



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

**ESCUELA DE INGENIERIA EN SISTEMAS**

**“INTEGRACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES MEDIANTE UNA RED  
ETHERNET DEDICADA PARA PLC’S DE DIFERENTES FABRICANTES,  
APLICADA EN CECATTEC (MECATRONICOS)”**

**TESIS DE GRADO**

**Previo la obtención del Título de:**

**INGENIERO EN SISTEMAS INFORMATICOS**

**Presentado por:**

**WILSON GUSTAVO CHANGO SAILEMA**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**- 2009 -**

## **AGRADECIMIENTO**

Mis más sinceros agradecimientos al Ing.  
Marco Viteri Director de Tesis de Grado  
Ing. Danny Velasco Miembro de Tesis de  
Grado

Por toda la ayuda brindada en esta  
investigación, ya que con sus  
conocimientos me supieron guiar para  
alcanzar los objetivos propuestos.

## **DEDICATORIA**

A mis queridos Padres Luís y María  
a mis hermanos Freddy, Milton,  
Edison y en especial a mi Tío Luís,  
quienes a pesar de la distancia y mis  
ausencias siempre han estado  
apoyándome para alcanzar mis  
metas.

A ti Dios por Dar-me salud y vida  
por darme una familia que este  
siempre a mi lado a pesar de los  
momentos difíciles que hemos  
pasado.

A mi Enamorada Cristina por ser  
fuente de inspiración

**Wilson Gustavo Chango Sailema**

**FIRMAS RESPONSABLES**

<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Dr. Romeo Rodríguez DECANO FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA	.....	.....
Ing. Iván Menes DIRECTOR DE LA ESCUELA INGENIERÍA EN SISTEMAS	.....	.....
Ing. Marco Viteri B. DIRECTOR DE TESIS	.....	.....
Ing. Danny Velasco MIEMBRO DEL TRIBUNAL	.....	.....
Tlgo. Carlos Rodríguez DIRECTOR DEL CENTRO DE DOCUMENTACIÓN	.....	.....
NOTA DE LA TESIS	.....	

“Yo, Wilson Gustavo Chango Sailema, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la “**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL CHIMBORAZO**”.

.....

**Wilson Gustavo Chango S.**

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>AI</b>	Analog Input Entrada Analógica
<b>AO</b>	Analog Output Salida Digital
<b>ASCII</b>	American Standard Code for Information Interchange Código Normalizado Americano para el Intercambio de Información.
<b>BIT</b>	Binary digit Digito binario
<b>COM</b>	Component Object Model Modelo de Objeto de Componente
<b>CPU</b>	Central Process Unit Unidad Central de Procesos
<b>DCOM</b>	Distributed COM Objetos COM Distribuidos
<b>DCS</b>	Datalogging and Supervisory Control Sistemas de Control Distribuido
<b>DI</b>	Digital Input Entrada Digital
<b>DO</b>	Digital Output Salida Digital
<b>FP</b>	Fieldpoint

<b>GUI</b>	Graphic User Interface Interfaz de Usuario Gráfica
<b>HMI</b>	Machine Man Interface Interfaz hombre máquina
<b>ID</b>	Identifier Identificador
<b>IDL</b>	Interfaces Definition Language Lenguaje de definición de interfaces
<b>IP</b>	Internet Protocol Protocolo de Internet
<b>I/O</b>	Input/Output Entrada/Salida
<b>LRC</b>	Longitudinal Redundant Checking Comprobación Longitudinal Redundante
<b>LAN</b>	Local Área Network Red de área local
<b>NI</b>	Network Interface Interfaz de Red
<b>MTU</b>	Master Terminal Unit Unidad Terminal Maestra
<b>OLE</b>	Object Linking and Embedding Vinculación e incrustación de objetos
<b>OPC</b>	OLE for Process Control OLE para el control de procesos

<b>PFC</b>	Programmable Fieldbus Controller Controlador Fieldbus programable
<b>PLC</b>	Programmable Logic Controllers Controlador Lógico Programable
<b>RAM</b>	Random Access Memory Memoria de Acceso rápido
<b>SCADA</b>	Supervisory Control And Data Acquisition Control Supervisión y adquisición de datos
<b>SOAP</b>	Simple Object Access Protocol Protocolo de acceso simple a objetos
<b>SRS</b>	Software Requirements Specifications Especificaciones de Requerimiento del Software
<b>TCP</b>	Transmission Control Protocol Protocolo de control de transmisiones
<b>RTU</b>	Remote Terminal Unit Unidad Terminal Remota
<b>RMI</b>	Remote Invocation Method Invocación de métodos remotos
<b>VM</b>	Virtual Machina Máquina Virtual Java
<b>VI</b>	Instruments Virtual Instrumentación Virtual
<b>WAN</b>	Wide Área Network Red de área ancha



# ÍNDICE GENERAL

PORTADA

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

INDICE DE ABREVIATURAS

INDICE GENERAL

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE TABLAS

INTRODUCCION

CAPITULO I

MARCO REFERENCIAL.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.1 ANTECEDENTES.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.2.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.2.2 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA APLICATIVA.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.3 OBJETIVO GENERAL.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.5 HIPÓTESIS.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

**CAPITULO II:**

MARCO TEORICO .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
2.1 PLC'S CON INTERFACES ETHERNET. .	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
2.2 INTRODUCCIÓN A REDES INDUSTRIALES CON PLC'S	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
2.3 CLASIFICACIÓN DE LAS REDES INDUSTRIALES.	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
2.3.1 BUSES ACTUADORES Y SENSORES...	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
2.3.2 BUSES DE CAMPO Y DISPOSITIVOS..	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>

2.4 COMUNICACIONES INDUSTRIALES CON PLC'S. **¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

**CAPITULO III**

3.1	INTRODUCCIÓN AL MÓDULO WAGO 750-842 ETHERNET CONTROLLER. ....	32
3.1.1	CONTROLADOR FIELDBUS. ....	33
3.1.2	CARACTERÍSTICAS DEL CONTROLADOR. ....	35
3.1.3	MÓDULOS E/S. ....	35
3.1.4	FIN DEL MODULO. ....	36
3.1.5	CONFIGURACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MODULO 750 - 842 ETHERNET CONTROLLER .....	37
	INSTALAMOS EL SOFTWARE CORRESPONDIENTE PARA EL MODULO WAGO 750-842. ....	37
3.1.6	HERRAMIENTAS Y PROTOCOLOS DE FUNCIONAMIENTO QUE PERMITAN AL 750-842 ETHERNET CONTROLLER, LA INTEGRACIÓN DE LOS PROCESOS INDUSTRIALES MEDIANTE UNA RED ETHERNET. ....	42
3.1.6.1	DIRECCIONAMIENTO DE DATOS. ....	43
3.1.6.2	DIRECCIONES ABSOLUTAS. ....	45
3.1.6.3	INTERCAMBIO DE DATOS. ....	49
3.2	INTRODUCCIÓN AL MÓDULO TWIDO 20 DTK CON INTERFAZ ETHERNET. ...	54
3.2.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MÓDULO DE INTERFACE ETHERNET. ....	55
3.2.1.1	ELEMENTOS EXTERNOS DE TWIDOPORT. ....	56
3.2.1.2	DESCRIPCIÓN DEL PANEL DE INDICADORES LUMINOSOS DE TWIDOPORT. . .....	57
3.2.2	Configuración y Programación del Módulo twido.....	59
3.2.2.1	INSTALACIÓN DEL TWIDOSUITE. ....	59
3.2.3	HERRAMIENTAS Y PROTOCOLOS DE FUNCIONAMIENTO QUE PERMITAN LA INTEGRACIÓN DEL TWIDO 20 DTK CON INTERFAZ ETHERNET A LOS PROCESOS INDUSTRIALES MEDIANTE UNA RED ETHERNET. ....	64
3.2.3.1	MODO SLAVE MODBUS.....	65
3.2.3.2	PROTOCOLO TCP/IP. ....	65
3.2.3.3	CONFIGURACIÓN DE LAS COMUNICACIONES TCP/IP EN ETHERNET.....	66
3.2.3.4	FORMATO DE TRAMA. ....	67
3.2.3.5	CLIENTE/SERVIDOR TCP MODBUS. ....	68
3.3	INTRODUCCIÓN AL MÓDULO FIELDPOINT CON INTERFAZ ETHERNET. ....	68

3.3.1	MÓDULOS E/S.....	69
3.3.2	MÓDULO DE RED.....	70
3.3.3	INTERFAZ DE COMUNICACIÓN.....	73
3.3.5	CONFIGURACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MÓDULO FIELDPOINT. ....	76
3.3.6	HERRAMIENTA Y PROTOCOLOS DE FUNCIONAMIENTO QUE PERMITAN LA INTEGRACIÓN DE LOS PROCESOS INDUSTRIALES MEDIANTE UNA RED ETHERNET. ....	80
3.3.7	ESPECIFICACIONES OPC. ....	81
3.3.8	BENEFICIOS DE OPC.....	83
3.3.8.1	VISIÓN FUTURA DE OPC.....	84
3.3.8.2	SERVIDORES OPC.....	85
3.3.8.3	SERVIDOR DE ACCESO A DATOS OPC. ....	86
3.3.8.4	SERVIDOR DE ALARMAS, CONDICIONES Y EVENTOS OPC. ....	87
3.3.8.5	INTERFACES OPC. ....	88
3.3.8.6	ARQUITECTURA GENERAL DE OPC Y SUS COMPONENTES. ....	89
3.3.8.7	USO DE SERVIDORES LOCALES Y REMOTOS. ....	89
3.3.8.8	SERVIDOR OPC BROWSER. ....	89
3.3.8.9	SOLUCIÓN GLOBAL.....	90
3.3.8.10	DESVENTAJAS DE UTILIZAR OPC EN SISTEMAS INDUSTRIALES. ....	92
3.3.8.11	ESTÁNDARES OPC. ....	93

## **CAPITULO IV**

	DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA QUE PERMITA REALIZAR EL MONITOREO VERIFICACIÓN Y COMUNICACIÓN A TRAVÉS DE UNA RED ETHERNET CON PLC'S.. METODOLOGÍA. ....	94
4.1	METODOLOGÍA.....	94
4.2	PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO. ....	96
4.2.1	ANTECEDENTES.....	96
4.2.2	OBJETIVO DEL PLAN. ....	97
4.2.3	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA ....	97
4.2.4	ESTIMACIÓN DEL PROBLEMA.....	98
4.2.4.1	ADQUISICIÓN DE EQUIPOS HARDWARE Y SOFTWARE.....	98
4.2.5	PLANIFICACIÓN.....	99
4.2.6	Gestión de riesgos.....	99

4.2.7	PLANES DE CONTINGENCIA .....	100
4.2.8	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD .....	101
4.2.8.1	FACTIBILIDAD TÉCNICA .....	101
4.2.8.2	FACTIBILIDAD ECONÓMICA.....	102
4.2.8.3	FACTIBILIDAD LEGAL.....	102
4.3	ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS SRS .....	102
4.3.1	FASE DE ESPECIFICACIÓN .....	102
4.3.1.1	INTRODUCCIÓN .....	103
4.3.1.2	DESCRIPCIÓN GENERAL.....	104
4.3.1.3	RESTRICCIONES GENERALES.....	105
4.3.2	REQUISITOS ESPECÍFICOS.....	106
4.3.2.1	REQUISITOS DEL USUARIO.....	106
4.3.2.2	REQUERIMIENTOS DE INTERFACES EXTERNAS .....	107
4.3.3	REQUISITOS FUNCIONALES.....	108
4.3.3.1	ÁREAS FUNCIONALES.....	108
4.3.3.2	REQUERIMIENTOS FUNCIONALES GENERALES.....	109
4.3.4	REQUERIMIENTOS DE LA EJECUCIÓN .....	110
4.3.4.1	DE LAS ESPECIFICACIONES BÁSICAS .....	110
4.3.4.2	DE LOS USUARIOS DEL SISTEMA.....	110
4.3.4.3	DE LA INFRAESTRUCTURA.....	111
4.3.5	ATRIBUTOS DEL SISTEMA DE SOFTWARE.....	111
4.3.5.1	CONFIABLE .....	111
4.3.5.2	PORTABLE.....	111
4.3.5.3	AMIGABLE.....	111
4.4	FASE DE ANÁLISIS .....	112
4.4.1	CASOS DE USO ESENCIALES EN FORMATO EXPANDIDO .....	112
4.4.2	DIAGRAMAS DE CASO DE USO .....	115
4.4.3	MODELO CONCEPTUAL .....	116
4.4.3.1	IDENTIFICACIÓN DE CONCEPTOS .....	116
4.4.3.2	IDENTIFICACIÓN DE RELACIONES .....	117
4.4.3.3	REFINAMIENTO DE CLASES Y RELACIONES .....	117
4.4.3.4	REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL MODELO CONCEPTUAL .....	117
4.4.4	DIAGRAMAS DE SECUENCIA.....	118
4.4.5	CONTRATOS DE OPERACIÓN.....	121
4.4.6	DIAGRAMAS DE ESTADO .....	124

4.4.7	DIAGRAMA DE CALLE.....	125
4.5	FASE DE DISEÑO.....	125
4.5.1	INTERFAZ DE USUARIO.....	126
4.5.1.1	CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA.....	126
4.6	FASE DE IMPLEMENTACIÓN.....	131
4.6.1	DEPURACIÓN.....	131
4.6.2	TRATAMIENTO DE ERRORES.....	132

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

RESUMEN

SUMMARY

GLOSARIO

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA Nº II.1 CONTROLADOR DE RED PROGRAMABLE .....	25
FIGURA Nº II.2 REGULADOR INDUSTRIAL PARA MONITOREO .....	25
FIGURA Nº II.3 COMUNICACIÓN Y REDES INDUSTRIALES .....	28
FIGURA Nº II.4 SENSORES DE EJES DE MOVIMIENTO .....	29
FIGURA Nº II.5 PLC'S CON REGULADOR INDUSTRIAL .....	31
FIGURA Nº III.6: SISTEMA WAGO .....	33
FIGURA Nº III.7: CONTROLADOR FIELDBUS .....	34
FIGURA Nº III.8: INSTALACIÓN DEL SOFTWARE PARA EL MODULO WAGO 750-842. .....	37
FIGURA Nº III.9: INSTALACIÓN WAGO -I/O- SYSTEM.....	37
FIGURA Nº III.10: ABRIMOS ARCHIVO BOOTP SERVER .....	38
FIGURA Nº III.11: ARCHIVO DE TEXTO BOOTP SERVER .....	38
FIGURA Nº III.12: LÍNEA DE CONFIGURACIÓN EN EL ARCHIVO BOOTP SERVER..... .....	39
FIGURA Nº III.13: ASIGNACIÓN DEL LA DIRECCIÓN IP AL PLC WAGO 750-842....	39
FIGURA Nº III.14: EJECUCIÓN DE WAGO BOOTP SERVER.....	40
FIGURA NºIII.15: COMPROBACIÓN DE LA COMUNICACIÓN DEL PC CON EL PLC .....	41
FIGURA Nº III.17: DIRECCIONAMIENTO DE DATOS .....	43
FIGURA Nº III.18: INTERCAMBIO DE DATOS ENTRE MAESTRO MODBUS Y MÓDULOS DE E/S.....	51
FIGURA Nº III.19: INTERCAMBIO DE DATOS ENTRE LA FUNCIONALIDAD DEL PLC (CPU). .....	52
FIGURA Nº III.20: MODULO TWIDO 20 DTK.....	54
FIGURA Nº III.21: ELEMENTOS EXTERNOS DE TWIDOPORT.....	56
FIGURAIII.22: DESCRIPCIÓN DEL PANEL DE INDICADORES LUMINOSOS DE TWIDOPORT .....	57
FIGURA Nº III.23: PUERTO ETHERNET DE TWIDOPORT .....	58
FIGURA Nº III.24: INSTALACIÓN DEL SOFTWARE TWIDOSUITE .....	59
FIGURA Nº III.25: INSTALACIÓN DEL FIRMWARE .....	60
FIGURA Nº III.26: PASOS PARA LA INSTALACIÓN DEL FIRMWARE.....	60

FIGURA N° III.27: SELECCIÓN DEL CONTROLADOR PARA EL MODULO TWIDO .....	61
FIGURA N° III.28: SELECCIÓN DE MODO PROGRAMACIÓN .....	61
FIGURA N° III.29: AGREGAMOS NUEVO PROYECTO. ....	62
FIGURA N° III 30: SELECCIONAR NUEVO PROYECTO .....	62
FIGURA N° III.31: SELECCIONAR TWIDO 20 DTK .....	63
FIGURA III.32: CONFIGURACIÓN DEL LA DIRECCIÓN IP PARA EL MODULO TWIDO 20 DTK .....	63
FIGURA N° III.33: ASIGNACIÓN DE LA DIRECCIÓN IP .....	63
FIGURA N° III.34: CONEXIÓN DE PLC TWIDO 20 DTK A UNA RED ETHERNET .....	64
FIGURA N° III.35: COMUNICACIÓN MODBUS .....	66
FIGURA N° III.36: FIELDPOINT 1610 .....	69
FIGURA N° III.37: MODULO DE RED FIELDPOINT 1601 .....	70
FIGURA N° III.38: DIP SWITCH DEL MÓDULO DE RED .....	73
FIGURA N° III.39: CONEXIÓN DEL FP-1601 A UNA RED ETHERNET.....	75
FIGURA N° III.40: CONFIGURACIÓN DEL CABLE UTP CATEGORÍA 5 .....	76
FIGURA N° III.41: DIRECCIÓN DE LA COMPUTADORA .....	77
FIGURA N° III.42: DIRECCIÓN DEL FIELDPOINT 1601.....	77
FIGURA N° III.43: ABRIR MEASUREMENT AND AUTOMATION EXPLORER .....	77
FIGURA N° III.44: ABRIR REMOTE SYSTEM.....	78
FIGURA N° III.45 BENEFICIOS OPC .....	84
FIGURA N° III.46. SERVIDOR OPC .....	93
FIGURA N° IV.47 CICLO DE VIDA EN V.....	95
FIGURA N° IV.48: ORGANIGRAMA DE CECATEC .....	96
FIGURA N° IV.49. CASO DE USO: INGRESO AL SISTEMA SYSTEMMONIT .....	115
FIGURA N° IV.50: MODELO CONCEPTUAL .....	117
FIGURA N° IV.51: DIAGRAMA DE SECUENCIA ESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN ....	118
FIGURA N° IV.52: DIAGRAMA DE SECUENCIA BANDA TRASPORTADORA .....	119
FIGURA N° IV.53: DIAGRAMA DE SECUENCIA PLC TWIDO .....	120
FIGURA N° IV.54: DIAGRAMA DE ESTADO DEL CASO MONITOREO DE LA ESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN .....	124
FIGURA N° VI.55: DIAGRAMA DE CALLE .....	125
FIGURA IV.56: INTERFAZ DE USUARIO PANEL PRINCIPAL .....	126
FIGURA N° IV.57: INTERFAZ DE USUARIO MENÚ PRINCIPAL .....	126
FIGURA N° VI.58: OPCIONES PARA PLC .....	128
FIGURA VI.59: MONITOREO DE LA ESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN.....	128
FIGURA N° VI.60: ESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN .....	129

FIGURA N° VI.61: MONITOREO CON PLC W .....	129
FIGURA N° VI.62: ESTACIÓN DE MONTAJE .....	130
FIGURA N° VI.63: BANDA TRANSPORTADORA .....	130
FIGURA N° VI.64: IMPLEMENTACIÓN .....	131



## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA III-1: PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN DE WAGO EN LA RED. ....	40
TABLA III-3: TABLA DE DIRECCIONES ABSOLUTAS.....	46
TABLA III-4: EJEMPLO DE DIRECCIONES ABSOLUTAS .....	46
TABLA III-5: RANGO DE DIRECCIONES MODBUS.....	47
TABLA III-6: RANGO DE DIRECCIONES PARA EL MODULO DE DATOS DE E/S.....	48
.....	48
TABLA III-7: RANGO DE DIRECCIONES PARA DATOS DEL FIELDBUS.....	48
TABLA III-8 RANGO DE DIRECCIONES PARA FLAGS.....	49
TABLA III-9: DESCRIPCIÓN DEL MODULO TWIDO.....	55
TABLAIII-10: DESCRIPCIÓN DEL MODULO 499TWD01100 .....	56
TABLAIII-11: DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES, COLORES Y PATRONES DE PARPADEO .....	57
TABLA III-12: TABLA DE CONFIGURACIÓN DEL CABLE UTP CATEGORÍA 5. ....	76
.....	76
TABLA IV-13: <i>GASTOS DE HARDWARE</i> . ....	98
TABLA IV-14: GASTO DEL PERSONAL.....	99
TABLA IV-15: GASTOS TELÉFONO .....	99
TABLA IV-16: CATEGORIZACIÓN DE RIESGOS .....	100
TABLA IV-17: CURSO TÍPICO DE EVENTOS DE LA ESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN .....	113
113	
TABLA IV-18: CURSO TÍPICO DE EVENTOS DE LA BANDA TRANSPORTADORA....	114
TABLA IV-19: CURSO TÍPICO DE EVENTOS DE LA ESTACIÓN DE MONTAJE .....	115
.....	115
TABLA IV-20: IDENTIFICACIÓN DE CONCEPTOS.....	116
TABLA IV-21: IDENTIFICACIÓN DE RELACIONES.....	117
TABLA IV-22: CONTRATO DE OPERACIÓN: MONITOREO DE LA ESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN .....	121
TABLA IV-23 CONTRATO DE OPERACIÓN: MONITOREO DE PLC FIELDPOINT .....	122
.....	122
TABLA IV-24: CONTRATO DE OPERACIÓN: MONITOREO DE PLC TWIDO .....	123

## INTRODUCCIÓN

Las tecnologías que triunfan en el mercado son aquellas que ofrecen las mejores ventajas y seguridad a los clientes, cada vez se está acabando con tecnologías cerradas; que en un mundo en proceso de globalización, es imposible que sobrevivan, a nivel industrial se está dando un gran cambio, ya que no solo se pretende trabajar con la especificidad de la instrumentación y el control automático, sino que existe la necesidad de mantener históricamente información de todos los procesos, además que esta información este también en tiempo real y que sirva para la toma de decisiones y se pueda así mejorar la calidad de los procesos.

Las condiciones extremas a nivel industrial requieren de equipos capaces de soportar elevadas temperaturas, ruido excesivo, polvo, humedad y demás condiciones adversas; pero además requiere de personal, capaz de ver globalmente el sistema de control y automatización industrial junto con el sistema de red digital de datos.

Durante el desarrollo de este proyecto se realiza un estudio de los diferentes protocolos de comunicación y de los diferentes tipos de redes industriales, se implementara una Ethernet par la comunicación de PLC's de diferentes fabricantes para el monitoreo respectivo de los procesos, el contenido de esta tesis está estructurado en 4 capítulos, el **Capítulo I** proporciona los antecedentes y objetivos de la tesis, el **Capítulo II** Contiene un estudio de las redes industriales, el **Capítulo III** se encarga del Estudio

de los módulos Wago, FieldPoint, Twido y **pítulo IV** se desarrollara el sistema de monitoreo.

