



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN  
CONTROL Y REDES INDUSTRIALES**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO PARA  
CONTROLAR UN EQUIPO ASI BUS INTEGRADO A UNA RED  
DE COMUNICACIÓN POR RADIO, SOBRE ETHERNET”**

**TESIS DE GRADO**

**Previo a la obtención del título de  
INGENIERO EN ELECTRÓNICA CONTROL Y REDES**

**INDUSTRIALES**

**Presentado Por:**

**Carlos Alexander Rea Manobanda  
Julio Patricio Curichumbi Cuji**

**Riobamba – Ecuador**

**2013**

En el presente trabajo se ha plasmado los conocimientos adquiridos durante todo el tiempo que duro nuestra preparación académica, queremos agradecer a todos nuestros maestros que a lo largo de la carrera supieron inculcar en nosotros todo su conocimiento y valores, en especial a los Ingenieros: Marco Viteri y Paulina Vélez Director de tesis y Miembro de tesis de grado respectivamente, quienes han sabido guiarnos para lograr alcanzar los objetivos propuestos.

Queremos también agradecer a la ESPOCH, donde compartimos momentos únicos y recuerdos que estarán plasmados en nuestras mentes para siempre.

**CARLOS Y JULIO**

Dedico este trabajo a los seres que más amo en este mundo: a mis padres Alberto y Rosa, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su amor, trabajo, sacrificio y apoyo incondicional en todos estos años. Es un privilegio ser su hijo son los mejores padres y ejemplo de superación, a mis hermanos, William, Gloria, Edison, Nelly, Alex, Byron por haberme apoyado en todo momento y velar por mí durante este arduo camino para convertirme en un profesional, a mis sobrinas Emily y Alison, por ser la fuente de mi inspiración, motivación y felicidad.

*“La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa que esperar”*  
*Thomas Chalmers*

**CARLOS**

El presente trabajo se lo dedico principalmente a Dios por estar siempre junto a mí a lo largo de mi vida. A mis padres Rosa y Juan que fueron un apoyo fundamental para la culminación de este trabajo. A todos mis familiares que de una u otra manera me brindaron un aliento para que no decayera en el camino. A mis amigos, profesores y demás personas que colaboraron con ese granito de arena para que pudiese culminar esta etapa en mi vida.

**JULIO**

**NOMBRE**

**FIRMA**

**FECHA**

Ing. Iván Menes  
**DECANO DE LA FACULTAD DE  
INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

.....

Ing. Paúl Romero  
**DIRECTOR DE LA ESCUELA DE  
INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN  
CONTROL Y REDES INDUSTRIALES**

.....

Ing. Marco Viteri  
**DIRECTOR DE TESIS**

.....

Ing. Paulina Vélez  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

.....

Lcdo. Carlos Rodríguez  
**DIRECTOR DEL DPTO  
DOCUMENTACIÓN**

.....

**NOTA DE LA TESIS**

.....

# DECLARACIÓN

Nosotros, **CARLOS ALEXANDER REA MANOBANDA** y **JULIO PATRICIO CURICHUMBI CUJI**, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o proyecto de tesis; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Superior Politécnica Chimborazo, según lo establecido por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**CARLOS ALEXANDER REA M.**

---

**JULIO PATRICIO CURICHUMBI C.**

**AUTORES**

# ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>AS-i</b>	Interfaz Actuador Sensor, (Actuator Sensor Interface).
<b>CP</b>	Communication Processor
<b>DHCP</b>	Protocolo De Configuración Dinámica De Host
<b>E/S</b>	Entradas y Salidas
<b>FBs</b>	Bloques De Función
<b>FCs</b>	Funciones
<b>FUP</b>	Diagrama De Funciones
<b>GRAF CET</b>	Graphe Fonctionnel De Commande Etape Transition
<b>HMI</b>	Interfaz Hombre Máquina.
<b>NA</b>	Normalmente Abierto
<b>NC</b>	Normalmente Cerrado
<b>OPC</b>	OLE for Process Control
<b>PLC</b>	Controller Logic Programable
<b>RTU</b>	Unidades remotas de I/O
<b>TCP</b>	Transport Control Protocol
<b>VCD</b>	Voltajes De Corriente Directa
<b>%I</b>	Variables de Entrada del PLC
<b>%Q</b>	Variables de Salida del PLC

# ÍNDICE GENERAL

## Contenido

### CAPÍTULO I

#### **1 MARCO REFERENCIAL..... 19**

1.1	Antecedentes.....	19
1.2	Justificación .....	20
1.3	Objetivos.....	21
1.3.1	Objetivo general .....	21
1.3.2	Objetivos específicos.....	22
1.4	Hipótesis .....	22

### CAPÍTULO II

#### **2 MARCO TEÓRICO..... 23**

2.1	Sensores.....	23
2.1.1	Definición de sensores .....	23
2.1.2	Tipos de sensores .....	24
2.2	Sistema ASI BUS.....	25
2.2.1	Redes de comunicación industrial.....	25
2.2.2	Redes de comunicación industrial AS-I Bus.....	28
2.2.3	Conexión de dispositivos de E/S estándar a los esclavos AS-i ....	35
2.3	Neumática.....	36
2.3.1	Características de la neumática. ....	36
2.3.2	Elementos que intervienen en su sistema neumático.....	37
2.4	Sistema de comunicación por Radios.....	41
2.5	Fuerzas electromagnéticas.....	43
2.6	Espectro Electromagnético .....	44
2.7	Ancho de Banda .....	46
2.8	Frecuencias y canales .....	47
2.9	Polarización .....	52

2.9.1	Vertical (l).....	52
2.9.2	Horizontal (--)......	52
2.9.3	Circular.....	52
2.9.4	Elíptica.....	52
2.10	Estándar 802.11.....	54
2.10.1	Estándar 802.11a.....	56
2.10.2	Estándar 802.11b.....	56
2.10.3	Rango y flujo de datos.....	58
2.10.4	Estándar 802.11g.....	58
2.11	Diseño de las redes físicas inalámbricas.....	59
2.11.1	Punto a punto.....	59
2.11.2	Punto a multipunto.....	60
2.11.3	Multipunto a multipunto.....	61
2.12	Ventajas de las redes inalámbricas.....	63
2.13	Desventajas de la tecnología inalámbrica.....	64
2.14	Antenas.....	64
2.14.1	Tipo de antenas.....	64
2.14.2	Antenas direccionales (o directivas).....	65
2.14.3	Antenas omnidireccionales.....	66
2.14.4	Antenas Sectoriales.....	67
2.14.5	Antenas Yagui.....	68
2.14.6	Antenas de panel.....	69
2.14.7	Antena helicoidal.....	70
2.14.8	Antena de sector.....	70
2.14.9	Antenas parabólicas.....	71
2.14.10	Antenas dipolo.....	71
2.14.11	Antenas integradas.....	72
2.15	Red Ethernet.....	73
2.15.1	Punto a punto.....	73

2.15.2	Bus .....	74
2.15.3	Árbol .....	75
2.15.4	Anillo .....	76
2.15.5	Estrella .....	77
2.16	Controlador Lógico Programable (PLC).....	78
2.16.1	Definición .....	78
2.16.2	Estructura del PLC .....	79
2.16.3	Funciones de un PLC.....	85
2.16.4	Clasificación de los PLC.....	86
2.16.5	Ventajas .....	87
2.17	Programación del PLC.....	88
2.17.1	Definición de Programar.....	88
2.17.2	Lenguajes de programación.....	88
2.17.3	Programación por lista de instrucciones.....	89
2.17.4	Lenguaje Grafcet.....	89
2.17.5	Lenguaje Ladder (Escalera).....	96

### **CAPITULO III**

<b>3</b>	<b>COMPONENTES DEL MODULO PALETIZADOR .....</b>	<b>102</b>
3.1	Proceso de Paletizado .....	102
3.1.1	Definición de procesos paletizado .....	102
3.2	Transporté a la paletizadora .....	104
3.2.1	Banda transportadora.....	104
3.3	Sensores.....	106
3.3.1	Sensor Óptico IBEST .....	106
3.3.2	Sensor Magnético CSI-E .....	106
3.4	Electroválvulas.....	107
3.5	Sensor Capacitivo PNP IBJT .....	107
3.6	PLC.....	108

## **CAPITULO IV**

### **4 CONTROL Y PROGRAMACIÓN DEL MODULO DE COMUNICACIÓN VÍA RADIO ..... 110**

4.1	PLC Telemecanique .....	110
4.1.1	Análisis del estándar iec.....	110
4.1.2	Lenguaje de programación .....	117
4.1.3	Programación del PLC Telemecanique .....	118
4.1.4	Configuración del OPC Server .....	130
4.3.2	Programación gráfica .....	148
4.3.3	Uso de LabView .....	150
4.4	Diseño e implementación de la comunicación .....	157
4.4.1	Conexión de las antenas Halo.....	158
4.4.2	Configuración de las antenas halo .....	159
4.4.3	Conexión de la PC y el PLC mediante las antenas .....	173

## **CAPITULO V**

### **5 IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO DIDÁCTICO DE COMUNICACIÓN VÍA RADIO SOBRE ETHERNET PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE UNA PALETIZADORA ..... 174**

5.1	Descripción de los sistemas del modulo .....	174
5.1.1	Sistema Eléctrico.....	174
5.1.2	Sistema Neumático .....	177
5.1.3	Sistema de control y monitoreo .....	177
5.1.4	Sistema de comunicación.....	178
5.2	Descripción del proceso.....	179
5.3	Secuencia del proceso.....	180
5.4	Variables de entrada y salida.....	181
5.5	Secuencia Grafcet .....	183
5.5.1	Determinación de las ecuaciones.....	185

## **CAPITULO VI**

<b>6</b>	<b>PRUEBAS Y RESULTADOS .....</b>	<b>186</b>
6.1	Introducción .....	186
6.2	Prueba de sensores.....	187
6.3	Prueba de cilindros neumáticos .....	187
6.4	Prueba de antenas.....	188
6.5	Demostración de la Hipótesis. ....	195

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

SUMMARY

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1: Niveles de redes de comunicación	26
Figura II.2: Velocidades de cada nivel	27
Figura II.3: Asociación AS-Interface	29
Figura II.4: Fuente de alimentación AS-I	32
Figura II.6: Maestro AS-I	33
Figura II.7: Esclavo para bus AS-I	33
Figura II.8: Fuente de alimentación estándar	34
Figura II.9: Conector AS-I	35
Figura II.10: Unidad compresora	37
Figura II.11: Cilindro neumático	38
Figura II.12: Símbolo neumático del cilindro de simple efecto	39
Figura II.13: Símbolo neumático del cilindro de doble efecto	39
Figura II.14: Válvula neumática	40
Figura II.15: Espectro electromagnético	46
Figura II.16: Elipsoide fresnel	53
Figura II.17: Enlace punto a punto	60
Figura II.18: Enlace punto a multipunto	61
Figura II.19: Enlace multipunto a multipunto	61
Figura II.20: Antena omnidireccional	67
Figura II.21: Antena sectorial	68
Figura II.22: Antena yagui	69
Figura II.23: Antena de panel	69
Figura II.24: Antena helicoidal	70
Figura II.25: Antena de sector	70
Figura II.26: Antena parabólica	71
Figura II.27: Antena dipolo	72
Figura II.28: Antena integrada	72
Figura II.29: Topología de red punto a punto	73
Figura II.30: Topología de red bus	74
Figura II.31: Topología de red árbol	75
Figura II.32: Topología de red en anillo	76
Figura II.32: Topología de red estrella	77

Figura II.33: Representación gráfica del plc con sus E/S.	83
Figura II.34: Conexión de sensores a las entradas del PLC	84
Figura II.35: PLC Telemecanique	86
Figura II.36: Lenguajes de programación de texto booleano	89
Figura II.37: Representación gráfica de la etapa inicial	91
Figura II.38: Representación de etapas normales	91
Figura II.39: Representación de transiciones	92
Figura II.40: Secuencia básica	93
Figura II.41: Bifurcación en “O”	93
Figura II.42: Bifurcación en “Y”	94
Figura II.43: Diagrama simple de GRAFCET	95
Figura II.44: Ejemplo de programación en LADDER	98
Figura II.45: Representación de un temporizador	100
Figura III.1: Brazo de robot para paletizar	104
Figura III.2: Banda transportadora	105
Figura III.3: Sensor óptico IBEST	106
Figura III.4: Sensor magnético CSI-E	106
Figura III.5: Electroválvula AIRTAC	107
Figura III.6: Sensor capacitivo PNP IBJT	108
Figura III.7: PLC Telemecanique	108
Figura IV.1: División del estándar IEC en dos parte	111
Figura IV.2: Grafico funcional secuencias	114
Figura IV.3: Descripción de una instrucción en los diferentes lenguajes	115
Figura IV.4: Inicio del programa Twidosuite	119
Figura IV.5: Creando nuevo proyecto	120
Figura IV.6: Asignación de nombre del proyecto	120
Figura IV.7: Eliminación del dispositivo	121
Figura IV.8: Espacio de trabajo limpio	121
Figura IV.9: Elección del PLC adecuado	122
Figura IV.10: Colocación del PLC en el área de trabajo	122
Figura IV.11: Añadiendo módulo de ampliación	123
Figura IV.12: Elección de los esclavos ASI	123
Figura IV.13: Elección del catalogo	124

Figura IV.14: Elección del grupo de interfaces	124
Figura IV.15: Elección del modelo de esclavo ASI	125
Figura iv.16: Inserción del esclavo ASI a la ventana de trabajo	125
Figura IV.17: Esclavo asi añadido correctamente	126
Figura IV.18: Esclavo asi en el espacio de trabajo	126
Figura IV.19: Configuración Ethernet	127
Figura IV.20: Asignación de una dirección IP al PLC	127
Figura IV.21: Configuración de la comunicación Ethernet	128
Figura IV.22: Agregando una red Ethernet	128
Figura IV.23: Configurando la red Ethernet	129
Figura IV.24: Guardando la configuración	129
Figura IV.25: Verificación de la red	130
Figura IV.26: Configuración opc server, creación nuevo proyecto	131
Figura IV.27: Creación de un nuevo canal de comunicación	132
Figura IV.28: Asignación del nombre del canal de comunicación	132
Figura IV.29: Selección del tipo de enlace	133
Figura IV.30: Asignación de la dirección ip de la PC	133
Figura IV.31: Selección del tipo de escritura de los tags	134
Figura IV.32: Selección del número de puertos	134
Figura IV.34: Canal de comunicación creado	135
Figura IV.35: Canal de comunicación creado	136
Figura IV.36: Asignando nombre al PLC	136
Figura IV.37: Selección modelo de PLC	137
Figura IV.38: Asignación de una dirección IP al PLC	137
Figura IV.39: Definición de los tiempos de conexión y actualización de datos	138
Figura IV.40: Número de veces que intentara mantener conexión	138
Figura IV.41: Creación de base de datos de tasg	139
Figura IV.42: Número de puerto y protocolo de comunicación	139
Figura IV.43: Configuración del modo de funcionamiento del dispositivo	140
Figura IV.44: Configuración del modo de funcionamiento del dispositivo	141
Figura IV.45: Número máximo de datos	141
Figura IV.46: Ubicación de los archivos de importación	142
Figura IV.47: Desactiva tag para una dirección incorrecta	142

Figura IV.48: Resumen de los datos de configuración del PLC	143
Figura IV.49: Nuevo tag	143
Figura IV.50: Datos correspondientes de tag	144
Figura IV.51: Tipo de registro del PLC	145
Figura IV.52: Tipo de dato	146
Figura IV.53: Tipo de acceso al dato lectura o escritura	146
Figura IV.54: Tags creados	147
Figura IV.55: Panel frontal de un instrumento virtual	149
Figura IV.56: Diagrama de bloques de un instrumento virtual	150
Figura IV.57: Barra de menús de labview	153
Figura IV.58: Barra de herramientas modo de edición (Edit)	153
Figura IV.59: Barra de herramientas modo ejecución (Run)	153
Figura IV.60: Estructura FORLOOP	156
Figura IV.61: Estructura WHILELOOP	156
Figura IV.62: Estructura CASE	157
Figura 463: Diagrama de bloque del sistema paletizador	157
Figura IV.64: Conexión de la primera antena	158
Figura IV.65: Conexión de la segunda antena	159
Figura IV.66: Ventana de centro de redes y recursos compartidos	159
Figura IV.67: Estado de conexión de la red local	160
Figura IV.68: Protocolo de internet versión 4 (TCP/IPV4)	160
Figura IV.69: Propiedades de conexión del área local	161
Figura IV.70: Ventana de registro para configuración de antenas	161
Figura IV.71: Configuración de antenas	163
Figura IV.72: Configuración IP	165
Figura IV.73: Configuración de la red inalámbrica	165
Figura IV.74: Asignación del nombre al punto de acceso	166
Figura IV.75: Configuración de la seguridad del punto de acceso	167
Figura IV.76: Configuración del SSID	167
Figura IV.77: Información de la configuración de la antena	168
Figura IV.78: Configuración básica	169
Figura IV.79: Configuración del modo de funcionamiento de la antena	170
Figura IV.80: Configuración de la red inalámbrica	171

Figura IV.81: Seleccionando red	171
Figura IV.82: Configuración de la seguridad de la estación	172
Figura IV.83: Verificación de la conexión	172
Figura V.1: Conexión de fuente de alimentación AS-I	175
Figura V.2: Conector AS-I	176
Figura V.3: Conexión esclavo AS-I y conector AS-I	176
Figura V.4: Electroválvula AIRTAC	177
Figura V.5: Portada del HMI diseñado	178
Figura V.6: Conexión antena y PC	178
Figura V.7: Conexión antena y PLC	179
Figura V.8: Diagrama grafcet del proceso de la paletizadora	184
Figura VI.1: Estado de conexión entre antenas	188
Figura VI.2: Cuadro estadístico de la transmisión de datos	189
Figura VI.3: Intercambio de datos sin la ejecución del proceso	190
Figura VI.4: Intercambio de datos con la ejecución del proceso	191
Figura VI.7: Grafica distancia vs tiempo	193
Figura VI.8: Datos obtenidos con Radio Movable (ONLINE)	194
Figura VI.9: Zona fresnel entre los puntos de ubicación de las antenas	194
Figura VI.10: Sistema de control del módulo paletizador	195
Figura VI.11: Sistema de control del módulo Paletizador	196

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.I: Descripción de cables y su aplicación.....	35
Tabla II.II: Conversión de decibelios a vatios.....	50
Tabla II.III: Velocidades de transmisión .....	56
Tabla II.IV: Velocidades de transferencia de datos según sus rangos.....	57
Tabla II.V: Rango según la distancia hipotética .....	58
Tabla II.VI: Cobertura general de las antenas direccionales.....	63
Tabla II.VII: Bits del sistema.....	79
Tabla II.VIII: Símbolos básicos en la programación ladder .....	95
Tabla IV.I: Direcciones de memoria de un PLC .....	142
Tabla V.I: Asignación de las variables de entrada y salida en el PLC.....	179
Tabla V.II: Ecuaciones obtenidas del diagrama Grafcet .....	181
Tabla VI.I: Valores y resultados de la prueba de sensores .....	187
Tabla VI.II: Transmisión de datos sin proceso .....	189
Tabla VI.III: Transmisión de datos con proceso .....	189
Tabla VI.IV: Resultados obtenidos con la herramienta Ping .....	192

## INTRODUCCIÓN

Las comunicaciones fueron una de las primeras aplicaciones de la tecnología eléctrica, y en la actualidad los sistemas de comunicación siguen siendo la vanguardia de la electrónica, esto se debe a la gran importancia de la transmisión y la recepción de información, y en la época actual donde los computadores hacen parte de la cotidianidad, es necesario establecer medios de comunicación eficaces entre ellos.

Desde tiempo atrás las comunicaciones se han llevado a cabo mediante cable o por aire. En realidad ambas pueden participar en un mismo proceso comunicativo, en general el cable ha sido y sigue siendo el medio más utilizado para la transmisión y recepción de los datos, estando este medio presente en muchas de los procesos industriales como en el control o monitoreo de los mismos.

Uno de los inconvenientes que se presenta al utilizar la comunicación por cable es la distancia, como por ejemplo la presencia de carreteras, vías de tren, corrientes de agua, el hecho de tener que atravesar terrenos que no son de nuestra propiedad, o cualquier otra barrera que haga muy complicado el tendido de cables. Es así que el diseño e implementación de un módulo para controlar un equipo Asi bus integrado a una red de comunicación por radio, sobre Ethernet, servirá para equipar los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales de la ESPOCH, permitirá a los estudiantes realizar prácticas de control automático

aplicando los conocimientos teóricos e ir desarrollando sus habilidades en el área de automatización.

# CAPÍTULO I

---

## 1 MARCO REFERENCIAL

### 1.1 ANTECEDENTES

Desde el principio de la historia del ser humano la comunicación ha sido un reto para nuestros antepasados. Siendo así la forma más primitiva las señales de humo, posiblemente esta forma de comunicarse solo se la ve en las películas o en reseñas históricas. Otra forma de comunicación ya no tan primitiva y que aun en los días actuales podemos encontrar es la que se realiza por medio de los faros luminosos al tratar de enviar información desde tierra firme a personas que se encuentran mar adentro. Estos dos ejemplos son tan solo una muestra de otros tantos que podríamos describir.

Con la aparición de la tecnología eléctrica una de su principal aplicación fue la comunicación. Con el pasar del tiempo aparecieron invenciones de gran

trascendencia para la humanidad entre ellos unos de los más importantes para las comunicaciones fue el teléfono, esta invención fue una de las bases importantes para poder tener los diferentes sistemas con los que hoy contamos, pero con la llegada de las computadoras personales, fue cuando se empezaron a notar como las comunicaciones iniciaban un proceso de cambio total, tanto en su concepción como sus aplicaciones. Esto se debió a la utilización de la tecnología digital.

Todo esto nos hace ver una evolución continua y constante cuyos límites se desconocen. Tecnologías como bluetooth, wifi, GPRS, etc. Son algunos de los últimos sistemas de comunicaciones, que gracias a la evolución de los dispositivos industriales hoy en día aparecen implementados en las comunicaciones entre diferentes dispositivos industriales.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad al momento de diseñar un proceso industrial debemos tomar en cuenta muchos factores como son: la detección temprana de fallos, ahorrar recursos, fácil mantenimiento, fácil implementación, escalables, etc. Para lo cual al momento de implementar nuestro diseño podemos encontrar varios dispositivos en el mercado como: buses de campo, interruptores, pulsadores, fotocélulas, fines de carrera, relés, válvulas, equipos de control de todo tipo, etc.

Todos los dispositivos anteriormente mencionados presentan algo en común, utilizan como medio de transmisión el cable. Si bien es cierto el cable es el

medio de transmisión de datos más utilizado, confiable y el más común dentro de las industrias.

Pero este medio presenta una gran limitación a la hora de sortear distancias extensas ya que podemos encontrarnos con limitaciones físicas que imposibilite la utilización de este medio como: la presencia de carreteras, vías de tren, corrientes de agua, atravesar terrenos que no son de nuestra propiedad, etc.

Obligándonos así a cambiar de medio de transmisión, para lo cual podemos recurrir al medio de transmisión inalámbrico, dentro de este medio podemos encontrar tecnologías como: bluetooth, wifi, GPRS, Radio, etc. Siendo la comunicación por radio la opción más aceptable por su coste y ventajas que ofrece.

El módulo en combinación con otros proveerá a la Facultad de Informática y Electrónica de la ESPOCH un moderno laboratorio para prácticas de Ingeniería Electrónica, Control y Redes Industriales en búsqueda de la excelencia educativa y de formación que procura nuestra institución.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Objetivo general**

- ✓ Diseñar e implementar un módulo para controlar un equipo ASI-Bus integrado a una red de comunicación por radio, sobre Ethernet.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- ✓ Construir el módulo para la comunicación vía radio.
- ✓ Implementar la Red Ethernet.
- ✓ Configurar los módulos ASI Bus.
- ✓ Programar el control bajo un lenguaje estándar
- ✓ Diseñar y Construir una Interfaz de usuario para el control del proceso.
- ✓ Instalar el módulo construido en el laboratorio de redes industriales.

### **1.4 HIPÓTESIS**

La implementación del módulo para la comunicación vía radio sobre Ethernet permitirá controlar y monitorear el proceso de paletizado desde un lugar remoto.

## CAPÍTULO II

---

### **2 MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 SENSORES**

##### **2.1.1 Definición de sensores**

Los sensores (latín: sensus = sensación, percepción) son también denominados como sensores de valor a medir o receptores de valor a medir (transductores). Su función es medir magnitudes y convertirlas en diferentes magnitudes (en la mayoría de los casos eléctricas). Los sensores son por lo tanto los primeros miembros en la cadena de medición, los cuales, debido al creciente grado de automatización, se están volviendo cada vez más importantes.

## **2.1.2 Tipos de sensores**

### **2.1.2.1 Sensores de proximidad**

El sensor de proximidad es un transductor que detecta objetos o señales que se encuentran cerca del elemento sensor. Existen varios tipos de sensores de proximidad según el principio físico que utilizan.

#### ✓ **Inductivos**

Los sensores inductivos son una clase especial de sensores que sirven para detectar materiales metálicos ferrosos. Son de gran utilidad en la industria, tanto para aplicaciones de posicionamiento como para detectar la presencia o ausencia de objetos metálicos en un determinado contexto: detección de paso, de atasco, de codificación y de conteo. Este tipo de sensores solo detectan metal, el rango de censado puede ser afectado por el tipo del metal del tornillo.

#### ✓ **Sensor Capacitivo PNP IBJT**

Los sensores capacitivos reaccionan ante metales y no metales que al aproximarse a la superficie activa sobrepasan una determinada capacidad. La distancia de conexión respecto a un determinado material es tanto mayor cuanto más elevada sea su constante dieléctrica.

#### ✓ **Sensor óptico IBEST**

Los sensores ópticos basan su funcionamiento en la emisión de un haz de luz que es interrumpido o reflejado por el objeto a detectar. Tiene muchas aplicaciones en el ámbito industrial y son ampliamente utilizados.

#### ✓ **Sensor CSI-E**

Este sensor detecta la presencia magnética

## **2.2 Sistema ASI BUS**

### **2.2.1 Redes de comunicación industrial**

Uno de los grandes avances en estos últimos años en el ámbito de la automatización fue el diseño e implementación de las primeras redes de comunicación industrial propietarias. Pero estas redes de comunicación al ser propietarias no permitían la libre comunicación de distintos productos. Fue a partir de los noventa cuando todos los fabricantes apostaron por el diseño e implementación de buses de comunicación industriales estándares que garantizaran la intercomunicación entre todos los productos.

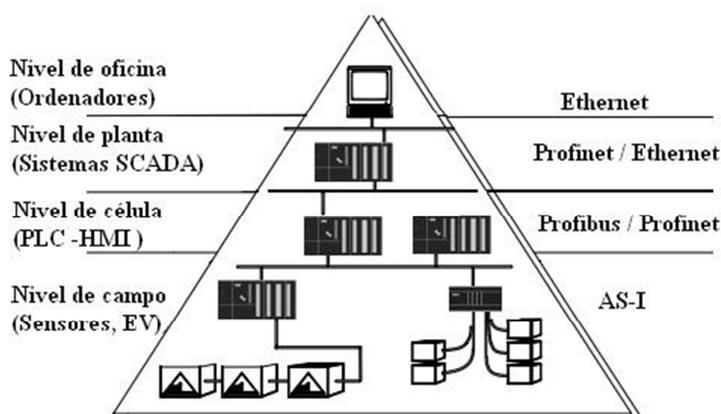
Cuanto más cerca nos encontramos del proceso, más exigente es el sistema de comunicación de datos, para lo cual se debe tomar en cuenta:

- ✓ Volumen de datos: Cantidad de datos que viajan por la red en cada envío.
- ✓ Velocidad de transmisión: Velocidad a la que viajan los datos por la red.
- ✓ Velocidad de respuesta: Velocidad que hay entre el momento de dar la orden y la respuesta del dispositivo.

Tomando en cuenta las exigencias funcionales de las industrias y los tres factores antes mencionados, se han creado diferentes niveles de redes de comunicación de datos. De allí nace lo que se conocen como pirámide de las comunicaciones. Esta pirámide, reconocida por todos los fabricantes para redes de datos, está formada por cuatro niveles, que son:

- ✓ Oficina: Formado básicamente por computadoras tanto a nivel de oficina como de ingeniería.

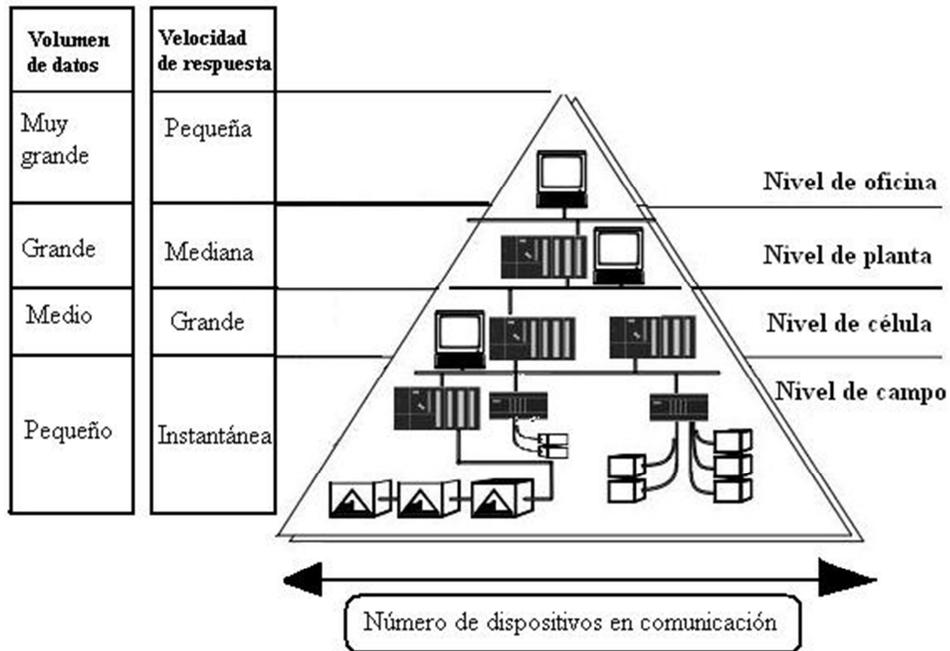
- ✓ Planta: Son computadoras con aplicaciones específicas para el control del proceso.
- ✓ Célula: Son todos los componentes inteligentes que intervienen directamente en el proceso.
- ✓ Campo: Son todos los dispositivos que provocan los movimientos en el proceso productivo.



**Fuente:** Comunicaciones Industriales<sup>1</sup>  
Figura II.1: Niveles de redes de comunicación

En la figura II.2 se presenta las principales características de cada uno de los niveles. Además, se completa con otra característica, que es: cuanto más nos acercamos al proceso, mayor número de dispositivos intervienen en la red de comunicación para ese nivel, es decir, que cada nivel más próximo al proceso engloba a los sensores y actuadores, mientras que al nivel más alejado del proceso, como es el nivel de oficina el número de equipos que intervienen en la red se reduce considerablemente.

<sup>1</sup> **Fuente:** GUERREO VICENTE Y OTROS., Comunicaciones Industriales., 1er. Ed., México D.F.-México., ALFAOMEGA., 2010., pág. 9.



Fuente: Comunicaciones Industriales<sup>2</sup>  
Figura II.2: Velocidades de cada nivel

### Características de un sistema de comunicaciones

Las principales características de un sistema de comunicaciones son:

- ✓ La reducción de costes de producción
- ✓ La mejora de la calidad
- ✓ La mejora de la productividad
- ✓ La reducción de almacenaje
- ✓ La mejora de la efectividad de sus sistemas
- ✓ La reducción de costes de mantenimiento

<sup>2</sup>Fuente: **GUERREO VICENTE Y OTROS.**, Comunicaciones Industriales., 1er. Ed., México D.F.-México., ALFAOMEGA., 2010., pág. 10.

## **2.2.2 Redes de comunicación industrial AS-I Bus**

### **2.2.2.1 Introducción**

El bus AS-Interfaz de actuador/sensor fue creado en el año de 1994 para la sustitución de la gran cantidad de señales provenientes de los sensores y dirigidos hacia los actuadores desde el controlador.

El AS-Interfaz es un sistema de enlace para el nivel más bajo de proceso en instalaciones de automatización.

Los mazos de cables utilizados hasta ahora en el nivel más bajo son reemplazados por un único cable eléctrico, el cable AS-I. Por medio del cable AS-I y del maestro AS-I se acoplan sensores y actuadores binarios de la categoría más simple a las unidades de control a través de módulos AS-I en el nivel de campo.

### **Estándar AS-I abierto para sistemas de interconexión a nivel de proceso**

Las especificaciones eléctricas y mecánicas para AS-I han sido creadas por la Asociación AS-Interface formada por 11 empresas del área de los sensores y actuadores binarios.

La función principal de esta asociación es la estandarización internacional de la red, el desarrollo tecnológico posterior y la certificación de los productos realizados por los diferentes fabricantes.

La red AS-Interface es un sistema con el que se puede conectar elementos de aparellaje sencillo (sensores, actuadores, y aparatos de servicio), dentro del nivel más bajo de automatización. Dentro de todas las técnicas de automatización, representa la solución más sencilla y económica.



**Fuente:** Comunicaciones Industriales<sup>3</sup>  
Figura II.3: Asociación AS-Interface

El bus AS-Interface es una red estándar de mercado, robusta y suficientemente flexible, que cumple con todos los requerimientos para un bus de comunicación industrial. Esta especialmente diseñada para el nivel más bajo del proceso de control.

Las principales ventajas son:

- ✓ El montaje tan sencillo garantiza un funcionamiento muy sensible.
- ✓ La transmisión de datos y energía por el mismo cable ahorra costes en las conexiones y el montaje.
- ✓ Alta seguridad de funcionamiento gracias a la continua supervisión de los esclavos conectados a la red.
- ✓ Puesta en marcha rápida y sencilla.
- ✓ Armarios de distribución más pequeños, ya que se necesita menos módulos de E/S y menos bornes.

<sup>3</sup>**Fuente:** GUERREO VICENTE Y OTROS., Comunicaciones Industriales., 1er. Ed., México D.F.-México., ALFAOMEGA., 2010., pág. 11.

- ✓ El grado de protección IP67 de los módulos de usuario ahorra la colocación de armarios en campo.
- ✓ No se necesita ningún software adicional. Se utiliza la programación tradicional.
- ✓ Tiempos de parada más pequeños en caso de fallo, gracias al intercambio de módulos sin necesidad de reconfiguración.

### **Comparativa entre versiones**

Básicamente se conoce dos versiones operativas de AS-Interface que son las versiones 2.0 y la 2.1. Existen algunas diferencias entre ellas, aunque son totalmente compatibles.

La principal diferencia es la ampliación de 31 a 62 esclavos que puede controlar un maestro AS-i.

En la versión 2.0 tan solo existe un esclavo con un numero de dirección univoca y cada esclavo puede contener como máximo 4 entradas + 4 salidas.

Por lo tanto un maestro AS-i de la versión 2.0 puede controlar una red formada como máximo por 31 esclavos (dirección 1 a 31) con un total de 124 señales de entrada + 124 señales de salida. A estos esclavos se les denomina esclavos "únicos".

Mientras que en la versión 2.1 pueden existir dos esclavos con la misma dirección, pero se diferencian porque existe uno que sería esclavo "A" y otro que sería esclavo "B", en la que cada uno de ellos puede contener como máximo 4 señales de entrada + 3 señales de salida.

Por tanto, en el caso de un maestro de la versión 2.1 podrá controlar una red formada como máximo por 62 esclavos (dirección 1A a 31A Y 1B a 31B) con un total de 248 señales de entrada +128 señales de salidas.

Ambas versiones son compatibles entre sí, es decir que esclavos con la versión 2.0 se pueden conectar a una red donde el maestro es de la versión 2.1 y al contrario esclavos de la versión 2.1, conectados a una red controlado por un maestro de la versión 2.0. En este último caso el maestro no entiende de esclavo "A" ni "B", por tanto se pierde esta ventaja.

En cualquier caso no puede haber en una misma red un esclavo único con la dirección "x" y otro esclavo A o B con la misma dirección "x".

#### **2.2.2.2 Equipos participantes en un bus AS-i**

Los equipos que pueden participar en un bus AS-i se engloban en diferentes grupos:

- ✓ Fuente de alimentación AS-i.
- ✓ Maestros.
- ✓ Esclavos.
- ✓ Fuente de alimentación estándar.
- ✓ Cables y conectores.

#### **2.2.2.3 Fuente de alimentación**

La fuente de alimentación AS-i es específica y superpone una tensión aproximada de 31 VDC a la tensión de los datos que circulan por el bus. Su función es suministrar energía a las estaciones conectadas al cable AS-i.

Puede ser de diferentes tipos, clasificada principalmente por la potencia de la misma, aunque también existen otras diferencias como el grado de protección IP que incorpora. A continuación se muestra una fuente de alimentación para el bus AS-i.



**Fuente:** Realizado por los Autores.  
Figura II.4: Fuente de Alimentación AS-i

#### **2.2.2.4 Maestro AS-i**

La CPU del autómata programable por sí sola no es capaz de controlar una red AS-i, ya que no dispone de la conexión correspondiente. Es, por tanto necesaria la conexión de una tarjeta de ampliación conectada en el propio bastidor del autómata programable que realice las funciones de maestro de la red AS-i. Esa tarjeta es conocida como CP (Communication Processor), aunque también podemos encontrar maestros AS-i en formato de pasarela o Gateway. A continuación en la Figura Figura II.5 se muestra un maestro para el bus AS-i.



Fuente: Realizado por los Autores  
Figura II.6: Maestro AS-i

### 2.2.2.5 Esclavos AS-i

En cuanto a los esclavos AS-i, se pueden encontrar multitud de modelos diferentes en cuanto a forma, tipos y número de entradas/salidas, función, etc. Y que puede ir desde un esclavo para entrada/salida estándar, hasta esclavos en forma de célula fotoeléctrica, pasando por arrancadores, balizas de señalización, botoneras de pulsadores, etc. A continuación se muestra un esclavo para bus AS-i.



Fuente: Realizado por los Autores  
Figura II.7: Esclavo para bus AS-i

### 2.2.2.6 Fuente de alimentación estándar de 24 VDC

Para algunos de los esclavos es necesaria la conexión de una alimentación de 24 VDC estándar, para dar mayor potencia a los sensores/actuadores conectados en el esclavo. Para identificar que esclavos necesitan dicha alimentación se realiza básicamente una inspección ocular, fijándonos en dos aspectos:

- ✓ Disponen de bornes de conexión en donde haga referencia a algo igual o similar a POWER EXT.
- ✓ Dispone de un led indicador de fallo con referencia a algo o similar a AUX POWER.



Fuente: Realizado por los Autores  
Figura II.8: Fuente de alimentación estándar

### 2.2.2.7 Conectores y Cables

Para identificar las distintas aplicaciones que puede tener cada uno de los hilos que puede integrar la red, encontramos perfilados con los siguientes colores:

Tipo de cable	Color externo	Aplicación
	Amarillo	Bus AS-i portador de datos y alimentación
	Negro	Alimentación auxiliar de esclavos a 24 VDC
	Rojo	Alimentación auxiliar de esclavos a 220 VAC

Fuente: Realizado por los Autores

**Tabla II.I:** Descripción de cables y su aplicación

En cuanto a los conectores, estos se utilizan cuando se quiere conectar un dispositivo estándar, ya sea sensor o actuador, a esclavos del bus AS-i.

Estos conectores tienen la forma indicada en la figura y están formados por una carcasa y cuatro conexiones.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura II.9: Conector AS-i

### 2.2.3 Conexión de dispositivos de E/S estándar a los esclavos AS-i

Según sea la aplicación a realizar necesitaremos una serie de componentes que se tendrán que conectar a los esclavos, elementos que pueden ser:

- ✓ Pulsadores.

- ✓ Detectores.
- ✓ Finales de carrera.
- ✓ Pilotos de señalización.
- ✓ Electroválvulas
- ✓ Etc.

## **2.3 Neumática**

La neumática es la tecnología que emplea el aire comprimido como un modo de transmisión de energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos, de esta manera permite automatizar procesos. Por lo general, dichos procesos suelen ser industriales.

### **2.3.1 Características de la neumática.**

Dentro de las características principales de la neumática podemos citar las siguientes:

- ✓ Nula volatilidad o explosividad.
- ✓ Baja sensibilidad al aumento de la temperatura.
- ✓ Necesita forzosamente un aire con una presión superior a la atmosférica.
- ✓ Ideal para sectores como la alimentación o la farmacológica, frente a otra tecnología como puede ser la hidráulica, ésta es bastante más sucia en todos los sentidos.

- ✓ El circuito principal de suministro de aire comprimido, no debe sobrepasar los 1000 metros, porque aumentaría considerablemente las pérdidas de aire comprimido.

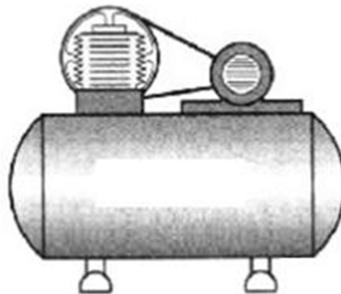
### 2.3.2 Elementos que intervienen en su sistema neumático

Los elementos que intervienen en un sistema neumático pueden ser:

- ✓ Unidad compresora
- ✓ Depósito
- ✓ Cilindros
- ✓ Regulador
- ✓ Válvula
- ✓ Electroválvula
- ✓ Motor eléctrico

#### 2.3.2.1 Unidad Compresora

Es un elemento que aspira el aire a presión atmosférica y lo comprime mecánicamente



Fuente: Obtenido de [http://catarina.udlap.mx/documentos/lep/hernandez\\_s\\_f/capitulo5.pdf](http://catarina.udlap.mx/documentos/lep/hernandez_s_f/capitulo5.pdf)

Figura II.10: Unidad Compresora

#### 2.3.2.2 Depósito

Es un tanque especial que almacena el aire comprimido y soporta altas presiones. Entre mayor sea su volumen, mayores deberán ser los intervalos de funcionamiento de la unidad de compresión.

### 2.3.2.3 Cilindros

Son dispositivos neumáticos, que mediante el uso de aire comprimido, generen un movimiento rectilíneo de avance y retroceso de un mecanismo. Son los elementos de trabajo de más frecuente uso en neumática, muy por encima de los osciladores rotativos, pinzas, motores y otros.

Aunque existen comercialmente tipos muy diversos, generalmente se dividen en cilindros de simple efecto y doble efecto. Los de doble efecto son los más utilizados.

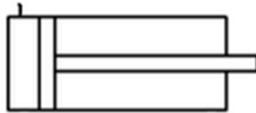


**Fuente:** Obtenido de <http://guayaquil.olx.com.ec/cilindros-neumaticos-norma-iso-6432-cuerpo-acero-inoxidable-d-16-x-25-mm-78-00-iiid-529792053>

Figura II.11: Cilindro Neumático

#### **Cilindro de simple efecto**

Los cilindros de simple efecto reciben aire por una de sus cámaras, que suele ser la que produce el trabajo, desplazando el vástago. El retroceso se produce de forma mecánica, bien por la acción de un resorte, o bien por la acción de la gravedad sobre masas solidarias al vástago.

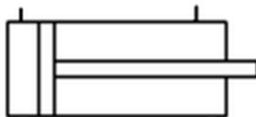


**Fuente:** Obtenido de <http://macua-mate.blogspot.com/2012/04/clase-17042012-neumatica-en-cualquier.html>

Figura II.12: Símbolo neumático del cilindro de simple efecto

### **Cilindros de doble efecto**

En estos cilindros el aire entra por el orificio de la cámara trasera, y al llenarla, hace avanzar el vástago, que en su carrera comprime el aire de la cámara delantera que se escapa al exterior a través del correspondiente orificio. En la carrera inversa del vástago se invierte el proceso, penetrando ahora el aire por la cámara delantera y siendo evacuado al exterior por la cámara trasera.



**Fuente:** Obtenido de <http://macua-mate.blogspot.com/2012/04/clase-17042012-neumatica-en-cualquier.html>

Figura II.13: Símbolo neumático del cilindro de doble efecto

### **Cilindros sin vástago**

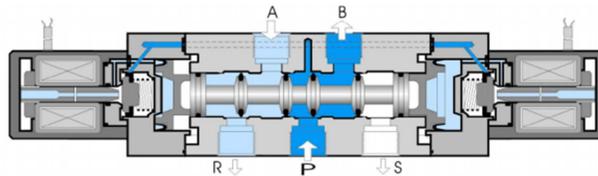
Los cilindros neumáticos sin vástago han experimentado un gran avance debido a las múltiples ventajas que ofrece: reducción de la longitud casi a la mitad respecto a los tradicionales, elevadas carreras y absorción importante de cargas exteriores, cuando el carro se encuentra guiado.

#### **2.3.2.4 Regulador**

Se trata de una válvula general manual que permite regular fácilmente la presión de salida del dispositivo hacia el sistema neumático. Muchas veces cuenta con un nanómetro propio que indica la presión de flujo.

### 2.3.2.5 Válvulas

Existen muchos tipos de válvulas en el mercado neumáticas en el mercado, pero todas tienen como función controlar el paso del aire entre sus vías abriendo, cerrando o cambiando sus conexiones internas dependiendo del tipo de actuador que se desee controlar. Pueden ser activadas de diversas formas: manualmente, por circuitos eléctricos, neumáticos, hidráulicos o mecánicos.



Fuente: Obtenido de [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/documentos/capitulo5.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/documentos/capitulo5.pdf)  
Figura II.14: Válvula neumática

### 2.3.2.6 Electroválvulas

Una electroválvula es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería. La válvula está controlada por una corriente eléctrica a través de una bobina solenoide. El solenoide convierte energía eléctrica en energía mecánica para actuar la válvula.

### 2.3.2.7 Motor eléctrico

Transforma la energía eléctrica en energía mecánica para mover unidad de compresión.

## **2.4 Sistema de comunicación por Radios**

### **Introducción**

Las comunicaciones inalámbricas hacen uso de las ondas electromagnéticas para enviar señales a través de largas distancias. Desde la perspectiva del usuario, las conexiones inalámbricas no son particularmente diferentes de cualquier otra conexión.

Las ondas de radio tienen algunas propiedades inesperadas en comparación a una red cableada Ethernet. Para construir enlaces inalámbricos de alta velocidad, es importante comprender como se comportan las ondas de radio en el mundo real.

### **¿Qué es una onda de radio?**

En general estamos familiarizados con las vibraciones u oscilaciones de varias formas: Un péndulo, un árbol meciéndose con el viento, las cuerdas de una guitarra, son todos ejemplos de oscilaciones.

Tienen en común un medio o un objeto, vibrando de forma periódica, con cierto número de ciclos por unidad de tiempo.

Este tipo de onda a veces es denominada onda mecánica, puesto que son definidas por el movimiento de un objeto o de su medio de propagación.

Una onda tiene cierta velocidad, frecuencia y longitud de onda. Las mismas están conectadas por una simple relación.

$$velocidad = frecuencia * LongituddeOnda$$

**Fuente:** Obtenido de Redes Inalámbricas<sup>4</sup>

#### Ecuación II. 1: Ecuación de la velocidad

La longitud de onda (algunas veces denotada como lambda,  $\lambda$ ) es la distancia medida desde un punto en una onda hasta la parte equivalente de la siguiente, por ejemplo desde la cima de un pico hasta la siguiente. La frecuencia es el número de ondas enteras que pasan por un punto fijo en un segundo. La velocidad se mide en metros/segundo, la frecuencia en ciclos por segundo (o Hertz, abreviando Hz), y la longitud de onda en metros.

Por ejemplo, si una onda de agua viaja a un metro por segundo y oscila cinco veces por segundo, entonces cada onda tendrá veinte centímetros de largo:

#### Desarrollo

$$velocidad = frecuencia * LongituddeOnda$$

$$1 \text{ metro/segundo} = 5 \text{ ciclos/segundos} * \lambda$$

$$\lambda = \frac{1 \text{ metro/segundo}}{5 \text{ metro/segundo}}$$

$$\lambda = 0,2 \text{ metros}$$

$$\lambda = 20 \text{ cm}$$

Las ondas también tienen una propiedad denominada amplitud. Esta es la distancia desde el centro de la onda hasta el extremo de uno de sus picos, y puede ser asimilada a la “altura” de una onda de agua. La relación entre frecuencias.

---

<sup>4</sup>HÉCTOR H. DELGADO ORTIZ., Redes Inalámbricas., 1ªed., Lima-Perú., Macro E.I.R.L., 2009., pág. 42.

## **2.5 Fuerzas electromagnéticas**

Las fuerzas electromagnéticas son fuerzas entre cargas y corrientes eléctricas. Nos percatamos de ellas cuando tocamos la manija de una puerta después de haber caminado en una alfombra sintética, o cuando rozamos una cerca eléctrica. Un ejemplo más fuerte de las fuerzas electromagnéticas son los relámpagos que vemos durante las tormentas eléctricas. La fuerza eléctrica es la fuerza entre cargas eléctricas. La fuerza magnética es la fuerza entre corrientes eléctricas.

Los electrones son partículas que tiene carga eléctrica negativa. También hay otras partículas, pero los electrones son los responsables de la mayor parte de las cosas que necesitamos conocer para saber cómo funciona un radio.

Veamos que sucede en un trozo del alambre recto en el cual empujamos los electrones de un extremo a otro periódicamente. En cierto momento, el extremo superior del alambre está cargado negativamente todos los electrones están acumulados allí. Esto genera un campo eléctrico que va de positivo a negativo a lo largo del alambre. Al momento siguiente, los electrones se han acumulado al otro lado y el campo eléctrico apunta en el otro sentido. Si esto sucede una y otra vez, los vectores de campo eléctrico, por así decirlo (flechas de positivo a negativo) abandonan el alambre y son radiados en el espacio que los rodea.

Lo que hemos descrito se conoce como dipolo (debido a los dos polos, positivo y negativo), o más comúnmente antena dipolo. Esta es la formación más simple de la antena omnidireccional.

Las ondas electromagnéticas difieren de las mecánicas en que no necesitan de un medio para propagarse. Las mismas se propagan incluso en el vacío del espacio.

Conociendo la velocidad de la luz, podemos calcular la longitud de onda para una frecuencia dada. Tenemos el ejemplo para redes inalámbricas del protocolo 802.11b, la cual es:

$$f = 60 \text{ GHz} = 2.400.000.000 \text{ ciclos/segundo}$$

$$\text{Longitud de onda } \lambda = c/f$$

$$= 3 \cdot 10^8 / 2,4 \cdot 10^9$$

$$= 1,25 \cdot 10^{-1} \text{ m}$$

$$= 12,5 \text{ cm}$$

La frecuencia y la longitud de onda determinan la mayor parte del comportamiento de una onda electromagnética.

