimas de hardware y software.

3.1.1. Configuración general del hardware para la implementación de la adquisición de datos del sistema

3.1.1.1. Requerimientos mínimos de funcionamiento

En el caso del servidor LabCon, se cuenta en funcionamiento, con las siguientes características:

- Procesador Intel Core™ i7-920 (8 Mb de cache, 2.66GHz, 8CPUs).
- Memoria RAM de 6 Gb.
- Tarjeta madre Intel DX58SO.
- Sistema operativo Windows Server 2008. Con una configuración de mirror de 1Tb prevista para asegurar los datos de los usuarios

Bajo estas características trabajan los programas Matlab 7.0.6 (2008a), MAX 4.6.2, S40 OPC Server de manera correcta y sin conflictos.

3.1.1.2. Configuración del PLC PS-40, Moeller (Eaton)

Con el PLC generaremos la señal analógica de salida para abrir las electroválvulas, también será el que reciba las señales analógica de entrada proveniente del los sensores de presión y la señales digitales de salida para encender el compresor de aire, esta configuración se dará a través del programa sucusoft S40 Moeller.

Para la configuración del equipo de campo se realiza a través del programa EASY209-SE Configurator.

Configuración EASY209-SE Ethernet-Gateway, conecta un dispositivo provisto de un interfaz serie RS232 como PLC PS4-201-MM1 con una red Ethernet.

Pero el cable de conexión de la interfaz RS232 no viene incluido y se lo construye con la siguiente configuración descrita en la Figura 3.1

La Instalación se la puede realizar en cualquier computador que se encuentre en la misma red que se conecta el EASY209-SE Ethernet-Gateway como también se

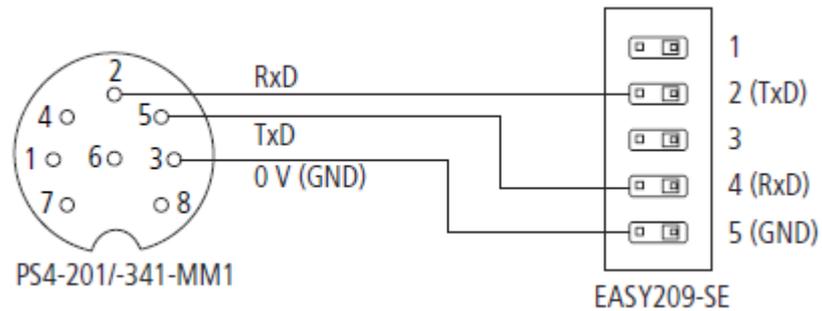


Figura 3.1: Configuración de cable de comunicación de la interfaz RS232

podría instalar en el servidor LabCon como se realizó.

A continuación se muestran los pasos a seguir la primera vez que se ejecuta el programa EASY209-SE Configurator:

a) Dando doble click al icono EASY209-SE Configurator Generado en el escritorio desde la instalación como se muestra en la Figura 3.2

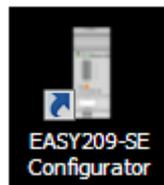


Figura 3.2: Icono de acceso directo EASY209-SE Configurator

b) Mediante el botón Inicio Todos los Programas EATON EASY209SE Conf EASY209SE Configurator como se muestra en la Figura 3.3

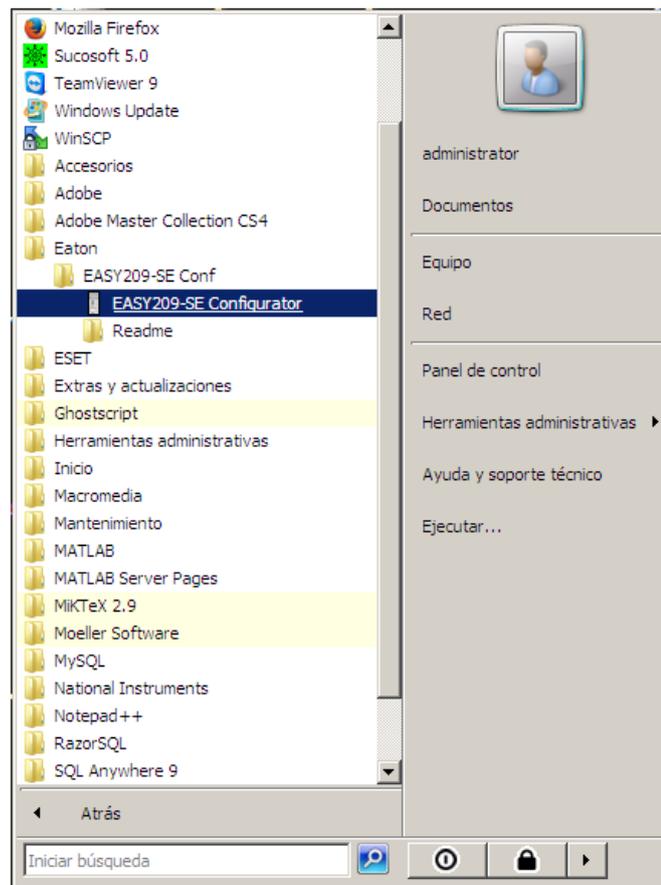


Figura 3.3: Acceso directo EASY209-SE Configurador

Cuando se ejecuta nos aparece la ventana como se muestra en la Figura 3.4:

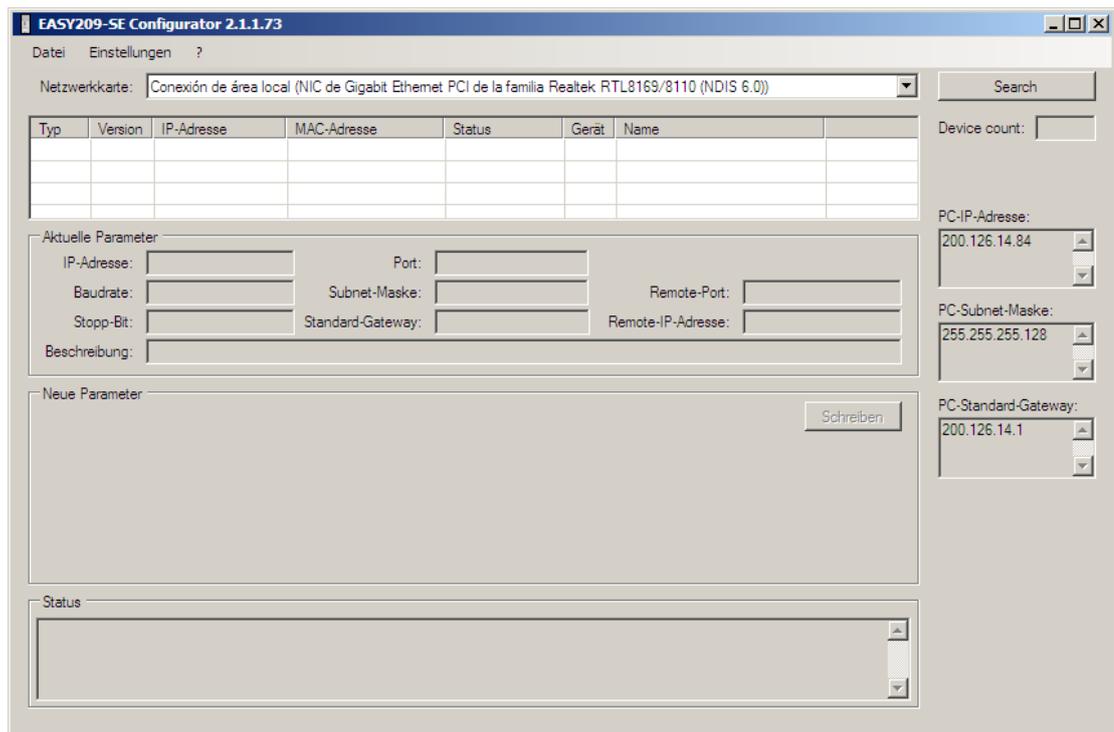


Figura 3.4: Programa EASY209-SE Configurator

En el panel principal hacemos click en el boton Search, para buscar los sistemas remotos disponibles.

Luego de realizada la búsqueda se configura cada uno de los equipos disponibles, seleccionando en la lista que se muestra en pantalla, la sección inferior "New parameters Device: 1 como se muestra en la Figura 3.5; esta contiene toda la información de identificación del sistema, características de la ip, velocidad de transmisión.

En el campo IP address se asigna la dirección ip del equipo, en el campo Device se asigna el tipo de dispositivo que se está utilizando, en el campo Baud rate se asigna la velocidad de transmisión entre el dispositivo y el PLC los demás campo son para la configuración de los parámetros ip del dispositivo. Una vez asignado los valores se guardan los datos en el dispositivo haciendo click en el botón "Write". En la Tabla 2 se encuentra los parámetros asignados al equipo de campo.

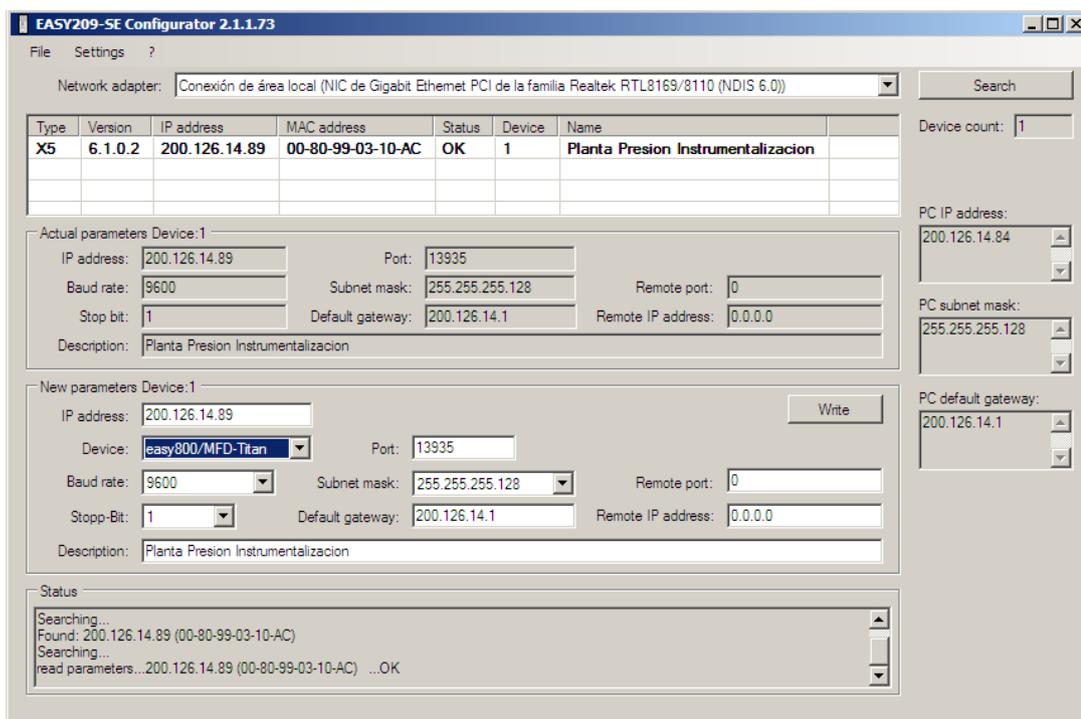


Figura 3.5: Búsqueda Sistemas Remotos disponibles

Tabla 2: Parámetros asignados al dispositivo EASY209 SE

Parametro	Interfas de red
Nombre: Descripton	Planta Presión
Dirección IP IP address	200.126.14.89
Dispositivo Device	Easy800/MFD-titan
Velociada de Transferencia Baud rate	9600
Bit de para Stoop Bit	1
Puerto Port	13936
Máscara de Subred Subnet mask	255.255.255.128
Puerta de enlace predeterminada Default gateway	200.126.14.1
Puerto remoto Remote port	0
Dirección IP remota Remote IP address	0.0.0.0

Topología del PLC

Lo primero que se debe hacer es cargar el PLC con su respectivo programa el cual se elabora utilizando el software Sucosotf de la siguiente manera:

Se crea un nuevo proyecto (Proyecto Nuevo), posteriormente se debe ingresar el nombre del proyecto, configuración de topología y editor de pou.

En la configuración de topología se asigna el tipo de PLC y sus respectivos módulos basandonos en la Tabla 3, como se muestra en la Figura 3.6

Tabla 3: Configuración de Topología

Descripción	Módulo
Comunicación Serial Entrada y Salida Digital	PS4 201 MM1
Entrada y Salida Analógica	LE4 206 AA2

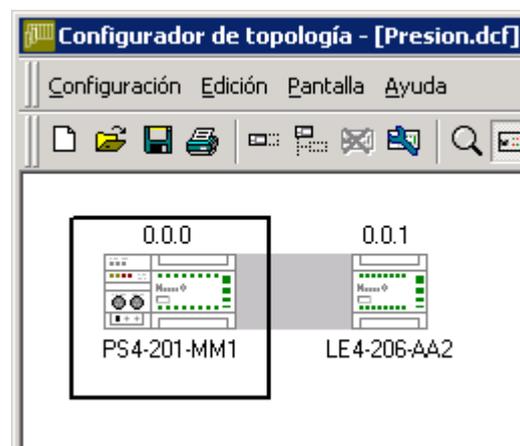


Figura 3.6: Módulos del PLC

Dando doble click en cada uno de los módulos se puede configurar con el tipo de señal que van a transmitir. En el módulo analógico (LE4 206 AA2) se debe configurar tanto la entrada como la salida analógica, tomando en cuenta que ambas señales son de corriente de 4 a 20 mA. con una precisión de 12 bits, tenemos:

Entradas Analógica:

Canal	Dirección	Margen de lectura	Resolución	Escalado	
				Mín	Máx
0	IAW0.0.1.0	4.20 mA	12 Bit	820	4095
1	IAW0.0.1.2	4.20 mA	12 Bit	820	4095
2	IAW0.0.1.4	4.20 mA	12 Bit	820	4095
3	IAW0.0.1.6	4.20 mA	12 Bit	820	4095

Figura 3.7: Configuración de la entrada analógica

Salidas Analógicas:

Canal	Dirección	Margen	Resolución	Escalado	
				Mín	Máx
0	QAW0.0.1.0	4.20 mA	12 Bit	820	4095
1	QAW0.0.1.2	4.20 mA	12 Bit	820	4095

Figura 3.8: Configuración de la salida analógica

En el módulo digital (PS4 201 MM1) ya viene configurado tanto la entrada como

la salida digitales, tomando en cuenta que solo utilizaremos la salida digital con una señal de 24 VDC/0.5 A.

Editor de POU (Unidad de Organización de Programa)

En el mismo se asignará la señal de entrada y salida analógica, digital a una dirección del PLC con lo que tendremos cinco variables y otras cinco como señales internas para pasar información entre el PLC y el OPC Cliente, como se muestra a continuación:

Tabla 4: Variables del PLC

Nombre de la señal	Función
Compre	Señal digital actuador del Compresor
Mcompre	Señal interna para el compresor
Val	Señal analógica del actuador de válvula de entrada
Mval	Señal interna para la válvula de entrada
sens1	Señal analógica del Sensor del primer tanque
msens1	Señal interna para el sensor
sens2	Señal analógica del Sensor del segundo tanque
msens2	Señal interna para el sensor
Sal	Señal analógica del actuador de válvula de salida
Msal	Señal interna para la válvula de salida

Con lo cual: La presión transformada en corriente por el sensor del primer y segundo tanque pasará al módulo analógica del PLC quien lo leerá como la variable “sens1” y “sens2”, este se comunicará con el módulo de comunicación quien recibirá su información a través de la variable interna “msens1” y “msens2” respectivamente, misma que pasará al OPC Cliente.

Del OPC Cliente se dará la orden del porcentaje de abertura de la válvula progresiva de salida y de entrada, la cual irá al módulo de comunicación del PLC que se leerá como “mval” y “msal” quien a su vez pasará esta información al módulo analógico a través de la variable “val” y “sal” para que genere la señal de corriente para el actuador.

Del OPC Cliente se dará la orden de encendido o apagado del relé, la cual irá al módulo de comunicación del PLC que se leerá como “mcompre” quien a su vez pasará esta información al módulo digital a través de la variable “compre” para que genere la señal de voltaje para el actuador. como se muestra en la Figura 3.9.