## **CAPITULO I**

### **MARCO REFERENCIAL**

#### **1.1 Antecedentes.**

La supervisión en redes industriales y la comunicación entre los instrumentos de procesos y de control es la nueva tendencia que se está adoptando, en cualquier medio de comunicación de datos deben tener su respectivo análisis y control del procesamiento y envío de datos, los procesos industriales, los sistemas de producción, necesitan un monitoreo continuo de cada uno de las tareas, así también el aviso de errores y posibles fallas para la toma de decisiones por él, o los encargados de el área.

En grandes redes industriales un simple cable no es suficiente para la conexión del conjunto de todos los nodos de la red, deben definirse topologías y diseños de redes para proveer un aislamiento y conocer los requerimientos de funcionamiento los sistemas industriales usualmente consisten de dos o más dispositivos.

Muchos sistemas están conformados por equipos de diferentes fabricantes, las mismas que funcionan en diferentes niveles de automatización; además, a menudo se encuentran distanciados entre sí, sin embargo se desea que trabajen en forma coordinada para un resultado satisfactorio del proceso lo ideal es la comunicación totalmente integrada en el sistema.

## **1.2 Justificación.**

### **1.2.1 Justificación Teórica.**

El centro de capacitación CECATTEC (Centro de capacitación y transferencia tecnológica) posee un laboratorio de Mecatrónica el mismo que se encuentra equipado con una red Ethernet ,la misma que es utiliza para la capacitación de industrias y fábricas que requieran los servicios de asesoramiento en el área de integración industrial.

Con el tema de investigación propuesto a desarrollar se dispondrá de una gran base y ayuda para el avance de esta área ya que por no haber una integración de

procesos industriales existen procesos individuales que necesitan ser complementados, se dispone de toda la información y asesoramiento respectivo para la realización del tema.

La integración de procesos industriales mediante una red Ethernet de PLC's ayuda a la optimización de recursos la misma que producirá costos de producción menores, permitirá también el control de todo el proceso de producción.

Se podrá integrar varias procesos sin importar la marca de PLC's en los últimos años las aplicaciones industriales basadas en comunicación digital se han incrementado haciendo posible la conexión de aparatos sofisticados como sensores y equipos de control en una planta de procesamiento.

De esta manera, la comunicación entre la sala de control y los instrumentos de campo se han convertido en realidad, la comunicación digital debe integrar la información provista por los elementos de campo en el sistema de control de procesos.

### **1.2.2 Justificación Práctica Aplicativa.**

Las soluciones basadas en Ethernet se están utilizando cada vez más en el sector de las tecnologías de automatización, donde las secuencias de procesos y producción son controladas por un modelo cliente/servidor con controladores PLC teniendo acceso a cada sensor que se conecta a la red.

La implementación de una red efectiva y segura también requiere el uso de conectores apropiados, disponibles en una amplia variedad y para soluciones muy flexibles, con la integración de los procesos industriales se permitirá:

- Monitorear todos los procesos que se realicen en las industrias.
- Optimizar recursos y tiempo en los procesos industriales.
- Interactuar con el sistema desde cualquier lugar de la red y en cualquier momento

### **1.3 Objetivo General.**

- Integrar los procesos industriales a través de una red Ethernet dedicada para PLC`s de diferentes fabricantes.

### **1.4 Objetivos Específicos.**

- Estudiar los protocolos (modbus y OPC), herramientas y métodos de comunicación de los módulos FieldPoint 1601 Wago 750-842 y el módulo twido 20 DTK
- Integrar los controles embebidos con Interfaces Ethernet
- Integrar hardware y software necesarios para un control desarrollado internamente.
- Escoger una herramienta específica de programación según el Standard IEC 6-

### **1.5 Hipótesis.**

Mediante la integración de procesos industriales a través de una red Ethernet con PLC's de diferentes fabricantes se optimizara la comunicación con el proceso productivo.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1 PLC's con interfaces Ethernet.**

Las soluciones basadas en Ethernet se están utilizando cada vez más en el sector de las tecnologías de automatización, donde las secuencias de procesos y producción son controladas por un modelo cliente/servidor con controladores, PLC, teniendo acceso a cada sensor que se conecta a la red.

La implementación de una red efectiva y segura también requiere el uso de conectores apropiados, disponibles en una amplia variedad y para soluciones muy flexibles.





**Figura N° II.1 Controlador de Red Programable**

Los Gateway son dispositivos de capa de transporte; en donde la capa de aplicación no necesariamente es software por lo general las aplicaciones son de audio (alarmas), vídeo (vigilancia), monitoreo y control (sensores), conversión análoga/digital y digital/análoga.

Estos dispositivos pueden ser programados de tal forma que en caso de una emergencia o un simple cambio a otro proceso no se haga manualmente sino realmente automático.



**Figura N° II.2 Regulador Industrial Para monitoreo**

Ethernet es uno de los estándares más ampliamente utilizados en las redes de empresa. Está especialmente indicado para sistemas de cableado estructurado y su

empleo en aplicaciones de banda ancha está aumentando considerablemente. El rango de velocidades de 10 Mbps hasta 10 Gbps permite a Ethernet ofrecer una gama superior de prestaciones que se adapta a diferentes entornos y mercados. Además, sus componentes son relativamente económicos y con una elevada disponibilidad en el mercado.

Los sistemas convencionales de automatización de procesos de fabricación operan con buses de campo a tan sólo 1 o 2 Mbps. En comparación con los componentes de una red Ethernet, los buses de campo resultan bastante más caros. Todo esto hace que Ethernet se convierta en una alternativa más atractiva en automatización industrial.

Una red LAN basada en Ethernet permite que la capa de información se conecte a la red con controladores de Lógica Programables (PLC's) en el nivel fabricación (capa de control) y con PC's industriales convencionales, dispositivos de entrada/salida y otros interfaces hombre-máquina para control de máquina (capa de dispositivo).

Las redes Ethernet, en comparación con otras redes, se caracterizan por una disponibilidad inigualable, que garantiza que la comunicación de datos y los usuarios siempre se hallan a salvo. Además, existe una amplia base de conocimiento relativa a su uso.

Las compañías que utilizan o implementan una red basada en Ethernet están bien preparadas para el futuro, ya que este estándar y sus componentes están siendo

mejorados y adaptados constantemente para cumplir con nuevos requerimientos las previsiones de desarrollo del mercado indican que cada vez más usuarios implementarán una Ethernet Industrial y que, como consecuencia de la creciente demanda, los componentes serán incluso más eficientes en el coste.

## **2.2 Introducción a Redes Industriales con PLC's**

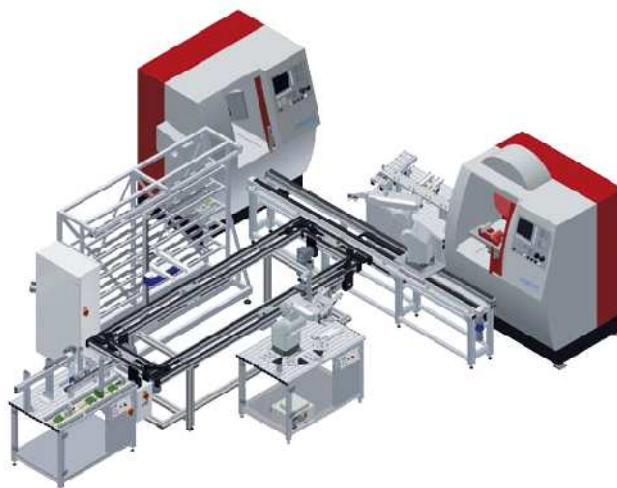
Las redes industriales y las comunicaciones entre los instrumentos de proceso y el sistema de control se basan principalmente en señales analógicas, pero ya existen instrumentos digitales capaces de manejar gran cantidad de datos y guardarlos históricamente.

Muchos de los protocolos patentados para dichas aplicaciones tiene una limitante y es que el fabricante no permite al usuario final la interoperabilidad de instrumentos, es decir, no es posible intercambiar los instrumentos de un fabricante por otro similar.

Es claro que estas tecnologías cerradas tienden a desaparecer ya que actualmente es necesaria la interoperabilidad de sistemas y aparatos y así tener la capacidad de manejar sistemas abiertos y estandarizados. Con el mejoramiento de los protocolos de comunicación es ahora posible reducir el tiempo necesitado para la transferencia de datos, asegurando la misma, garantizando el tiempo de sincronización.

Muchos sistemas están conformados por equipos de diferentes fabricantes y funcionan en diferentes niveles de automatización; además, a menudo se encuentran distanciados entre sí; pero sin embargo, se desea que trabajen en forma coordinada para un resultado satisfactorio del proceso. El objetivo principal es la comunicación totalmente integrada en el sistema. Al usuario, esto le reporta la máxima flexibilidad ya que también puede integrar sin problemas productos de otros fabricantes a través de las interfaces software estandarizadas.

Las aplicaciones industriales basadas en comunicación digital se han incrementado haciendo posible la conexión de sensores, actuadores y equipos de control en una planta de procesamiento, de esta manera, la comunicación entre la sala de control y los instrumentos de campo se han convertido en realidad. La Comunicación digital debe integrar la información provista por los elementos de campo en el sistema de control de procesos.



**Figura N° II.3 Comunicación y redes Industriales**

La automatización industrial inicialmente dio lugar a **islas automatizadas** que eran equipos (Autómatas, controles numéricos, robots, ordenadores) Aislados entre sí., La integración de las islas automatizadas dio lugar a las redes industriales.

### **Niveles de las Redes Industriales:**

- Nivel bus de campo.
- Nivel LAN.
- Nivel LAN/WAN.

### **2.3 Clasificación de las redes industriales.**

Si se clasifican las redes industriales en diferentes categorías basándose en la funcionalidad, se hará en:

#### **2.3.1 Buses Actuadores y Sensores.**

Inicialmente es usado un sensor y un bus actuador en conexión simple, dispositivos discretos con inteligencia limitada, como un foto sensor, un switch limitador o una válvula solenoide, controladores y consolas terminales.



**Figura N° II.4 sensores de ejes de Movimiento**

### **2.3.2 Buses de Campo y Dispositivos.**

Estas redes se distinguen por la forma como manejan el tamaño del mensaje y el tiempo de respuesta. En general estas redes conectan dispositivos inteligentes en una sola red distribuida.

Estas redes ofrecen altos niveles de diagnóstico y capacidad de configuración, generalmente al nivel del poder de procesamiento de los dispositivos más inteligentes. Son las redes más sofisticadas que trabajan con control distribuido real entre dispositivos inteligentes.

## **2.4 Comunicaciones Industriales con PLC's.**

El control de un proceso de fabricación requiere una transmisión de datos precisa y fiable entre los dispositivos de fabricación y control en todas las instalaciones. Un entorno industrial, sin embargo, puede dificultar el rendimiento de una red de comunicación por muchas razones: gestión de cables de larga distancia, contaminación ambiental, aislamiento galvánico y puesta a tierra, así como las condiciones extremas en el entorno operativo, tales como elevada temperatura, vibración, humedad e interferencias electromagnéticas.

Lo cual se ha desarrollado soluciones de sistema Ethernet para utilizarlas en entornos industriales y cumplir los requerimientos establecidos, el sistema de cableado de cobre se basa en productos Categoría 5e y 6e que ofrecen elevada protección ante las

interferencias electromagnéticas. Este sistema de cableado estructurado soporta velocidades de hasta 1 Gbps.



Figura N° II.5 PLC's con regulador Industrial

En las fábricas industriales muchos componentes como (válvulas, actuadores, accionamiento, transmisores) por lo general operan muy distante de las computadoras o autómatas, por ello hoy en día se instalan unidades periféricas descentralizadas (estaciones remotas de entradas y salidas); estas constituyen por así decir, la avanzada inteligente in situ.

Estas estaciones remotas deben comunicarse a través de un bus de comunicación con las computadoras ubicados en las diferentes salas de control, para así conocer como está funcionando la planta.

Ethernet Industrial está revolucionando las redes industriales. Las principales razones de esta tendencia son sus características de integración y rentabilidad, junto con su capacidad de tiempo real y elevada disponibilidad.

## **CAPITULO III**

### **ESTUDIO DE LOS MODULOS FIELDPOINT, TWIDO Y WAGO**

#### **3.1 Introducción al módulo Wago 750-842 Ethernet Controller.**

Wago consiste de varios componentes que son: módulos y aplicaciones específicas para nodos fieldbus. Un nodo fieldbus está compuesto de tres partes: al principio un acoplador fieldbus (Coupler/Controller) o un controlador fieldbus programable, en el medio se encuentran varios módulos de E/S, y al final un modulo de terminación o fin, como se observa en la Figura N° III.6



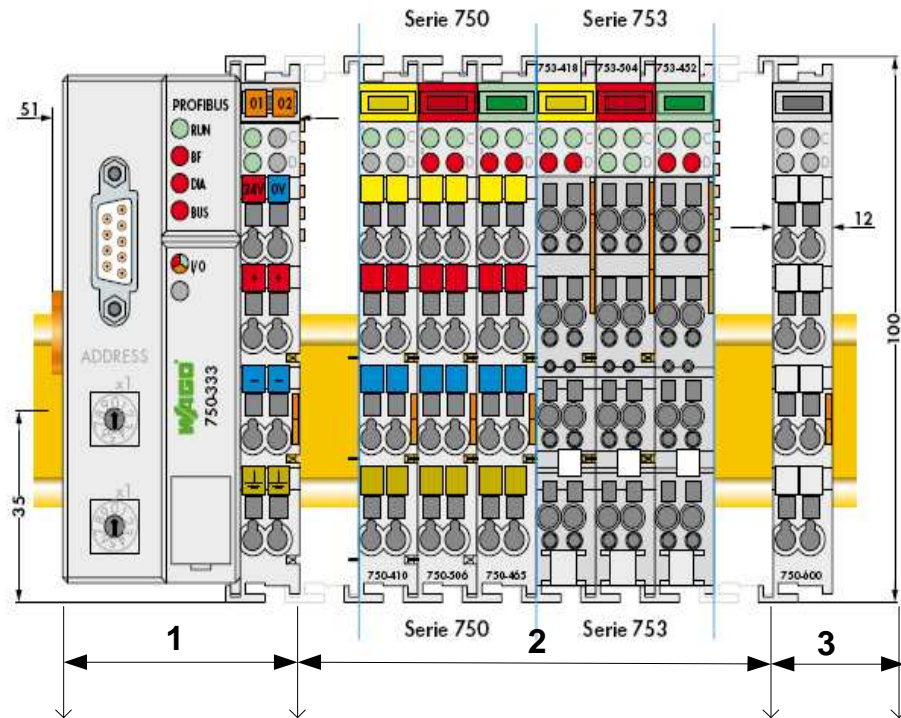


Figura N° III.6: Sistema Wago

### 3.1.1 Controlador Fieldbus.

El Controlador Fieldbus Programable [1] forma el vínculo entre los módulos de entrada/salida y los dispositivos de campo. Todas las funciones de control de entrada/salida deben llevarse a cabo en el Controlador Fieldbus Programable para su correcto funcionamiento.

El Controlador Fieldbus Programable Wago 750-842 o también llamado PFC, combina la funcionalidad de Ethernet TCP/IP del Controlador Fieldbus Programable 750-342 con la funcionalidad de un PLC. La programación de las aplicaciones es

realizada con WAGO-I/O-PRO 32 en conformidad con IEC 61131-3, cubriendo 5 lenguajes de programación

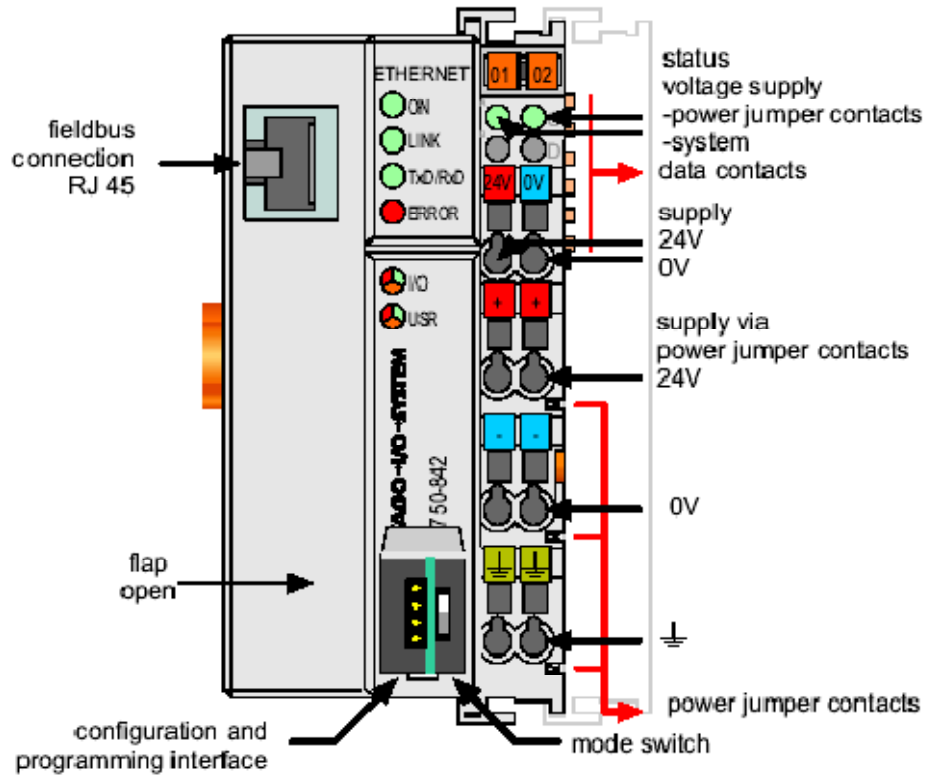


Figura N° III.7: Controlador fieldbus

El controlador Fieldbus consta de:

- El suministro de energía del dispositivo está compuesto por un módulo de suministro de energía interno para la alimentación del sistema, así como de jumpers de contacto para suministrar energía a los módulos ensamblados de entrada y salida.
- Una Interfaz fieldbus para la conexión del bus.
- LED's para visualizar el estado de una operación, la comunicación del bus, el voltaje y para diagnosticar los mensajes enviados y recibidos.

- Interfaz de configuración y programación.
- Un switch para realizar operaciones especiales.
- Bus interno para la comunicación de los módulos E/S con la Interfaz fieldbus.

### **3.1.2 Características del Controlador.**

- El uso del control descentralizado puede mejorar el soporte desde un PLC o PC.
- Las aplicaciones complejas pueden ser divididas en múltiples tareas.
- Envía una respuesta en caso de fallo del fieldbus Wago.
- La señal del pre-proceso reduce las transmisiones del fieldbus Wago.
- Controlan los equipos periféricos directamente, mientras envía los resultados al sistema en tiempos de respuestas rápidas.
- El control es simple y autosuficiente.

Para realizar la conexión del fieldbus se utiliza el conectar RJ-45, con un cable par trenzado categoría 5, punto a punto si la conexión es a través de un switch.

### **3.1.3 Módulos E/S.**

En los módulos de E/S [2], los datos del proceso entrante son convertidos de acuerdo a los diferentes requerimientos de los módulos. Hay entradas y salidas, digitales y analógicas, y además existen módulos de E/S especiales que son utilizables para una variedad de funciones.

### **3.1.4 Fin Del Modulo.**

El fin del módulo [3], es necesario para el correcto funcionamiento del fieldbus Wago. La terminación del módulo siempre se coloca al final de los módulos de entrada/salida, para obtener una terminación del fieldbus Wago. Este módulo no tiene ninguna función de entrada/salida.

Todas las señales de entrada de los sensores están agrupadas en el controlador. Según la IEC 61131-3, el tratamiento de los datos del proceso ocurre localmente en PFC.

Los resultados de este tratamiento de datos del proceso pueden ser publicados directamente en los actuadores o pueden ser transmitidos a un sistema de control superior a través del bus.

Para poder transmitir los datos del proceso vía Ethernet, el controlador soporta un determinado número de protocolos de red. El intercambio de datos del proceso es hecho con la ayuda del protocolo Modbus TCP.

### 3.1.5 Configuración y Programación del Modulo 750 – 842 Ethernet Controller

Instalamos el software correspondiente para el modulo Wago 750-842.



Figura N° III.8: Instalación del software para el modulo Wago 750-842

Poner una dirección IP al dispositivo Wago 750-842, esta dirección debe estar dentro del rango de direcciones IP válidas y pertenecer a la subred en la que se está trabajando. IP asignada por el servidor DHCP: 172.30.40.156 Mascara de subred: 255.255.0.0, para asignar una dirección IP al dispositivo Wago 750-842, se debe configurar el servidor Bootp, el cual se encuentra en el disco de instalación del software Wago, instalar WAGO-I/O SYSTEM.



Figura N° III.9: Instalación Wago -I/O- system

Ejecutar el software WAGO BootP Server y aparecerá la pantalla que se muestra en la Figura N° III.10

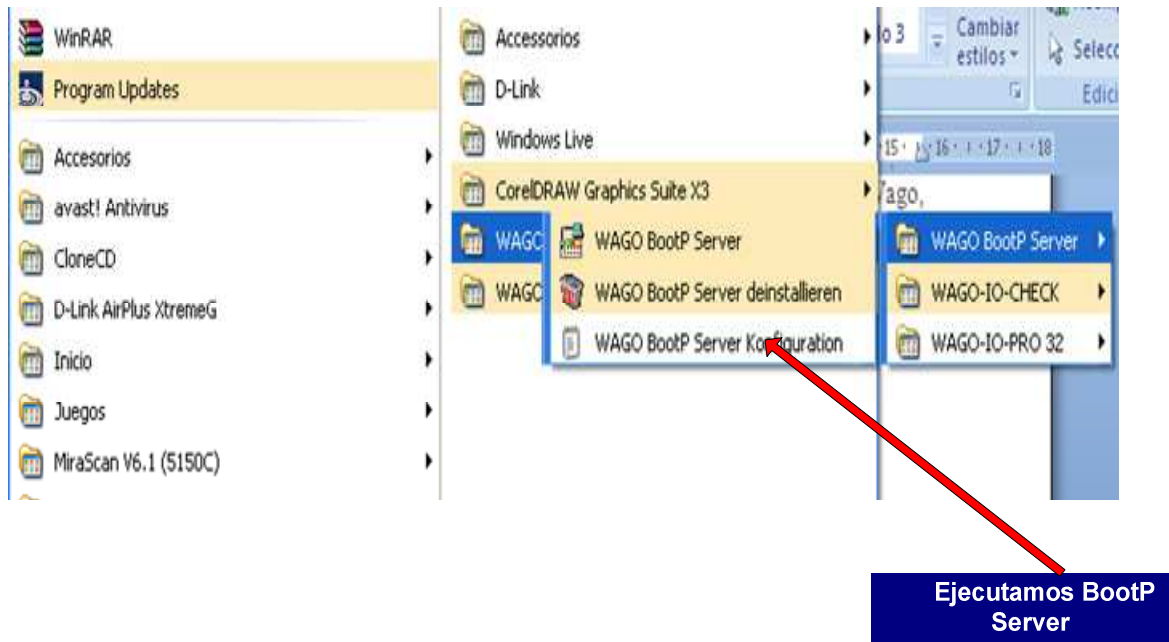


Figura N° III.10: Abrimos Archivo Bootp Server

**Edit Bootptab:** Esta opción describe todas las características de configuración que se observa en la Figura III.11.

```
bootptab - Bloc de notas
bootptab.txt: database for bootp server
Blank lines and lines beginning with '#' are ignored.
Legend:
bf -- boot file -- hostname (not indented)
bs -- boot file size in 512-octet blocks
cs -- cookie servers
df -- dump file name
dn -- domain name
ds -- domain name servers
ef -- extension file
gw -- gateways
ra -- radio's address
hd -- home directory for bootfiles
hc -- host name octet for client
ht -- hardware type
im -- impress servers
ip -- host ip address
lg -- log servers
lp -- LPR servers
ns -- IEN-116 name servers
ra -- radio location protocol servers
rp -- root path
sa -- boot server address
sm -- subnet mask
sw -- swap server (points to similar host entry)
td -- TFTP directory
to -- time offset (seconds)
ts -- time servers
vm -- vendor magic number
tn -- generic option tag n
Be careful about including backslashes where they're needed, weird (bad)
things can happen when a backslash is omitted where one is intended.
Also, note that generic option data must be either a string or a
sequence of bytes where each byte is a two-digit hex value.
# Example of entry with no gateway
# Example of entry with gateway
The gateway address must be inserted in hexadecimal
after the ip parameter
Hamburg:ht=1:ha=0030BE000003:lp=10.1.254.203:T3=0A.01.FE.01:
```

Figura N° III.11: Archivo de texto BootP server

En la línea KeinProxy:ht=1:ha=0030DE000002:ip=10.1.254.202:

```
#  
# Example of entry with no gateway  
KeinProxy:ht=1:ha=0030DE000002:ip=10.1.254.202:  
# Example of entry with gateway  
# The gateway address must be inserted in hexadecimal  
# after the T3 parameter
```

**Línea para la configuración**

Figura N° III.12: Línea de configuración en el archivo BootP Server

Configuramos los siguientes parámetros y asignamos la dirección para el PLC Wago 750-842 que nos asigno el servidor DHCP.

```
# Example of entry with no gateway  
KeinProxy:ht=1:ha=0030DE000002:ip=172.30.40.156:sm: 255.255.0.0  
# Example of entry with gateway  
# The gateway address must be inserted in hexadecimal  
# after the T3 parameter
```

**Dirección del PLC wago**

Figura N° III.13: Asignación del la dirección IP al PLC Wago 750-842

Guardar los cambios realizados en el archivo de texto Bootplab.txt y cerrar la ventana de edición.