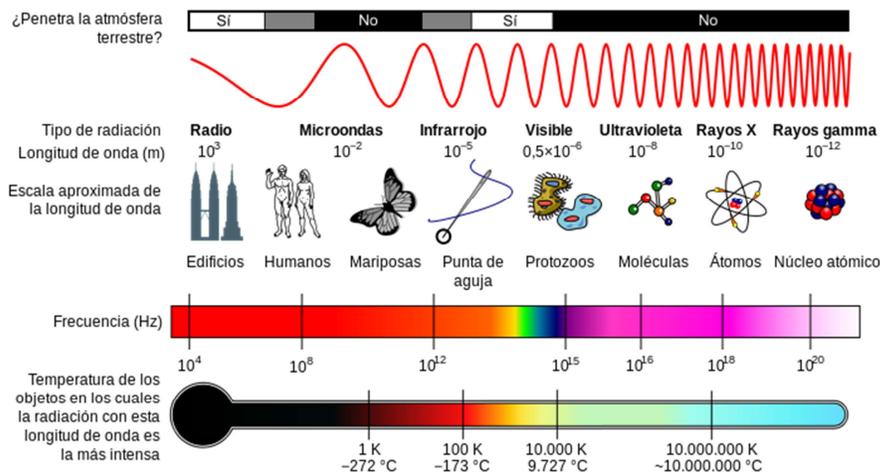
## 2.6 Espectro Electromagnético

Las ondas electromagnéticas abarcan un amplio rango de frecuencias (y correspondientemente, de longitud de onda). Este rango de frecuencias y longitudes de ondas se denomina espectro electromagnético. La parte del espectro más familiar a los seres humanos es probablemente la luz, la porción visible del espectro radioeléctrico. La luz se ubica aproximadamente entre las frecuencias de  $7,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$  y  $3,8 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ , correspondientes a longitudes de onda desde cerca de  $400 \text{ nm}$  (violeta/azul) a  $800 \text{ nm}$  (rojo).

Normalmente también estamos expuestos a otras regiones del espacio electromagnético, incluyendo los campos de la red de distribución eléctrica CA (Corriente Alterna), a 50/60 Hz, Rayos – X/Radiación Roentgen, Ultravioleta (en las frecuencias más altas de la luz visible), Infrarrojo (en las frecuencias más bajas de la luz visible) y muchas otras. Radio es el término utilizado para la porción del espectro electromagnético en el cual las ondas pueden ser transmitidas aplicando corriente alterna a una antena. Esto abarca el rango de 3Hz a 300 GHz, pero normalmente el término se reserva para las frecuencias inferiores a 1 GHz.

Cuando hablamos de radio, la mayoría de la gente piensa en la radio FM, que usa una frecuencia de alrededor de 100 MHz. Entre la radio y el infrarrojo encontramos la región de las microondas con frecuencias de 1GHz a 300GHz, y longitudes de onda de 30 cm a 1 mm.

Los estándares inalámbricos caen dentro de las bandas que se están manteniendo abiertas para el uso general, sin requerir licencia. Esta región es llamada banda ISM (ISM Band), que significa Industrial, Científica y Médica, por su sigla en inglés. La mayoría de las otras regiones del espectro electromagnético están altamente controladas por la legislación mediante licencias, siendo los valores de las licencias un factor económico muy significativo. Esto atañe específicamente a aquellas partes del espectro que son útiles para la difusión masiva (como lo son la televisión y la radio), así como también para comunicaciones de voz y datos. En la mayoría de los países, las bandas ISM han sido reservadas para el uso libre.



Fuente: Obtenido de [http://wikimedia.org/wiki/File:EM\\_Spectrum\\_Properties\\_es.svg](http://wikimedia.org/wiki/File:EM_Spectrum_Properties_es.svg)

Figura II.15: Espectro Electromagnético

Las frecuencias más interesantes para nosotros son 2400 – 2484 MHz, que son utilizadas por los estándares de radio 802.11b y 802.11g (correspondientes a longitudes de onda de alrededor de 12,5 cm). Otro equipamiento disponible utiliza el estándar 802.11a, que opera a 5150-5850 MHz (correspondientes a longitudes de onda de alrededor de 5 a 6 cm).

## 2.7 Ancho de Banda

El ancho de banda es simplemente una medida de rango de frecuencia. Si un rango de 2400 MHz a 2480 MHz es usado por un dispositivo, entonces el ancho de banda sería 0,08 GHz (o más comúnmente 80MHz).

Se puede ver fácilmente que el ancho de banda que definimos aquí está muy relacionado con la cantidad de datos que puedes transmitir dentro de él a más lugar en el espacio de frecuencias, más datos caben en un momento dado.

El término ancho de banda es a menudo utilizado por algo que deberíamos denominar tasa de transmisión de datos, como en “mi conexión a internet tiene 1 Mbps de ancho de banda”, que significa que esta puede transmitir datos a 1 megabit por segundo.

## **2.8 Frecuencias y canales**

Miremos un poco más de cerca cómo se utiliza la banda 2,4 GHz en el estándar 802.11b. El espectro está dividido en partes iguales distribuidas sobre la banda en canales individuales. Note que los canales son de un ancho de 22 MHz, pero están separados solo por 5 MHz. Esto significa que los canales adyacentes se superponen, y pueden interferir unos con otros.

### **Comportamiento de las ondas de radio**

Aquí hay unas reglas simples que pueden ser de mucha ayuda cuando realizamos los primeros planes para una red inalámbrica.

- ✓ Cuanto más larga la longitud de onda, más lejos llega.
- ✓ Cuanto más larga la longitud de onda, mejor viaja a través y alrededor de obstáculos.
- ✓ Cuanto más corta la longitud de onda puede transportar más datos.

Todas las reglas, simplificadas al máximo, son más difíciles de comprender con un ejemplo.

Las ondas más largas viajan más lejos.

Suponiendo niveles iguales de potencia, las ondas con longitudes de onda más largas tienden a viajar más lejos que las que tienen longitudes de onda más

corta. Este efecto es visto a menudo en la radio FM, cuando comparamos el rango de un transmisor de radio FM a 88MHz con el rango a 108MHz. Los transistores de frecuencia más baja tienden a alcanzar distancias mucho más grandes a la misma potencia.

### **Descripción de características técnicas**

- ✓ Esto viene a ser la potencia de amplificación de la señal. La ganancia representa la relación entre la intensidad de campo que produce una antena en un punto determinado, y la intensidad de campo que produce una antena omnidireccional (llamada isotrópica), en el mismo punto y en las mismas condiciones. Cuanto mayor es la ganancia, mejor es la antena. La ganancia de la antena se proporciona habitualmente en dB isotrópicos (dBi), es decir, la ganancia de potencia con respecto a un modelo teórico de antena isotrópica que radia la misma energía en todas las direcciones del espacio. En algunos casos, la ganancia se expresa en dBd con respecto a una antena tipo dipolo. En este caso, se tiene la siguiente fórmula de conversión:

$$G(dBi) = G(dBd) + 2,14$$

Las ganancias típicas de las antenas varían entre 2 dBi (antena integrada sencilla) a 5 dBi (Omni direccional estándar) hasta 24 – 30 dBi (parabólica).

Recuerde que hay muchas formas en las cuales la ganancia nominal de la antena podría reducirse. Pérdidas que pueden ocurrir por diferentes razones, principalmente relacionadas a instalaciones incorrectas

(perdidas por ángulo, pérdidas por la polarización). Esto significa que solamente podrá esperar obtener la ganancia completa de la antena si esta está instalada óptimamente.

✓ Relación señal ruido

Siempre que se emite o se recibe una señal de radio, lleva acoplada una señal de ruido termal, ruido industrial debido por ejemplo a hornos a microondas, ruido de interferencia debido a otra WLAN en la misma banda de frecuencia). Obviamente, cuanto menor sea la relación del ruido con respecto a la señal, más óptima se considera la señal “válida”. Incluso en las transmisiones digitales, se tiene que usar métodos de modulación que reduzcan el ruido y amplifiquen la señal de radio.

El resultado de dividir el valor de la señal de datos, por la señal de ruido es lo que se conoce como relación señal/ruido. Cuanto mayor es, mejor es la comunicación.

Se expresa en decibelios (dB), y en escala exponencial, lo que quiere decir que una relación señal de 10 dB, indica que la señal es 10 veces mayor que la de ruido, mientras que 20 dB indica 100 veces más potencia.

$$\text{ProporcionSeñal/Ruido[dB]} = 10 * \text{Log}_{10}(\text{Poderdeseñal[W]}/\text{Poderderuido [W]})$$

Si el nivel de ruido es alto necesitaremos más energía recibida. En condiciones normales sin ninguna otra WLAN en la frecuencia y sin ruido industrial el nivel de ruido será de alrededor de -100dBm.

✓ Potencia transmitida

Se utiliza la unidad dBm (decibelios relativos al nivel de referencia de 1 mili vatio). 1mW es igual a 0 dBm y cada vez se doblan los mili vatios, se suma 3 a los decibelios. La radiación máxima emitida por una antena (que puede terminar muy por encima de los vatios de entrada), que admite la FCC en los EEUU es de 1 vatio (equivalente a 30 dBm). En Europa, el límite es de 250.

La potencia del transmisor se expresa habitualmente en unidades lineales (Mw, W) o logarítmicas (dBm, dBW). Para la conversión entre magnitudes líneas y logarítmicas se utiliza la siguiente fórmula:

$$P(\text{dBm}) = 10\log_{10} P(\text{W})/0,001$$

En la siguiente tabla, se puede encontrar la conversión de decibelios a vatios:

dBm	Vatios	DBm	Vatios	dBm	Vatios
1.	1.0 mW	17.	40 mW	33.	1.6 W
2.	1.3 mW	18.	50 mW	34.	2.0 W
3.	1.6 mW	19.	63 mW	35.	2.5 W
4.	2.0 mW	20.	79 mW	36.	3.2 W
5.	2.5 mW	21.	100 mW	37.	4.0 W
6.	3.2 mW	22.	126 mW	38.	5.0 W
7.	4 Mw	23.	158 mW	39.	6.3 W
8.	5 Mw	24.	200 mW	40.	8.0 W
9.	6 Mw	25.	250 mW	41.	10 W

10.	8 Mw	26.	316 mW	42.	13 W
11.	10 mW	27.	398 mW	43.	16 W
12.	13 mW	28.	500 mW	44.	20 W
13.	16 mW	29.	630 mW	45.	25 W
14.	20 mW	30.	800 mW	46.	32 W
15.	25 mW	31.	1.0 W	47.	40 W
16.	32 mW	32.	1.3 W	48.	50 W

Fuente: Obtenido de Redes Inalámbricas<sup>5</sup>

**Tabla II.II:** Conversión de decibelios a Vatios

---

<sup>5</sup>HÉCTOR H. DELGADO ORTIZ., Redes Inalámbricas., 1ªed., Lima-Perú., Macro E.I.R.L., 2009., pág. 43.

## **2.9 Polarización**

La polarización de onda nos indica la orientación de los campos electromagnéticos que emite o recibe una antena. Pueden ser de los siguientes tipos:

### **2.9.1 Vertical (I)**

Cuando el campo eléctrico generado por la antena es vertical con respecto al horizonte terrestre (de arriba abajo).

### **2.9.2 Horizontal (--)**

Cuando el campo eléctrico generado por la antena es paralelo al horizonte terrestre.

### **2.9.3 Circular**

Cuando el campo eléctrico generado por la antena gira de vertical a horizontal y viceversa, generando movimientos en forma de círculo en todas las direcciones. Este giro puede ser en el sentido de las agujas del reloj o al contrario.

### **2.9.4 Elíptica**

Cuando el campo eléctrico se mueve igual que en el caso anterior, pero con desigual fuerza en cada dirección. Rara vez se provoca esta polarización de principio, más bien suele ser una degeneración de la anterior.

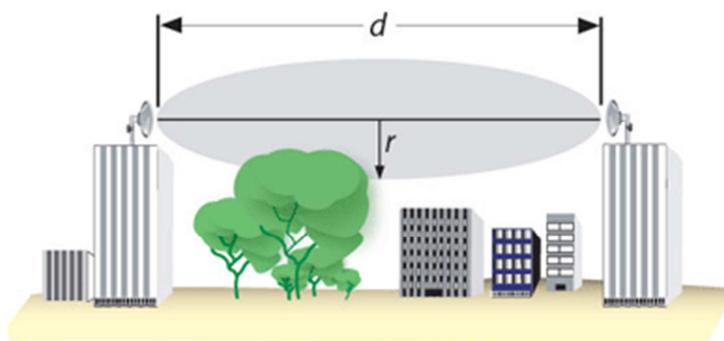
Prácticamente en un sistema de transmisión de transmisor y receptor las antenas deberían tener la misma polarización para mejor performance. (Ya que la polarización cambia con difracciones y reflexión esta regla no siempre permanece). La polarización vertical es preferida para transmisión de larga

extensión porque el efecto del suelo atenúa el poder de la señal en el caso de polarización horizontal en extensión larga.

Un sistema de transmisión con antenas de polarización circular es una buena forma para atenuar el efecto de reflexiones (principio usado por GPS).

Una onda transversal puede vibrar en cualquiera de los polos perpendiculares a la dirección de propagación posibles.

### Elipsoide Fresnel (Zona Fresnel)



**Fuente:** Obtenido de <http://asterion.almadark.com/2008/11/30/las-zonas-fresnel-y-el-alcance-de-los-equipos-de-radio-frecuencia/>

Figura II.16: Elipsoide Fresnel

El proceso de propagación de radio entre 2 puntos se puede considerar como un “tubo” virtual donde la mayoría de la energía viaja entre el transmisor y receptor. Por lo que para evitar pérdidas no debería haber obstáculos dentro de esta zona (regio prohibida) porque un obstáculo altera el “flujo de energía”.

Por ejemplo, si la mitad de la zona está enmascarada (antena en el límite de line of sight), habrá una pérdida de energía de señal de 6 dB (pérdida de poder de 75%).

## **2.10 Estándar 802.11**

### **Introducción**

Las WLAN dentro de la corriente hacia la movilidad han surgido como una opción permitiendo el paso a través de diferentes entornos de una manera transparente. Para considerarse como WLAN, la red tiene que tener una velocidad de transmisión de tipo medio (el mínimo establecido por los estándares IEEE 802.11 son de una velocidad de 1Mbps, 2 Mbps o 58 Mbps), y además deben trabajar en el entorno de frecuencias de 2,45 Ghz y 5 Ghz.

### **Descripción general de una WLAN**

Las WLAN en general brindan una alternativa adicional a las redes cableadas facilitando como punto importante la movilidad, aunque dentro de las soluciones más estables es tema de seguridad implica el uso de redes mixtas (medios cableados e inalámbricos) las redes WLAN han solucionado muchas limitaciones de las redes cableadas, han brindado alternativas ventajosas y se posicionan como una solución en crecimiento.

Las implementaciones inalámbricas exigen que la seguridad de dichas transmisiones no se vean afectadas o interfieran otras transmisiones por ello el equipamiento y las normas adicionales exigida en cada país respecto al estándar IEEE 802.11 pueden variar para instalar una solución.

La norma permite el funcionamiento de un IEEE 802.11 conformes dentro de un dispositivo WLAN que pueden coexistir con la superposición de múltiples

redes WLAN IEEE 802.11 y describe los requisitos y procedimientos para proporcionar privacidad a la información del usuario que transfiere por un medio inalámbrico, así como su autenticación conforme los dispositivos. Cuando hablamos de WLAN, un aspecto crítico es la capacidad limitada. Este es un problema de 802.11: sólo 1 Mbps con tasas de 2 Mbps y por supuesto que son demasiado lentos para apoyar a los requisitos comunes y explica la lentitud en el inicio del proceso de la WLAN

### **802.11 Extensiones / Normas**

En junio de 1997, el instituto de ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) finalizó el primer estándar para redes LAN inalámbricas, IEEE 802.11. Esta norma especifica una frecuencia de 2,4 GHz que opera con velocidades de transmisión de datos de 1 y 2 Mbps. El protocolo 802.11 tiene muchas extensiones, designados para cada tarea. Desde la ratificación de la inicial estándar 802.11, el IEEE 802.11 ha hecho varias revisiones a través de diversos grupos de trabajo.

Grupo de tareas dentro de la IEEE han aportado porciones de mejora en el estándar 802.11. Una letra corresponde a cada una de las normas y revisión, tales como 802.11a, 802.11b, y así sucesivamente, representa los diferentes grupos de trabajo. El más popular de estos, 802.11b, ha estado en uso comercial desde 1999. Tiene un rendimiento máximo teórico de 11 Mbps, que es solo una décima de la velocidad de Ethernet, pero mucho más rápido que las soluciones de banda ancha como DSL o cable módems.

### **2.10.1 Estándar 802.11a**

El estándar 802.11a tiene en teoría un flujo de datos máximo de 54 Mbps, cinco veces el de 802.11b y solo a un rango de treinta metros aproximadamente. El estándar 802.11a se basa en la tecnología llamada OFDM (multiplexación por división de frecuencias ortogonales). Transmite en un rango de frecuencias de 5 GHz y utiliza 8 canales no superpuestos.

Es por esto que los dispositivos 802.11a son incompatibles con los dispositivos 802.11b. 802.11a y 802.11b se crearon al mismo tiempo. Debido a su costo más elevado, 802.11a se adapta principalmente en el campo empresarial, mientras que 802.11b sirve mejor en el mercado de casa.

802.11a soporta ancho de banda de hasta 54 Mbps y las señales reguladas en una gama de 5 GHz. En comparación con 802.11b, esta mayor frecuencia limita el alcance de 802.11a. La frecuencia más alta significa también que las señales de 802.11a tienen más dificultades para penetrar paredes y otros obstáculos. 802.11a y 802.11b utilizan distintas frecuencias, es por esto que las dos tecnologías son incompatibles entre sí. Algunos vendedores ofrecen dispositivos híbridos 802.11a/802.11b, pero estos productos simplemente para aplicar las dos normas al lado de la otra.

Pros de 802.11a:

- ✓ A velocidad máxima más rapidez
- ✓ Admite más usuarios simultáneos
- ✓ Regulando señal de frecuencia evita interferencias de otros dispositivos.

### **2.10.2 Estándar 802.11b**

IEEE implemento sobre el estándar 802.11 original, en julio de 1999, la creación de la especificación 802.11b. 802.11b apoya el ancho de banda.

El estándar 802.11b permite un máximo de transferencia de datos de 11 Mbps en un rango de 100 metros aproximadamente en ambientes cerrados y más de 200 metros al aire libre (incluso más que eso con el uso de antenas direccionales).

<b>Velocidad Hipotética</b>	<b>Rango (en ambientes cerrados)</b>	<b>Rango (al aire libre)</b>
11 Mbit/s	50 m	200 m
5,5 Mbit/s	75 m	300 m
2 Mbit/s	100 m	400 m
1 Mbit/s	150 m	500 m

**Fuente:** Obtenido de Redes Inalámbricas<sup>6</sup>  
**Tabla II.III:** Velocidades de transmisión

---

<sup>6</sup>**HÉCTOR H. DELGADO ORTIZ.**, Redes Inalámbricas., 1ªed., Lima-Perú., Macro E.I.R.L., 2009., pág. 45.

### 2.10.3 Rango y flujo de datos

Los estándares 802.11a, 802.11b y 802.11g, llamados “estándares físicos”, son modificaciones del estándar 802.11 y operan de modos diferentes, lo que les permite alcanzar distintas velocidades en la transferencia de datos según sus rangos.

<b>Estándar</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Velocidad</b>	<b>Rango</b>
802.11a	5 GHz	54 Mbit/s	10 m
802.11b	2,4 GHz	11 Mbit/s	100 m
802.11g	2,4 GHz	54 Mbit/s	100 m

Fuente: Redes Inalámbricas<sup>7</sup>

**Tabla II.IV:** Velocidades de transferencia de datos según sus rangos

### 2.10.4 Estándar 802.11g

El estándar 802.11g permite un máximo de transferencia de datos de 54 Mbps en rangos comparables a los del estándar 802.11b. Además y debido a que el estándar 802.11g utiliza el rango de frecuencia de 2,4 GHz con codificación OFDM, es compatible con los dispositivos 802.11b con excepción de algunos dispositivos más antiguos.

<b>Velocidad hipotética</b>	<b>Rango (en ambientes cerrados)</b>	<b>Rango (al aire libre)</b>
54 Mbit/s	27 m	75 m

---

<sup>7</sup>HÉCTOR H. DELGADO ORTIZ., Redes Inalámbricas., 1ªed., Lima-Perú., Macro E.I.R.L., 2009., pág. 46.

48 Mbit/s	29 m	100 m
36 Mbit/s	30 m	120 m
24 Mbit/s	42 m	140 m
18 Mbit/s	55 m	180 m
12 Mbit/s	64 m	250 m
9 Mbit/s	75 m	350 m
6 Mbit/s	90 m	400 m

Fuente: Obtenido de Redes Inalámbricas<sup>8</sup>  
**Tabla II.V:** Rango según la distancia hipotética

## 2.11 Diseño de las redes físicas inalámbricas

Sea que deba llegar hasta una oficina en un edificio o extenderse a lo largo de muchos kilómetros, las redes inalámbricas se organizan naturalmente en estas tres configuraciones lógicas: enlaces punto a punto, enlaces punto a multipunto, y nubes multipunto a multipunto. Si bien las diferentes partes de su red pueden aprovechar las tres configuraciones, los enlaces individuales van a estar dentro de una de esas topologías.

### 2.11.1 Punto a punto

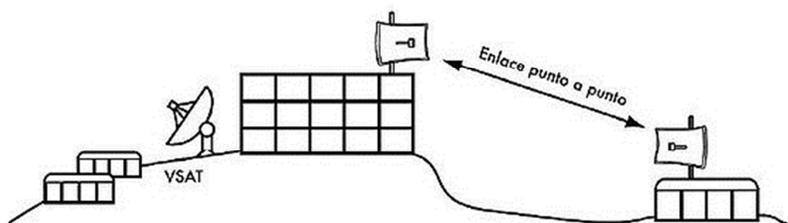
Los enlaces punto a punto generalmente se usan para conectarse a internet donde dicho acceso no está disponible de otra forma. Uno de los lados del enlace punto a punto estará conectado a internet mientras que el otro utiliza el

---

<sup>8</sup>HÉCTOR H. DELGADO ORTIZ., Redes Inalámbricas., 1ªed., Lima-Perú., Macro E.I.R.L., 2009., pág. 46.

enlace para acceder a ella. Se debe tener una visión libre de obstáculos al lugar remoto.

Con antenas apropiadas y existiendo línea visual, se puede hacer enlaces punto a punto confiables de más de cien kilómetros.

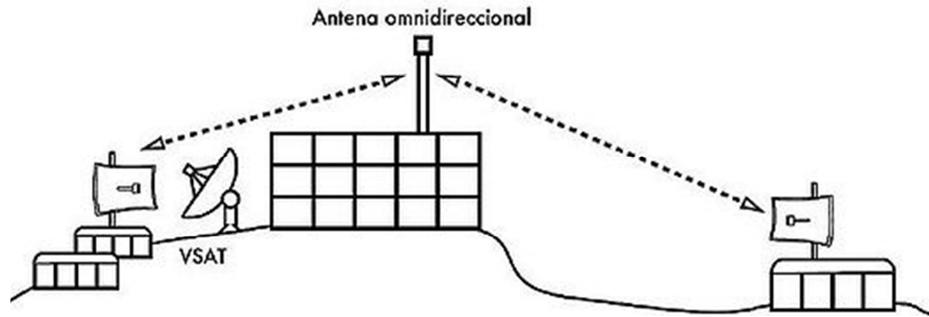


Fuente: Obtenido de [http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Red\\_Mesh](http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Red_Mesh)

Figura II.17: Enlace Punto a Punto

### 2.11.2 Punto a multipunto

La siguiente red más comúnmente encontrada es la red punto a multipunto. Cada vez que tenemos varios nodos hablamos con un punto de acceso central estamos en presencia de una aplicación punto a multipunto. El ejemplo típico de un trazado punto a multipunto es el uso de un punto de acceso (Access Point) inalámbrico que provee conexión a varios nodos. Los nodos no se comunican directamente unas con otras, pero deben estar en el rango del punto de acceso para poder utilizar la red.

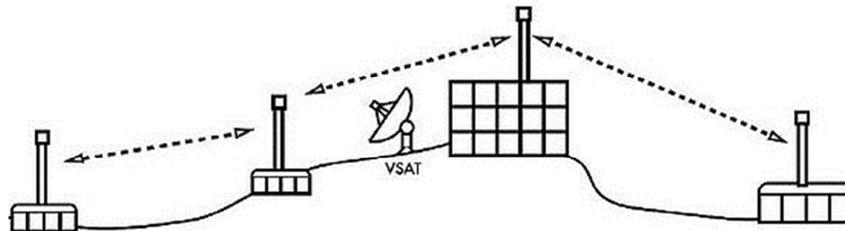


Fuente: Obtenido de [http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Red\\_Mesh](http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Red_Mesh)

Figura II.18: Enlace Punto a multipunto

### 2.11.3 Multipunto a multipunto

El tercer tipo de diseño de red es el multipunto a multipunto, el cual también se denomina red ad-hoc o en malla (mesh). En una red multipunto a multipunto, no hay una autoridad central. Cada nodo de la red transporta el tráfico de tantos otros como sea necesario, y todos los nodos se comunican directamente entre sí.



Fuente: Obtenido de [http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Red\\_Mesh](http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Red_Mesh)

Figura II.19: Enlace Multipunto a multipunto

El beneficio de este diseño de red es que aún si ninguno de los nodos es alcanzable desde el punto de acceso central, igual pueden comunicarse entre sí. Si uno de los nodos tiene acceso a la red esta conexión puede ser compartida para todos los nodos.

Las dos grandes desventajas de esta topología son el aumento de la complejidad y la disminución del rendimiento. La seguridad de esta red también es un tema importante, ya que todos los nodos pueden potencialmente transportar el tráfico de los demás.

## 2.12 Ventajas de las redes inalámbricas

Entre las ventajas de las redes inalámbricas a corto, mediano y largo plazo, se incluyen:

- ✓ **Accesibilidad:** Todos los equipos de hoy en día vienen equipados con tecnología necesaria para conectarse directamente a una LAN inalámbrica. Podemos acceder de forma segura a la red LAN inalámbrica desde cualquier ubicación dentro de su área de cobertura.
- ✓ **Movilidad:** Los nodos pueden permanecer conectados a la red incluso cuando no se encuentren en sus lugares de trabajo.
- ✓ **Fácil configuración:** Al no tener que ubicar cables físicos en una ubicación, la instalación puede ser más rápida y rentable. Las redes inalámbricas facilitan la conectividad en lugares de difícil acceso.
- ✓ **Escalabilidad:** Conforme crecen los requerimientos de la red, puede que necesite ampliar su red rápidamente. Generalmente, las redes inalámbricas se pueden ampliar con el equipo existente, mientras que una red cableada puede necesitar cable adicional.
- ✓ **Seguridad:** El control de acceso a su red inalámbrica es importante, los avances tecnológicos proporcionan protecciones de seguridad sólidas para que sus datos sólo estén disponibles para las personas a las que se les permita el acceso.
- ✓ **Costos:** Con una red inalámbrica puede reducir costos, ya que se eliminan o se reducen los costos de cableado durante los traslados de oficinas de trabajo, nuevas configuraciones o expansiones.

### **2.13 Desventajas de la tecnología inalámbrica**

La tecnología basada en ondas electromagnéticas, siendo bastante atractiva por el factor de la movilidad que facilita, es más compleja que la tecnología del cable, ya que en el entorno donde se desarrolla la radiofrecuencia (espacio libre), está sujeta a factores externos del propio sistema de transmisión ; variable, vulnerable y de difícil predicción y control lo que genera un factor de incertidumbre, Así mismo no tiene el “background” histórico del cable, lo que también ayuda a aumentar las dificultades.

### **2.14 Antenas**

Una antena es un dispositivo cuya misión es difundir y/o recoger ondas radioeléctricas. Las antenas convierten las señales eléctricas en ondas electromagnéticas y viceversa.

Existen antenas de distintos tipos pero todas ellas permiten las mismas funciones, de servir de emisor-receptor de una señal de radio. Cuando la comunicación fluye en ambas direcciones, se denomina bidireccional. Si dicha comunicación no se efectúa simultáneamente, sino alternativamente, se denomina comunicación semiduplex.

#### **2.14.1 Tipo de antenas**

Todas las antenas tienen un patrón de radiación. Muy relacionado con el patrón de radiación esta la polarización de la antena. Las antenas pueden ser agrupadas en sistemas para lograr el patrón deseado. Estos sistemas pueden entonces ser dirigidos electrónicamente. Debido al diseño de baja potencia de

las redes inalámbricas, todas las antenas usadas son pasivas. Una antena pasiva no tiene amplificadores conectados, y por lo tanto tendrá las mismas características sea que este transmitiendo o recibiendo. La tabla muestra la cobertura general de las antenas direccionales versus las omnidireccionales y algunas de las aplicaciones típicas.

	<b>Tipos</b>	<b>Aplicaciones</b>
<b>OMNIDIRECCIONAL</b>	Dipole	Indoor
	Mastmount	Indoor/outdoor
	Ceilingmount	Indoor
	GroundPlane	Indoor
<b>DIRECCIONAL</b>	Patch	Indoor
	Yagi	Outdoor P2P/P2MP
	Dish	Outdoor P2P/P2MP
	Mastmount	Indoor/outdoor P2PMP

**Fuente:** Obtenido de Redes Inalámbricas<sup>9</sup>  
**Tabla II.VI:** Cobertura general de las antenas direccionales

### 2.14.2 Antenas direccionales (o directivas)

Orientan la señal en una dirección muy determinada con un haz estrecho pero de largo alcance. Una antena direccional actúa de forma parecida a un foco que emite un haz de luz concreta y estrecha pero de forma intensa (más

---

<sup>9</sup>HÉCTOR H. DELGADO ORTIZ., Redes Inalámbricas., 1ªed., Lima-Perú., Macro E.I.R.L., 2009., pág. 50.

alcance). En su interior tiene unas barras de metal que cruzan el interior de ese tubo.

Las antenas direccionales “envían” la información a una cierta zona de cobertura, a un ángulo determinado, por lo cual su alcance es mayor, sin embargo fuera de la zona de cobertura no se “escucha” nada, no se puede establecer comunicación entre los interlocutores.

El alcance de una antena direccional viene determinado por una combinación de los dBi de ganancia de la antena, la potencia de emisión del punto de acceso emisor y la sensibilidad de recepción del punto de acceso receptor. Como todas las antenas exteriores hay que protegerla ante posibles descargas eléctricas.

La señal que emite es direccional y proporciona una ganancia que oscila entre los 15 y los 30 dBi. Hay que enfocarla directamente al lugar con el que se quiere enlazar.

### **2.14.3 Antenas omnidireccionales**

Se les llama también antenas de fuste vertical. Se utilizan principalmente para emitir la señal en todas las direcciones. En realidad la señal que emite es en forma de óvalo, y sólo emite en plano (no hacia arriba ni hacia abajo).

Orientan la señal en todas direcciones con un haz amplio pero de corto alcance.

Si una antena direccional sería un foco, una antena omnidireccional sería como una bombilla emitiendo luz en todas direcciones pero con una intensidad menor que la de un foco, es decir, con menor alcance.



**Fuente:** Obtenido de <http://www.drtecho.net/wireless/12-tp-link-8dbi-antena-omnidireccional-845973052164.html>

Figura II.20: Antena Omnidireccional

Teóricamente la información “envían” a los 360 grados por lo que es posible establecer comunicación independientemente del punto en el que esté. En contrapartida el alcance de estas antenas es menor que el de las antenas direccionales.

El alcance de una antena omnidireccional viene determinado por una combinación de los dBi de ganancia de la antena, la potencia de emisión del punto de acceso emisor y la sensibilidad de recepción del punto de acceso receptor.

#### **2.14.4 Antenas Sectoriales**

Son la mezcla de las antenas direccionales y las omnidireccionales. Las antenas sectoriales emiten un haz más amplio que una direccional pero no tan

amplio como una omnidireccional. La intensidad (alcance) de la antena sectorial es mayor que la omnidireccional pero algo menor que la direccional. Siguiendo con el ejemplo de la luz, una antena sectorial seria como un foco de gran apertura, es decir, con un haz de luz más ancho de lo normal.

Para tener una cobertura de 360° (como una antena omnidireccional) y un largo alcance (como una antena direccional) deberemos instalar dos o tres antenas sectoriales de 120° ó 4 antenas sectoriales de 80°. Las antenas sectoriales suelen ser más costosas que las antenas direccionales u omnidireccionales.

Es un tipo de antena que por su lóbulo de radiación horizontal amplio permite iluminar un sector, a diferencia de una antena direccional que se utiliza en nodos, en arrays de 3 o 4 para iluminar 360°, utilizando un splitter y logrando mayor ganancia que una antena omni.

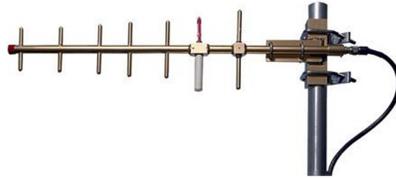


**Fuente:** Obtenido de <http://www.34t.com/unique/WiFiAntenas.asp>

Figura II.21: Antena Sectorial

#### **2.14.5 Antenas Yagui**

Las antenas Yagui, (o direccionales) tienen forma de tubo. En su interior tienen unas barras de metal que cruzan el interior de ese tubo. La señal que emiten es direccional y proporciona una ganancia que oscila entre los 15 y los 21 dBi. Hay que enfocarla directamente al lugar con el que se quiere enlazar.



**Fuente:** Obtenido de <http://antenasulat2012.blogspot.com/p/funcionamiento-de-la-antena-yagi.html>

Figura II.22: Antena Yagui

#### 2.14.6 Antenas de panel

Se utilizan para conexiones punto a punto enfocadas. Son como pequeñas cajas planas y tienen una ganancia de hasta 24 dBi. Presentan gran capacidad de recepción unidireccional de 180°, pudiéndose adosar directamente a murallas, aplicable a sistemas IEEE 802.11b, 802.11g y 802.11n wireless LAN con R.O.E mínimo.



**Fuente:** Obtenido de [http://es.made-in-china.com/co\\_lanbowan/product\\_2-3-2-7GHz-19dBi-Dual-Polarization-Panel-Antennas\\_esunrhrg.html](http://es.made-in-china.com/co_lanbowan/product_2-3-2-7GHz-19dBi-Dual-Polarization-Panel-Antennas_esunrhrg.html)

Figura II.23: Antena de panel

### 2.14.7 Antena helicoidal

Es factible su uso en señales de larga distancia para Internet, para zonas con entorno algo obstruido por cerros moderados, vegetación o edificaciones. Capacidad de utilización por “rebotes”, por su polarización circular.



**Fuente:** Obtenido de <http://www.todomercado.com/Otros/Antena-WIFI-Helicoidal-16DBI-2-4GHZ-Hasta-7KMS-Internet-inalambrica.view?id=1219356792793#imagenes>

Figura II.24: Antena Helicoidal

### 2.14.8 Antena de sector

Al igual que las antenas omnidireccionales, su uso es para conexiones punto a multipunto. Estas sin embargo solo emiten en una dirección. Su radio de cobertura está entre los 60 y los 180 grados.

La ganancia de estas antenas es mejor que las omnidireccionales (aproximadamente 22 dBi), y permite orientarlas hacia la dirección que más interesa (incluso hacia arriba y hacia abajo).



**Fuente:** Obtenido de [http://fsc.com.mx/wp/?page\\_id=85](http://fsc.com.mx/wp/?page_id=85)

Figura II.25: Antena de Sector

### 2.14.9 Antenas parabólicas

Las antenas parabólicas son las más potentes que se pueden adquirir (hasta 27 dBi), por lo que son las más indicadas para cubrir largas distancias entre emisor y receptor. Cuanta mayor ganancia tiene, mayor diámetro de rejilla. Factible para captura y utilización de señales de Internet de distancias extremas y enlaces distantes punto a punto.



**Fuente:** Obtenido de <http://www.blogopeda.com/2013/06/orienta-tu-antena-parabolica-con-ayuda-de-satelite-director/>

Figura II.26: Antena Parabólica

### 2.14.10 Antenas dipolo

Este tipo de antenas, están más indicadas para lugares pequeños, y más concretamente para uso de Access points. La ganancia de esas antenas oscila entre los 2 y los 7 dBi's.



**Fuente:** Obtenida de <http://www.twincomm.es/es/detalle.php?id=WD155-N>  
Figura II.27: Antena Dipolo

#### 2.14.11 Antenas integradas

Una antena cautiva es una antena que está integrada al Access point para proporcionar facilidad de instalación y diseño de WLAN. Es una antena omnidireccional que está diseñada para proporcionar diversidad de antena para ayudar a combatir la distorsión multiruta. Proporcionan un rendimiento de cobertura comparable a un par de antenas Rubberducky.



**Fuente:** Obtenida de <http://www.industriaembedahoy.com/modulo-gps-glonass-con-antena-integrada/>

Figura II.28: Antena Integrada

## 2.15 Red Ethernet

### Topología de redes

La topología de red es el aspecto físico que forman los equipos y el cableado de los mismos. Se pueden encontrar sistemas industriales con las siguientes topologías:

- ✓ Punto a punto.
- ✓ Bus.
- ✓ Árbol.
- ✓ Anillo.
- ✓ Estrella.

#### 2.15.1 Punto a punto



**Fuente:** Obtenida de <http://cursofoco9.blogspot.com/2010/12/topologia-de-las-redes.html>

Figura II.29: Topología de red Punto a punto

Es la más sencilla, ya que se basa en la conexión directa de dos equipos. Sus principales características son:

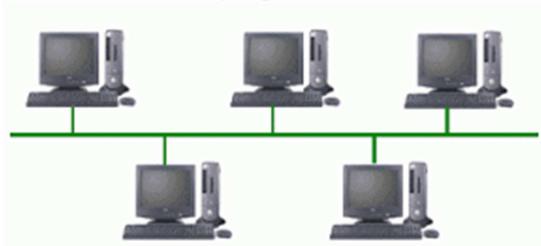
- ✓ No es necesario que dentro de la trama del mensaje se incluyan las direcciones, tanto de origen como la de destino.
- ✓ Se puede comunicar mediante Half-Duplex (RS-485) o Full-Duplex (RS-422). En este último es innecesario el tema de acceso al medio, ya que se puede comunicar bidireccionalmente y de forma simultánea.

- ✓ El sistema de cableado es sencillo y a veces sin necesidad de adaptadores de red (adaptadores).

#### Ventajas

- ✓ Topología simple en su instalación
- ✓ Fácil control de acceso a la red
- ✓ Si un nodo falla, el resto puede funcionar
- ✓ Su evolución fue hacia el tipo estrella

### 2.15.2 Bus



**Fuente:** Obtenida de <http://cursofico9.blogspot.com/2010/12/topologia-de-las-redes.html>

Figura II.30: Topología de red Bus

Una única línea, compartida por todos los nodos de la red. Al ser un bus compartido, antes de enviar un mensaje cada nodo ha de averiguar si el bus está libre.

Tan sólo un mensaje puede circular por el canal en cada momento. Si una estación emite su mensaje mientras otro mensaje está en la red, se produce una colisión.

#### Ventajas

- ✓ Coste de la instalación bajo.
- ✓ El fallo de un nodo no afecta al funcionamiento del resto de la red.

- ✓ Control de flujo sencillo.
- ✓ Todos los nodos pueden comunicarse entre sí directamente.
- ✓ La ampliación de nuevas estaciones o nodos es sencilla.

#### Inconvenientes

- ✓ Limitado en la distancia (10 Km), necesidad de repetidores por problemas de atenuación.
- ✓ Posibilidad elevada de colisiones en la red.
- ✓ Acaparamiento del medio cuando un nodo establece una comunicación muy larga.
- ✓ Dependencia total del canal. Si esta falla, la red se paraliza.

### 2.15.3 Árbol



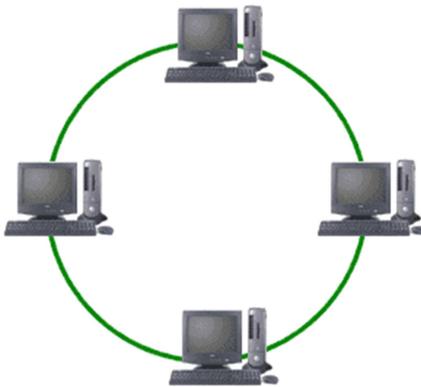
**Fuente:** Obtenida de <http://cursofoco9.blogspot.com/2010/12/topologia-de-las-redes.html>

Figura II.31: Topología de red Árbol

Está formado por un grupo de buses conectados entre sí, dando lugar a una estructura arbórea. Con este sistema se consigue mayor alcance que el proporcionado por un bus simple, aunque se incrementa el problema de la atenuación.

Este tipo de red puede aplicarse para dotar de una red por departamentos o zonas independientes dentro de una empresa.

#### 2.15.4 Anillo



**Fuente:** Obtenida de <http://www.monografias.com/trabajos53/topologias-red/topologias-red.shtml>

Figura II.32: Topología de red en Anillo

Es un caso especial de la conexión en bus, en el que los dos extremos se unen para formar un bus cerrado en forma de anillo. Sus características principales son:

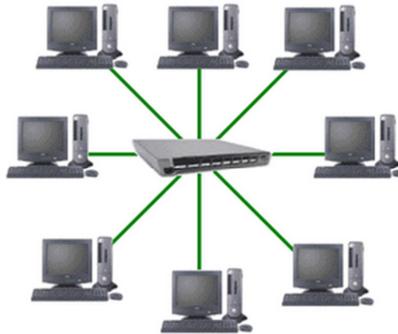
- ✓ La información fluye en un único sentido.
- ✓ El mecanismo de transmisión es dejar el mensaje y este circula por el anillo hasta llegar al receptor.
- ✓ Puede circular más de un mensaje por el anillo.
- ✓ La inserción de un nuevo equipo al anillo es fácil, tan sólo es necesario conectarlo físicamente al medio de transmisión.

- ✓ El rendimiento de la red puede ser muy elevado, la velocidad la marca el equipo más lento.
- ✓ El control es bastante simple desde el punto de vista de Hardware y Software.

Ventajas:

- ✓ No existe problemas de encaminamiento, todos los mensajes circulan por el mismo camino.
- ✓ La inserción de un nuevo nodo es fácil.
- ✓ No se produce colisiones.
- ✓ El rendimiento es alto, aunque la velocidad la marca el nodo más lento.
- ✓ No hay problemas de atenuación, cada nodo actúa como repetidor de la señal.

### 2.15.5 Estrella



Fuente: Obtenida de <http://cursofoco9.blogspot.com/2010/12/topologia-de-las-redes.html>

Figura II.32: Topología de red Estrella

Todos los puestos de trabajo están conectados a un mismo nodo de la red, llamado concentrador o HUB (repetidor de la información).

Este nodo central es el que controla toda la transferencia de información, con lo cual se crea una dependencia total de este elemento, puesto que si falla dicho elemento, cae con él toda la red.

Ventajas

- ✓ Mayor rendimiento, ya que la información va directamente del emisor al receptor sin pasar por nodos intermedios (excepto el HUB).
- ✓ Podemos añadir o suprimir nodos con suma facilidad.
- ✓ Fácil conexionado y mantenimiento.
- ✓ Admite diferentes velocidades.

## **2.16 Controlador Lógico Programable (PLC)**

### **2.16.1 Definición**

El Controlador Lógico Programable, conocido comúnmente como PLC o también como autómatas programables, es un dispositivo electrónico capaz de almacenar, estructurar y procesar la información que recibe a través de una serie de elementos conectados a las entradas del mismo o en forma de programa, para entregar una nueva información en sus salidas, permitiendo el funcionamiento automático de una secuencia o de un proceso, así como su optimización.

El PLC sustituye los elementos electromecánicos (contactores auxiliares, temporizadores neumáticos o electromecánicos) o electrónicos (temporizadores electrónicos) empleados en la etapa de tratamiento, en los automatismos eléctricos, y además es posible programarlo y modificar dicho programa, de acuerdo con las necesidades y procesos, sin tener que alterar el

cableado existente, únicamente empleando un programa o bien un computador si se tiene el software e interface adecuados.

## **2.16.2 Estructura del PLC**

### **2.16.2.1 Procesador o unidad central de proceso**

Es equivalente a la CPU de un computador. Es un microprocesador que se usa para el tratamiento de la información o de las instrucciones que contiene el programa, relativos al funcionamiento de la aplicación deseada.

### **2.16.2.2 Memoria**

Es la capacidad que tiene el PLC para almacenar un determinado programa o una cantidad determinada de instrucciones.

**RAM:** Se puede decir que es la memoria principal o de trabajo, a la cual se puede acceder en forma rápida y eficiente.

Puede ser del autómeta o del computador, por lo cual es posible transferir el programa de una aplicación de una memoria a otra.

**EEPRON:** Es la memoria de solo lectura, que es programable y borrrable eléctricamente. Es una zona de almacenamiento secundario o de seguridad del PLC. También es posible realizar transferencias del PLC a la memoria EEPRON y viceversa.

### **2.16.2.3 Bits internos o marcadores**

Son equivalentes a los contactos auxiliares. Memorizan los estados intermedios y se utilizan para y durante la ejecución de un programa.

#### 2.16.2.4 Bits sistemas

Controlan el correcto funcionamiento del PLC, así como el desarrollo y correcto funcionamiento del programa de aplicación.

Algunos son controlados exclusivamente por el sistema, otros por el usuario y otros por ambos.

Existen un buen número de bits sistema. Algunos de los más usados son:

<b>Bit Sistema</b>	<b>Descripción</b>
%S6	Bit cuyo cambio de estado temporiza un reloj interno, para que envíe un pulso eléctrico cada segundo.
%S21	Bit empleado para inicializar el grafcet. Normalmente se encuentra en estado 0, y pasa al estado 1 únicamente en el tratamiento preliminar, mediante la instrucción S o la bobina Set, inicializando el grafcet: las etapas activas se desactivan y las iniciales se activan. Vuelve nuevamente a 0 por acción del sistema, una vez inicializado el grafcet.
%S22	Bit que se emplea para poner el grafcet a 0. Normalmente el bit se encuentra en estado 0 y puede ponerse en estado 1 solamente por medio del programa, en el tratamiento preliminar, provocando la desactivación de todas las etapas activas del grafcet. Es puesto nuevamente a 0 por el sistema, una vez iniciada la ejecución del tratamiento secuencial.
%S23	Bit empleado para preposicionamiento e inmovilización del grafcet.

	<p>Normalmente se encuentra en estado <math>\emptyset</math>. Únicamente puede pasar al estado 1 mediante el programa del usuario, en el tratamiento preliminar, permitiendo validar el preposicionamiento del grafcet. Si se mantiene en el estado 1 se provoca la inmovilización del grafcet (interrumpiendo el proceso). Cuando se vuelva a <math>\emptyset</math>, por acción del sistema, continúa el grafcet a partir de la etapa en que había sido inmovilizado.</p>
--	---

**Fuente:** Obtenido de Instalaciones Eléctricas<sup>10</sup>

Tabla II.VII: Bits del Sistema

#### **2.16.2.5 Bits etapa**

Permite indicar el estado de activación o desactivación de las diferentes etapas del grafcet.

#### **2.16.2.6 Entradas (E)**

Normalmente este es uno de los primeros factores que se toma en cuenta para poder elegir correctamente un PLC, pues nos permite conocer la capacidad que tiene en cuanto al número de señales externas que pueden recibir.

Sirven para recibir las señales eléctricas procedentes de los elementos empleados en la etapa de detección (sensores, interruptores de posición, presostatos, etc.), mando (pulsadores, selectores) y protección (contacto NC,

---

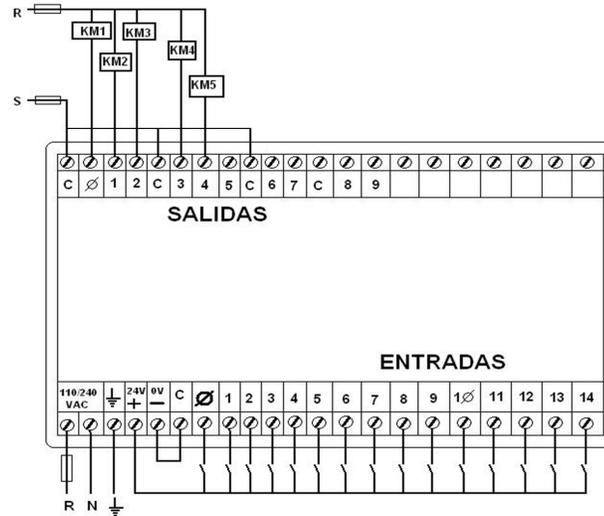
<sup>10</sup>**HÉCTOR H. DELGADO ORTIZ.**, Redes Inalámbricas., 1ªed., Lima-Perú., Macro E.I.R.L., 2009., pág. 55.

NA de los relés térmicos que se ubican en el circuito de mando) para convertirlas en señales comprensibles por un PLC.

Para las entradas es muy común el uso de 24 VDC, pero también se encuentran PLC en los cuales se emplea 110-120 VAC. En cualesquiera de estos casos las corrientes permitidas son muy pequeños (mA).

Los elementos de mando (pulsadores y selectores), así como todos los demás elementos que se conecten en las entradas (sensores, contactos de relés térmicos, etc.) deben ser únicamente NA. Las salidas se pueden realizar a través de relevos, transistores o triacs. Las corrientes que pueden circular por los elementos de salida son normalmente muy pequeñas (mA o a lo más 1 0 2 A), por lo cual es necesario observar muy bien las especificaciones que da el fabricante.

En el gráfico vemos de manera muy práctica la forma en que se conectan los elementos externos, tanto a las entradas como a las salidas del PLC:



Fuente: Realizado por los Autores

Figura II.33: Representación gráfica del PLC con sus E/S.

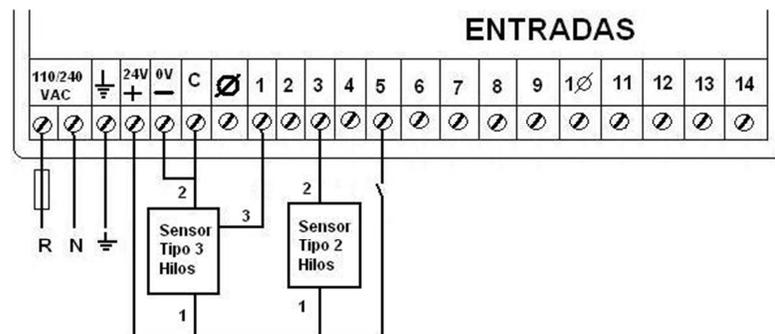
### 2.16.2.7 Salidas (S)

Elementos a través de los cuales se transmiten las órdenes de mando y de señalización, provenientes del tratamiento y la ejecución del programa, a los preaccionadores (normalmente a las bobinas de los contactores principales).

