



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

TEMA:

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL NEUMÁTICO
INALÁMBRICO DIDÁCTICO EN EL LABORATORIO DE
AUTOMATIZACIÓN DE LA EIS”**

TESIS DE GRADO

**Previa obtención del título de:
INGENIERO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS**

PRESENTADO POR:

**RAQUEL MARÍA MIGUEZ PAREDES
MARÍA DE LOS ÁNGELES GÓNZALEZ GAVILANES**

RIOBAMBA – ECUADOR

2010

Agradezco a Dios por haberme regalado la vida y la salud para alcanzar una nueva cima en el camino de mi vida.

A mis familiares que mucho me ayudaron en todos esos momentos difíciles.

Raquel María Miguez Paredes

A María mi madre y Rogel mi hermano...

Ya que gracias a sus sacrificios, paciencia, apoyo y comprensión me permitieron superar todos los obstáculos que se presentaron a lo largo de este sendero.

Y de ellos he aprendido que sirviendo a nuestro prójimo es como lograremos ser cada día mejores y más felices.

Raquel María Miguez Paredes

En este trabajo se recopila los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera, por lo que quiero agradecer a la ESPOCH institución que me ha dado la oportunidad de formarme como profesional a través de sus maestros que han sabido depositar sus conocimientos, de igual manera al Ing. Marco Viteri y al Ing. Danny Velasco, Director y Miembro de Tesis quienes me han sabido guiar para culminar con éxito este proyecto.

María de los Ángeles González G.

Este trabajo va dedicado a mis padres por su apoyo incondicional en el transcurso de mi carrera y de mi vida, a mis hermanos por estar siempre a mi lado, a mi hija Ariadna por haber dado luz a mi vida y ser la fuente de inspiración para culminar mi carrera, así como a mis amigos con quienes compartí buenos y malos momentos dentro de las aulas.

María de los Ángeles González G.

FIRMAS RESPONSABLES Y NOTA

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Ing. Iván Menes DECANO FACULTAD INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
Ing. Raúl Rosero DIRECTOR ESCUELA INGENIERÍA EN SISTEMAS
Ing. Marco Viteri B. DIRECTOR DE TESIS
Ing. Danny Velasco MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Tlgo. Carlos Rodríguez DIRECTOR CENTRO DE DOCUMENTACIÓN
NOTA DE LA TESIS:	

RESPONSABILIDAD DE LOS AUTORES

“Nosotras Raquel María Miguez Paredes y María de los Ángeles González Gavilanes, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis de Grado, y el patrimonio intelectual de la misma pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”

FIRMAS:

Raquel María Miguez Paredes

María de los Ángeles González Gavilanes

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ESPOCH	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
E/S	Entrada/Salida
FBD	Function Block Diagram Diagrama de funciones
FB's	Block of Functions Bloques de funciones
GRAFCET	Gráfico Funcional de Control de Etapas
IEC	International Electrotechnical Commission Comisión Internacional de Electrotecnia
IL	Instructions List Lista de instrucciones
K-Mapa	Mapa de Karnaugh (también conocido como tabla de Karnaugh o diagrama de Veitch) Diagrama utilizado para la simplificación de funciones algebraicas booleanas
KV-Mapa	Mapa Karnaugh Veitch
LabVIEW	Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench Banco de Trabajo de un Laboratorio para diseñar instrumentos virtuales
LD	Ladder diagram Diagrama de contactos
PC	Parte Control
PLC	Programmable Logic Controllers Controlador Lógico Programable
PO	Parte Operativa
SCADA	Supervisory Control And Data Adquisition Control Supervisión y adquisición de datos
SRS	Software Requirements Specifications Especificaciones de Requerimientos de Software
XP	Xtreme Programing Programación Extrema
WWW	World Wide Web Telaraña Mundial de Ordenadores

ÍNDICE GENERAL

RESPONSABILIDAD DE LOS AUTORES

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

MARCO REFERENCIAL.....	16
1.1 Introducción	16
1.2 Antecedentes	17
1.3 Justificación del Proyecto de Tesis.....	18
1.3.1 Justificación Teórica	18
1.3.2 Justificación Práctica	18
1.4 Objetivos.....	19
1.4.1 Objetivo General.....	19
1.4.2 Objetivos Específicos:	19
1.5 Hipótesis	19

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO	20
2.1 Introducción	20
2.2 Sistemas de control	21
2.2.1 Definición de Control	21
2.2.2 Características de un sistema de control	21
2.3 Técnicas de Control	22
2.3.1 Sistema Cableado.....	22
2.3.2 Sistema Programado	23
2.4 Métodos de Desarrollo de Control.....	24
2.4.1 Método Intuitivo	24
2.4.2 Método Sistemático	25
2.4.2.1 Método en Cascada.....	25
2.4.2.2 Método Paso a Paso	26

CAPÍTULO III

DISEÑO DE CONTROL ELECTRÓNICO.....	30
3.1 Introducción	30
3.2 Método gemma	31
3.2.1 Utilización de la guía GEMMA.....	31

3.2.2	Marcha por ciclos y parada a fin de ciclo	32
3.2.3	Marcha de verificación con orden	33
3.2.4	Marcha de verificación sin orden.....	33
3.2.5	Paradas de emergencia.....	34
3.2.6	Parada en un punto.....	36
3.2.7	Metodología	37
3.3	Grafcet	37
3.3.1	Resumen Histórico.....	37
3.3.2	Diseño basado en GRAFCET.....	39
3.3.3	Símbolos gráficos del Grafcet.....	40
3.3.4	Reglas de evolución del Grafcet	41
3.3.5	Gráfico secuencial de funciones (grafcet)	42
3.3.6	Lista de instrucciones (IL o AWL).....	42
3.3.7	Diagrama de contactos (ladder diagram LD).....	43
3.3.8	Diagrama de funciones (function block diagram o FBD).....	43
3.3.9	Organización de tareas.....	43
3.3.10	Bloques de funciones (FB's)	43
3.4	Mapas de karnaugh	44
3.5	Comparación entre labview y lookout.....	47
CAPÍTULO IV		
SISTEMA DE CONTROL NEUMÁTICO INALÁMBRICO DIDÁCTICO.....		50
4.1	Introducción	50
4.2	APLICACIÓN PRÁCTICA	51
4.2.1	Metodología del Sistema de control neumático didáctico.....	51
4.2.1.1	FASE I: Planificación.....	52
4.2.1.1.1	Descripción del Sistema.....	52
4.2.1.1.2	Especificación de Requerimientos	59
4.2.1.1.2.1	Requerimientos Funcionales	59
4.2.1.1.2.2	Requerimientos no Funcionales	59
4.2.1.1.3	Historia de Usuarios.....	60
4.2.1.1.4	Planificación Inicial	62
4.2.1.1.5	Plan de Iteración.....	62
4.2.1.2	FASE II: Diseño	63
4.2.1.2.1	Grafcet	63
4.2.1.2.2	Diseño Software	65
4.2.1.2.2.1	Diagrama de Caso de Uso	65