Una vez realizado procedemos a ejecutar el archivo para verificar su respectiva modificación.

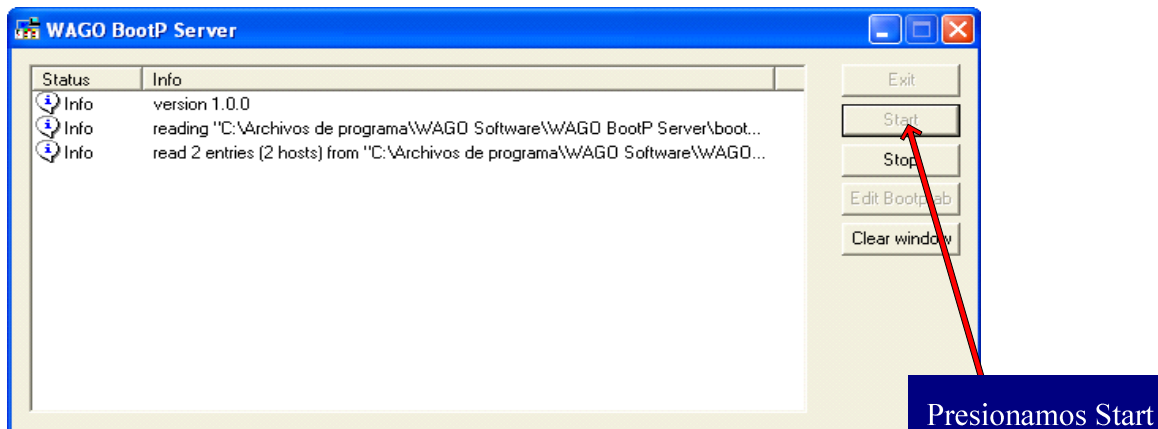


Figura N° III.14: Ejecución de Wago BootP server

**Start:** Revisa automáticamente si la sintaxis está bien escrita, además ejecuta la conexión.

Tabla III-1: **Parámetros de configuración de Wago en la red.**

DECLARACIÓN	SIGNIFICADO
integración	Id de la conexión
Ht=i	Tipo de hardware por defecto i
Ha=0030DE000002	Dirección del hardware especificada en el equipo la dirección física no hay cambiarla.
IP = 172.30.40.156	Dirección del protocolo IP
sm=255.255.0.0	Máscara de subred



## Apagamos y volvemos a encender el PLC

En este momento ya está configurado el dispositivo Wago 750-842, para probar la comunicación con el Controlador Fieldbus Programable 750-842 se ejecuta el comando: ping 172.30.40.156 en una consola MS-DOS, si su ejecución fue satisfactoria, el número de paquetes enviados será igual al número de paquetes recibidos y el dispositivo Wago 750-842 estará listo para ser utilizado en la red Ethernet TCP/IP.

```
C:\Documents and Settings\gustavo>ping 172.30.40.156
Haciendo ping a 172.30.40.156 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 172.30.40.156: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 172.30.40.156: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 172.30.40.156: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 172.30.40.156: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Estadísticas de ping para 172.30.40.156:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms
```

Figura N°III.15: Comprobación de la comunicación del PC con el PLC

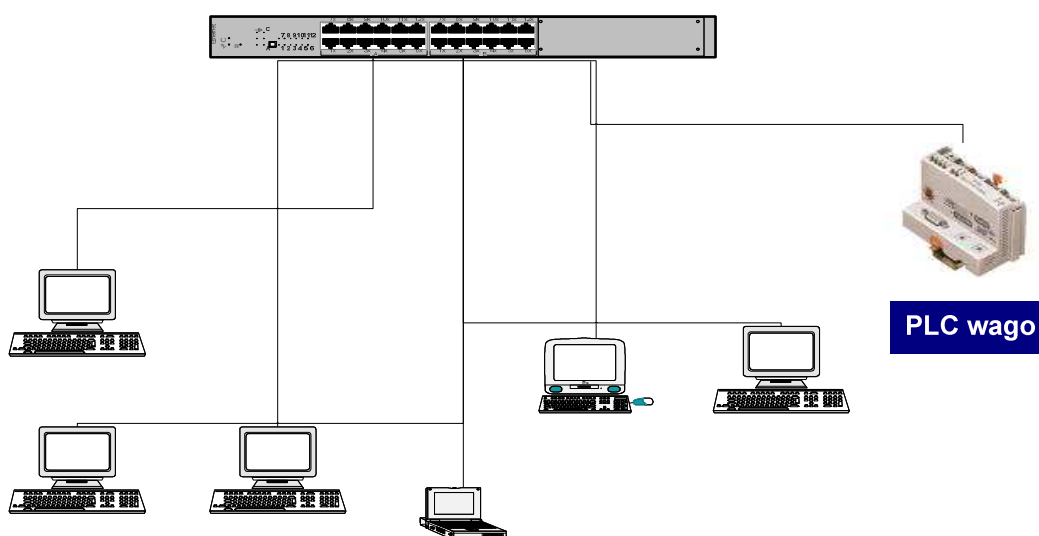


Figura N°III.16: Red Ethernet con PLC

### **3.1.6 Herramientas y protocolos de funcionamiento que permitan al 750-842 Ethernet Controller, la integración de los procesos industriales mediante una red Ethernet.**

El protocolo modbus TCP proporciona el estándar interno que el controlador WAGO Programable Fieldbus usa para el análisis de los mensajes.

Durante la comunicación sobre una red Ethernet, el protocolo determina como cada controlador conocerá su dirección de dispositivo, reconocerá un mensaje direccionado a él, determinara el tipo de acción a tomar y extraerá cualquier dato u otra información contenida en el mensaje.

El programador tiene la opción de usar los módulos de función para programar a los clientes y servidores a través de sockets utilizando para ello cualquier protocolo de transporte tales como TCP, UDP, etc. Teniendo acceso a todos los fieldbus y módulos de E/S.

Una vez que el controlador fieldbus Ethernet TCP/IP está conectado, este detecta todos los módulos E/S conectados al nodo y produce una imagen del proceso local en base a los módulos detectados. Este puede estar constituido por un arreglo mixto de módulos analógicos (el intercambio de datos es palabra por palabra) y digitales (el intercambio de datos es bit por bit). La imagen del proceso local esta subdividida en un área de datos de entrada y un área de datos de salida.

Los datos de los módulos analógicos se encuentran asignados en la imagen del proceso de acuerdo a la posición en la que se encuentran. Los bits de los módulos digitales están agrupados para formar palabras y también son asignados dentro de la imagen del proceso respectivo de acuerdo a su orden en el acoplador.

Una vez que las entradas y salidas digitales exceden los 16 bits el controlador automáticamente comienza con la siguiente palabra.

### 3.1.6.1 Direccionamiento de datos.

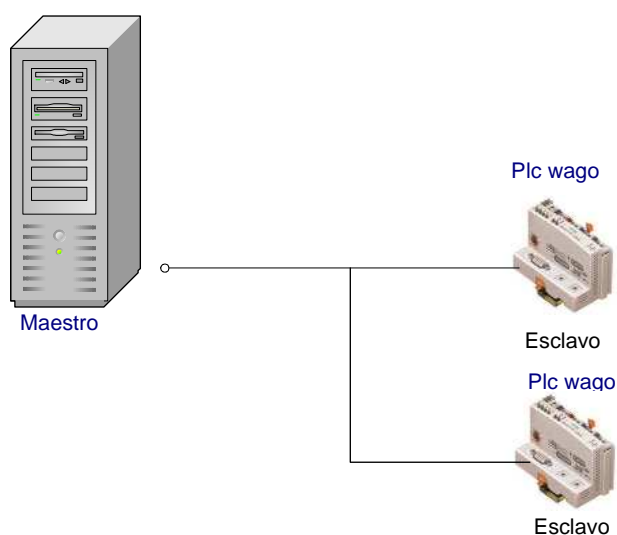


Figura N° III.17: Direccionamiento de datos

En el espacio de memoria word 0 a word 255, la imagen del proceso del controlador fieldbus contiene los datos físicos de los módulos E/S del bus.

- Los datos de los módulos de entrada pueden ser leídos por el CPU del PFC
- Del mismo modo, es posible escribir en los módulos de salida desde el C del PFC.

Las variables PFC son almacenadas en el espacio de memoria de la imagen de proceso, en el rango desde Word 256 a Word 511.

Las variables PFC de entrada son escritas en el espacio de memoria de entrada desde el fieldbus y son leídas por el CPU del PFC para procesamientos adicionales, las variables procesadas por el CPU del PFC a través del programa basado IEC 61131-3 son almacenadas en un espacio de memoria de salida y pueden leerse fuera del fieldbus maestro.

Además, con el controlador Ethernet TCP/IP todos los datos de salida copiados en un espacio de memoria que empieza en la dirección hexadecimal 0x200, la cual permite leer los valores de los datos de salida agregándole a i la función modbus. Los controladores ofrecen espacios de memoria extensos no pueden extenderse del lado del fieldbus, como se observa en la tabla.

**Tabla III-2: Memorias del módulo**

<b>RAM</b>	requieren comunicación con las interfaces pero si procesamiento interno , como por ejemplo el cómputo de resultados .
<b>Memoria Retentiva</b>	La memoria retentiva es una memoria no volátil es después de apagado el voltaje. La dirección de memoria es automática. En esta área de memoria, las flags para el programa IEC 61131-3 son archivadas junto con las variables sin espacio de memoria o con "variables retenidas (var retain)".
<b>Código De Memoria</b>	El programa IEC 61131 -3 se archiva en el código de memoria . El código de memoria es una memoria ROM Una vez que es suministrado el voltaje, el programa es transmitido desde la memoriaROM a la memoria RAM Después de una exitosa carga del programa, El ciclo del PFC comienza cuando el modo de operación de switch esta en la posición de encendido por orden de un comando desde WAGO -I/O-PRO 32

El mapeo o direccionamiento Modbus de los módulos E/S en un nodo fieldbus se realiza de acuerdo a la siguiente regla: Primero los terminales analógico luego los digitales.

Como tal, ellos ocupan las primeras direcciones con Word 0 Los datos de los siguientes módulos agrupados en bytes, son llenados byte byte de acuerdo a su orden físico en el nodo.

En cuanto un byte este llene comienza automáticamente por el siguiente byte dependiendo del ancho banda que ocupen los módulos de E/S. Los módulos de E/S digitales tienen ancho de banda de 1 bit por canal, en el caso de tener módulos analógicos ancho de banda es de 1 palabra (Word) por canal.

El Controlador mantiene un área para los PFC, este espacio de datos es usado para realizar cálculos internos y para intercambio de datos con el maestro.

### **3.1.6.2 Direcciones absolutas.**

El despliegue directo de las células de memoria individual (direcciones absolutas) de acuerdo con la IEC 61131-3, está representado mediante strings especiales como se observa en la Tabla III-3

Tabla III-3: Tabla de Direcciones Absolutas

Posición	Caracter	Significado	Observaciones
1	%	Carácter de inicio de direcciones absolutas	Carácter de inicio de direcciones absolutas .
2	I Q M	Entradas (Input) Salidas (Output) Memorias (Flag)	Entradas (Input) Salidas (Output) Memorias (Flag)
3	X* B W D	Bit simple Byte ( 8 bits) Word ( 16 bits) Double Word ( 32 bits)	Representa la longitud de los datos
4		Direcciones	
* El carácter X para bits puede obviarse.			

Tabla III-4: Ejemplo de direcciones Absolutas

Datos	Direcciones								
Bit	%IX0.0	%IX0.8	%IX1.0	%IX1.8	...	%IX254.0	%IX254.8	%IX255.0	%IX255.8
	%IX0.7	%IX0.15	%IX1.7	%IX1.15		%IX254.7	%IX254.15	%IX255.7	%IX255.15
Byte	%IB 0	%IB1	%IB2	%IB3	...	%IB508	%IB5(W	%IB510	%IB511
Word	%IWO		%IW1		...	%IW254		%IW255	
DWord	%IDO				...	%ID127			

Para realizar el cálculo de las direcciones depende de cuál es la palabra sobre la que se desea acceder. Por ejemplo se desea acceder a la Word 14.

- **Direccionando Bits:** Se coloca la dirección de la palabra a acceder y luego el bit que se desea modificar.
- **Direccionando Bytes:** Como una palabra tiene 2 bytes, para encontrar el primer byte de la palabra se debe multiplicar la dirección de la palabra por dos y para encontrar el segundo byte de la palabra se debe multiplicar la dirección de la palabra por dos y sumar uno.

En palabras con números pares para transformar a Doble Word se debe dividir la dirección de la palabra para dos, en palabras con números impares para transformar a Doble Word se debe dividir la dirección de la palabra para dos y redondear al inmediato superior, para ejecutar una función deseada, primero se especifica el código de función respectivo y luego la dirección del canal de entrada o salida seleccionado.

Tabla III-5: Rango de direcciones Modbus

Dirección Modbus		Direcciones Absolutas de acuerdo con la IEC 61131-3	Descripción
Formato decimal	Formato Hexadecimal		
0..4095	0x0000 - xOFFF	%IX0.0..%IX255.15 %QX0.0..%QX255.15	Entradas Salidas
4096..8191	0x1000 - 0x1FFF	%IX256.0..%IX511.15 %QX256.0..%QX511.15	Datos del Fieldbus Variables PFC
12288..65535	0x3000 - 0x7FFF	%MX0.0..%MX4095.15	Variables Retain

Tabla III-6: Rango de direcciones para el modulo de datos de E/S

Datos	Direcciones								
Bit	O.O..	O.8..	1.0...	1.8...	....	254.0..	254.8..	255.0..	255.8..
						254.7	54.15	255.7	255.15
	0.7	0.15	1.7	1.15				255,7	255,15
									2
Byte	0	1	2	3		508	509	510	511
Word	0		1		...	254		255	
Dword	0				...	127			

Tabla III-7: Rango de direcciones para datos del Fieldbus.

Datos	Direcciones								
Bit	256.0	256.8	257.0	257.8	...	510.0	510.8	511.0	511.8
	256.7	256.15	257.7	257.15		510.7	510.15	511.7	511.15
Byte	512	513	514	515		1020	1021	1022	1023
Word	256		257		..	510		511	
DWord	128				..	255			



Tabla III-8 **Rango de direcciones para flags.**

Datos	Direcciones								
Bit	O.O..	O.8..	1.0...	1.8...		4094.0..	4094.8	4095.0..	4095.8..
	0.7	0.15	1.7	1.15		4094.7	4094.15	4095.7	4095.15
Byte	0	1	12	3		8188	8189	8190	8191
Word	0		1		•••	4094		4095	
DWord	0					2047			

### 3.1.6.3 Intercambio de datos.

Con el Controlador Fieldbus Programable 750-842 los datos son intercambiados vía protocolo Modbus TCP. Modbus TCP trabaja de acuerdo al principio Maestro/Esclavo. El maestro es una unidad de control que puede ser un PC o un dispositivo PLC.

El controlador Ethernet TCP/IP de WAGO-I/O-SYSTEM normalmente es esclavo. Debido a la programación con IEC 61131-3, los controladores pueden asumir funciones adicionales de maestro.

El maestro hace una pregunta para establecer la comunicación, debido a su direccionamiento esta pregunta puede ser enviada a un nodo específico. El nodo recibe la pregunta y este retorna una respuesta al maestro, dependiendo del tipo de pregunta.

Un Controlador Fieldbus Programable está en la capacidad de producir un cierto número de conexiones simultáneas a otros suscriptores de la red:

- Una conexión para el protocolo Http (lee páginas html desde el controlador).
- Tres conexiones vía el protocolo Modbus TCP (lee o escribe entradas y salidas de datos desde el controlador).
- Dos conexiones vía PFC (disponible en la funcionalidad del PLC para programas de aplicación basados en IEC 61131-3)
- Dos conexiones para WAGO-I/O-PRO, estas conexiones están reservadas para depuración del programa de aplicación vía Ethernet.

WAGO-I/O-PRO requiere 2 conexiones al mismo tiempo. Sin embargo, solo una herramienta de programación puede tener acceso al controlador.

El número máximo de conexiones simultáneas no puede excederse. Si se desea establecer conexiones adicionales, primero se debe finalizar las conexiones existentes. Para un intercambio de datos, el Controlador Fieldbus Programable Ethernet TCP/IP usa tres interfaces principales:

- Interfaz para el fieldbus maestro
- Interfaz para la funcionalidad del PLC, CPU del PFC.
- Interfaz para los terminales del bus.

El intercambio de datos tiene lugar entre el modbus Maestro y los módulos E/S del bus, entre la funcionalidad del PLC (CPU del PFC) y los módulos E/S del bus, así como entre el Modbus maestro y la funcionalidad del PLC de los PFCs.

El maestro accede a los datos a través de las funciones Modbus implementadas en el controlador. El acceso del PFC a los datos es realizado por medio de un programa de aplicación basado en IEC 61131-3, por lo cual el direccionamiento de los datos es diferente.

### Intercambio de datos entre un Maestro Modbus y los módulos E/S

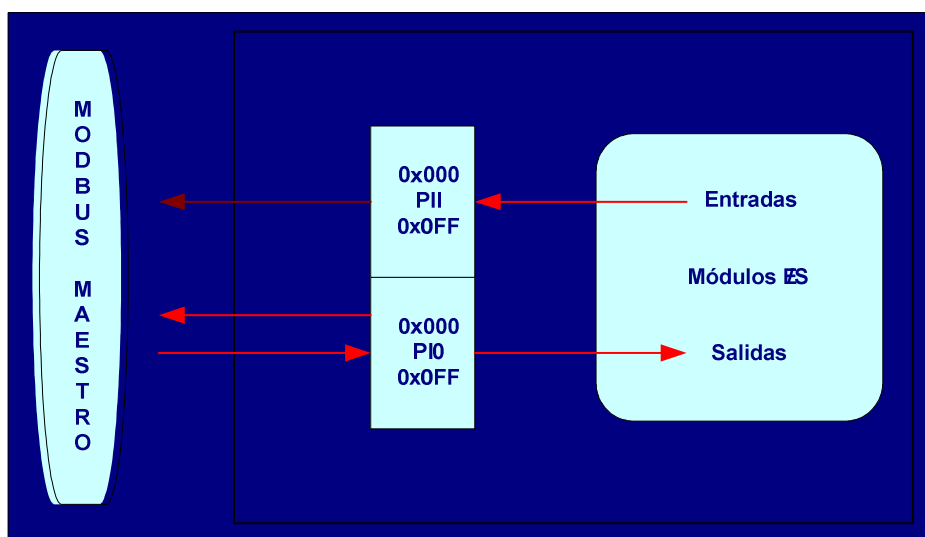


Figura N° III.18: Intercambio de datos entre Maestro Modbus y Módulos de E/S.

El intercambio de datos entre el maestro Modbus y los módulos E/S es realizado a través de las funciones Modbus implementadas en el controlador para lectura y escritura de bits o bytes. Este proceso se realiza a través de las imágenes del proceso de

entrada y salida como se observa en la Figura 3.12, PII (Imagen del proceso de entrada) y PIÓ (Imagen del proceso de salida).

Cuando se utiliza la dirección Modbus 0x200 (000512), se puede leer el estado de una salida. El direccionamiento del registro de funciones puede ser realizado por medio de los códigos de función Modbus de lectura y escritura implementados. Las direcciones de los registros individuales están incorporadas dentro de la dirección del canal del módulo.



Figura N° III.19: Intercambio de datos entre la funcionalidad del PLC (CPU).

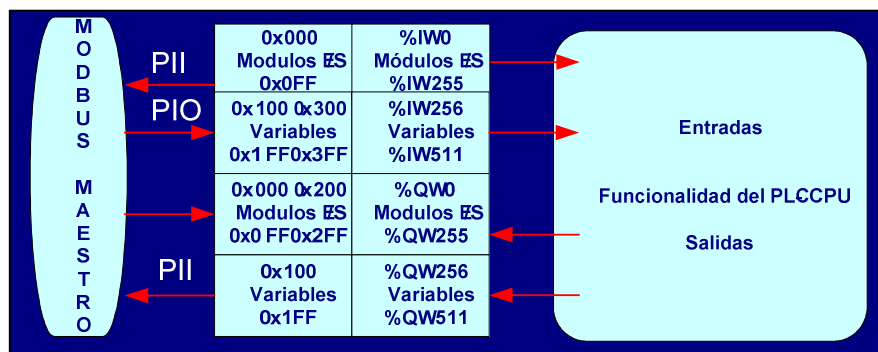


Figura N° III.19: Intercambio de datos entre el Modbus Maestro y la funcionalidad del PLC.

El maestro Modbus y la funcionalidad del PLC (CPU) del PFC consideran a los datos de forma diferente. Las variables creadas por el maestro se extienden al PFC como variables de entrada. Los datos creados en el PFC se envían al maestro a través del fieldbus como variables de salida.

En el PFC el sistema puede acceder a los datos de las variables de 256 direcciones de palabras de entrada/salida (256 Word, 512 bytes o 128 double word), como se observa en la Figura 3.13, PII (Imagen del proceso de entrada) y PIÓ (Imagen del proceso de salida), a continuación se detalla el acceso a datos desde el maestro modbus y desde el CPU del PLC.