The screenshot shows the 'EDITOR de POU - [Presion.poe - Programa]' interface. At the top is a menu bar with options: Archivo, Editar, Visualización, Insertar, Online, Extras, Ventana, Ayuda. Below the menu is a toolbar with various icons for file operations and editing. A status bar at the bottom of the editor shows 'Local / Global / Tipo'.

Below the editor window is a table with the following columns: Nombre, Tipo, Valor i, Atribut, and Dirección. The table contains 10 rows of variable declarations:

	Nombre	Tipo	Valor i	Atribut	Dirección
1	compre	BOOL			%q0.0.0.0.0
2	mcompre	BOOL			%m0.0.0.0.0
3	val	uint			%qaw0.0.1.0
4	mval	uint			%mw0.0.0.8
5	sens1	uint			%iaw0.0.1.0
6	msens1	uint			%mw0.0.0.6
7	sens2	uint			%iaw0.0.1.2
8	msens2	uint			%mw0.0.0.4
9	sal	uint			%qaw0.0.1.2
10	msal	uint			%mw0.0.0.2
11					

Below the table is a ladder logic diagram with five rungs, each starting with a square symbol:

- Rung 0001:** A normally open contact labeled 'mcompre' is connected to a coil labeled 'compre'.
- Rung 0002:** A normally open contact labeled 'mval' is connected to a coil labeled 'val'.
- Rung 0003:** A normally open contact labeled 'sens1' is connected to a coil labeled 'msens1'.
- Rung 0004:** A normally open contact labeled 'sens2' is connected to a coil labeled 'msens2'.
- Rung 0005:** A normally open contact labeled 'msal' is connected to a coil labeled 'sal'.

Figura 3.9: Editor de POU

El último paso es compilar el programa, para lo cual se crea una lista de generación. Finalmente el programa es cargado en el PLC.

3.1.1.3. Configuración del Equipo de Campo a través de S40 OPC Server, Moeller (Eaton)

En esta sección se selecciona la configuración que hemos generado para el PLC y se la pone en funcionamiento, la cual tiene las siguientes características:

Hay que cargar la misma que se generó compilando el POU. Se debe escoger el puerto físico del computador por donde se va a realizar la comunicación, como la comunicación es remota, se deja los valores por defecto. La forma de comunicación es EASY209-SE La velocidad de transmisión de datos es de 9600 Baudios. La dirección IP es : 200.126.14.89 Las señales internas son: "mcompre", "msal", "msens1", "msens2" y "mval".

Ejecutamos el programa configurador que viene incluido con el S40 OPC Server, y procedemos a ingresar la configuración, Una vez ingresado se muestra como en la Figura 3.10.

3.1.2. Uso de módulos de Entrada/Salida

Para probar las señales configuradas, desde el S40 OPC Server, en menú View Monitor View. En la pestaña Monitor View se encuentra cada una de las señales con el valor que se está escribiendo, fecha hora y el estado que se encuentra el canal. Esto nos indica que nuestro OPC server está bien configurado y en funcionamiento, como se muestra en la Figura 3.11

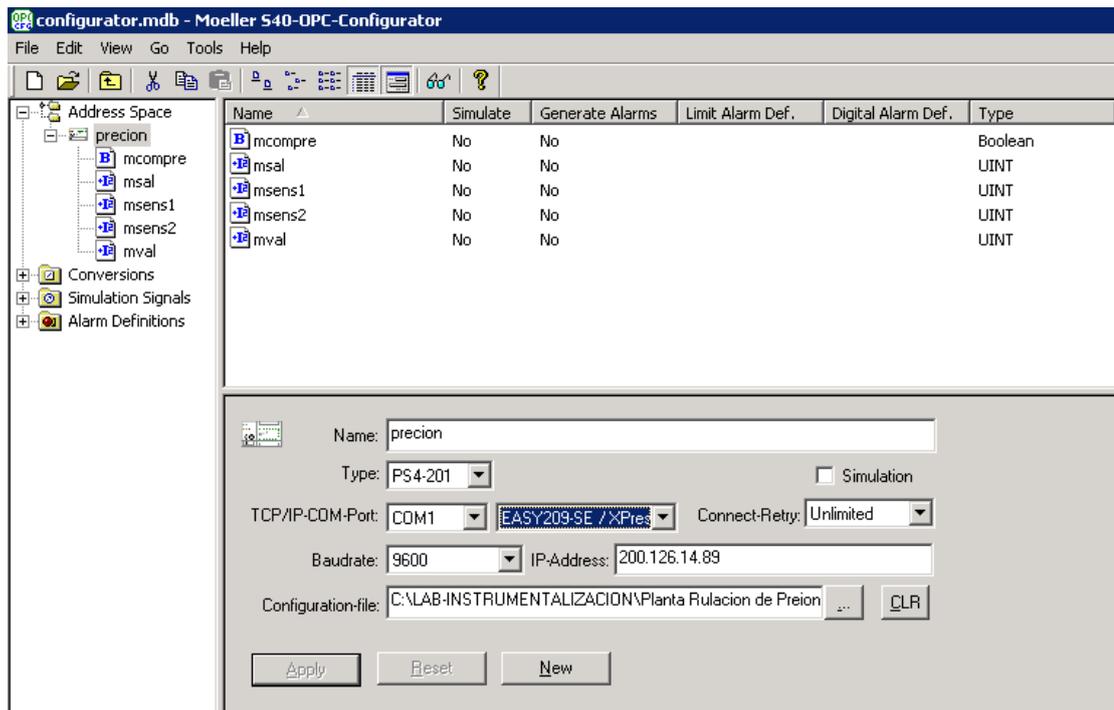


Figura 3.10: Configuración del OPC Servidor

Item ID	Value	Timestamp	Quality	Subquality	Limit
<input checked="" type="checkbox"/> precion.mcompre	1 (VT_BOOL)	11/25/14 11:43:15.043	Good	Non-specific	Not Limited
<input checked="" type="checkbox"/> precion.msal	820 (VT_UI2)	11/25/14 11:43:14.802	Good	Non-specific	Not Limited
<input checked="" type="checkbox"/> precion.msens1	1790 (VT_UI2)	11/25/14 11:43:56.867	Good	Non-specific	Not Limited
<input checked="" type="checkbox"/> precion.msens2	1790 (VT_UI2)	11/25/14 11:43:56.939	Good	Non-specific	Not Limited
<input checked="" type="checkbox"/> precion.mval	4095 (VT_UI2)	11/25/14 11:43:14.563	Good	Non-specific	Not Limited

Ready

Figura 3.11: Visor de Entradas Salidas

3.2. Configuración de la herramienta Opc Cliente de Matlab Simulink con el S40 Opc Server, Moeller (Eaton)

MatLab será nuestro OPC Cliente, es decir, que a través del mismo ordenaremos las señales que vamos a generar y cuales vamos a recibir, esto lo haremos mediante Simulink, mismo que se muestra a continuación:

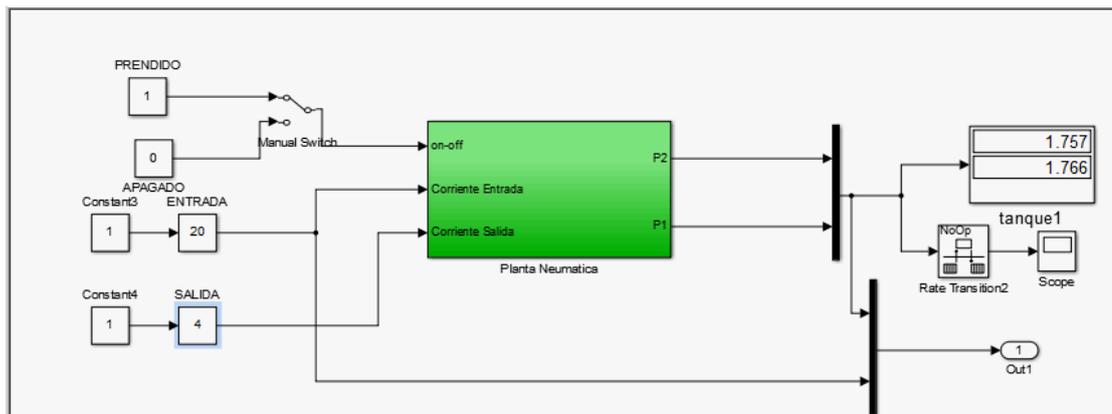


Figura 3.12: OPC Cliente

3.2.1. Uso de herramienta OPC cliente de Matlab Simulink

Al abrir Matlab y su librería Simulink y buscar la herramienta OPC (OPC Tolbox en la Figura 3.13), se crea un nuevo modelo para trabajo.

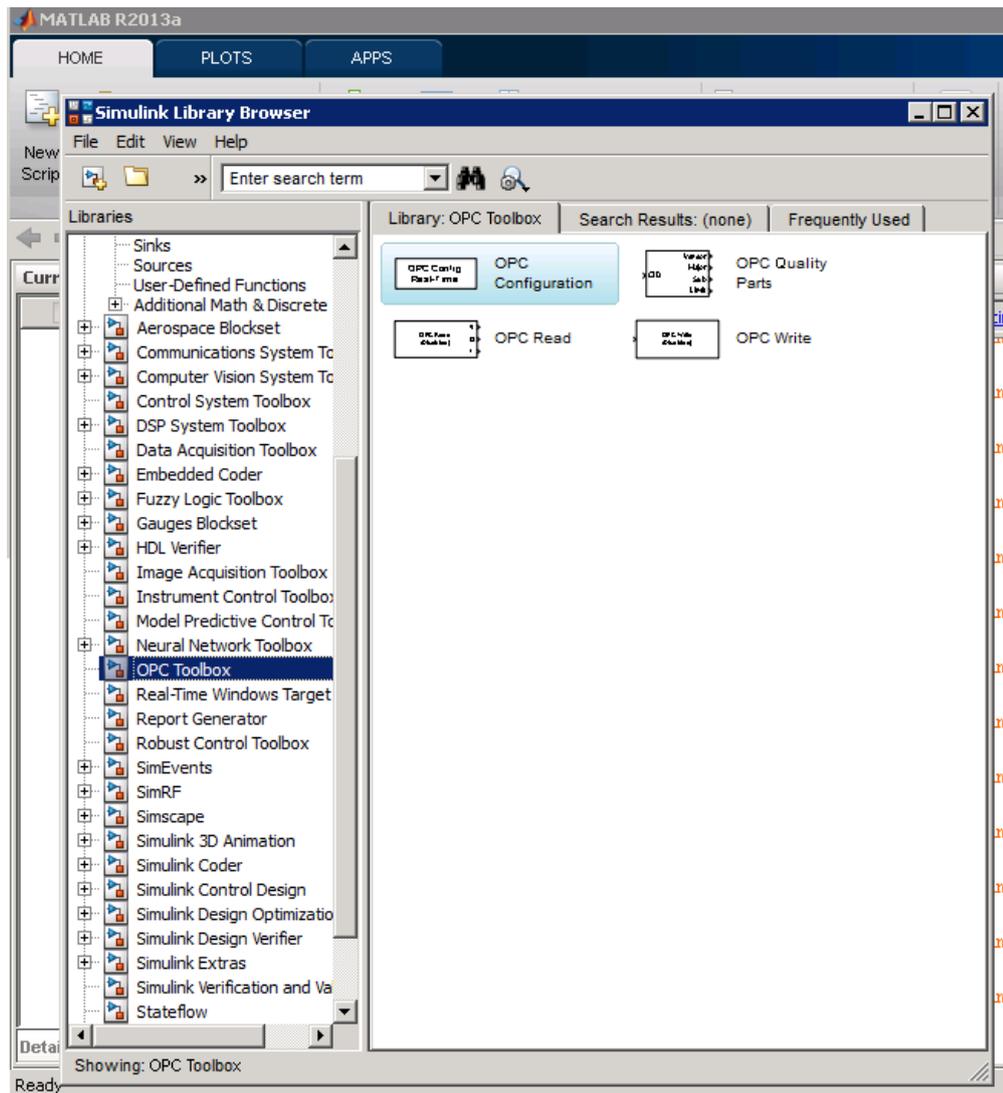


Figura 3.13: Matlab y su librería Simulink

De la barra de menús, File, New Model creamos un nuevo modelo (Figura 3.14). La herramienta OPC contiene 4 bloques, entre los más utilizados tenemos OPC Configuration, OPC Read y OPC Write, además del bloque OPC Quality Parts.

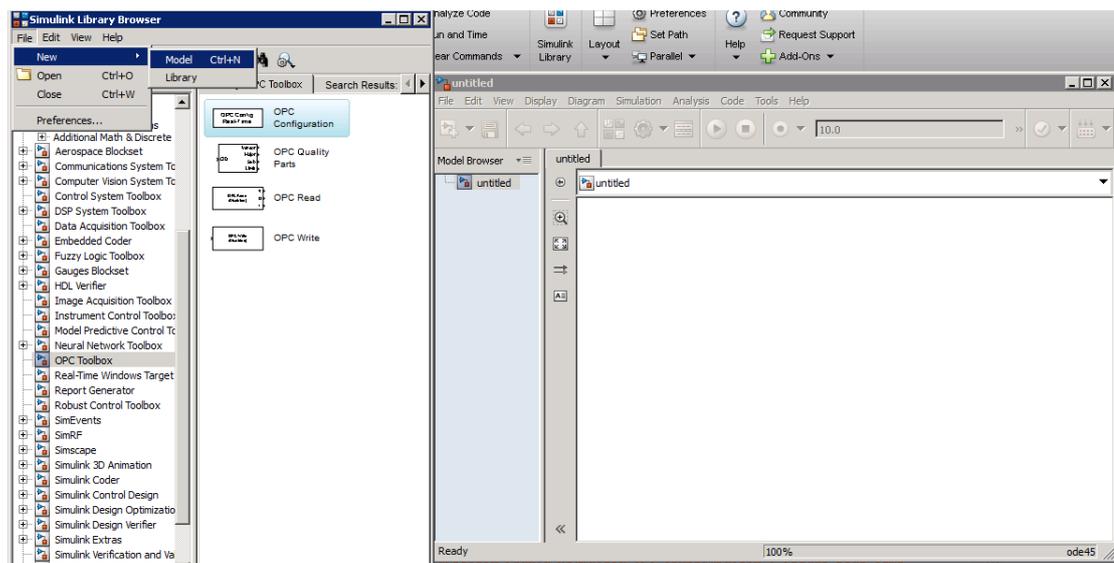


Figura 3.14: Pasos para crear un nuevo modelo

Uso del bloque “OPC Configuration”, mediante el bloque “OPC Configuration” se configuran las opciones del pseudo tiempo real, los clientes OPC a usarse en el modelo y el comportamiento en respuesta a los errores y eventos OPC.