4.2.1.2.2.2	Diagrama de Secuencia	65
4.2.1.2.2.3	Diagrama de Colaboración.....	66
4.2.1.2.2.4	Diagrama de Actividades	66
4.2.1.3	FASE III: Desarrollo	66
4.2.1.3.1	Configuración de la Red	66
4.2.1.3.1.1	Configuración en TwidoSuite.....	66
4.2.1.3.2	Configuración Bluetooth.....	67
4.2.1.3.3	Configuración en Lookout	67
4.2.1.3.2	Visualización de Red	69
4.2.1.3.2.1	Control de Red mediante Lookout.....	69
CAPÍTULO V		
ANALISIS DE RESULTADOS		77
5.1	Introducción	77
5.2	Comprobación de Hipótesis.....	78
CONCLUSIONES		
RECOMENDACIONES		
RESUMEN		
GLOSARIO DE TÉRMINOS		
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I. 1	Elementos de Entrada.....	17
Figura II. 1	Sistema Cableado.....	22
Figura II. 2	Sistema Programado	23
Figura III. 1	Marcha por ciclos y parada a fin de ciclo.....	32
Figura III. 2	Marcha de verificación con orden	33
Figura III. 3	Marcha de verificación sin orden	34
Figura III. 4	Paradas de emergencia	35
Figura III. 5	Paradas de emergencia con espera	36
Figura III. 6	Parada en un punto	36
Figura III. 7	Símbolos gráficos del Grafcet	41
Figura III. 8	Gráfico secuencial de funciones.....	42
Figura III. 9	Lista de instrucciones	42
Figura III. 10	Diagrama de contactos	43
Figura III. 11	Bloque de funciones	44
Figura III. 12	$f=a'b + ab' + ab$	45
Figura III. 13	$f= b + a$	45
Figura III. 14	$f= a'b + ab'c + c'$	46
Figura III. 15	$f= a'b + ab' + c$	46
Figura III. 16	$f= ac'd' + a'bd + abcd + ab'cd + a'bc'd' + a'b'c'd'$	47
Figura IV. 1	Cilindro doble efecto.....	54
Figura IV. 2	Válvula 5/2 monoestable.....	54
Figura IV. 3	Válvula 5/2 biestable.....	55
Figura IV. 4	Válvula 5/3	55
Figura IV. 5	Regulador de caudal	55
Figura IV. 6	Unidad de mantenimiento con filtro regulador	55
Figura IV. 7	Caja de accionadores	56
Figura IV. 8	PLC 24 DRF.....	57
Figura IV. 9	Partes de un controlador compacto	57
Figura IV. 10	Partes de un controlador compacto	58
Figura IV. 11	Modbus Bluetooth Adapter VW3A8114	58
Figura IV. 12	Bluetooth Usb Adapter VW3A8115	58
Figura IV. 13	Primera iteración	63
Figura IV. 14	Segunda iteración	63
Figura IV. 15	Grafcet del control neumático	64

Figura IV. 16 Diagrama de caso de uso del control neumático.....	65
Figura IV. 17 Diagrama de secuencia del control neumático.....	65
Figura IV. 18 Diagrama de colaboración del control neumático.....	66
Figura IV. 19 Diagrama de actividades del control neumático	66
Figura IV. 20 Configuración PLC 24DRF con TwidoSuite	67
Figura IV. 21 Conexión Bluetooth	67
Figura IV. 22 Modbus.....	68
Figura IV. 23 Objetos animados	68
Figura IV. 24 Comunicación Modbus	69
Figura IV. 25 Elementos inactivos en Lookout	69
Figura IV. 26 Elementos inactivos del control neumático inalámbrico didáctico.....	69
Figura IV. 27 Salida del Cilindro A+ en Lookout	70
Figura IV. 28 Salida del Cilindro A+ en el tablero de aluminio.....	70
Figura IV. 29 Retorno del Cilindro A- en Lookout	70
Figura IV. 30 Retorno del Cilindro A- en el tablero de aluminio.....	71
Figura IV. 31 Foco Verde1 encendido en Lookout	71
Figura IV. 32 Foco Verde1 encendido en el tablero de aluminio.....	71
Figura IV. 33 Foco Rojo1 encendido en Lookout	72
Figura IV. 34 Foco Rojo1 encendido en el tablero de aluminio.....	72
Figura IV. 35 Salida del Cilindro B+ en Lookout	72
Figura IV. 36 Salida del Cilindro B+ en el tablero de aluminio.....	73
Figura IV. 37 Retorno del Cilindro B- en Lookout	73
Figura IV. 38 Retorno del Cilindro B- en el tablero de aluminio.....	73
Figura IV. 39 Foco Verde2 encendido en Lookout	74
Figura IV. 40 Foco Verde2 encendido en el tablero de aluminio.....	74
Figura IV. 41 Foco Rojo2 encendido en Lookout	74
Figura IV. 42 Foco Rojo2 encendido en el tablero de aluminio.....	75
Figura IV. 43 Salida del Cilindro C + en Lookout	75
Figura IV. 44 Salida del Cilindro C + en el tablero de aluminio.....	75
Figura IV. 45 Retorno del Cilindro C - en Lookout	76
Figura IV. 46 Retorno del Cilindro C - en el tablero de aluminio.....	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III. 1 Comparación entre Labview y Lookout	48
Tabla V. 1 Operacionalización conceptual	78
Tabla V. 2 Operacionalización metodológica.....	78
Tabla V. 3 Indicadores	79
Tabla V. 4 Tabla de Contingencia	79

INTRODUCCIÓN

El sistema de control neumático inalámbrico didáctico es un complemento a la formación universitaria en el área de la mecatrónica, adquiriendo conocimientos de neumáticos, eléctricos, de control, tiempo de paro, detectando y corrigiendo las fallas en TwidoSuite aplicando las tecnologías de: controladores lógicos programables, actuadores neumáticos, electroválvulas con conectividad Bluetooth con distintas condiciones de funcionamiento. La tecnología Bluetooth admite grupos cerrados de usuarios de manera dinámica operando en redes con infraestructura no fijas, transmitiendo los datos de manera confiable, mejorando la velocidad de transmisión de datos y con la seguridad que los datos no se pierdan durante la transmisión.

El desarrollo de sistema de control neumático requiere que se reflejen paso a paso los procedimientos a emplear; de modo conciso las especificaciones necesarias para utilizarlas al realizar los Grafset, así como para determinar los posibles comportamientos del sistema, permitiendo estructurar de forma organizada los ejercicios de visualización.

Los ejercicios resueltos son 100% prácticos, lo que garantiza que cada alumno esté participando activamente, dado que se practica con el mismo módulo que se encuentra en el Laboratorio de Automatización Industrial de la Escuela de Ingeniería en Sistemas, es posible encontrar aplicaciones de lo aprendido de manera inmediata.

El contenido de esta tesis está estructurado en cinco capítulos, el **Capítulo I** proporciona los antecedentes y objetivos de la tesis, el **Capítulo II** contiene Técnicas de control y Métodos de desarrollo de control, el **Capítulo III** aporta el Diseño de Control electrónico, el **Capítulo IV** se desarrolla el Sistema de control neumático inalámbrico didáctico, y el **Capítulo V** abarca el Análisis de Resultados.