#### **Acceso a datos desde el maestro Modbus.**

Los datos pueden solamente ser accedidos por el maestro Modbus palabra por palabra o bit por bit. El direccionamiento de los datos desde los módulos del bus comienza con la palabra 0 (Word 0) cuando se accede palabra por palabra y cuando el acceso es bit por bit también se comienza en la palabra 0 bit 0.

El direccionamiento de los datos de las variables comienza con la palabra 256 cuando se accede palabra por palabra, y cuando el direccionamiento es bit por bit, el direccionamiento comienza desde:

- 4096 para el bit 0 en la palabra 256
- 4097 para el bit 1 en la palabra 256

- 8191 para el bit 15 en la palabra 511.

### Acceso a datos desde la funcionalidad del PLC:

Cuando se está accediendo a los mismos datos la funcionalidad del PLC usa un direccionamiento diferente. Al declarar variables de 16 bits, el direccionamiento del PLC es idéntico al direccionamiento del maestro Modbus palabra por palabra. Al declarar las variables Boolean (1 bit) es una notación diferente a la que usa Modbus.

El direccionamiento de bits está compuesto de dos elementos, que usa Modbus, el direccionamiento de bits está compuesto de dos elementos: la dirección de la palabra y del número de bit en la palabra separada por un punto.

### 3.2 Introducción al módulo twido 20 DTK con interfaz Ethernet.

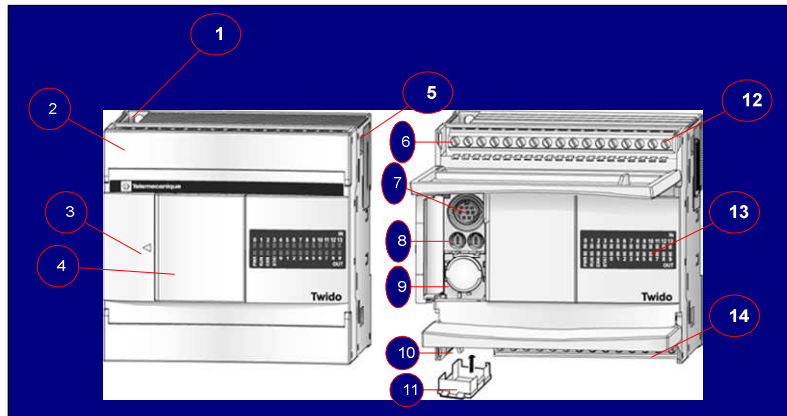


Figura N° III.20: Modulo twido 20 DTK

Tabla III-9: Descripción del modulo twido

Etiqueta	Descripción
1	Orificio de montaje
2	Cubierta de terminal
3	Puerta de acceso
4	Cubierta extraíble del conector de monitor de operación
5	Conector de ampliación (en ambos controladores base de las series 24DRF y 40DRF)
6	Terminales de potencia del sensor
7	Puerto serie 1
8	Potenciómetros analógicos (TWDLCAA10DRF y TWDLCAA16DRF disponen de uno)
9	Conector de puerto serie 2 (TWDLCAA10DRF no dispone de ninguno)
10	Terminales de fuente de alimentación de 100 a 240 VCA en la serie TWDLCA•••DRF
11	Conector de cartuchos (ubicado en la parte inferior del controlador)
12	Terminales de entradas
13	Indicadores LED
14	Terminales de salidas

### 3.2.1 Descripción general del módulo de interface Ethernet.

TwidoPort aporta conectividad Ethernet a la línea de productos Twido de Telemecanique. Es la pasarela entre un único dispositivo Twido Modbus/RTU (RS-485) y la capa física de las redes Modbus/TCP en el modo slave, TwidoPort no requiere una alimentación independiente porque consigue la alimentación desde el controlador Twido a través de su puerto de serie, Este módulo de pasarela sólo admite el modo slave El modulo TwidoPort 20 DTK contiene lo siguiente:

- Un módulo TwidoPort
- Una guía Quick Reference Guide
- Un cable de adaptador (mini DIN, macho RJ-45, 50 cm de longitud)

### 3.2.1.1 Elementos externos de TwidoPort.

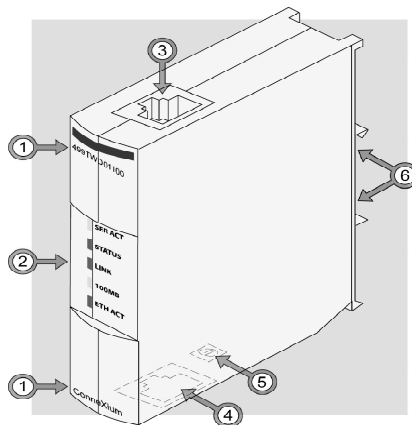


Figura N° III.21: Elementos externos de TwidoPort.

La siguiente tabla describe los elementos externos del módulo de interface Ethernet TwidoPort

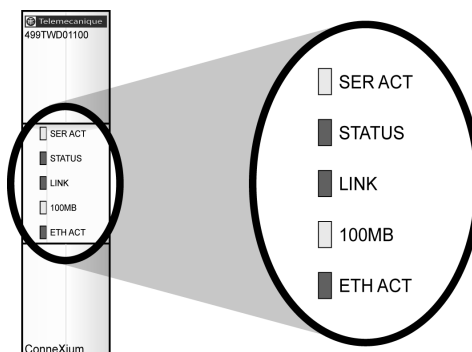
TablaIII-10: Descripción del modulo 499TWD01100

Elemento	Función
1 Número del modelo	499TWD01100
Nombre del modelo	ConneXium
2 Pantalla de indicadores LED	Indicaciones visuales del estatus de funcionamiento
3 Clavija modular RJ-45	Conexión de la alimentación y las comunicaciones
4 Clavija modular RJ-45	Conexión a TCP/IP mediante el cable Ethernet
5 Puesta a tierra de protección	Puesta a tierra de protección (terminal de tornillo M3).
6 Conector de riel	DIN Montaje de riel DIN



### 3.2.1.2 Descripción del panel de indicadores luminosos de TwidoPort.

Los cinco indicadores luminosos aplicados en TwidoPort son indicaciones visuales del estado de funcionamiento del módulo:



FiguraIII.22: Descripción del panel de indicadores luminosos de TwidoPort

Esta tabla describe las condiciones, colores y patrones de parpadeo que indican el estado de funcionamiento del módulo.

TablaIII-11: descripción de las condiciones, colores y patrones de parpadeo

Etiqueta	Significado	Patrón	Indicaciones
SER ACT (amarillo)	Activo en serie	Encendido	Actividad en serie
		Apagado	No hay actividad en serie
STATUS (verde)	Estado del módulo	Encendido	Estado normal
		Apagado	Estado anormal
		Parpadeos: 2	Dirección MAC no válida.
		Parpadeos: 3	Conexión desconectada
		Parpadeos: 4	Conexión IP duplicada
		Parpadeos: 5	Tratando de obtener una condición IP a través de BootP
		Parpadeos: 6	Condición IP predeterminada
LINK (verde)	Conexión Ethernet	Encendido	La conexión permanece activa
		Apagado	La conexión no permanece activa
100MB (amarillo)	Velocidad	Encendido	100 MB/s (sólo soporte semidúplex, sin soporte de dúplex completo)
		off	10 MB/s (dúplex completo/semidúplex)
ETH ACT (verde)	Actividad Ethernet	Encendido	Ethernet está activo
		Apagado	Ethernet no está activo

Durante el proceso de detección automática de velocidad de baudios, el indicador luminoso de actividad de serie parpadea a una velocidad de 50 Hz y parece estar fijo. Cuando se apaga el indicador luminoso de actividad en serie, el proceso de detección automática de velocidad de baudios finaliza.

Los parpadeos individuales se producen aproximadamente a 200 ms. Hay un intervalo de un segundo entre las secuencias de parpadeo. Por ejemplo:

- Parpadeando: parpadea continuamente, alternando entre 200 ms encendido y 200 ms apagado.
- Parpadeo 1: parpadea una vez (200 ms), y se apaga durante un segundo
- Parpadeo 2: parpadea dos veces (200 ms encendido, 200 ms apagado, 200 ms encendido), después un segundo apagado, etc.

TwidoPort contiene un puerto RJ-45 10/100 Mbps, el puerto negocia la velocidad hasta la condición más rápida que admita el dispositivo de destino.

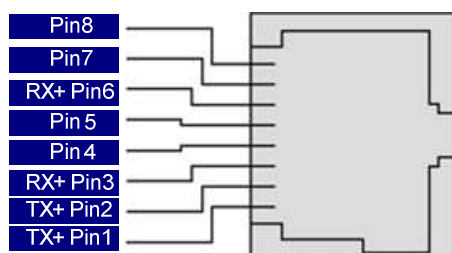


Figura N° III.23: puerto Ethernet de TwidoPort

### 3.2.2 Configuración y Programación del Módulo twido.

#### 3.2.2.1 Instalación del TwidoSuite.



Figura N° III.24: Instalación del Software TwidoSuite

“Firmware es un programa que es grabado en una memoria ROM y establece la lógica de más bajo nivel que controla los circuitos electrónicos de un dispositivo.

Se considera parte del hardware por estar integrado en la electrónica del dispositivo, pero también es software, pues proporciona la lógica y está programado por algún tipo de lenguaje de programación. El firmware recibe órdenes externas y responde operando el dispositivo”



**Siguiente**

Figura N° III.25: Instalación del Firmware



**Siguiente**

Figura N° III.26: Pasos para la instalación del Firmware

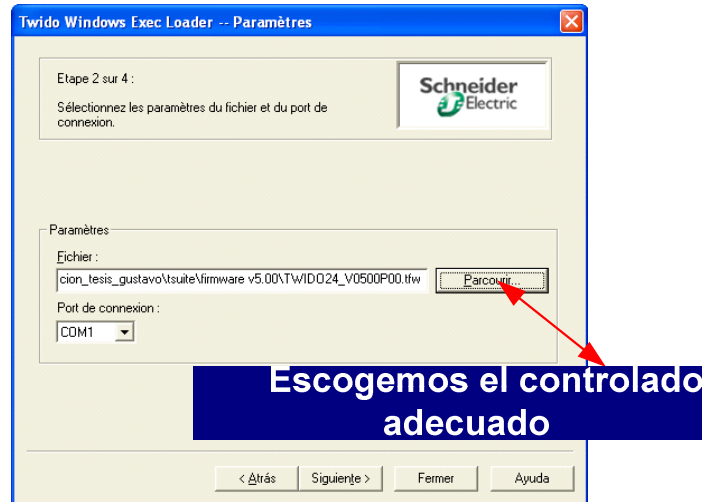


Figura N° III.27: Selección del controlador para el modulo twido

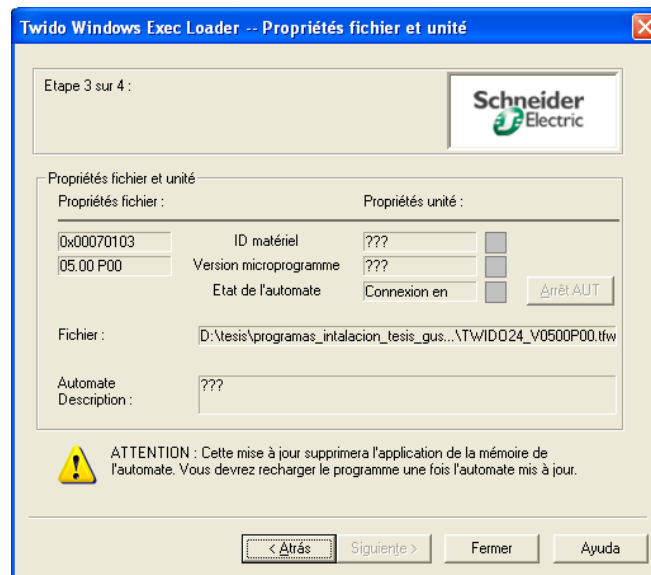


Figura N° III.28: Selección de modo programación

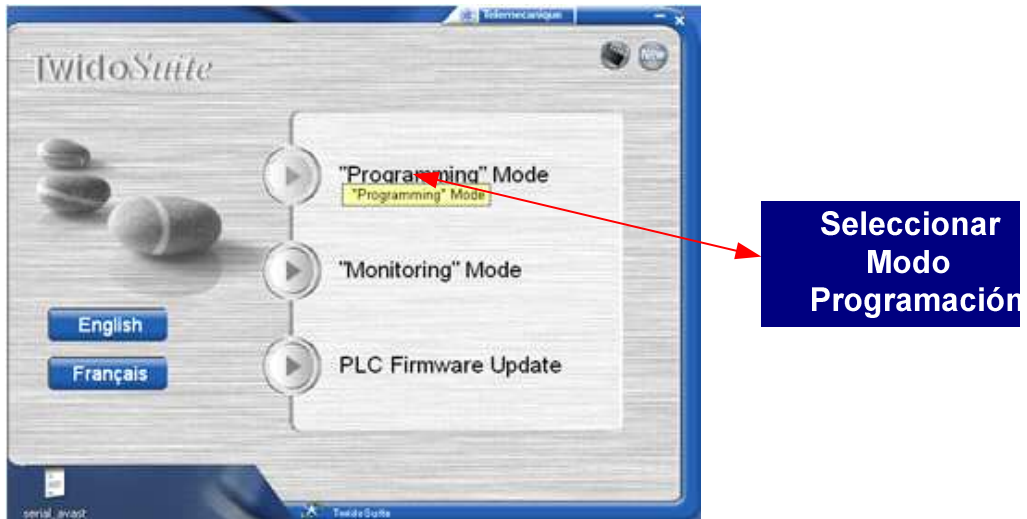


Figura N° III.29: Agregamos nuevo Proyecto.

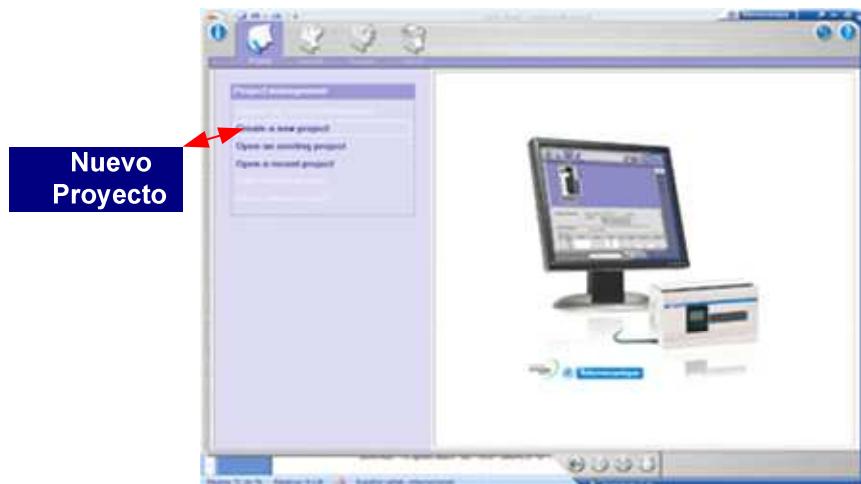


Figura N° III 30: seleccionar Nuevo Proyecto

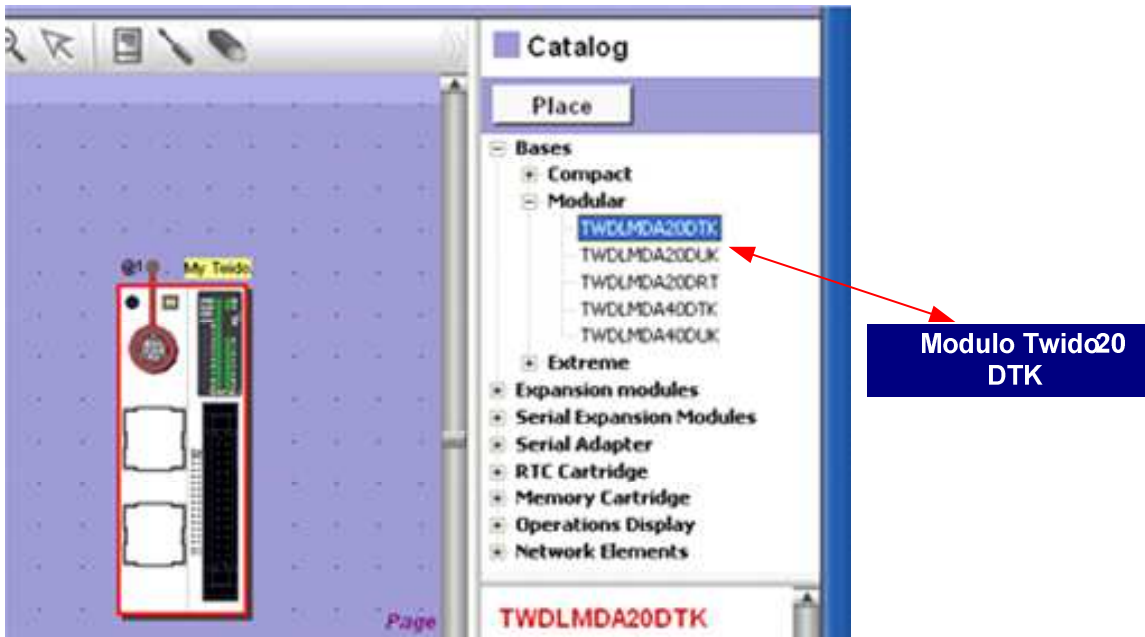


Figura N° III.31: seleccionar Twido 20 DTK



Figura III.32: Configuración de la dirección IP para el Modulo Twido 20 DTK

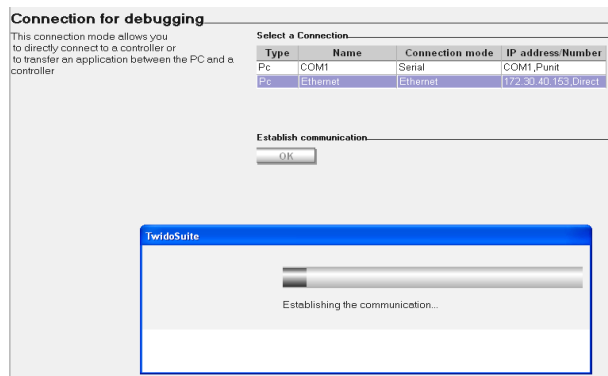


Figura N° III.33: Asignación de la dirección IP

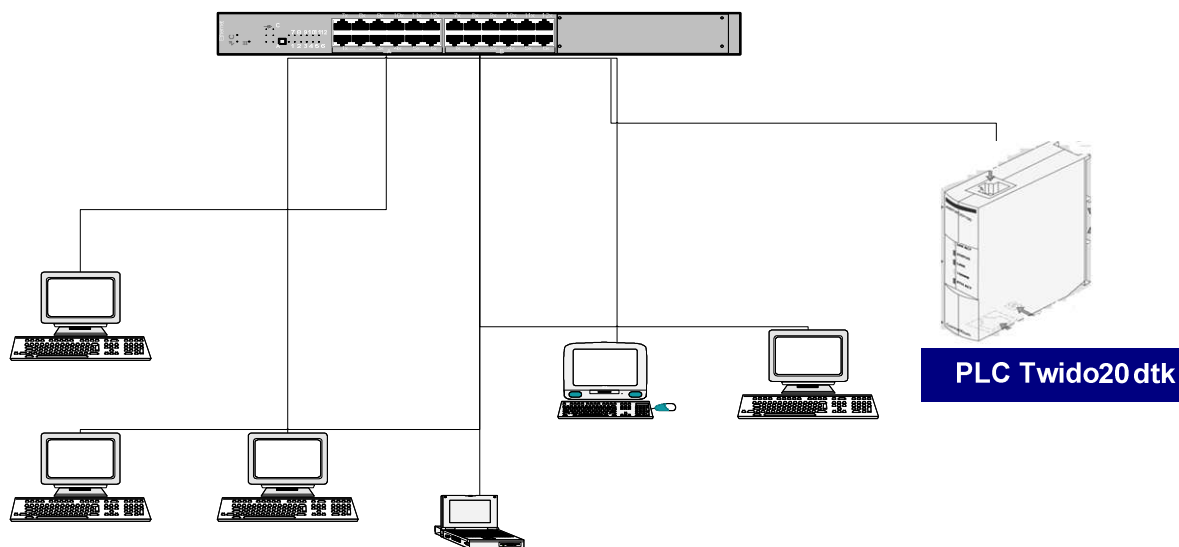


Figura N° III.34: Conexión de PLC Twido 20 DTK a una red Ethernet

### **3.2.3 Herramientas y protocolos de funcionamiento que permitan la integración del twido 20 DTK con interfaz Ethernet a los procesos industriales mediante una red Ethernet.**

El protocolo Modbus es un protocolo master/slave que permite a un único master solicitar respuestas de los slaves o realizar acciones dependiendo de las peticiones, el master puede dirigirse a slaves particulares o iniciar una difusión de mensajes para todos los slaves.

Los slaves devuelven un mensaje a las solicitudes que se les envían individualmente. No se devuelven respuestas a las solicitudes de difusión desde el master.



Modo master de Modbus: el modo master de Modbus permite que el controlador pueda iniciar una transmisión de solicitudes Modbus, esperando una respuesta desde un slave Modbus.

#### **3.2.3.1 Modo slave Modbus.**

El modo slave Modbus permite que el controlador pueda responder a las solicitudes de Modbus desde un master Modbus. Se trata del modo de comunicación predeterminado si no existe ninguna comunicación configurada.

#### **3.2.3.2 Protocolo TCP/IP.**

### **Modbus**

La información siguiente describe el protocolo de aplicación Modbus (MBAP). El protocolo de aplicación Modbus (MBAP) es un protocolo de la capa 7 que proporciona comunicación peer-to-peer entre controladores lógicos programables (PLC) y otros nodos de una LAN.

El controlador TWDLCAE40DRF Twido implementa comunicaciones cliente/servidor TCP/IP Modbus a través de la red Ethernet. Las transacciones del protocolo Modbus son los pares de mensajes solicitud-respuesta habituales. Un PLC puede ser tanto el cliente como el servidor, dependiendo de si envía mensajes de solicitud o de respuesta.

Un cliente TCP/IP Modbus es equivalente a un controlador master Modbus en modo de herencia Modbus, mientras que un servidor TCP/IP Modbus corresponde a un controlador slave Modbus de herencia.

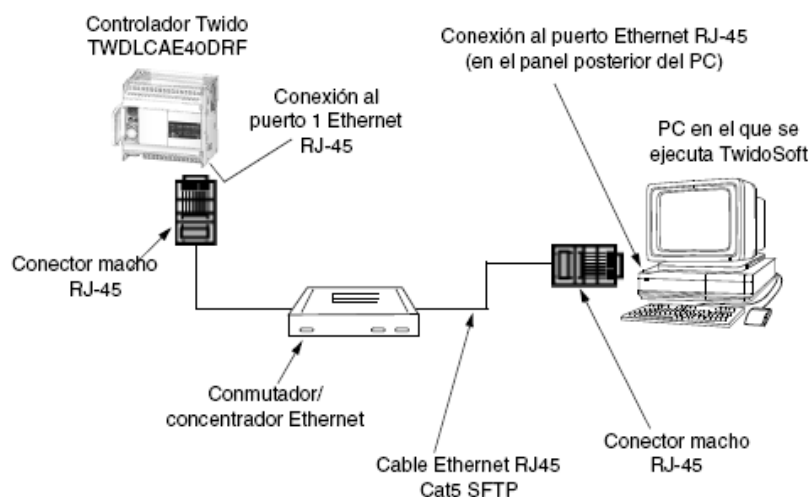


Figura N° III.35: comunicación Modbus

### 3.2.3.3 Configuración de las comunicaciones TCP/IP en Ethernet.

La información que sigue describe las funciones habilitadas para Ethernet del controlador base TWDLCAE40DRF Twido.