Para acceder a las opciones de configuración del bloque, se da doble click sobre el bloque y aparece la ventana de la Figura 3.15:

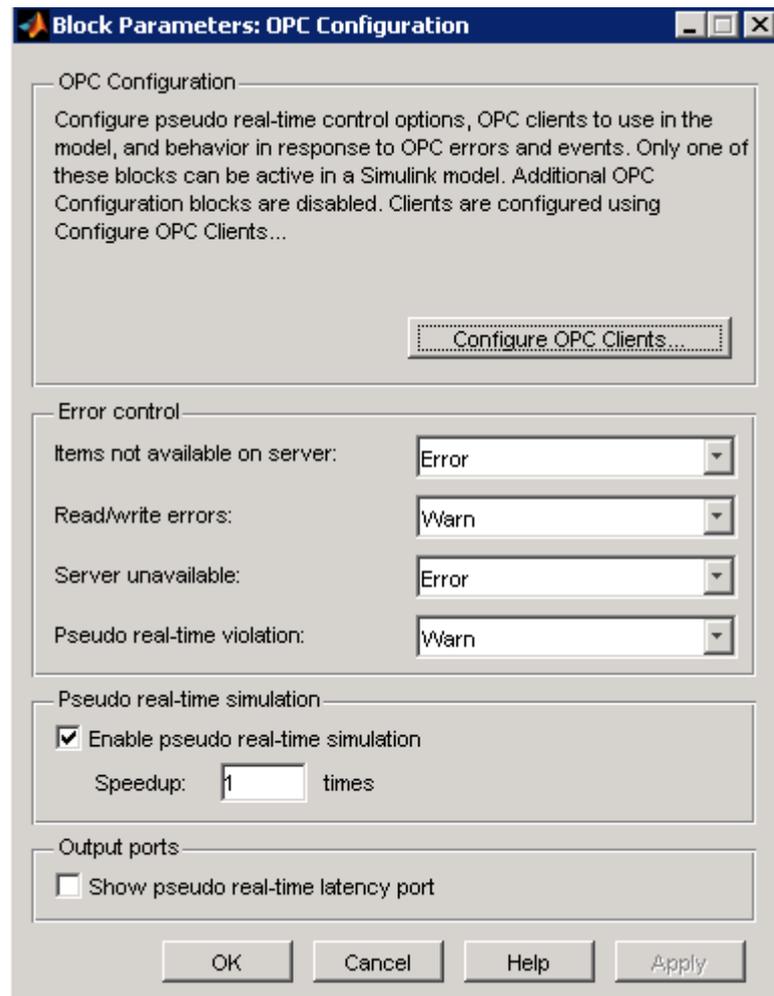


Figura 3.15: Ventana Bloque de Parámetros de OPC Configuration

Para configuración del cliente OPC, haga click en “Configure OPC Clients”, se despliega la ventana del “OPC Client Manager” desde donde se administran todos los posibles clientes OPC a usarse en un modelo Simulink. Esta ventana puede ser accedida también desde los bloques “OPC Read” y “OPC Write”, como se muestra en la Figura 3.16

Para acceder al Servidor OPC damos click en el botón “Add” y se realiza su búsqueda a través de los parámetros Host, Server y Timeout.

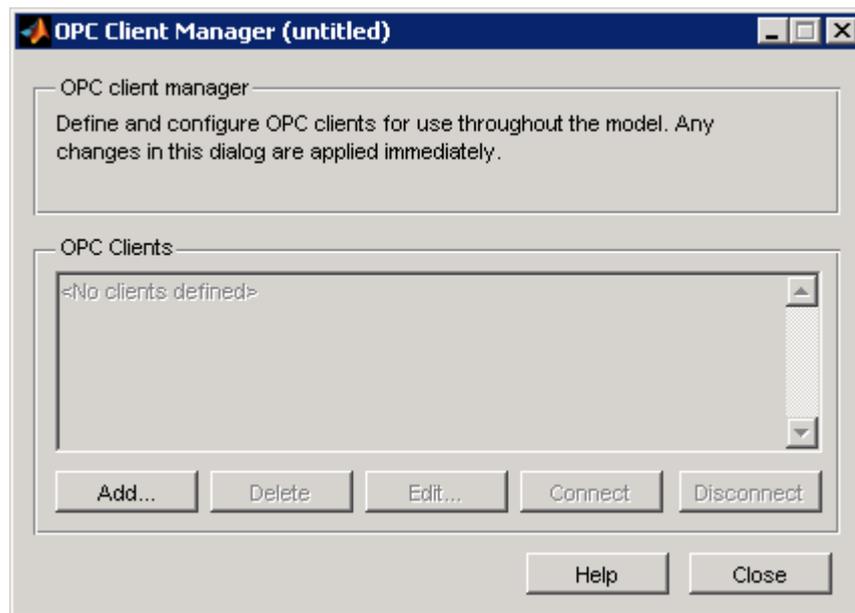


Figura 3.16: Ventana "OPC Client Manager"

En el parámetro Host, se especifica la dirección IP del computador en donde está instalado el OPC Server, en este caso sería la dirección IP del Servidor LabCon: 200.126.14.81 o simplemente localhost ya que es el computador que tiene instalado dicho controlador.

El campo Server es opcional y es usado sólo si conocemos el nombre del servidor buscado, para facilitar la búsqueda podemos simplemente realizar la búsqueda mediante el botón "Select" como se muestra en la Figura 3.17.

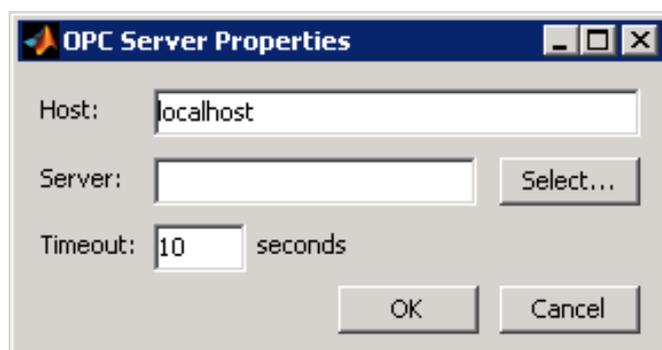


Figura 3.17: Ventana "OPC Server Properties"

El resultado que seleccionamos es: “Moeller.S40 OPC DataAccess.2” como se muestra en la Figura 3.18, se selecciona al Servidor OPC y se da click en OK en ambas ventanas:

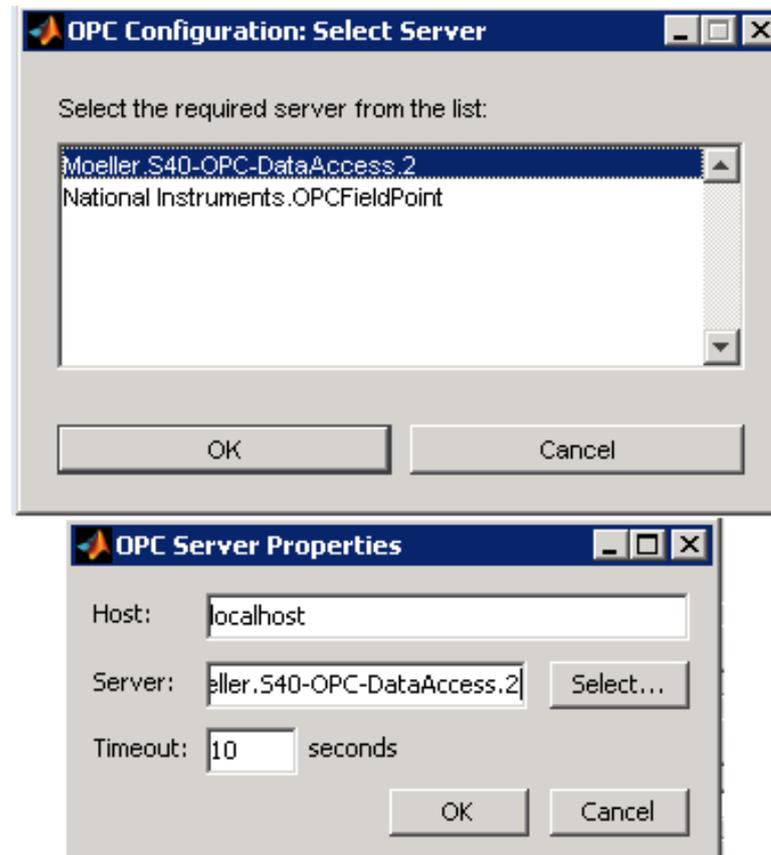


Figura 3.18: Configuración del Servidor Opc

En la ventana OPC Client Manager también se administra el estado del Servidor OPC el cual puede encontrarse en Connect y Disconnect además de modificar el Tiempo de espera (Timeout) para que se realice la conexión al mismo mediante la opción "Edit" como se muestra en la Figura 3.19, luego de los cambios respectivos, presionamos el botón "Close".

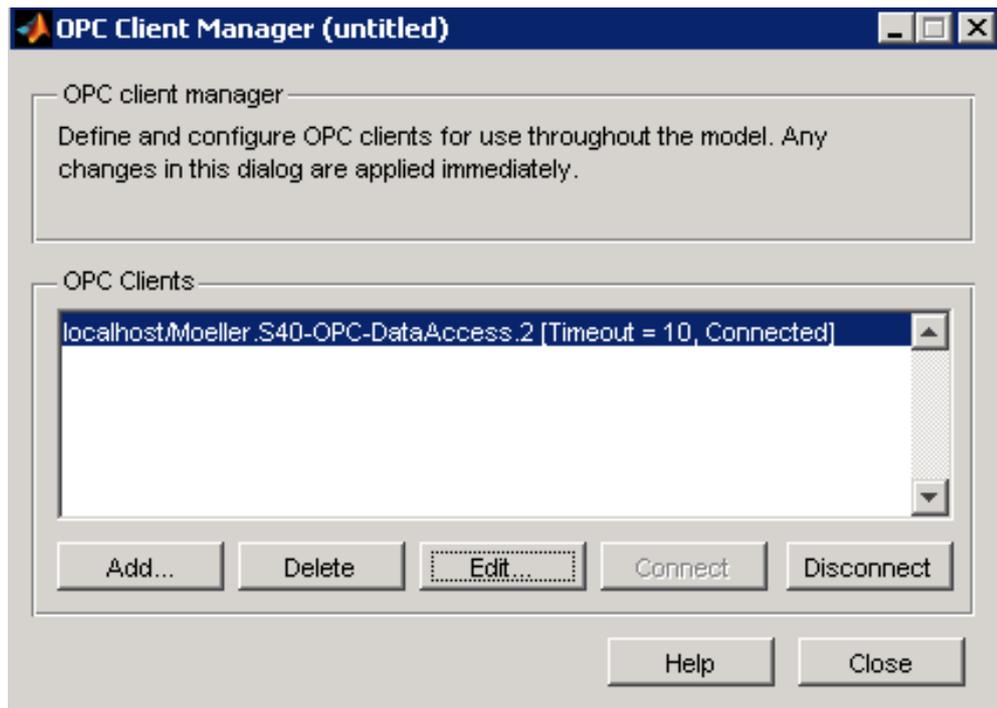


Figura 3.19: Servidor OPC Configurado y Conectado

En la sección de "Error Control" dejaremos las definiciones por defecto así como en la sección de "Pseudo real time simulation" y si deseamos mostrar la latencia del puerto de pseudo real-time simulation en la sección "Output ports" como se muestra en la Figura 3.20.

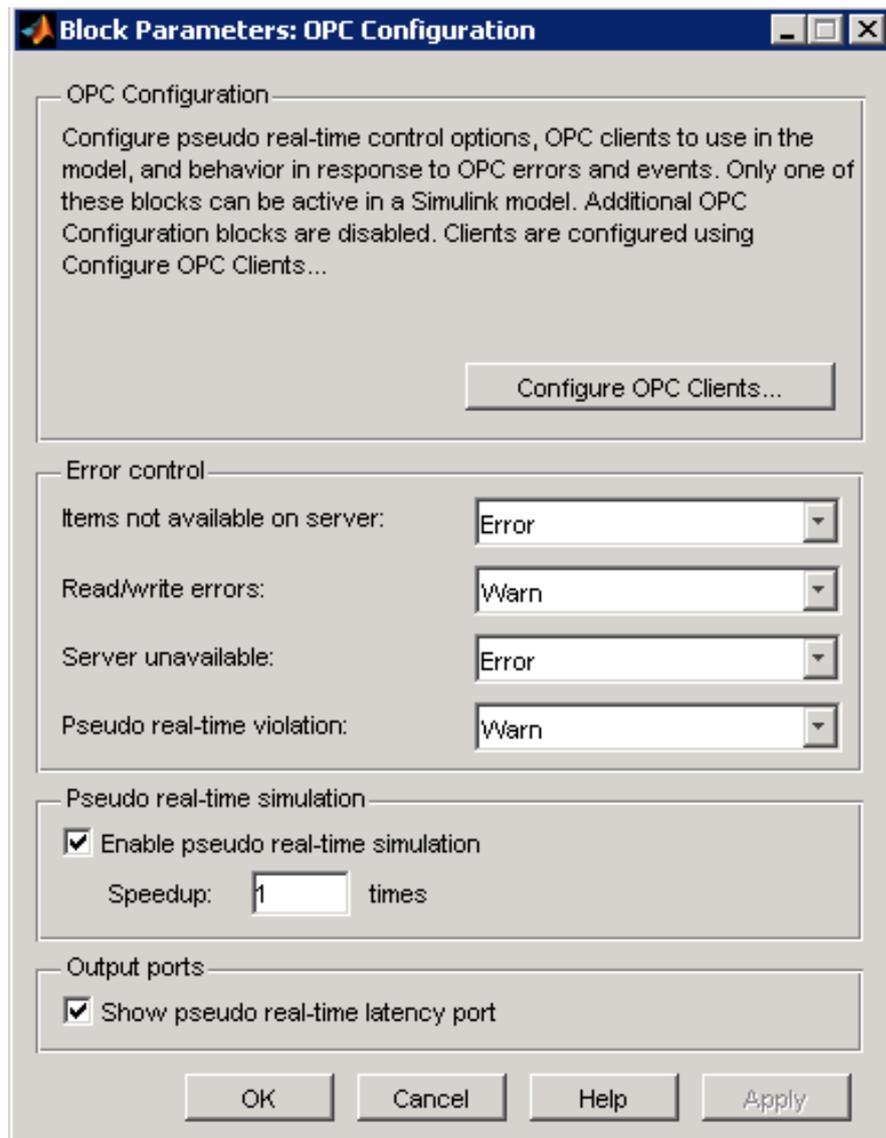


Figura 3.20: Configuración de bloque de parámetros: OPC Configuration

Finalmente al bloque “OPC Configuration” se le añade un Display para visualizar la latencia del sistema, el bloque queda como se muestra en la Figura 3.21.

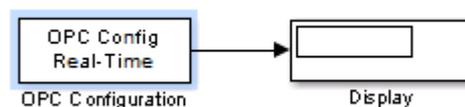


Figura 3.21: Bloque OPC Config configurado con display para la visualización de la latencia

Uso del bloque OPC Read y OPC Write, una vez configurado el bloque “OPC Configuration” procedemos a mostrar el uso de los bloques OPC Read y OPC Write, mediante la asignación de un canal de lectura y uno de escritura, tal y como se describe en la Tabla 5:

Tabla 5: Ejemplo de asignación de una señal a un bloque de lectura o escritura

Nombre de la señal	Bloque
msens1	OPC Read
mval	OPC Write

Para configurar el bloque OPC Read como se muestra en la Figura 3.22, lo arrastramos hacia el modelo y le damos doble click:

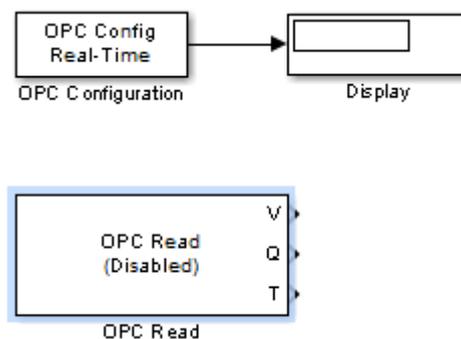


Figura 3.22: Bloque OPC Config configurado con display para la visualización de la latencia

En la sección “Parameters” seleccionamos el cliente OPC del que necesitamos extraer información. En la sección “Items IDs” Presionamos el botón “Add Items”, para estas opciones ver la Figura 3.23.

Como es el bloque OPC Read, se busca la señal que vamos a leer mediante: localhost Moeller.S40 OPC DataAccess.2 presión- msens1, se presiona el botón seguido de OK como se muestra en la Figura 3.24.