CAPÍTULO I

MARCO REFERENCIAL

1.1 Introducción

La neumática es la técnica que se dedica al estudio y aplicación del aire comprimido en la automatización de los distintos campos de la fabricación. Estos circuitos constan básicamente de: energía y aire en el compresor que es almacenado en un depósito, luego es pasado por el filtro que se dirige a las válvulas y finalmente a los cilindros.

El aire comprimido puede ser empleado como: accionador por ejemplo el cilindro hace de motor y de mando o control por ejemplo mediante el aire comprimido se puede controlar el cilindro.

La neumática se ha caracterizado por el desarrollo de sistemas cada vez más flexibles, versátiles y polivalentes, mediante la utilización de nuevas estructuras mecánicas y de nuevos métodos de control y percepción la misma que abre una nueva y decisiva etapa en el actual proceso de mecanización y automatización creciente de los procesos de producción. Consiste esencialmente en la sustitución de máquinas o sistemas automáticos que realizan operaciones concretas, por dispositivos mecánicos que

realizan operaciones concretas, por dispositivos mecánicos de uso general, dotados de varios grados de libertad en sus movimientos y capaces de adaptarse a la automatización de un número muy variado de procesos y operaciones.

1.2 Antecedentes

La gran evolución de la neumática y la hidráulica han hecho, a su vez, evolucionar los procesos para el tratamiento y amplificación de señales, y por tanto, hoy en día se dispone de una gama muy extensa de válvulas y distribuidores que nos permiten elegir el sistema que mejor se adapte a las necesidades.

Hay veces que el comando se realiza manualmente, como se muestra en la Figura I.1, y otras obliga a recurrir a la electricidad (para automatizar) por razones diversas, sobre todo cuando las distancias son importantes y no existen circunstancias adversas. Se tiene como objetivo la optimización de los elementos industriales a través del mejoramiento de cada uno de los subprocessos con nuevas herramientas sinérgicas.



Figura I. 1 Elementos de Entrada

Un sistema de control neumático se compone principalmente de mecanismos, actuadores, control (inteligente) y sensores. Tradicionalmente la Mecánica se ha ocupado sólo de los mecanismos y los actuadores, y opcionalmente puede incorporar control.

Un sistema de control neumático es aquel sistema digital que recoge señales, las procesa y emite una respuesta por medio de actuadores, generando movimientos o acciones sobre el sistema en el que se va a actuar. Los sistemas mecánicos están integrados por

sensores, microprocesadores y controladores. Los robots, las máquinas controladas digitalmente, los vehículos guiados automáticamente, etc.

1.3 Justificación del Proyecto de Tesis

1.3.1 Justificación Teórica

El Sistema didáctico de control neumático inalámbrico se está consolidando en el sector industrial, razón por la cual se ve la necesidad de diseñar e implementar un Sistema didáctico de control neumático inalámbrico, que es un sistema de red en niveles para aplicaciones de automatización industrial, que además permitirá:

- Mejorar la velocidad de transmisión de datos.
- Mantener confiabilidad de los datos que se estén transmitiendo.
- Ayudar con la seguridad para que los datos no se pierdan durante la transmisión.
- Disminuir el tiempo de paso de programa al PLC e incrementar la capacidad de transferencia de datos.
- Utilizar protocolos de comunicación que permitan el envío de información por el bluetooth.
- Conectar distintos mecanismos industriales con el control de planta y con la gestión central, mediante una interfaz consistente con las aplicaciones.

En la actualidad el control neumático inalámbrico es el eje de industrias, medianas y grandes, ya que permite la aplicación en áreas donde la seguridad está envuelta.

1.3.2 Justificación Práctica

Se ha tomado como parte práctica la implementación de un sistema de control neumático didáctico, en el Laboratorio de Automatización Industrial de la EIS, puesto que se ve la necesidad de simular las secuencias que siempre se encuentran en cualquier mecanismo o proceso industrial. El Laboratorio de Automatización en la actualidad no

cuenta con un sistema neumático pero tiene equipos y maquinaria que pueden ser interconectados, con la finalidad de lograr que el proceso enseñanza aprendizaje sea apegado a la práctica pero con base científica, se diseñara el panel para uso en el laboratorio de automatización.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Implementar un sistema de control neumático inalámbrico didáctico en el Laboratorio de Automatización de la EIS.

1.4.2 Objetivos Específicos:

- Investigar los tipos de sistemas y métodos para emplear las técnicas de control.
- Comparar los programas Labview y Lookout para elaborar un sistema Scada
- Configurar la comunicación Bluetooth en los equipos que se encuentren en el laboratorio para utilizar el sistema de control didáctico.
- Desarrollar ejercicios de prueba del sistema con el propósito de verificar su funcionamiento.
- Implementar el sistema control neumático inalámbrico didáctico para realizar el análisis de resultados.

1.5 Hipótesis

La implementación de un sistema control neumático inalámbrico didáctico, permitirá aumentar la prueba de circuitos de control y optimizar el uso de recursos hardware en el laboratorio de automatización de la EIS.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción

El propósito de este capítulo es proporcionar herramientas de apoyo que permitan realizar las tres primeras etapas para el diseño de un automatismo.

Las etapas son: plantear el problema, determinar sus estructuras funcionales y estructurar el proyecto.

Estas etapas se constituyen en el eje fundamental, puesto que definen las principales funciones, las especificaciones técnicas, tanto del cliente como del mismo automatismo y finalmente se diseña la estructura básica del sistema de control neumático.

El desarrollo de estas tres fases nos entrega una visión general del problema, su grado de complejidad y criterios para definir los tiempos y responsables de ejecución del proyecto. El análisis permitirá apoyar la construcción de las evidencias de aprendizaje evaluadas en el módulo de formación.

2.2 Sistemas de control

2.2.1 Definición de Control

Proceso para asegurar que las actividades reales se ajusten a las actividades planificadas. Permite mantener a la organización o sistema en buen camino.

La palabra control ha sido utilizada con varios y diferentes sentidos

Control como función coercitiva y restrictiva, para inhibir o impedir conductas indeseables.

Control como verificación de alguna cosa, para apreciar si está correcto.

2.2.2 Características de un sistema de control

- **Señal de corriente de salida:** Respuesta obtenida por el sistema que puede o no relacionarse con la respuesta que implicaba la entrada.
- **Variable Manipulada:** Es el elemento al cual se le modifica su magnitud, para lograr la respuesta deseada.
- **Variable Controlada:** Es el elemento que se desea controlar.
- **Conversión:** Mediante receptores se generan las variaciones o cambios que se producen en la variable.
- **Variaciones externas:** Son los factores que influyen en la acción de producir un cambio de orden correctivo.
- **Fuente de energía:** Es la que entrega la energía necesaria para generar cualquier tipo de actividad dentro del sistema.
- **Retroalimentación:** La retroalimentación es una característica importante de los sistemas de control de lazo cerrado. Es una relación secuencial de causas y efectos entre las variables del sistema. Dependiendo de la acción correctiva que tome el sistema, éste puede apoyar o no una decisión, cuando en el sistema se

produce un retorno se dice que hay una retroalimentación negativa; si el sistema apoya la decisión inicial se dice que hay una retroalimentación positiva.