El controlador base TWDLCAE40DRF es un dispositivo habilitado para Ethernet que aplica el protocolo de la aplicación Modbus (MBAP) en TCP/IP. El TCP/IP Modbus proporciona una comunicación peer-to-peer a través de la red en una topología de cliente/servidor.

#### **3.2.3.4 Formato de trama.**

El controlador compacto TWDLCAE40DRF Twido sólo admite el formato de trama Ethernet II. No admite el formato de trama IEEE802.3. Tenga en cuenta que los demás autómatas de Schneider Electric, como las series Premium y Quantum, admiten los formatos de trama Ethernet II y IEEE802.3 y se puede seleccionar el formato de trama que se desee. Por lo tanto, si está planeando conectar un controlador Twido con autómatas Premium o Quantum, debe configurarlos para utilizar el formato de trama Ethernet II y así obtener una compatibilidad óptima.

El controlador compacto TWDLCAE40DRF es un dispositivo de cuatro canales simultáneos capaz de comunicarse en una red Ethernet 100Base-TX. Aplica una auto negociación 100Base-TX y también puede trabajar en una red 10Base-T. Asimismo, permite una conexión IP marcada, El número máximo de transacciones de servidor que el controlador Twido admite es 1 por conexión TCP.

Cada controlador base TWDLCAE40DRF tiene asignada una dirección IP estática en exclusiva de forma predeterminada. La dirección IP predeterminada del dispositivo se deriva de la dirección física MAC exclusiva (dirección global de la IEEE) que se encuentra almacenada de forma permanente en el controlador compacto.

Para aumentar la flexibilidad de la red, en lugar de usar la dirección IP predeterminada, el programa de la aplicación TwidoSoft le permite configurar

direcciones IP estáticas diferentes para este dispositivo, así como definir las direcciones IP de la subred.

### **3.2.3.5 Cliente/servidor TCP Modbus.**

Un controlador TWDLCAE40DRF puede ser cliente o servidor TCP/IP Modbus, en función de si realiza una solicitud o responde a un dispositivo remoto, respectivamente, El servicio de mensajes TCP se aplica a través del puerto 502 TCP.

- El servidor Modbus implementa el estándar TR A15 de mensajería de clase sin necesidad de operador de Schneider.
- El cliente Modbus se aplica mediante la instrucción EXCH3 y la función %MSG3. Se pueden programar varias instrucciones EXCH3.

### **3.3 Introducción al módulo FieldPoint con interfaz Ethernet.**

FieldPoint es un sistema distribuido modular de E/S que proporciona soluciones para usos industriales de supervisión y de control. El sistema del FieldPoint incluye una variedad de módulos análogos y digitales de E/S, bases terminales o bases para módulos y un módulo de red, que es el encargado de conectarse con las redes industriales.



Figura N° III.36: FieldPoint 1610

FieldPoint ofrece una arquitectura innovadora que modulariza las comunicaciones, las funciones de E/S, y la terminación de la señal. Por consiguiente, usted puede seleccionar independientemente los módulos de E/S, red industrial, y el estilo de la terminación de la señal de la aplicación en particular.

Con la arquitectura modular de FieldPoint, usted puede adaptarse fácilmente al sistema de diferentes redes industriales mientras que los módulos adicionales de la red llegan a estar disponibles. FieldPoint incluye tres clases de componentes que hacen esta flexibilidad posible:

- Módulos de E/S
- Bases Terminales
- Módulos de red

### **3.3.1 Módulos E/S.**

Los módulos de E/S incluyen una variedad de módulos análogos y digitales de E/S que interconectan a los numerosos tipos de señal, incluyendo entradas del voltaje

análogo, los termopares, RTDs, 4-20 mA entradas y salidas, entradas y salidas discretas (AC/DC). Cada modulo E/S de FieldPoint incluye especificaciones técnicas.

### 3.3.2 Módulo de red.

El módulo de red proporciona conectividad entre la red industrial y sus módulos de E/S. El módulo de red se comunica con los módulos de E/S locales vía el bus local de alta velocidad formado por las bases unidas. El módulo de comunicación de la red proporciona las siguientes características: modo de operación plug and play.

Las opciones actuales para los módulos de la red incluyen RS-232/RS-485, Ethernet 10/100Mbps.

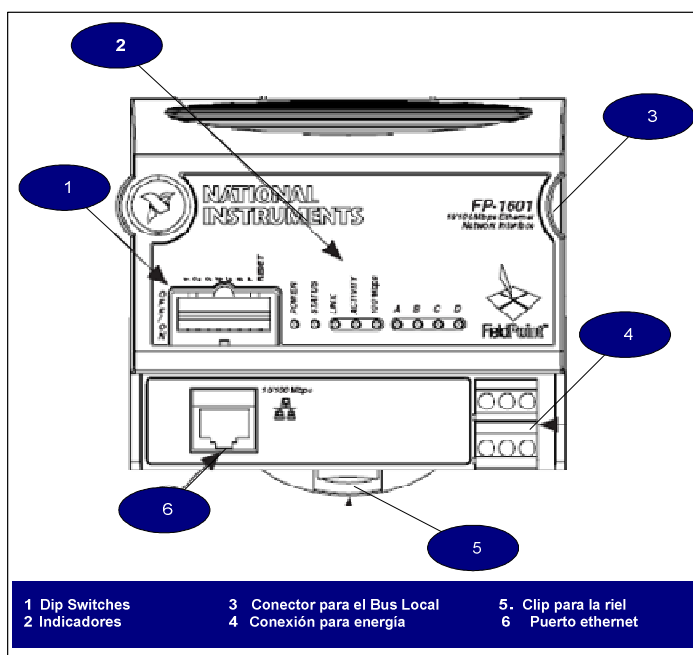


Figura N° III.37: Modulo de red FieldPoint 1601

El módulo de red FieldPoint FP-1601, se conecta a una red Ethernet 10/100 Mbps. El máximo número de módulos FP-1601 que se pueden instalar en una red Ethernet se determina por la topología de red. Por cada FieldPoint se pueden conectar hasta 9 módulos de E/S.

La Figura muestra la localización de cada una de las características del FP-1601. Las características más significativas del FP-1601 son los indicadores para saber el estado del FieldPoint, y los DIP switch que tienen varias funciones, descritas a continuación.

## **Componentes del Módulo de red FP-1601**

### **Los Indicadores**

El FP-1601 tiene varios LEDs (indicadores) para transmitir el estado del FieldPoint, los cuales son:

**POWER:** El POWER se enciende en verde mientras el FieldPoint 1601 está encendido. Este LED indica que está conectado el FieldPoint 1601 y está suministrando energía, y que también está energizando a todos los módulos de E/S.

**STATUS:** El LED STATUS está en rojo cuando está apagado y en modo de operación normal. El FP-1601 indica un error específico, encendiendo durante un intervalo de tiempo el STATUS.

**LINK:** El LED LINK se enciende en verde cuando el FP-1601 se conecta a la red Ethernet.

**ACTIVE:** El LED ACTIVE se enciende en verde cuando el FP-1601 recibe o transmite datos en la red Ethernet. Cuando no existe conexión en red y cuando el FP-1601 está inactivo, el LED ACTIVE parpadea ocasionalmente.

**100 Mbps:** EL LED100 Mbps se enciende en amarillo cuando el FieldPoint 1601 se está comunicado a 100 Megabits por segundo. Si el LED 100 Mbps no se enciende, todas las comunicaciones con el FP-1601 están en 10 Megabits por segundo.

**LED's accesibles por el usuario (A-D):** Se puede acceder a los LED's A, B, C, y D a través de instrumentos virtuales del FieldPoint. Por lo general son considerados como canales de salidas 7, 8,9, y 10, respectivamente en el modulo de red. Los LED's B, C, y D pueden tener los valores de 0, 1 o 2, el LED A puede ser 0 o 1. Los valores enviados a estos LED's se presentan como: 0=apagado, 1=verde y 2=rojo.

### **DIP Switch**

El modulo de red del FP-1601 posee dip switch o pequeños interruptores de configuración, como se observa en la Figura 2.10. Los interruptores 1, 2, 3, 4, 5,6 y 7 pueden ser accesibles para los usuarios, no tienen una funcionalidad predefinida, tienen utilidad solamente para propósitos de reprogramación y no deben ser modificados de su posición predeterminada.



**RESET Switch:** La posición del RESET switch, determina si la configuración IP del módulo de red del FieldPoint ha sido cambiado a encendido o reiniciado. Si desea cambiar el módulo de red FP-1601 de una subred a otra, es necesario resetearlo, o si el módulo es inaccesible debido a una configuración IP errónea.

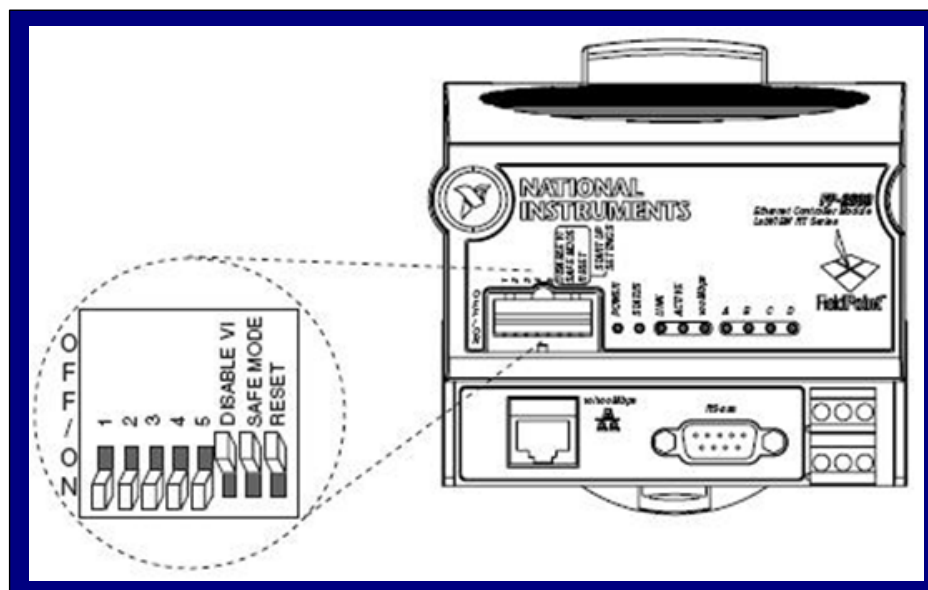


Figura N° III.38: Dip Switch del Módulo de red

### 3.3.3 Interfaz de comunicación.

La Interfaz de comunicación NI FP-1601, es conectada directamente a la red Ethernet, la velocidad de transmisión va entre 10 Mb/s o 100 Mbps, incluye un conector RJ-45 para la conexión de red 10 BASE T y 100 Base TX y usa un protocolo basado en el estándar TCP/IP manteniendo una completa compatibilidad entre las redes existentes.

FieldPoint establece un protocolo de red TCP/IP estándar, adicionalmente incluye eventos y manejos de comunicaciones, publicando y suscribiendo conexiones de red. En una arquitectura de Publicación y Suscripción uno o más clientes suscribe (recibe) un dato de entrada y salida del FieldPoint.

La Interfaz de red conecta varios módulos E/S y publica (envía) datos de E/S. Las señales analógicas pueden cambiar de valor dentro de los rangos seleccionados en la configuración del FP-1601, invoca bandas inactivas, sin causar reportes de datos al sistema, Este método de manejo de eventos, junto con la compresión de datos, ayuda a evitar el tráfico en la red y aumenta al máximo la eficiencia de las comunicaciones.

#### **3.3.4 Sistema de Configuración del FP-1601.**

El modulo de interfaz de red y las bases terminales forman un bus de alta velocidad para la comunicación entre el módulo de red y los módulos de E/S. Con las bases para terminales modulares, es fácil extender su sistema FieldPoint dependiendo de las necesidades de las aplicaciones.

Un banco FieldPoint consiste en por lo menos un módulo de red, una o más bases terminales. Cada FieldPoint puede soportar 9 módulos de E/S. Puede acceder a cada banco por un número ilimitado de computadoras.

El número máximo de módulos de red del FieldPoint 1601 que usted puede instalar en su red Ethernet solamente está limitada por la topología de red, Con Ethernet

usted puede usar un número ilimitado de bancos FieldPoint. La Figura muestra la conexión del FieldPoint 1601 a una red Ethernet.

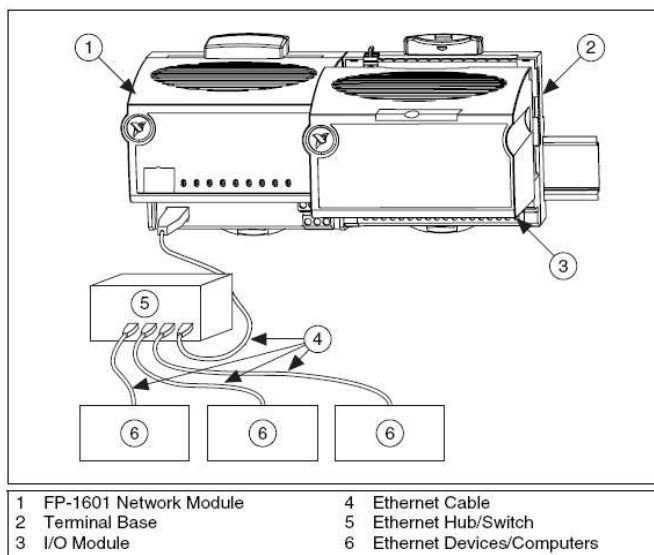


Figura N° III.39: Conexión del FP-1601 a una red Ethernet

El módulo FieldPoint de red FP-1601 posee un terminal Ethernet de 8 hilos. Si se conecta directamente a un computador debe utilizarse un cable cruzado.

Si se conecta a un Hub o a un Switch debe usarse un cable punto a punto, cuya configuración se encuentra detallada en la Tabla III-12.

Tabla III-12: **Tabla de configuración del cable UTP categoría 5.**

Pin	Señal	Conector 1	Conector 2 Directo	Conector 2 Cruzado
1	Transmitir (TD+)	Blanco/Tomate	Blanco/Tomate	Blanco / Verde
2	Transmitir (TD-)	Tomate	Tomate	Verde
3	Recibir (RD+)	Blanco/ Verde	Blanco/ Verde	Blanco / Tomate
4	-	Azul	Azul	Azul
5	-	Blanco / Azul	Blanco / Azul	Blanco / Azul
6	Recibir (RD-)	Verde	Verde	Tomate
7	-	Blanco / Café	Blanco / Café	Blanco / Café
8	-	Café	Café	Café

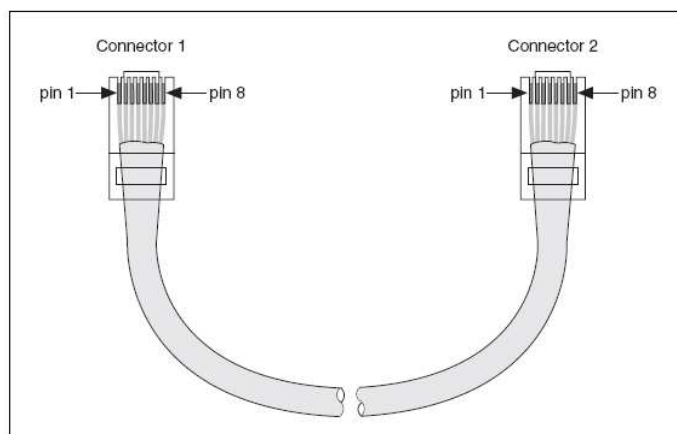


Figura N° III.40: **Configuración del cable UTP categoría 5**

### 3.3.5 Configuración y Programación del Módulo FieldPoint.

Antes de comenzar a configurar el dispositivo FieldPoint se le asigna una dirección IP al Computador que puede ser cualquier dirección dentro del rango válido existente para asignar direcciones IP como se observa en la Figura 2.13, esto cuando sea

una dirección estática si es una dinámica primero debemos ver qué dirección le asigno el servidor DHCP a la PC y al FieldPoint 1601

```
Dirección IP. . . . . : 172.30.30.153
Máscara de subred . . . . . : 255.255.254.0
Puerta de enlace predeterminada : 172.30.30.2
Servidor DHCP . . . . . : 172.30.60.5
Servidores DNS . . . . . : 172.30.60.5
                          172.30.60.32
                          198.6.1.1
```

Figura N° III.41: Dirección de la Computadora

```
Sufijo de conexión específica DNS :
Descripción. . . . . : Intel(R) PRO/1000 MT Desktop Conne
Dirección física. . . . . : 00-0D-60-24-DC-E4
DHCP habilitado. . . . . : No
Dirección IP. . . . . : 172.30.40.157
Máscara de subred . . . . . : 255.255.0.0
Puerta de enlace predeterminada :
```

Figura N° III.42: Dirección del FieldPoint 1601



Figura N° III.43: Abrir Measurement And Automation Explorer

En la parte inferior izquierda de la pantalla aparecerá un icono con el nombre Remote Systems. Hacer doble click en él.

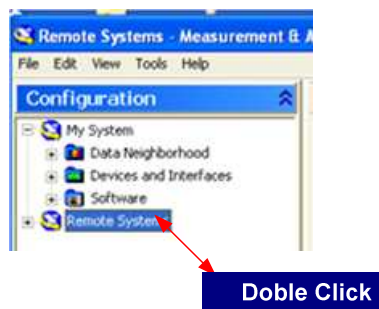


Figura N° III.44: Abrir Remote system

Debajo de Remote system aparecerá el banco FieldPoint. En la Figura se muestra una pantalla similar a la que se debería visualizar en ese momento.

Se escoge la pestaña Network Settings ubicada en la parte inferior derecha de la pantalla. El nombre y la configuración de red pueden ser diferentes. El FieldPoint tiene la dirección IP 172.30.40.157 y pertenece a una red de clase B.

Si no aparece ningún dispositivo, compruebe que el FieldPoint esté encendido y conectado correctamente a la red. Los indicadores luminosos power y link del FP- 1601 deben estar encendidos. Presione el botón del teclado **F5** para que se actualicen los datos.

Si el FieldPoint ha sido reseteado, la dirección IP aparecerá como 0.0.0.0. Ingrese la dirección IP escogida anteriormente (192.168.0.100) y la máscara de subred correspondiente al dispositivo (255.255.255.0), el Time server debe ser la dirección IP

de la computadora servidor (192.168.0.15). Presione el botón Apply ubicado en la parte superior derecha de la pantalla.

Señale el banco FieldPoint hallado bajo Remote Systems y presione el botón Find Devices ubicado en la parte superior derecha de la pantalla. Presione el botón OK. Esto reconocerá todos los módulos E/S instalados en el banco FieldPoint.

Bajo Remote Systems aparecerán los módulos hallados, Los nombres de los módulos pueden ser diferentes. En este caso particular existen un modulo de red FP-1601, un modulo de entrada FP-AI-100 y dos módulos de salida FP-RLY-420.

Para configurar el módulo de entradas analógicas para que tome datos en el rango de voltaje que se desea, señale el módulo FP-AI-100@1. En la parte derecha aparecerá la pantalla de configuración (confirmar que el tabulador Channel Configuration ubicado en la parte inferior ha sido señalado). Señale el Channel – All, el campo Range escoger el rango deseado. El FieldPoint FP-AI-100@1 tomará señales que se encuentren dentro del rango escogido.

Si la señal sale de estos rangos, proporcionará un mensaje de error. Una vez configurado el módulo, presione el botón Apply ubicado en la parte inferior de la pantalla.

Para grabar la configuración, presione el botón Save ubicado en la parte superior de la pantalla. Guarde con el nombre y la ubicación predeterminada.

Para probar el sistema, bajo My System -> Data Neighborhood se habrá agregado una carpeta que contiene una pantalla de monitoreo de prueba para el sistema.

FieldPoint. Esta pantalla sirve para confirmar que el FieldPoint se está comunicando y leyendo los datos de manera correcta al señalar el módulo que se desea monitorear y presionar el botón Start ubicado en la parte superior derecha de la pantalla.

### **3.3.6 Herramienta y protocolos de funcionamiento que permitan la integración de los procesos industriales mediante una red Ethernet.**

Cada fabricante de dispositivos industriales construía su propia interfaz o driver para poder intercambiar información con el PLC u otro dispositivo de hardware.

OPC es la forma abreviada de “OLE for process control” y significa tecnología OLE para el control de procesos **OPC** (OLE for Process Control) de Microsoft es un interfaz con componentes de automatización, proporcionando un acceso simple a los datos.

Las aplicaciones que requieren servicios, es decir datos, desde el nivel de automatización para procesar sus tareas, los piden como clientes desde los componentes de automatización, quienes a la vez proveen la información requerida como servidores. La idea básica del OPC está en normalizar el interface entre el servidor OPC y el cliente OPC independientemente de cualquier fabricante particular.



Los servicios prestados por los servidores OPC para clientes OPC por medio de la interface OPC típicamente implican la lectura, cambio y verificación de variables de proceso. Mediante estos servicios es posible operar y controlar un proceso. Los servidores OPC apoyan el nexo de tales aplicaciones a cualquier componente de automatización que esté en red por medio de un bus de campo o Ethernet Industrial.

El diseño de las interfaces OPC soporta arquitectura distribuidas en red, el acceso a servidores OPC remotos se hace empleando la tecnología DCOM (Distributed COM).

### **3.3.7 Especificaciones OPC.**

La arquitectura informática para la automatización industrial incluye los siguientes niveles:

#### **Gestión de campo.**

Información sobre los dispositivos de instrumentación estado, configuración.

#### **Gestión de proceso.**

Datos sobre el proceso productivo adquiridos y procesados por sistemas SCADA y DCS.

### **Gestión de negocio.**

Integran de información de planta en los sistemas que gestionan los aspectos financieros de la fabricación.

Se trata de que en la industria se puedan utilizar herramientas estándar (paquetes SCADA, bases de datos, hojas de cálculo) para construir un sistema que responda a sus necesidades de mejora de la productividad.

Para ello es necesario desarrollar una arquitectura de comunicaciones abierta y efectiva que se centre en el acceso a los datos, no en los tipos de datos.

Hay muchas aplicaciones cliente que requieren datos de dispositivos y acceden a ellos desarrollando controladores o drivers de forma independiente, esto implica: duplicación de esfuerzos, falta de consistencia entre drivers, cambios en el hardware, conflictos de acceso.

Los fabricantes de hardware no pueden desarrollar un driver eficiente utilizable por todos los clientes debido a las diferencias de protocolos entre clientes. OPC proporciona un mecanismo para extraer datos de una fuente y comunicarlos a cualquier aplicación cliente de manera estándar. Los fabricantes de hardware pueden desarrollar servidores optimizados para recoger datos de sus dispositivos.

Dando al servidor una Interfaz OPC que permite a cualquier cliente acceder a dichos dispositivos.

El problema histórico ha sido que los datos de diferentes sistemas tienen diferentes formatos y protocolos de comunicación. Esto ocurre, por ejemplo, cuando dispositivos son conectados a un sistema PC basado en un sistema SCADA.