Como sucede con las entradas, para elegir un PLC es necesario conocer el número de salidas que tiene, para saber el número de preaccionadores que se puede controlar. Si las salidas funcionan con una E de 208V, una de las fases (S), debidamente protegida, se conecta al o a los puntos comunes (C). La otra fase (R), también con su protección, se conecta a las salidas (A2) de las bobinas. Las entradas de las bobinas (A1) se van conectando a las salidas (0, 1, 2, etc.) del PLC.

Si las entradas funcionan con 24 VDC: el negativo se conecta al común (C) del PLC y el positivo se conecta a las entradas de todos los elementos de mando, sensores, interruptores de posición, etc. Las salidas de estos elementos se van conectando a las entradas (0, 1, 2, etc.) que tiene el PLC.

Cuando se conectan sensores hay que tener en cuenta si son tipo 2 o 3 hilos: los de dos hilos prácticamente se conectan como si fueran pulsadores, en cambio los de tipo tres hilos tienen una conexión particular. En el siguiente gráfico podemos observar cómo se conecta un sensor PNP de tres hilos, un sensor de dos hilos y un pulsador.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura II.34: Conexión de sensores a las entradas del PLC

La gráfica presentada corresponde a la conexión de entradas en lógica positiva. Si las entradas fueran en lógica negativa el punto común se conecta con el positivo, y el negativo es el que va a los pulsadores, sensores NPN, interruptores de posición, etc.

Además puede verse la forma en que se conecta a la alimentación del PLC: si se emplea una fase y neutro se protege únicamente la fase; si se emplean las dos fases debe protegerse ambas. Otro aspecto importante es la conexión de puesta a tierra del PLC.

### **2.16.3 Funciones de un PLC**

Un PLC realiza, entre otras, las siguientes funciones:

- ✓ Recoger datos de las fuentes de entrada a través de las fuentes digitales y analógicas.
- ✓ Tomar decisiones en base a criterios pre programado.
- ✓ Almacenar datos en la memoria.
- ✓ Generar ciclos de tiempo.
- ✓ Actuar sobre los dispositivos externos mediante las salidas analógicas y digitales.
- ✓ Comunicarse con otros sistemas externos.

Los PLC pueden ser programados para controlar cualquier tipo de máquina, además de poder ser programados, son automáticos, es decir son aparatos que comparan las señales emitidas por la máquina controlada y toman decisiones en base a las instrucciones programadas, para mantener estable la operación de dicha máquina.



**Fuente:** Realizada por los Autores  
**Figura II.35:** PLC Telemecanique

#### **2.16.4 Clasificación de los PLC**

Los PLC pueden clasificarse, en función de sus características en:

##### **2.16.4.1 PLC Nano**

Generalmente es un PLC de tipo compacto (es decir, que integra la fuente de alimentación, la CPU y las entradas y salidas) que puede manejar un conjunto reducido de entradas y salidas, generalmente en un número inferior a 100. Este PLC permite manejar entradas y salidas digitales y algunos módulos especiales.

##### **2.16.4.2 PLC Compacto**

Estos PLC tienen incorporada la fuente de alimentación, su CPU y los módulos de entrada y salida en un solo módulo principal y permiten manejar desde unas pocas entradas y salidas hasta varios cientos (alrededor de 500 entradas y salidas), su tamaño es superior a los PLC tipo Nano y soportan una gran variedad de módulos especiales, tales como:

- ✓ Entradas y salidas análogas

- ✓ Módulos contadores rápidos
- ✓ Módulos de comunicaciones
- ✓ Interfaces de operador
- ✓ Expansiones de entrada y salida

#### **2.16.4.3 PLC Modular**

Estos PLC se componen de un conjunto de elementos que conforman el controlador final. Estos son:

- ✓ El Rack
- ✓ La fuente de alimentación
- ✓ La CPU
- ✓ Los módulos de entrada y salida

De estos tipos de PLC existen desde los denominados Micro-PLC que soportan gran cantidad de entradas y salida, hasta los PLC de grandes prestaciones que permiten manejar miles de entradas y salidas.

#### **2.16.5 Ventajas**

Las ventajas de los PLC son las siguientes:

- ✓ Reduce muchísimo el volumen y las dimensiones de los tableros de control.
- ✓ El cableado es mucho más simple que con lógica cableada
- ✓ Gran facilidad para la modificación o cambios en los procesos
- ✓ Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos

- ✓ Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado y añadir aparatos.
- ✓ Mínimo espacio de ocupación
- ✓ Menor coste de mano de obra de la instalación
- ✓ Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.
- ✓ Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo de cableado.

## **2.17 Programación del PLC**

### **2.17.1 Definición de Programar**

Programar es introducir una serie de instrucciones literales o gráficas para que el PLC las ejecute. Está conformado por unas funciones lógicas que tratan la información recibida en las entradas, para elaborar una nueva información en las salidas. La programación es sistema booleano solo reconoce dos estados o situaciones: nivel lógico 1 (activado, presencia, cerrado) y nivel lógico  $\emptyset$  (desactivado, ausente, abierto).

Para programar se emplean las consolas de programación o programadores. Actualmente es mucho más práctico y además ofrece mayores ventajas, el uso de un computador, siempre que se tenga el software y la interface requeridos.

### **2.17.2 Lenguajes de programación**

Existen Diferentes lenguajes de programación empleados para programar un PLC, como por ejemplo:

- ✓ Po lista de instrucciones

- ✓ Lenguaje Ladder o Escalera
- ✓ Lenguaje Grafcet.

### 2.17.3 Programación por lista de instrucciones

Es un lenguaje de texto de tipo booleano. Cada renglón o label está compuesto por dirección, instrucción y operador:

DIRECCIÓN	INSTRUCCIÓN	OPERANDO
ØØØ	LD	%IØ.1
ØØ1	OR	%QØ.1
ØØ2	ANDN	%IØ.2
ØØ3	ST	%QØ.1

**Fuente:** Realizada por los Autores

Figura II.36: Lenguajes de programación de texto booleano

Los esquemas a contactos y grafcet se pueden introducir en el PLC mediante el lenguaje por lista de instrucciones.

Las instrucciones que se usan y la forma en que se usan, se verán en forma práctica, en la medida que se vaya viendo las diferentes aplicaciones y funciones del PLC.

### 2.17.4 Lenguaje Grafcet

El Lenguaje Grafcetes un sistema grafico (secuencial) muy funcional que facilita el diseño de automatismos, especialmente en los procesos secuenciales.

El diseño se realiza en función de un proceso secuencial, descomponiéndolo en una serie de etapas sucesivas y asociadas entre sí mediante determinadas

transiciones hasta formar un proceso cerrado y/o ciclo, de tal manera que la última etapa debe retornar siempre a la primera etapa u a una de las anteriores.

#### **2.17.4.1 Características**

- ✓ Tiene unas reglas de edición sencillas.
- ✓ Muy adecuado para plantear estructuras secuenciales.
- ✓ Hay paquetes de programación que permiten programar el PLC directamente en GRAFCET.
- ✓ El GRAFCET complementa los principios del álgebra de Boole con una detallada descripción gráfica de un proceso.

#### **2.17.4.2 Conceptos**

##### **Estados.**

Estado de un elemento: Posibles valores que puede tomar un elemento.

Ejemplo:

- ✓ Estado apagado de una lámpara.
- ✓ Estado encendido de una lámpara.
- ✓ Interruptor abierto.
- ✓ Interruptor cerrado.

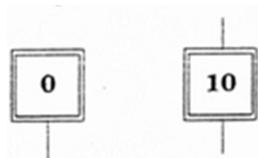
Los estados tienen dos estados complementarios (0 ó 1)

#### **2.17.4.3 Estado de un sistema**

Es una combinación de los posibles estados de los elementos que componen el sistema.

#### 2.17.4.4 Elementos de un GRAFCET

##### **Etapas Iniciales.**



**Fuente:** Obtenida de <http://www.iesmigueldecervantes.com/publica/sef/pedro/grafcet.pdf>

Figura II.37: Representación gráfica de la Etapa Inicial

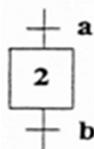
En un grafcet se representan por un doble cuadrado la etapa inicial. Son aquellas que se activan cuando se conecta el sistema.

Un sistema puede tener más de una etapa inicial si se trabaja con diagramas simultáneos.

Cuando se activa una etapa inicial todas las demás quedan desactivadas. Las etapas están numeradas de una forma ordenada, secuencial mente, siendo la etapa "0 " la primera y hasta "n" la última, coincidiendo con los estados del automatismo.

##### **Etapas normales.**

Normalmente a cada etapa que realiza una acción que modifica el estado de algún elemento salida del sistema se le asocia un rectángulo a la derecha de la etapa para representar el estado de dicha etapa.



**Fuente:** Obtenido de <http://www.iesmigueldecervantes.com/publica/sef/pedro/grafcet.pdf>

Figura II.38: Representación de Etapas normales

## Transiciones.



Fuente: Obtenido de <http://www.iesmigueldecervantes.com/publica/sef/pedro/grafcet.pdf>

Figura II.39: Representación de Transiciones

Son condiciones lógicas de la evolución del sistema. Una transición señala el traspaso de una etapa a otra. Es una barrera que separa dos etapas y a la cual solo se puede llegar si la etapa de procedencia está activa.

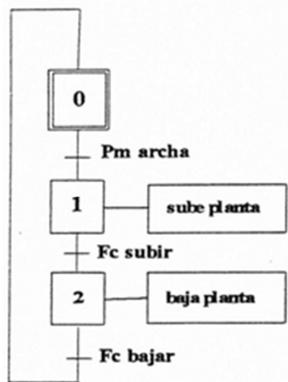
Una transición puede tener una condición simple:

- ✓ Estado apagado de una lámpara.
- ✓ Estado encendido de una lámpara.
- ✓ Pulsar un pulsador.
- ✓ Activación de un temporizador.
- ✓ Activación de una etapa.

### 2.17.4.5 Estructuras básicas

#### Secuencia Básica.

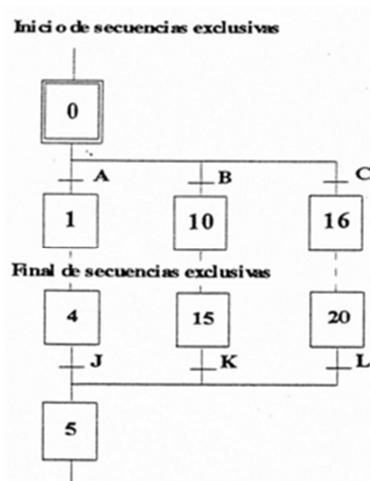
Diremos que es una secuencia única cuando el diagrama tiene una sola rama, el conjunto de las etapas se activará una tras la otra, después de verificarse la transición que las separa.



Fuente: Obtenida de <http://www.iesmigueldecervantes.com/publica/sef/pedro/grafcet.pdf>

Figura II.40: Secuencia Básica

### Bifurcación en "O"



Fuente: Obtenida de <http://www.iesmigueldecervantes.com/publica/sef/pedro/grafcet.pdf>

Figura II.41: Bifurcación en "O"

Cuando en la evolución de un automatismo, llega a un punto en el cual la evolución del mismo tiene que decidir más de un posible camino tenemos una bifurcación en O.

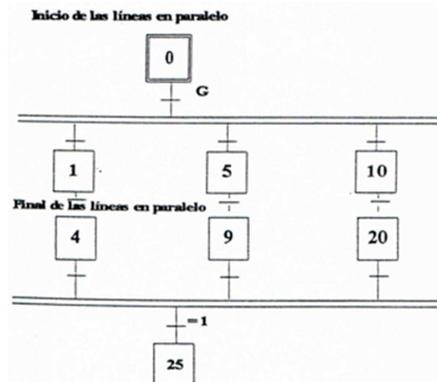
Estando activa la etapa efectuar para las etapas 1 producirá a través de la O, la evolución se podrá o 10 o 16. La evolución se primera transición que sea verificada, seguidamente se desactivara la etapa 0, lo que hará imposible que

las otras secuencias se activen, hasta que no esté activa de nuevo la etapa de entrada.

### **Bifurcación en "Y".**

Cuando en la evolución de un automatismo llegamos a un punto en el cual la evolución del mismo ha de seguir por más de un camino, el graficet se representa con la doble línea paralela.

Al llegar a una bifurcación en Y el sistema evoluciona simultáneamente por todos los caminos al mismo tiempo. Así por ejemplo si se activa la etapa 0 y se cumple la condición G se activaran al mismo tiempo las etapas 1, 5 y 10 y se desactiva la etapa 0.

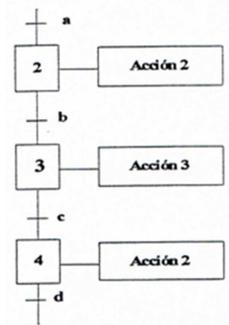


**Fuente:** Obtenida de <http://www.iesmigueldecervantes.com/publica/sef/pedro/graficet.pdf>

Figura II.42: Bifurcación en "Y"

Al final de las ramas se coloca una etapa de espera y hasta que no terminen todas las secuencias no evolucionará el sistema a la siguiente etapa.

### **Traducción tecnológica de los graficet.**



Fuente: Obtenida de <http://www.iesmigueldecervantes.com/publica/sef/pedro/grafcet.pdf>

Figura II.43: Diagrama simple de grafcet

La ecuación de la etapa ET3:

$$ET3 = (ET2 * b + ET3) * ET4'$$

**Fuente:** Realizada por los Autores  
Ecuación: II.2: Resultante de la figura II.43

Es decir la etapa ET3 se activa si ET2 está activa y la transición b se verifica. Una vez activada queda auto mantenida y nada más es desactivada cuando la etapa ET4 se activa, ya que su negación sería falsa.

### **2.17.5 Lenguaje Ladder (Escalera)**

Con el fin de simplificar la tarea de programación, y de hacerla accesible a quienes no han tenido experiencia previa con computadores, se han concebido distintos métodos estándares de programación de PLC, por ejemplo la utilización de símbolos gráficos que representan determinadas operaciones básicas del PLC (Grafcet). La principal ventaja de este sistema es que está estandarizado y que no depende de la marca de PLC que se está programando. Además, existen programas para computadoras que permiten construir los programas de PLC de forma gráfica, por manipulación de estos símbolos. Finalmente, existe el método de programación Ladder, que dada su sencillez y similitud con un diagrama eléctrico es el más difundido.

La Programación Ladder (Escalera), es un lenguaje gráfico, derivado del lenguaje de relés. Mediante símbolos representa contactos, bobinas, etc. Como se mencionó anterior mente su principal ventaja es que los símbolos básicos

están normalizados según el estándar IEC y son empleados por todos los fabricantes.

Los símbolos básicos son:

Símbolo	Nombre	Descripción
	Contacto NA	Se activa cuando hay un uno lógico en el elemento que representa, esto es, una entrada (para captar información del proceso a controlar), una variable interna o un bit de sistema.
	Contacto NC	Su función es similar al contacto NA anterior, pero en este caso se activa cuando hay un cero lógico, cosa que deberá de tenerse muy en cuenta a la hora de su utilización.
	Bobina NA	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) da un uno lógico. Su activación equivale a decir que tiene un uno lógico. Suele representar elementos de salida, aunque a veces puede hacer el papel de variable interna.
	Bobina NC	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) da un cero lógico. Su activación equivale a decir que tiene un cero lógico. Su comportamiento es complementario al de la bobina NA.

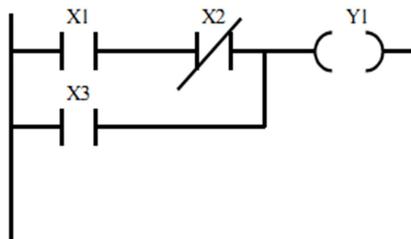
	Bobina SET	Una vez activa (puesta a 1) no se puede desactivar (puesta a 0) si no es por su correspondiente bobina en RESET. Sirve para memorizar bits y usada junto con la bobina RESET dan una enorme potencia en la programación.
	Bobina SET	Permite desactivar una bobina SET previamente activada.
	Bobina JUMP	Permite saltarse instrucciones del programa e ir directamente a la etiqueta que se desee. Sirve para realizar subprogramas.

Fuente: Realizada por los Autores

**Tabla II.8:** Símbolos básicos en la programación LADDER

En estos diagramas la línea vertical a la izquierda representa un conductor con tensión, y la línea vertical a la derecha representa tierra.

Por ejemplo:



Fuente: Realizado por los Autores

**Figura II.44:** Ejemplo de programación en LADDER

Con este tipo de diagramas se describe normalmente la operación eléctrica de distinto tipo de máquinas, y puede utilizarse para sintetizar un sistema de control y, con las herramientas de software adecuadas, realizar la programación del PLC.

Se debe recordar que mientras que en el diagrama eléctrico todas las acciones ocurren simultáneamente, en el programa se realizan en forma secuencial, siguiendo el orden en el que los rungs (escalones) fueron escritos, y que a diferencia de los relés y contactos reales (cuyo número está determinado por la implementación física de estos elementos), en el PLC podemos considerar que existen infinitos contactos auxiliares para cada entrada, salida, relé auxiliar o interno, etc.

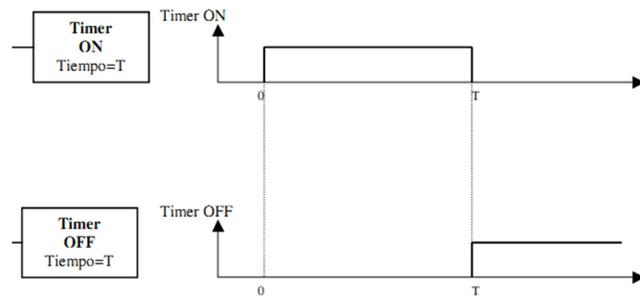
#### **2.17.5.1 Los contactos**

Los elementos a evaluar para decidir si activar o no las salidas en determinado "escalón", son variables lógicas o binarias, que pueden tomar solo dos estados: 1 ó 0, Estos estados que provienen de entradas al PLC o relés internos del mismo. En la programación Escalera (Ladder), estas variables se representan por contactos, que justamente pueden estar en solo dos estados: abierto o cerrado. Los contactos se representan con la letra "E" y dos números que indicaran el modulo al cual pertenecen y la bornera al la cual están asociados.

#### **2.17.5.2 Los temporizadores**

Como lo indica su nombre, cada vez que alcanzan cierto valor de tiempo activan un contacto interno. Dicho valor de tiempo, denominado PRESET o meta, debe ser declarado por el usuario.

Luego de haberse indicado el tiempo de meta, se le debe indicar con cuales condiciones debe empezar a temporizar, o sea a contar el tiempo. Para ello, los temporizadores tienen una entrada denominada START, a la cual deben llegar los contactos o entradas que sirven como condición de arranque. Dichas condiciones, igual que cualquier otro renglón de Ladder, pueden contener varios contactos en serie, en paralelo, normalmente abiertos o normalmente cerrados. Una de las tantas formas de representación sería:



**Fuente:** Obtenida de <http://www.iesmigueldecervantes.com/publica/sef/pedro/grafcet.pdf>

Figura II.45: Representación de un temporizador

### 2.17.5.3 Los contadores

Definidos como posiciones de memoria que almacenan un valor numérico, nos permite contar y/o descontar impulsos que enviemos al contacto que lo activa (p.e. número de botes, sacos, piezas, etc.) entre 0 y 999, según la configuración dada a dicho contador.

Como los temporizadores, un contador debe tener un valor prefijado como meta o PRESET, el cual es un número que el usuario programa para que dicho contador sea activo o inactivo según el valor alcanzado.

Dependiendo del software, puede ocurrir que el contador empiece en su valor de presente y cuente hacia abajo hasta llegar a cero, momento en el cual entraría a ser activo.

- ✓ Es el lenguaje booleano basado en circuitos gráficos.
- ✓ El esquema grafico es muy similar al esquema de funcionamiento horizontal: las líneas de alimentación se representan verticalmente, y las líneas en las cuales se ubican los contactos y bobinas son horizontales.
- ✓ Únicamente se emplean contactos NA y NC, debidamente identificados en la parte superior del símbolo.
- ✓ Todo circuito parcial debe concluir necesariamente en un operando (bobina) o bloque de función.
- ✓ Realizado el esquema de una aplicación, se concluye con un circuito que indica el fin de la misma.
- ✓ Para introducir un programa grafico en el PLC se puede usar dicho esquema o bien por lista de instrucciones, dependiendo del programador o software empleado.

## **CAPÍTULO III**

---

### **3 COMPONENTES DEL MODULO PALETIZADOR**

#### **3.1 PROCESO DE PALETIZADO**

##### **3.1.1 Definición de procesos paletizado**

El paletizado es la acción y efecto de disponer mercancía sobre un palé para su almacenaje y transporte.

La carga de un palé se puede realizar a mano, si bien no es el sistema más usual. En muchos países el peso máximo de un paquete que puede ser manipulado a mano es de 25 kg y está, cada vez más, limitado a 15 kg para adaptarse a las limitaciones femeninas y prevenir las paradas de trabajo por

dolores de espalda y otras dolencias. Lo más habitual es manipular las cargas mecánicamente.

#### **3.1.1.1 Definición de pale**

Un palé o paleta es un armazón de madera, plástico u otros materiales empleado en el movimiento de carga ya que facilita el levantamiento y transporte. El primero en emplearlo fue el ejército estadounidense para el suministro de sus tropas en Europa durante la Segunda Guerra Mundial.

#### **3.1.1.2 Maquinas paletizadoras**

Existen diferentes tipos de máquinas específicas para realizar operaciones de paletizado. En la figura III.1, se muestra un robot paletizador, en la cual presenta ventajas en cuanto a velocidad y coste, sin embargo, son rígidas en cuanto a su funcionamiento, siendo incapaces de modificar su tarea de carga y descarga.

Así pues, los robots realizan con ventaja aplicaciones de palatización en las que la forma, número o características generales de los productos a manipular, cambian con relativa frecuencia. En estos casos, un programa de control adecuado permite resolver la operación de carga y descarga, optimizando los movimientos del robot, aprovechando la capacidad del palet o atendiendo a cualquier otro imperativo.

Generalmente, las tareas de palatización implican el manejo de grandes cargas, de peso y dimensiones elevadas. Por este motivo, los robots empleados en este tipo de aplicaciones acostumbran a ser robots de gran tamaño, con una capacidad de carga de 10 a 100 kg. No obstante, se pueden encontrar aplicaciones de palatización de pequeñas piezas, en las que un robot con una capacidad de carga de 5 kg es suficiente.



**Fuente:** Obtenido de [http://www.precisionperu.com/divisiones/Empaque\\_robot\\_paletizador.php](http://www.precisionperu.com/divisiones/Empaque_robot_paletizador.php)

Figura III.1: Brazo de robot para paletizar

Generalmente son procesos finales dentro de una línea de producción que consiste en clasificar partes o piezas dependiendo de sus características, para luego ser almacenadas en contenedores diferentes.

## **3.2 Transporté a la paletizadora**

### **3.2.1 Banda transportadora**



**Fuente:** Obtenido de <http://elblogdelprofesordetecnologia.blogspot.com/2010/05/cinta-transportadora.html>

Figura III.2: Banda transportadora

Las bandas transportadoras son elementos auxiliares de las instalaciones cuya misión es la de recibir un producto y conducirlo a otro punto. Son aparatos que funcionan solos, intercalados en las líneas de proceso y que no requieren generalmente ningún operario que manipule directamente sobre ellos de forma continuada.

Las bandas transportadoras se usan como componentes en la distribución y almacenaje automatizados. Combinados con equipos informatizados de manejo de palés, permiten ahorrar mano de obra y transportar rápidamente grandes volúmenes en los procesos.

### **3.2.1.1 Características generales**

Las bandas transportadoras son dispositivos para el transporte horizontal o inclinado de objetos sólidos o material a granel, sus ventajas principales son:

- ✓ Gran velocidad.
- ✓ Grandes distancias.
- ✓ mover grandes volúmenes de manera rápida

- ✓ Almacenamiento y distribución de materiales en la industria

### 3.3 Sensores

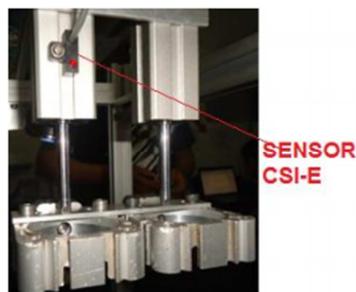
#### 3.3.1 Sensor Óptico IBEST



**Fuente:** Realizada por los Autores  
Figura III.3: Sensor Óptico IBEST

Los sensores ópticos (Figura III.3) basan su funcionamiento en la emisión de un haz de luz que es interrumpido o reflejado por el objeto a detectar. Tiene muchas aplicaciones en el ámbito industrial y son ampliamente utilizados.

#### 3.3.2 Sensor Magnético CSI-E



**Fuente:** Realizada por los Autores  
Figura III.4: Sensor Magnético CSI-E

Este sensor detecta la presencia magnética, se emplean para la identificación de objetos, para funciones contadoras y para toda clase de controles de nivel de carga de materiales sólidos o líquidos.

### 3.4 Electroválvulas



**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura III.5: Electroválvula AIRTAC

Una electroválvula (Figura III.5) es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería. Una electroválvula tiene dos partes fundamentales: el solenoide y la válvula. El solenoide convierte energía eléctrica en energía mecánica para actuar la válvula.

### 3.5 Sensor Capacitivo PNP IBJT



**Fuente:** Realizada por los Autores  
Figura III.6: Sensor Capacitivo PNP IBJT

Los sensores capacitivos (Figura III.6) reaccionan ante metales y no metales que al aproximarse a la superficie activa sobrepasan una determinada capacidad. La distancia de conexión respecto a un determinado material es tanto mayor cuanto más elevada sea su constante dieléctrica.

### 3.6 PLC



**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura III.7: PLC Telemecanique

Los PLC sirven para realizar automatismos, se puede ingresar un programa en su disco de almacenamiento, y con un microprocesador integrado, corre el programa, se tiene que saber que hay infinidad de tipos de PLC. Los cuales tienen diferentes propiedades, que ayudan a facilitar ciertas tareas para las cuales se los diseñan.

Para que un PLC logre cumplir con su función de controlar, es necesario programarlo con cierta información acerca de los procesos que se quiere secuenciar. Esta información es recibida por captadores, que gracias al

programa lógico interno, logran implementarla a través de los accionadores de la instalación.

## **CAPÍTULO IV**

---

### **4 CONTROL Y PROGRAMACIÓN DEL MODULO DE COMUNICACIÓN VÍA RADIO**

#### **4.1 PLC Telemecanique**

##### **4.1.1 Análisis del estándar IEC**

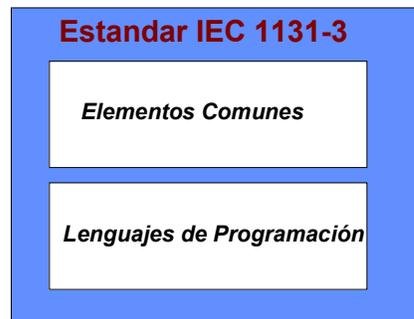
En la actualidad aún siguen persistiendo sistemas de control específicos del fabricante, con programación dependiente y conexión compleja entre distintos sistemas de control. Esto significa para el usuario costos elevados, escasa flexibilidad y falta de normalización en las soluciones al control industrial.

IEC 61131 es el primer paso en la estandarización de los autómatas programables y sus periféricos, incluyendo los lenguajes de programación que se deben utilizar. Esta norma se divide en cinco partes:

- ✓ Parte 1: Vista general.
- ✓ Parte 2: Hardware.
- ✓ Parte 3: Lenguaje de programación.
- ✓ Parte 4: Guías de usuario.
- ✓ Parte 5: Comunicación.

Otra visión distinta es dividir el estándar en dos partes:

- ✓ Elementos comunes.
- ✓ Lenguajes de programación.



**Fuente:** Obtenido de [http://www.infoplc.net/files/doc/infoPLC\\_net\\_Intro\\_estandar\\_IEC\\_61131-3.pdf](http://www.infoplc.net/files/doc/infoPLC_net_Intro_estandar_IEC_61131-3.pdf)

Figura IV.1: División del estándar IEC en dos parte

#### 4.1.1.1 Elementos Comunes

##### Tipos de datos

Dentro de los elementos comunes, se definen los tipos de datos. Los tipos de datos previenen de errores en una fase inicial. Los tipos comunes de datos son: variables booleanas, número entero, número real, byte y palabra, pero también fechas, horas del día y cadenas (strings).

Basado en estos tipos de datos, el usuario puede definir sus propios tipos de datos, conocidos como tipos de datos derivados. De este modo, se puede definir por ejemplo un canal de entrada analógica como un tipo de dato.

### **Variables**

Las variables permiten identificar los objetos de datos cuyos contenidos pueden cambiar, por ejemplo, los datos asociados a entradas, salidas o a la memoria del autómata programable. Una variable se puede declarar como uno de los tipos de datos elementales definidos o como uno de los tipos de datos derivados. De este modo se crea un alto nivel de independencia con el hardware, favoreciendo la reusabilidad del software.

La extensión de las variables está normalmente limitada a la unidad de organización en la cual han sido declaradas, pudiendo ser:

- ✓ Variables locales
- ✓ Variables Globales

### **Unidades de Organización de Programa**

Dentro de IEC 1131-3, los programas, bloques Funcionales y funciones se denominan Unidades de Organización de Programas, *POU's*.

### **Funciones**

IEC 61131-3 especifica funciones estándar y funciones definidas por usuario. Las funciones estándar son por ejemplo ADD (suma), ABS (valor absoluto), SQRT (raíz cuadrada), SIN (seno), y COS (coseno). Las funciones definidas

por usuario, una vez implementadas pueden ser usadas indefinidamente en cualquier POU.

Las funciones no pueden contener ninguna información de estado interno, es decir, que la invocación de una función con los mismos argumentos (parámetros de entrada) debe suministrar siempre el mismo valor (salida).

### **Bloques Funcionales, FB's**

Los bloques funcionales son los equivalentes de los circuitos integrados, IC's, que representan funciones de control especializadas. Los FB's contienen tanto datos como instrucciones, y además pueden guardar los valores de las variables (que es una de las diferencias con las funciones). Tienen un interfaz de entradas y salidas bien definido y un código interno oculto, como un circuito integrado o una caja negra. De este modo, establecen una clara separación entre los diferentes niveles de programadores.

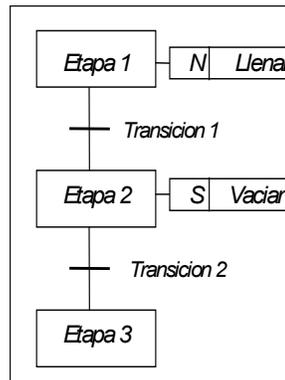
Los bloques funcionales pueden ser escritos por el usuario en alguno de los lenguajes de la norma IEC, pero también existen FB's estándar (biestables, detección de flancos, contadores, temporizadores, etc.). Existe la posibilidad de ser llamados múltiples veces creando copias del bloque funcional que se denominan instancias.

### **Programas**

Los programas son un conjunto lógico de todos los elementos y construcciones del lenguaje de programación que son necesarios para el tratamiento de señal

previsto que se requiere para el control de una máquina o proceso mediante el sistema de autómatas programables. Un programa puede contener, aparte de la declaración de tipos de datos, variables y su código interno, distintas instancias de funciones y bloques funcionales.

### Gráfico Funcional Secuencial (SFC)



**Fuente:** Obtenido de [http://www.infoplcn.net/files/doc/infoPLC\\_net\\_Intro\\_estandar\\_IEC\\_61131-3.pdf](http://www.infoplcn.net/files/doc/infoPLC_net_Intro_estandar_IEC_61131-3.pdf)

Figura IV.2: Gráfico funcional secuencias

SFC describe gráficamente el comportamiento secuencial de un programa de control. Esta definición deriva de las Redes de Petri y Grafset (IEC 848), con las modificaciones adecuadas para convertir las representaciones de una norma de documentación en un conjunto de elementos de control de ejecución para una POU de un autómatas programables.

SFC ayuda a estructurar la organización interna de un programa, y a descomponer un problema en partes manejables, los elementos del SFC proporcionan un medio para subdividir una POU de un autómatas programables en un conjunto de etapas y transiciones interconectadas por medio de enlaces

directos. Cada etapa lleva asociados un conjunto bloques de acción y a cada transición va asociada una condición de transición que cuando se cumple, causa la desactivación de la etapa anterior a la transición y la activación de la siguiente.

#### 4.1.1.2 Lenguajes de Programación

Se definen cuatro lenguajes de programación normalizados. Esto significa que su sintaxis y semántica ha sido definida, no permitiendo particularidades distintivas (dialectos). Una vez aprendidos se podrá usar una amplia variedad de sistemas basados en esta norma.

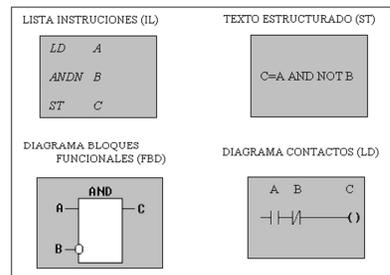
Los lenguajes consisten en dos de tipo literal y dos de tipo gráfico:

Literales:

- ✓ Lista de instrucciones (IL).
- ✓ Texto estructurado (ST).

Gráficos:

- ✓ Diagrama de contactos (LD).
- ✓ Diagrama de bloques funcionales (FBD).



**Fuente:** Obtenido de [http://www.infoplcn.net/files/doc/infoPLC\\_net\\_Intro\\_estandar\\_IEC\\_61131-3.pdf](http://www.infoplcn.net/files/doc/infoPLC_net_Intro_estandar_IEC_61131-3.pdf)

Figura IV.3: Descripción de una instrucción en los diferentes lenguajes

En la Figura IV.3 superior, los cuatro programas describen la misma acción. La elección del lenguaje de programación depende de:

- ✓ Los conocimientos del programador
- ✓ El problema a tratar
- ✓ El nivel de descripción del proceso
- ✓ La estructura del sistema de control
- ✓ La coordinación con otras personas o departamentos.

Los cuatro lenguajes están interrelacionados y permiten su empleo para resolver conjuntamente un problema común según la experiencia del usuario.

#### **Diagrama de contactos (LD)**

El lenguaje de contactos (LD) está basado en la presentación gráfica de la lógica de relés.

#### **Lista de Instrucciones (IL)**

La lista de Instrucciones es el modelo de lenguaje ensamblador basado un acumulador simple.

#### **Diagramas de Bloques Funcionales (FBD)**

El diagrama de bloques funcionales es muy común en aplicaciones que implican flujo de información o datos entre componentes de control. Las funciones y bloques funcionales aparecen como circuitos integrados y es ampliamente utilizado.

### **Lenguaje Texto estructurado (ST)**

El lenguaje Texto estructurado es un lenguaje de alto nivel con orígenes en el Ada, Pascal y 'C'; puede ser utilizado para codificar expresiones complejas e instrucciones anidadas; este lenguaje dispone de estructuras para bucles (REPEAT-UNTIL; WHILE-DO), ejecución condicional (IF-THEN-ELSE; CASE), funciones (SQRT, SIN, etc.).

### **Ventajas**

- ✓ Se reduce el gasto en recursos humanos, formación, mantenimiento y consultoría.
- ✓ Evita las fuentes habituales de problemas por el alto nivel de flexibilidad y reusabilidad del software.
- ✓ Las técnicas de programación son utilizables en amplios sectores (control industrial en general).
- ✓ Combinan adecuadamente diferentes elementos que pueden provenir de diferentes fabricantes, programas, proyectos...
- ✓ Incrementa la conectividad y comunicación entre los distintos departamentos y compañías.

### **4.1.2 Lenguaje de programación**

El lenguaje de programación es un idioma artificial diseñado para expresar instrucciones que pueden ser llevadas a cabo por máquinas como las computadoras. Pueden usarse para crear programas que controlen el

comportamiento físico y lógico de una máquina, para expresar algoritmos con precisión.

El lenguaje de programación empleado para la programación y configuración del PLC fue el diagrama de contactos ya que es un lenguaje estandarizado por IEC, además ofrece grandes ventajas al momento de realizar la programación del PLC.

Mientras que para realizar el diseño e implementación del HMI se empleó el software de National Instrument LabView 2012, ya que este software emplea el lenguaje de programación gráfica, el mismo que es muy fácil e intuitivo para el programador, además ofrece un sinnúmero de opciones para crear múltiples interfaces gráficas.

### **4.1.3 Programación del PLC Telemecanique**

#### **4.1.3.1 Configuración del PLC utilizando el software de programación TwidoSuite V 2.20.11**

##### **TwidoSuite versión 2.20**

TwidoSuite es el primer software que está organizado según el ciclo de desarrollo del proyecto. La navegación por el software es tan sencilla que se convierte en innata.

TwidoSuite es un entorno de desarrollo gráfico, lleno de funciones para crear, configurar y mantener aplicaciones de automatización para los autómatas programables Twido de Telemecanique. Permite crear programas con distintos

tipos de lenguaje, después de transferir la aplicación para que se ejecute en un autómeta. El software de programación TwidoSuite está diseñado para ejecutarse en varios sistemas operativos como: Windows 2000/XP/Vista/7.

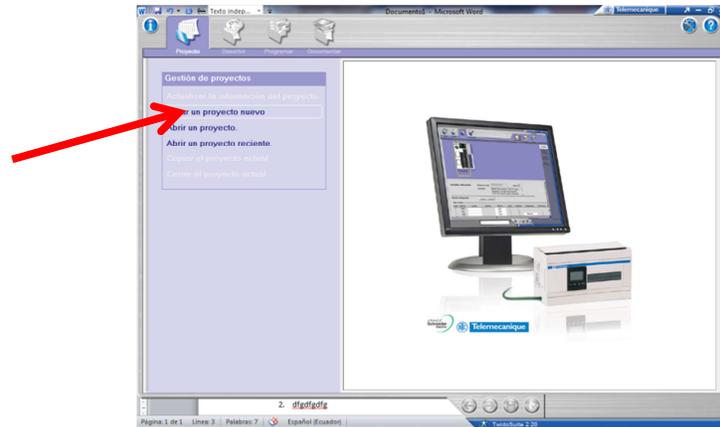
### Configuración y programación del PLC

Una vez instalado el programa TwidoSuite se lo ejecuta, aparecerá una pantalla como la que se indica en la figura IV.4, seleccionamos el idioma y la opción de modo programación.



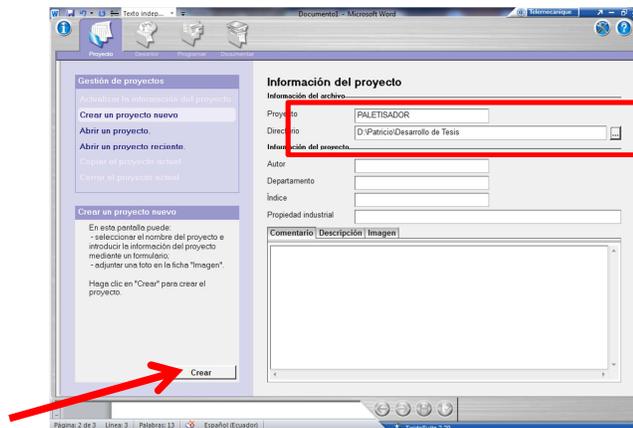
**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.4: Inicio del Programa TwidoSuite

Realizado el paso anterior se despliega una ventana similar a la siguiente en la cual se debe seleccionar la opción Crear un programa nuevo



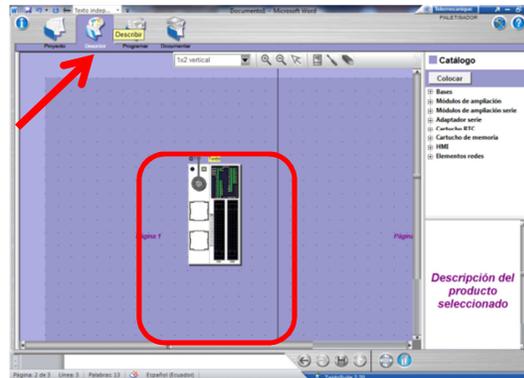
Fuente: Realizado por los Autores  
Figura IV.5: Creando nuevo proyecto

En este paso llenaremos los campos nombre y seleccionamos la dirección donde deseemos que nuestro programa se guarde, una vez llenado los campos indicados procedemos a hacer clic en **crear**.



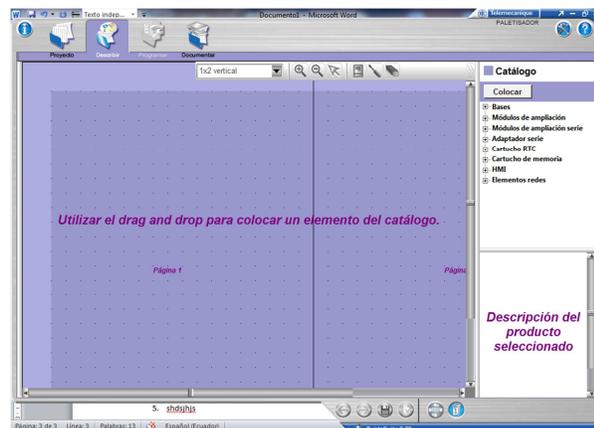
Fuente: Realizado por los Autores  
Figura IV.6: Asignación de nombre del proyecto

Una vez creado el programa con los datos especificados, seleccionar Describir en el cual aparece una pantalla, en el que procedemos a seleccionar el dispositivo y eliminarlo para posteriormente seleccionar el PLC con el cual se trabajara.



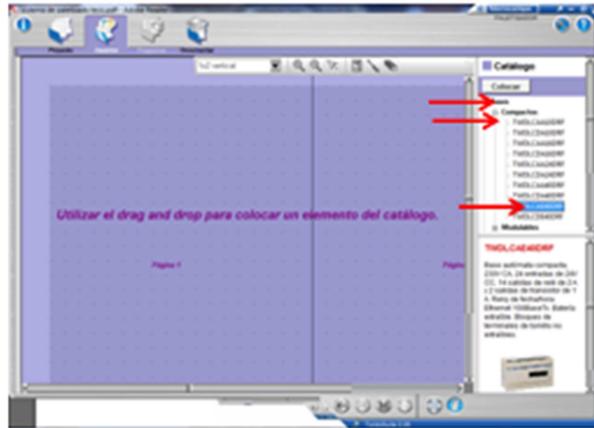
**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.7: Eliminación del dispositivo

Una vez que el espacio de trabajo este vacío, se procede a seleccionar y configura el dispositivo que será de utilidad para nuestro trabajo.



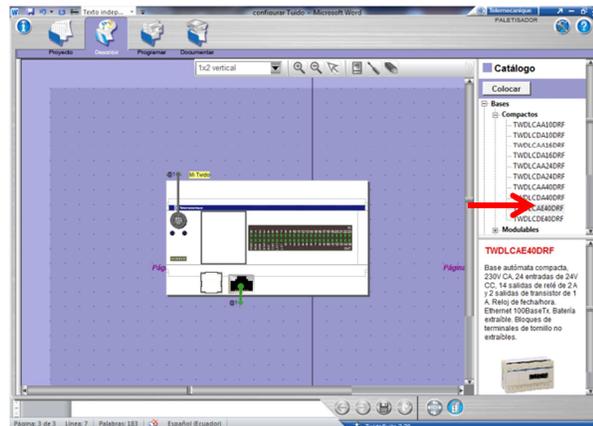
**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.8: Espacio de trabajo limpio

En este punto hacer clic en Bases – Compactos y escoger el modelos TWDLCAE40DRF que es el modelo del el PLC con el cual trabajaremos en el presente proyecto.



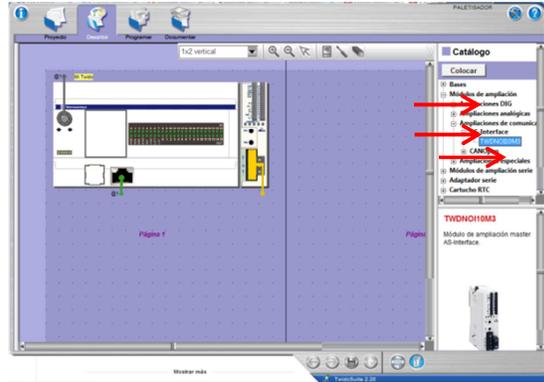
**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.9: Elección del PLC adecuado

Haciendo clic en el modelo antes especificado arrastrar hacia el área de trabajo.



**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.10: Colocación del PLC en el área de trabajo

Como el trabajo que se está desarrollando se basa en una red Asi-Interface se debe añadir un módulo de ampliación en el espacio de trabajo el cual nos sirve para la comunicación con los esclavos Asi. Esto se lo añade desde el catálogo, desde Módulos de ampliación – Ampliaciones de comunicación – As-interface seleccionar TWNOI10M3 y lo arrastrar hacia la ventana de trabajo.



**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.11: Añadiendo módulo de ampliación

En el último dispositivo que se añadió hacer doble clic, aparece una pantalla donde se procede a insertar los esclavos Asi con los que se trabajara.



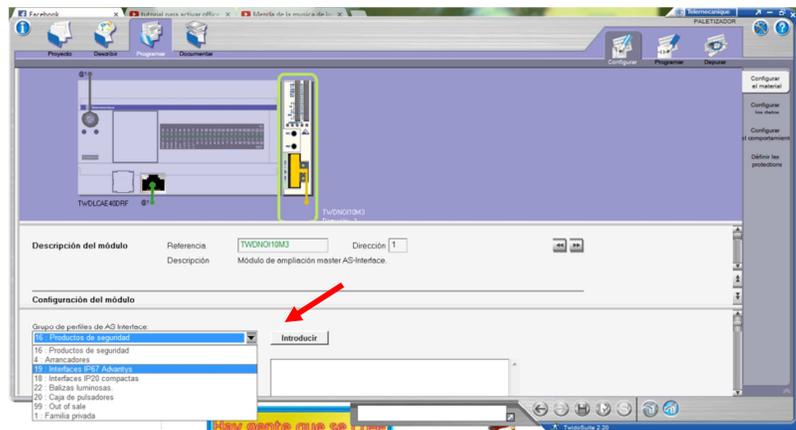
**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.12: Elección de los esclavos Asi

En la parte inferior derecha seleccionar la opción Introducir a partir del catalogo



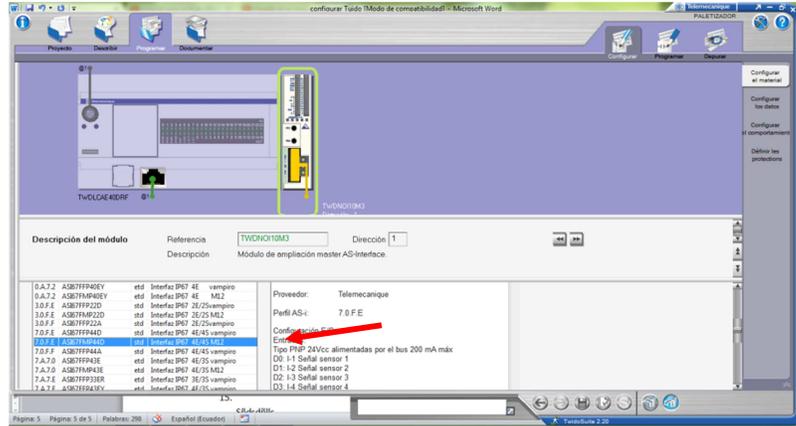
Fuente: Realizado por los Autores  
Figura IV.13: Elección del catálogo

En grupo de Perfiles de Asi-Interface seleccionar Interfaces IP67 Advantys



Fuente: Realizado por los Autores  
Figura IV.14: Elección del grupo de interfaces

Del grupo de interfaces seleccionamos el modelo del esclavo con el que se esté trabajando en este caso es el ASI67FMP44D

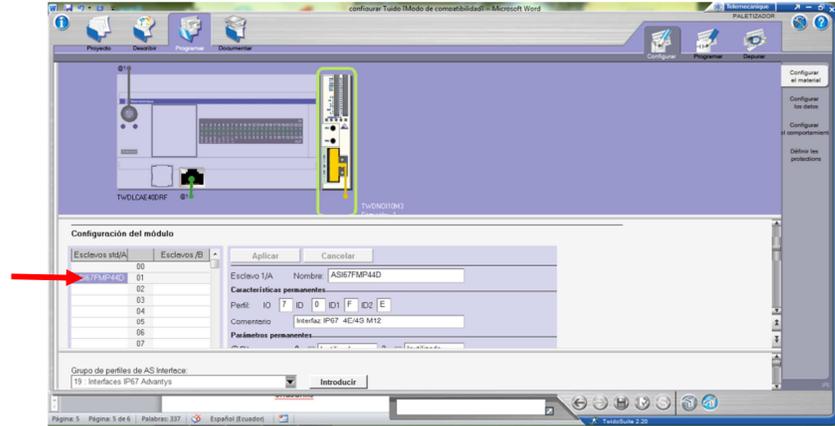


Fuente: Realizado por los Autores  
Figura IV.15: Elección del modelo de esclavo Asi

Una vez seleccionado el modelo adecuado hacer clic en Introducir luego aceptar guardar cambios y se podrá observar que el dispositivo se añadió correctamente.

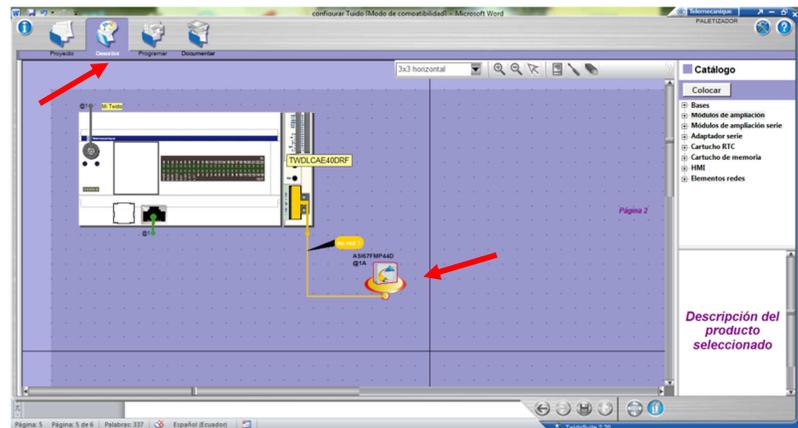


Fuente: Realizado por los Autores  
Figura IV.16: Inserción del esclavo Asi a la ventana de trabajo



**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.17: Esclavo Asi añadido correctamente

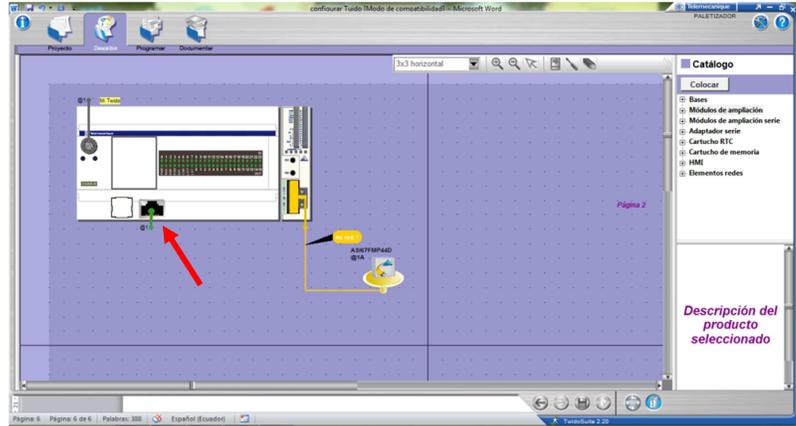
Seleccionando la opción Describir se podrá ver que efectivamente el esclavo Asi ya está en el espacio de trabajo.