2.3 Técnicas de Control

2.3.1 Sistema Cableado

Por sistema cableado se entiende todo circuito eléctrico o electrónico que exige el montaje de distintos módulos unidos (cableados) entre sí, para realizar un determinado proceso o secuencia lógica, que por lo general servirá para controlar un sistema de potencia, como se muestra en la Figura II.1. Este tipo de sistemas es empleado normalmente en el diseño de automatismos.

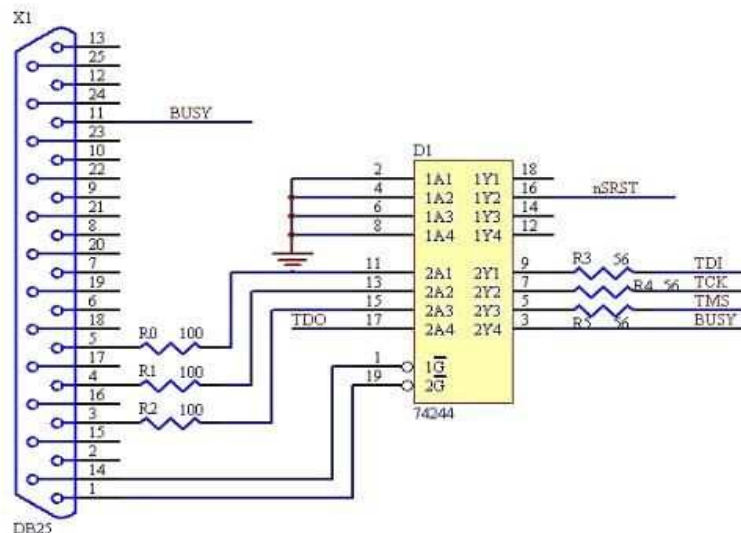


Figura II. 1 Sistema Cableado

Su estructura habitualmente es rígida y es muy difícil de modificar.

Hasta la aparición del circuito microprogramable (CμP), el diseño de todos los automatismos y circuitos electrónicos se realizaban mediante lógica cableada. Desde el control de una cadena de montaje de automóviles hasta un televisor, puede ser diseñado empleando un sistema cableado.

La principal ventaja de emplear un sistema de este tipo suele ser su coste de fabricación

en aquellos sistemas sin demasiada complejidad o para funcionalidades muy concretas. Esta es la principal causa para la elección entre un sistema cableado o uno programado. En la actualidad tres tecnologías permiten realizar diferentes sistemas cableados:

- Relés electromagnéticos.
- Módulos lógicos neumáticos.
- Tarjetas o módulos electrónicos

En determinados casos, un sistema cableado puede tener un tiempo de reacción (tiempo de retardo) ante una señal de entrada muy bajo (del orden de nanosegundos), debido a que el retardo viene impuesto por el propio retardo físico de los componentes electrónicos. Esto lo hace la única solución factible para sistemas con un tiempo crítico de reacción.

2.3.2 Sistema Programado

Se trata de un circuito electrónico que posee un microcontrolador o un microprocesador integrado en él, ver Figura II.2. Posee una memoria interna que almacena un programa informativo que gestiona y controla todo el sistema. En cuanto a su funcionalidad, es muy similar al sistema de cableado; la única diferencia entre estos, es que a éste se puede cambiar el software del circuito micro programador, es decir, que se puede modificar el funcionamiento lógico.

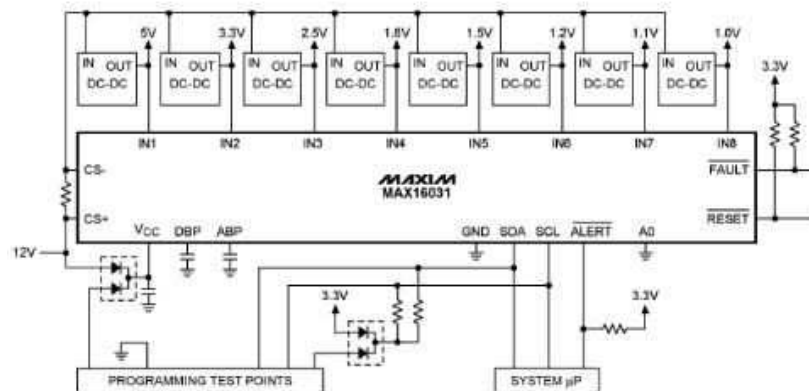


Figura II. 2 Sistema Programado

Generalmente los automatismos que utilizan un sistema programado son más asequibles atendiendo a sus precios que los automatismos que utilizan un sistema de cableado. Ahora bien, una de las desventajas del sistema de programado es la velocidad, ya que esta suele originar algunos problemas en el sistema dependiendo la velocidad en que se esté trabajando. El sistema debe de tener un tiempo de reacción adecuado para poder responder ante una señal de entrada; de esta forma este sistema tendrá un coste asequible para cumplir su trabajo

2.4 Métodos de Desarrollo de Control

2.4.1 Método Intuitivo

El método intuitivo consiste en utilizar diferentes componentes y accionamientos para ir uno a uno solucionando los diferentes inconvenientes que se van presentando.

Uno de los componentes más utilizados es el accionamiento abatible, el cual permite esconder las señales cuando no se requieren y de esta forma evitar la superposición de señales.

Accionamiento de rodillo abatible

Ejemplo: Al realizar la secuencia $1A+ 2A+ 2A- 1A-$ se encuentra que se presenta superposición de señales al iniciar el proceso, por lo tanto no se producen movimientos.

Se puede utilizar entonces un accionamiento abatible en $1S2$ para evitar la superposición al iniciar el proceso.

Pero en una etapa siguiente se presentará de nuevo una superposición de señales por lo que será necesario utilizar otro accionamiento abatible en $2S1$, de esta forma se completa el circuito.

2.4.2 Método Sistemático

2.4.2.1 Método en Cascada

El método cascada es un método sistemático que permite encontrar la solución siguiendo unos pasos determinados. Este método utiliza válvulas memoria para organizar el circuito en líneas de presión independientes.

La cantidad de válvulas de memoria que se requieren se calculan según el número de líneas de presión ó grupos que se generen.

$$\# \text{ Válvulas} = \# \text{ Grupos} - 1$$

Se deben tener en cuenta las siguientes condiciones para la realización del método:

En un grupo no pueden existir dos movimientos del mismo actuador. Los movimientos no se pueden cambiar de posición según la secuencia definida. Se deben generar el menor número posible de grupos de presión.

Los activadores de los grupos deberán ser alimentados por los grupos de presión anteriores. El último grupo debe iniciar energizado.

Ejemplo: Diseñar el mando cascada para la secuencia 1A+ 2A+ 2A- 1A- :

Primero se agrupan los movimientos teniendo en cuenta las condiciones anteriores:

1S1 2S1 2S2 1S2

1A+ 2A+ 2A- 1A-

L1 L2

Luego se determinan los finales de carrera que activarán las líneas de presión y que ya no realizarán movimientos directamente.