Claramente el desarrollo realizado por los fabricantes de software al crear Drivers únicos para cada tipo diferente de equipo de control, no solo llevó a una duplicación de esfuerzos, sino que añade inherentemente riesgos adicionales a la consecución con éxito y a tiempo de un proyecto como así también el desarrollo de nuevo Hardware.

#### 3.3.8 **Beneficios de OPC.**

OPC se diseñó para permitir aplicaciones donde el cliente accede a datos Piso-Planta de una manera consistente. Con aceptación por parte de los principales fabricantes, OPC proporcionará beneficios tales como:

- Los fabricantes de Hardware sólo tienen que desarrollar e integrar componentes al software para que los clientes (o usuarios, entiéndase por quien realiza la aplicación) los puedan utilizar en sus aplicaciones.
- Los diseñadores de Software no tendrán que volver a reescribir sus Drivers (Upgrade) debido a cambios de las características de su Hardware.

- Los Clientes tendrán más opciones de desarrollar sus sistemas de Piso- Planta, haciendo uso de la integración de una gama más amplia de sistemas de Hardware de diversos fabricantes.

Con OPC, la integración del sistema en el ambiente de la informática será más heterogénea, con OLE/COM la distribución de sistemas como lo muestra la **Figura N° III.45** se vuelve posible.

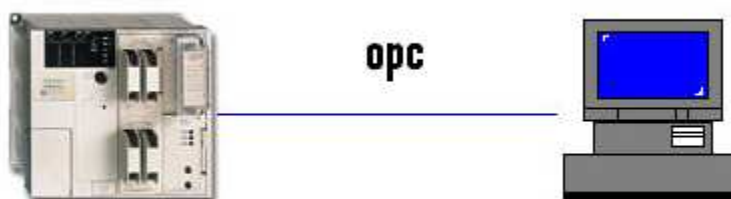


Figura N° III.45 Beneficios OPC

### 3.3.8.1 Visión Futura de OPC.

Una meta primaria para OPC es entregar especificaciones tan rápidamente como le sea posible a la industria, donde los primeros enfoques apuntan a:

- Acceso a datos "On Line", es decir, la lectura y escritura eficaz de datos entre una aplicación y un dispositivo de control de proceso, en forma flexible y eficaz.
- Manejo de "Alarmas y Eventos", es decir, la existencia de mecanismos de notificación de ocurrencias de eventos específicos y condiciones de alarma.

- Acceso a Datos Históricos, es decir, procesamiento y revisión de datos, lo que implica análisis de tendencias.
- Funcionalidad como a la seguridad, acceso a datos “On Line”, Alarmas Histórica y a Datos Históricos en forma eficaz y con un nivel de seguridad óptimo.

La arquitectura OPC se ve influenciada por las ventajas de COM, el cual proporciona un mecanismo conveniente para extender la funcionalidad de OPC.

Otras metas a alcanzar mediante el diseño de OPC son:

- Ser un instrumento simple de Control.
- Ser flexible a las necesidades de múltiples fabricantes.
- Proporcionar un alto nivel de funcionalidad.
- Permitir un funcionamiento eficaz.

### **3.3.8.2 Servidores OPC.**

Un Cliente OPC puede conectarse, por medio de una red a Servidores OPC proporcionados por uno o más fabricantes. De esta forma no existe restricción por cuanto a tener un Software Cliente para un Software Servidor, lo que es un problema de interoperabilidad que hoy en día se aprecia con sistemas del tipo propietario.

Los fabricantes, a su vez, proporcionan el código que identifica, Dispositivos, Tipos de Datos a los que cada servidor tiene acceso, Valor de los Datos, y detalles sobre cómo el Servidor físicamente acceda a los datos.

Sin estos códigos Servidores y Clientes no podrían comunicarse y reconocerse como sistemas compatibles.

### **3.3.8.3 Servidor de Acceso a datos OPC.**

A un alto nivel, un Servidor de Acceso a Datos OPC, se compone de varios objetos: **Servidor, Grupo, e Item**. La función del servidor OPC, es mantener la información sobre sí mismo y hacer las veces de un "Recipiente" unificando los datos en un Grupo. La función del Grupo OPC es mantener la información y proporcionar un mecanismo por contener y organizar lógicamente los Ítems.

Los Grupos OPC proveen a los clientes OPC, quienes ejecutan aplicaciones, una forma de organizar sus datos. Por ejemplo, el grupo podría representar los Ítems de un dispositivo en particular para que despliegue o informe sobre sus datos. Pueden leerse datos y pueden escribirse.

Basado en conexiones excepcionales también pueden crearse conexiones entre el cliente y los ítems en el grupo y pueden habilitarse y desactivarse como se necesite.

Un cliente OPC puede configurar la tasa de transferencias de servicio de su servidor OPC, en cuanto a proporcionar los cambio de datos que se presenten.

Hay dos tipos de grupos, Público y Local, que se describen tal como sigue:

- **Público:** Es compartido por múltiples clientes. Hay también interfaces optativas específicas para grupos públicos en plataforma Linux o Unix
- **Local:** Trabaja en torno a un cliente o grupo con prioridad.  
Dentro de cada Grupo el cliente puede definir uno o más Artículos de OPC.

#### 3.3.8.4 Servidor de Alarmas, Condiciones y Eventos OPC.

Estas interfaces proveen de mecanismos a los Clientes OPC, con los cuales pueden ser notificados de la ocurrencia de eventos y condiciones de alarmas específicas, Estas también proporcionan servicios que les permiten a los Clientes OPC determinar eventos y condiciones necesarias para alarmas, eventos, y para obtener su estado actual, todo ello apoyado por un Servidor OPC. Dentro de OPC se puede definir qué:

- **Alarma:** Es una condición anormal del sistema y por lo que es un caso especial de esta.
- **Condición:** Es un estado nombrado Evento en el Servidor OPC. Por ejemplo, la etiqueta FC101 puede tener las condiciones siguientes asociadas con ella:
  - HighAlarm, HighHighAlarm,
  - Normal, LowAlarm,
  - LowLowAlarm.
- **Evento:** Es una ocurrencia perceptible que es de importancia al Servidor OPC, de los dispositivos que representa o sus Clientes OPC.

Un evento puede o no ser asociado con una condición. Por ejemplo, la transición de HighAlarm a condiciones normales es un evento. Sin embargo, una acción del operador permite cambiar la configuración del sistema, y los errores son ejemplos de eventos que no se relacionan a las condiciones específicas del sistema. Los Clientes de OPC pueden suscribirse al sistema para ser notificados de las ocurrencias de eventos específicos.

La interface de **IOPCEventServer**, proporciona los métodos que habilitan al Cliente OPC a:

- Determinar los tipos de eventos que los Servidores OPC soportan.
- Suscribirse a eventos específicos, para que puedan recibir notificaciones de sus intervalos de ocurrencias. Pueden usarse filtros para definir un subconjunto de eventos deseados.
- Acceder y manipular las condiciones asignadas al Servidor OPC además de la interface de IOPCEventServer, un Servidor OPC puede apoyar interfaces optativas para revisar condiciones llevadas a cabo por el servidor y para los grupos con propiedad de condición Pública.

### **3.3.8.5 Interfaces OPC.**

Las características técnicas de OPC contienen siempre dos juegos de interfaces; Interface diseñada para un propósito (Aplicación) y una Interface de Automatización.



### **3.3.8.6 Arquitectura General de OPC y sus Componentes.**

Hay varias consideraciones, que son únicas, para llevar a cabo la implementación de un servidor OPC.

### **3.3.8.7 Uso de Servidores Locales y Remotos.**

Se espera que los fabricantes de servidores OPC, tomen en cuenta uno de los dos puntos que se presentan a continuación, al conectar una red de computadoras:

- Pueden indicar que el cliente siempre debe conectarse a un servidor local, al que hará uso de un esquema de red del tipo propietario. Este acercamiento normalmente será usado por fabricantes que agreguen OPC a un producto DCS o SCADA existente.
- Pueden indicar que el cliente debe conectarse al servidor deseado, en el nodo designado, y hacer uso de **DCOM (Distributed Component Object Model)** para proveer conexión a una Red mediante la interface **IOPCServerList**.

### **3.3.8.8 Servidor OPC Browser.**

La Interface del Servidor OPC Browser (Buscador de Servidores OPC) **IOPCServerList** se especifica como parte del documento **OPC Common Definitions and Interfaces** de la Fundación OPC.

### **Servidores disponibles en una máquina en Particular**

Los servidores OPC se registran en el sistema mediante una categorización de los componentes vía **ICatInformation (IID\_ICatInformation)** de Microsoft. Esto determina que interfaces en el **StdComponentCatagoriesMg** deben ser usadas para determinar qué servidores OPC se encuentran instalados en la máquina local.

El problema es que esto no es aplicable para las máquinas remotas porque la administración de la categorización de los componentes es **DLL (Dinamic Link Library)** y la interface **ICatInformation** sólo trabaja **In-Proceso**. Como resultado de esto, no es fácil para el cliente obtener una lista de Servidores OPC instalados en una máquina remota.

#### **3.3.8.9 Solución global.**

La Fundación OPC provee el Servidor Browser **OPCENUM.EXE** el cual puede residir en una máquina cualquiera, el cual accede a la raíz de las Categorías de Componentes locales y proporciona una nueva interface **IOPCServerList** que puede ordenarse y ser usado por clientes remotos.

Este servidor tiene un **CLSID** (Clase de Direccionamiento) publicado y puede instalarse una vez dentro de cualquier máquina que contenga un Servidor OPC. El cliente todavía necesita saber el nombre del nodo de la máquina designada, sin embargo

él puede crear ahora remotamente este objeto y puede usar el **IOPCServerList**, que determina que tipos servidores y marcas están disponibles en esa máquina.

**Algunas ventajas de implementar OPC a nivel Industrial son:**

- Integración de distintas tecnologías de diferentes fabricantes dentro de un mismo sistema. La industria no tendrá que trabajar con un solo Sistema Propietario o Sistemas SCADA o DCS específicos.
- Costos de desarrollo de sistemas de aplicación menores, dado que se está trabajando en una plataforma universal (OLE/COM), por lo que se evita duplicidad de esfuerzos. La adquisición de sistemas de aplicación y de Upgrade será más económica y además se podrá desarrollar sistemas específicos, según nuestras necesidades y no las que nos ofrezcan los fabricantes.
- Permite integración de múltiples plataformas (Windows, Linux, Unix, suSe) mediante la utilización de COM, DCOM, Active X y Entire X Permite un desarrollo comunicacional dentro de redes LAN (Local Access Network) y WAN (World Access Network),, como así también exportar datos a Internet.
- Comunicación On line expedita, eficaz y flexible desde el nivel de procesos hasta el nivel de Gestión. Por medio de Software industriales específicos se puede lograr un mayor control dentro del proceso productivo, y optimizar Materias Primas, Recursos, Costos, etc.

- Del presente trabajo, basado en las especificaciones dadas por la Fundación OPC y otros recursos bibliográficos

#### **3.3.8.10 Desventajas de utilizar OPC en Sistemas Industriales.**

OPC parece ser un sistema industrial ideal, pero al ser tan transparente en el ámbito de las aplicaciones como así también interoperable en distintas plataformas presenta inherentemente problemas de Seguridad en estos aspectos. Un ejemplo de ello es:

- Los fabricantes de Buses de Campo (Fieldbus), han desarrollado Gateways para interconectar sus protocolos propietarios a redes Ethernet. Personas inescrupulosas podrían acceder desde el nivel de gestión hasta el nivel de proceso, dañando potencialmente todo el sistema comunicacional.
- Hoy en día existe la capacidad de desarrollar programas ejecutables en base a OLE/COM/DCOM, e ingresar a sistemas de red de diferentes sistemas operativos a nivel WAN, mediante Entire X y Active X. La red de comunicaciones OPC puede estar expuesta a escala mundial y accesible desde cualquier plataforma operativa

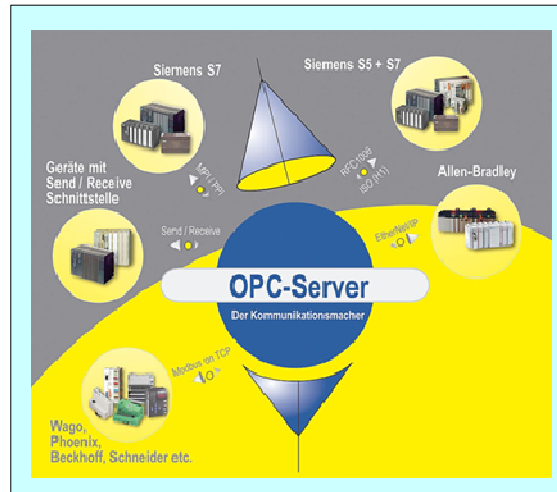


Figura N° III.46. Servidor OPC

### 3.3.8.11 Estándares OPC.

- OPC Common
- OPC Data Access (DA)
- OPC Alarm & Events (A&E)
- OPC Historical Data Access (HDA)
- OPC Batch
- OPC Data Exchange (DX)
- OPC XML

## **CAPITULO IV**

Desarrollo e implementación de un sistema que permita realizar el monitoreo verificación y comunicación a través de una red Ethernet con PLC's.. Metodología.

### **4.1 Metodología.**

Para el desarrollo del Sistema de monitoreo en la empresa **CECATTEC (MECATRONICOS)** se empleo el proceso de **ciclo de vida en V** que se adecuaron de mejor manera al ámbito del problema y desarrollo de los mismos.

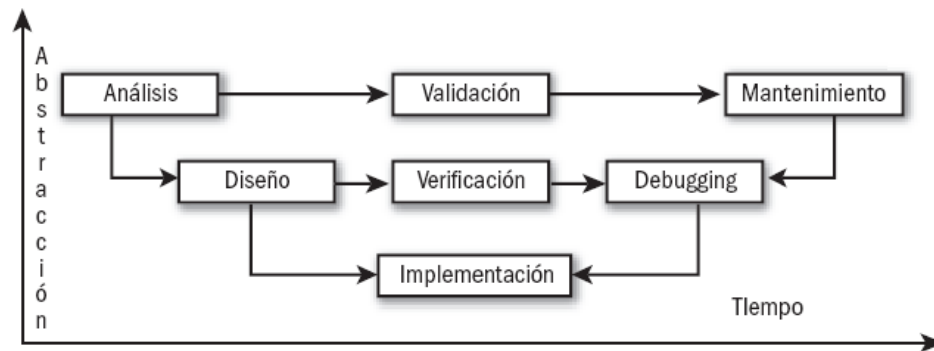


Figura N° IV.47 Ciclo de vida en V

Para el Modelo escogido se debe seguir la siguiente metodología

### I. Ingeniería de la Información

#### I.1 Definición del Ámbito del Software

#### I.2. Antecedentes Tecnológicos

##### I.2.1. Recursos Hardware

##### I.2.2. Recursos Software

##### I.2.3. Recursos Humanos

#### I.3 Definición del Problema

##### I.3.1 Definir Alternativas de Solución

### II. Análisis Orientado a Objetos

#### II.1. Caso de Uso General del Sistema Propuesto

#### II.2. Diagrama de Caso de Uso General

#### II.3. Definir el Modelo Conceptual

#### II.4. Definir los Diagramas de Secuencia

### III. Diseño Orientado a Objetos

#### III.1. Diagrama de base de datos

#### III.2. Diseño Físico

III.3. Diagrama de Componentes

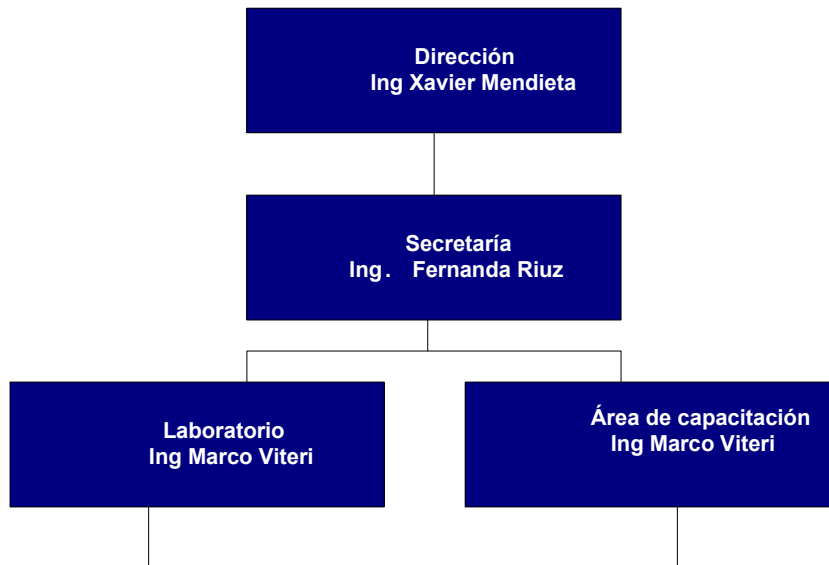
IV. Implementación

V. Pruebas

**4.2 Planificación del proyecto.**

**4.2.1 Antecedentes.**

CECATEC (centro de capacitación y transferencia tecnológica) se encuentra ubicada en la ciudad de Ambato en las calles Valdivia S/N 22 de enero, Atahualpa, La función principal de CECATEC es brindar capacitación a estudiantes universitarios y de colegio así como también a profesionales, los mismos que puedan realizar prácticas sobre dispositivos de automatización industrial reales. El responsable de la administración de este Laboratorio es el Ing. Xavier Mendieta e Ingeniero Marco Viteri.



**Figura N° IV.48: Organigrama de CECATEC**



#### **4.2.2 Objetivo del plan.**

Realizar un sistema de monitoreo Real de una banda transportadora una estación de distribución y una estación de acople.

#### **4.2.3 Definición del Problema**

Actualmente CECATTEC cuenta con 9 computadoras y dispositivos programables lógicos (PLC) de distintos fabricantes Para que un usuario pueda realizar el monitoreo, a través de un PLC específico, debe tener conectado el PLC directamente a la computadora.

Por ende los usuarios deben configurar cada dispositivo PLC de acuerdo a sus especificaciones técnicas dadas por cada fabricante.

Debido a que no existe interoperabilidad entre los PLC's y las computadoras, no se aprovecha al máximo los recursos disponibles en el Laboratorio de CECATEC.

Por ese motivo existe la necesidad de implantar un sistema que integre las computadoras y varios dispositivos PLC de distintos fabricantes existentes en el laboratorio.

#### 4.2.4 Estimación del Problema.

##### 4.2.4.1 Adquisición de equipos hardware y software.

El sistema de monitoreo SystemMonit 1.0 requiere de los siguientes recursos hardware y software para su desarrollo e implantación.

Tabla IV-13: *Gastos de Hardware.*

Cantidad	Descripción	Costo
1	twido Port 499TWD01100	800
1	Switch	75
4	Canaletas	16,29
11	Cables RJ 45	45
20	Conectores RJ 45	10
1	Cinta doble faz	10
1	Ponchadora	25
1	Comprobador de base	18,75
1	Multímetro	25
4	Desarmadores	12
1	Papel Adhesivo	2
1	Otros	10
	Subtotal	1049

## Tabla del Personal

**Tabla IV-14: Gasto del personal**

Cantidad	Tipo de personal	Costo
1	diseñador	100
1	programador	800
Subtotal		900

## Gastos adicionales

**Tabla IV-15: Gastos teléfono**

Cantidad	Descripción	Costo
1	Gasto teléfono	40
1	Otros	100
Subtotal		140

### 4.2.5 Planificación

El objetivo de la planificación es definir un modelo de trabajo que busque la optimización de un proyecto.

### 4.2.6 Gestión de riesgos.

Identificar riesgos

- Falta de recursos económicos
- Falla de equipos

- Perdida de datos

**Tabla IV-16: Categorización de Riesgos**

Riesgos	Muy poco probable	Probable	Muy Probable
a, Falta de recursos económicos			x
b. Falla de equipos		x	
c. Perdida de datos			x

#### **4.2.7 Planes de contingencia**

- Falta de recursos económicos.- Dialogar con el Director del centro de capacitación y transferencia tecnológica para planificar los recursos que se van a utilizar en el desarrollo del sistema.
- Falla de equipos.- Tener conexión con UPS por falta de energía eléctrica y desconectar la fuente de poder de los equipos.
- Pérdida de datos.- Tener equipos especializados para el uso en automatización industrial.

## **4.2.8 Estudio de factibilidad**

### **4.2.8.1 Factibilidad Técnica**

Hardware:

PC's para instalar el programa con las siguientes características mínimas:

- Procesador: Pentium IV Celeron 1.8 MHz o superior
- RAM: 256 MB
- Espacio en disco: 130 MB
- Accesorios (Ratón, teclado, CD-ROM, disquetera, etc.)
- Monitor.

#### **Dispositivos adicionales:**

- FieldPoint 1601
- Wago 750-842
- Twido 20 DTK

#### **Herramientas de desarrollo:**

- Lookout 4.5.
- Wago –IO-PRO.
- TwidoSuite
- Measurement & Automation

#### **4.2.8.2 Factibilidad Económica**

CECATEC (Centro de capacitación y transferencia tecnológica) tiene un presupuesto variable para el laboratorio de automatización industrial, por lo tanto la implantación del sistema es factible económicamente siempre y cuando se cumpla con el tiempo establecido para la entrega de recursos.

#### **4.2.8.3 Factibilidad legal**

El sistema propuesto se enmarca en el entorno legal, en lo que es licencias de los programas de software y los procedimientos realizados en el programa.

### **4.3 Especificación de requerimientos SRS**

#### **4.3.1 Fase de Especificación**

Para la fase de especificación se optó por hacer un SRS que le dará a la institución una idea clara de todo lo que el producto nuevo realizará, con todas las funciones, requerimientos, y posibles limitaciones que se tendrá.

#### **4.3.1.1 Introducción**

##### **Objetivo**

El objetivo del presente documento es detallar todas las características y propiedades que tendrá el sistema dándole al usuario una idea clara y concreta de lo que realmente va a realizar el sistema y así evitar los posibles desacuerdos entre el desarrollador y el usuario final.

##### **Ámbito**

El sistema que se va a realizar será una aplicación Cliente/Servidor usando OLE para el control de procesos en la cual se va a simular el monitoreo de un proceso real. Con la utilización de este sistema se permite que varios usuarios monitoreen el proceso industrial. El nombre del producto será SystemMonit 1.0 - SISTEMA DE MONITOREO

##### **Definiciones, acrónimos y abreviaturas**

**SO:** Sistema Operativo

**SRS:** Especificaciones de Requerimiento del Software (Software Requirements Specifications)

**GUI:** Interfaz Gráfica de usuario

**OLE:** Enlace e incrustación de Objetos

**FP:** FieldPoint

**OPC:** Ole para control de procesos

## **Referencia**

Para la realización del SRS, nos ayudamos de los datos y la información proporcionada por:

- Entrevistas no estructuradas realizadas al encargado del laboratorio de automatización industrial.
- Escenarios de Trabajo.

### **4.3.1.2 Descripción General**

#### **Perspectivas del producto.**

Este producto será de propósito específico.

#### **Análisis Funcional General**

La función principal implícita en nuestro producto, es la referente a monitoreo y control del proceso de mezclado de ingredientes.