Una vez escogida la señal a monitorear mediante el bloque de lectura, en la opción “Read Mode” y se determina si la lectura es síncrona o asíncrona, en este caso, se

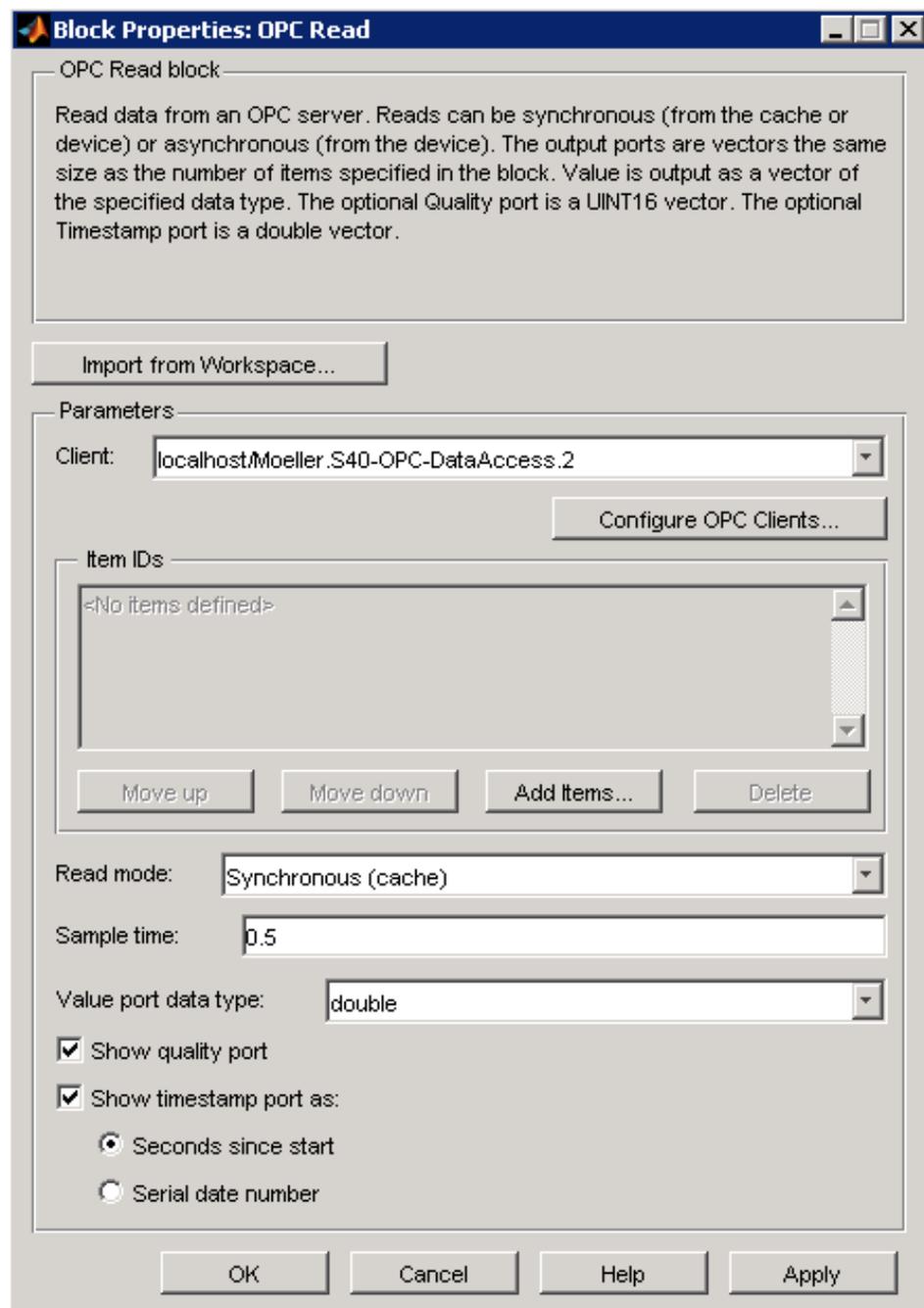


Figura 3.23: Propiedades Bloque OPC Read

selecciona Synchronous (cache). En "Sample time" que es donde se determina el tiempo en segundos para muestrear, se establece: 0.1 s. Para la opción "Value port data type", se escoge el tipo de dato que se quiere visualizar, entre ellos tenemos: double, single, int8, uint8, etc. Seleccionamos double.

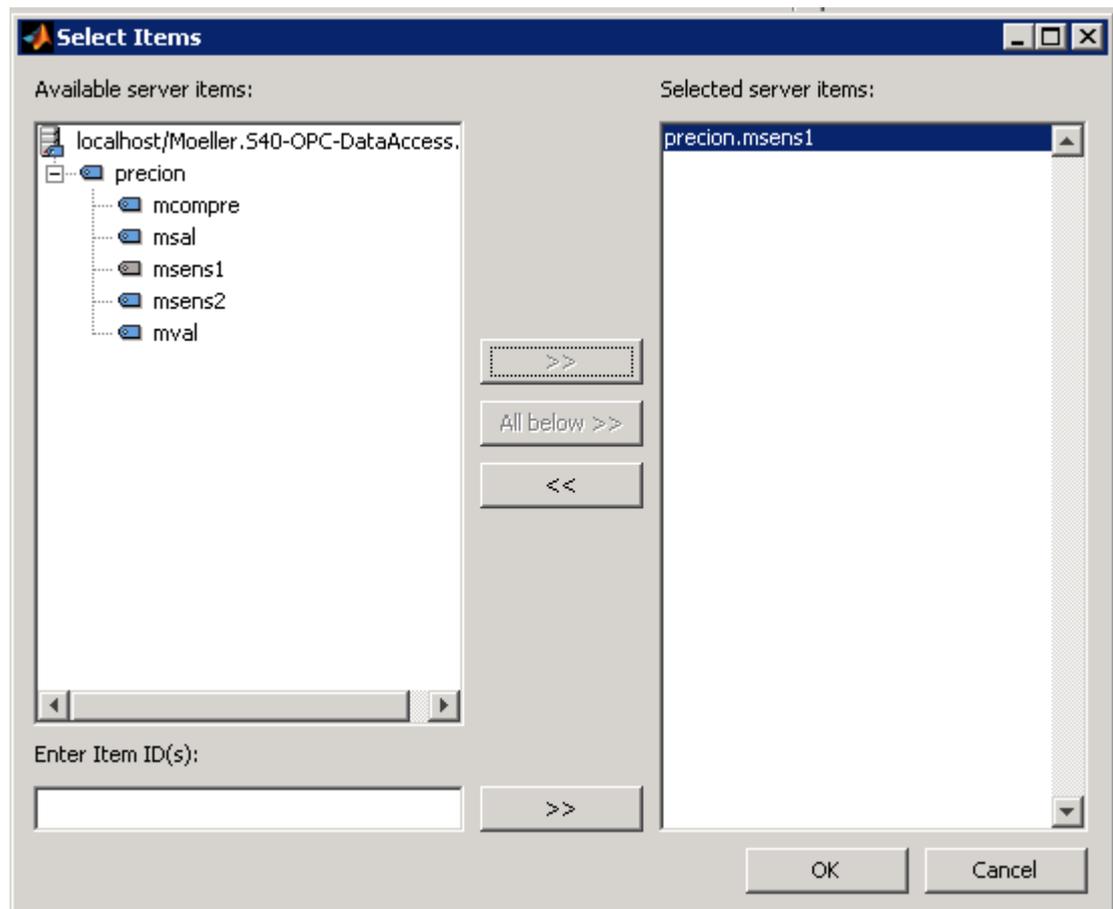


Figura 3.24: Asignación de canal presión, msens1 al bloque OPC Read

En el caso de los parámetros “Show Quality port”, al igual que la “Show timestamp port as” tanto para visualizar la calidad de la señal por un puerto como para visualizar el tiempo en segundos. Para ambos casos desactivamos estas opciones como se muestra en la Figura 3.25.

Le añadimos al bloque un Scope para visualizar el voltaje que nos entrega la señal.

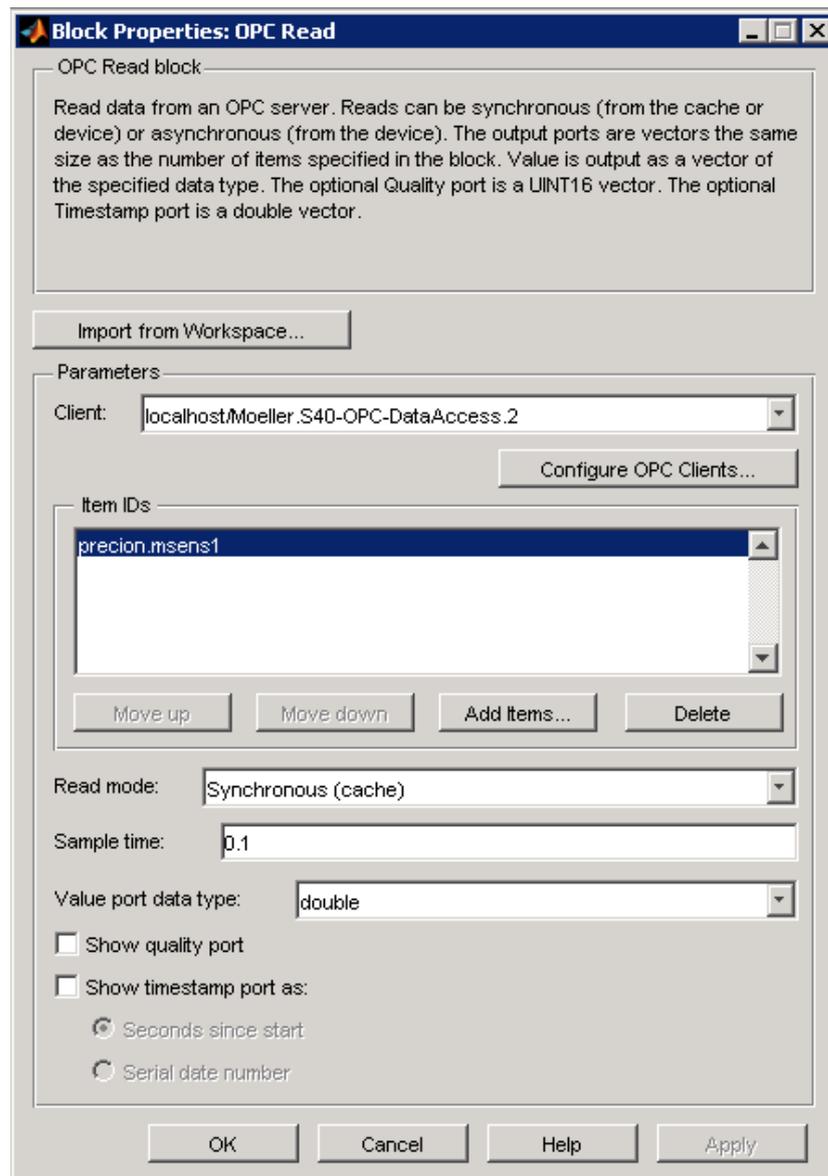


Figura 3.25: Propiedades configuradas del Bloque OPC Read

Para configurar el bloque OPC Write, se lo agrega, arrastrándolo hacia el modelo como se muestra en la Figura 3.26 y se da doble click sobre él.

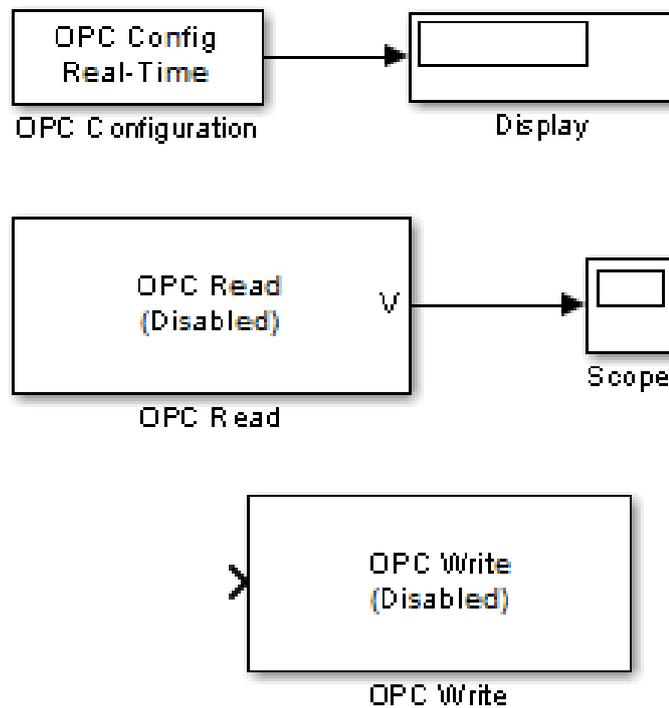


Figura 3.26: Bloque OPC Write agregado al modelo

En la sección "Parameters" se selecciona el cliente OPC del que se necesita extraer información.

En la sección "Items IDs" Presionamos el botón "Add Items" como se muestra en la la Figura 3.27.

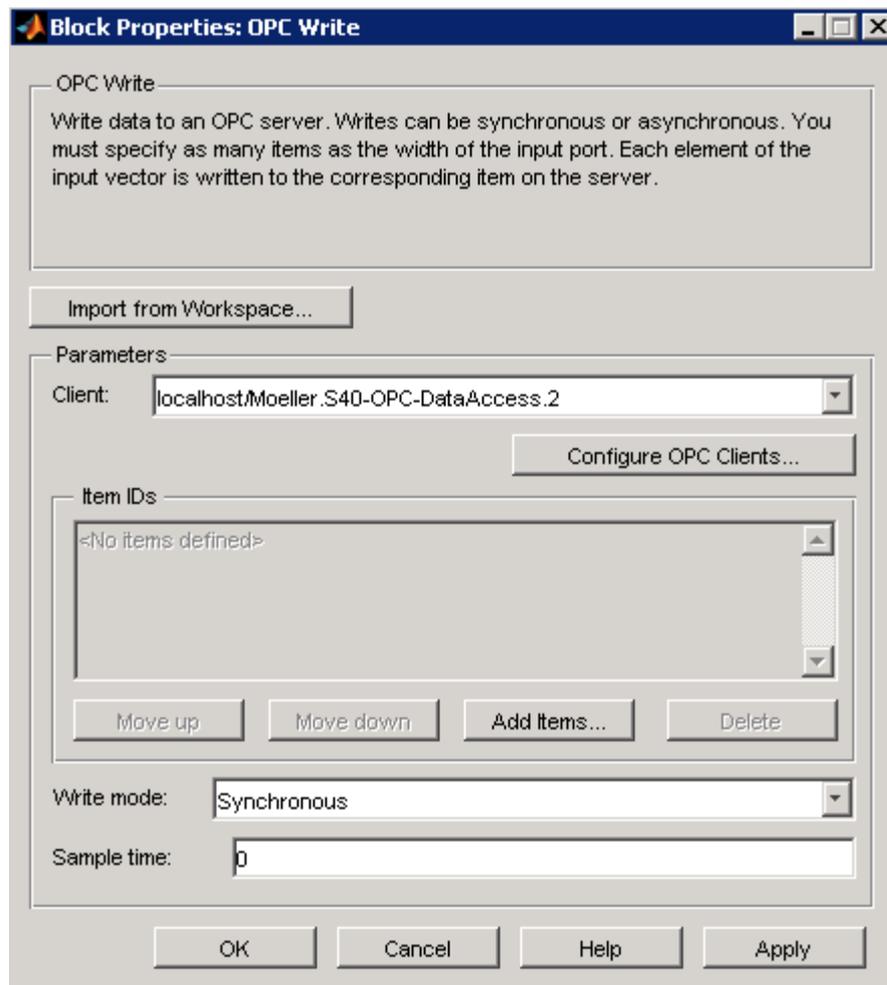


Figura 3.27: Propiedades del Bloque OPC Write

Como es el bloque OPC Write, busca la señal sobre la que se va a escribir mediante: localhost Moeller.S40 OPC DataAccess.2 presión mval, presionando el botón seguido de OK como se muestra en la Figura 3.28.