**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.18: Esclavo Asi en el espacio de trabajo

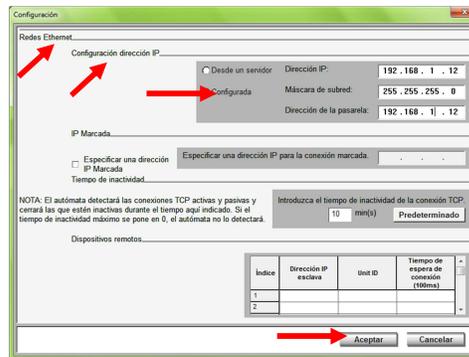
Una vez configurado nuestra red Asi Bus. Pasaremos a configurar nuestro PLC para poder tener comunicación sobre el protocolo Ethernet, para lo cual seguiremos los siguientes pasos.

Dar doble clic sobre el puerto RJ45 del PLC que se encuentra en el espacio de trabajo.



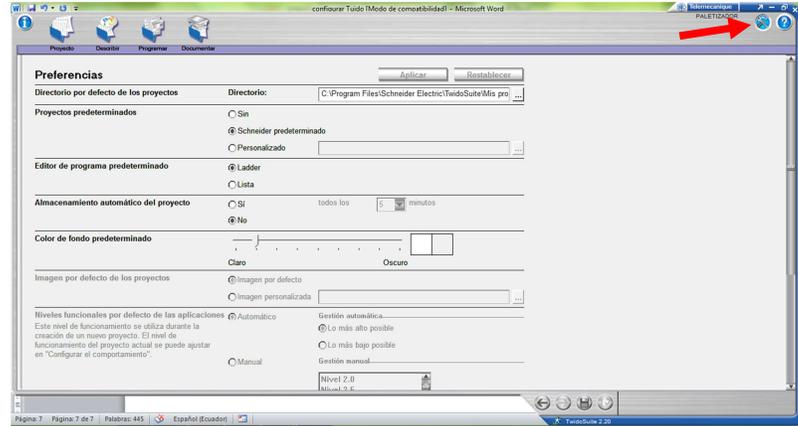
**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.19: Configuración Ethernet

En la ventana que aparece en el campo Redes Ethernet- Configuración - Dirección IP seleccionar configurada y proceder a darle una dirección IP para luego hacer clic en Aceptar. De esta manera ya se tendrá configurado el PLC para que trabaje dentro de una red Ethernet.



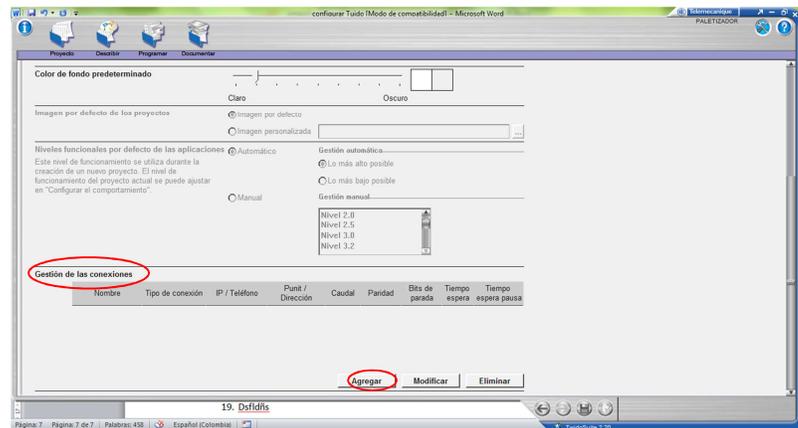
**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.20: Asignación de una dirección IP al PLC

Para configurar y habilitar la comunicación Ethernet se debe realizar los siguientes pasos. En la parte superior derecha seleccionamos Preferencias como se indica en la siguiente figura.



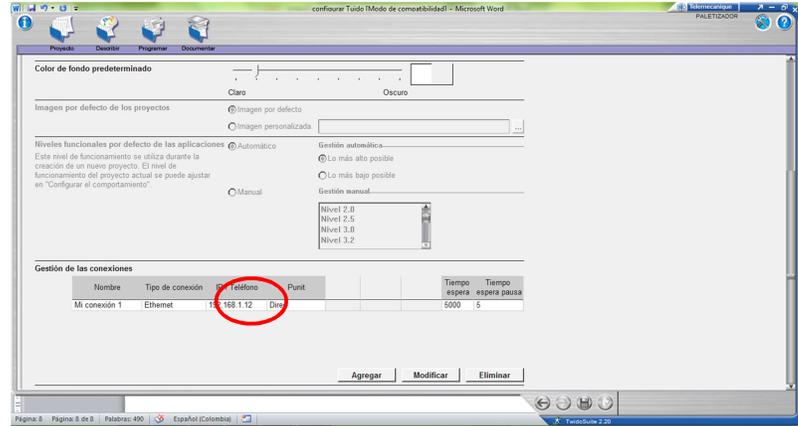
**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.21: Configuración de la comunicación Ethernet

Sin realizar cambio alguno dirigirse a la última sección Gestión de la conexión, hacer clic en agregar y aparecerá la red Ethernet.



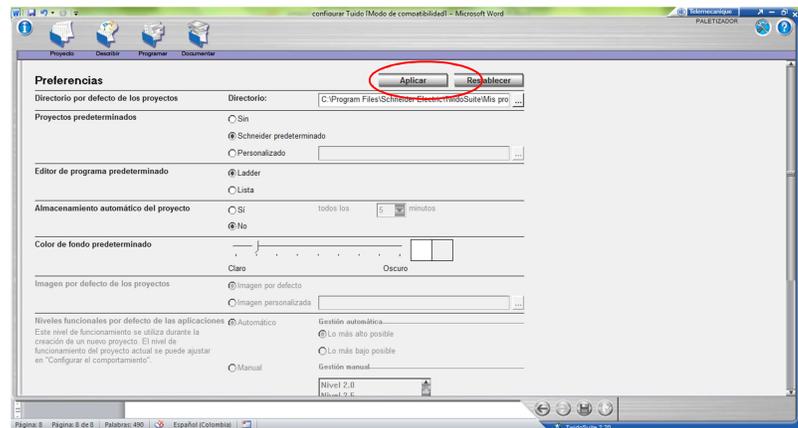
**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.22: Agregando una red Ethernet

En el campo IP/teléfono se lo debe llenar con la dirección IP con la que se realizó la configuración del PLC.



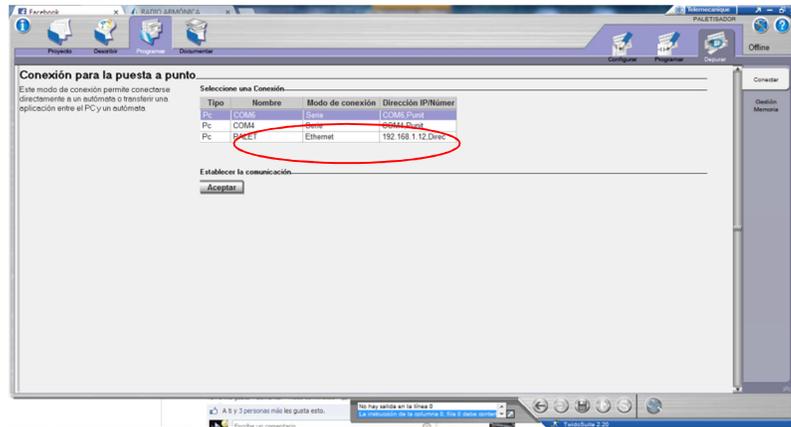
**Fuente:** Realizado por los Autores  
**Figura IV.23:** Configurando la red Ethernet

Una vez realizados estos cambios nos dirigimos a la parte superior y hacer clic en Aplicar.



**Fuente:** Realizado por los Autores  
**Figura IV.24:** Guardando la configuración

Para verificar que la configuración está correctamente realizada nos dirigimos al icono que se encuentra en la parte superior derecha con el nombre Depurary como indica la siguiente figura aparecerá la red Ethernet.



**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.25: Verificación de la red

Una vez realizados estos cambios procedemos a cargar nuestro programa utilizando el cable Modbus para que las direcciones queden grabadas en nuestro PLC, luego procedemos a comprobar si hay conexión con la PC utilizando los puertos RJ45.

#### 4.1.4 Configuración del OPC Server

##### 4.1.4.1 OPC Server

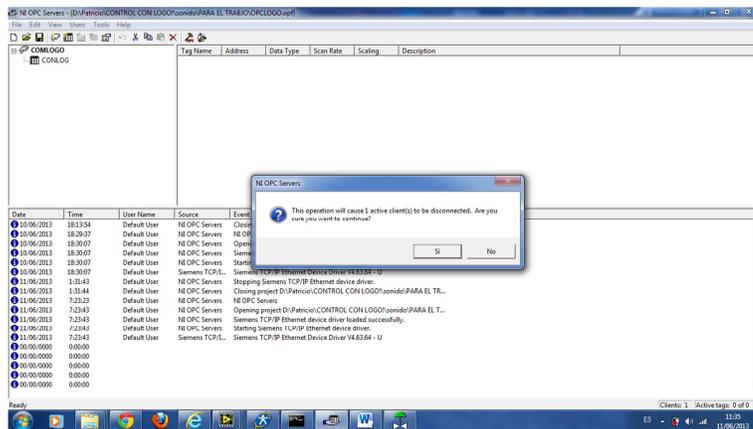
El OPC Server es un estándar de programación de comunicación en el campo del control y supervisión de procesos. Este estándar permite el intercambio de datos desde diferentes fuentes de datos a un mismo servidor OPC, al que a su vez podrán conectarse diferentes programas compatibles con dicho estándar.

El Servidor OPC hace de interfaz comunicando por un lado con una o más fuentes de datos utilizando sus protocolo nativos (típicamente PLCs, DCSs, Módulos I/O, controladores, etc.) y por el otro lado con Clientes OPC (típicamente SCADAs, HMIs, generadores de informes, generadores de

gráficos, aplicaciones de cálculos, etc.). En una arquitectura Cliente OPC/ Servidor OPC, el Servidor OPC es el esclavo mientras que el Cliente OPC es el maestro. Las comunicaciones entre el Cliente OPC y el Servidor OPC son bidireccionales, lo que significa que los Clientes pueden leer y escribir en los dispositivos a través del Servidor OPC.

#### 4.1.4.2 Configuración y Creación de los Tags

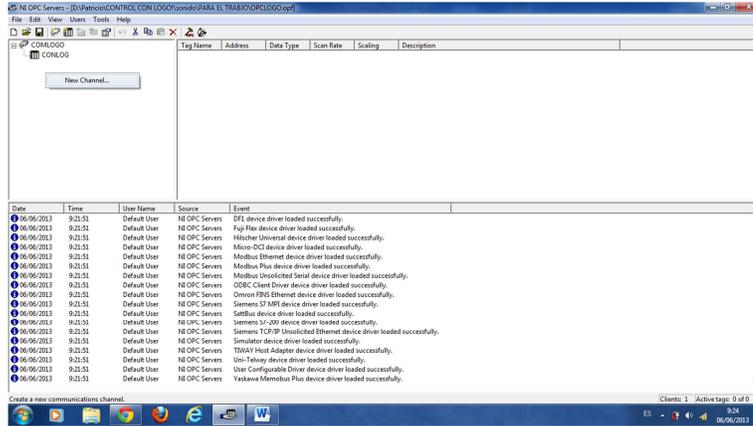
En el software de configuración NI OPC Servers de LabView 2012 se procede a crear un nuevo proyecto para de esta manera tener visible únicamente el proyecto actual.



Fuente: Realizado por los Autores

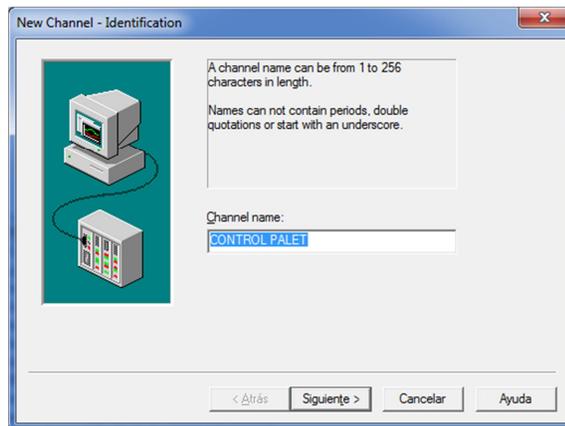
Figura IV.26: Configuración OPC Server, creación nuevo proyecto

Se hace clic derecho en la parte izquierda de la ventana, seleccionando nuevo canal.



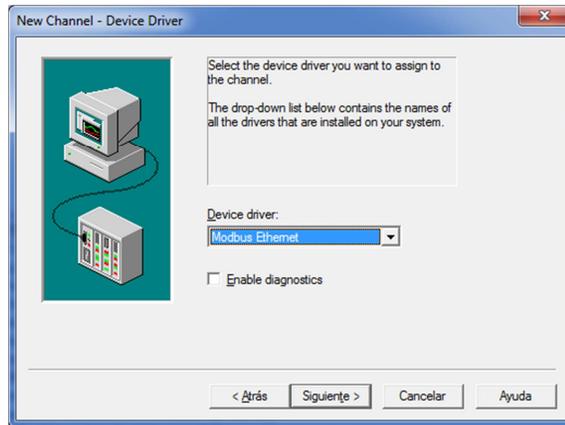
Fuente: Realizado por los Autores  
Figura IV.27: Creación de un nuevo canal de comunicación

En esta ventana se asigna el nombre que identificara al canal de comunicación PLC y proceso.



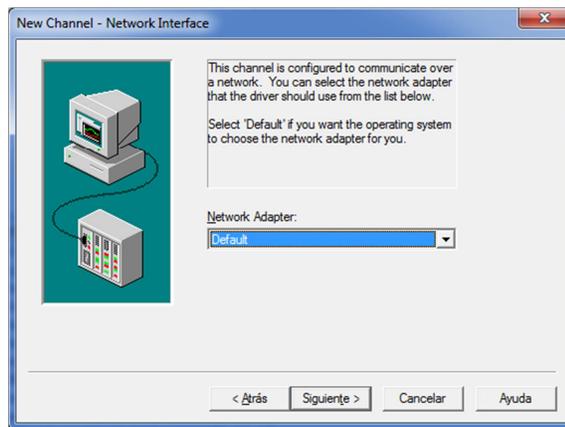
Fuente: Realizado por los Autores  
Figura IV.28: Asignación del nombre del canal de comunicación

Del listado que se despliega con todo los posibles enlaces que se puede utilizar se debe seleccionar el driver del autómatas con el que se trabaja, para nuestro caso seleccionaremos Modbus Ethernet que nos sirve para enlazar una PC con un PLC de la familia Twido utilizando el puerto Ethernet.



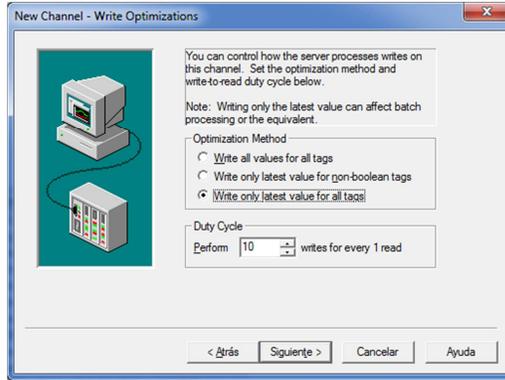
**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.29: Selección del tipo de enlace

Una vez seleccionado el tipo de enlace a utilizar, se sigue el proceso y en la ventana siguiente se indica la dirección IP de la PC donde se está trabajando o se puede optar también por la opción Default.



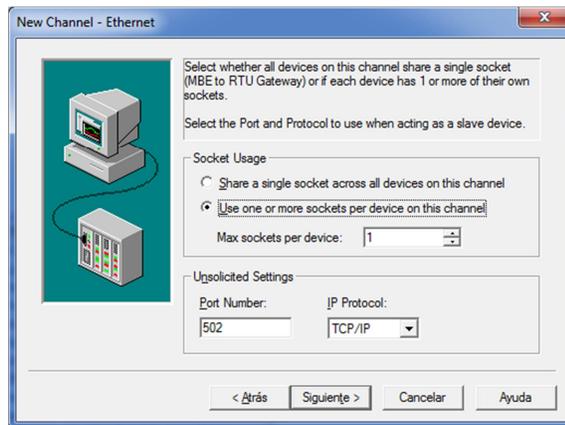
**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.30: Asignación de la dirección IP de la PC

La ventana de optimización de escritura se puede dejar por defecto, las distintas opciones, hacen referencia a los valores de escritura de los Tags. La opción seleccionada es la de escribir sólo los últimos cambios producidos en todo los Tags y escribir 10 valores por cada lectura.



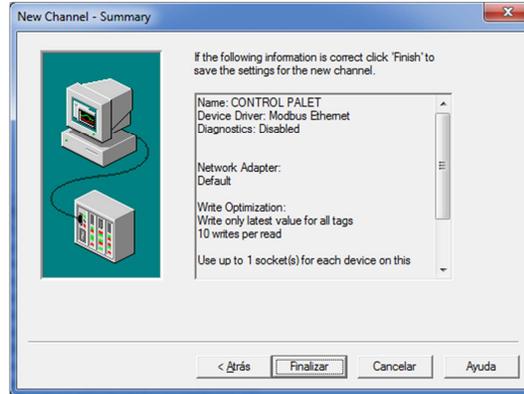
**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.31: Selección del tipo de escritura de los Tags

En esta ventana se especifica si todos los dispositivos de este canal comparten un puerto o si cada dispositivo tiene su propio puerto, además señalamos el número del puerto y el protocolo que se utiliza, se recomienda dejar las opciones que por defecto traen indicadas.



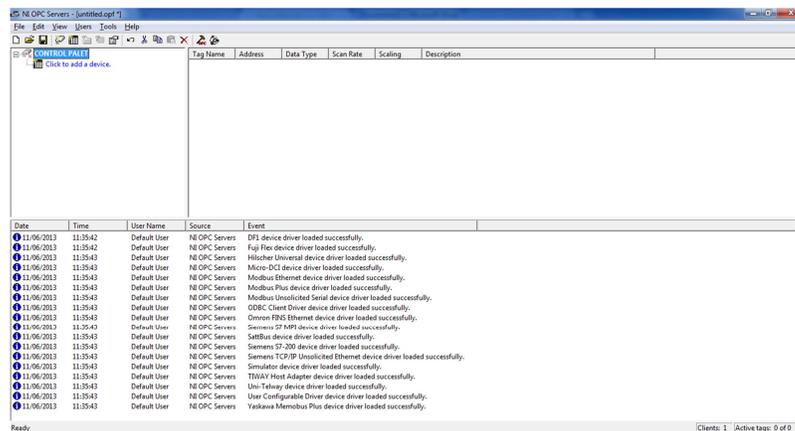
**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.32: Selección del número de puertos

La configuración del enlace termina con el resumen que se presenta en la siguiente ventana.



**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.33: Resumen de los datos de configuración del canal de comunicación

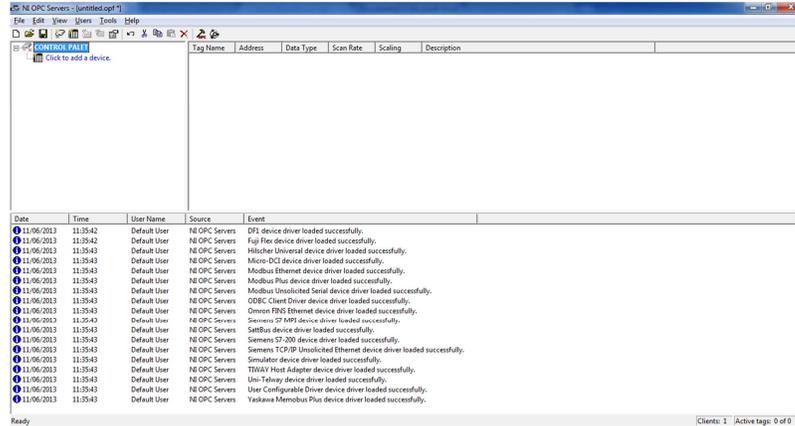
Como se puede apreciar ya en la ventana del Software NI OPC Server tenemos creado nuestro canal de comunicación.



**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.34: Canal de comunicación creado

### Configuración del dispositivo que se utilizara para el presente trabajo.

Para insertar el dispositivo de trabajo PLC, en la ventana siguiente hacemos clic en “Clicktoadd a device”



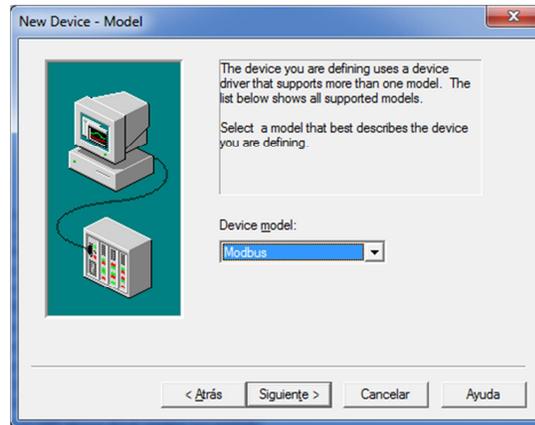
Fuente: Realizado por los Autores  
Figura IV.35: Canal de comunicación creado

Procedemos a añadir y configurar el dispositivo con el que se está trabajando, dándole un nombre al PLC



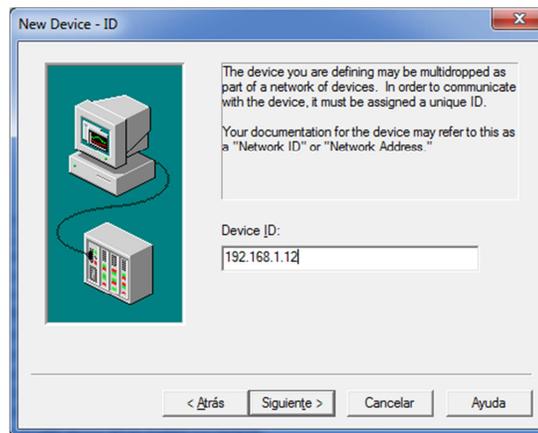
Fuente: Realizado por los Autores  
Figura IV.36: Asignando nombre al PLC

Seleccionamos el modelo del dispositivo con el que se trabaja en este caso será Modbus.



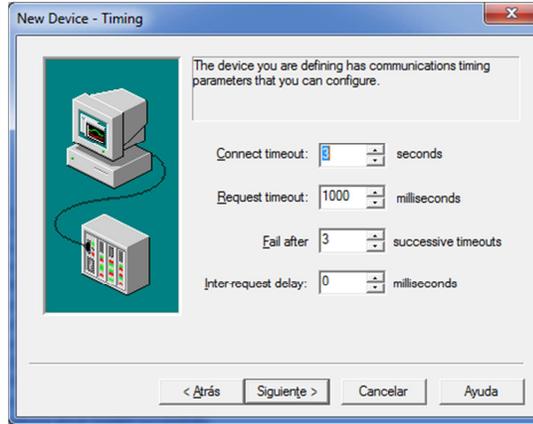
**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.37: Selección modelo de PLC

Como la comunicación sobre el cual se implementa la red se basa en el protocolo TCP/IP. En el siguiente paso se asigna la dirección IP del PLC como se muestra a continuación y hacemos clic en **siguiente**.



**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.38: Asignación de una dirección IP al PLC

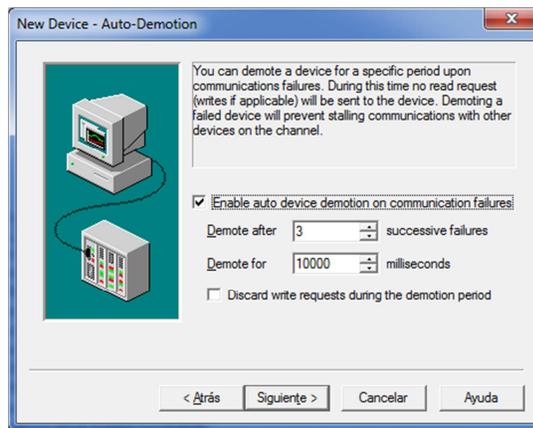
En esta ventana se pueden dejar las opciones que trae por defecto, los mismos que hacen referencia al tiempo de actualización de los datos y a los reintentos de establecer conexión en el caso de pérdida de la misma.



**Fuente:** Realizado por los Autores

Figura IV.39: Definición de los tiempos de conexión y actualización de datos

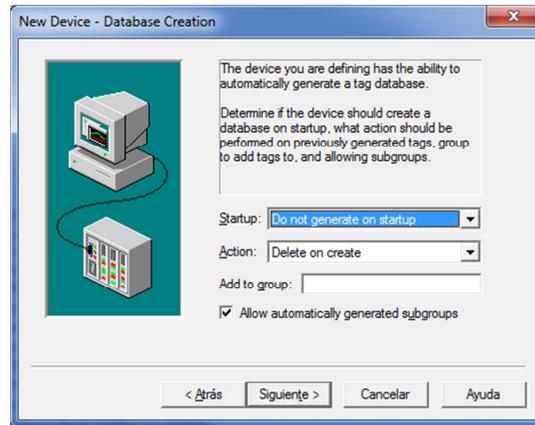
Habilitamos la primera opción y hacemos clic en **siguiente**.



**Fuente:** Realizado por los Autores

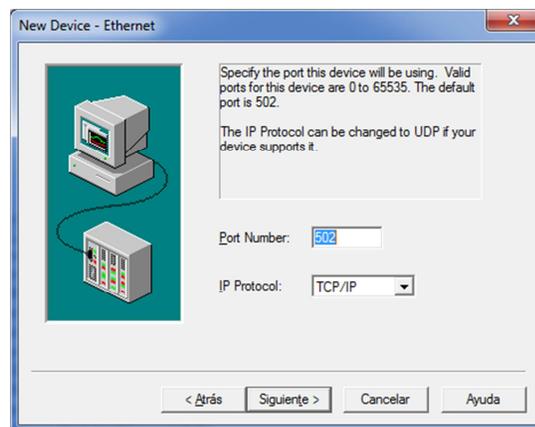
Figura IV.40: Número de veces que intentara mantener conexión

En esta ventana se puede configurar para que el dispositivo genere automáticamente una base de datos de Tags. Pero como se los creara con las características correspondientes seleccionamos la opción de no generar una base de datos automática de Tags que es la opción que trae por defecto.



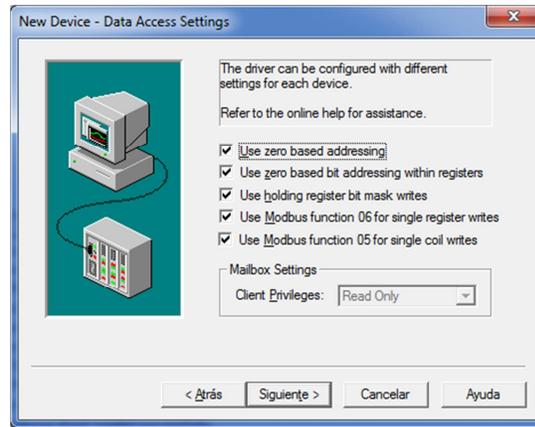
**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.41: Creación de base de datos de Tag

El puerto del dispositivo y el protocolo de comunicación a emplear se los dejara los que por defecto presenta el programa.



**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.42: Número de puerto y protocolo de comunicación

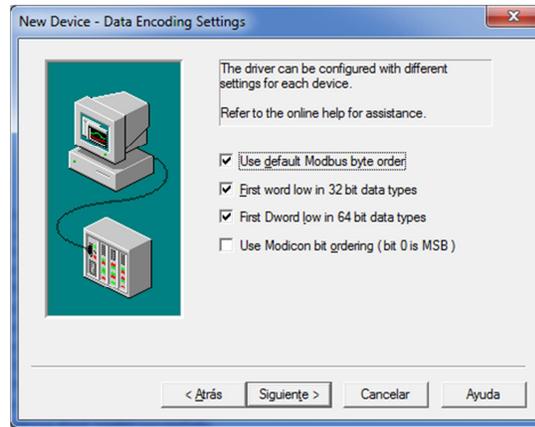
Sin realizar ningún cambio hacemos clic en **siguiente**.



**Fuente:** Realizado por los Autores

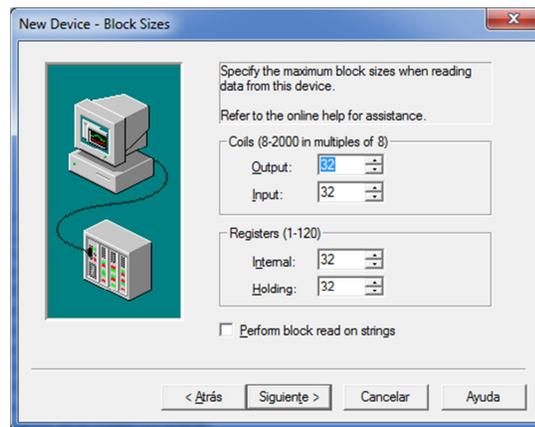
Figura IV.43: Configuración del modo de funcionamiento del dispositivo

Sin realizar ningún cambio hacemos clic en **siguiente**.



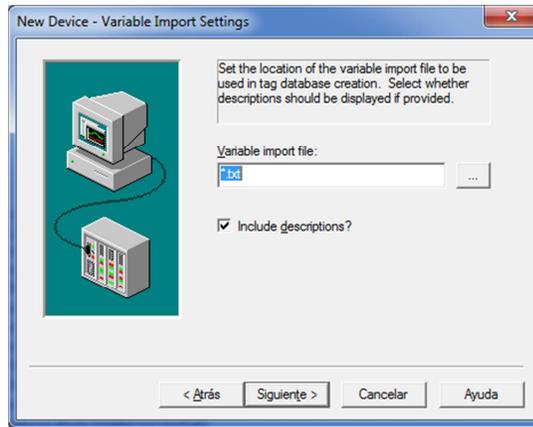
**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.44: Configuración del modo de funcionamiento del dispositivo

En este paso se puede seleccionar la cantidad máxima de datos a utilizar durante el intercambio de información, dejando los números que por defecto presentan hacemos clic en **siguiente**.



**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.45: Número máximo de datos

Sin realizar ningún cambio hacemos clic en **siguiente**.



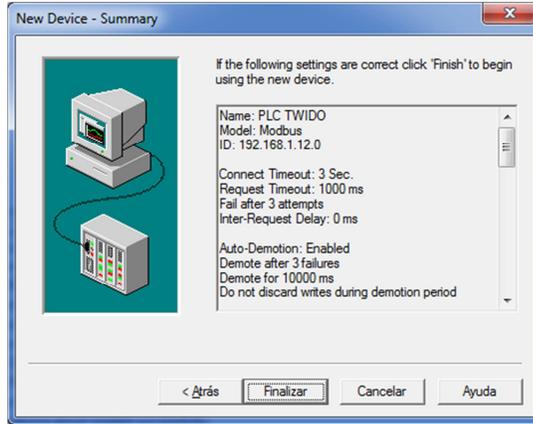
**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.46: Ubicación de los archivos de importación

Sin realizar ningún cambio hacemos clic en **siguiente**.



**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.47: Desactiva Tag para una dirección incorrecta

Por último hacemos clic en **Finalizar**.

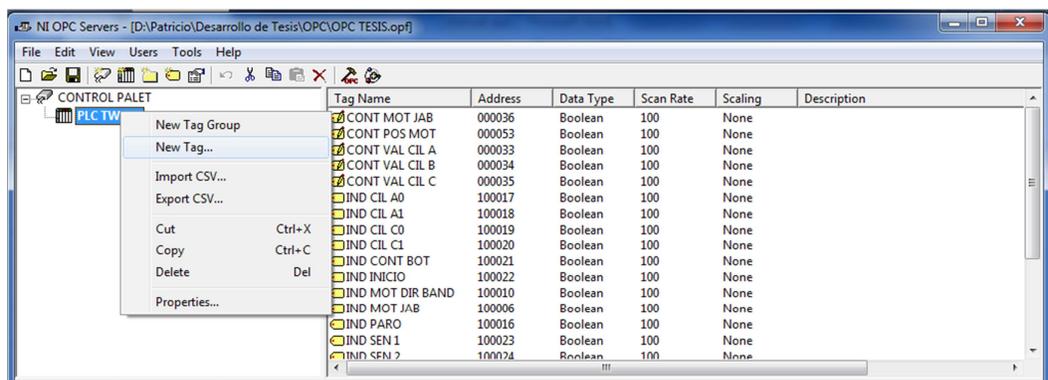


Fuente: Realizado por los Autores  
Figura IV.48: Resumen de los datos de configuración del PLC

### Configuración de los puntos de enlace

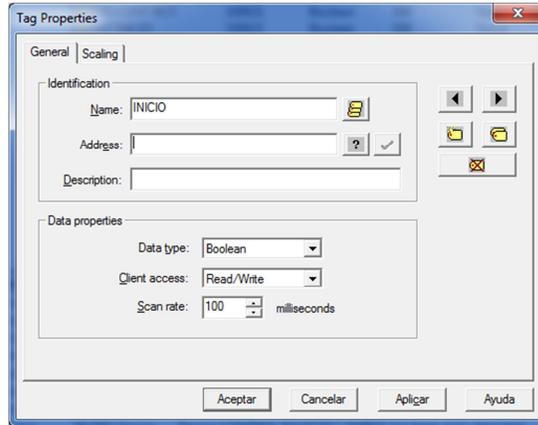
Una vez creado el canal de comunicación y configurado el dispositivo con el cual se trabaja. Tendremos que crear los Tags o puntos de enlaces, variables con los que controlaremos los entradas o salidas de nuestro dispositivo.

En la siguiente ventana hacemos clic derecho en el nombre del dispositivo y seleccionamos **New tag**.



Fuente: Realizado por los Autores  
Figura IV.49: Nuevo Tag

Aparece una ventana en el cual como primer paso se llena el campo **nombre**. Para el trabajo el primer Tag se le llamara INICIO pues con este controlaremos el inicio de nuestro proceso.



**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.50: Datos correspondientes de Tag

El siguiente campo a llenar es la dirección de los Tags, con esto se refiere a las direcciones de las memorias y su tipo (Lectura o escritura) con las que se está trabajando para poder controlar el proceso mediante el PLC. Para este caso se selecciona el tipo indicado en la figura para luego re direccionarlo y de esta manera corresponda a la dirección con la que se configuro el Plc en su programa.

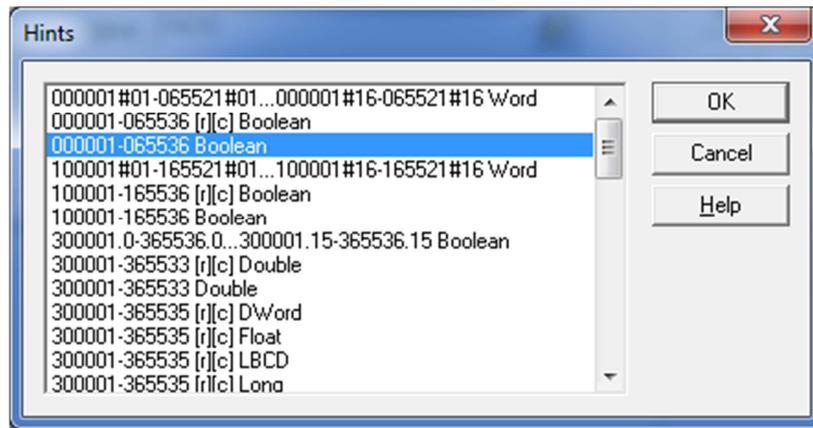
Características de las direcciones de registros Modbus más usadas.

Dirección	Tipo de Acceso
000001-065535	Dirección de Registro de tipo booleano. Lectura y escritura
100001-165535	Dirección de Registro de tipo booleano. Solo lectura
300001-165535	Dirección de Registro de tipo entero de 16 bits. Solo lectura
400001-465535	Dirección de Registro de tipo entero de 16 bits. Lectura y Escritura

Fuente: Realizado por los Autores

**Tabla IV.I:** Direcciones de memoria de un PLC

Al hacer clic en el signo de pregunta de despliega una ventana con un listado de direcciones como se muestra en la siguiente figura, del cual se selecciona un tipo según corresponda al dota que se esté manejando.



Fuente: Realizado por los Autores

**Figura IV.51:** Tipo de registro del PLC

Haciendo clic en el visto de color verde checamos que la dirección esta correcta y automáticamente se colocara el tipo de variable que hemos seleccionado en este caso de tipo booleano.



**Fuente:** Realizado por los Autores  
**Figura IV.52:** Tipo de dato

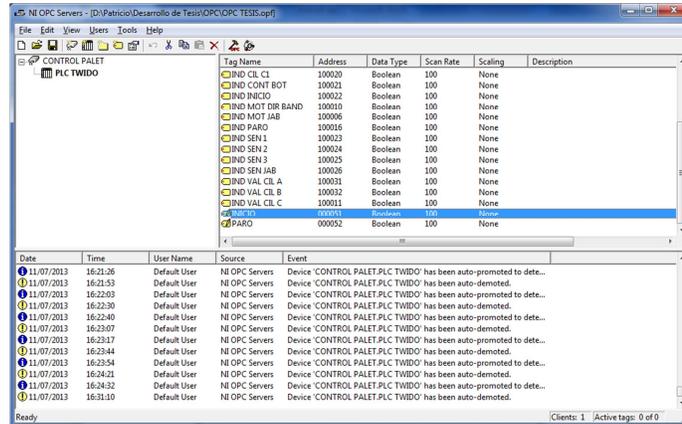
Seleccionamos también si nuestro Tag es de escritura o lectura.



**Fuente:** Realizado por los Autores  
**Figura IV.53:** Tipo de acceso al dato lectura o escritura

Y así tendremos nuestro Tag creado para poder conectarlo con cualquier software y realizar un control de un proceso específico. A medida que se van

configurando los diferentes Tags estos se visualizan en la venta del NI OPC Server.



Fuente: Realizado por los Autores  
Figura IV.54: Tags creados

## 4.2 Interfaz

Es una conexión entre dos máquinas de cualquier tipo, a las cuales les brinda un soporte para la comunicación entre distintos niveles. Es posible entender la interfaz como un espacio (el lugar donde se desarrolla la interacción y el intercambio), instrumento (a modo de extensión del cuerpo humano, como el mouse que permite interactuar con una computadora) o superficie (el objeto que aporta información a través de su textura, forma o color).

## 4.3 Diseño e implementación de la interfaz de usuario

### 4.3.1 Instrumentación Virtual

Un instrumento virtual es un módulo software que simula el panel frontal de los instrumentos reales, estos instrumentos virtuales se apoyan en elementos hardwares accesibles por el ordenador, como por ejemplo: tarjetas de

adquisición, tarjetas DSP, instrumentos accesibles vía RS-232, etc., para realizar una serie de medidas como si se tratase de un instrumento real.

De este modo, cuando se ejecuta un programa que funciona como instrumento virtual o VI (Virtual Instrument), el usuario ve en la pantalla de su ordenador un panel cuya función es idéntica a la de un instrumento físico, facilitando la visualización y el control del aparato. A partir de los datos reflejados en el panel frontal, el VI debe actuar recogiendo o generando señales, como lo haría su homólogo físico.

#### **4.3.2 Programación gráfica**

##### **Entorno LabView**

Hasta hace poco, la tarea de construcción de un VI se lleva a cabo con paquetes software que ofrecían una serie de facilidades, como funciones de alto nivel y la incorporación de elementos gráficos, que simplifican la tarea de programación y de elaboración del panel frontal. Sin embargo, el cuerpo del programa seguía basado en texto, lo que suponía mucho tiempo invertido en detalles de programación que nada tienen que ver con la finalidad de un VI.

Con la llegada del software de programación gráfica LabView de National Instruments, Visual Designer de Burr Brown o VEE de Agilent Technology, el proceso de creación de un VI se ha simplificado notablemente, minimizándose el tiempo de desarrollo de las aplicaciones.

Cuando se crea un VI en LabView trabajamos con dos ventanas: una en la que se implementara el panel frontal (Figura IV.55) y otra que soportara el nivel de programación (Figura IV.56). Para la creación del panel frontal se dispone de una librería de controles e indicadores de todo tipo y la posibilidad de crear más diseñados por el propio usuario.

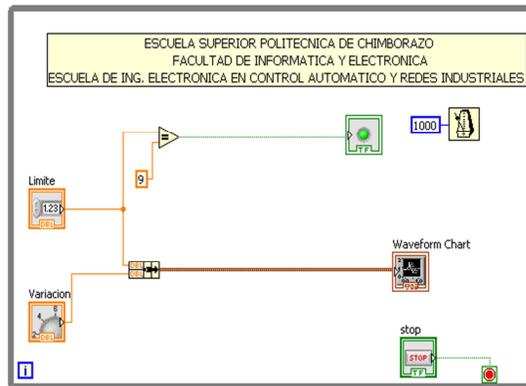


**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.55: Panel frontal de un instrumento Virtual

Cuando un control es “pegado” desde la librería en el panel frontal se acaba de crear una variable cuyos valores vendrán determinados por lo que el usuario ajuste desde el panel; inmediatamente aparecerá un terminal en la ventana de programación representándolo. El nivel de programación del VI consistirá en conectar estos terminales a bloques funcionales (p.ej., un comparador), hasta obtener un resultado que deseemos visualizar, por ejemplo un led de alarma.

Los bloques funcionales son iconos con entradas y salidas que se conectan entre sí mediante cables ficticios por donde fluyen los datos, constituyendo el nivel de programación del VI.

Podemos comparar la ventana de programación con una placa de circuito impreso, donde los terminales del panel frontal se cablean a bloques funcionales que se interconectan para generar los datos que se desean visualizar. A su vez, estos circuitos integrados contienen bloques circuitales conectados entre sí, al igual que un icono está formado por la interconexión de otros iconos. La programación gráfica permite diseñar un VI de manera intuitiva, vertiendo las ideas directamente a un diagrama de bloques, como se haría sobre una pizarra.



**Fuente:** Realizado por los Autores

Figura IV.56: Diagrama de bloques de un Instrumento Virtual

### 4.3.3 Uso de LabView

Para el diseño del HMI se empleó el software de programación gráfica de National Instrument LabView 2012, como ya sabemos, los programas creados en LabView reciben el nombre de Instrumentos Virtuales o Vis (del Inglés Virtual Instruments). Cada VI consta de los siguientes componentes:

- ✓ Un panel frontal: Es la interface de usuario
- ✓ Un diagrama de bloques: Contiene el código fuente grafico que define la funcionalidad del VI.

- ✓ Icono y conector: Identifica a cada VI recibe el nombre de Sub VI. Sería como una subrutina en un lenguaje de programación basado en texto.

#### **4.3.3.1 Panel frontal y Diagrama de bloques**

El panel Frontal se constituye a base de controles e indicadores, los cuales no son más que los terminales de entrada y salida, respectivamente, del VI. El panel frontal diseñado contiene pestañas en las cuales podemos realizar diferentes acciones como:

- ✓ Testeo de elementos del módulo paletizador
- ✓ Testeo de la conexión entre el módulo paletizador y la PC de control y monitoreo
- ✓ Control y monitoreo del proceso de paletizado

El HMI diseñado comprende un conjunto de controles (botones rotatorios, pulsadores) e indicadores (gráficas, LEDs). Los controles simulan elementos de entrada al HMI y proporcionan datos al diagrama de bloques. Los indicadores simulan elementos de salida del instrumento y visualizan los datos que el diagrama de bloques adquiere o genera.

Una vez construido el panel frontal, desarrollamos el código usando unas representaciones gráficas de funciones que controlan los objetos del panel frontal. El diagrama de bloques es quien contiene este código fuente gráfico. Los objetos del panel frontal aparecen como terminales en el diagrama de bloques.

#### **4.3.3.2 Menús de LabView**

Para el diseño del HMI se utilizaron los diferentes menús disponibles para la programación gráfica en LabView 2012. La barra de menús se encuentra situada en la parte superior de la ventana de un VI. Cuando hacemos click

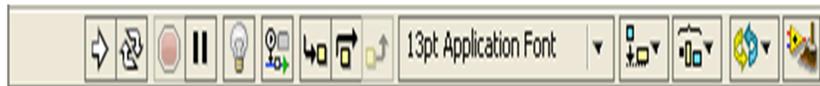
sobre un ítem o elemento de esta barra, aparece un menú por debajo de ella. Dicho menú contiene elementos comunes a otras aplicaciones Windows, como Open (Abrir), Save (Guardar) y Paste (Pegar), y muchas otras particulares de LabView. La siguiente figura IV.57 muestra la barra de menús tanto para la ventana Panel como para la ventana de diagrama de bloques.



**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.57: Barra de menús de LabView

### Barra de Herramientas (Toolbar)

Utilizamos esta barra para editar o ejecutar los VIs. Dependiendo de si estamos en modo de edición o en modo de ejecución tendremos más o menos opciones.



**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.58: Barra de herramientas modo de edición (Edit)



**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.59: Barra de herramientas modo ejecución (Run)

## **Variables Locales y Globales**

Las variables son imprescindibles en cualquier tipo de problema, ya que permiten almacenar la información necesaria para su resolución.

En LabView todos los controles introducidos en el panel frontal que generan un terminal en la ventana Diagrama van a ser variables, identificables por el nombre asignado en la etiqueta. Pero puede ocurrir que queramos utilizar el valor de cierta variable en otro sub diagrama o en otro VI o, simplemente, que queramos guardar un resultado intermedio. La forma más sencilla de hacerlo es generando variables locales y/o globales dependiendo de la aplicación.

- ✓ **Variables Locales:** En las variables locales los datos se almacenan en alguno de los controles o indicadores existentes en el panel frontal del VI creado; Es por eso que estas variables no sirven para intercambiar datos entre VI's. La principal utilidad de estas variables radica en el hecho de que una vez creada la variable local no importa que proceda de un indicador o de un control, ya que se podrá utilizar en un mismo diagrama tanto de entrada como de salida.
- ✓ **Variables Globales:** Las variables globales son un tipo especial de VI, que únicamente dispone de panel frontal, en el cual se define el tipo de dato de la variable y el nombre de identificación imprescindible para después podernos referirnos a ella. A diferencia de las variables locales, las variables globales pueden ser empleadas en sub VI's o en diferentes VI.

#### 4.3.3.3 Tipos de datos en LabView

LabView ofrece una gran variedad de tipos de datos con los que podemos trabajar respondiendo a las necesidades reales con las que nos encontraremos. Uno de los aspectos más significativos de LabView es la diferenciación que efectúa en el diagrama de bloques entre los diferentes tipos de controles o indicadores, basada en que cada uno de ellos tiene un color propio. Distinguimos los siguientes tipos, los cuales pueden funcionar tanto como controles como indicadores:

✓ **Boolean** (  )

Los tipos de datos booleanos son enteros de 16 bits. El valor del control o indicador puede tomar el valor de True o False según sea el caso.

✓ **Numéricos:** Existe diferentes tipos

Extended (  )

Double (  )

Single (  )

Long Integer (  )

Word Integer (  )

Byte Integer (  )

✓ **Array:** Los arrays toman el color del tipo de datos que contenga

✓ **String** (  )

LabView almacena los string como si fueran un array unidimensional de bytes enteros.

✓ **Clusters** (  )

Un cluster almacena diferentes tipos de datos de acuerdo a las siguientes normas: Los datos escalares se almacenan directamente en el cluster; los arrays, string, handles y paths se almacenan indirectamente.

#### 4.3.3.4 Estructuras interactivas

- ✓ **ForLoop:** Usaremos ForLoop cuando queramos que una operación se repita un número determinado de veces.



Fuente: Realizado por los Autores  
Figura IV.60: Estructura ForLoop

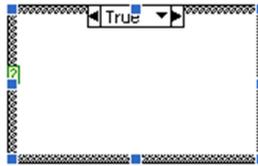
- ✓ **WhileLoop:** Usaremos WhileLoop cuando queremos que una operación se repita mientras una determinada condición sea cierta o falsa.



Fuente: Realizado por los Autores  
Figura IV.61: Estructura WhileLoop

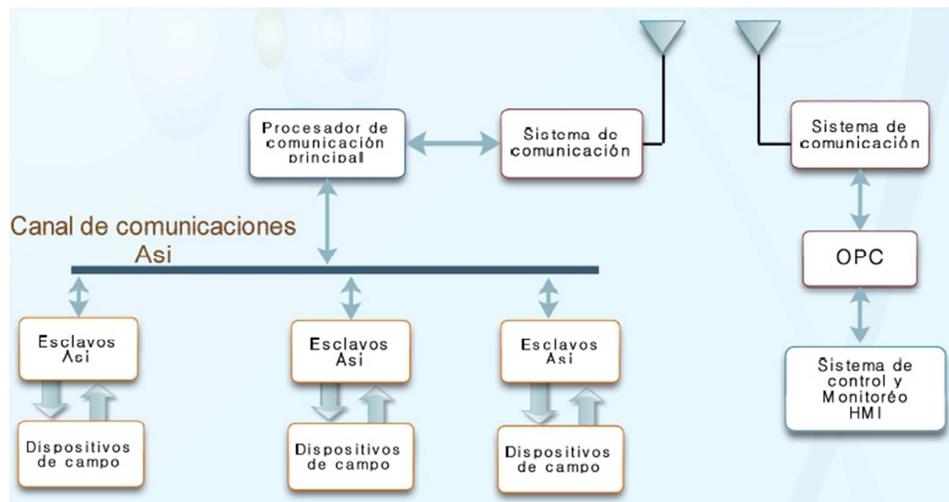
- ✓ **Case:** Usaremos la estructura Case en aquellas situaciones en las que el número de alternativas disponibles sean dos o más. Según qué valor

tome el selector dentro de los n valores posibles, se ejecutara en correspondencia uno de los n subdiagramas.



**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.62: Estructura Case

#### 4.4 Diseño e implementación de la comunicación



**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura 463: Diagrama de bloque del Sistema Paletizador

El sistema de control y monitoreo del paletizador consta de tres partes fundamentales como son: Módulo Paletizador, sistema eléctrico, sistema de comunicación, sistema neumático.