#### 4.3.1.3 Restricciones Generales

- **Políticas Regulatoras**  
Los usuarios deberán tener conocimiento de lookout, Wago, TwidoSuite
  
- **El producto presentará una interfaz gráfica amigable y fácil de usar.**
  
- Limitaciones de HW PC
  - Monitor: SVGA
  - Procesador: Intel Pentium IV.
  - Windows XP.
  - Memoria: 512 MB de RAM Tarjeta de red
  
- Dispositivos adicionales
  - Wago 750-842
  - FieldPoint 1601.
  - Twido 20DTK
  
- Limitaciones de SW
  - Sistema Operativo: Windows XP
  - Lookout 4.5
  - Wago I/O Pro 32
  - TwidoSuite
  - Measurement & Automation

- **Limitaciones generales**

Tanto en hardware como en software las limitaciones serían la adquisición de todos los productos software y hardware para el perfecto funcionamiento del sistema.

- **Responsabilidades**

El grupo de desarrolladores se responsabiliza que su producto realice todas las operaciones para las que fue hecho. La integridad de los datos dependerá de las capacidades del equipo hardware.

#### **4.3.2 Requisitos Específicos**

##### **4.3.2.1 Requisitos del usuario**

- El usuario desea un sistema fácil de usar.
- La interfaz gráfica deberá ser amigable, para facilitar la comprensión del funcionamiento del sistema y evitar confusiones.
- Dentro de las características que el cliente desea implementar en el software tenemos:
- El sistema deberá iniciarse automáticamente cuando se ejecute la aplicación
- El sistema constará de tres módulos: el módulo de monitoreo de la distribución MPS® 200 ,banda transportadora y modulo de montaje

#### **4.3.2.2 Requerimientos de Interfaces Externas**

##### **a) Interfaces de Usuario**

- El software tendrá como ambiente de operación el SO Windows XP.
- El usuario se familiarizará rápidamente con la interfaz gráfica del sistema.
- Se podrá contar con herramientas tales como: botones, operaciones de acceso desde el teclado, que facilitarán el manejo del sistema.

##### **b) Interfaces de HW**

- Monitoreo de los procesos industriales a través del monitor

##### **c) Interfaces de SW**

- Sistemas Operativo: Microsoft Windows XP
- Empresa: Microsoft

Windows XP Professional integra los puntos fuertes de Windows 2000 profesional (como la seguridad basada en estándares, la capacidad de administración y la fiabilidad) con las mejores características comerciales de Windows 98 y Windows Me (por ejemplo, Plug and Play, una interfaz de usuario más sencilla y novedosos servicios de soporte) para crear el mejor sistema operativo para las empresas.

**Características principales:**

- **Arquitectura multitarea preferente.-** Su diseño permite que varias aplicaciones se ejecuten simultáneamente, al tiempo que garantiza una gran respuesta y estabilidad del sistema.
  
- **Fácil de Usar.-** Aunque mantiene el núcleo de Windows 2000, Windows XP Professional tiene un nuevo diseño visual. Las tareas comunes se han consolidado y simplificado, y se han agregado nuevas señales visuales para ayudar a los usuarios a explorar sus equipos más fácilmente.

**d. Interfaz de comunicación**

Debido a que la aplicación es CLIENTE/SERVIDOR y los datos a monitorear se encuentran localizados remotamente, el computador debe conectarse a la red y debe contar con una tarjeta de red y la configuración para comunicación dentro de la misma subred.

**4.3.3 Requisitos funcionales.**

**4.3.3.1 Áreas funcionales**

La automatización de cualquier proceso industrial actualmente es indispensable, es por esta razón que el manejo adecuado de los datos del proceso de monitoreo la misma que permitirá tener una mayor accesibilidad al proceso

#### **4.3.3.2 Requerimientos funcionales generales**

Dentro de las funciones generales a realizarse dentro de SystemMonit 1.0 - SISTEMA DE MONITOREO tenemos:

- Monitoreo de la estación de distribución.
- Monitoreo de la banda transportadora.
- Monitoreo de la estación de montaje

#### **Requerimientos por funciones**

##### **Clasificación por usuarios**

- **Usuario Administrador.**-Encargado del Laboratorio de Automatización Industrial.

##### **Generalidad de rasgos:**

- Usuarios primarios del sistema y de más alto nivel.
- Encargado del monitoreo y control de los datos del proceso industrial.

##### **Estímulos y secuencias de respuestas:**

- Controla las salidas de datos.
- Monitorea entradas y salidas de datos.

### **Estímulos y secuencias de respuestas**

- Monitorea entradas y salidas de datos.
- El sistema permitirá al usuario monitorear el proceso industrial, y al usuario administrador llevar un control completo del sistema.

### **Requerimientos funcionales específicos**

En este proceso es el usuario quien interactúa directamente con el sistema y realiza las siguientes funciones:

- **Monitoreo de los diferentes procesos industriales.**  
Controla el monitoreo de todos los procesos industriales que realiza cada PLC.

### **4.3.4 Requerimientos de la ejecución**

#### **4.3.4.1 De las especificaciones básicas**

No cuenta con requerimientos de usuario para su ejecución.

#### **4.3.4.2 De los usuarios del sistema**

El personal a utilizar el sistema deberá estar capacitado para la administración del software.

#### **4.3.4.3 De la infraestructura.**

El equipo inmueble deberá ser adecuado para el HW, y estar localizado en un área segura y accesible.

#### **4.3.5 Atributos del sistema de Software**

##### **4.3.5.1 Confiable**

Deberá ofrecer el mayor grado de confiabilidad, proporcionando información segura, válida y disponible cada vez que sea requerida. Las limitaciones serán inherentes a la programación y estructura propia del lenguaje de programación a utilizarse y las del sistema operativo, en el cual funcionará.

##### **4.3.5.2 Portable.**

Este sistema será realizado a la medida de nuestro cliente, y podrá ser utilizado por cualquier otro cliente que se encuentre dentro de la misma subred.

##### **4.3.5.3 Amigable**

El sistema deberá proporcionar una interfaz gráfica amigable, fácil de utilizar e intuitiva.

#### **4.4 Fase de Análisis**

En ésta fase se realizaran los casos de uso con el fin de obtener una buena visión del problema. Los casos de uso son historias o casos de utilización del sistema propuesto.

##### **4.4.1 Casos de Uso Esenciales en formato expandido**

###### **Administrador**

###### **Caso de Uso # 1**

**Nombre:** Monitoreo de la estación de distribución

**Actores:** Administrador

**Propósito:** Realizar el monitoreo y control de la Estación de distribución.

**Visión General:** El administrador ingresa al menú principal y selecciona la opción PLC's Twido, el sistema le presenta una interfaz de monitoreo del proceso de la estación de distribución.

**Tipo:** Primario y esencial.



## Curso Típico de Eventos

**Tabla IV-17: Curso Típico de Eventos** de la Estación de distribución

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. Ingresar al sistema	2. Presiona opción del menú principal
3. Selección PLC's twido	4. Presenta un panel de monitoreo y control del proceso de distribución
	5. Muestra el monitoreo de los procesos realizados por le PLC's twido
6. Presiona opción menú para regresar a las opciones del panel principal	

### Administrador

#### Caso de Uso # 2

**Nombre:** Monitoreo y control de la Banda Transportadora

**Actores:** Administrador

**Propósito:** Realizar el monitoreo y control de la Banda transportadora.

**Visión General:** El administrador ingresa al menú principal y selecciona la opción PLC's FieldPoint, el sistema le presenta una interfaz de monitoreo y control del proceso de la banda transportadora.

**Tipo:** Primario y esencial.

## Curso típico d eventos

**Tabla IV-18: Curso Típico de Eventos de la Banda transportadora**

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. Ingresar al sistema	2. Presionar opción del menú principal
3. Selección PLC's FieldPoint	4. Presenta un panel de monitoreo y control del proceso de banda transportadora
	5. Muestra el monitoreo de los procesos realizados por el PLC's FieldPoint
6. Presionar opción menú para regresar a las opciones del panel principal	

### Administrador

#### Caso de Uso # 3

**Nombre:** Monitoreo de la estación de montaje

**Actores:** Administrador

**Propósito:** Realizar el monitoreo de la estación de montaje.

**Visión General:** El administrador ingresa al menú principal y selecciona la opción PLC's Wago, el sistema le presenta una interfaz de monitoreo del proceso realizado por el PLC Wago.

**Tipo:** Primario y esencial.

### Curso típico d eventos

**Tabla IV-19: Curso Típico de Eventos** de la estación de montaje

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. Ingresar al sistema	2. Presiona opción del menú principal
3. Selección PLC's Wago	4. Presenta un panel de monitoreo y control del proceso realizado por le el PLC Wago
	5. Muestra el monitoreo de los procesos realizados por le PLC's Wago
6. Presiona opción menú para regresar a las opciones del panel principal	

#### 4.4.2 Diagramas de caso de uso

**Administrador.**

**Caso de uso N° 1: Ingreso al Sistema SystemMonit**

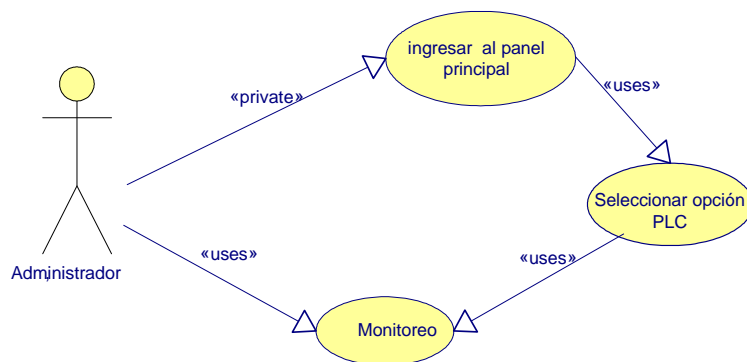


Figura N° IV.49. Caso de uso: Ingreso al Sistema SystemMonit

### 4.4.3 Modelo Conceptual

El paso esencial de un análisis es descomponer el problema en conceptos u objetos individuales. El modelo conceptual representa un grupo de diagramas de estructura estática donde no se define ninguna operación.

#### 4.4.3.1 Identificación de conceptos

En nuestro problema hemos identificado los siguientes conceptos:

**Tabla IV-20: Identificación de conceptos**

Clase	Concepto
estación de distribución	separa piezas, almacenar y aportar piezas semi-elaboradas al proceso de producción
Banda transportadora	transporta piezas para su respectiva selección
estación de montaje	Ingresa piezas
Motor	Mueve la banda transportadora
Actuador	Mueve el brazo basculante
Sensores	Detecta las piezas

#### 4.4.3.2 Identificación de Relaciones

Tabla IV-21: Identificación de Relaciones.

Clase	Relación
Banda trasportadora	PLC FieldPoint
Actuadores	Estación de distribución
Sensores	Estación de montaje

#### 4.4.3.3 Refinamiento de clases y relaciones

Debido a que el sistema que estamos desarrollando no cuenta con una gran cantidad de clases y relaciones, se realizaron simplificaciones.

#### 4.4.3.4 Representación gráfica del Modelo Conceptual

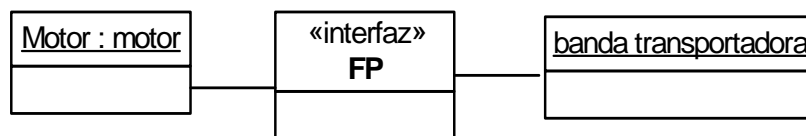


Figura N° IV.50: Modelo Conceptual

#### 4.4.4 Diagramas de secuencia

##### Administrador

##### Monitoreo de la estación de distribución

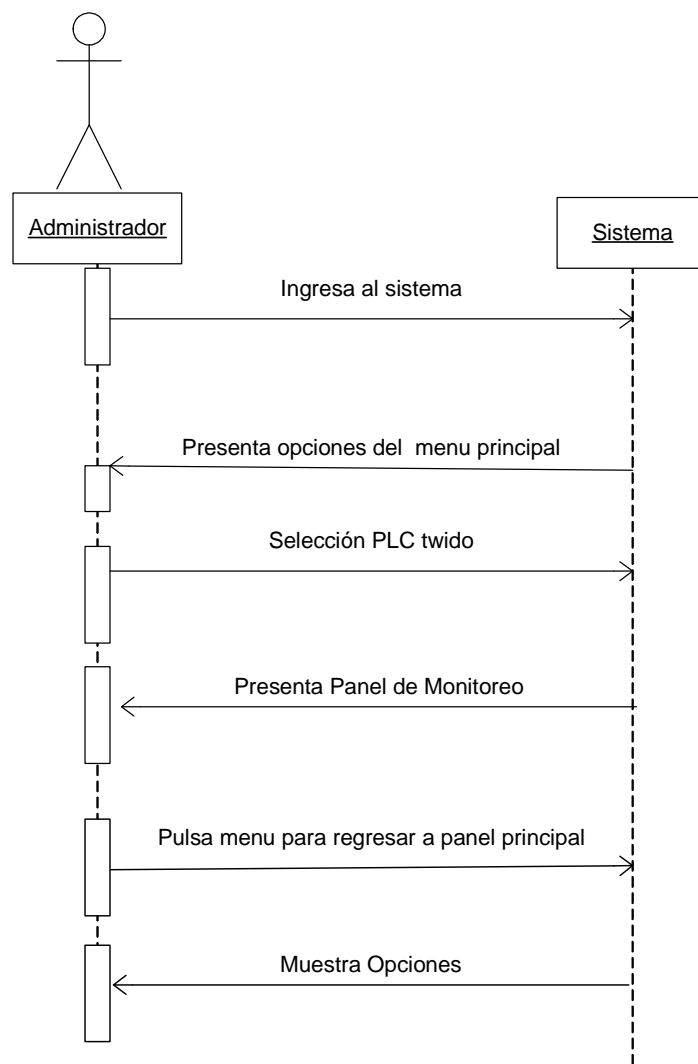


Figura N° IV.51: Diagrama de Secuencia Estación de distribución

## Monitoreo de la Banda Transportadora

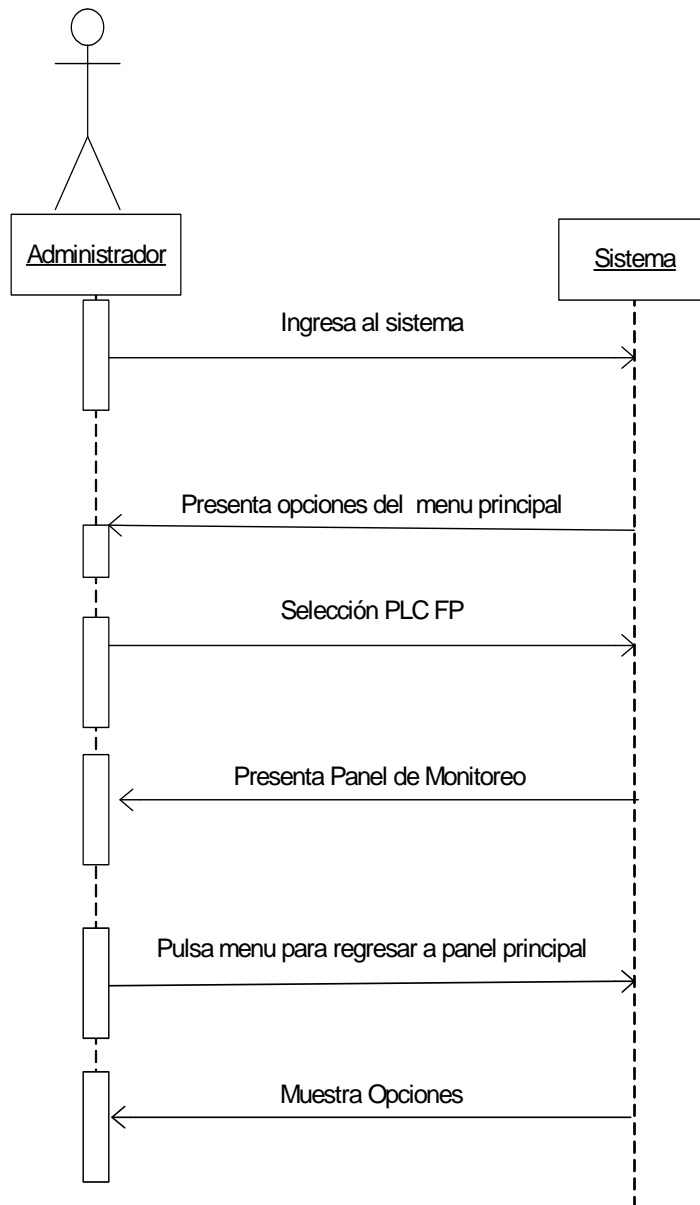


Figura N° IV.52: Diagrama de Secuencia Banda Transportadora

### Monitoreo del PLC Twido

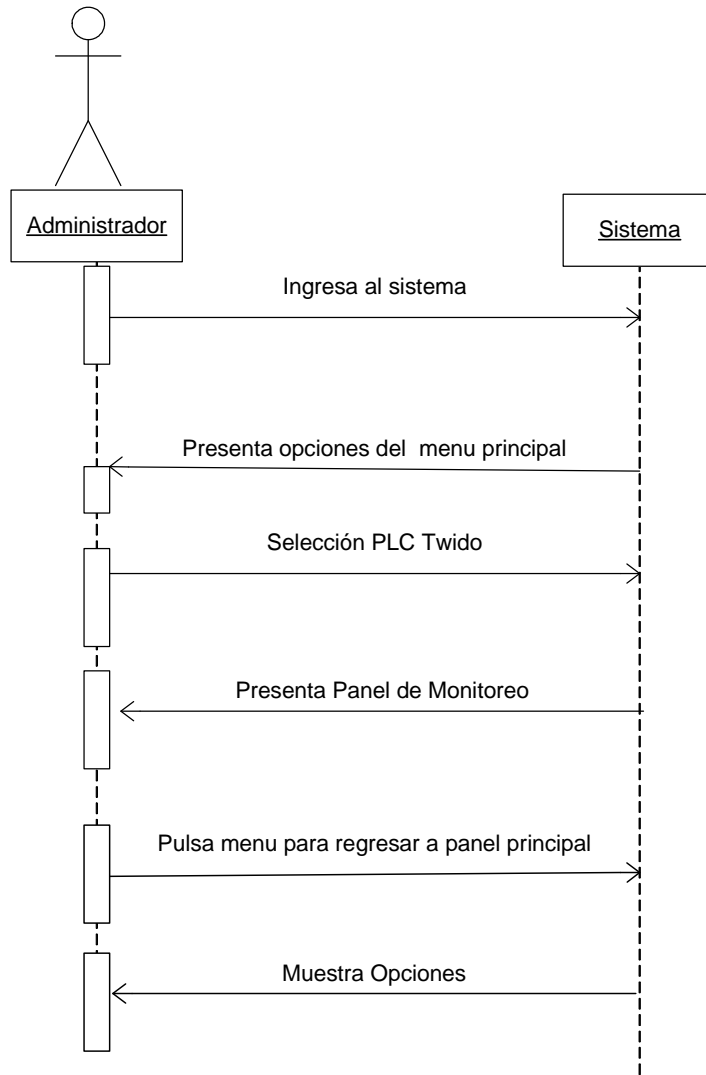


Figura N° IV.53: Diagrama de Secuencia PLC Twido



#### 4.4.5 Contratos de Operación

### ADMINISTRADOR

#### Monitoreo de la Estación de distribución

**Tabla IV-22:** Contrato de Operación: Monitoreo de la Estación de distribución

Nombre	Monitoreo
Responsabilidades	Realizar el monitoreo de la estación de distribución
Referencias Cruzadas	Ninguna
Casos de Uso	Monitoreo de la estación de distribución
Notas	Ninguna
Excepciones	Ninguna
Salida	Producto
Pre-condiciones	Tener iniciado el proceso.
Post-condiciones	Ninguna

## Monitoreo de la Banda Transportadora

**Tabla IV-23** Contrato de Operación: Monitoreo de PLC FieldPoint

Nombre	Monitoreo
Responsabilidades	Realizar el monitoreo de la Banda transportadora
Referencias Cruzadas	Ninguna
Casos de Uso	Monitoreo de la Banda Transportadora
Notas	Ninguna
Excepciones	Ninguna
Salida	Producto
Pre-condiciones	Tener iniciado el proceso.
Post-condiciones	Ninguna

## Monitoreo del PLC Twido

**Tabla IV-24:** Contrato de Operación: Monitoreo de PLC Twido

Nombre	Monitoreo
Responsabilidades	Realizar el monitoreo del PLC Twido
Referencias Cruzadas	Ninguna
Casos de Uso	Monitoreo del PLC Twido
Notas	Ninguna
Excepciones	Ninguna
Salida	Producto
Pre-condiciones	Tener iniciado el proceso.
Post-condiciones	Ninguna

#### 4.4.6 Diagramas de Estado

Los diagramas de estado representan los estados por los que pasa un caso de uso o una clase, debido a la presencia de eventos que provocan un cambio de estado.

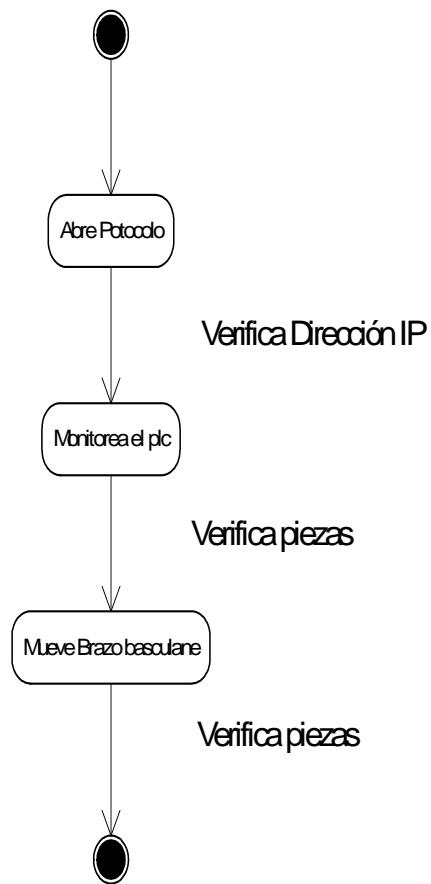


Figura N° IV.54: Diagrama de Estado del caso Monitoreo de la estación de distribución

#### 4.4.7 Diagrama de calle

Un diagrama de calle coordina todas las actividades que se realizan dentro del sistema.

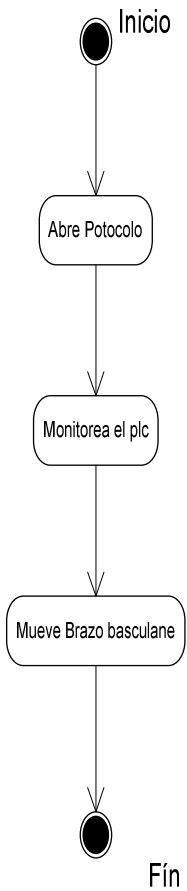


Figura N° VI.55: Diagrama de Calle

#### 4.5 Fase de Diseño

En esta Fase se pretende crear una solución a nivel lógico, basándose en el conocimiento reunido en la fase de análisis.