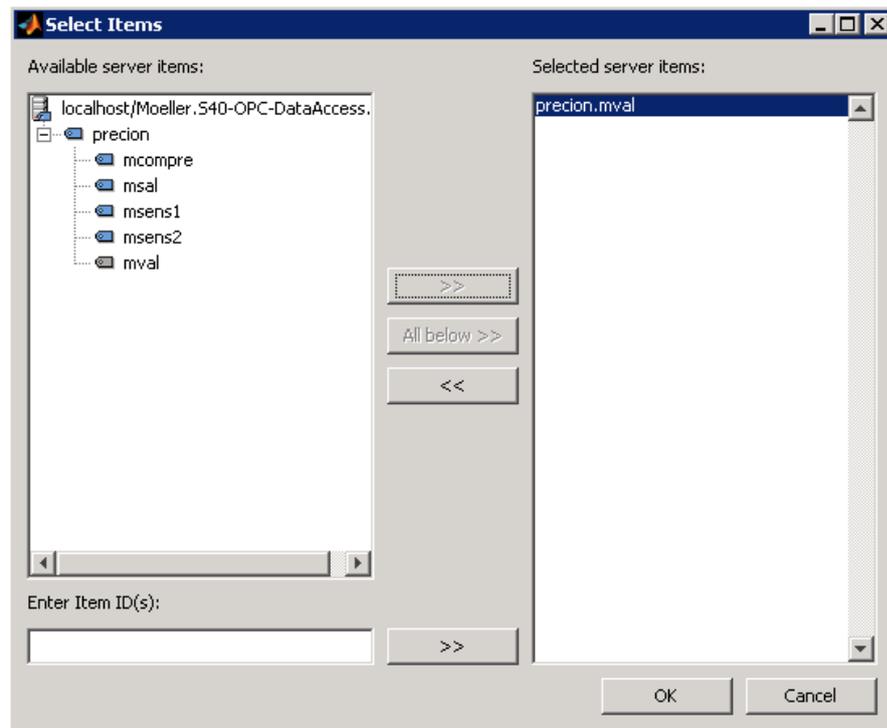


Figura 3.28: Asignación del canal presión.mval al bloque OPC Write

Una vez seleccionada la señal a monitorear mediante el bloque de escritura, en la opción "Write Mode", se determina si la escritura es síncrona o asíncrona, en este caso, se escoge Synchronous.

En "Sample time" que al igual que en el bloque de lectura determina el tiempo en segundos para muestrear, se establece de la misma forma: 0.1 s como se muestra en la Figura 3.29, y presionamos el botón OK.

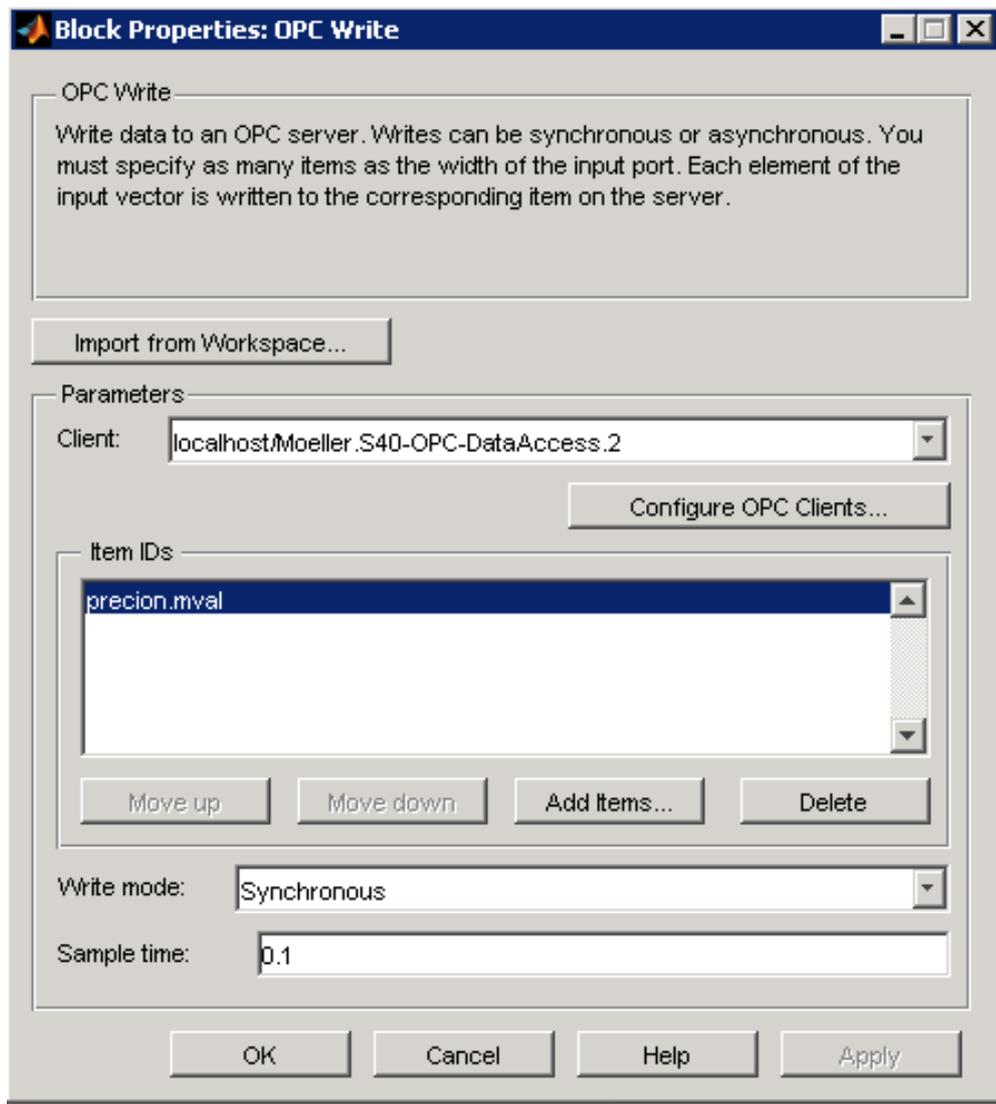


Figura 3.29: Propiedades configuradas de los bloques OPC Write

Los bloques quedan finalmente como se muestra en la Figura 3.30.

3.2.2. Creación de Bloque para la planta de trabajo Control de Presión

Para controlar las señales de la planta de trabajo construimos un bloque denominado presión que es un subsistema compuesto 5 señales: una para controlar la alimentación del tanque de presión, dos para visualizar la presión en los tanques de almacenamiento de aire, una para controlar la apertura de la electroválvula de

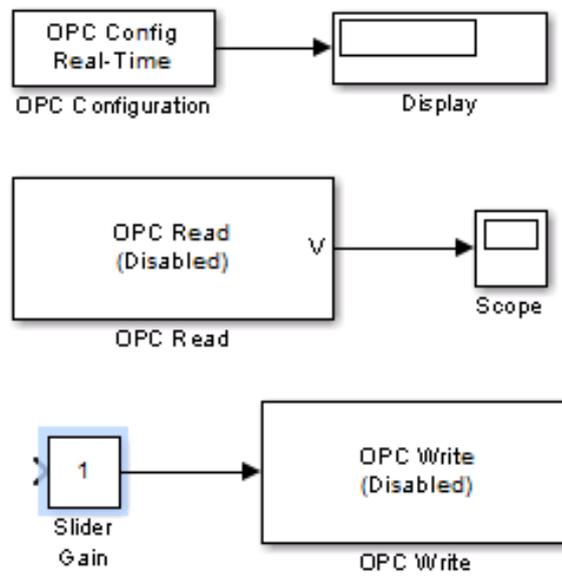


Figura 3.30: Bloques OPC

entrada y por último una para controlar la apertura de la válvula progresiva de salida como se muestra en la Figura 3.31.



Figura 3.31: Planta de Regulación de Presión

Se empieza añadiendo un bloque de configuración, el cliente OPC se trabaja de la manera explicada en la sección anterior, se activa el puerto de salida "Show pseudo real time latency port" para observar la latencia existente entre el tiempo de simulación y el pseudo tiempo real, se seleccionó el tiempo de muestreo de 1 s. debido a que necesitamos que el sistema responda a un tiempo igual al del reloj del sistema y damos click en Aceptar como se muestra en la Figura 3.32.

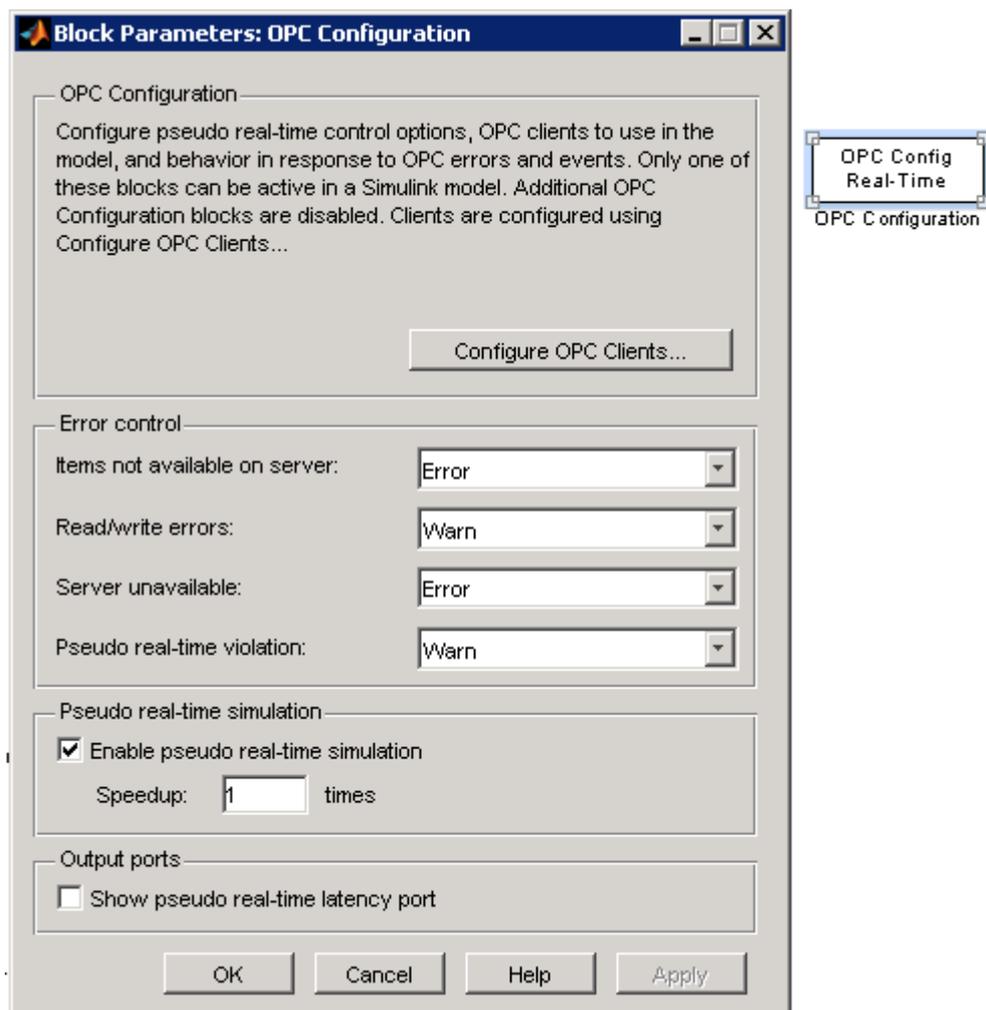


Figura 3.32: Propiedades del bloque OPC Config y modelo creado

Añadimos los bloques de escritura y lectura como en la Tabla 6

Tabla 6: Propiedades a configurar para cada señal de la planta

Nombre de la señal	Bloque	Modo de Lectura	T. Muestreo
Mcompre	Escritura	Síncrono	1 segundo *
Mval	Escritura	Síncrono	1 segundo *
msens1	Lectura	Síncrono (caché)	1 segundo *
msecs2	Lectura	Síncrono (caché)	1 segundo *
Msal	Escritura	Síncrono	1 segundo *
*El tiempo de muestreo es de 1 segundo, se lo seleccionó en función de la respuesta del sistema de la planta, la cual es lenta.			

Se configura las Entradas y Salidas, las propiedades quedan establecidas de acuerdo a la Figura 3.33

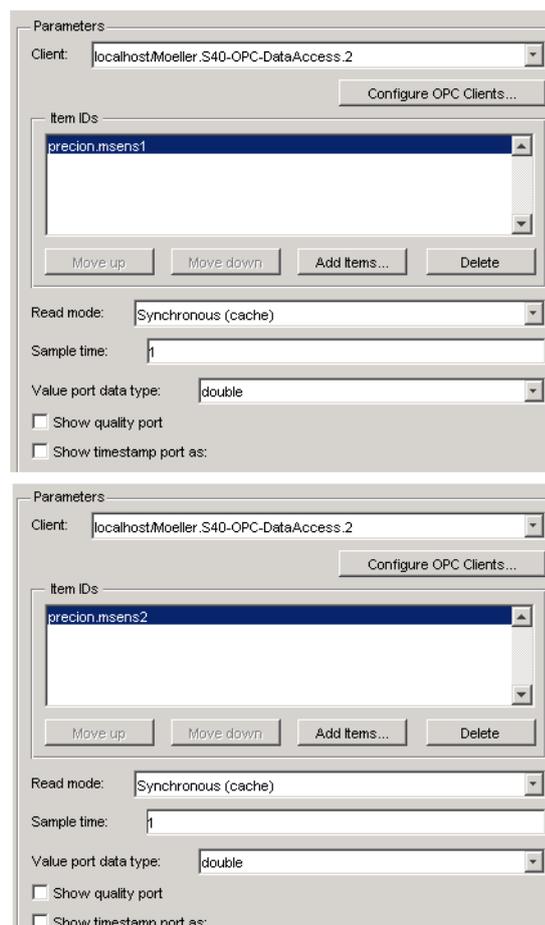


Figura 3.33: Propiedades configuradas para cada señal de la planta de regulación de presión

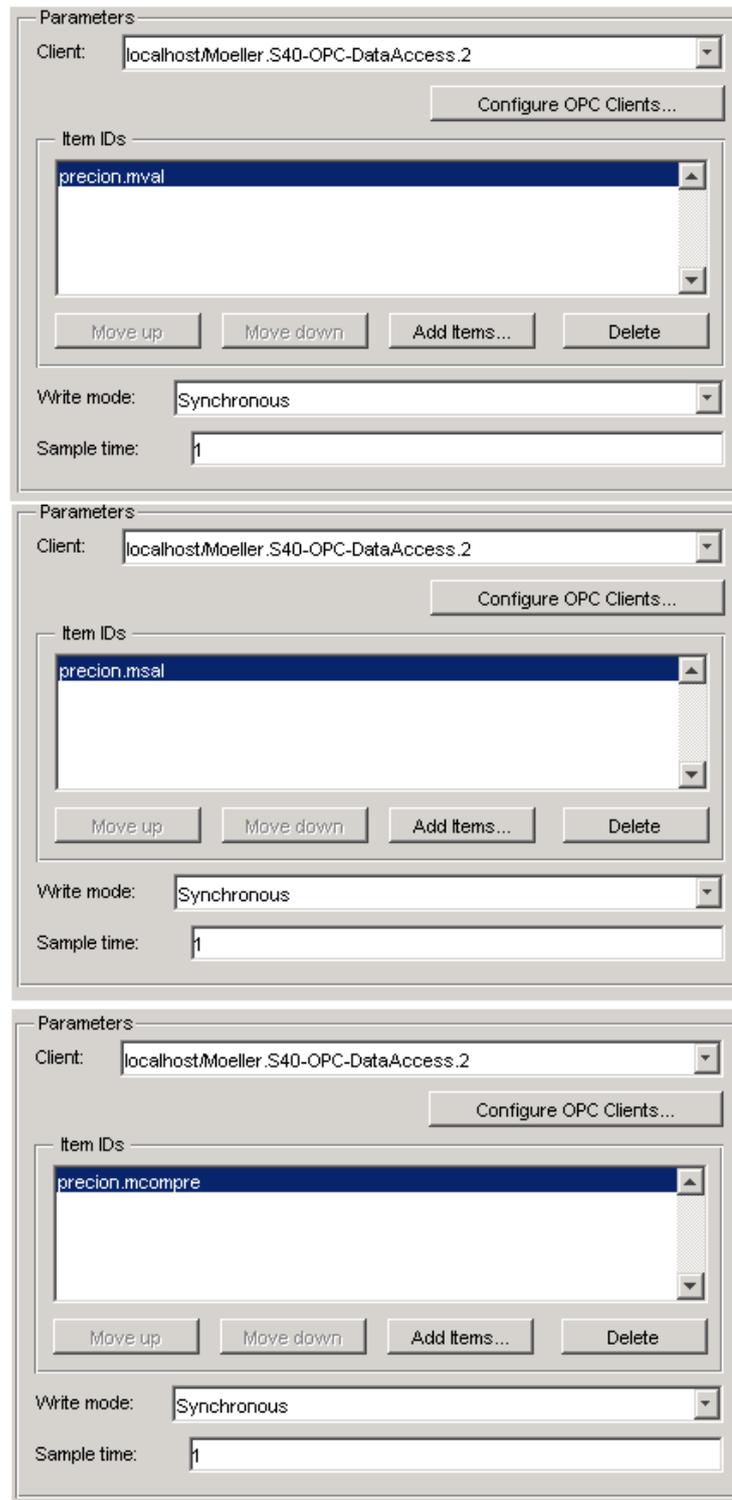


Figura 3.33 Propiedades configuradas para cada señal de la planta de regulación de presión

Los Bloques quedan de la siguiente forma como se muestra en la Figura 3.34.