2S1 1S2

1A+ 2A+ 2A- 1A-

1S1 2S2

L1 L2

1S1 y 2S2 serán los activadores de las líneas de presión mientras que 2S1 y 1S2 se mantienen en sus posiciones normales.

A continuación se calcula el número de válvulas auxiliares que se requieren:

Válvulas = # Grupos – 1

Válvulas = 2 – 1

Válvulas = 1

La organización de los componentes del circuito quedará de la siguiente manera:

La conexión de la válvula auxiliar OV1 se debe realizar teniendo en cuenta que al iniciar la línea 2 deberá estar energizada, es decir, con presión.

El final de carrera 1S1 deberá activar la línea de presión 1 y el final de carrera 2S2 deberá activar la línea de presión 2.

De acuerdo a la agrupación de la secuencia:

2S1 1S2 1A+ 2A+ 2A- 1A-

1S1 2S2

L1 L2

El final de carrera 2S1 depende de la línea 1 y el final de carrera 1S2 depende de la línea 2. Así mismo realizarán el movimiento correspondiente.

Finalmente, la línea 1 activa directamente el movimiento 1A+ y la línea 2 activa directamente el movimiento 2A-. La alimentación de presión para los finales de carrera 1S1 y 2S2 dependen de las líneas de presión del grupo anterior.

2.4.2.2 Método Paso a Paso

El método paso a paso también es un método sistemático que debe seguir unas condiciones específicas para el diseño de la secuencia.

Para este método se tomará que cada fase de la secuencia corresponde a un paso y por cada paso que se requiera se tendrá el siguiente grupo de componentes:

Para el último paso se debe utilizar la siguiente configuración con el fin de cumplir la exigencia de que el último paso debe iniciar energizado.

Utilizando los componentes definidos para cada paso se realizarán las siguientes acciones:

- Activar los movimientos correspondientes
- Preparar el paso siguiente.
- Anular el paso anterior

Así mismo, el grupo de componentes recibe las señales de preparación y anulación.

Ejemplo: Diseñar el mando paso a paso para la secuencia 1A+ 2A+ 2A- 1A- :

Primero se define la cantidad de pasos, en este caso serán 4 y los finales de carrera que activarán cada paso:

1A+ 2A+ 2A- 1A-

P1 P2 P3 P4

1S1 2S1 2S2 1S2

Para facilitar la realización de las conexiones se utiliza una línea de presión por cada paso.

El paso 1 energiza la línea 1, esta prepara el paso 2 y anula el paso 4.

El paso 2 energiza la línea 2, esta prepara el paso 3 y anula el paso 1.

El paso 3 energiza la línea 3, esta prepara el paso 4 y anula el paso 2.

El paso 4 energiza la línea 4, esta prepara el paso 1 y anula el paso 3, además por su configuración especial inicia energizado.

Luego conectamos los finales de carrera de acuerdo con el orden que proporciona la secuencia.

1S1 2S1 2S2 1S2

P1 P2 P3 P4

Finalmente se conectan los actuadores siguiendo los pasos de la secuencia, cada línea activa uno o varios movimientos, en este caso

La línea 1 activa el movimiento 1A+.

La línea 2 activa el movimiento 2A+.

La línea 3 activa el movimiento 2A- y

La línea 4 activa el movimiento 1A- .

Con el fin de facilitar el montaje de los mandos paso a paso, los fabricantes han desarrollado módulos con los elementos que se requieren para realizar cada paso:

Módulos TAA

Módulos TAB – Para el último paso

P: Conexión de entrada de Presión Principal de aire comprimido.

L: Conexión de entrada para reposicionamiento.

Yn: Conexión de entrada para la activación del módulo.

Zn: Conexión de salida para anulación del módulo anterior.

Yn+1: Conexión de salida para activación del siguiente módulo.

Zn+1: Conexión de entrada para anulación del módulo

Ejemplo: Diseñar el mando con módulos de pasos para la secuencia 1A+ 2A+ 2A- 1A- :

La conexión para realizar una secuencia de 4 fases sería la siguiente:

Los finales de carrera se unen con las conexiones X de los módulos y se utiliza la válvula 1S3 para el inicio del proceso en Yn. La única diferencia con el mando paso a

paso es que la ubicación de los finales de carrera corresponde con la función de las entradas X, es decir, X1 activa el paso 2, X2 activa el paso 3, X3 activa el paso 4 y X4 activa el paso 1 si la válvula 1S3 está accionada.

Finalmente se conectan los accionamientos de acuerdo con el orden de los movimientos de la secuencia.

A1 activa el movimiento 1A+,

A2 activa el movimiento 2A+,

A3 activa el movimiento 2A- y

A4 activa el movimiento 1A-.

Así mismo las conexiones Z_n y Z_{n+1} del primero y último módulo respectivamente se conectan entre sí. No olvidar que se deben bloquear las conexiones P y L que no se están utilizando.

CAPÍTULO III

DISEÑO DE CONTROL ELECTRÓNICO

3.1 Introducción

El control electrónico se especifica como mando, gobierno y regulación de las funciones de motores, equipos o máquinas, cada elemento del sistema utilizado para gobernar una máquina se denomina componentes de control. Y se clasifican en: manuales, semiautomáticos, automáticos

El control electrónico es el control por medio de interruptores, relevadores, elementos que regulan a un sistema electrónico.

En los procesos de automatización, es utilizado los PLC's (Programable Logic Controller), este dispositivo permite el almacenar serie de instrucciones dentro de su memoria, permite elaborar instrucciones específicas o lógicas. Para usar PLC's no se requiere conocimientos informáticos, sino más bien conocimientos de carácter eléctricos.

3.2 Método gemma

El GEMMA es un método para el estudio de las posibles situaciones de marcha y parada en que puede encontrarse la parte operativa (PO) de un proceso y las formas de evolucionar de unas a otras. Para ello se apoya en un útil gráfico que representa una serie de estados tipificados de la PO y muestra las posibles formas de evolución de unos a otros.

3.2.1 Utilización de la guía GEMMA

La guía GEMMA contiene todos los estados (rectángulos) posibles en la mayoría de instalaciones automatizadas. El diseñador estudiará estado por estado para determinar cuáles son los estados necesarios en el automatismo y escribirá dentro de cada rectángulo la descripción correspondiente y las diferentes variantes (si las hay).

En el caso de que un estado no sea posible o sea innecesario, hará una cruz indicando claramente que aquel estado no se ha de considerar.

Una vez definidos los diferentes estados, será necesario estudiar entre que estados la evolución es posible; recordando que la guía lleva indicados con línea discontinua los caminos entre estados de uso más habitual. Estas evoluciones se indicarán resiguiendo los caminos marcados con una línea continua más gruesa o, en el caso de que el camino deseado no esté propuesto, trazándolo con las mismas características que los demás.

Finalmente, en forma parecida a como se indican las transiciones del GRAFCET, se marcarán las condiciones necesarias para poder seguir un determinado camino. En algunas ocasiones un determinado camino no tiene una condición específica o determinada, en este caso puede no ponerse la indicación o es posible poner la condición de que la acción anterior esté completa.