#### 4.5.1 Interfaz de usuario

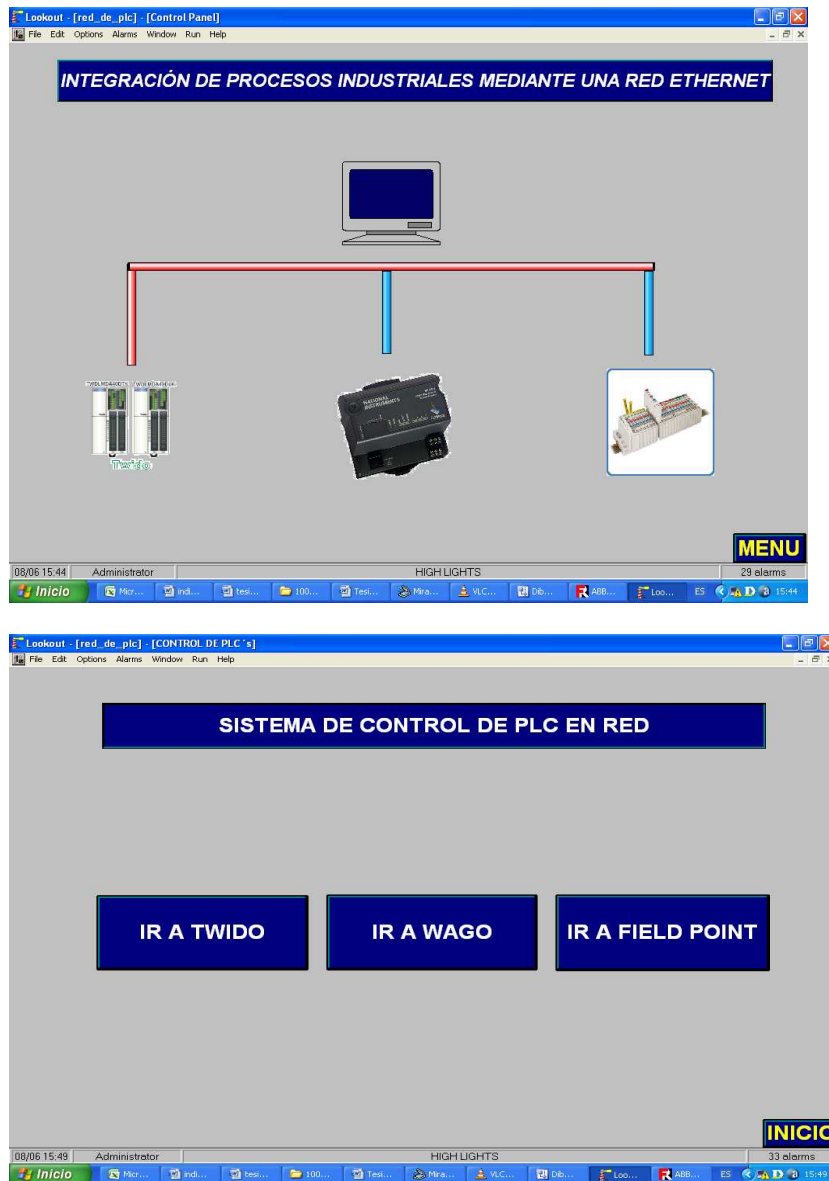


Figura N° IV.57: Interfaz de usuario Menú Principal

##### 4.5.1.1 Características del Sistema.

El sistema para la monitorear los procesos realizados en las industrias está compuesto de una estación de distribución, una banda transportadora y una estación de montaje.

El proceso que se ejecuta en los paneles respectivos para cada PLC, es controlado por un FP-1601 un PLC Wago I/O 750-842 y Twido 20DTK a través de un sistema Cliente/Servidor para el control de procesos industriales de forma distribuida en una red Ethernet. En detalle el hardware utilizado es el siguiente:

- PLC's
- FP-1601FP-RLY-420.
- Wago I/O 750-842, módulos de salida.
- Twido 20DTK

El software utilizado para monitorear y controlar el proceso industrial estará implementado en la herramienta de desarrollo Lookout 4.5 su descripción funcional es la siguiente:

- El sistema SystemMonit utiliza la arquitectura Cliente/Servidor para el control de procesos industriales.
- El servidor se encarga de gestionar el acceso a datos del proceso industrial. Entendiéndose con esto al control de las salidas del proceso como es motores.



Figura N° VI.58: Opciones para PLC



Figura VI.59: Monitoreo De la estación de Distribución



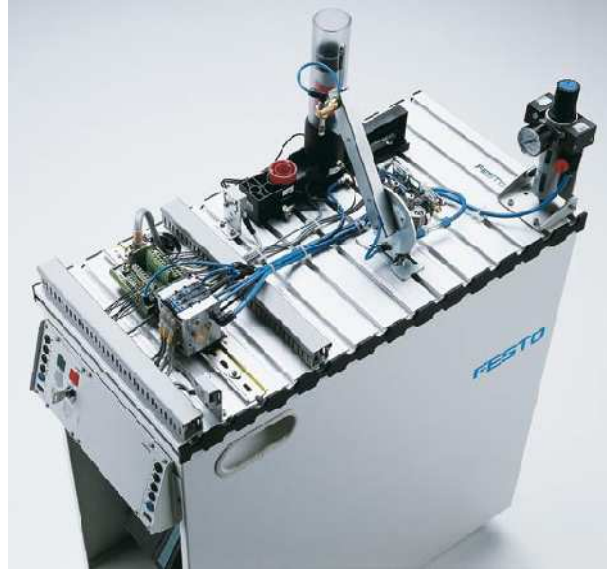


Figura N° VI.60: Estación de Distribución

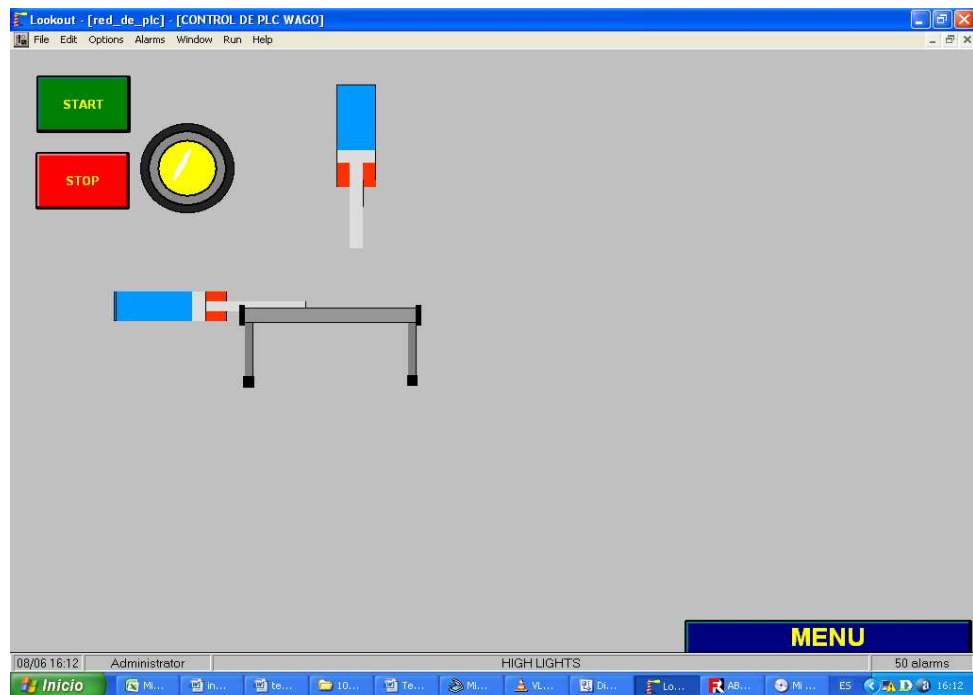


Figura N° VI.61: Monitoreo con PLC Wago

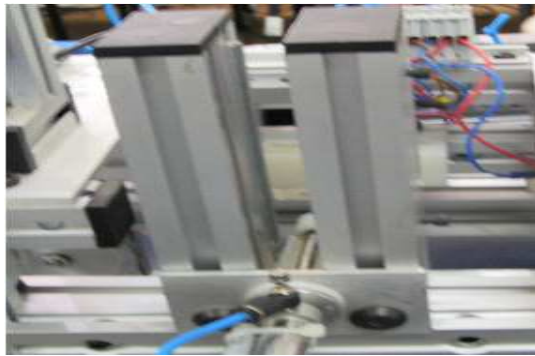


Figura N° VI.62: Estación de Montaje

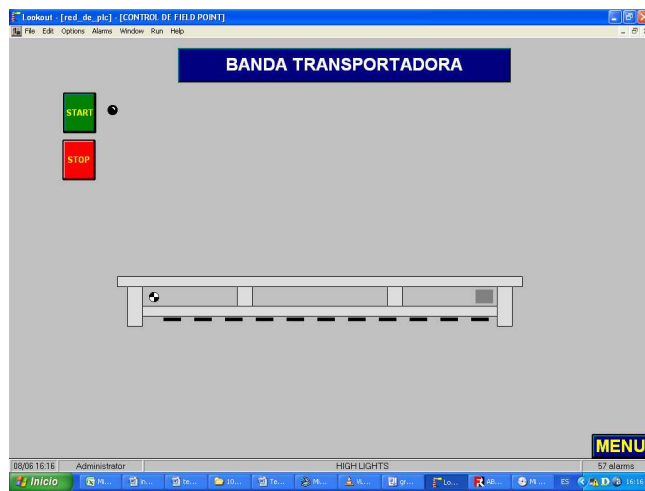


Figura N° VI.63: Banda Transportadora

## 4.6 Fase de Implementación

La codificación del sistema Cliente/Servidor usando OPC y Modbus para solucionar el problema de monitoreo del proceso de mezclado de ingredientes, se realizó en la herramienta de desarrollo lookout se observa en las **FiguraVI.64**.



Figura N° VI.64: Implementación

Para llevar a cabo la ejecución del sistema primero debe estar en ejecución la aplicación del cliente de los PLC's y el servidor OPC correspondiente e inmediatamente después debe ejecutarse la aplicación del cliente.

### 4.6.1 Depuración

La depuración es un proceso en el que se buscan y resuelven los errores del código. Lookout es una herramienta de desarrollo Orientada a Objetos que posee los instrumentos necesarios para depurar los errores causados por sintaxis y uso incorrecto de los objetos, existen tres tipos de errores que se pueden identificar, cuando se realiza la codificación de una aplicación:

**Errores de compilación.-** se encuentra en la construcción del código. Puede tratarse de una falta de correspondencia en una estructura de control, o de un error de programación que atente contra las reglas de programación de Lookout, como un objeto conectado incorrectamente, u objetos que se encuentran vinculados con tipos de datos diferentes.

**Error en tiempo de ejecución.-** se produce después que la aplicación empiece a ejecutarse. Entre ellos se encuentran el intentar una operación incorrecta, como querer acceder a datos del proceso.

**Errores lógicos.-** se produce cuando la aplicación no se comporta como se pretende, y genera unos resultados incorrectos.

#### **4.6.2 Tratamiento de errores**

El tratamiento de errores es de vital importancia en la integridad de un sistema informático, con el objetivo de mantener la interactividad del sistema e indicarle al usuario donde se encuentran los errores.

Lookout también actualiza automáticamente un archivo correspondiente del código fuente cuando se invoca el comando File>Save. Lookout*Direct* puede compilar este archivo para crear un archivo **.l4p**, para incluir definiciones del objeto, nombres, la configuración de las entradas y salidas, comunicaciones, lógica de control, la disposición del panel de control y otros parámetros de objetos.

Los archivos del código fuente tienen una extensión del nombre de archivo .lks (fuente de Lookout*Direct*). Éstos son los archivos de texto estándares ASCII que se puede imprimir o ver con cualquier procesador de textos o editor de textos. Se puede utilizar esta información para el propósito de eliminar errores y de documentación.

## CONCLUSIONES

1. Utilizando los protocolos de comunicación Modbus y OPC para la integración de procesos industriales se logró la comunicación de tres dispositivos industriales de distintos fabricantes: WAGO I/O System 750-842, FieldPoint 1601, Twido 20DTK.
2. Para realizar la integración de estos tres dispositivos se realizó la configuración de los protocolos de comunicación modbus y OPC, los cuales proporcionan una flexibilidad para el envío y recepción de datos en una red Ethernet.
3. Para La comunicación del PLC FieldPoint de utilizo el protocolo de comunicación OPC.
4. El protocolo de comunicaciones modbus se encarga de la transmisión y recepción de datos de los controladores PLC's Modbus posee dos modos básicos de transmisión de datos serial: Modo ASCII, Modo RTU, y Modbus-TCP donde la comunicación está basada en Ethernet-TCP/IP. Para realizar la conexión del dispositivo Wago I/O System 750-842 se escogió el protocolo Modbus TCP, debido a que se requiere conectar el dispositivo Wago I/O System 750-842 a una red Ethernet.
5. Para el correcto funcionamiento del PLC Twido 20 DTK se deben instalar los Firmware correspondiente y se debe comprobar que todos los PLC estén comunicándose pal lo cual simplemente hacemos un ping con su dirección respectiva a cada PLC

## RECOMENDACIONES

1. Si existe algún problema en la configuración de los dispositivos: Wago I/O System 750-842 FieldPoint 1601 y Twido 20DTK se recomienda revisar cuidadosamente la configuración de los dispositivos, principalmente tener en cuenta que dirección IP fue asignada por el servidor DHCP a los PLC's para su respectiva configuración.
2. Si sigue existiendo algún problema de conectividad con los dispositivos: Wago I/O System 750-842 FieldPoint 1601y twido 20DTK, debe proceder a resetear el dispositivo correspondiente y realizar nuevamente su configuración con las direcciones IP's correspondientes.
3. Para que exista comunicación entre el PLC Wago I/O System 750-842 y la aplicación industrial, se debe conocer exactamente cuál es la dirección modbus equivalente de la variable asignada en el dispositivo PLC Wago.
4. Para que el dispositivo PLC Wago I/O System 750-842 monitoree y controle correctamente los datos del proceso industrial, se debe descargar y ejecutar el programa realizado en el software Wago I/O Pro 32.
5. Para que el dispositivo PLC Twido 20DTK monitoree y controle correctamente los datos del proceso industrial, se debe descargar y ejecutar el programa realizado en el software TwidoSuite.

## RESUMEN

El objetivo de esta tesis fue integrar PLCS de diferentes fabricantes, mediante una red ethernet existentes en el laboratorio del Centro de Capacitación y Transferencia Tecnológica (CECATEC) de la ciudad de Ambato, con la finalidad de mejorar su comunicación con miras a ser aplicados en los procesos industriales (Mecatrónica)

La investigación de la tesis se basó en el método científico general, se utilizó los PLC`s WAGO I/O System 750-842, FieldPoint 1601 y Twido 20 DTK, primeramente se detectó qué direcciones IP fueron asignadas por el servidor DHCP a los PLC`s mediante técnica de escaneo de puertos con software IPSCAN. Los protocolo Modbus y OPC facilitaron la comunicación de los PLC, Wago I/O System 750-842, FieldPoint y Twido 20DTK.

Se simuló los procesos de ensamblado, transporte de piezas de plástico y una estación de distribución, lográndose optimizar la comunicación entre los PLCS en un 95 %,el monitoreo y control de los procesos simulados en una red ethernet tiene una eficiencia del 95 %, cada PLC`s tiene una dirección IP dinámica por cual el funcionamiento es similar a un computador que se encuentre en la red ethernet., Wago I/O System 750-842 y Twido 20DTK funciona con el protocolo modbus y FieldPoint funciona con el protocolo OPC.

Con la utilización de la tecnología Modbus y OPC Se logró la integración de los PLC`s, con los que se podrá capacitar y asesorar a estudiantes y profesionales en el área de Mecatrónica. Recomendándose instalar controladores adecuados en los PLC`s para su correcto funcionamiento.



## **SUMMARY**

The objective of this thesis was to integrate PLCs from different manufacturers, using an ethernet network in the laboratory of the Center for Training and Technology Transfer (CECATEC) from the city of Ambato, in order to improve their communication in order to be applied in the industrial processes (Mechatronics).

The investigation of the thesis was based on the scientific method is generally used by PLC `s WAGO I / O System 750-842, and FieldPoint 1601 DTK Twido 20, was first detected what IP addresses were assigned by the DHCP server to the PLC's through port scan technique with IPSCAN software. The OPC and Modbus protocol facilitated communication of the PLC, Wago I / O System 750-842, FieldPoint and Twido 20DTK.

Was simulated assembly processes, transport of plastic and a distribution to optimize the communication between the PLCs at 95%, monitoring and control processes in a simulated Ethernet network has an efficiency of 95% each PLC's have a dynamic IP address by which the operation is similar to a computer that is on the ethernet network., Wago I / O System 750-842 and operates with the Twido 20DTK modbus protocol and works with the FieldPoint OPC protocol.

Using Modbus and OPC technology was achieved integration of PLC's, which will train and advise students and professionals in the field of Mechatronics. We recommend that you install the appropriate drivers in PLC's for operation.

## GLOSARIO

### B

**Bit Bus:** Red desarrollada por INTEL.

**Broadcast:** Comunicación difundida para todos los nodos de una red.

**Bus De Campo:** Es un sistema de transmisión de información (datos) que simplifica enormemente la instalación y operación de máquinas y equipamientos industriales utilizados en procesos de producción.

### C

**CAN:** Diseñado originalmente para su aplicación en vehículos

### D

**DeviceNet:** Desarrollado por Allen-Bradley, utiliza como base el bus CAN, e incorpora una capa de aplicación orientada a objetos.

### E

**Esclavo:** Elemento de una red que es supervisado por un maestro.

### F

**Full dúplex:** Sistema de comunicación en dos sentidos.

### H

**Half-duplex:** Sistema de comunicación en dos sentidos pero uno a la vez.

**Hexadecimal:** Sistema de numeración cuya base es 16.

### I

**IP:** Protocolo de entrega de paquetes que trabaja en nivel 3 y cuyas características son no confiable y no orientado a la conexión, pero con el mejor esfuerzo que busca interconectar redes heterogéneas para tener una red homogénea.

**InterBus-S:** Bus de campo alemán de uso común en aplicaciones medias.

## **M**

### ***MODBUS***

El protocolo de comunicaciones modbus apareció en 1979 y fue desarrollado por la Gould Modicon ahora AEG Schneider Automation, para transmitir y recibir datos de control entre los controladores PLC's y los sensores.

**Maestro:** Equipo de monitoreo que tiene que supervisar varios esclavos.

**Monitorizar:** Sistema automático que nos permite observar el estado actual de un proceso.

**Multicast:** Sistema de comunicación difundida para un grupo de terminales o nodos.

## **N**

**Nodos:** Equipo electrónico que forma parte de una red este puede ser un PLS, una computadora, etc.

## **O**

### ***OLE (Object Linking and Embedding)***

OLE es una tecnología clave desarrollada por Microsoft para sus sistemas [ operativos Windows. La terminología cambia tan rápido como la tecnología, y no todo el mundo se pone de acuerdo en la utilización de términos como P ActiveX y OLE. Podemos considerar que OLE es un subconjunto de la tecnología ActiveX, encargada de la vinculación e incrustación de objetos.

### ***OPC (OLE para el control de procesos)***

OPC es la forma abreviada de "OLE for Process Control" y significa tecnología OLE para el control de procesos. OPC es una interfaz estándar basada en los requerimientos

de la tecnología OLE/COM y DCOM de Microsoft, que facilita el intercambio de datos en forma estandarizada y simple entre aplicaciones de control y automatización, entre dispositivos y sistemas de campo y entre aplicaciones administrativas y de oficina.

## **P**

**Profibus DP:** Orientado a sensores/actuadores enlazados a procesadores (PLCS) o terminales.

**Profibus FMS:** Para comunicación entre células de proceso o equipos de automatización a evolución de Profibus hacia la utilización de protocolos TCP/IP para enlace al nivel de proceso hace que este perfil esté perdiendo importancia.

## **PLC**

Los **Controladores Lógicos Programables** o **PLC** (Programmable Logic Controller en sus siglas en inglés) son dispositivos electrónicos muy usados en automatización industrial, están diseñados para controlar en tiempo real procesos secuenciales en un medio industrial. Su manejo y programación puede ser realizada por personal electricista, electrónico o de instrumentación sin conocimientos de informática.

## **Q**

**Q1:** Terminal que nos indica la acción que va a realizar un proceso.

## **R**

**Remoto:** Que una máquina esta fuera del alcance local.

**Relé:** equipo electrónico que nos permite controlar un proceso industrial.

## **RMI**

Fue el primer Framework para crear sistemas distribuidos de Java. El sistema de Invocación Remota de Métodos RMI de Java permite, a un objeto que se está

ejecutando en una Máquina Virtual Java (VM), llamar a métodos de otro objeto que está en otra VM diferente. Esta tecnología está asociada al lenguaje de programación Java, es decir, que permite la comunicación entre objetos creados en este lenguaje.

## **S**

**SDS:** Bus para la integración de sensores y actuadores, basado en CAN.

**Semi-dúplex:** Comunicación en un solo sentido

## **SCADA**

SCADA proviene de las siglas de Supervisory Control And Data Acquisition (adquisición de datos y supervisión de control). Es una aplicación software de control de producción, que se comunica con los dispositivos de campo y controla el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador.

## **U**

**Unicast:** Comunicación a un único nodo.

## **Anexos**

## **Anexos 1**

### **Manual de los PLC`s**

## **BIBLIOGRAFIA**

### **Libros**

**PRESSMAN, R.** Software Engineering: a practitioner's approach, 3a. ed. s.l. McGraw Hill, s.f. pp. 120-140.

**SUMMERVILLE, I.** Ingeniería de Software. 6ta.ed. s.l. Addison-Wesley, s.f. p. 84.

**WAGO** Kontakttechnik, Wago I/O system: catálogo General 3ra. ed. Alemania, Wago 2008. V.3 p. 60

### **BIBLIOGRAFIA DE INTERNET.**

#### **LENGUAJE DE PROGRAMACION GRAFICA**

- <http://www.fafiles.com/index.php>  
(20090210)
- <http://www.ni.com/>  
(20090320)
- <http://www.ni.com/labview/esa/upgrade.htm>  
(20090420)
- <http://www.ni.com/swf/presentation/esa/aap/>  
(20090410)
- [http://www.desi.iteso.mx/elec/labs/software\\_infraelec.htm](http://www.desi.iteso.mx/elec/labs/software_infraelec.htm)



(20090517)

**PROTOCOLO MODBUS.**

- [http:// www.applicom-int.com](http://www.applicom-int.com)  
(20090421).
- <http://www.automatas.org>  
(20090422)
- <http://www.applicom-int.com>  
(20090421)
- <http://www.cea-ifac.es>  
(20090210)
- [http://www.modbus.org.](http://www.modbus.org)  
(20090214)

**LÓPEZ, R.** Sistemas abiertos, 2008.

<http://www.ilustrados.com/publicaciones/EpyppFypVZiDKhvKwk.php>

(20090510)

**OPC FOUNDATION,** About OPC - What is OPC? 2009.

[http://www.opcfoundation.org/Default.aspx/01\\_about/01jwhatis.asp](http://www.opcfoundation.org/Default.aspx/01_about/01jwhatis.asp)

(20090515)

**SERVIGER,** Proceso Distribuido, 2004. [http://www.serviger.8m.com/PROCESO DISTRIBUIDO.htm](http://www.serviger.8m.com/PROCESO_DISTRIBUIDO.htm) 2005/08/02

(20090522)

**WIKIPEDIA**, Modbus, 2008.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Modbus>

(20090523)