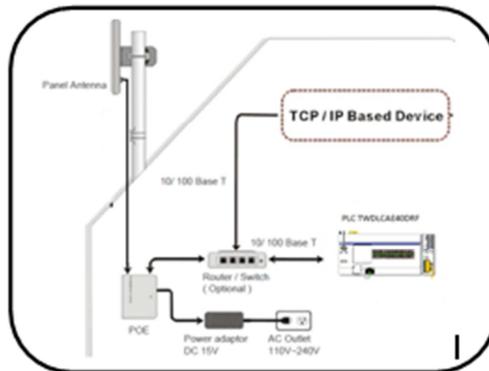
Cada uno de estos sistemas están cuidadosamente diseñados para obtener un proceso óptimo y fiable. A continuación se enfatizara en la configuración del sistema de comunicación.

#### 4.4.1 Conexión de las antenas Halo

Previamente configurada una de las antenas debe ir conectado al PLC como se indica en la siguiente figura teniendo muy en cuenta los puertos del POE.

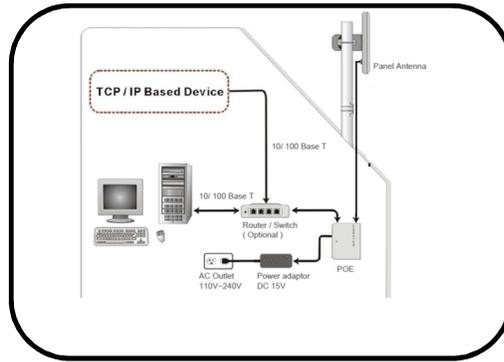
El cable utilizado para la conexión de la antena al POE es un UTP directo de categoría 5 con conectores Rj-45.

El cable utilizado para la conexión del POE a un Switch o a una PC es uno de tipo UTP cruzado de categoría 5 con conectores Rj-45.



**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.64: Conexión de la primera antena

La segunda antena está conectada a una PC con la cual realizaremos el trabajo del control y monitoreo de nuestro proceso.

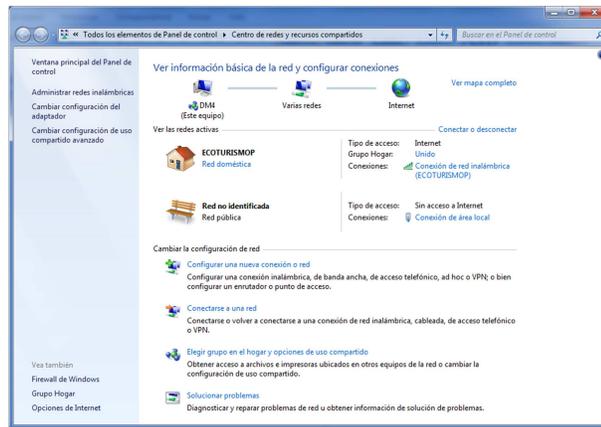


Fuente: Realizado por los Autores  
Figura IV.65: Conexión de la segunda antena

## 4.4.2 Configuración de las antenas halo

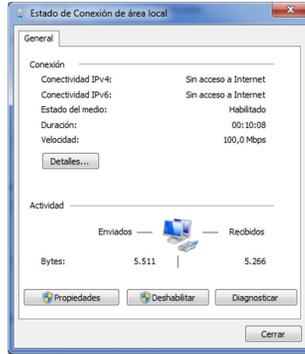
### 4.4.2.1 Configuración de la red Ethernet de la Pc

Para la configuración de la red ingresamos al **Panel de control- Centro de redes y recursos compartidos** como se muestra a continuación.



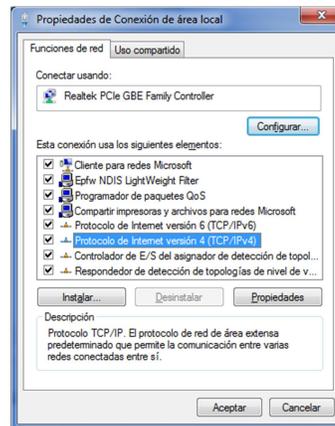
Fuente: Realizado por los Autores  
Figura IV.66: Ventana de centro de redes y recursos compartidos

En la ventana antes indicada haciendo clic en **conexión área local** procedemos a ingresar en **propiedades**.



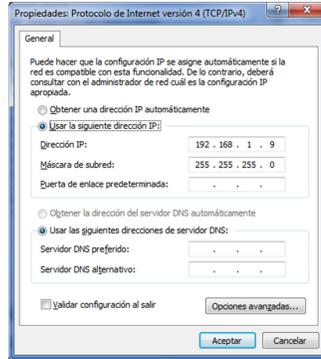
**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.67: Estado de conexión de la red local

Para la configuración del protocolo de comunicación seleccionamos el ***Protocolo de Internet Versión 4 (TCP/IPv4)***.



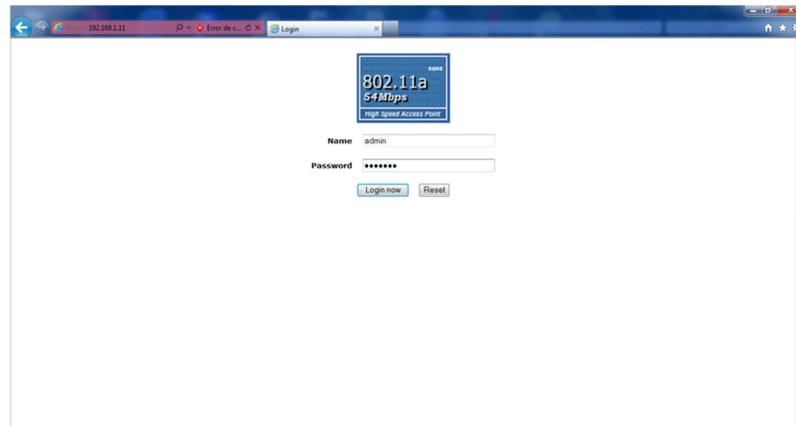
**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.68: Protocolo de Internet Versión 4 (TCP/IPv4)

Seleccionamos la opción ***Usar la siguiente dirección IP***, asignamos una dirección IP y su respectiva máscara de subred que corresponderá a la máquina donde estemos trabajando. Aceptamos los cambios para que la configuración surta efecto.



**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.69: Propiedades de conexión del área local

Abriendo el Internet Explorer en la barra de direcciones colocamos la dirección IP que trae por defecto, enseguida se nos aparece una ventana como se muestra a continuación, donde llenaremos los campos de **usuario** y **Password** para poder ingresar al software de configuración.



**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.70: Ventana de Registro para configuración de Antenas

Una vez ingresado en el software de configuración de las antenas el primer campo que podremos observar será la ventana de información general, donde

nos indica datos como el nombre de la antena, el nombre de la red, el modo de funcionamiento, la dirección IP y otros datos.

#### **4.4.2.2 Pasos para la configuración de las antenas Halo**

La configuración de las antenas dependerá de la forma y el lugar donde se trabaje con ellas. Para el proyecto que se implementó se podrá configurar de dos formas, que detallaremos a continuación.

##### **Primer forma de configurar las antenas Halo**

Configurar una de las antenas como un punto de acceso o router como servidor DHCP que nos permitirá conectarnos con cualquier dispositivo móvil que tenga un adaptador de red inalámbrico con tecnología 802.11a o compatible con esta.

La siguiente antena la configuramos en modo switch de tal manera que capte la señal que la antena emisora transmita.

A continuación describiremos los pasos a seguir para configurar las antenas Halo.

##### **Configuración de la antena como un punto de acceso o modo router como servidor DHCP.**

Lo primero que hacemos es, en el bloque **system setup** (configuración del sistema) entrar en **basic settings** (ajustes básicos), una vez dentro de esta opción procedemos a llenar los campos correspondientes como:

**Access point name** (nombre del punto de acceso): Le damos un nombre a nuestra antena.

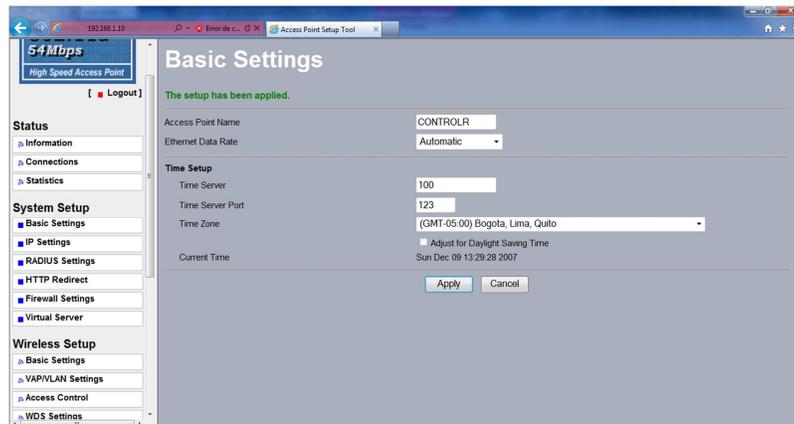
**Ethernet data rate**(Velocidad de datos Ethernet): Seleccionamos automático  
Time setup (Configuración inicial).

**Time server** (servidor de hora): dejamos el que por defecto trae o lo llenamos con un valor de 100.

**Time server port** (puerto del servidor de tiempo): dejamos con el que trae por defecto, o también podemos llenarlo con 123.

**Time zone** (huso horario): seleccionamos la zona horaria que corresponde al lugar de nuestra ubicación.

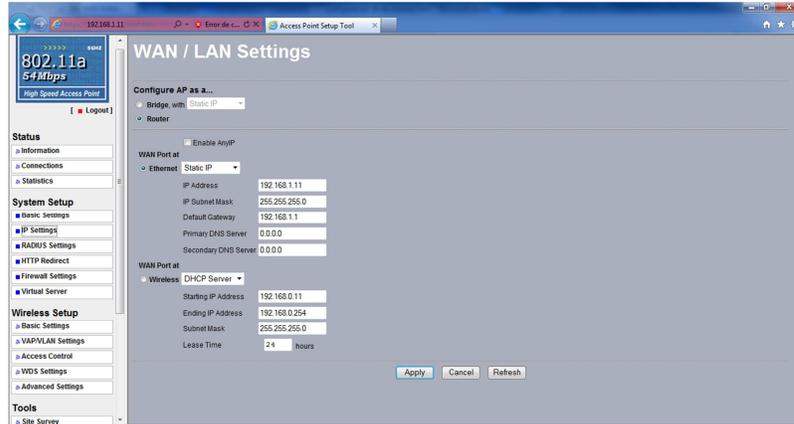
**Current time** (hora actual): en este campo se muestra la hora actual del sistema.



**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.71: Configuración de Antenas

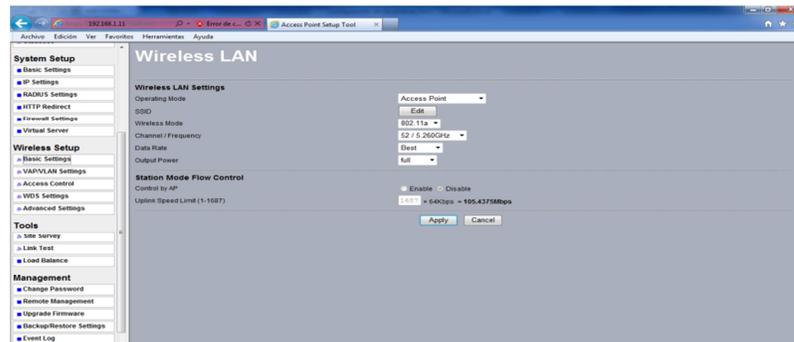
Ingresamos a **IP Settings** (configuración IP), de la forma como se configure en esta parte dependerá mucho el desempeño de la antena. Como se requiere que trabaje como router seguimos los siguientes pasos:

- ✓ En configure AP as a...(configurar el punto de acceso como) seleccionamos Router
- ✓ En WAN Port at seleccionar Ethernet y Static IP
- ✓ Dentro de la opción IP estática llenamos los campos requeridos como la Dirección IP, la máscara de red, y la puerta de enlace predeterminada. Teniendo muy en cuenta que las direcciones deben corresponder a la clase de red con la que se está trabajando y debe estar dentro de la misma red. Para el presente trabajo se utilizó una red de clase C. Con la dirección IP que en este campo se llenó podremos ingresar a la antena para futuras configuraciones.
- ✓ El siguiente campo a configurar es el modo de funcionamiento de la red Wireless. Como la configuración requerida es que funcione como un Servidor DHCP seleccionamos la opción DHCP Server. Y de la misma manera como se llenó los campos anteriores procedemos con la configuración, un punto a tener muy en cuenta al llenar estos campos será que esta red debe ser de otra clase con la finalidad de evitar conflictos de direccionamiento.
- ✓ Una vez terminado con la configuración respectiva aplicamos los cambios.



Fuente: Realizado por los Autores  
Figura IV.72: Configuración IP

En el bloque de **wireless setup** (configuración inalámbrica) ingresamos a **basic settings** (ajustes básicos), en **Operating Mode** (modo de operación) seleccionamos Access Point (**punto de acceso**), en **SSID** que es el nombre con la que aparecerá la red wireless, seleccionamos editar donde aparece otra ventana donde podremos editar el nombre.



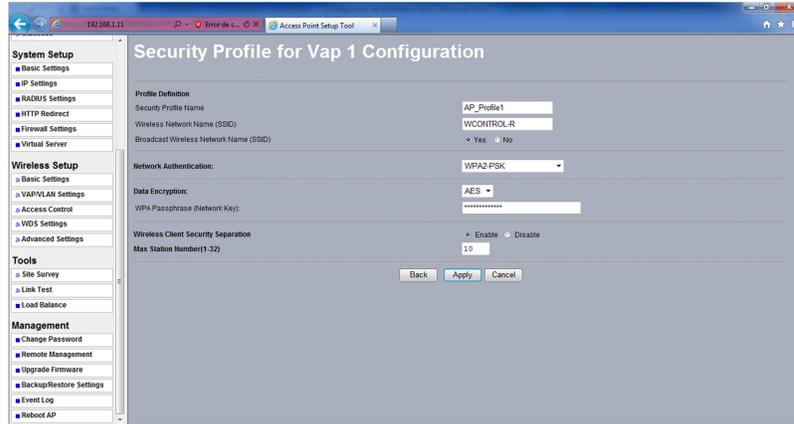
Fuente: Realizado por los Autores  
Figura IV.73: Configuración de la red inalámbrica

En esta ventana seleccionamos la primera opción y hacemos clic en editar y podremos ver que inmediatamente aparece otra ventana.



Fuente: Realizado por los Autores  
Figura IV.74: Asignación del nombre al punto de acceso

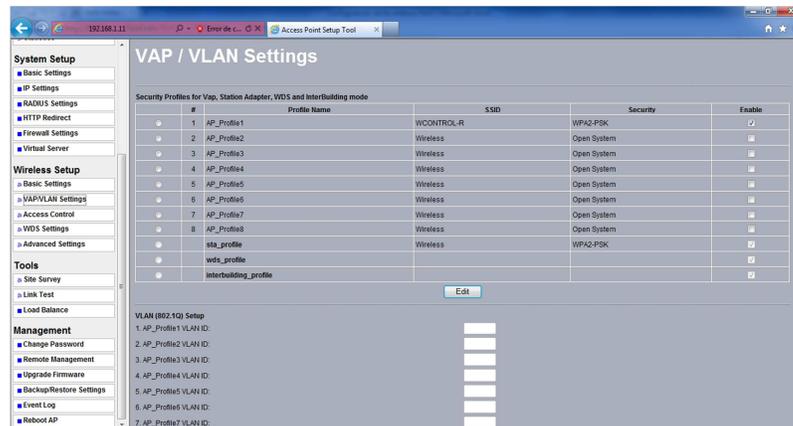
Aquí cambiaremos el nombre de la red inalámbrica **SSID**, habilitamos la opción Broadcast, en **Network Authentication** (autenticación de red) seleccionamos la opción que mejor se ajuste a nuestros requerimientos, seleccionamos el tipo de encriptación en este caso le dejamos el que trae por defecto, en **Network Key** (clave de red) se pondrá un conjunto de letras y números que servirá como clave de acceso para las personas que quieran acceder a nuestra red. Habilitamos el **wireless client security separation** (separación de seguridad del cliente inalámbrico), en **Max Station Number** (número máximo de estaciones) llenamos con el número máximo de máquinas que podrán conectarse a nuestra red. Una vez configurado todos los campos de este bloque aplicamos los cambios.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura IV.75: Configuración de la seguridad del punto de acceso

En VAP / VLAN Settings también podremos configurar el nombre de nuestra red que es el SSID, así también servidores virtuales, como ese no es tema de nuestro estudio simplemente configuramos el SSID y terminamos con este paso.



Fuente: Realizado por los Autores  
Figura IV.76: Configuración del SSID

Una vez realizadas las configuraciones respectivas podremos observar estos cambios si ingresamos en el bloque de **estado** en **información** y podremos ver una pantalla semejante a la que se muestra en la figura siguiente.



Fuente: Realizado por los Autores  
Figura IV.77: Información de la configuración de la antena

Los pasos que deberemos seguir para configurar la siguiente antena se detallaran a continuación:

En el bloque **system setup** (configuración del sistema) entramos en **basic settings** (ajustes básicos), una vez dentro de esta opción procedemos a llenar los campos correspondientes como:

**Acce spoint name** (nombre del punto de acceso): Le damos un nombre a nuestra antena preferentemente debe ser el mismo nombre que se le dio a la primera antena.

**Ethernet data rate**(Velocidad de datos Ethernet): le dejamos en automático.

Time setup (Configuración inicial).

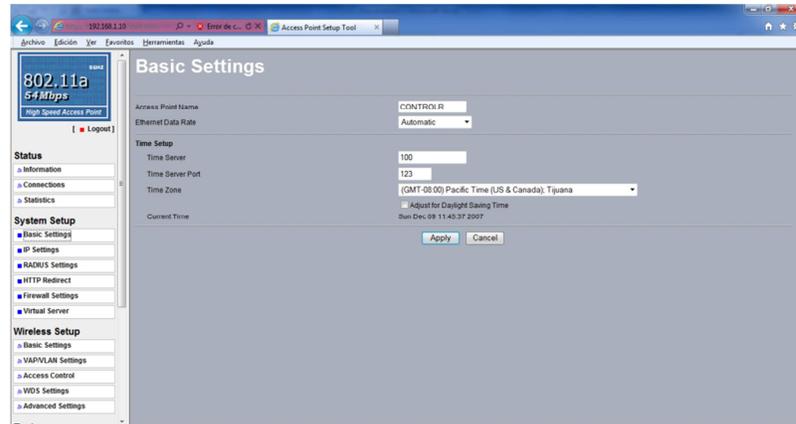
**Time server** (servidor de hora): se puede dejar el que por defecto trae o lo llenamos con un valor de 100.

**Time server port** (puerto del servidor de tiempo): dejamos con el que trae por defecto, o también podemos llenarlo con 123.

**Time zone** (huso horario): seleccionamos la zona horaria que corresponde al lugar de nuestra ubicación.

**Current time** (hora actual): en este campo se muestra la hora actual del sistema.

Llenado todos los campos aplicamos los cambios.

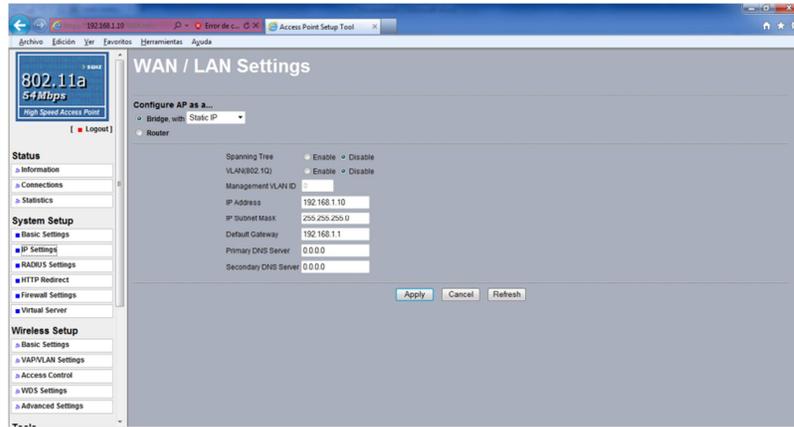


**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.78: Configuración básica

En **IP Settings** (configuración IP), configuramos la antena para que funcione como un **Bridge** (puente). Pues esta se conectara a la primera antena, los pasos a seguir para esta configuración se detallan a continuación.

- ✓ En configure AP as a...(configurar el punto de acceso como) seleccionamos Bridge, e Static IP (IP estática)
- ✓ Dentro de la opción IP estática llenamos los campos requeridos como la Dirección IP, la máscara de red, y la puerta de enlace predeterminada. Teniendo muy en cuenta que las direcciones deben corresponder a la clase de red donde estamos trabajando. Con la dirección IP que en este campo se llenó podremos ingresar a la antena para futuras configuraciones.

- ✓ Una vez terminado con la configuración respectiva aplicamos los cambios.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura IV.79: Configuración del modo de funcionamiento de la antena

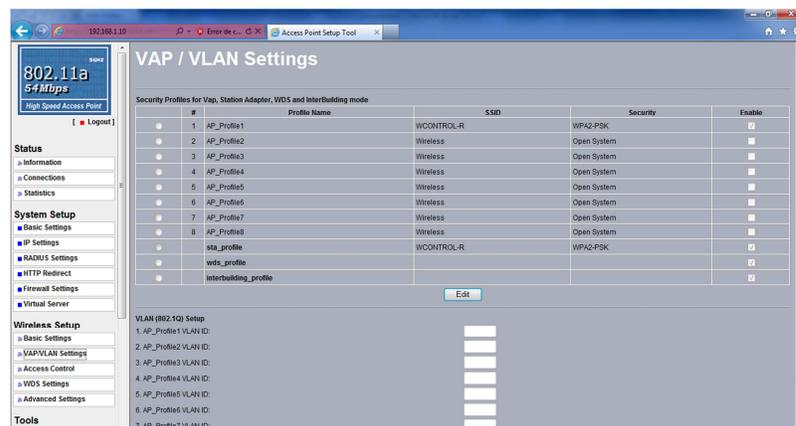
En el bloque de **wireless setup** (configuración inalámbrica) ingresamos a **basic settings** (ajustes básicos), en **Operating Mode** (modo de operación) seleccionamos **station adapter** (adaptador de la estación), en **SSID** deberá aparecer el nombre de la red wireless. Si esta no aparece entonces aún no se conectó a nuestra red. En el siguiente paso se explica cómo conectarnos a nuestra red wireless.

En **data rate** (velocidad de los datos) lo dejamos en **Best** (mejor). En **output power** (Potencia de salida) escogemos **Full** (completo).



Fuente: Realizado por los Autores  
Figura IV.80: Configuración de la red inalámbrica

En VAP / VLAN Settings encontramos el nombre de la red a la que deseamos conectarnos seleccionamos la red y hacemos clic en editar.



Fuente: Realizado por los Autores  
Figura IV.81: Seleccionando red

En esta ventana en **Network Authentication** (Autenticación de red) seleccionamos la forma de autenticación que se seleccione para la primera antena, en **Data encryption** (cifrado de datos) le dejamos el que trae por defecto, en **Network Key** (clave de red) colocaremos la clave de acceso que se habilito durante la configuración del primer dispositivo. Habilitamos el **wireless**

**client security separation** (separación de seguridad del cliente inalámbrico). Una vez configurado todos los campos de este bloque aplicamos los cambios.



**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.82: Configuración de la seguridad de la estación

Para verificar que la conexión se realizó con éxito ingresaremos al bloque de Tools (herramientas), hacemos clic en **Site Survey** y podremos observar que efectivamente la conexión esta correcta.



**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura IV.83: Verificación de la conexión

#### **4.4.3 Conexión de la PC y el PLC mediante las antenas**

Una vez configurada cada una de las antenas procedemos al armado de la red para verificar su funcionamiento. El primer grupo de dispositivos a conectar es el PLC, la radio configurada en modo de servidor DHCP. El segundo grupo de dispositivos conectados serán PC y radio configurado en modo Switch, como la radio del segundo grupo se conectara de manera automática al Punto de Acceso en nuestra PC debemos solicitar una dirección IP automática. Realizados estos pasos podremos verificar la conexión haciendo Ping a los distintos dispositivos de la red.

## **CAPÍTULO V**

---

### **5 IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO DIDÁCTICO DE COMUNICACIÓN VÍA RADIO SOBRE ETHERNET PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE UNA PALETIZADORA**

#### **5.1 Descripción de los sistemas del modulo**

##### **5.1.1 Sistema Eléctrico**

El sistema eléctrico del módulo comprende la fuente ASI BUS, el cable ASI BUS, los esclavos ASI BUS.

La fuente ASI BUS dota una tensión de 31 VDC aproximadamente, esta tensión es transportada por el cable ASI BUS de color amarillo, además este cable es el encargado de llevar las señales desde el PLC hacia el módulo paletizador, como desde los sensores del módulo hacia el PLC.

En la Figura V.1 se aprecia la forma de conexión de los cables tanto negro como amarillo, de la fuente Asi saldrán los cables de color amarillo y negro que se extenderán a lo largo del proceso de control.

La conexión de la fuente de alimentación AS-i se compone como cualquier otra fuente de alimentación de los bornes de entrada para la conexión en este caso a 220 VAC y unos bornes de salida con la tensión en este caso correspondiente a la del bus AS-i, que es aproximadamente de 31 V.

El cable amarillo del bus AS-i que corresponde a datos + alimentación parte de la fuente de alimentación AS-i, en donde ese cable compuesto de dos hilos, se conectará:

Hilo Marrón: Borne positivo (+)

Hilo Azul: Borne negativo (-)



**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura V.1: Conexión de fuente de alimentación AS-i

Una vez extendidos los cables a lo largo del proceso se necesita de realizar una conexión mediante bornes. Este modo de conexión permite desconectar



### 5.1.2 Sistema Neumático

El sistema neumático está integrado por una unidad compresora, electroválvulas, cilindros, válvulas estranguladoras, mangueras. La unidad compresora es la encargada de dotar el aire al circuito neumático, este aire es conducido hacia las válvulas a través de las mangueras, las electroválvulas son las encargadas de abrir o cerrar el paso de aire hacia los cilindros de acuerdo a las señales enviadas desde el PLC.

Las válvulas estranguladoras son las encargadas de regular el paso de aire hacia los cilindros haciendo su movimiento lento o rápido.



Fuente: Realizada por los Autores  
Figura V.4: Electroválvula AIRTAC

### 5.1.3 Sistema de control y monitoreo

El sistema de control y monitoreo HMI PALET está encargado de realizar acciones como: pruebas de funcionamiento tanto de sensores como de actuadores, se podrá también verificar la conexión de los dispositivos de comunicación, el sistema también puede controlar y monitorear el proceso de Paletizado.



**Fuente:** Realizada por los Autores  
Figura V.5: Portada del HMI diseñado

#### 5.1.4 Sistema de comunicación

Dentro del sistema de comunicación se tiene dos antenas Halo 200IA con su respectivo POE (Power over Ethernet, Alimentación a través de Ethernet), un par de cable UTP categoría 5. Las antenas están configuradas de tal forma que podremos recibir y enviar datos hacia y desde el proceso interactuando así con el modulo desde un lugar remoto.



**Fuente:** Realizada por los Autores  
Figura V.6: Conexión Antena Y PC

Una de las antenas está conectada al PLC para enviar y recibir datos desde la estación de monitoreo.



**Fuente:** Realizada por los Autores  
**Figura V.7:** Conexión Antena y PLC

## 5.2 Descripción del proceso

El modulo para controlar un equipo ASI-BUS integrado a una red de comunicación vía radios, sobre Ethernet, tiene la función de controlar y monitorear el proceso de paletizado de botellas.

Manualmente se colocarán las botellas en la banda transportadora, estas pasaran por el sensor óptico, que se encuentra ubicado al final de la banda transportadora. Una vez que se detecte la segunda botella inicia el proceso de paletizado, para lo cual anteriormente se determina la posición exacta hasta donde tiene que avanzar el transportador de botellas del módulo que es el encargado del paletizado para este fin se emplea los sensores magnéticos 1, 2, o 3 que posicionara el transportador. De esta manera realizará la secuencia de paletizado de botellas.

### 5.3 Secuencia del proceso

A continuación se detalla el algoritmo del proceso a ejecutarse.

1. Dar el pulso de inicio.
2. Encender la banda transportadora.
3. El sensor magnético detecta el paso de botellas hacia el paletizador.
4. Si el número de botellas es dos y la pieza encargada de realizar el paletizado está en la posición del sensor magnético 1, inicia el proceso.
5. Se activa el solenoide de la electroválvula correspondiente a los cilindros (A)
6. Se activa el solenoide correspondiente al cilindro (B)
7. Se desactiva el solenoide correspondiente a los cilindros (A)
8. Se activa el solenoide correspondiente al cilindro sin vástago en sentido de avance hacia el pale.
9. Si las dos botellas detectadas son el primer par, la pieza avanzara hasta la posición del sensor magnético 3.
10. Una vez que la pieza este situada en la posición 3, se activa el solenoide correspondiente a los cilindros (A).
11. Se desactiva el solenoide correspondiente al cilindro (B)
12. Se desactiva el solenoide correspondiente a los cilindros (A)
13. Se activa el solenoide correspondiente al cilindro sin vástago en sentido de regreso a la posición de recolección de botellas.
14. El sensor magnético detecta el paso de botellas hacia el paletizador.
15. Si el número de botellas es dos y la pieza encargada de realizar el paletizado está en la posición del sensor magnético 1, inicia el proceso.

16. Se activa el solenoide de la electroválvula correspondiente a los cilindros (A)
17. Se activa el solenoide correspondiente al cilindro (B)
18. Se desactiva el solenoide correspondiente a los cilindros (A)
19. Se activa el solenoide correspondiente al cilindro sin vástago en sentido de avance hacia el pale.
20. Si las dos botellas detectadas son el segundo par, la pieza avanzara hasta la posición del sensor magnético 2.
21. Una vez que la pieza este situada en la posición 2, se activa el solenoide correspondiente a los cilindros (A).
22. Se desactiva el solenoide correspondiente al cilindro (B)
23. Se desactiva el solenoide correspondiente a los cilindros (A)
24. Se activa el solenoide correspondiente al cilindro sin vástago en sentido de regreso a la posición de recolección de botellas.
25. Se activa el solenoide correspondiente al cilindro (C), que es el encargado de expulsar el pale

El proceso en ejecución se detendrá con el pulsador de paro.

#### **5.4 Variables de entrada y salida**

La asignación de las variables de entradas y salidas del PLC, será detallada en la tabla V.I. Las entradas así como las salidas deben estar correctamente identificadas en el PLC para poder realizar la conexión respectiva, ya que también nos servirá para la asignación de las direcciones de memorias de las entradas y salidas en el programa TwidoSuite 2.20.11.

<b>ASIGNACIÓN DE DIRECCIONES</b>			
<b>E/S</b>	<b>DIRECCIÓN FÍSICA</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Entrada	IA1.6A.3	INICIO	Pulsador de inicio del proceso.
Entrada	IA1.6A.0	PARO	Pulsador de paro total del proceso.
Entrada	IA1.1A.0	C1	Sensor magnético.
Entrada	IA1.1A.1	A1	Sensor magnético.
Entrada	IA1.1A.2	A0	Sensor magnético
Entrada	IA1.1A.3	C0	Sensor magnético
Entrada	IA1.2A.0	S1	Sensor magnético para el posicionamiento inicial
Entrada	IA1.2A.1	S2	Sensor magnético para el posicionamiento del segundo par de botellas.
Entrada	IA1.2A.2	S3	Sensor magnético para el posicionamiento del primer par de botellas.
Entrada	IA1.2A.3	S4	Sensor óptico, para la detección de pale.
Entrada	IA1.5A.2	SEN_BOT	Sensor óptico, para la detección de botellas.
Salida	QA1.1A.0	VAL_CIL_D	Accionamiento solenoide del cilindro sin vástago.
Salida	QA1.1A.1	VAL_CIL_E	Desactiva el solenoide del cilindro si vástago.
Salida	QA1.2A.0	VAL_CIL_A	Accionamiento solenoide del cilindro (A)

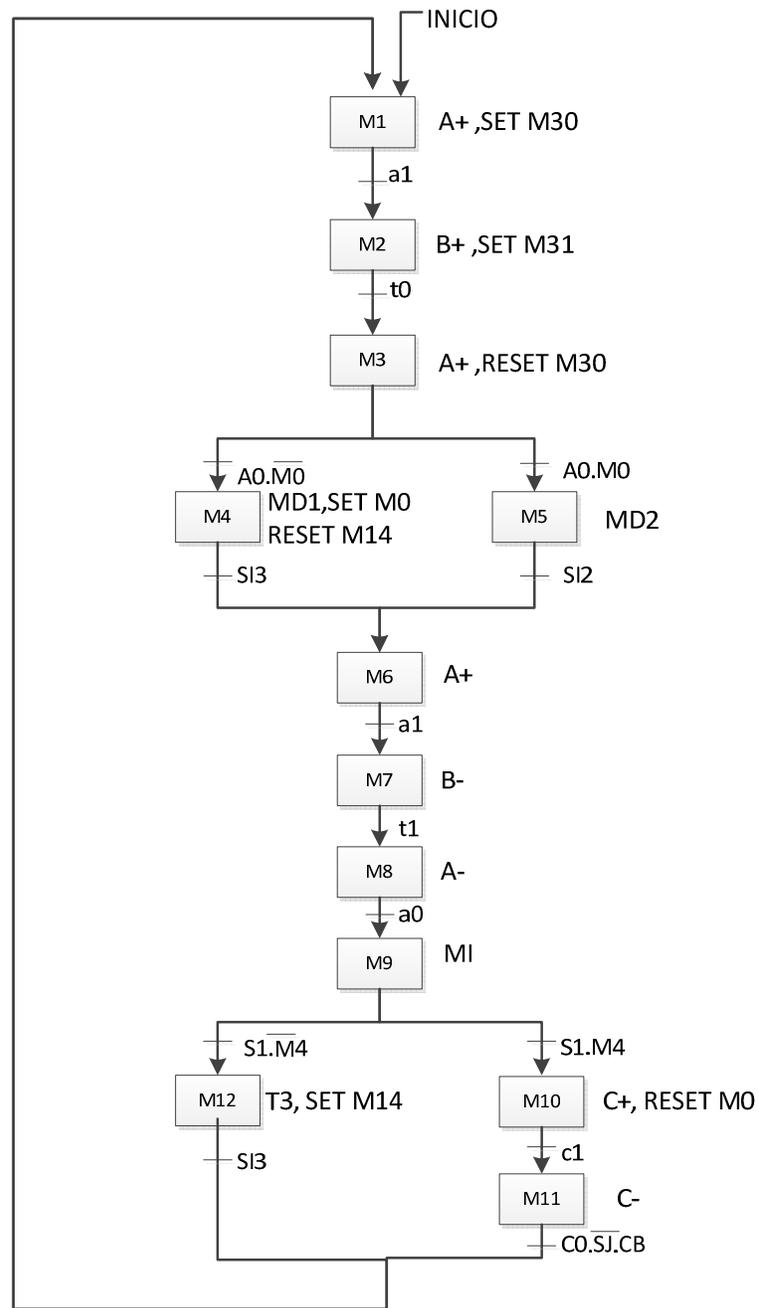
Salida	QA1.2A.1	VAL_CIL_B	Accionamiento solenoide del cilindro (B)
Salida	QA1.2A.2	VAL_CIL_C	Accionamiento solenoide del cilindro (C)

**Fuente:** Realizado por los Autores

**Tabla V.I:** Asignación de las Variables de Entrada y Salida en el PLC

### 5.5 Secuencia Grafcet

Previo al desarrollo del diagrama se debe tener identificadas las variables conectadas al PLC tanto de entrada como de salida. El tipo de secuencia que va a desarrollar, las etapas y transiciones deben estar definidos con anterioridad.



Fuente: Realizada por los Autores

Figura V.8: Diagrama Grafcet del proceso de la Paletizadora

### 5.5.1 Determinación de las ecuaciones

Las ecuaciones se obtienen del diagrama grafcet realizado anteriormente, como se puede observar en la tabla se tiene 11 etapas, y para cada etapa se tiene una ecuación.

NIVEL	ECUACIÓN
M1 =	$INICIO + M11C0\bar{S}JCB + M12t2 + M1\bar{M}2$
M2 =	$M1a1 + M2\bar{M}3$
M3 =	$M2t0 + M3\bar{M}4 + M3\bar{M}5$
M4 =	$M3a0\bar{M}0 + M4\bar{M}6$
M5 =	$M3a0M0 + M5\bar{M}6$
M6 =	$M4SI3 + M5SI2 + M6\bar{M}7$
M7 =	$M6a1 + M7\bar{M}8$
M8 =	$M7t1 + M8M9$
M9 =	$M8a0 + M9\bar{M}12 + M9\bar{M}10$
M10 =	$M9S1M14 + +M10\bar{M}11$
M11 =	$M10c1 + M11\bar{M}1$
M12 =	$M9S1\bar{M}14 + M12\bar{M}1$

Fuente: Realizado por los Autores

**Tabla V.II:** Ecuaciones Obtenidas del Diagrama GRAFCET

## **CAPÍTULO VI**

---

### **6 PRUEBAS Y RESULTADOS**

#### **6.1 Introducción**

Luego del diseño e implementación del módulo didáctico de comunicación vía radio sobre Ethernet para el control y monitoreo de una paletizadora se procedió a la ejecución de las pruebas de funcionamiento las cuales fueron realizadas para determinar el comportamiento del proceso del módulo, permitiendo corregir los defectos y fallas, de programación y configuración de los dispositivos hasta llegar a obtener un proceso efectivo.

## 6.2 Prueba de sensores

Las pruebas de los sensores se realizaron con el objetivo de determinar las distancias mínimas y máximas para obtener el funcionamiento óptimo de los sensores. Obteniendo los resultados que se muestran en la tabla

DESCRIPCIÓN	DISTANCIA (mm)		SEÑAL LOGICA ENTREGADA
	MINIMA	MÁXIMA	
Sensor Capacitivo PNP IBJT	1	4	0 - 1
Sensor Magnético CSI-E	1	2	0 - 1
Sensor Óptico IBEST	10	50	0 - 1

**Fuente:** Realizado por los Autores  
Tabla VI.I: Valores y resultados de la prueba de sensores

## 6.3 Prueba de cilindros neumáticos

El sistema neumático trabaja a una presión estándar de (3 – 15 PSI), la activación de un cilindro neumático se lo realiza a través de electroválvulas que funcionan con 24VDC. Se realizaron pruebas a través de la técnica de prueba y error para encontrar el caudal de aire óptimo para poder obtener la velocidad de movimiento del embolo del cilindro.

La regulación del caudal se la realizo a través de válvulas estranguladoras que limitan la salida del embolo, espeto permite obtener una velocidad de movimiento adecuado de los cilindros neumáticos.

## 6.4 Prueba de antenas

Las antenas se alimentan por medio del POE con una tensión de 15 VCD. Las pruebas se realizaron a distintas distancias con línea de vista. Estas pruebas se realizaron con la ayuda del software Wireshark, Radio Mobile, aplicación propia de los radios, y con la herramienta ping.

Mediante la aplicación que traen las antenas se puede además de configurar las antenas, verificar su estado de conexión y el intercambio de información como podemos apreciar en la figura VI.1



**Fuente:** Realiza do por los Autores  
 Figura VI.1: Estado de conexión entre antenas

Los datos recolectados con la ayuda de esta aplicación se reflejan en la tabla VI.I y la tabla VI.II. En estas tablas se reflejan los datos intercambiados entre las antenas.

Sin proceso					
X	Y				
Distanci a	Paquetes Transmitidos	Paquetes recibidos	Bytes Transmitidos	Bytes recibidos	
4	37743	37787	2491192	2479061	Sin procesos

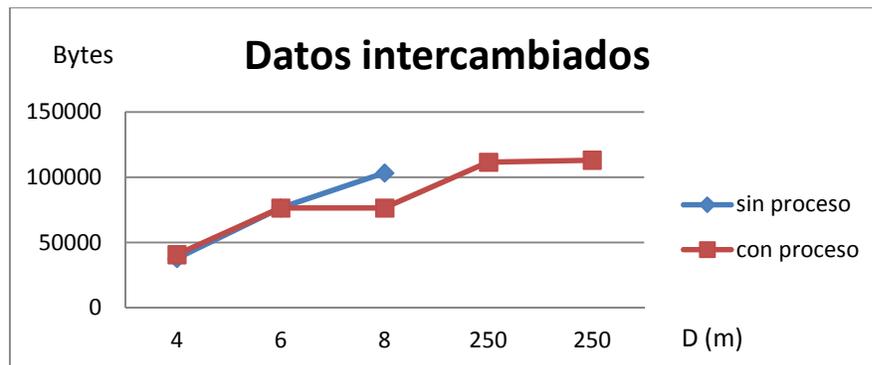
8	76505	76565	5048700	5018719	Sin procesos
250	103357	103303	6817820	6780339	Sin procesos

Fuente: Realizado por los autores  
 Tabla VI.II: Transmisión de datos sin proceso

Con proceso					
X	Y				
Distancia	Paquetes Transmitidos	Paquetes recibidos	Bytes Transmitidos	Bytes recibidos	
4	40708	40753	2686810	2673315	con proceso
6	76505	76565	5048700	5018719	
8	76505	76565	5048700	5018719	
250	111586	111531	7360878	7323421	con un ángulo de giro
250	113076	113029	7359178	7422275	sin ángulo de vista

Fuente: Realizado por los Autores  
 Tabla VI.III: Transmisión de datos con proceso

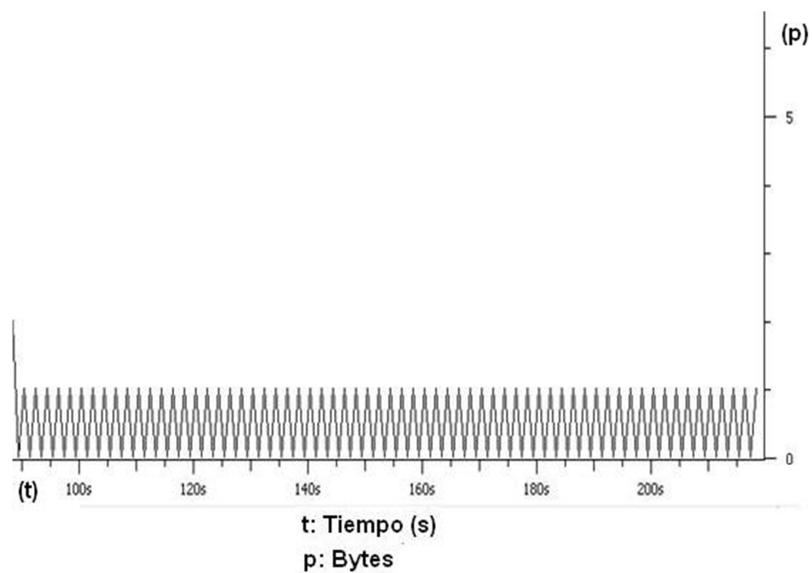
Los datos obtenidos se reflejan en la figura VI.2, en esta gráfica se puede apreciar el intercambio de datos entre las antenas.



Fuente: Realizada por los Autores  
 Figura VI.2: Cuadro estadístico de la transmisión de datos

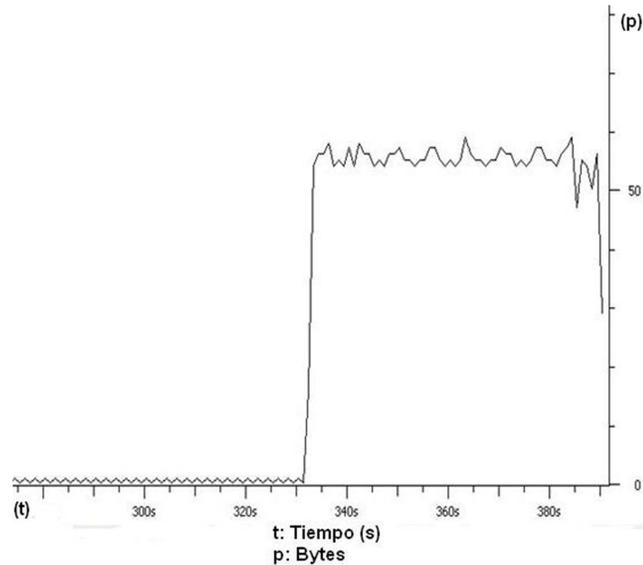
Además de la aplicación propia de las antenas se empleó el software WireShark, el mismo que nos permite monitorear el estado de la conexión así como monitorear el intercambio de datos como se puede apreciar en la figura VI.3 y la figura VI.4

En la figura VI.3 se muestra el intercambio de datos sin la puesta en marcha del sistema de control y monitoreo. Mientras que en la figura VI.4 se muestra el intercambio de datos con la puesta en marcha del sistema de control y monitoreo.



**Fuente:** Realizada por los Autores

Figura VI.3: Intercambio de datos sin la ejecución del proceso



**Fuente:** Realizada por los Autores  
Figura VI.4: Intercambio de datos con la ejecución del proceso

Con la ayuda de la herramienta ping se midió la latencia y el estado de conexión de las antenas a distintas distancias, siendo las más relevantes las pruebas realizadas a 200 m y a 6 km. Cabe recalcar que se realizaron pruebas a distancias menores a los 200 m como se indica en la tabla VI.IV

No se realizaron pruebas a distancias mayores a los 6km debido a que no se encontró un lugar que contara con una línea de vista óptima.

Ping realizado a 200m

```
C:\Documents and Settings\WILLIAM>ping 192.168.1.12
Haciendo ping a 192.168.1.12 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.12: bytes=32 tiempo=3ms TTL=63
Respuesta desde 192.168.1.12: bytes=32 tiempo=1ms TTL=63
Respuesta desde 192.168.1.12: bytes=32 tiempo=2ms TTL=63
Respuesta desde 192.168.1.12: bytes=32 tiempo=1ms TTL=63

Estadísticas de ping para 192.168.1.12:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 1ms, Máximo = 3ms, Media = 1ms
C:\Documents and Settings\WILLIAM>_
```

**Fuente:** Realizada por los autores  
Figura VI.5: ping realizado a 200 m

Ping realizado a 6 km

```
C:\Documents and Settings\WILLIAM>ping 192.168.1.12
Haciendo ping a 192.168.1.12 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.168.1.12: bytes=32 tiempo=2ms TTL=127
Respuesta desde 192.168.1.12: bytes=32 tiempo=3ms TTL=127
Respuesta desde 192.168.1.12: bytes=32 tiempo=2ms TTL=127
Respuesta desde 192.168.1.12: bytes=32 tiempo=2ms TTL=127

Estadísticas de ping para 192.168.1.12:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 2ms, Máximo = 3ms, Media = 2ms
```

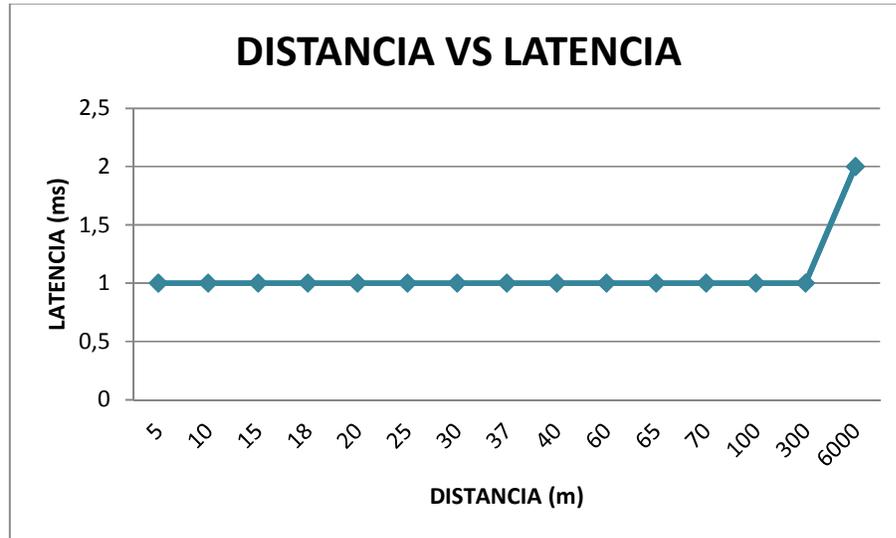
**Fuente:** Realizada por los autores  
Figura VI.6: ping realizado a 6km

Las pruebas realizadas con la ayuda de la herramienta ping con distancias menores a los 200 m arrojaron datos que no mostraron variación alguna como se detalla en la tabla VI.IV

Prueba de Conexión		
Distancia (m)	Latencia (ms)	Estado de conexión
5	1	Correcto
10	1	Correcto
15	1	Correcto
18	1	Correcto
20	1	Correcto
25	1	Correcto
30	1	Correcto
37	1	Correcto
40	1	Correcto
60	1	Correcto
65	1	Correcto
70	1	Correcto
100	1	Correcto
300	1	Correcto
6000	2	Correcto

**Fuente:** Realizado por los autores  
Tabla VI.IV: Resultados obtenidos con la herramienta ping

Una vez obtenido estos datos se procedió a realizar la gráfica correspondiente a la distancia vs la latencia como podemos observar en la figura VI.7



**Fuente:** Realizado por los autores  
Figura VI.7: Gráfica distancia vs tiempo

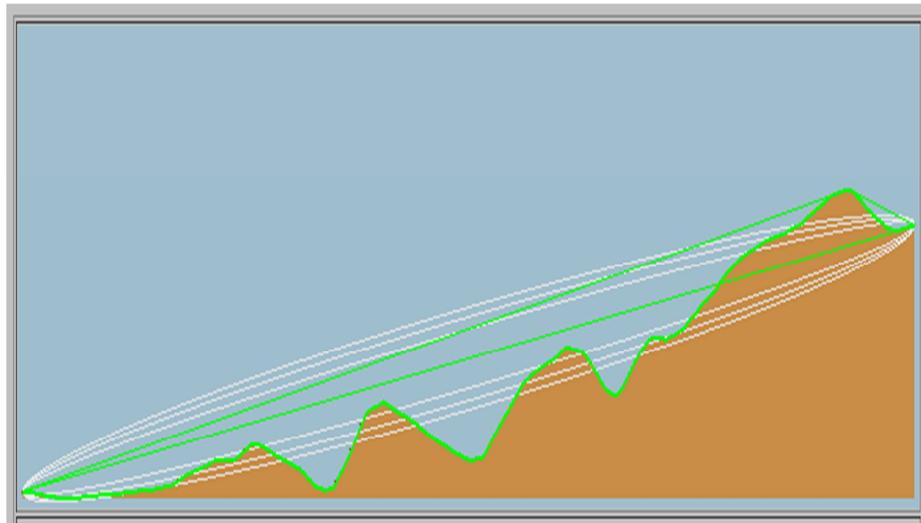
Esta gráfica refleja la distancia vs latencia, como podemos apreciar la latencia a distancias menores a 200m es la misma, pero al presentarse distancias mucho mayores a 200m la latencia aumenta.

El software Radio Mobile (Online) se lo empleo para calcular la distancia entre los puntos de ubicación de las antenas, así como para verificar si existía línea de vista entre estos puntos. Para esto es necesario contar con la longitud, latitud y elevación de cada punto de ubicación de las antenas.