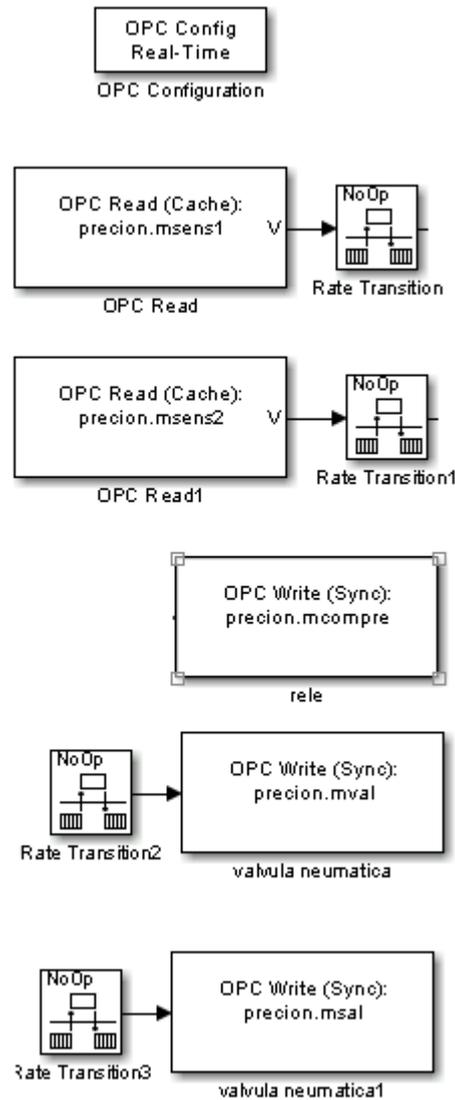


Figura 3.34: Bloque configurados de la planta de regulación de presión

Los bloques Rate Transition fueron colocados para acoplar el tiempo de muestreo de la adquisición de datos, con el tiempo de muestreo de la simulación, que en nuestro caso lo hemos ajustado en 1 segundo.

Como se muestra en la Figura 3.35, el conjunto de bloques colocado después de

Rate Transition, realiza el acondicionamiento de la señal del sensor de presión de aire para que la lectura sea convertida de bits a bar.

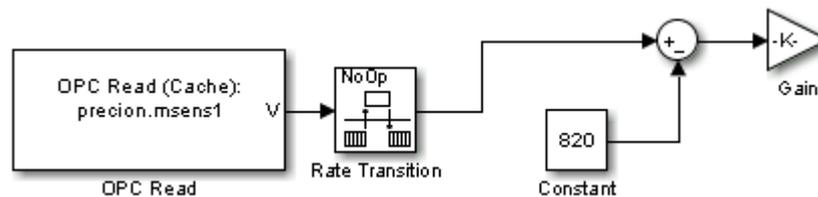


Figura 3.35: Configuración final de la señal msens1 (sensor de presión de aire)

Los tanques de presión de aire tienen a la entrada y la salida electroválvulas situadas a la entrada del bloque "OPC Write" como se muestra en la Figura 3.36, es para evitar que la señal de entrada sobrepase los niveles de seguridad en nuestro caso el rango de amperaje limitado entre 4 a 20ma.

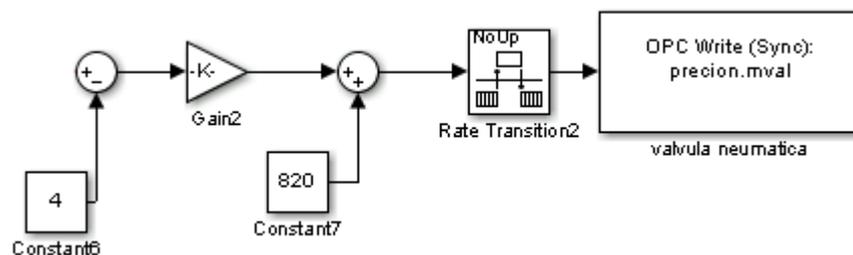


Figura 3.36: Configuración final de la señal mval

Una vez ajustada las entradas y salidas de cada bloque, creamos un subsistema, para ello, se selecciona todos los elementos del modelo y seleccionando Edit Select All o apretando las teclas Ctrl+A como se muestra en la Figura 3.37.

Una vez seleccionado con click derecho sobre uno de los elementos, escogemos la opción "Create Subsystem" como se muestra en la Figura 3.38.

Debido a que el nuevo subsistema creado, se genera con nombres de entradas y salidas estándares, se le cambia el nombre, dando doble click sobre él y reempla-

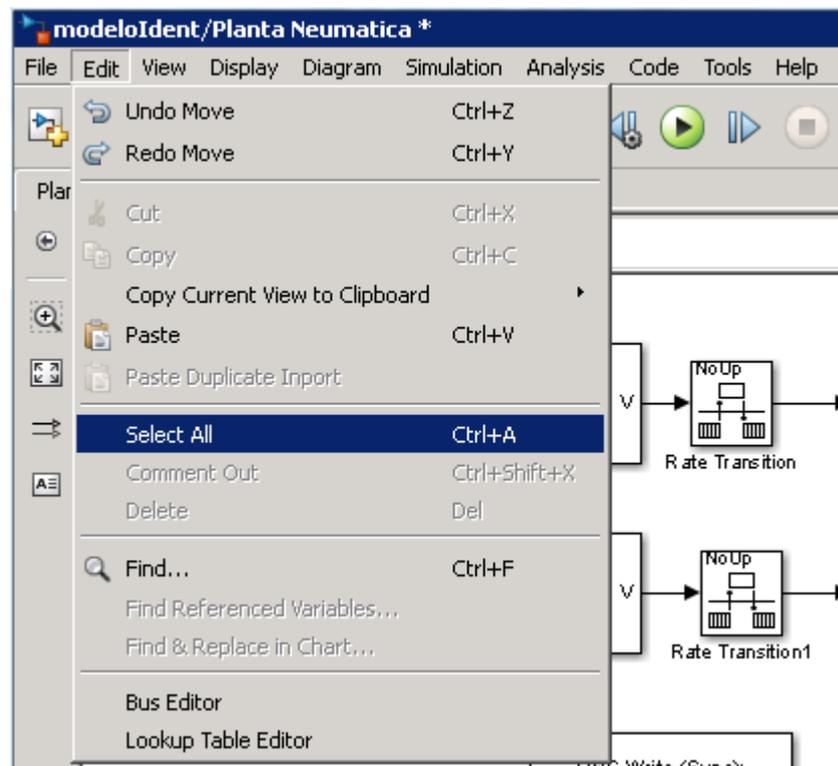


Figura 3.37: Seleccionar todos los bloques para crear un subsistema

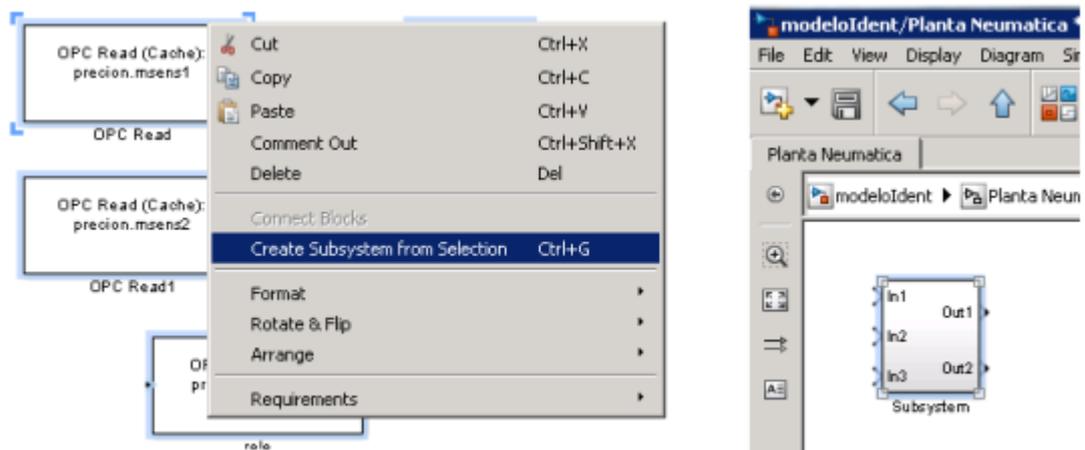


Figura 3.38: Creación del subsistema presión

zando con un nombre representativo a cada señal como se muestra en la Figura 3.39.

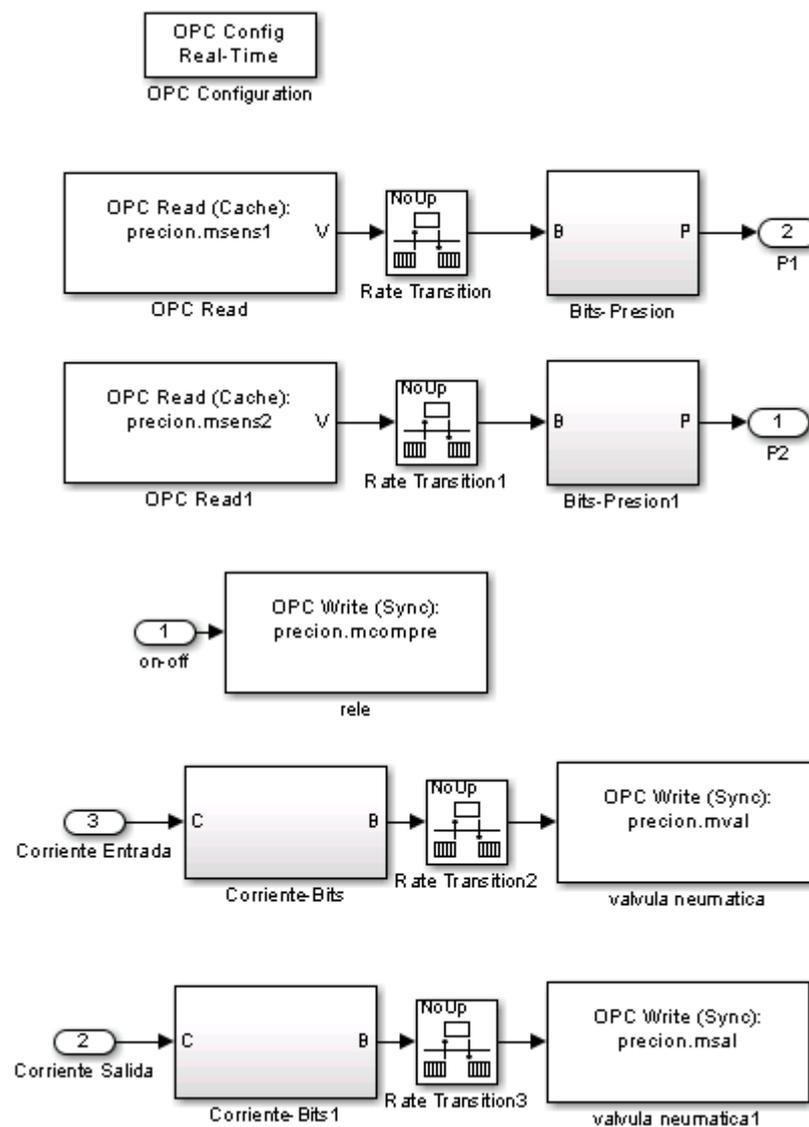


Figura 3.39: Cambio de nombres a las entradas y salidas del subsistema creado

Luego de cambiar los nombres guardamos los cambios y ajustamos el bloque del subsistema en tamaño, además le cambiamos de nombre de “subsystem” a “Planta Neumática” como se muestra en la Figura 3.40.

Para ajustar el tiempo de muestreo en el modelo, vamos al menú de Simulation Model Configuration Parameters o el método abreviado del teclado Ctrl+E como se muestra en la Figura 3.41.



Figura 3.40: Subsistema Planta Neumática listo para usar

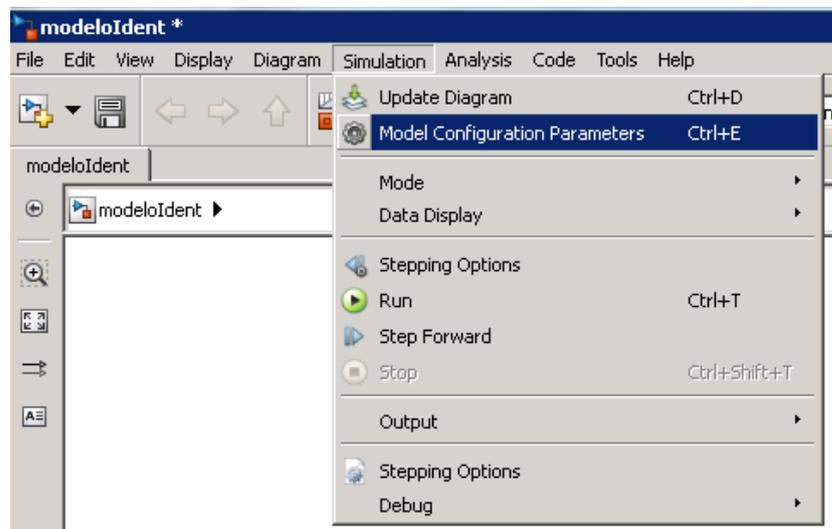


Figura 3.41: Pasos para la configuración del tiempo de muestreo del subsistema

En el panel Select Solver, en la sección “Simulation time” como se muestra en la Figura 3.42 se establece el tiempo en que comienza y termina la simulación mediante los parámetros “Start time” en 0.0 y “Stop time” en “inf” para determinar que la simulación no tendrá tiempo de finalización.

En la sección “Solver option” en el parámetro “Type” se escoge “Fixed-Step”, en “Fixed-step size”: en 0,05s que es tiempo de muestreo del modelo. Se presiona el botón OK.

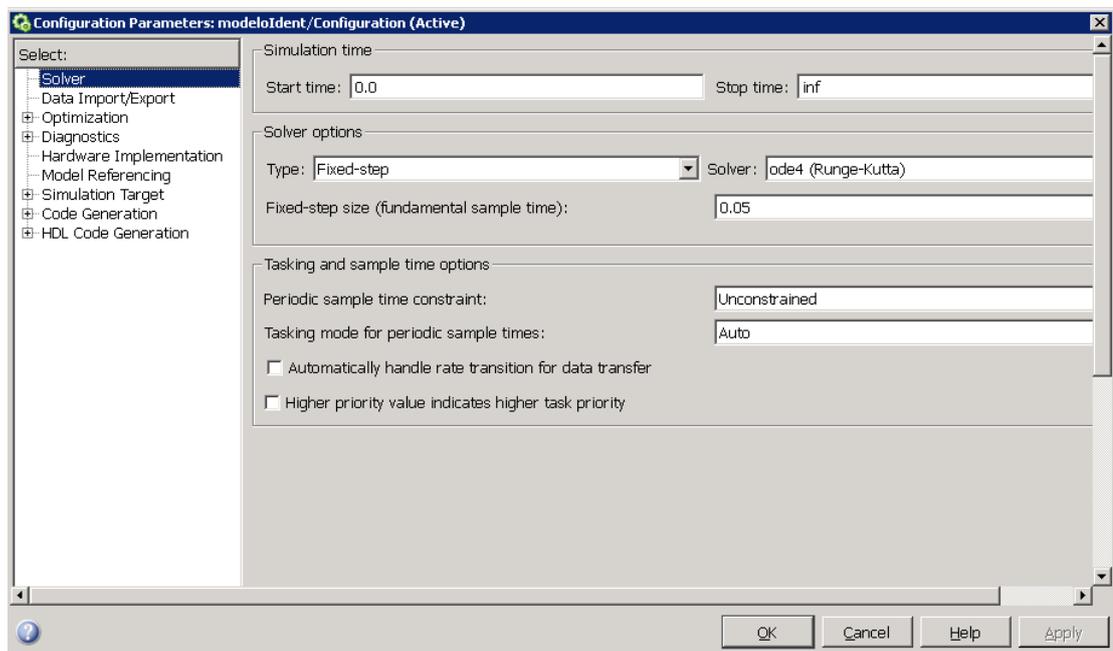


Figura 3.42: Configuración del tiempo de muestreo para la planta de regulación de presión

El bloque queda listo para trabajar con la planta del trabajo de control de presión, podemos agregar más bloques para monitorear y controlar las señales.