A continuación se muestra, simplíficadamente, algunos de los casos más corrientes.

3.2.2 Marcha por ciclos y parada a fin de ciclo

El sistema está parado en el estado inicial (A1). Cuando las condiciones de puesta en marcha se verifican (modo de marcha, pulsador de arranque, etc.) se pasa a funcionar en modo normal (F1). Cuando el operador pulsa el pulsador de parada a fin de ciclo, la máquina pasará al estado de parada a fin de ciclo (A2) y, cuando acabe el ciclo pasará al estado inicial (A1), como se muestra en la Figura III.1.

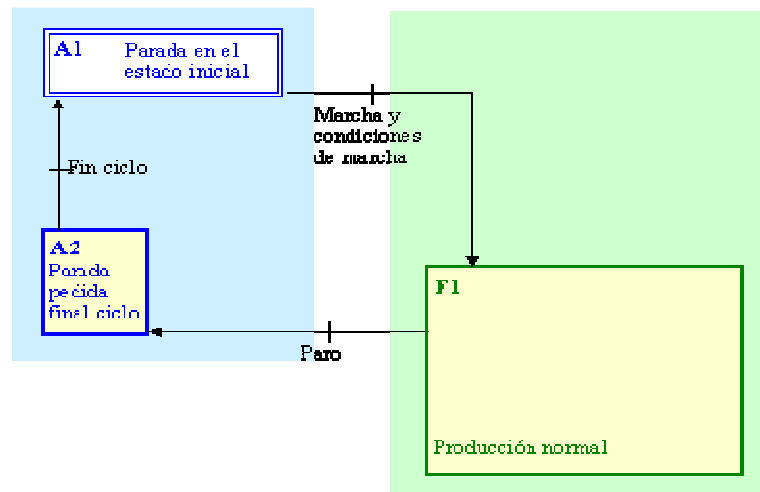


Figura III. 1 Marcha por ciclos y parada a fin de ciclo

Al observar que el paso de A2 a A1 es directo al acabarse el ciclo, pero hemos querido indicarlo (condición "Fin ciclo") para una mayor claridad.

Si se selecciona el modo de funcionamiento ciclo a ciclo, el paso de F1 a A2 es directo inmediatamente después de comenzar el ciclo y no necesita la actuación sobre ningún pulsador. El modo ciclo a ciclo puede ser con antirepetición, en cuyo caso el paso de A2 a A1 sólo se puede hacer en el caso de que el pulsador de arranque no esté pulsado; de esta forma se garantiza que el operador pulsa el pulsador cada vez que ha de comenzar un ciclo y que, por tanto, el ciclo no puede recomenzar en caso de que el pulsador esté detenido.

3.2.3 Marcha de verificación con orden

En este caso la máquina puede pasar a funcionar en este modo (F5) cuando está parada (A1) o cuando está en producción normal (F1) si se selecciona el modo etapa a etapa.

Mientras la máquina funcione etapa a etapa será necesario pulsar un pulsador para pasar de una etapa a la siguiente. Seleccionando el modo normal la máquina pasará al estado de producción normal (F1).

Si se selecciona el modo normal cuando la máquina está en la última etapa y se pulsa el pulsador de parada la máquina se parará (A2 seguido de A1), ver Figura III.2.

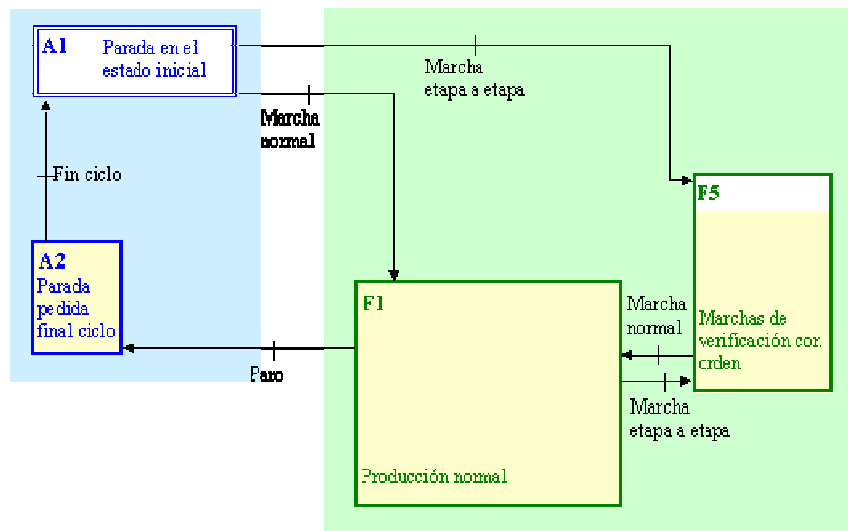


Figura III. 2 Marcha de verificación con orden

3.2.4 Marcha de verificación sin orden

Se puede pasar al modo de verificación sin orden (conocido habitualmente como funcionamiento manual) tanto desde el estado inicial (A1) como desde el funcionamiento normal (F1).

Allí el operador puede realizar todos los movimientos por separado y en un orden cualquiera (en algunas instalaciones sólo son posibles algunos movimientos en modo manual).

En algunos casos el operador tiene mandos adecuados en el panel para ordenar los movimientos deseados mientras que en otros hay que actuar directamente en los mandos locales de los preaccionadores.

Pulsando el pulsador de inicialización se pasa a poner el sistema al estado inicial (A6) y, una vez alcanzado, se pasa al estado inicial (A1), ver Figura III.3.

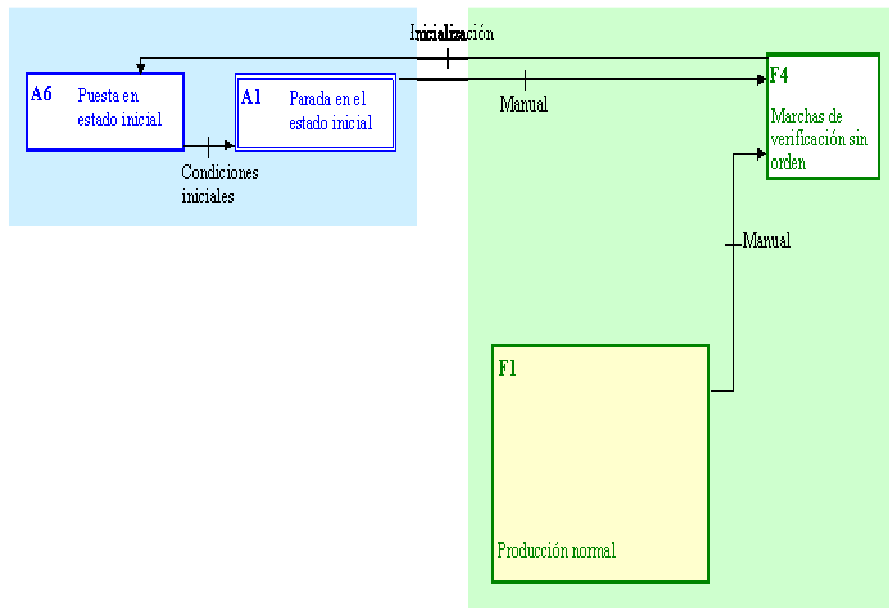


Figura III. 3 Marcha de verificación sin orden

3.2.5 Paradas de emergencia

El sistema está funcionando normalmente (F1) y se pulsa el pulsador de parada de emergencia. Esto, en los sistemas habituales, implica normalmente dejar sin alimentación (físicamente, sin intervención del sistema de control) todo el sistema de producción que, por diseño, quedará en posición segura al quedarse sin alimentación.