Radio link study 1			
<b>ESPOCH (1)</b>		<b>(2) Cerro HIGNO</b>	
Latitude	-1.655272 °	Latitude	-1.700000 °
Longitude	-78.680566 °	Longitude	-78.716700 °
Ground elevation	2822.4 m	Ground elevation	3336.8 m
Antenna height	2.0 m	Antenna height	2.0 m
Azimuth	218.92 °	Azimuth	38.92 °
Tilt	4.57 °	Tilt	-4.63 °
<b>Radio system</b>		<b>Propagation</b>	
TX power	43.01 dBm	Free space loss	91.83 dB
TX line loss	3.00 dB	Obstruction loss	40.23 dB
TX antenna gain	6.00 dBi	Forest loss	1.00 dB
RX antenna gain	2.00 dBi	Urban loss	0.00 dB
RX line loss	0.50 dB	Statistical loss	6.57 dB
RX sensitivity	-113.02 dBm	Total path loss	139.62 dB
<b>Performance</b>			
Distance	6.393 km		
Precision	10.0 m		
Frequency	146.000 MHz		
Equivalent Isotropically Radiated Power	39.905 W		
System gain	160.53 dB		
Required reliability	70.000 %		
Received Signal	-92.11 dBm		
Received Signal	5.55 µV		
Fade Margin	20.91 dB		

Fuente: Realizado por los autores  
Figura VI.8: Datos obtenidos con Radio Movile (Online)

Para verificar si existía línea de vista se procedió a graficar la zona Fresnel como se muestra e la figura VI.9



Fuente: Realizado por los autores  
Figura VI.9: Zona Fresnel entre los puntos de ubicación de las antenas

Como podemos apreciar la línea de vista entre la ubicación de las antenas es óptima.

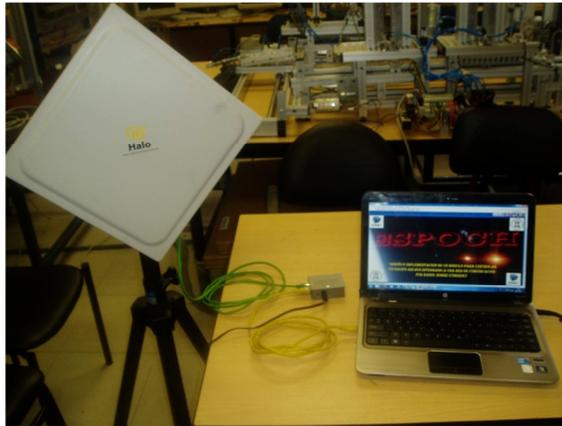
## Manual de usuario

(Ver Anexo 1)

### 6.5 Demostración de la Hipótesis.

La hipótesis planteada como la implementación del módulo para la comunicación vía radio sobre Ethernet permitirá controlar y monitorear el proceso de paletizado desde un lugar remoto.

Se demostró con la construcción y puesta en funcionamiento de los distintos sistemas que componen el sistemas de control y monitoreo del proceso paletizador.



**Fuente:** Realiza do por los Autores  
Figura VI.10: Sistema de Control del módulo Paletizador

De esta manera demostramos que es factible hacer un control y monitoreo de un proceso implementado con una red ASI Bus mediante una red de comunicación Ethernet desde un lugar remoto. Donde el tendido de cable presente una dificultad difícil de superar.



**Fuente:** Realizado por los Autores  
Figura VI.11: Sistema de Control del módulo Paletizador

## Conclusiones

- ✓ El proyecto de investigación desarrollado cumple con el principal objetivo planteado, diseñar e implementar un módulo para controlar un equipo ASI-Bus integrado a una red de comunicación por radio, sobre Ethernet., el mismo que permite superar limitaciones físicas, que el medio de comunicación común (cable) no puede superar por distintos motivos.
- ✓ El módulo de comunicación Vía radios, es el encargado de enviar y recibir datos de forma inalámbrica, lo cual permite el control y monitoreo de procesos, desde lugares remotos.
- ✓ Al implementar la red Ethernet todos los dispositivos (Antenas, PC, PLC) forman parte de una misma red, formando un sistema de control y monitoreo.
- ✓ Al implementar ASI-Bus evitamos el cableado tradicional, y de esta manera reducimos el tiempo para la puesta en marcha del módulo.
- ✓ La programación del PLC bajo un lenguaje estándar IEC (LADDER) permite una programación ordenada, fácil e intuitiva. Y de esta manera configurar el autómata con una lógica comprensible.
- ✓ La implementación del HMI para el control y monitoreo del proceso de paletizado, junto a todo los sistemas implementados permite tener un

control adecuado de una manera fácil sencilla y desde distancias físicas grande.

## Recomendaciones

- ✓ Tomar en cuenta las instrucciones detalladas en el manual de usuario, que se ha desarrollado en esta tesis, pues la falta de observación de las mismas en la manipulación, montaje, programación, y funcionamiento del equipo, pueden afectar en el correcto funcionamiento del módulo.
- ✓ Debido a la utilización de sensores cuyo funcionamiento están determinados por factores externos, como superficies de reflexión y la distancia del objeto a censar, se deberá tomar en cuenta la calibración de los mismos de tal manera que dichos factores afecten en lo menos posible en la obtención de señales necesarias.
- ✓ Recomendamos la utilización de cables de red UTP categoría 5 en perfectas condiciones, además revisar que los equipos estén en la misma red.
- ✓ Se recomienda revisar que las antenas estén correctamente alimentadas y con su configuración adecuada.

## RESUMEN

La investigación de diseño e implementación de un módulo para controlar un equipo ASI-Bus integrado a una red de comunicación por radio, sobre Ethernet, se implementó en el laboratorio de automatización Industrial de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Utilizando el método Deductivo se consideraron aspectos para el diseño de la comunicación de la red industrial, lo que permitió seleccionar equipos y materiales a emplearse. Como dos antenas Halo 200IA, un PLC (Controlador Lógico Programable) modelo TWDLCAE40DRF, un módulo de comunicación As-interface modelo TWNOI10M3, un módulo Paletizador implementado con una red Asi, una interfaz humano maquina (HMI). Los softwares utilizados son: TwidoSuite para la configuración del PLC, LabView 2012 para el desarrollo del HMI, Internet Explorer de Microsoft para la configuración de las antenas.

Mediante las 100 pruebas de funcionamiento realizadas, con el módulo de comunicación se obtuvieron un 90% de efectividad en el control y monitoreo del proceso, y un 10% de falla en la comunicación, falla que fue corregida hasta obtener el 100% de efectividad en la comunicación entre el proceso y el centro de monitoreo y control.

Concluimos que el control y monitoreo de un módulo implementado con una red de comunicación Así se puede hacerlo con una red Ethernet, superando así las limitaciones físicas y económicas que se pueden presentar al utilizar el medio de comunicación por cable.

Recomendamos a los estudiante, que antes de poner en funcionamiento el modulo se revise el manual de usuario y los respectivos datos técnicos de cada uno de los componentes del módulo, con el propósito de evitar fallas en el funcionamiento del mismo.

## **SUMMARY**

A module design and implementation research to control an Asi – Bus (Actuator Sensor Interface) Integrated into a radio communication network, on Ethernet, was installed in the Industrial Automation Lab in the Electronic in Control And Industrial Networking Engineering School in the Polytechnic of Chimborazo.

The deductive method was used, design aspects to industrial network communication were considered, which allowed to select equipment and materials to be used. Such as two Halo 200IA antennas, a PLC (Programmable Logical Controller) model TWDLCAE40DRF, a communication module As-interface model TWNOI10M3, a Palletizer module Installed with a network ASI, a human machine interface (HMI). The softwares used are: TwidoSuite for PLC setting, LabView 2012 for the HMI development, Microsoft Internet Explorer for the antennas setting.

Through the 100 operating tests with the communication module 90% effectiveness was obtained in the control and monitoring process and 10% failure in communication, fault that was corrected to get 100% of effectiveness in the communication between the process and the monitoring and control center.

It is concluded that the control and monitoring of module implemented with an ASI communication network can be made with an Ethernet network, thus overcoming physical and economic limitations that can occur when using communication through cable.

It is recommended for students to check the user manual and the respective technical data of each one of the components before operating the module to avoid malfunction.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- (1) DEUTSCHES S.**, Componentes y Circuitos Básicos de la micro electrónica., Eschborn-Alemania., EDIBOSCO., 1997., Pp. 300-301.
- (2) FLORES L.**, Instalaciones Eléctricas.,2ªed.,BogotaColombia., ALFAOMEGA., 2007., Pp. 7-12.
- (3) LAJARA J, Y PELEGRI S.**, LabView Entorno Gráfico de Programación., México D.F.-México., ALFAOMEGA., 2008., Pp. 52-123.
- (4) DELGADO H**, Redes Inalámbricas., 1ªed.,Lima-Peru., Macro E.I.R.L., 2009., Pp. 40-145

- (5) **SERRANO N**, Neumática Práctica., 2ªed., Madrid-España.,  
PARANINFO., 2009., Pp. 91-112
- (6) **GUERREO V Y OTROS.**, Comunicaciones Industriales.,  
México D.F.-México., ALFAOMEGA., 2010., Pp. 6-50  
54-100 254-291 366-380.
- (7) **CREUS A.**, Neumática e Hidráulica., 2ªed.,Barcelona-  
España., MARCOMBO., 2011., Pp.19-37

### **BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET**

#### **(1) SENSORES INDUCTIVOS**

<http://200.69.222.121/eta/mont/download/>  
2013/09/10

#### **(2) SENSORES ÓPTICOS**

<http://pendientedemigracion.ucm.es/info/otri>  
2013/09/11

#### **(3) PRINCIPIOS BÁSICOS DE LOS PLC**

<http://recursostic.educacion.es/observatorio>  
2013/09/2

#### **(4) DIAGRAMA PARA EL DISEÑO DE AUTOMATISMOS (GRAF CET)**

<http://www.iesmigueldecervantes.com>

2013/10/02

<http://www.elai.upm.es/moodle/pluginfile.php/>

1171

2013/09/28

#### **(5) PROGRAMACIÓN EN ESCALERA (LADDER)**

<http://www2.elo.utfsm.cl/~elo372/complemen>

to1.pdf

2013/09/28

<https://www.depeca.uah.es/depeca/repositori>

o

2013/09/28

#### **(6) NEUMÁTICA**

<http://automatica.mex.tl/imagesnew>

2013/10/17

<http://ramaucsa.wordpress.com/2010>

2013/10/17

<http://cursos.aiu.edu/Sistemas%20Hidraulica>

s

2013/10/10

<http://caterina.udlap.mx/udlap/tales/docume>

ntos/

2013/10/10

#### **(7) OPC SERVER**

<http://www.infopl.net/descargas/13-omron>

2013/03/05



**ANEXOS**

# **ANEXO 1**

**MANUAL DE USUARIO PARA CONTROLAR UN EQUIPO ASI BUS  
INTEGRADO A UNA RED DE COMUNICACIÓN POR RADIO, SOBRE  
ETHERNET.**

# MANUAL DE USUARIO

## 1. Introducción

En el siguiente manual se describe brevemente los objetivos e información clara y concisa del sistema PALET para controlar y monitorear el proceso de Paletizado.

Este sistema fue creado con el objetivo claro que es, demostrar que efectivamente se puede controlar un proceso implementado con una red Asi, mediante una red Ethernet.

## 2. Objetivo de este manual

El objetivo principal de este manual es ayudar y guiar al usuario en el proceso de armado del sistema, brindando un soporte técnico para la utilizar del sistema de control y monitoreo PALET.

## 3. Dirigido a

Este manual está dirigido a usuarios que tengan conocimiento básicos de electrónica y control, así también al público en general que dese instruirse y tomar como guía este proyecto para futuros trabajos.

## 4. Lo que debe conocer

Los conocimientos mínimos que deben tener las personas que operarán el sistema PALET son:

- ✓ Conocimientos básicos acerca de programas utilitarios
- ✓ Conocimientos básicos de navegación en web

- ✓ Conocimientos básicos de Windows

## **5. Especificaciones técnicas**

### **5.1. Hardware**

El hardware que se utiliza para que el sistema funcione correctamente es:

- ✓ Red Asi Bus
- ✓ Antenas halo 200IA
- ✓ Switch industrial
- ✓ Pc de preferencia que tenga una tecnología actual
- ✓ Adaptador de red 802.11a

### **5.2. Software**

- ✓ El software que principalmente la Pc debe traer es Windows Xp o Windows 7
- ✓ Navegador Explorer o Mozilla

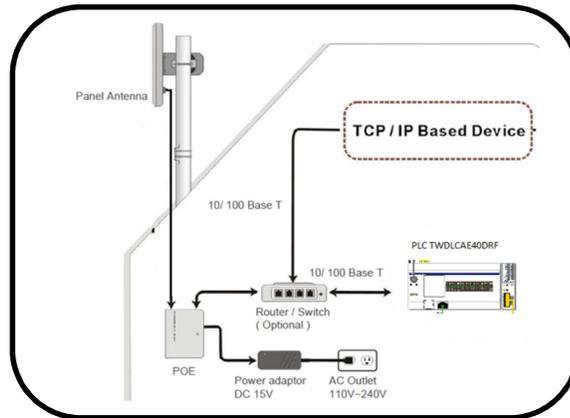
## **6. Instalación de las antenas**

### **6.1. Conexión de las antenas Halo**

1. Previamente configurada una de las antenas debe ir conectado al PLC como se indica en la siguiente figura teniendo muy en cuenta los puertos del POE.

El cable utilizado para la conexión de la antena al POE es un UTP directo de categoría 5 con conectores Rj-45.

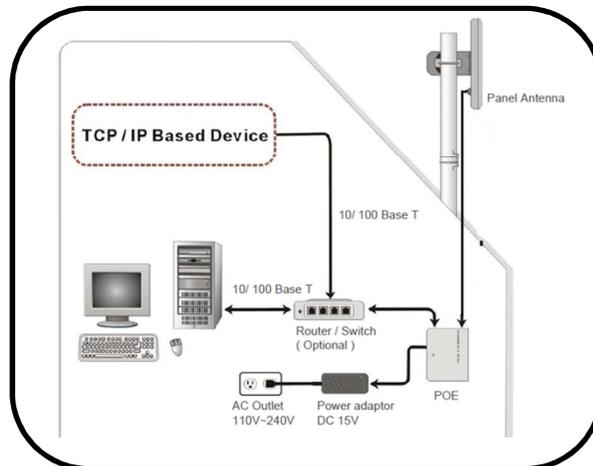
El cable utilizado para la conexión del POE a un Switch o a una Pc es uno de tipo UTP cruzado de categoría 5 con conectores Rj-45.



Fuente: Software de configuración de las antenas Halo

Figura 1: Conexión de la primera antena

2. La segunda antena está conectada a una Pc con la cual realizaremos el trabajo del control y monitoreo de nuestro proceso.



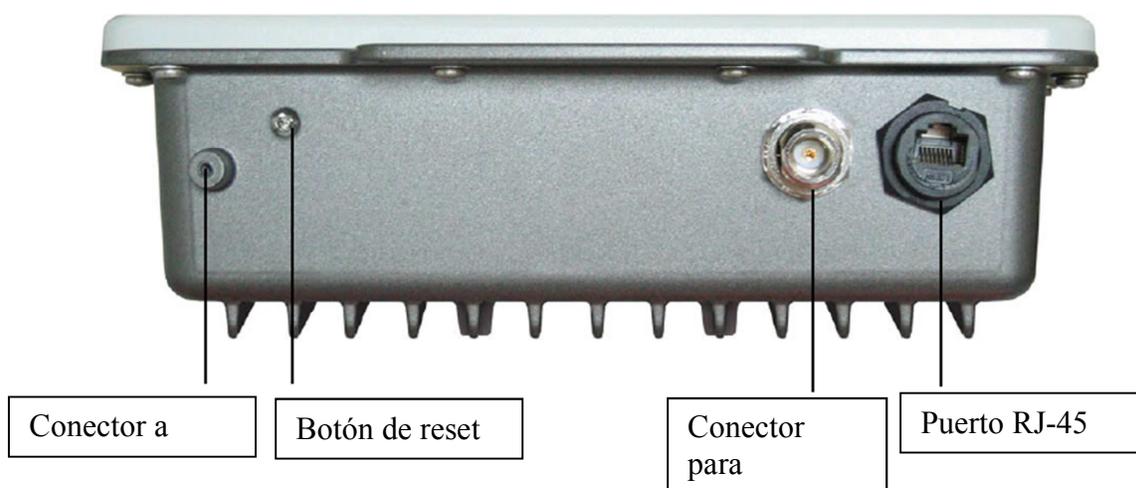
Fuente: Software de configuración de las antenas Halo

Figura 2: Conexión de la segunda antena

## 6.2 Configuración de las antenas halo

### 6.2.1 Reseteo de antena Halo 200

Se recomienda realizar este procedimiento únicamente cuando sea estrictamente necesario, como por ejemplo al olvidarse la contraseña o el nombre de usuario.



**Fuente:** Manual antenas Halo

Figura 3: Antena Halo 200 Series Radio

Para realizar el proceso de reseteo de las antenas Halo 200 Series Radio se recomienda seguir los siguientes pasos:

1. Verificar que el dispositivo esté debidamente conectado a una alimentación de voltaje.
2. Presionar botón de reset por un lapso de 5 a 10 segundos.

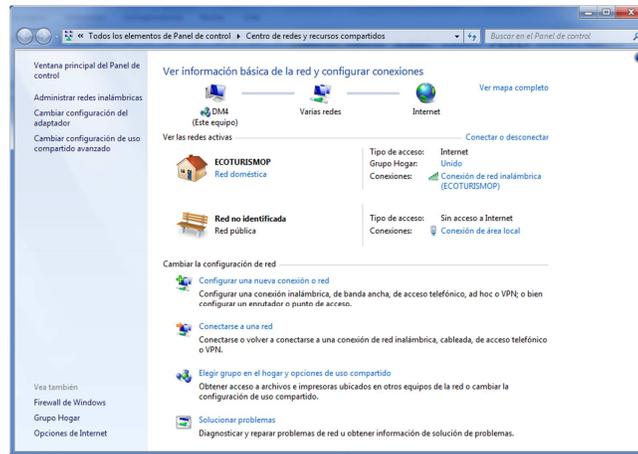
Una vez realizado el proceso de reseteo, el dispositivo vuelve a tomar la configuración que por defecto trae de fábrica.

### **Configuración de fábrica**

Feature	Configuración de fabrica
Name	admin
Password	password
Nombre del Radio	Halo
País/Región	Estados Unidos
Modo de Router	Puente
Tipo de Ip	Estático
Dirección Ip	192.168.1.1
Mascara de Red	255.255.255.0
Gateway por defecto	0.0.0.0
Modo de operación	Access Point
Modo de Wireless	802.11a
Canal/Frecuencia	52/5260 Mhz

### 6.2.2 Configuración de la red Ethernet de la Pc

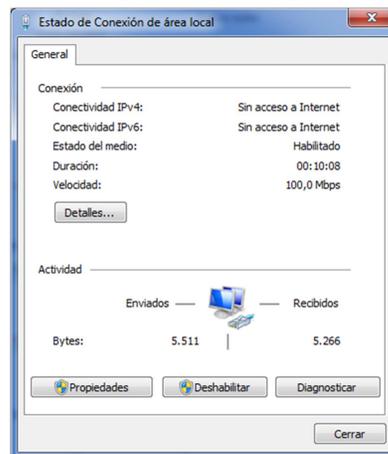
1. Para la configuración de la red ingresamos al ***Panel de control- Centro de redes y recursos compartidos*** como se muestra a continuación.



Fuente: Realizado por los autores

Figura 4: Ventana de centro de redes y recursos compartidos

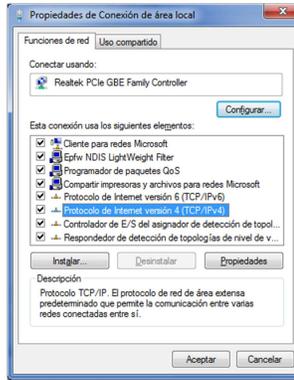
2. En la ventana antes indicada haciendo clic en **conexión área local** procedemos a ingresar en **propiedades**



Fuente: Realizado por los autores

Figura 5: Estado de conexión de la red local

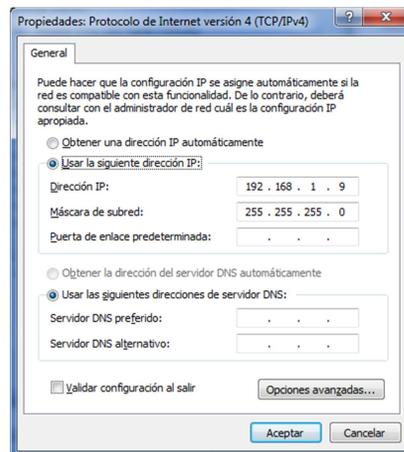
3. Para la configuración del protocolo de comunicación seleccionamos el **Protocolo de Internet Versión 4 (TCP/IPv4)**



Fuente: Realizado por los autores

Figura 6: Protocolo de Internet Versión 4 (TCP/IPv4)

4. Seleccionamos la opción **Usar la siguiente dirección IP**, asignamos una dirección IP y su respectiva máscara de subred que corresponderá a la máquina donde estemos trabajando. Aceptamos los cambios para que la configuración surta efecto.



Fuente: Realizado por los autores

Figura 7: Propiedades de conexión del área local

5. Abriendo el Internet Explorer en la barra de direcciones colocamos la dirección IP que trae por defecto, enseguida se nos aparece una ventana como se muestra a continuación, donde llenaremos los campos de **usuario** y **Password** para poder ingresar al software de configuración.



**Fuente:** Realizado por los autores

Figura 8: Ventana de Autenticación

6. Una vez ingresado en el software de configuración de las antenas el primer campo que podremos observar será la ventana de información general, donde nos indica datos como el nombre de la antena, el nombre de la red, el modo de funcionamiento, la dirección IP y otros datos.

### **6.3 Pasos para la configuración de las antenas Halo**

La configuración de las antenas dependerá de la forma y el lugar donde se trabaje con ellas. Para el proyecto que se implementó se podrá configurar de dos formas, que detallaremos a continuación.

#### **6.3.1 Primer forma de configurar las antenas Halo**

Configurar una de las antenas como un punto de acceso o router como servidor DHCP que nos permitirá conectarnos con cualquier dispositivo móvil que tenga un adaptador de red inalámbrico con tecnología 802.11a o compatible con esta.

La siguiente antena la configuramos en modo switch de tal manera que capte la señal que la antena emisora transmita.

A continuación describiremos los pasos a seguir para configurar las antenas Halo  
Configuración de la antena como un punto de acceso o modo router como servidor DHCP

1. Lo primero que hacemos es, en el bloque **systemsetup** (configuración del sistema ) entrar en **basicsettings** (ajustes básicos), una vez dentro de esta opción procedemos a llenar los campos correspondientes como:

**Accesspointname** (nombre del punto de acceso): Le damos un nombre a nuestra antena

**Ethernet data rate**(Velocidad de datos Ethernet): Seleccionamos automático

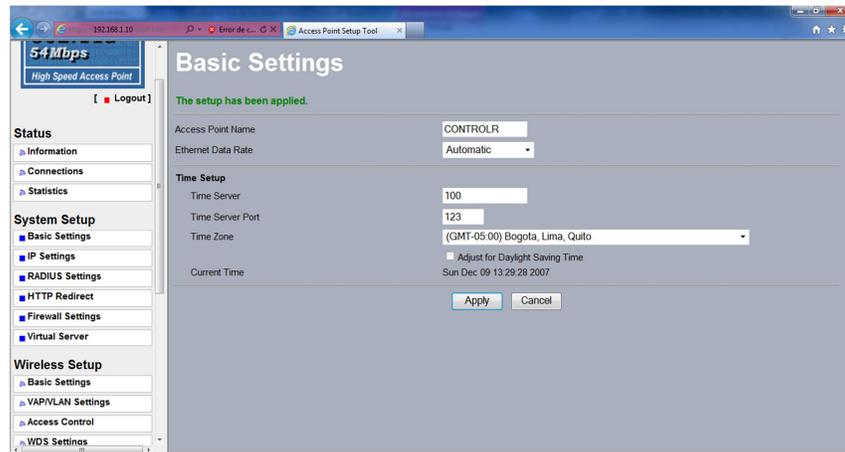
Time setup (Configuración inicial)

**Time server** (servidor de hora): dejamos el que por defecto trae o lo llenamos con un valor de 100.

**Time server port**(puerto del servidor de tiempo): dejamos con el que trae por defecto, o también podemos llenarlo con 123.

**Time zone**(huso horario): seleccionamos la zona horaria que corresponde al lugar de nuestra ubicación.

**Current time** (hora actual): en este campo se muestra la hora actual del sistema

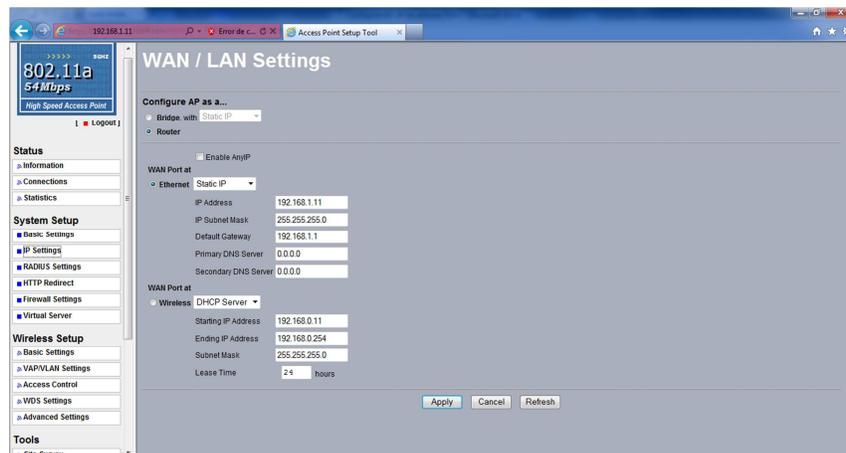


**Fuente:** Realizado por los autores

Figura 9: Configuración del sistema

2. Ingresamos a **IP Settings** (configuración IP), de la forma como se configure en esta parte dependerá mucho el desempeño de la antena. Como se requiere que trabaje como router seguimos los siguientes pasos:
  - ✓ En configure AP as a...(configurar el punto de acceso como) seleccionamos Router
  - ✓ En WAN Port at seleccionamos Ethernet y Static IP
  - ✓ Dentro de la opción IP estática llenamos los campos requeridos como la Dirección IP, la máscara de red, y la puerta de enlace predeterminada. Teniendo muy en cuenta que las direcciones deben corresponder a la clase de red con la que se está trabajando y debe estar dentro de la misma red. Para el presente trabajo se utilizó una red de clase C. Con la dirección IP que en este campo se llenó podremos ingresar a la antena para futuras configuraciones.

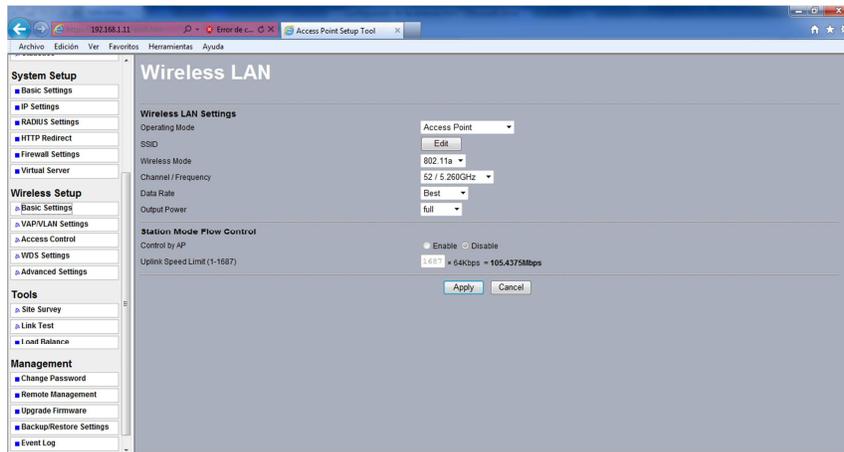
- ✓ El siguiente campo a configurar es el modo de funcionamiento de la red Wireless. Como la configuración requerida es que funcione como un Servidor DHCP seleccionamos la opción DHCP Server. Y de la misma manera como se llenó los campos anteriores procedemos con la configuración, un punto a tener muy en cuenta al llenar estos campos será que esta red debe ser de otra clase con la finalidad de evitar conflictos de direccionamiento.
- ✓ Una vez terminado con la configuración respectiva aplicamos los cambios.



Fuente: Realizado por los autores

Figura 10: Configuración IP

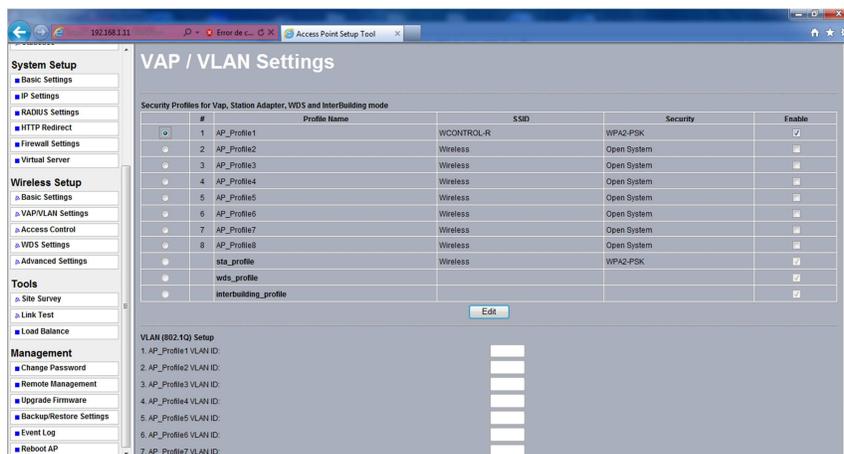
3. En el bloque de **wireless setup** (configuración inalámbrica) ingresamos a **basic settings** (ajustes básicos), en **Operating Mode** (modo de operación) seleccionamos Access Point (**punto de acceso**), en **SSID** que es el nombre con la que aparecerá la red wireless, seleccionamos editar donde aparece otra ventana donde podremos editar el nombre.



Fuente: Realizado por los autores

Figura 11: Configuración de la red inalámbrica

En esta ventana seleccionamos la primera opción y hacemos clic en editar y podremos ver que inmediatamente aparece otra ventana.

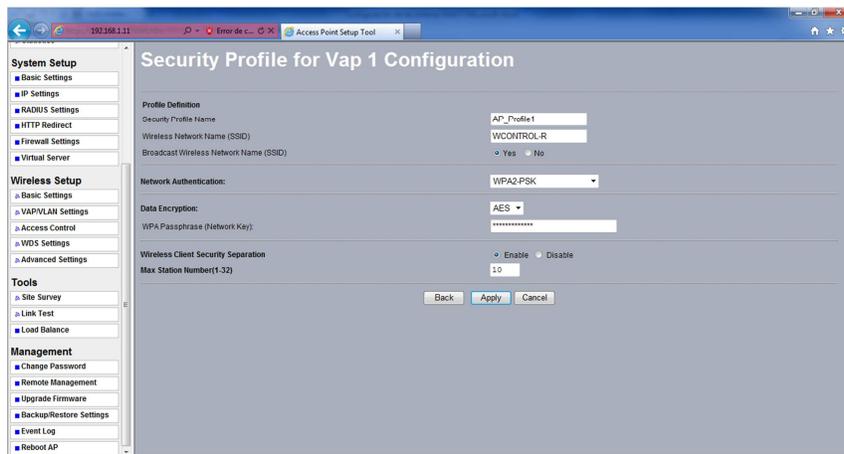


Fuente: Realizado por los autores

Figura 12: Asignación del nombre al punto de acceso

Aquí cambiaremos el nombre de la red inalámbrica **SSID**, habilitamos la opción Broadcast, en **Network Authentication** (autenticación de red) seleccionamos la opción que mejor se ajuste a nuestros requerimientos,

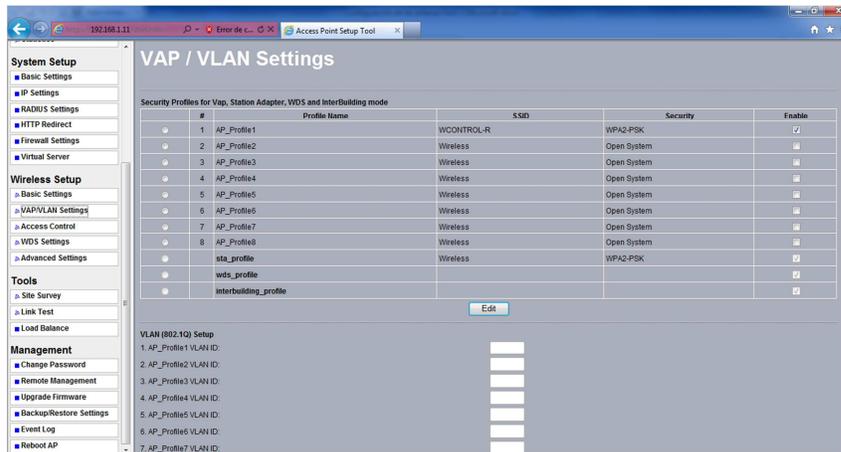
seleccionamos el tipo de encriptación en este caso le dejamos el que trae por defecto, en **Network Key** (clave de red) se pondrá un conjunto de letras y números que servirá como clave de acceso para las personas que quieran acceder a nuestra red. Habilitamos el **wireless client security separation** (separación de seguridad del cliente inalámbrico), en **Max Station Number** (número máximo de estaciones) llenamos con el número máximo de máquinas que podrán conectarse a nuestra red. Una vez configurado todos los campos de este bloque aplicamos los cambios.



Fuente: Realizado por los autores

Figura 13: Configuración de la seguridad del punto de acceso

4. En VAP / VLAN Settings también podremos configurar el nombre de nuestra red que es el SSID, así también servidores virtuales, como ese no es tema de nuestro estudio simplemente configuramos el SSID y terminamos con este paso.



Fuente: Realizado por los autores

Figura 14: Configuración del SSID

5. Una vez realizadas las configuraciones respectivas podremos observar estos cambios si ingresamos en el bloque de **estado** en **información** y podremos ver una pantalla semejante a la que se muestra en la figura siguiente.



Fuente: Realizado por los autores

Figura 15: Información de la configuración de la antena

**Los pasos que deberemos seguir para configurar la siguiente antena se detallaran a continuación:**

1. En el bloque **system setup** (configuración del sistema ) entramos en **basic settings** (ajustes básicos), una vez dentro de esta opción procedemos a llenar los campos correspondientes como:

**Acces point name** (nombre del punto de acceso): Le damos un nombre a nuestra antena preferentemente debe ser el mismo nombre que se le dio a la primera antena.

**Ethernet data rate** (Velocidad de datos Ethernet): le dejamos en automático.

Time setup (Configuración inicial)

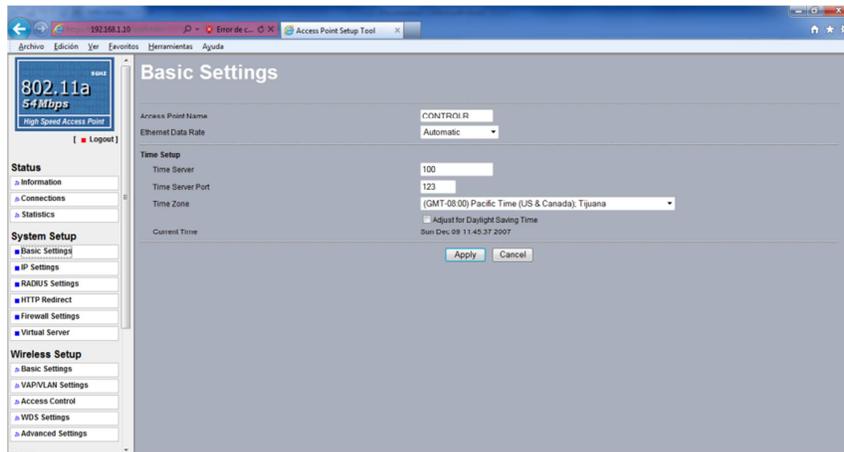
**Time server** (servidor de hora): se puede dejar el que por defecto trae o lo llenamos con un valor de 100.

**Time server port** (puerto del servidor de tiempo): dejamos con el que trae por defecto, o también podemos llenarlo con 123.

**Time zone** (huso horario): seleccionamos la zona horaria que corresponde al lugar de nuestra ubicación.

**Current time** (hora actual): en este campo se muestra la hora actual del sistema

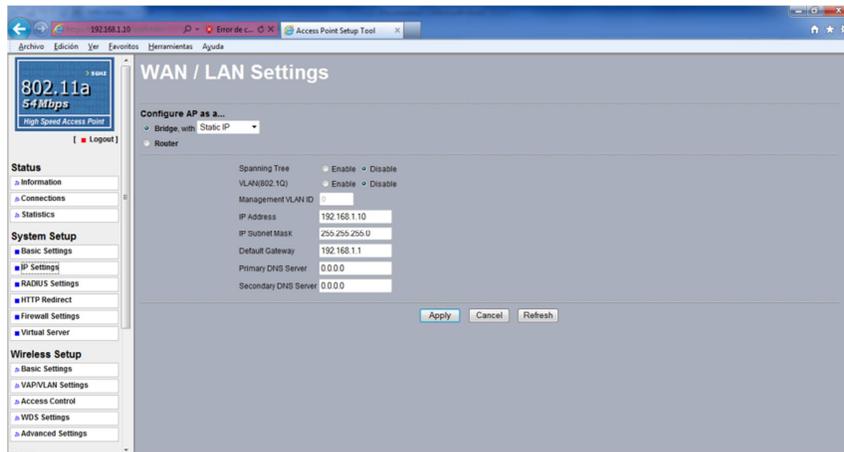
Llenado todos los campos aplicamos los cambios.



Fuente: Realizado por los autores

Figura 16: Configuración básica

2. En **IP Settings** (configuración IP), configuramos la antena para que funcione como un **Bridge** (puente). Pues esta se conectara a la primera antena, los pasos a seguir para esta configuración se detallan a continuación.
  - ✓ En configure AP as a...(configurar el punto de acceso como) seleccionamos Bridge, e Static IP (IP estática)
  - ✓ Dentro de la opción IP estática llenamos los campos requeridos como la Dirección IP, la máscara de red, y la puerta de enlace predeterminada. Teniendo muy en cuenta que las direcciones deben corresponder a la clase de red donde estamos trabajando. Con la dirección IP que en este campo se llenó podremos ingresar a la antena para futuras configuraciones.
  - ✓ Una vez terminado con la configuración respectiva aplicamos los cambios.



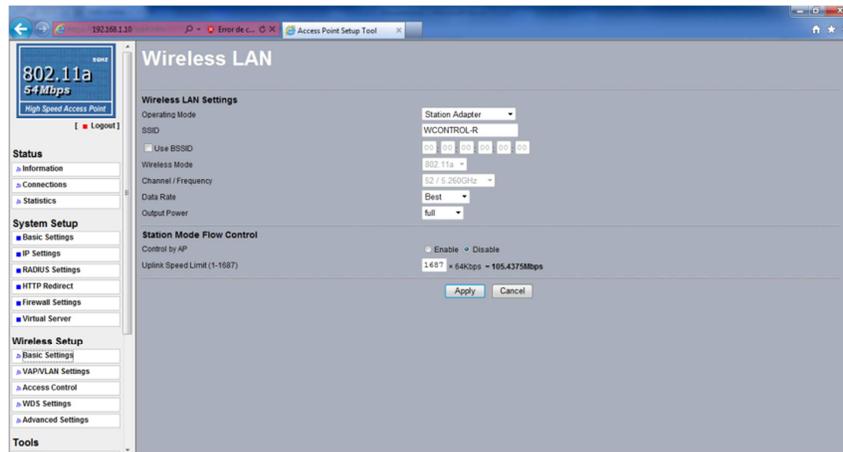
Fuente: Realizado por los autores

Figura 17: Configuración del modo de funcionamiento de la antena

3. En el bloque de **wireless setup** (configuración inalámbrica) ingresamos a **basic settings** (ajustes básicos), en **Operating Mode** (modo de operación) seleccionamos **station adapter** (adaptador de la estación), en **SSID** deberá aparecer el nombre de la red wireless. Si esta no aparece entonces aún no se conectó a nuestra red. En el siguiente paso se explica cómo conectarnos a nuestra red wireless.

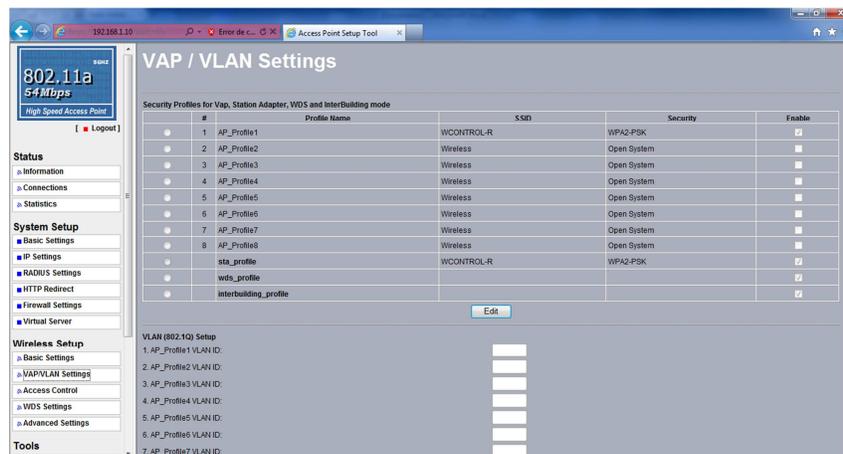
En **data rate** (velocidad de los datos) lo dejamos en **Best** (mejor).

En **output power** (Potencia de salida) escogemos **Full** (completo)



Fuente: Realizado por los autores  
 Figura 18: Configuración de la red inalámbrica

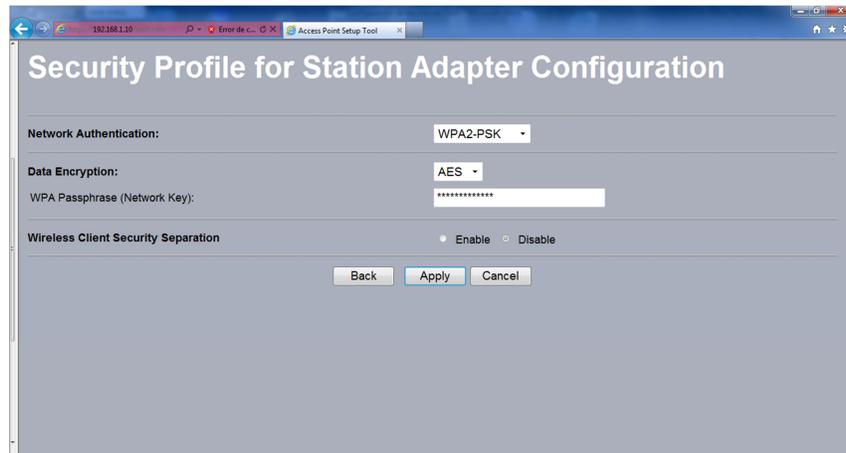
4. En VAP / VLAN Settings encontramos el nombre de la red a la que deseamos conectarnos seleccionamos la red y hacemos clic en editar.



Fuente: Realizado por los autores  
 Figura 19: Seleccionando red

En esta ventana en **Network Authentication**(Autenticación de red) seleccionamos la forma de autenticación que se seleccione para la primera antena, en **Data encryption** (cifrado de datos) le dejamos el que trae por defecto, en **Network Key** (clave de red) colocaremos la clave de acceso

que se habilito durante la configuración del primer dispositivo. Habilitamos el **wireless client security separation** (separación de seguridad del cliente inalámbrico). Una vez configurado todos los campos de este bloque aplicamos los cambios.



**Fuente:** Realizado por los autores

Figura 20: Configuración de la seguridad de la estación

5. Para verificar que la conexión se realizó con éxito ingresaremos al bloque de Tools (herramientas), hacemos clic en **Site Survey** y podremos observar que efectivamente la conexión esta correcta.



Fuente: Realizado por los autores

Figura 21: Verificación de la conexión

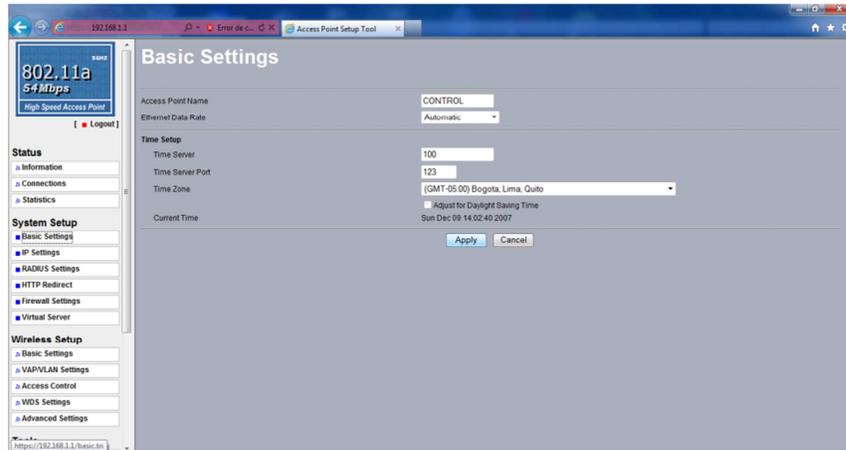
### 6.3.2 Conexión de la Pc y el PLC mediante las antenas

Una vez configurada cada una de las antenas procedemos al armado de la red para verificar su funcionamiento. El primer grupo de dispositivos a conectar es el PLC, la radio configurada en modo de servidor DHCP. El segundo grupo de dispositivos conectados serán Pc y radio configurado en modo Switch, como la radio del segundo grupo se conectara de manera automática al Punto de Acceso en nuestra Pc debemos solicitar una dirección IP automática. Realizados estos pasos podremos verificar la conexión haciendo Ping a los distintos dispositivos de la red.

### 6.3.3 Segunda forma de configuración las antenas

1. Para realizar una configuración nueva es recomendable resetear las antenas para evitarnos cualquier inconveniente.
2. Realizar las configuraciones básicas en el bloque **system setup** (configuración del sistema) en **basic settings** (ajustes básicos), en estas

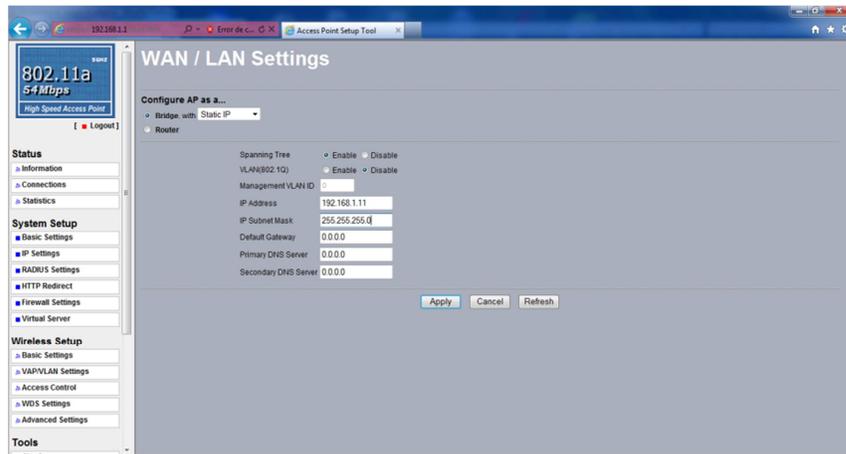
opciones procedemos a llenar los campos correspondientes como el nombre del Punto de acceso, velocidad de transmisión, tiempo de servidos, puerto del servidor la zona horaria correspondiente al lugar de nuestra ubicación.



Fuente: Realizado por los autores

Figura 22: Ajustes básicos

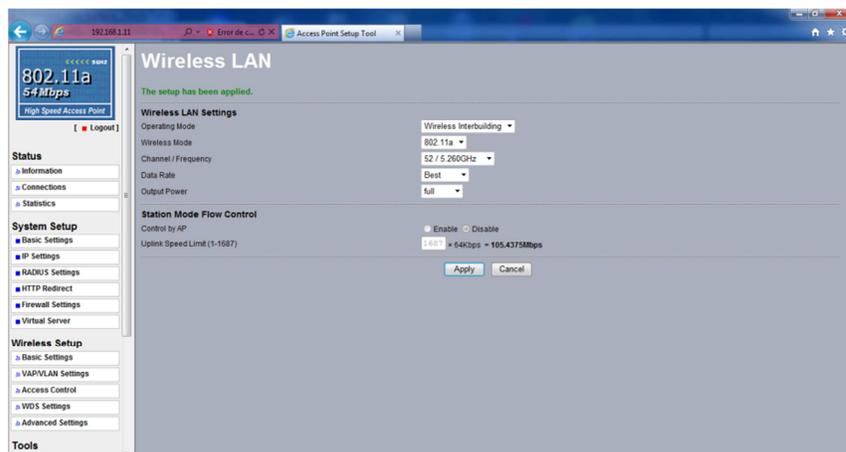
3. En **IP Settings** (configuración IP), configuramos la antena para que funcione como un **Bridge** (puente). Dentro de la opción **IP estática** llenamos los campos requeridos como la **Dirección IP, la máscara de red**. Teniendo muy en cuenta que las direcciones deben corresponder a la clase de red donde estamos trabajando.



Fuente: Realizado por los autores

Figura 23: Asignación de la dirección IP

4. En el bloque de **wireless setup** (configuración inalámbrica) ingresamos a **basic settings** (ajustes básicos), en **Operating Mode** (modo de operación) seleccionamos **interbuilding**(entre edificios), esto crea un enlace exclusivo para radios de Halo solamente. Los demás campos se los deja los que trae por defecto y aplicamos los cambios.



Fuente: Realizado por los autores

Figura 24: Configuración de la señal inalámbrica

5. Para verificar que la configuración está realizada podemos ingresar en el bloque de **Status** en **Information** podemos encontrar la información general de cómo está configurada la antena.



Fuente: Realizado por los autores

Figura 25: Datos generales de la antena

6. Realizar las mismas configuraciones para la segunda antena y de esta manera se tiene ya la comunicación de las dos antenas de un modo más rápido.
7. Una vez configurada las dos antenas podremos ver su conexión si ingresamos en el bloque de **Status** en **Connections**. En esta ventana podemos encontrar la dirección IP de la antena a la cual estamos conectados, así como otros datos adicionales.