3.3. Integración con LabCon

3.3.1. Integración de Bloques de Matlab Simulink con LabCon

Una vez terminado el bloque podemos empezar la integración con LabCon la cual seguiremos la guía del proyecto de graduación “ACTUALIZACIÓN DE LA BIBLIOTECA DEL SISTEMA “LABCON” (LABORATORIO REMOTO DE CONTROL AUTOMÁTICO)” elaborada por el Ing. Cristhian Rómulo Arroba Rivera.

3.3.2. Integración OPC Server con LabCon

La integración de S40 OPC Server, Moeller (Eaton) se procede al concluir correctamente la Instalación de S40 OPC Server.

Se empieza haciendo doble click al archivo Setup.exe de la carpeta de instalación del S40 OPC SERVER como se muestra en la Figura 3.43.

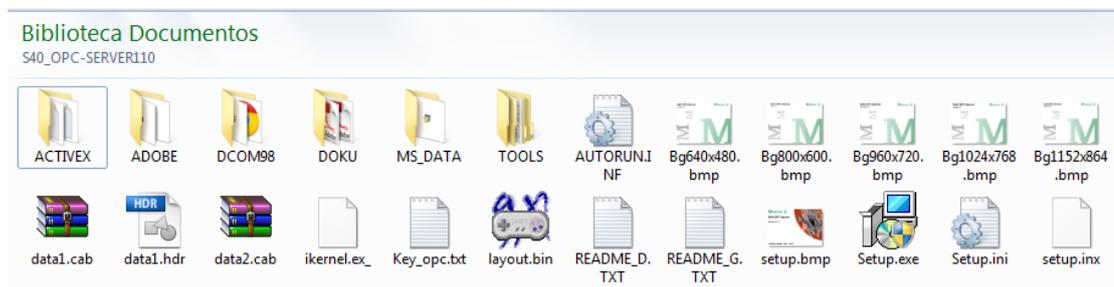


Figura 3.43: Instalación S40 OPC Server

Una vez comenzada la instalación nos pregunta el idioma utilizamos español y hacemos click en aceptar y nos presenta la siguiente pantalla:

Cuando empieza la instalación presenta la ventana como en la Figura 3.45, seguimos el asistente de instalación y comienza a instalar el servidor.

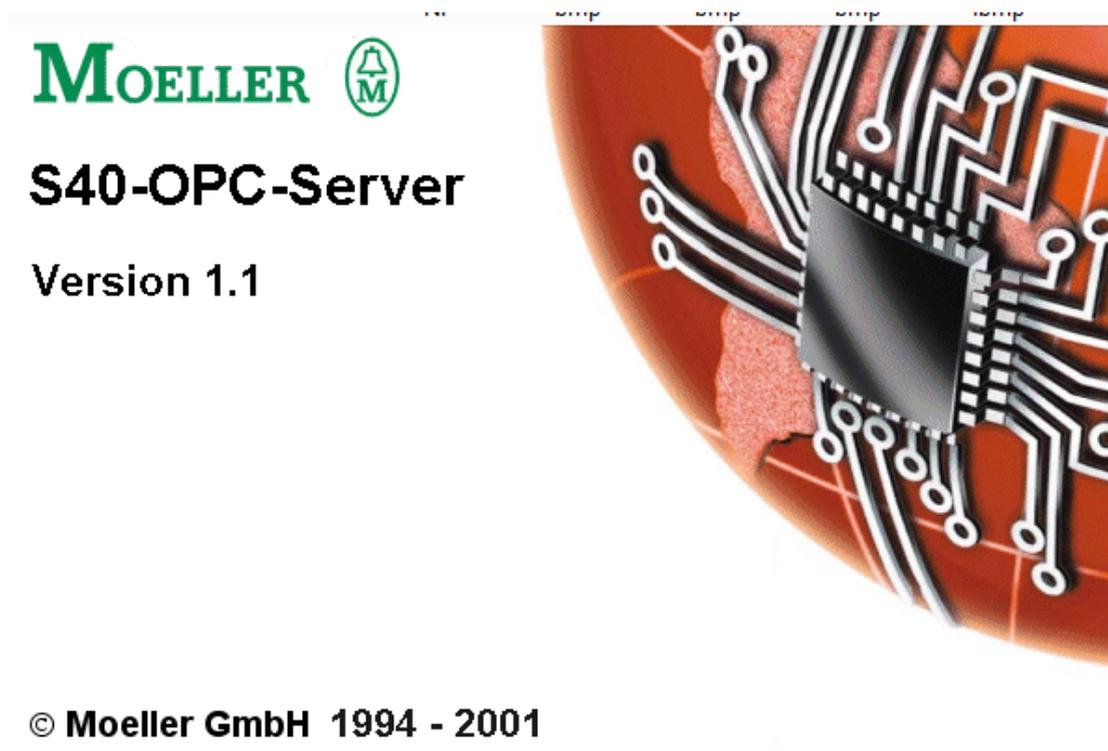


Figura 3.44: Instalación S40 OPC Server

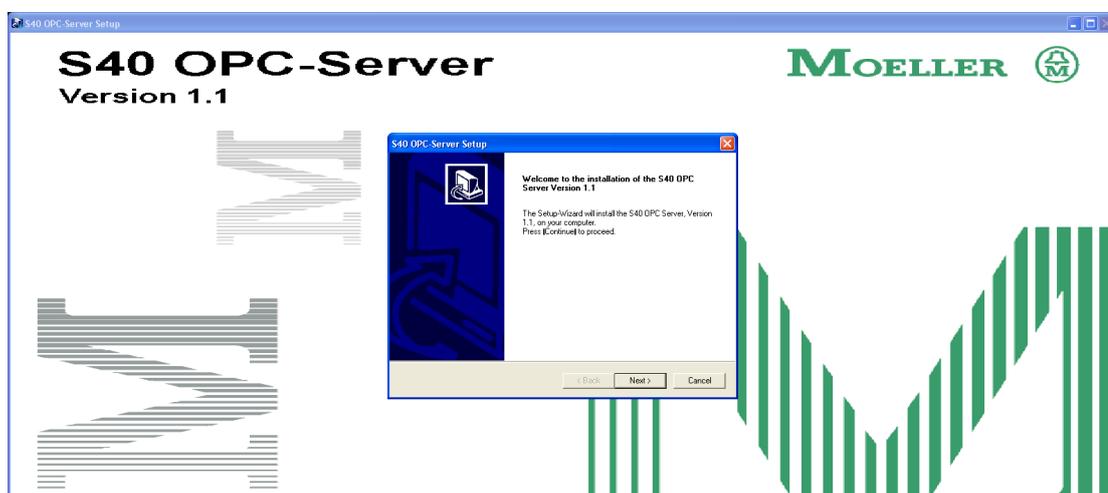


Figura 3.45: Asistente de Instalación S40 OPC Server

Una vez concluido el proceso de instalación y configuración del asistente de instalación del S40 OPC Server, podemos utilizar el servidor.

La ubicación se muestra en la Figura 3.46.

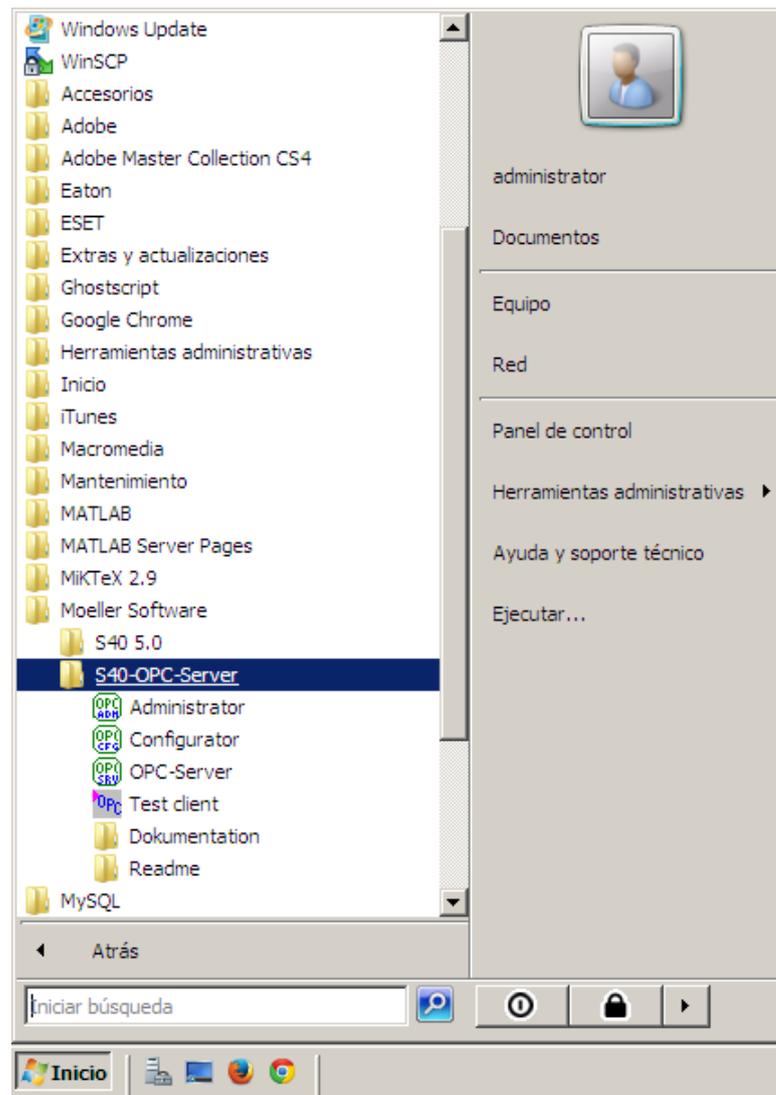


Figura 3.46: Ubicación S40 OPC Server

CAPÍTULO 4

4. PRUEBA SOBRE UN EXPERIMENTO (Adquisición de datos para obtener el punto de operación apropiado)

En este capítulo se prueba el sistema al tratar de determinar un punto de operación, para lo cual es necesario obtener y analizar por lo menos una de sus curvas características. Como resultado se obtuvo el diseño de una práctica y una prepráctica del sistema para fines académicos.

4.1. Pre práctica del Experimento

Determinación del punto de Operación de Sistema de presión de aire.

Antecedentes:

La teoría de Control Clásico está desarrollada para sistemas lineales que son muy poco frecuentes en el mundo real. Por esto, una de las técnicas más usadas es la “Linealización de Sistemas” para lo cual es necesario establecer el punto de operación alrededor del cual trabajará el sistema. Otro procedimiento típico también es la identificación del sistema alrededor de un punto de operación seleccionado.

Esta dependencia que tiene la teoría de control de los sistemas lineales para poder ser aplicada, es lo que le da gran relevancia a la determinación de puntos de operación en el diseño de aplicaciones industriales.

Teoría:

El proceso matemático que permite aproximar un sistema no-lineal a uno lineal es la linealización. Esto se lo consigue al descomponer cada variable del sistema en una parte constante y otra cambiante. La parte constante es el punto de operación, mientras que la cambiante es la variable incremental.

Estas variables incrementales son las que tienen un comportamiento lineal mientras no se alejen demasiado del punto de operación. Adicionalmente, la herramienta matemática utilizada para realizar la aproximación en forma analítica es la Serie de Taylor.

Sin embargo, en la práctica no siempre se tiene una expresión matemática que asocie las variables de un sistema, pero casi siempre se posee o se pueden construir las curvas características de funcionamiento de un sistema. En estos casos, se linealiza gráficamente aproximando las curvas que relacionan las variables con rectas tangentes o secantes a dichas curvas.

Si un elemento de transferencia con una variable de entrada y una variable de salida presenta diversos estados estacionarios, a cada valor fijo de entrada le corresponde un valor fijo de salida en el respectivo régimen estacionario. La representación de la dependencia de los valores de entrada y salida se denomina Curva Característica.

Además, la medición de las variables de todo sistema físico está sujeta a algunos tipos de señales exógenas o ruido durante su operación, lo cual genera una señal no deseada que afecta el resultado final del sistema.

4.2. **Habilitación de la comunicación entre el equipo de campo y LabCon**

Antes del uso de la planta de trabajo se necesita comprobar que el equipo de trabajo y LabCon están conectados sin ningún problema, para esto vamos a seguir el siguiente procedimiento.

Tabla 7: Lista verificación de comunicación

Proceso	Estado
Compresor Conectado a la planta de trabajo	
Planta de trabajo conectada a la fuente electrica	
Planta de trabajo conectada la red del Laboratorio	
Planta de trabajo encendida	

4.3. Pruebas de comunicación

Para las pruebas de comunicación utilizamos el sitio web LabCon para comprobar la comunicación total del sistema

En ese caso entramos a la siguiente página web:

<http://www.labcon.espol.edu.ec/>

Ingresamos a la práctica correspondiente y nos muestra como en la siguiente Figura 4.1.

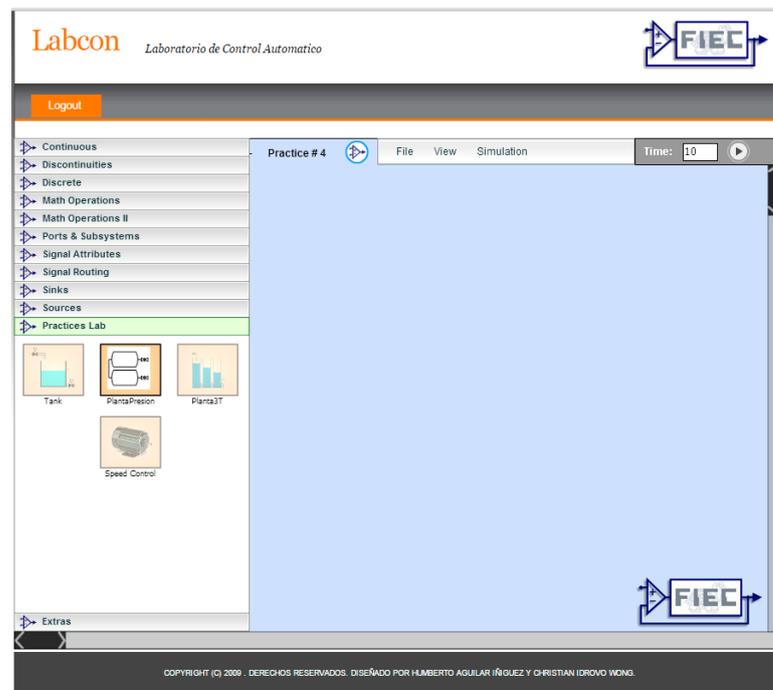


Figura 4.1: Sitio Web LabCon

Con lo cual podemos armar los bloques correspondiente para la puesta en servicio de nuestra planta de trabajo como se muestra en la Figura 4.2

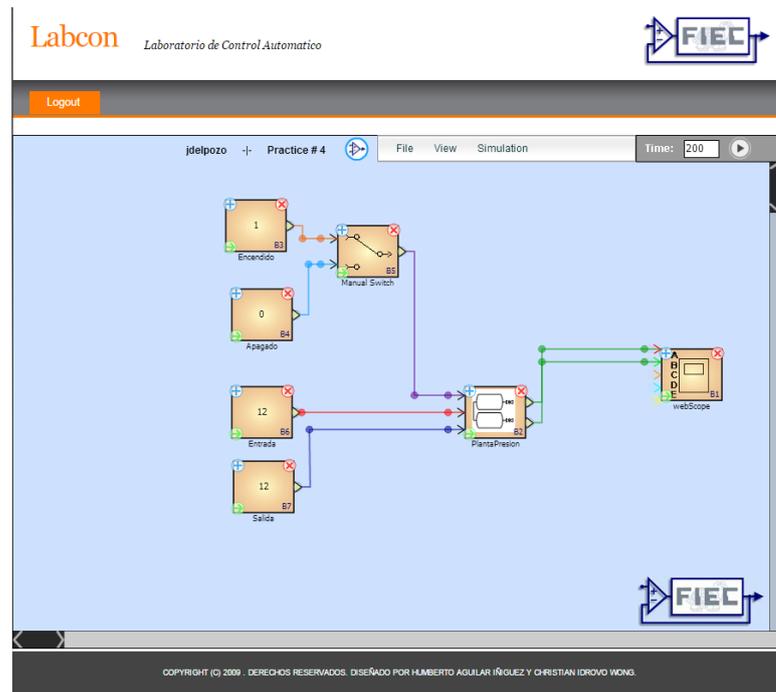


Figura 4.2: Diagrama de Bloques Prueba de comunicación

4.3.1. Resultados Deseados

Cuando se ponga en marcha la planta se desea que llegue a un punto de saturación de calibración determinando que la planta se encuentra en óptimo funcionamiento y habitada para el uso de los estudiantes.