Allí el operador puede realizar todos los movimientos por separado y en un orden cualquiera (en algunas instalaciones sólo son posibles algunos movimientos en modo manual).

El mismo pulsador de parada de emergencia informa al control de que pasará al estado de parada de emergencia (D1). Al desenclavar el pulsador de emergencia se pasa a preparar la puesta en marcha (A5).

En este caso hay dos posibilidades de uso habitual según el tipo de sistema que se está controlando. En el primer caso se lleva al sistema hasta el estado inicial (A6), lo que a menudo requiere la intervención del operador y, una vez alcanzado (A1), el sistema espera una nueva puesta en marcha pulsando el pulsador de marcha que hará recomenzar el proceso de producción (F1), ver Figura III.4.

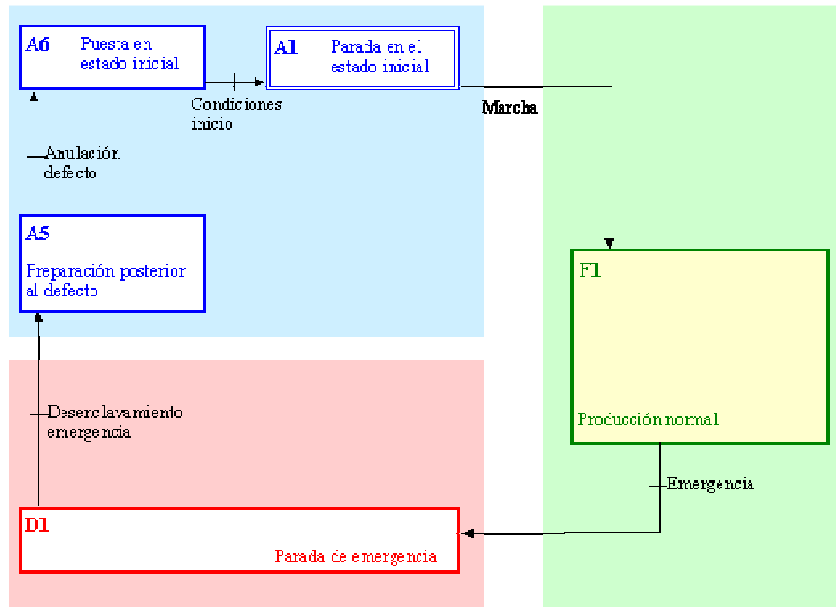


Figura III. 4 Paradas de emergencia

La segunda posibilidad consiste en llevar al sistema hasta a un estado determinado (A7), lo que a menudo requiere la intervención del operador y, una vez alcanzado (A4), el sistema espera la nueva puesta en funcionamiento cuando el operador pulse el pulsador de marcha que hará continuar el proceso (F1) a partir de la etapa alcanzada, como se muestra en la Figura III.5.

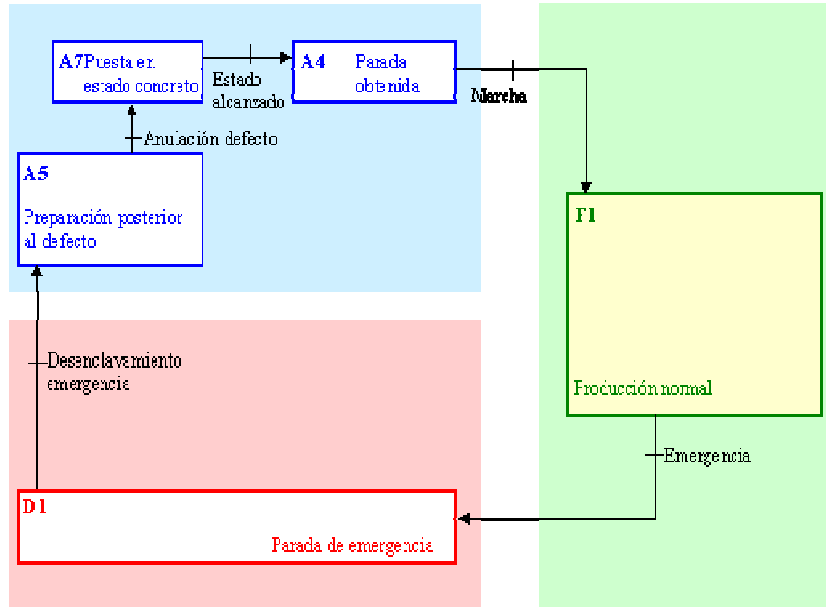


Figura III. 5 Paradas de emergencia con espera

3.2.6 Parada en un punto

El sistema está funcionando en producción normal (F1) y el operador pulsa el pulsador de parada; entonces se pasa a la situación de parada pedida (A3) y, una vez alcanzado el punto deseado, el sistema se para (A4).

Se debe pulsar el pulsador de arranque para que el sistema siga funcionando (F1) a partir del punto de parada, ver Figura III.6.

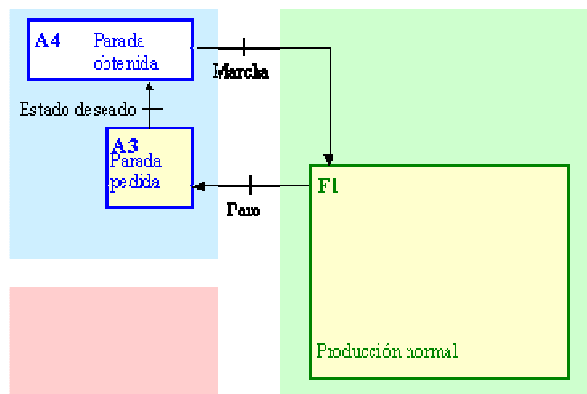


Figura III. 6 Parada en un punto

3.2.7 Metodología

Para implementar un automatismo se deben seguir los siguientes pasos:

- Determinar los aspectos generales del proceso y generar el GRAFCET de producción de primer nivel.
- Definir los elementos del proceso y seleccionar los detectores, captadores y accionadores necesarios.
- Representar el GRAFCET de producción de segundo nivel.
- Estudiar los diferentes estados de la GEMMA para determinar cuáles son los estados necesarios en el automatismo y hacer su descripción.
- Definir sobre la GEMMA los caminos posibles de evolución entre los diferentes estados.
- Diseñar los elementos que componen el escritorio de operador y su ubicación.
- Definir sobre la GEMMA las condiciones de evolución entre los diferentes estados.
- Preparar el GRAFCET completo de segundo nivel a partir del de producción representado antes y de la GEMMA.
- Escoger las diferentes tecnologías de mando.
- Representar el GRAFCET de tercer nivel completo.
- Instalación, implementación, puesta a punto y prueba.