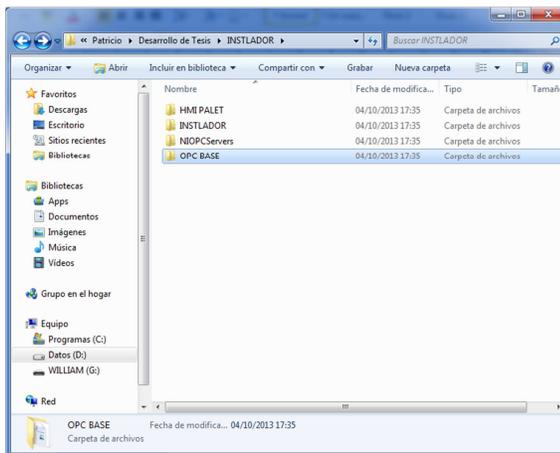
**Fuente:** Realizado por los autores  
 Figura 26: Verificación de la conexión

## 7. Instalación del programa PALET

Junto a este manual también se puede encontrar un instalador el cual se podrá instalar en cualquier computador que posea las características antes indicadas.

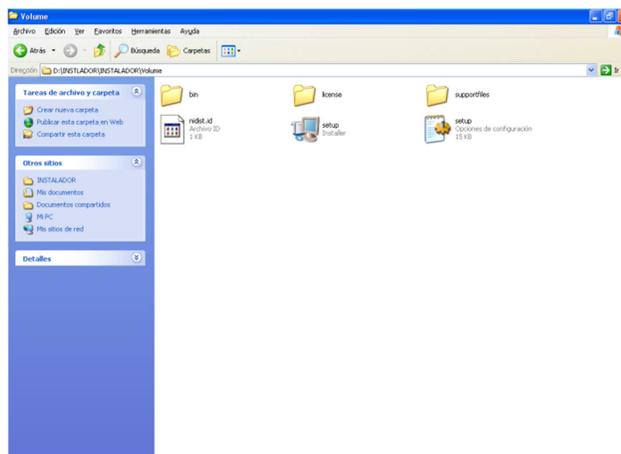
### 7.1. Pasos para instalar el sistema PALET

1. Dentro de la carpeta INSTALADOR encontramos cuatro sub carpetas que son indispensables para la instalación.
  - ✓ HMI PALET: Esta carpeta contiene el ejecutable de nuestra aplicación
  - ✓ INSTALADOR: Dentro de esta carpeta encontramos el instalador de la aplicación HMI PALET
  - ✓ NIOPC Servers: La carpeta siguiente contiene el instalador del programas NI OPC Serve de National Instrument
  - ✓ OPC BASE: El conjunto de Tags que se configuro para el enlace entre el Plc y el HMI PALET lo podemos encontrar dentro de eta carpeta.



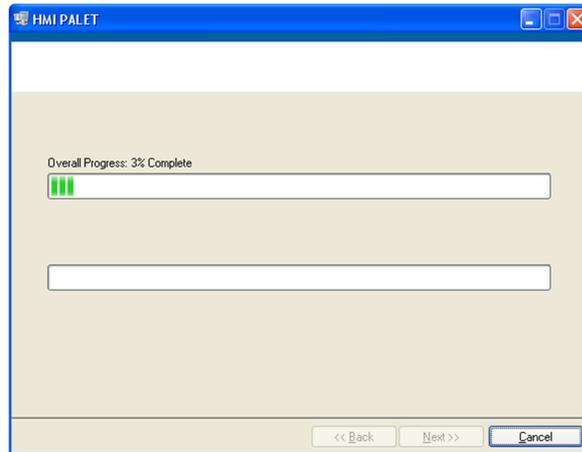
Fuente: Realizado por los autores  
Figura 27: Carpeta Instalador

2. Ejecutamos el **Setup**, que lo encontramos dentro de la carpeta INTALADOR.



Fuente: Realizado por los autores  
Figura 28: Archivos de instalación del HMI PALET

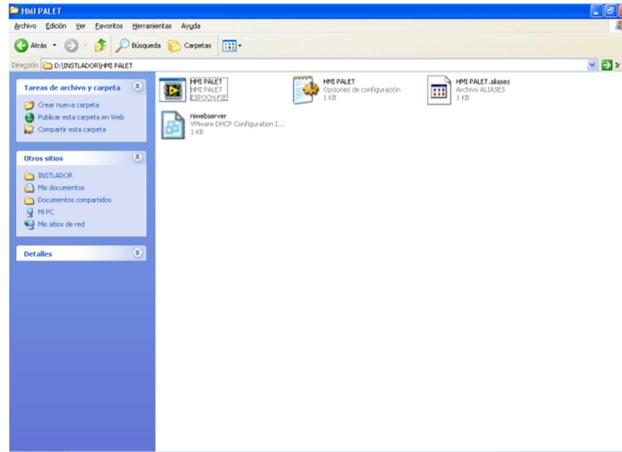
3. Aceptando los términos y condiciones esperamos que se instale, el proceso de instalación pedirá que se reinicie la maquina lo cual completara todo los pasos.



**Fuente:** Realizado por los autores

Figura 29: Proceso de instalación del sistema PALET

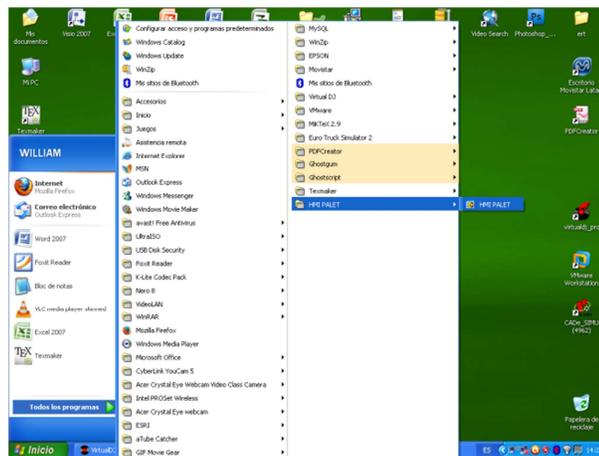
4. Una vez terminado el proceso de instalación dentro de la carpeta HMI PALET encontramos el ejecutable y otros archivos más, los cuales copiaremos para pegarlos reemplazando alguno de los archivos en la carpeta donde se instaló nuestro programa.



Fuente: Realizado por los autores

Figura 30: Archivos del ejecutable del sistema PALET

5. Con los pasos anteriores culminados ya podremos ejecutar nuestra aplicación.

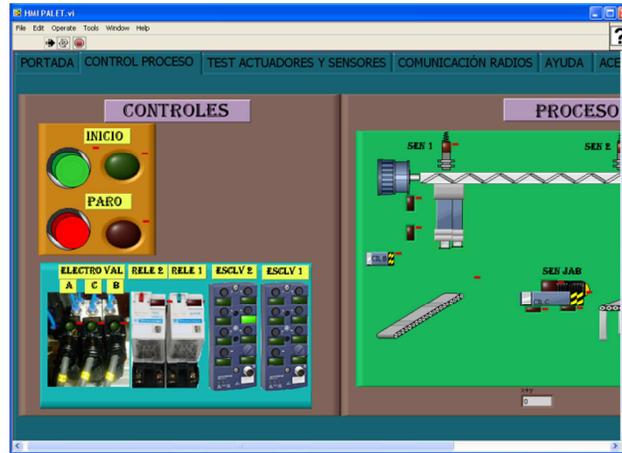


Fuente: Realizado por los autores

Figura 31: Ejecución de la aplicación HMI PALET

6. Podremos apreciar que efectivamente nuestra aplicación está instalada. Pero con el problema que los vínculos de los controles he indicadores que

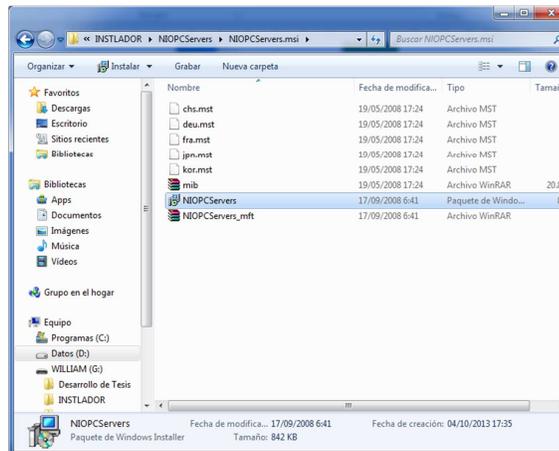
se tenía con el Plc se ha perdido, esto claramente se lo puede observar con el color rojo del indicador que se pone al realizar un vínculo con un Tag.



Fuente: Realizado por los autores

Figura 32: HMI PALET

7. Para resolver el problema anterior lo que haremos es lo siguiente. Entrar en la carpeta **OPC Server** he instalarlo.

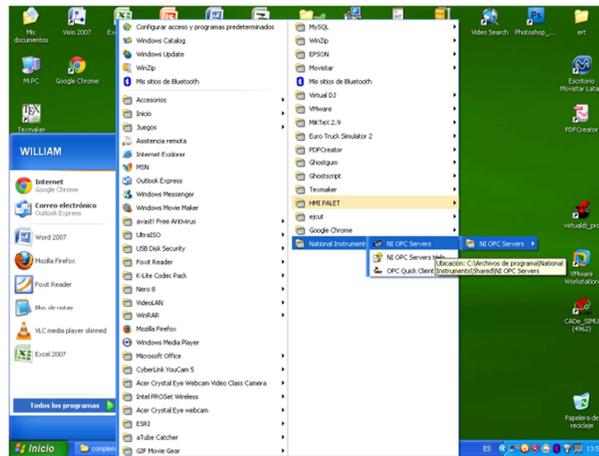


Fuente: Realizado por los autores

Figura 33: Instalador del NI OPC Server

8. Este paso es muy importante pues nos permitirá reestablecer la comunicación con el HMI y el PLC. Dentro de la carpeta que INSTALADOR encontramos una con el nombre de OPC BASE el cual copiamos y lo pegamos dentro de la carpeta donde se instaló el programas HMI PALET.

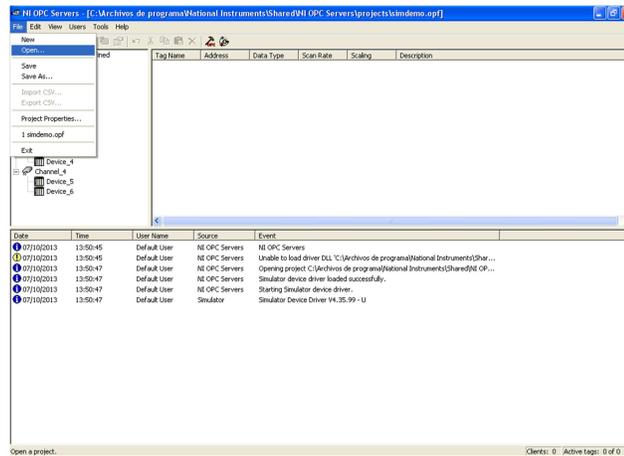
9. Abrimos el programas NI OPC Server



Fuente: Realizado por los autores

Figura 34: Ejecución del NI OPC Server

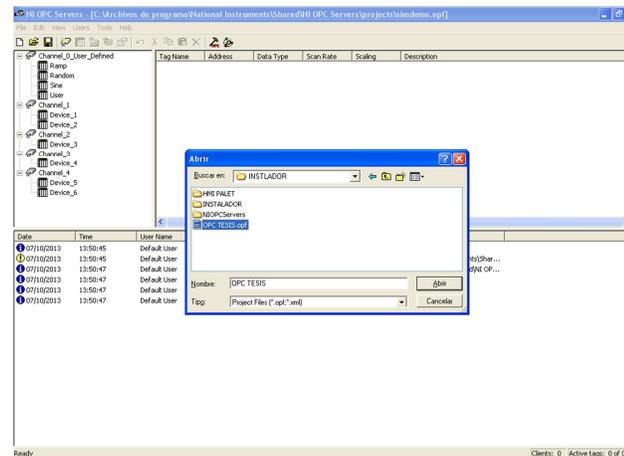
10. Dentro de este programas nos dirigimos a **File – Open**



Fuente: Realizado por los autores

Figura 35: NI OPC Server

11. En la ventana siguiente podremos ubicar el archivo que se copió en el paso ocho para abrirlo



Fuente: Realizado por los autores

Figura 36: Selección del archivo que contiene los Tags

12. Al cargar el archivo con todo los Tags configurados los cuales nos permitirán tener comunicación con el PLC y el HMI



## 8. Descripción del sistema PALET

### 8.1. Portada

Al ingresar al sistema PALET en la primera pestaña encontraremos el título de la Tesis así como los logos de las instituciones a la que pertenecemos.

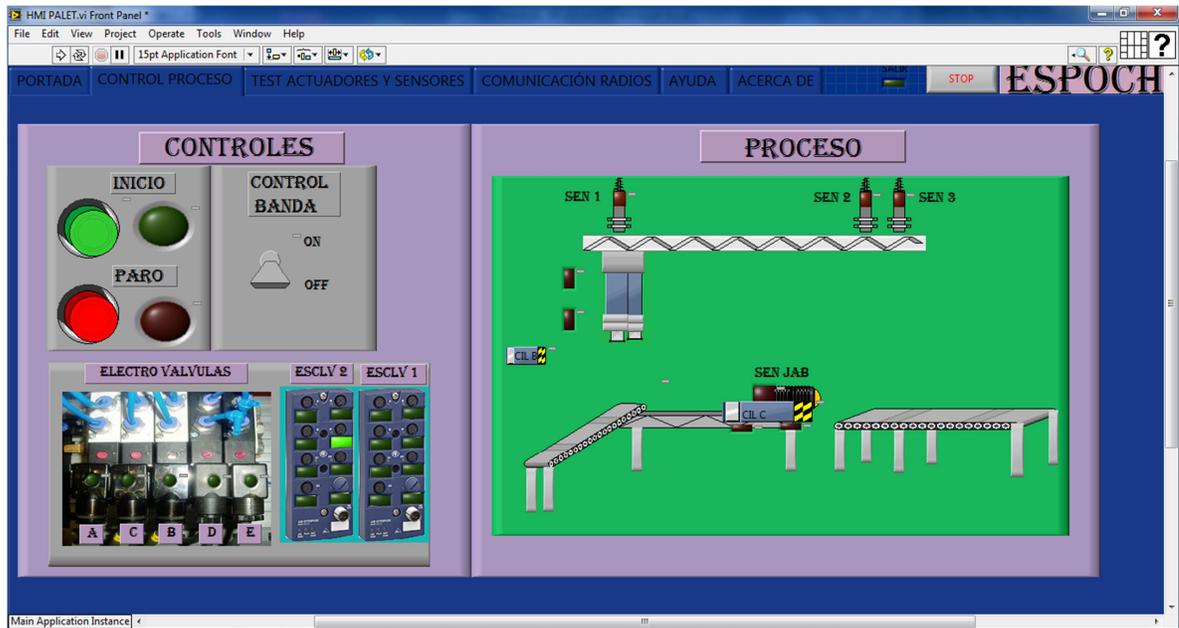


Fuente: Realizado por los autores  
Figura 39: Portada HMI PALET

### 8.2. Control del proceso

Al ingresar a la segunda pestaña encontramos los instrumentos virtuales que nos permiten controlar y monitorear el proceso de paletizado.

En esta ventana se puede apreciar dos partes la primera dedicada al control y la segunda que monitorea el proceso.



**Fuente:** Realizado por los autores  
Figura 40: Control del proceso

### 8.2.1. Controles

En la ventana dedicada a los controles tenemos botones como:

**Inicio:** El accionamiento de este botón permite poner en marcha nuestro proceso

**Paro:** Al pulsar este botón detendremos el proceso reseteando toda la secuencia para iniciar de nuevo todo el proceso

**Electroválvulas:** En el sistema PALET podremos visualizar la activación desactivación de una de las electroválvulas mediante un led que se encenderá o apagará según sea el caso.

**Relé:** La activación o desactivación de uno de los dos relés lo podremos observar en el cuadro de controles.

**Esclavos:** Los dos dispositivos permiten la comunicación entre el PLC y los actuadores y sensores, cada vez que envíe o reciba una señal los indicadores

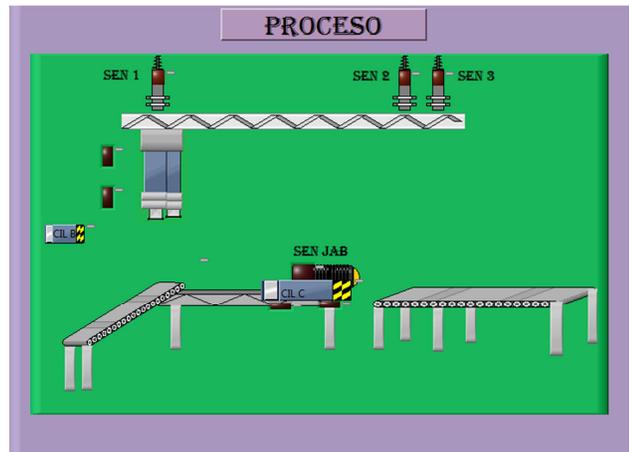
correspondientes a una entrada o salida un led se encenderá, indicando él envió o recepción de una señal.



**Fuente:** Realizado por los autores  
Figura 41: Controles HMI PALET

### 8.2.2. Proceso

Dentro del bloque de monitoreo del proceso podremos observar la simulación del proceso real, como son la activación y desactivación del motor, el conteo y traslación de los envases así como también la salida o entrada de los émbolos de los cilindros.

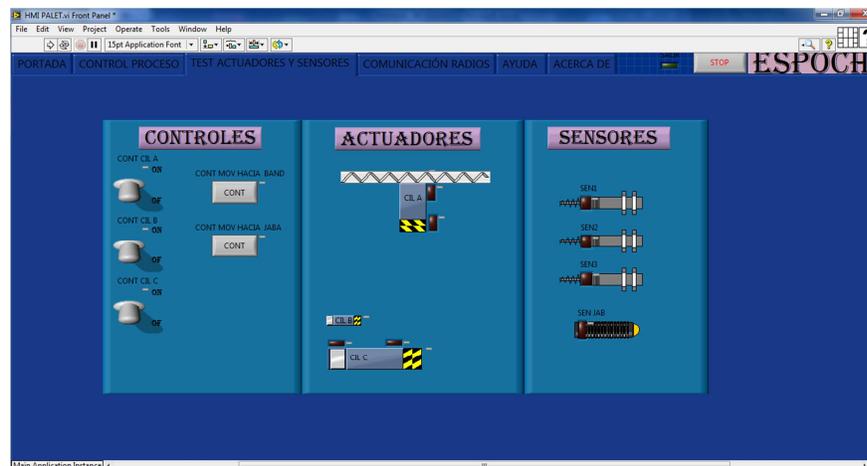


Fuente: Realizado por los autores

Figura 42: Proceso HMI PALET

## 9. Test de actuadores y sensores

Es ente parte de nuestro HMI con los instrumentos virtuales que encontramos en la ventana, se puede hacer un testeó de todo los dispositivos que encontramos en nuestro proceso, para de esta forma asegurarnos que todo los dispositivos funcionan correctamente.



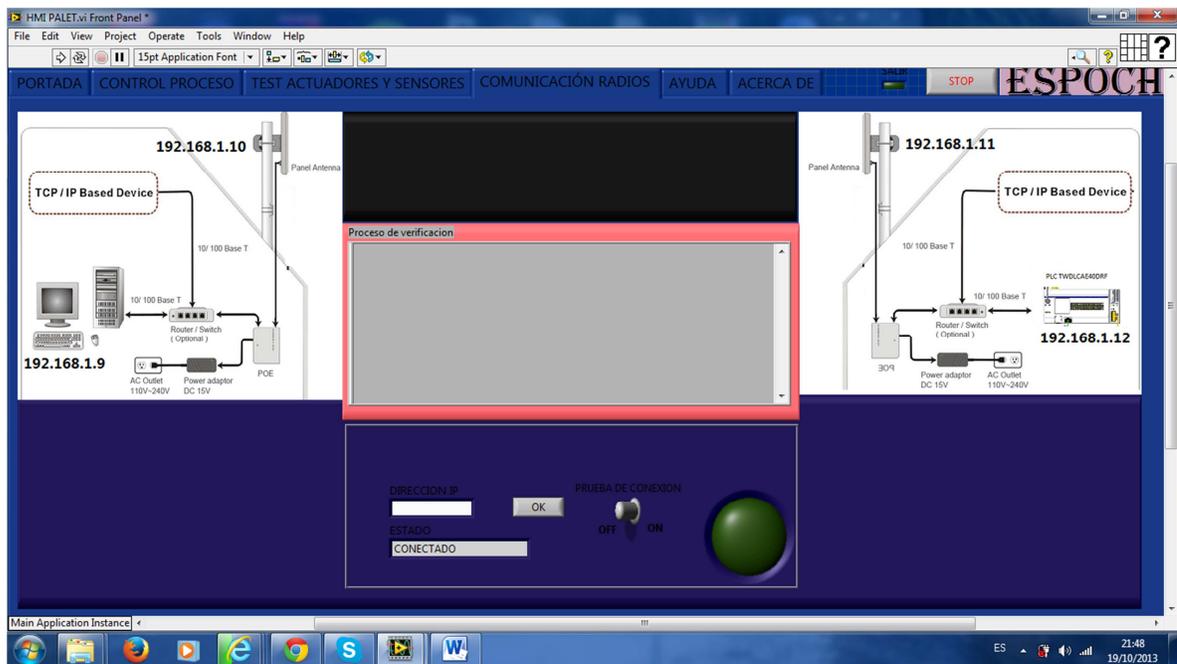
Fuente: Realizado por los autores

Figura 43: Controles, actuadores y sensores

## 10. Comunicación entre los dispositivos de la red

Para verificar que la comunicación entre los dispositivos en la red Ethernet esté correctamente conectados contamos con el siguiente programa. En el cual indicamos las direcciones IP que tiene cada dispositivo.

Para verificar la comunicación con cualquier dispositivo de nuestra red lo que hacemos es colocar la dirección IP del dispositivo en donde se pide hacemos clic en ok activamos el Switch y el programa hará automáticamente Ping y podremos observar el resultado en la ventana, y además un mensaje de conectado o esperando conexión si no se encuentra el dispositivo.

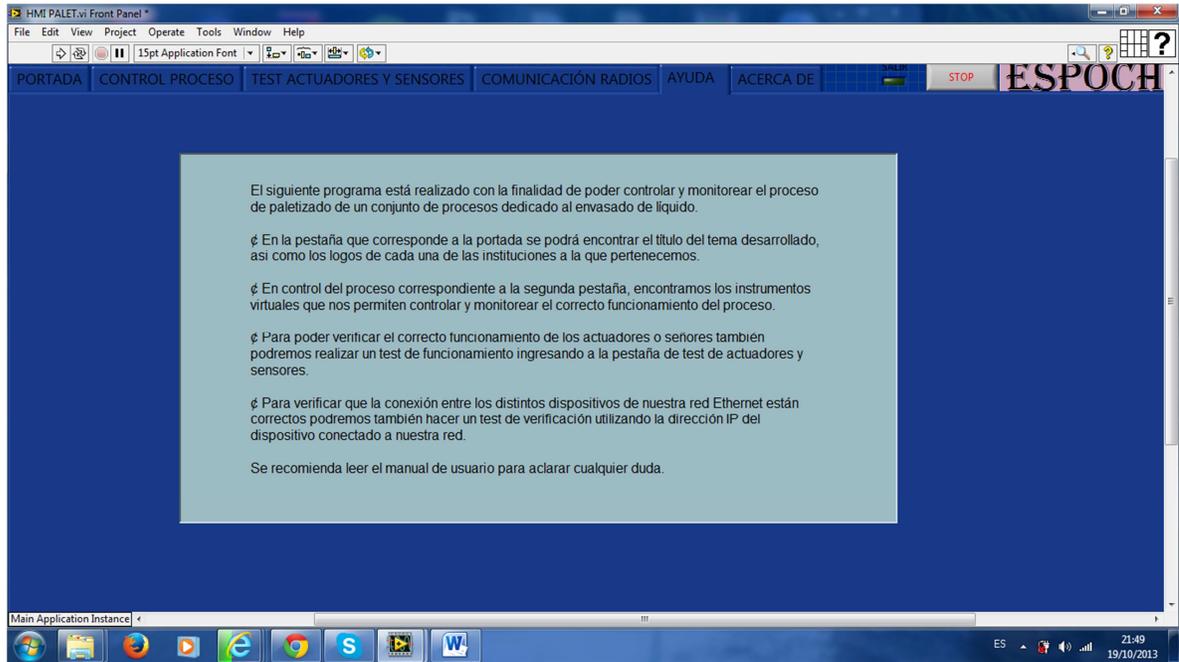


Fuente: Realizado por los autores

Figura 44: Verificación de la comunicación

## 11. Ayuda

Si ingresamos al bloque de ayuda encontraremos un pequeño resumen del sistema de control PALET

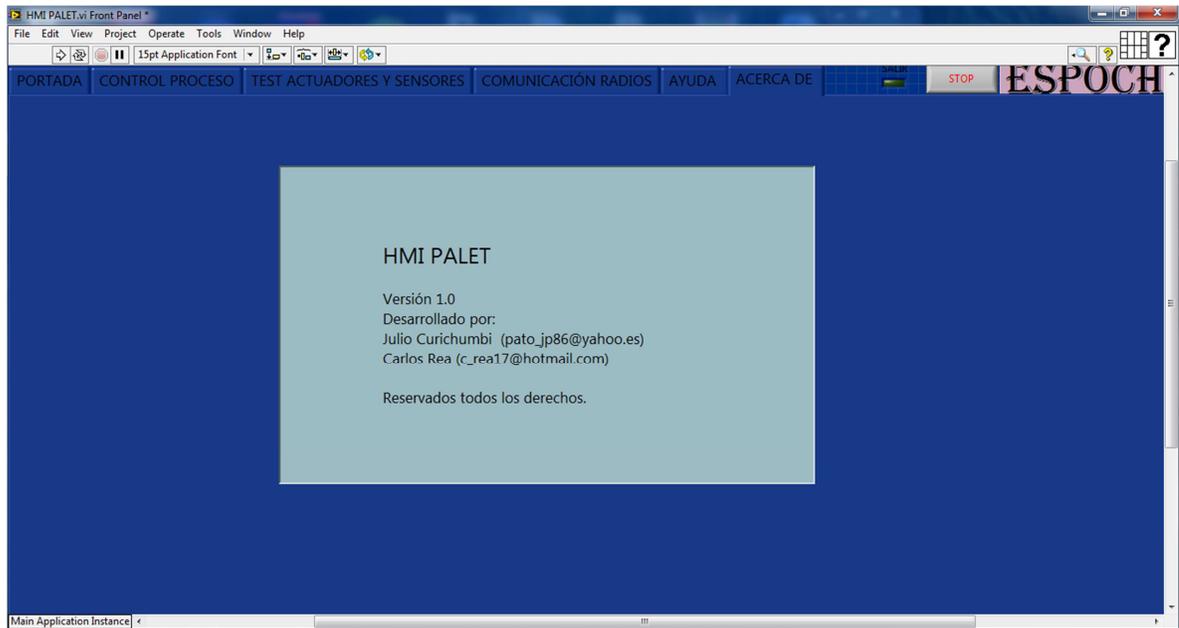


**Fuente:** Realizado por los autores

Figura 45: Ayuda

## 12. Acerca de

En esta parte del HMI podremos encontrar la información de la versión del programa así como los datos de los desarrolladores del HMI.



**Fuente:** Realizado por los autores  
**Figura 46:** Información general

## MANUAL DE MANTENIMIENTO

El siguiente manual contendrá dos partes el de mantenimiento preventivo, y mantenimiento correctivo. Los mismos que se realizaran dependiendo del caso donde en que los equipos se encuentren.

### MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

<b>EIE-CRI</b>	<b>ESPOCH</b>	<b>2013</b>
<b>Sistema de Control Radios</b>		
<b>Partes</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo</b>
Cable	Revisar el estado del cable, que sean los correctos(UTP CAT 5 de configuración directa y cruzada)	Semanal
Radios	<ul style="list-style-type: none"><li>• Limpieza de los aparatos de transmisión utilizando un paño seco</li><li>• Verificar que se encuentren en un lugar seguro</li></ul>	Mensual
Sistema de pedestales	Verificar que se encuentre correctamente ajustados los pernos que sujetan a las radios	Mensual

Configuración de los radios	Verificar que la configuración de los radios no se hayan alterado	Semestral
-----------------------------	---	-----------

### MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

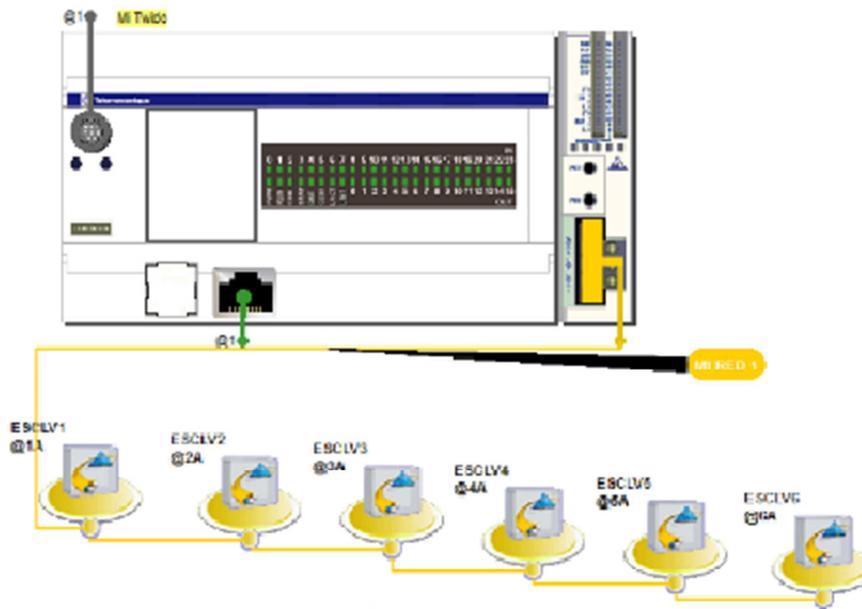
<b>EIE-CRI</b>	<b>ESPOCH</b>	<b>2013</b>
<b>Sistema de Control Radios</b>		
<b>Síntoma</b>	<b>Causa</b>	<b>Solución</b>
El radio no responde	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No hay alimentación al POE</li> <li>• Dirección IP de la PC incorrecta</li> <li>• Dirección IP de la radio incorrecta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el cable de alimentación al POE</li> <li>• La Pc debe estar dentro de la red donde está trabajando la radio</li> <li>• La dirección IP de la Radio debe corresponde a la dirección asignada durante la configuración</li> </ul>
Una de las antenas no se conecta con la otra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contraseña incorrecta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para que se conecta una antena con otra además de configurarla correctamente se introduce una contraseña en este caso (controlradios)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las antenas no tienen línea de vista</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las antenas deben tener línea de vista sin obstáculos entre las dos</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacio de separación demasiado grande</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El espacio de separación entre las radios no debe superar los 25 km</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Una de las antenas se encuentra apagada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe asegurar que las dos antenas estén con su respectiva alimentación eléctrica.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cables defectuosos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los cables a utilizar deben estar en óptimas condiciones</li> </ul>
Mi PC no encuentra la señal de la antena	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No tiene un adaptador de red compatible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscar una Pc con un adaptador de red con la norma IEE 802.11<sup>a</sup></li> <li>• Conectarse mediante una radio Halo</li> </ul>
No ingresa al software de configuración	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Configuración de la red LAN incorrecta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La antena como la PC deben estar dentro de la misma red para tener comunicación</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dirección de la radio incorrecta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La dirección IP que se coloca en el navegador de</li> </ul>

		internet debe corresponder a la dirección de la radio
El HMI PALET instalado en otra PC no funciona	<ul style="list-style-type: none"> <li>No se instalaron todos los paquetes que están dentro de la carpeta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Instalar todos los paquetes que están dentro de la carpeta ya que estos harán que el sistema funcione correctamente</li> </ul>
El HMI no se conecta con el PLC	<ul style="list-style-type: none"> <li>No se cargó la base de los Tags en el NI OPCServer de LabView</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>En el software de configuración de los OPC se deben cargar la base de los Tags para que la comunicación sea correcta.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>El programa del PLC no se está ejecutando</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Una vez cargado el programa en el PLC debemos ejecutarlo mediante el TwidoSuite y luego desconectarnos.</li> </ul>

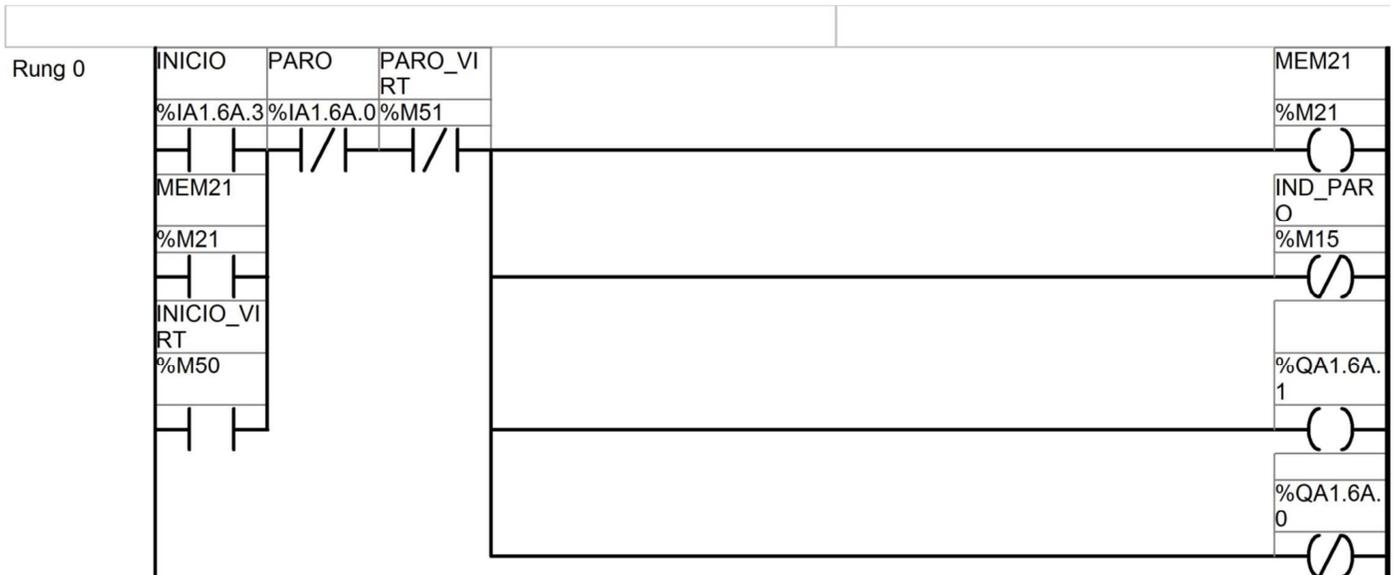
# **ANEXO 2**

**PROGRAMACIÓN EN EL SOFTWARE TWIDOSUITE V 2.20.11**



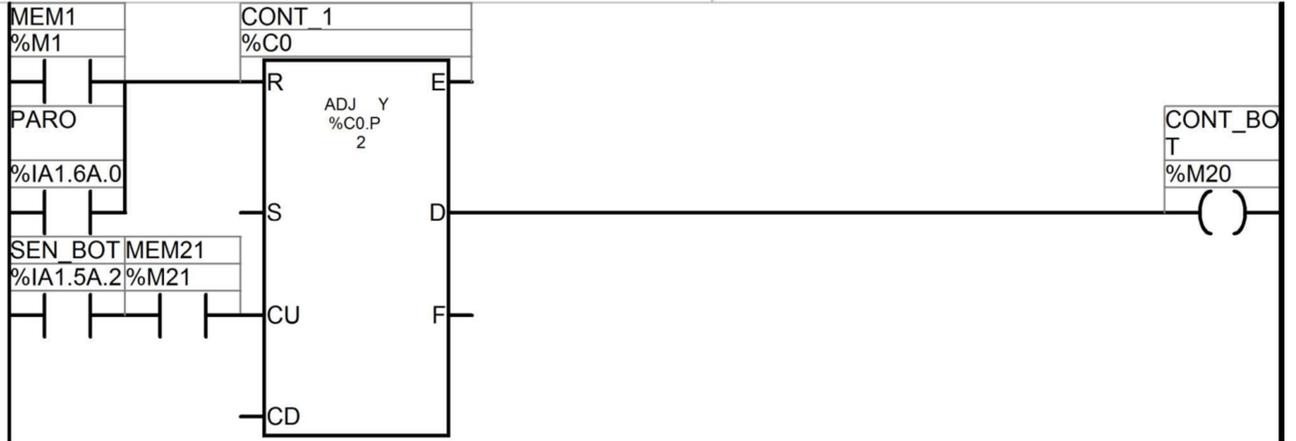
## Programalistasy diagramas

1	LD	Secuencia Paletizadora
---	----	------------------------

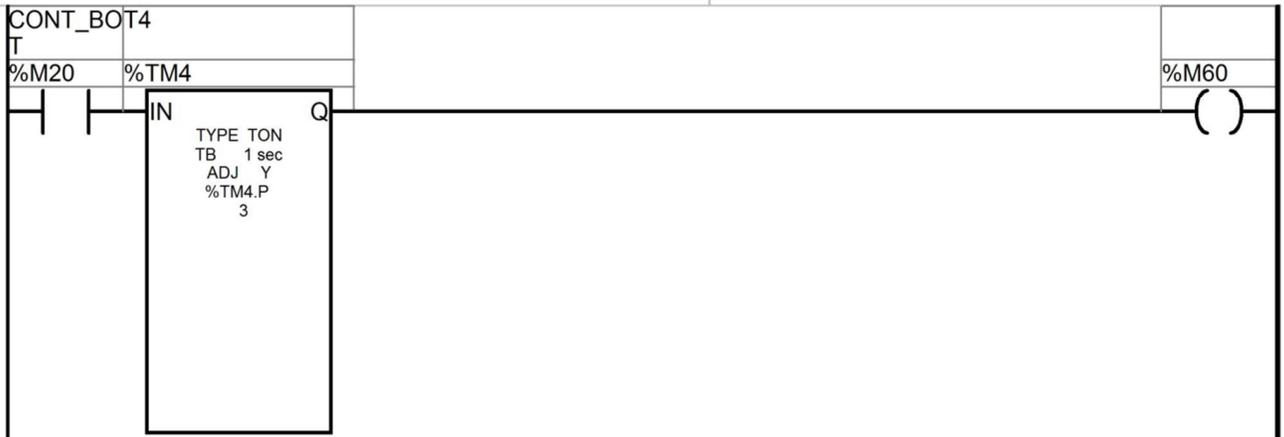


# CONTADOR DE BOTELLAS

Rung 1

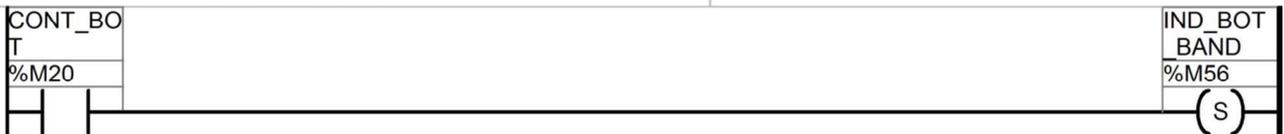


Rung 2



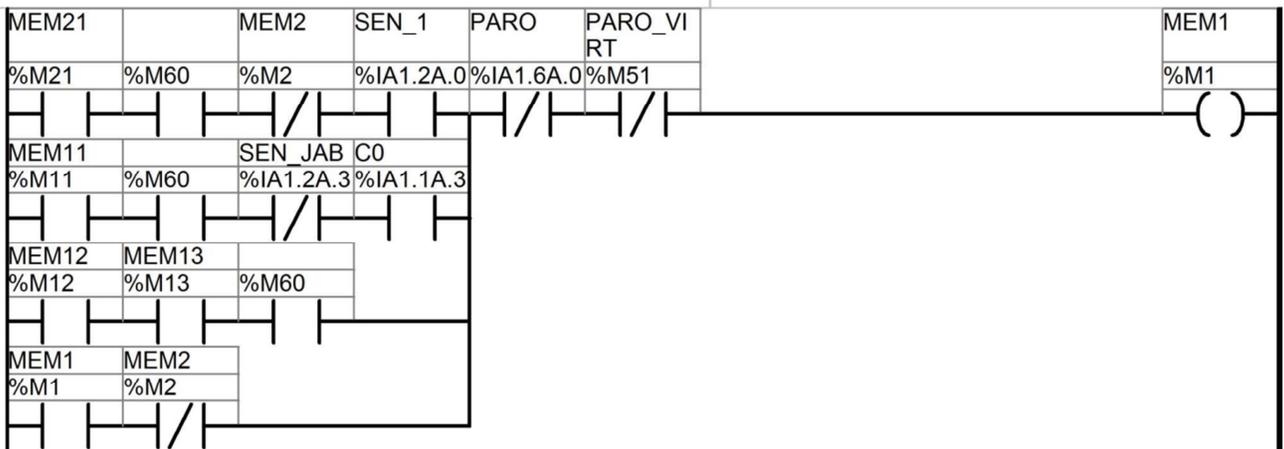
### SET M56 INDICADOR DEL CONT BOT

Rung 3



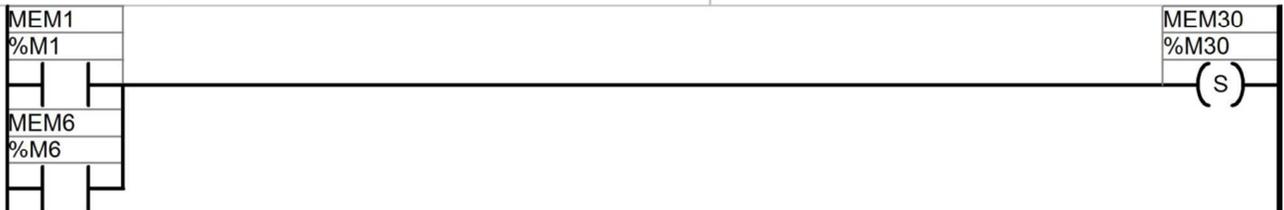
### ESTADO 1

Rung 4



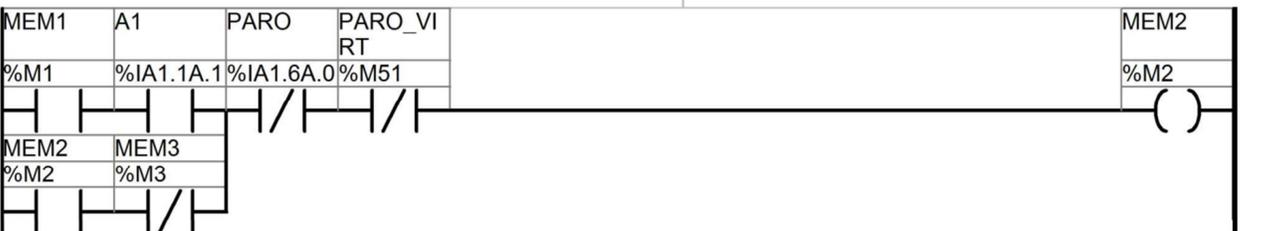
### SET DE LA MEMORIA 30

Rung 5

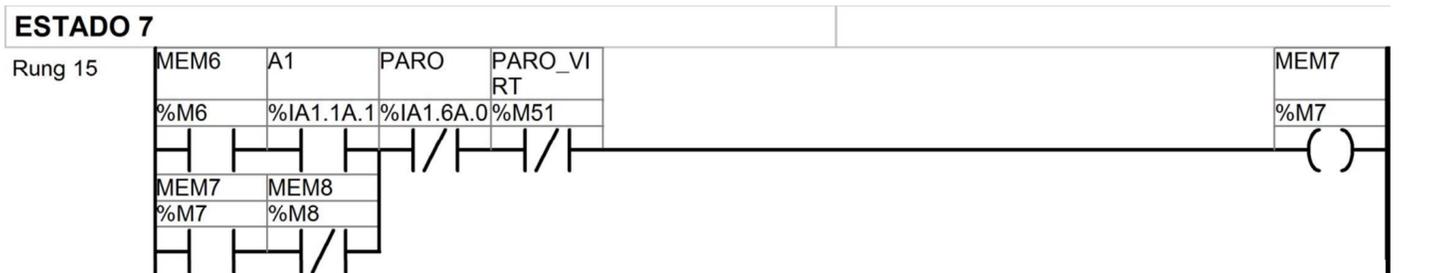
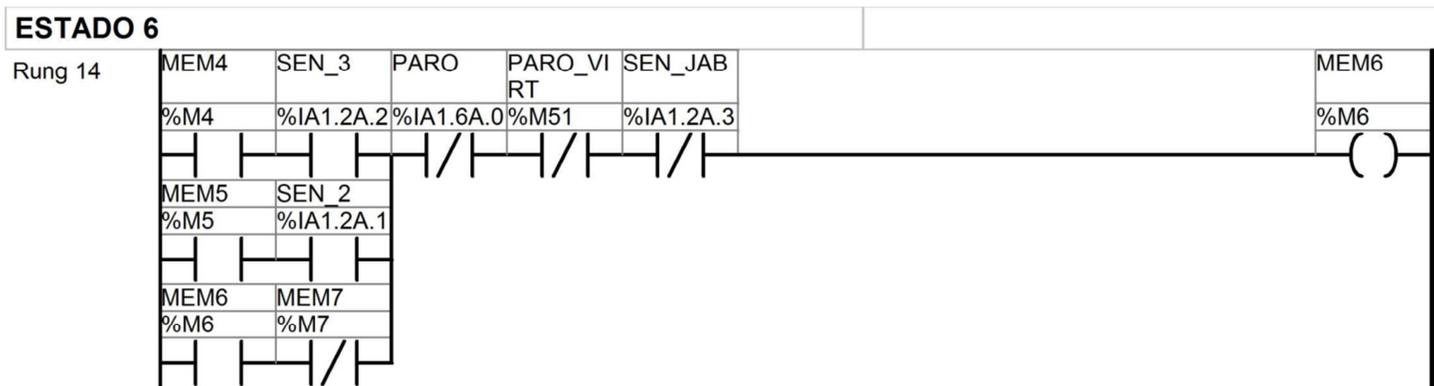
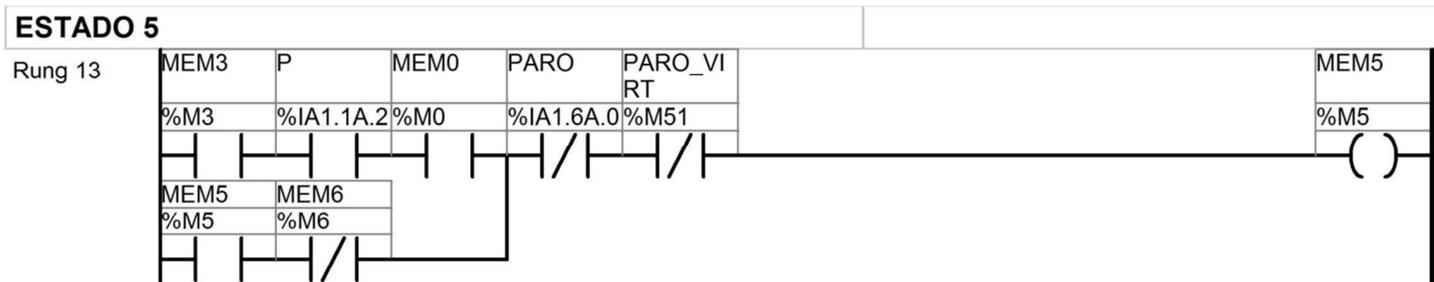
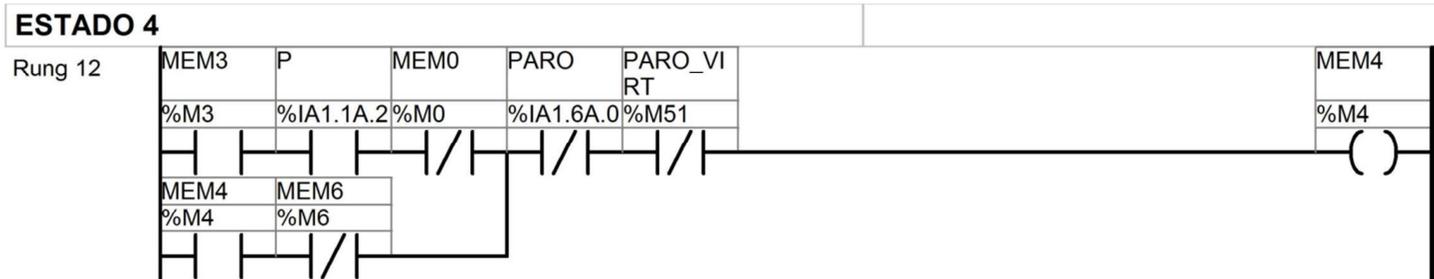