Antes de empezar se asegura que la presión que nos entrega el compresor de aire se 2.5 bar para que los parámetros mostrados sean válidos.

Para calibrar la planta tanto la electroválvula de entrada como de salida se les setea un valor de 20 ma., con estos valores de entrada se determinó que los valores de presión en los tanques son las siguientes:

Los Valores obtenidos son aproximados estando sujetos a variación por el desgaste del equipo, si los valores tienen mucha diferencia se recomienda calibrar la válvula manual que se encuentra conectando los tanques de presión hasta que se aproximen

Tabla 8: Valores de calibración

Tanque	Valor
T001	2.19
T002	1.57

a los valores de la tabla.

4.3.2. Resultados Obtenidos

Para obtener el resultado ya en un punto con la planta estable se recomienda dejar que trabaje por lo menos 300 segundos. Los resultados obtenidos se muestra en la Figura 4.3.

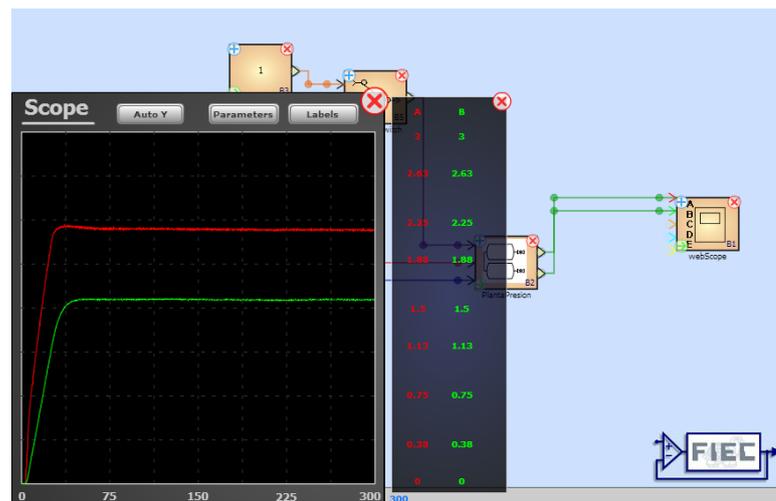


Figura 4.3: Resultado Obtenidos

4.4. Práctica del Experimento

Objetivos:

- Obtener la curva característica
- Seleccionar un punto de operación aceptable

- Familiarizarse con el comportamiento de sistemas neumáticos
- Familiarizar al estudiante con el uso de Labcon

Materiales:

- Sistema Neumático (Planta de Presión de aire)
- Pc con características adecuadas para ejecutar Matlab y acceso a internet
- Labcon
- Matlab

Procedimiento:

Superadas la prueba de comunicación procedemos a abrir la práctica correspondiente en Labcon. Con lo cual podemos armar los bloques correspondiente para la puesta en servicio de nuestra planta de trabajo como se muestra en la Figura 4.4

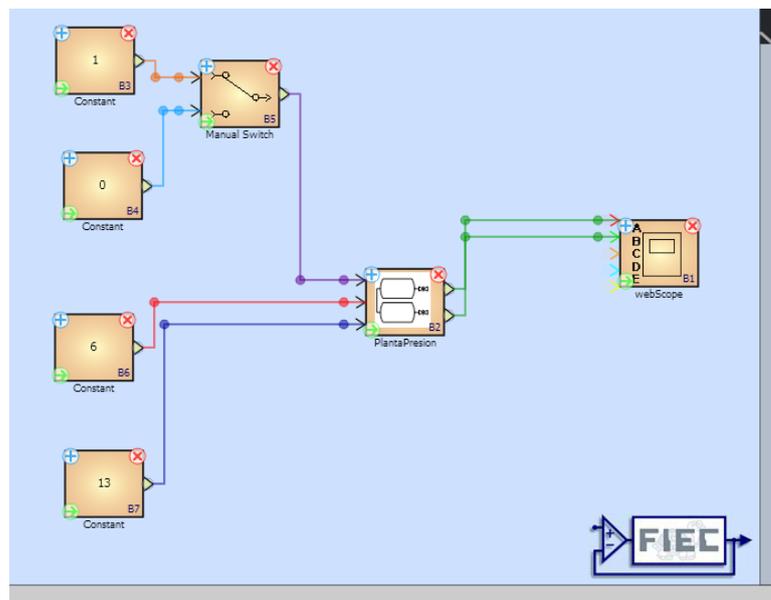


Figura 4.4: Diagrama de Bloques Práctica

En la corriente de salida aplicamos el valor de 13 mA. y para la corriente de entrada utilizamos valores desde 6 mA. hasta 7 mA. con intervalos de 0.2 mA. y obtenemos gráficos como en la Figura 4.5.

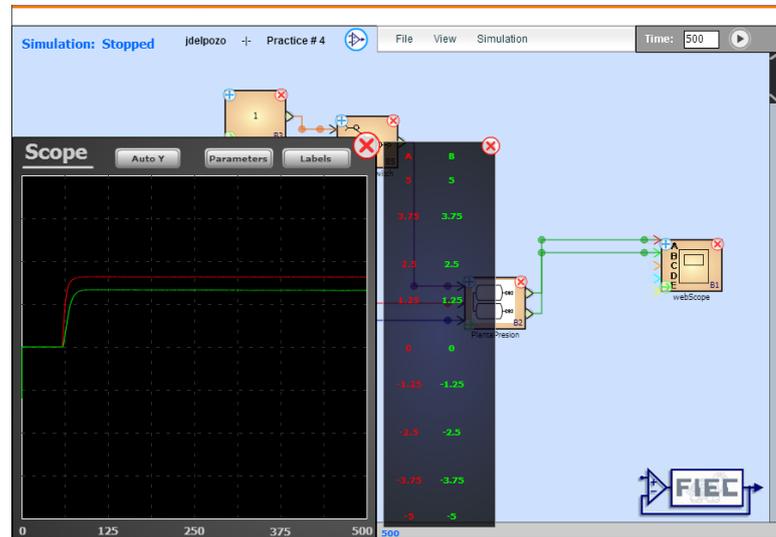


Figura 4.5: Diagrama de Bloques Práctica

Con los datos obtenidos llenamos la siguiente tabla:

Tabla 9: Resultados

v1	P2
6	1.6251
6.2	1.6683
6.5	1.7153
6.8	1.7358
7	1.7459

Con la Tabla 9 puedo graficar utilizando MatLab la corriente aplicada a la válvula de entrada vs la presión del tanque 2 y queda como se muestra en la Figura 4.6

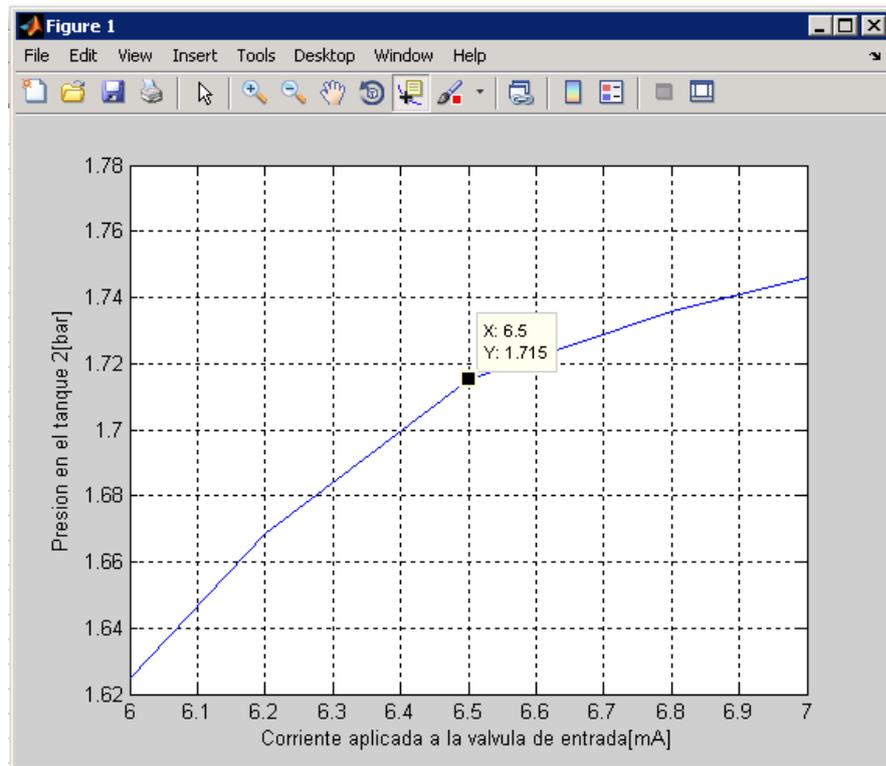


Figura 4.6: Diagrama de Bloques Práctica

Conclusiones:

- Una vez obtenido la curva característica podemos escoger como punto de operación viable entre 6.5 mA. y 6.8 mA.
- Con la toma de mas datos puedo obtener una curva mas suavizada y poder dar un punto de operación mucho mas aceptable
- La práctica me ayudó a comprender el comportamiento de una planta neumática cual no posee el
- Laboratorio de Control al realizar la gráfica de los datos realizados se logra entender la utilidad de punto de operación para linealizar un sistema no lineal

CONCLUSIONES

1. Una vez terminado éste proyecto se logró cumplir los objetivos planteados al inicio del mismo, de tesis, al establecer la comunicación entre la planta de trabajo y el servidor LabCon mediante el uso del estándar industrial OPC.

El servidor Labcon está configurado y conectado con equipos National Instrument, se logra incorporar en el servidor equipos de otra marca en este caso Mooeller Eaton, sin conflictos entre los diferentes servidores en funcionamiento, con el uso del estándar industrial OPC asemejando a lo encontrado en los puestos de producción .

Con la incorporación de un laboratorio externo al de LCA, dando abertura de incorporar mas plantas de trabajo de diferentes laboratorios, brindando así la oportunidad de realizar experimentos multidisciplinarios que impulsen en los estudiantes un espíritu de investigación y mejora para dichas áreas.

2. Se logro actualizar el banco de pruebas con dos entradas analógicas controladas que son las presiones de los tanques, dos salidas analógicas que son las posiciones de las válvulas progresivas y una salida digital que controla el encendido y apagado del compresor de aire del banco de pruebas.
3. Del gráfico 4.6 se logró confirmar un punto de operación recomendado está entre 6.5 mA. y 6.8 mA. ,el cual puede variar en el tiempo por el desgaste del equipo.

Cabe acotar que el punto de operación se calculó con pocas muestra ya que es para fines de una práctica para estudiantes y si nos extendemos con las toma de muestra el tiempo de uso de la planta seria demasiado elevado.

La práctica se hizo para fin demostrativo y puede modificarse los parámetros para tener una visión más completa del comportamiento.

4. Al finalizar el proyecto, se logró incorporar el banco de pruebas de manera exitosa al sitio web LAbCon.
5. La documentación presentada en el capítulo 4 es suficiente para que la práctica sea replicable.

RECOMENDACIONES

1. Usar los respectivos manuales de usuario de los módulos de los equipos de campo cuando se desee modificar o poner a funcionar una nueva señal, para evitar conflictos de mala configuración o asignación de canales.
2. Actualmente el banco de pruebas está diseñada con dos válvulas progresivas una a la entrada del sistema y la segunda a la salida del sistema, para tener mayor control y exactitud de la calibración del banco de pruebas es necesario la incorporación de una válvula progresiva entre los dos tanques de aire que controle el flujo entre los mismos.
3. Se recomienda que la válvula progresivas de salida del sistema de banco de prueba sea de las mismas características de la que se incorporará entre los dos tanques de aire, pongo a su disposición la Válvula de émbolo de 2/2 servopilotada Tipo 0407 de marca Burkert que lo disponen proveedores locales.
4. Para obtener un punto de operación mas preciso se recomiendoa tomar mayor cantidad de datos entre valores de 5.8mA. a 8 mA.
5. Verificar la resistencia de la tubería principal de ingreso de aire así como el compresor principal del banco de pruebas para poder llegar a presiones más altas, así el punto de operación tenga un mejor comportamiento.
6. Mejorar el sistema de distribución de aire del compresor principal para poder utilizar paralelamente los bancos de prueba del LII.
7. Con este proyecto de tesis se da el primer paso a los trabajos que se pueden desarrollar

a futuro están enfocados al ambiente colaborativo, construyendo redes de aprendizaje al poner a disposición con este proyecto, los recursos con los que cuenta un Laboratorio experimental hacia otras áreas, de manera que la enseñanza se vuelva multidisciplinaria y se puedan explicar mejor algunos conceptos que en determinadas ocasiones quedan incompletos. Así, poco a poco se incorporen las otras Facultades y por qué no, universidades del país y del mundo entero, que al final sólo traería un gran beneficio en el desarrollo profesional de los estudiantes al poner a disposición recursos e información actualizada.

ANEXOS

Anexo A

Diseño de tarjeta amplificadora válvula de presión de aire.

Un problema que se presentó fue con la válvula progresiva de marca iQValves modelo iQ MINI, trabaja con voltajes de entrada 0 v. a 5 v. y el PLC trabaja con las salidas analógicas de corriente entre 4-20 mA. se tuvo que diseñar un convertidor de corriente a voltaje como se muestra en las siguientes figuras.

Anexo B

Se incorpora en un CD con los instaladores de los programas necesarios para el funcionamiento de proyecto de graduación.

- EASY209-SE Configurator 2.1.1.73.
- S40 OPC SERVER 1.1.
- Sucosoft 5.0.

BIBLIOGRAFÍA

[1] User Interface S40 OPC Server., Moeller Documentation,
ftp://ftp.moeller.net/Documentation/awb_manuals/h1399g.pdf, fecha de consulta julio 2014

[2] Hardware, Engineering, Function Description Ethernet Gateway EASY209-SE., Eaton Documentation,
http://www.eatonelektrotechnika.cz/pdf/tiskoviny_pdf_393.pdf, fecha de consulta agosto 2014

[3] Hardware and Engineering PS4-201-MM1., Moeller Documentation,
ftp://ftp.moeller.net/Documentation/awb_manuals/h1184g.pdf, fecha de consulta julio 2014

[4] Hardware and Engineering LE 4-206-AA2 Analog LE for Current Signals., Moeller Documentation,
ftp://ftp.moeller.net/Documentation/awb_manuals/h1331g.pdf fecha de consulta julio 2014

[5] iQ MINI., iQValves Web Site, <http://iqvalves.com/iqmini.aspx>, fecha de consulta agosto 2014

[6] Sistema Didáctico Modular para automatización de modelos, Gunt Hamburg Web Site,
http://www.gunt.de/static/s3391_1.php, fecha de consulta julio 2014

[7] Data sheet MBS 3000 pressure transmitter for industrial applications, Grundfos Web Site,
<http://net.grundfos.com/doc/webnet/boosterpaq/Data%20Sheets/Press%20Trans%20MBS%203000.pdf>, fecha de consulta agosto 2014

[8] Zelio Relay - plug-in relays, Filkab Web Site,
http://www.filkab.com/files/category_files/file_1957_bg.pdf, fecha de consulta julio 2014