### ESTADO 2

Rung 6

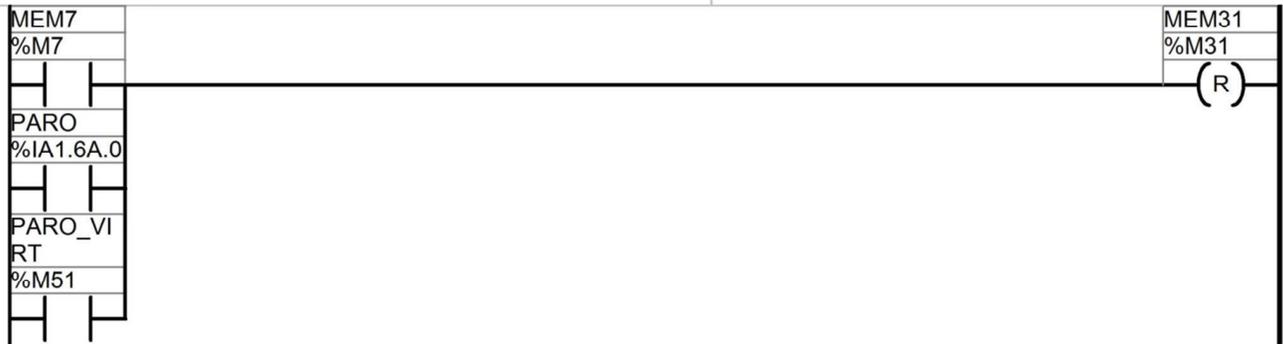






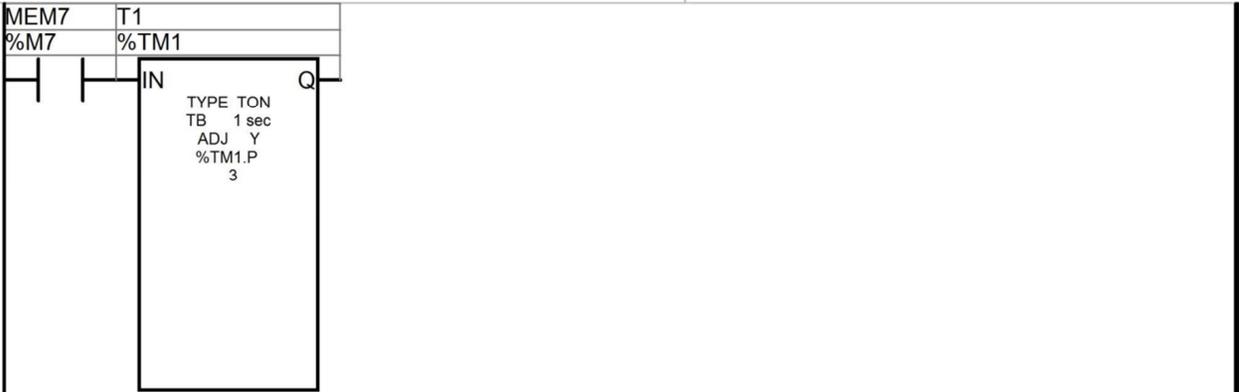
### RESET MEMORIA 31

Rung 16



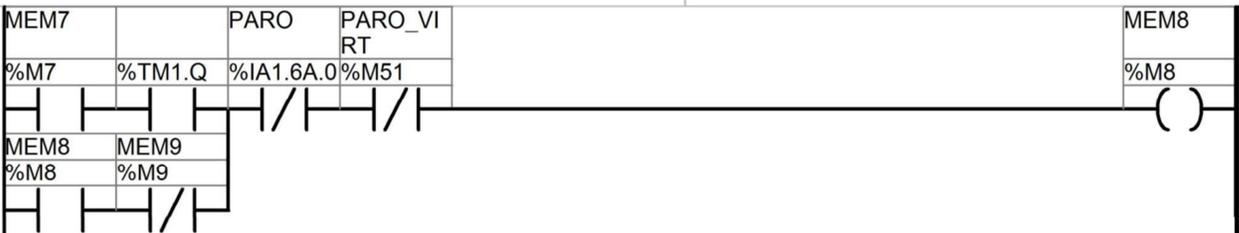
### TEMPORISADOR 2

Rung 17



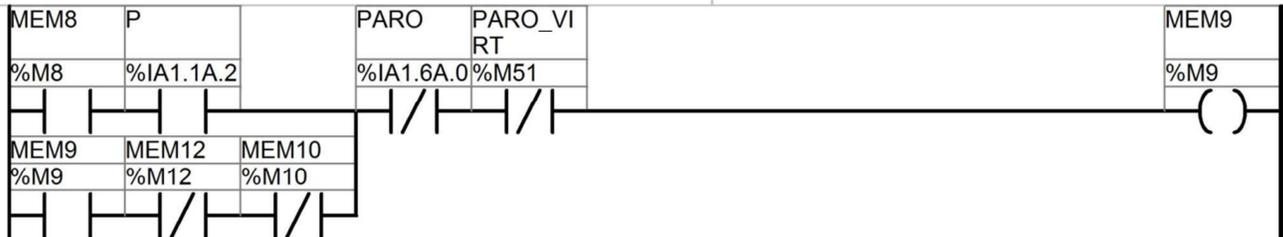
### ESTADO 8

Rung 18



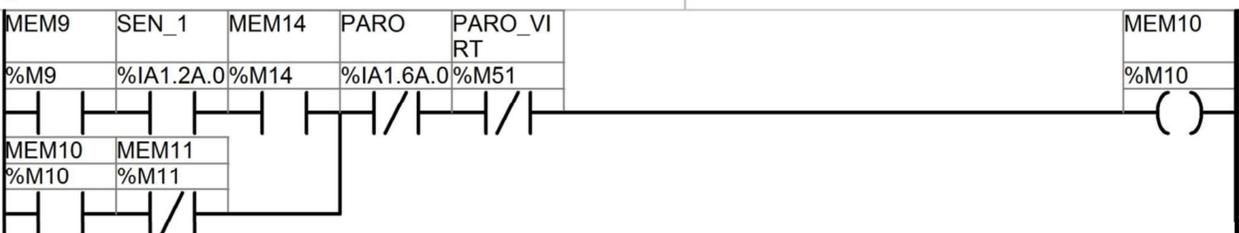
### ESTADO 9

Rung 19



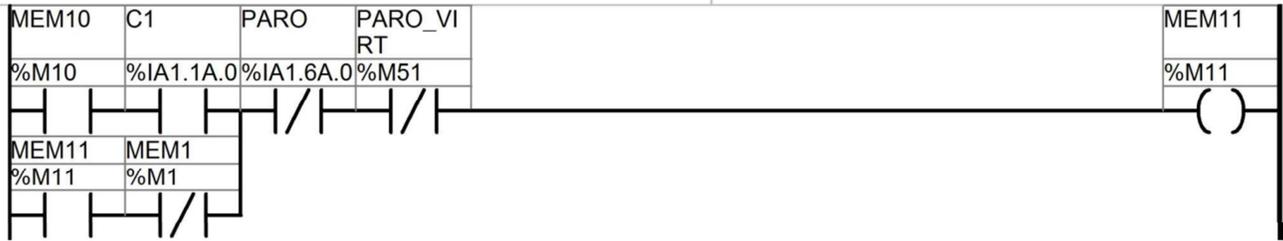
### ESTADO 10

Rung 20



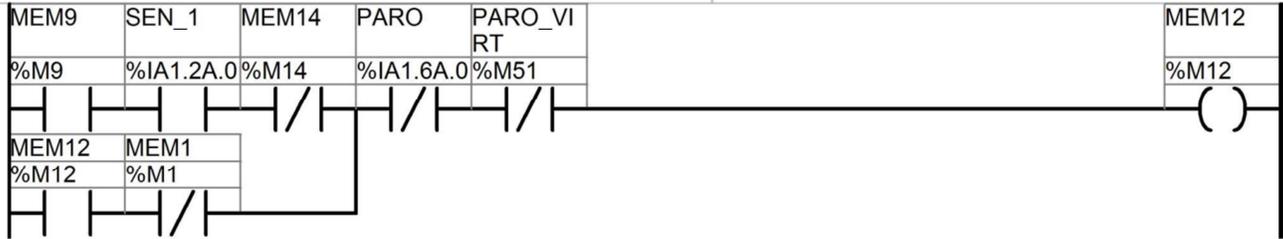
### ESTADO 11

Rung 21

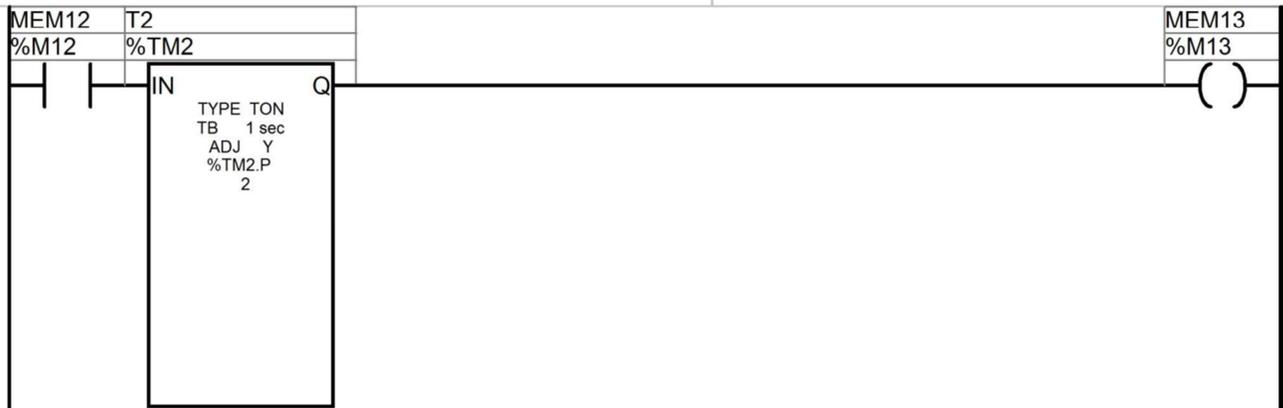


### ESTADO 12

Rung 22



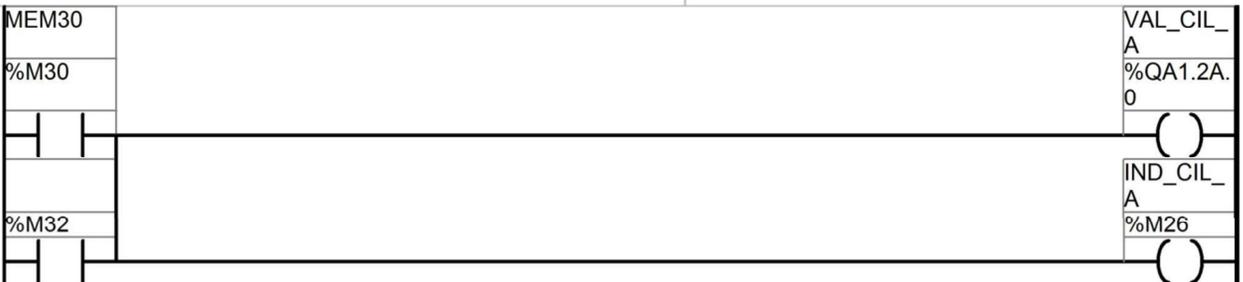
Rung 23



## 2 LD CONTROL VALVULAS

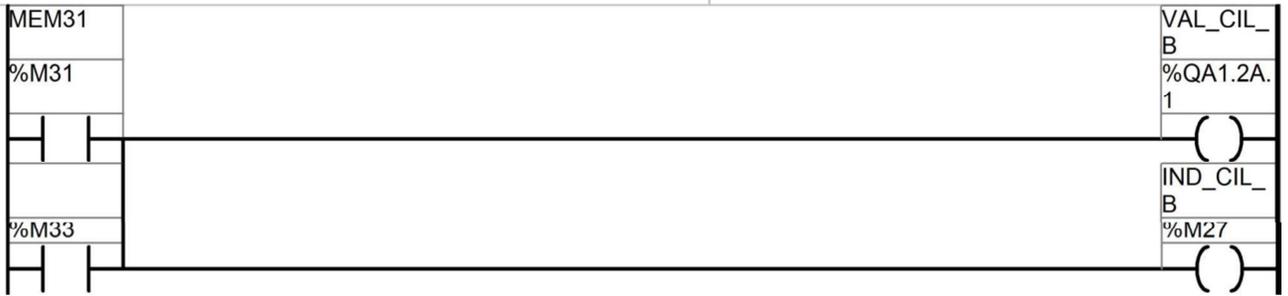
### VALVULA CILINDRO A

Rung 0



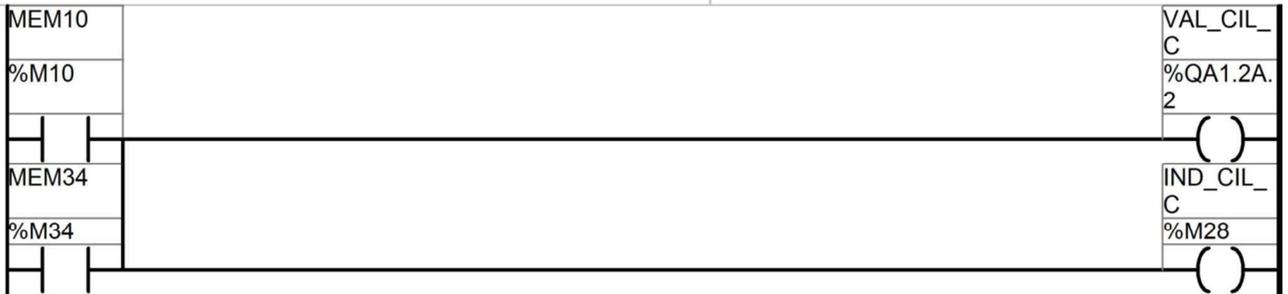
### VALVULA CILINDRO B

Rung 1



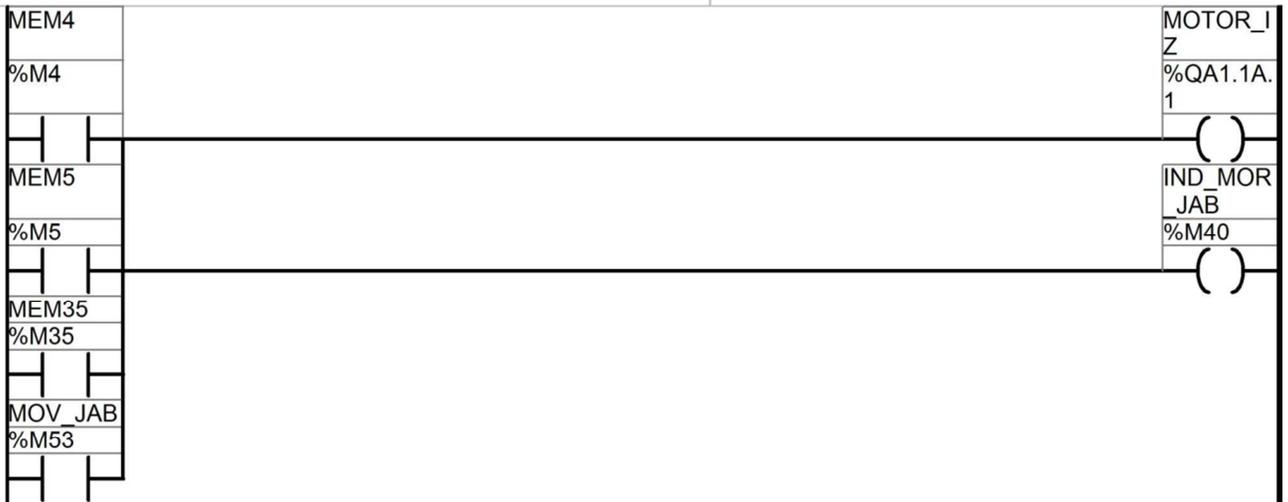
### VALVULA CILINDRO C

Rung 2

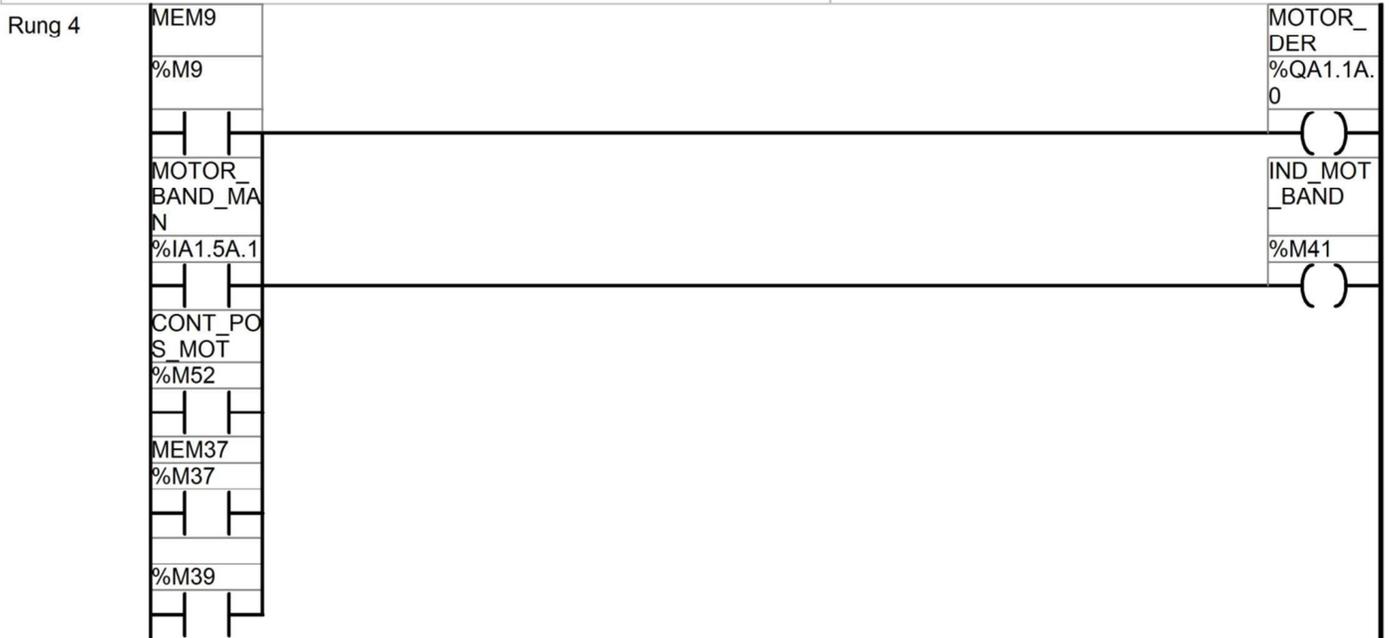


### MOV HACIA LA JABA

Rung 3



### MOV HACIA LA BANDA



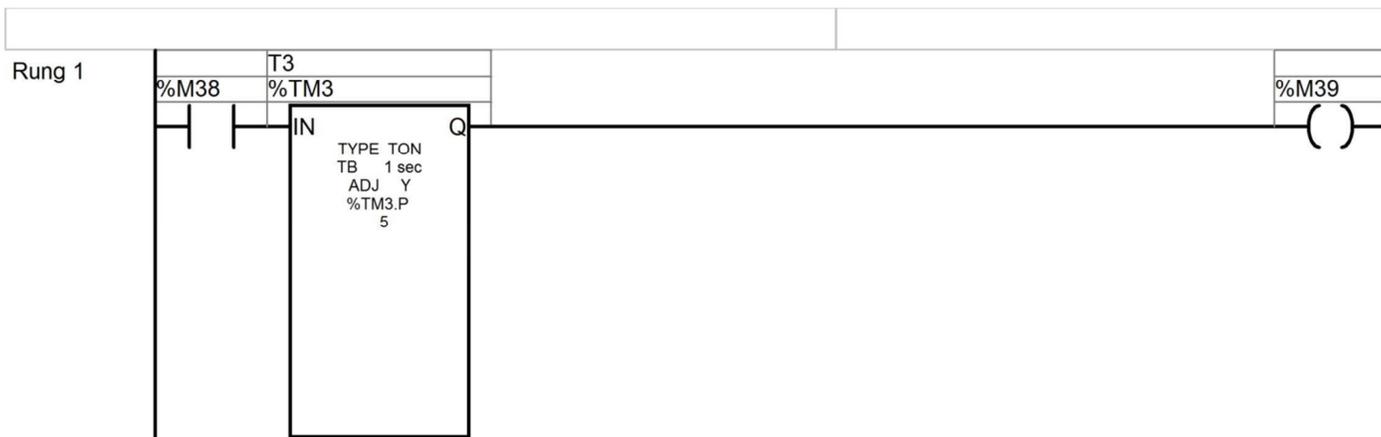
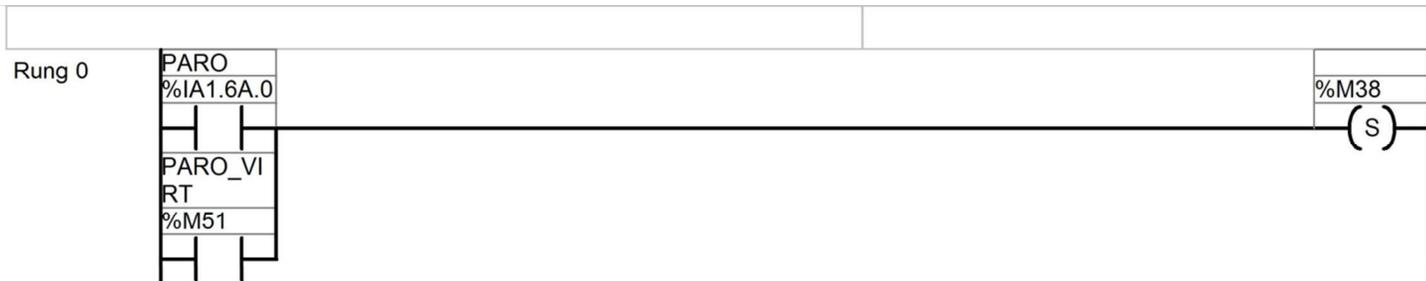
### 3 LD SET Y RESET DE LAS MEMORIAS



### SET DE LA MEMORIA 14



### 4 LD



5 LD

**INDICADOR DEL CILINDRO A RETRAIDO**



**INDICADOR DEL CILINDRO A EXTENDIDO**



**INDICADOR DEL CILINDRO C RETRAIDO**



**INDICADOR DEL CILINDRO C EXTENDIDO**



### INDICADOR SENSOR 1



### INDICADOR SENSOR 2



### INDICADOR SENSOR 3



### INDICADOR SENSOR JABA



## 6 LD CONTROL BANDA





# ANEXO 3

HMI DESARROLLADO EN LABVIEW

HMI PALET.vi Front Panel \*

File Edit View Project Operate Tools Window Help

15pt Application Font

PORTADA CONTROL PROCESO TEST ACTUADORES Y SENSORES COMUNICACIÓN RADIOS AYUDA ACERCA DE SALIR STOP ESPOCH

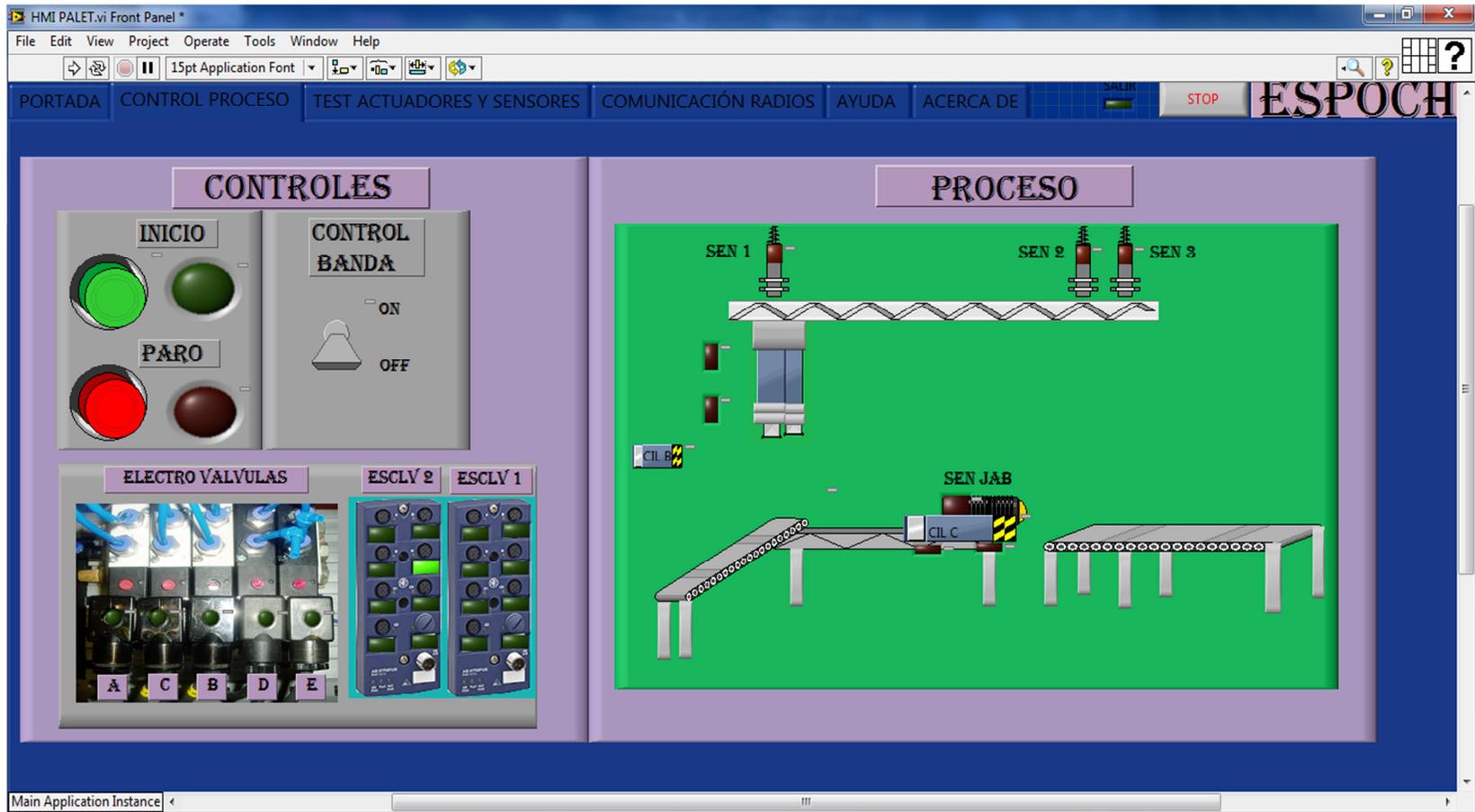


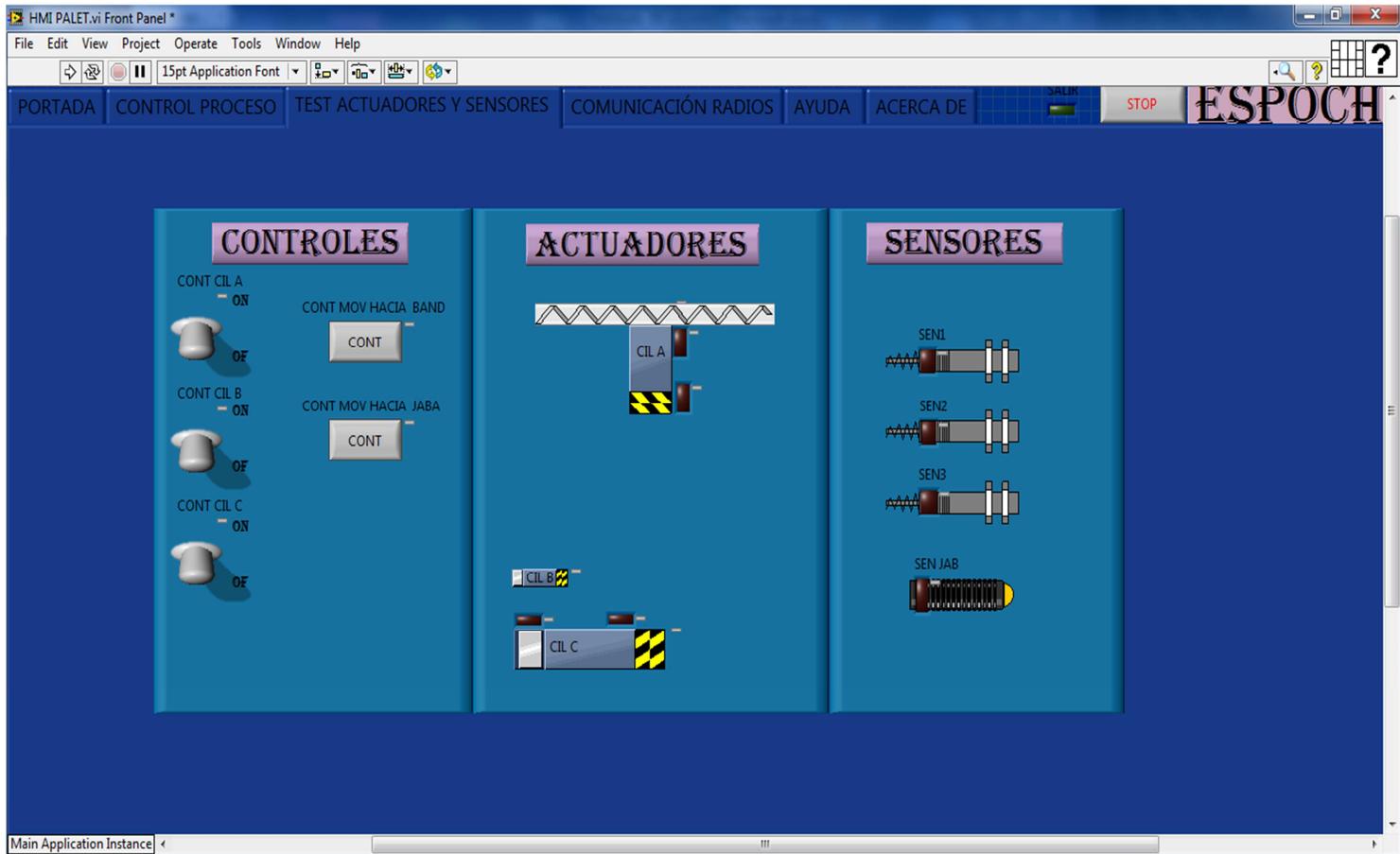
# ESPOCH

"DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN MÓDULO PARA CONTROLAR UN EQUIPO ASI BUS INTEGRADO A UNA RED DE COMUNICACIÓN POR RADIO, SOBRE ETHERNET"



Main Application Instance





HMI PALET.vi Front Panel

File Edit View Project Operate Tools Window Help

15pt Application Font

PORTADA CONTROL PROCESO TEST ACTUADORES Y SENSORES COMUNICACIÓN RADIOS AYUDA ACERCA DE SALIR STOP ESPOCH

192.168.1.10

TCP / IP Based Device

10/100 Base T

Router / Switch (Optional)

192.168.1.9

AC Outlet 110V-240V

Power adaptor DC 15V

POE

Panel Antenna

Proceso de verificación

192.168.1.11

TCP / IP Based Device

10/100 Base T

Router / Switch (Optional)

PLCTWDLCAE400RF

192.168.1.12

309

Power adaptor DC 15V

AC Outlet 110V-240V

Panel Antenna

DIRECCION IP

ESTADO

CONECTADO

PRUEBA DE CONEXION

OK

OFF ON

Main Application Instance

ESPOCH

21:48 19/10/2013

# ANEXO 4

DATOS TÉCNICOS DE LOS DISPOSITIVOS

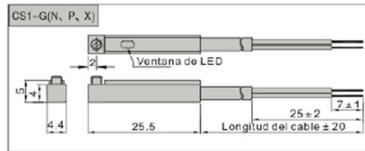
## Sensor

**AIRTAC**

Serie CS1-G(N, P, X)



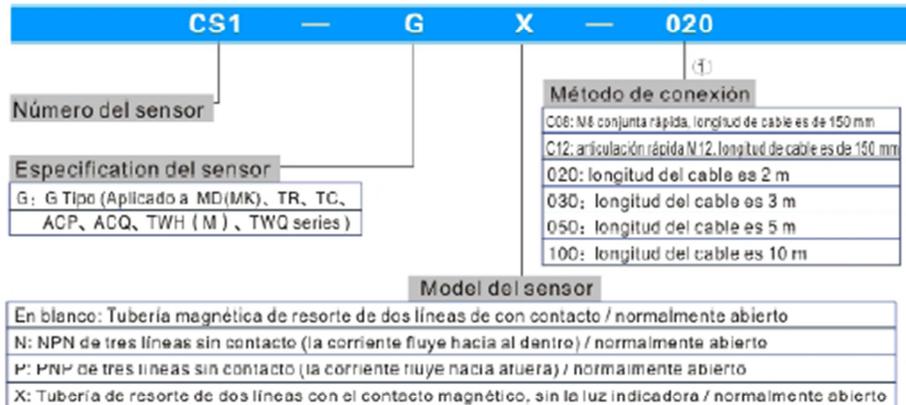
### Dimensiones



### Especificación

Artículo/Modelo	CS1-G	CS1-GX	CS1-GN	CS1-GP
Cambiar la lógica	Tipo de STSP normalmente abierto		Transistor sin contacto, tipo normalmente abierto	
Tipo de sensor	Interruptor de lengüeta sin contacto		Tipo de NPN	Tipo de PNP
Voltaje de funcionamiento (V)	5-240V AC/DC		5-30V DC	
Max. Comutación de corriente (mA)	100		200	
Cambio de clasificación (W)	Max. 10		Max. 6	
Consumo de corriente	NO		15mA Max. @ 24V	
Caída de voltaje de	2.5V Max. @ 100mA DC		0.5V Max. @ 200mA DC	
Cable	φ3.3, 2C, el petróleo resistente de gris PVC (llama retardada)		φ3.3, 3C, PVC petróleo resistente Negro PVC (llama retardada)	
Indicador	LED rojo	NO	LED rojo	
Fuga de corriente	NO		0.01mA Max.	
Sensibilidad (Gauss)	60-75		60-75	
Max. Frecuencia (Hz)	200		1000	
Shock (m/s <sup>2</sup> )	300		500	
Vibración (m/s <sup>2</sup> )	90		90	
Rango de temperatura °C	-10-70		-10-70	
Caja de clasificación	IP67(NEMA6)		IP67(NEMA6)	
Circuito de protección	NO		protección reversa de polaridad de alimentación, protección de absorción de onda	

### Código de ordenamiento



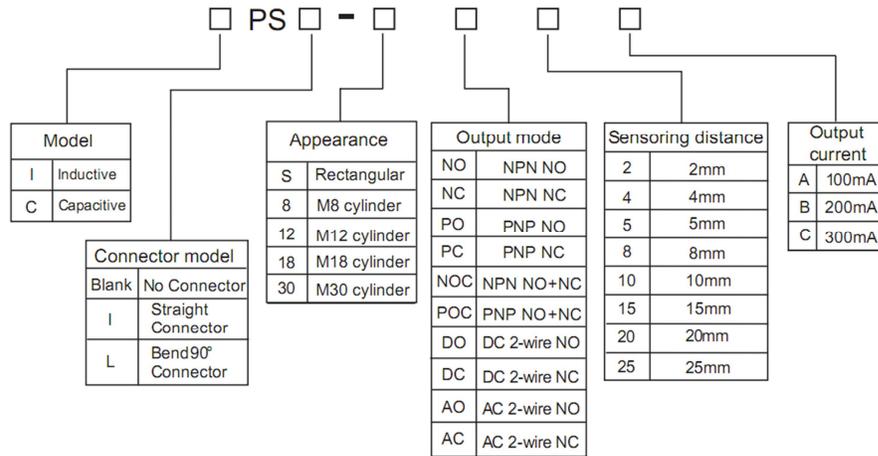
Ⓜ Nota: La articulación rápida que se adjunta al extremo del cable es el tipo de hilo de tronillo de tres agujas masculina de conjunta lineal giratoria. El enchufe hembra de conjunta tiene que ser ordenada adicionalmente. Por favor, consulte a PVI-44 para los datos específicos.

Dear clients, Thanks for choosing IBEST proximity sensors! Before installing and operating the sensors, please read this instruction manual carefully. For any questions, please contact our sales people immediately.

**1.FEATURES**

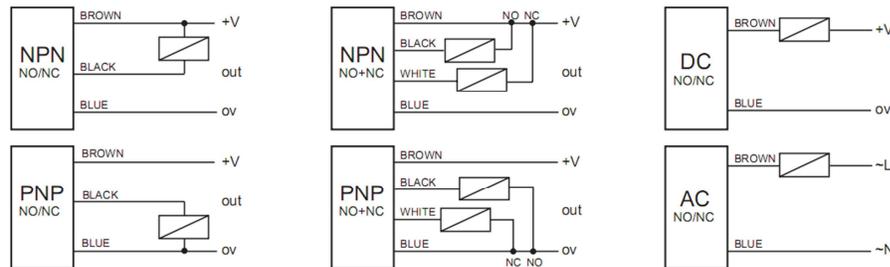
- Inductive and capacitive proximity sensor
- Style: cylinder shape (M8, M12, M18, M30), and rectangular shape
- Shielded or unshielded type;
- DC 2-wire (10-30V DC), DC 3-wire(10-30V DC), DC 4-wire(10-30V DC),AC 2-wire (90-250 AC) type
- Connection mode: 3/4 wire or 3/4 pin connector
- Mounting distance: M8 (1/2mm), M12(2/4mm), M18(5/8mm), M30(10/15mm), "R" style: 5, 10, 15, 20mm
- With LED operation indicator, easily identifiable
- Brass chrome plated, proof of oil, water acid, alkaline
- Standard sensing object: inductive sensor: ferrous metals; capacitive sensor: metal or non-metal objects.
- Protection rate: IP67, water resistant
- Over-current protection

**2.ORDERING CODE**



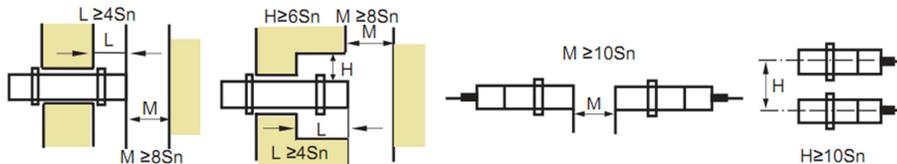
For special request of sensors (i.e.appearance,function), please indicate when order.

**3.CONNECTION**



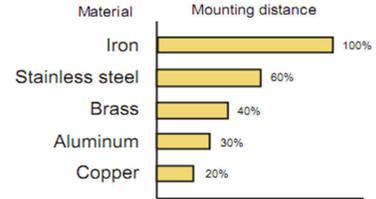
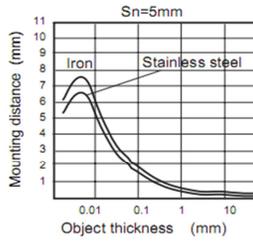
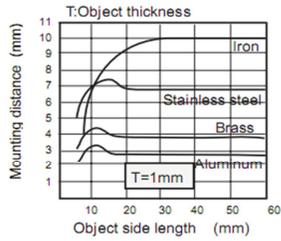
**4.INSTALLATION DEMAND**

If used in an area surrounded by metal or juxtaposed , Install the proximity Sensor as follows . (Sn Sensing distance)



**5.IPS INDUCTIVE PROXIMITY APPLICATION DIRECTION**

- You had better set mounting distance equal 80% sn.
- Please set mounting distance equals 50%sn,when sensor applies in measuring mounting frequency or operating in high speed circumstance.
- Mounting distance varies with measuring object(iron, stainless steel ,brass, copper and aluminum) .



**ORDERING CODE AND TECHNICAL SPECIFICATIONS:**

a. Inductive proximity sensor

Ordering code	IPS□-8□□□		IPS□-18□□□			IPS□-30□□□			
Dimension									
Out put	DC		DC			AC			
	NPN	PNP	NPN	PNP	AC	NPN	PNP	AC	
Mode	NO	IPS(I/L)-8NO1(2)A	IPS(I/L)-8PO1(2)A	IPS(I/L)-18NO5(8)B	IPS(I/L)-18PO5(8)B	IPS(I/L)-18AC5(8)C	IPS(I/L)-30NO10(15)B	IPS(I/L)-30PO10(15)B	IPS(I/L)-30AO10(15)C
	NC	IPS(I/L)-8NC1(2)A	IPS(I/L)-8PC1(2)A	IPS(I/L)-18NC5(8)B	IPS(I/L)-18PC5(8)B	IPS(I/L)-18AC5(8)C	IPS(I/L)-30NC10(15)B	IPS(I/L)-30PC10(15)B	IPS(I/L)-30AC10(15)C
	NO+NC	/	/	IPS(I/L)-18NOC5(8)B	IPS(I/L)-18POC5(8)B	/	IPS(I/L)-30NOC10(15)B	IPS(I/L)-30POC10(15)B	/
	DO	IPS(I/L)-8DO1(2)A		IPS(I/L)-18DO5(8)B		/	IPS(I/L)-30DO10(15)B		/
	DC	IPS(I/L)-8DC1(2)A		IPS(I/L)-18DC5(8)B		/	IPS(I/L)-30DC10(15)B		/
Mounting distance	1mm/2mm		5mm/8mm			10mm/15mm			
Sensing distance	0-0.8mm/0-1.8mm		0-4mm/0-6.4mm			0-8mm/0-12mm			
Power supply	DC 10-30V		DC 10-30V		AC 90-250V	DC 10-30V		AC 90-250V	
Frequency	≤600Hz		≤400Hz / ≤200Hz		≤20Hz	≤200Hz		≤20Hz	
Current output	≤100mA		≤200mA		≤300mA	≤200mA		≤300mA	
Ambient temperature	-20°C ~70°C		-20°C ~70°C		-20°C ~70°C	-20°C ~70°C		-20°C ~70°C	
Protection	over-current/polarity		over-current/polarity		/	over-current/polarity		/	
IP rating	IP67		IP67		IP67	IP67		IP67	

Ordering code	IPS□-12□□□		IPS□-S□□□		IPS□-S□□□				
Dimension									
Out put	DC		DC		AC				
	NPN	PNP	NPN	PNP	DC		AC		
	NPN	PNP	NPN	PNP	NPN	PNP	AC		
Mode	NO	IPS(I/L)-12NO2(4)B	IPS(I/L)-12PO2(4)B	IPS(I/L)-SNO5B	IPS(I/L)-SPO5B	/	IPS(I/L)-SNO10B	IPS(I/L)-SPO10B	IPS(I/L)-SAO10C
	NC	IPS(I/L)-12NC2(4)B	IPS(I/L)-12PC2(4)B	IPS(I/L)-SNC5B	IPS(I/L)-SPC5B	/	IPS(I/L)-SNC10B	IPS(I/L)-SPC10B	IPS(I/L)-SAC10C
	NO+NC	IPS(I/L)-12NOC2(4)B	IPS(I/L)-12POC2(4)B	IPS(I/L)-SNOC5B	IPS(I/L)-SPOC5B	/	IPS(I/L)-SNOC10B	IPS(I/L)-SPOC10B	/
	DO	IPS(I/L)-12DO2(4)B		IPS(I/L)-SDO5B		/	IPS(I/L)-SDO10B		/
	DC	IPS(I/L)-12DC2(4)B		IPS(I/L)-SDC5B		/	IPS(I/L)-SDC10B		/
Mounting distance	2mm/4mm		5mm		/	10mm		10mm	
Sensing distance	0-1.6mm/0-3.2mm		0-4mm		/	0-8mm		0-8mm	
Power supply	DC 10-30V		DC 10-30V		/	DC 10-30V		AC 90-250V	
Frequency	≤600Hz / ≤400Hz		≤400Hz		/	≤200Hz		≤20Hz	
Current output	≤200mA		≤200mA		/	≤200mA		≤300mA	
Ambient temperature	-20°C ~70°C		-20°C ~70°C		/	-20°C ~70°C		-20°C ~70°C	
Protection	over-current/polarity		/		/	over-current/polarity		/	
IP rating	IP67		IP67		/	IP67		IP67	

Notice: If you want the sensors have OVER-CURRENT PROTECTION, please indicate when order.

## CILINDROS ISO 6432 EN ECERO INOXIDABLE

SERIE MI



### Características

- Norma ISO 6432
- Resistentes a la oxidación
- Anillo magnético standard para control de posición
- Se suministra con tuerca de fijación y contratuerca del vástago
- No requieren lubricación

### Datos Técnicos

Fluido:  
Aire comprimido Filtrado,  
lubricado o no lubricado

Presión de Trabajo:  
0.5 a 7 Bar ~ 7 a 100 PSI

Temperatura de Trabajo:  
-5°C a 70°C ~ 23°F a 158°F

Amortiguación:  
Elástica

### Materiales

Camisa:  
Acero Inoxidable

Cabezas:  
Aluminio inyectado

Vástago:  
Acero Inoxidable

Empaques:  
NBR

## VALVULAS SOLENOIDES 5/2 y 5/3

SERIE 4V M5 - 1/8 - 1/4 - 3/8 - 1/2 NPT



### Datos Técnicos

Fluido:  
Aire comprimido Filtrado,  
lubricado o no lubricado

Presión de Trabajo:  
1.5 a 8 Bar ~ 21 a 114 PSI

Temperatura de Trabajo:  
-5°C a 60°C ~ 23°F a 140°F

Tiempo de Respuesta:  
0.05 segundos

Max. Ciclaje:  
en Válvulas 5/2:  
5 Ciclos/segundo

en Válvulas 5/3:  
3 Ciclos/segundo

en Válvulas de 1/2:  
3 Ciclos/segundo

### Características

- Servopilotadas
- Operador manual adicional
- Libres de mantenimiento
- Bajo consumo de potencia
- Facilidad de montaje en Manifold

### Materiales

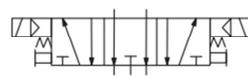
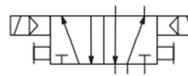
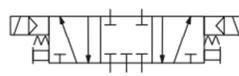
Cuerpo:  
Aluminio

Carrete:  
Aluminio

Sellos:  
NBR

5/2 Solenoide - Resorte 5/3 Centros Cerrados

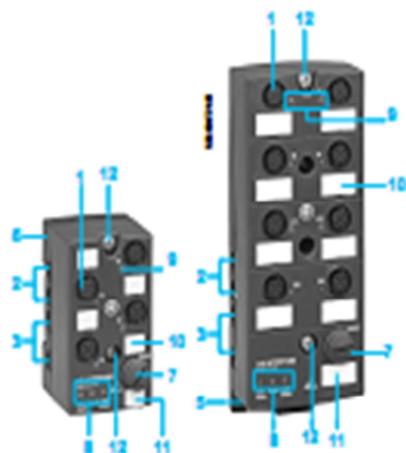
5/2 Doble Solenoide 5/3 Centros Abiertos



**AIRTAC**

# AS-Interface cabling system

Advantys, interfaces for generic products  
IP 67 I/O, AS-Interface V2.1



## Presentation

ASI 67F interfaces enable traditional sensors and actuators - in particular proximity sensors, photo-electric sensors and limit switches - to be connected to the AS-Interface cabling system.

Because of their IP 67 degree of protection, they can be mounted directly on the machine, as near as possible to the sensors and actuators.

Two types of housing are available:

- A compact, 45 mm wide housing for 4-channel interfaces,
- A flat, 60 mm wide housing for 8-channel interfaces.

The sensors and actuators are connected to the interface by M12 connectors. The AS-Interface line and any external power supply are connected in one of the following ways, depending on the model:

- Directly to the ribbon cables via an Insulation Displacement Connector (IDC) (2 possible mounting positions).
- By means of an M12 connector.

Conforming to the AS-Interface V2.1 specification, they offer diagnostic functions and are available, depending on the model, with standard addressing (up to 31 Slaves per master) or with extended addressing (up to 62 Slaves per master).

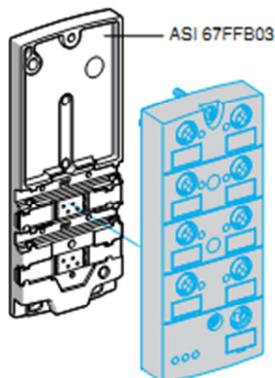
Specific "V1 compatible" versions allow replacement of previous XZS interfaces and use in association with V1 masters.

The inputs are compatible with 2 and 3-wire sensors and with the majority of models in the Osiris, Osiprox and Osiswitch sensor ranges, with or without alarm output. Supply to the sensors (200 mA max) is via the AS-Interface line. The outputs, supplied by an external source, are of the 2 A transistor type.

## Description

ASI 67F interfaces comprise:

- 1 M12 connectors for connecting the sensors and actuators.
- 2 Connector for yellow ribbon cable (AS-Interface line).
- 3 Connector for black ribbon cable (auxiliary supply) - depending on model.
- 4 M12 connectors for connecting the AS-Interface line and the auxiliary power supply, also allowing connection for addressing via an ASI TERACC1F connection cable.
- 5 Holes for fixing screws.
- 6 Fitting for clipping onto 35 mm symmetrical rail.
- 7 Jack connector for connection of an ASI TERACC2 cable (see page 34008/3) for terminal ASI TERV2 or XZ MC11.
- 8 Diagnostic LED.
- 9 I/O status LED.
- 10 Channel marker labels.
- 11 Interface marker label.
- 12 Interface to connection base fixing screws.



## Setting-up of direct connection modules

### (Insulation Displacement Connector)

This method of connecting the AS-Interface lines and the auxiliary power supply enables fast and simple installation, without any connection accessories, while limiting the length of the AS-Interface cable.

Direct connection modules consist of an interface and a connection base.

45 mm wide compact type interfaces (4 channels) can be used with 2 connection base models:

- An ASI 67FFB01 compact connection base, whose fixing centres are identical to those of the V1 type, XZSD interface ranges. This connection base can also be mounted on a 35 mm symmetrical rail.
- An ASI67FFB02 connection base, whose fixing centres are identical to those of ASI B4VM12 connection bases and conform to the CNOMO standard.

60 mm wide flat type interfaces (8-channel) must be used with an ASI 67FFB03 connection base. The fixing centres are identical to those of the V1 type, XZS CA interface ranges and of ASI B8VM12 connection bases. These fixing centres conform to the CNOMO standard.

For all models (4 and 8-channel), connections to the yellow (AS-Interface) and black (auxiliary supply) ribbon cables are made via the IDC connectors on the interface. The ribbon cables can be fitted either way round and 2 yellow cables and 2 black cables can be connected simultaneously to one interface, to constitute a tap-off (max. current in the tap-off: 2 A, degree of protection IP 54).

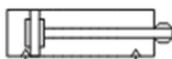
Any unused M12 connectors must be fitted with a sealing plug to guarantee the IP 67 degree of protection. The sealing plugs supplied with the interfaces and additional components can also be ordered separately.

Interface addressing can be carried out, before or after installation, using ASI TERV2 or XZM C11 terminals equipped with an ASI TERACC2 cable and connected to the Jack connector.

## CILINDROS COMPACTOS NORMA UNITOP RU-P7 SERIE ACP



Doble efecto



Simple efecto



## Datos Técnicos

**Fluido:**  
Aire comprimido Filtrado,  
lubricado o no lubricado

**Presión de Trabajo:**  
1 a 9 Bar ~ 14,5 a 130,5 PSI

**Temperatura de Trabajo:**  
-5°C a 70°C ~ 23°F a 158°F

**Amortiguación:**  
Elástica

## Materiales

**Perfil:**  
Aluminio inyectado

**Cabezas:**  
Aluminio inyectado

**Vástago: (Ø 12, 16, 20, 25 mm)**  
Acero inoxidable

**Vástago: (Ø 32 ~ 100 mm)**  
Acero al carbón con 20µ de  
superficie cromo-endurecida

**Empaques:**  
TPU / NBR

## Sensores Magnéticos

Tipo Red Switch con LED



Descripción	Código : ACS1G
	Ref. : CS1-G
Contacto	Normalmente abierto
Indicador	con Led superior
Temperatura	0 a 60 °C ~ 32 a 140 °F
Protección	IP 67
Rango de voltaje	5 ~ 240V AC / DC
Rango de corriente	AC 5 ~ 40 mA, DC 5 ~ 50 mA
Resistencia a la vibración	10 ~ 50 Hz
Tiempo de respuesta	0,3 ms
Longitud de Cable	2 Mts.

## CILINDROS EN ACERO INOXIDABLE

SERIE MA



## Características

- Camisa en Acero Inoxidable
- Resistentes a la oxidación
- Modelos con embolo magnético para control de posición
- Se suministra con tuerca de fijación y contratuerca del vástago
- No requieren lubricación

## Datos Técnicos

### Fluido:

Aire comprimido Filtrado,  
lubricado o no lubricado

### Presión de Trabajo:

1 a 9 Bar ~ 14 a 130 PSI

### Temperatura de Trabajo:

0°C a 70°C ~ 32°F a 158°F

### Amortiguación:

Elástica

## Materiales

### Camisa:

Acero Inoxidable

### Cabezas:

Aluminio inyectado

### Vástago:

Acero al carbón con 20 $\mu$  de  
superficie cromo-endurecida

### Empaques:

Goma nitrílica