3.3 Grafcet

3.3.1 Resumen Histórico.

El grafcet nació como resultado de los trabajos de la AFCET, iniciados en la década de los sesenta. Su significado es el de Gráfico Funcional de Control de Etapas y Transiciones). En principio se pretendía satisfacer la necesidad de disponer de un

método de descripción de procesos, con total independencia de la tecnología, mediante un gráfico funcional que pudiera ser interpretado por no especialistas en automatización. El gráfico funcional permite la forma de descripción del proceso para técnicos de distintos campos, desde el ingeniero de organización o de producción, que define las necesidades del automatismo, pasando por el de diseño, que debe implementar el sistema de control y los accionamientos, hasta el técnico de mantenimiento, que debe cuidar de su funcionamiento o introducir modificaciones en la fase de explotación.

A partir de 1977 y gracias a la colaboración entre AFCET y ADEPA se crearon una serie de útiles metodológicos entre los que destaca el GEMMA para apoyar el GRAFCET como método no solo descriptivo, sino como herramienta de diseño.

En 1982 el trabajo fue recogido por un grupo de trabajo de AFNOR, organismo encargado de la normalización en Francia, compuesto por miembros de UTE, CNOMO, UNM y de otros organismos relacionados con la industria de la automatización y la enseñanza culminando con la publicación de la Norma NF C03-1904.

En la actualidad, diversos autómatas programables incorporan algunas instrucciones de programación que permiten introducir directamente el grafo de GRAFCET. En otros casos se dispone de software capaz de compilar un grafo GRAFCET al lenguaje de la máquina, permitiendo en ambos una gran flexibilidad y rapidez de diseño con ventajas sustanciales en las fases de verificación, explotación o eventual modificación del automatismo. A pesar de ello no debe confundirse el GRAFCET con un lenguaje de programación.

El gráfico funcional complementado con los métodos del álgebra de Boole, permite ir más allá de la simple descripción e interpretación gráfica de un proceso y se ha

convertido en una potente herramienta de diseño de sistemas lógicos, con unas reglas bastantes simples.

3.3.2 Diseño basado en GRAFCET.

Los principios que inspiraron la creación del GRAFCET y en los que se basa su aplicación son los siguientes:

- Debe caracterizarse el funcionamiento del automatismo con total independencia de los componentes con los que vaya a ser construido
- El conjunto de un sistema automático se divide en dos partes: parte de control (PC) y parte operativa (PO). La parte de control comprende todo aquello que contribuye a la automatización del proceso.
- El conjunto de un sistema automático se divide en dos partes: parte de control (PC) y parte operativa (PO). La parte de control comprende todo aquello que contribuye a la automatización del proceso.
- El elemento fundamental de un proceso es la " operación" (denominada etapa en el lenguaje de Grafcet), entendiendo como tal una acción realizada por el automatismo.
- Debe dividirse el proceso en macroetapas y estas en etapas más elementales, hasta conseguir que las acciones a realizar en cada una de ellas dependan solo de relaciones combinatorias entre entrada y salidas. Cada una de estas etapas elementales tendrá asociada una variable de estado.
- Establecer un gráfico de evolución que indique la secuencia de operaciones secuencia de etapas y las condiciones lógicas para pasar de una a otras (denominadas condiciones de transición en el lenguaje de GRAFCET). Como

resultado de esta fase se obtienen las ecuaciones lógicas de las variables de estado y, por tanto, queda resuelta la parte secuencial del automatismo.

- Establecer para cada operación elemental (etapa) las relaciones lógicas entre entradas y salidas, utilizando eventualmente otras variables internas combinacionales.
- Finalmente, implementar el sistema utilizando tantos biestables como variables de estado y cableando o programando las relaciones lógicas obtenidas en dos fases anteriores

3.3.3 Símbolos gráficos del Grafcet

Ver Figura III.7.

Cuadro

- Simbolizan una etapa.
- La etapa inicial (RESET) se representa con un cuadro con doble línea.

Líneas de evolución

- Unen entre sí las etapas que representan actividades consecutivas.
- Las líneas se entenderán siempre orientadas de arriba hacia abajo, a menos que se represente una flecha en sentido contrario.

Transiciones en las líneas de evolución

- Representan las condiciones lógicas necesarias para que finalice la actividad de una etapa y se inicie la etapa inmediatamente consecutiva (o etapas).

Reenvíos

- Son símbolos en forma de flecha que indican la procedencia o destino de las líneas de evolución. Esto permite fraccionar un gráfico en subgráficos sin necesidad de líneas que se entrecrucen.

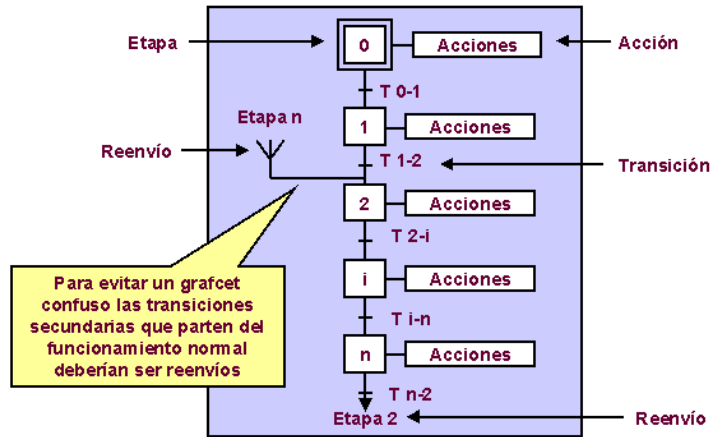


Figura III. 7 Símbolos gráficos del Graficet

3.3.4 Reglas de evolución del Graficet

- Cuando se recorre el gráfico de evolución, por cualquier camino posible, deben alternarse siempre una etapa y una transición.
- Las transiciones que no tienen asociada una ecuación lógica siempre se cumplen.
- Una etapa se activará cuando esté activada la etapa anterior y se cumplen las condiciones de transición entre ambas.
- Una etapa se desactiva cuando se cumplen las condiciones de transición a la siguiente o siguientes.
- El grafo de evolución debe ser siempre cerrado.

Se pueden utilizar macroetapas como etapas:

- Cada macroetapa debe tener una etapa de entrada y otra de salida.
- La validación de la transición inmediatamente anterior a la macroetapa activa la etapa de entrada de la misma.
- Las macroetapas pueden estar anidadas.

3.3.5 Gráfico secuencial de funciones (grafcet)

El grafcet es un lenguaje gráfico que proporciona una representación en forma de diagrama de las secuencias del programa. Soporta selecciones alternativas de secuencia y secuencias paralelas. Los elementos básicos son pasos y transiciones. Los pasos consisten de piezas de programa que son inhibidas hasta que una condición especificada por las transiciones es conocida. Como consecuencia de que las aplicaciones industriales funcionan en forma de pasos, el grafcet es la forma lógica de especificar y programar el más alto nivel de un programa para PLC, como se muestra en la Figura III.8.

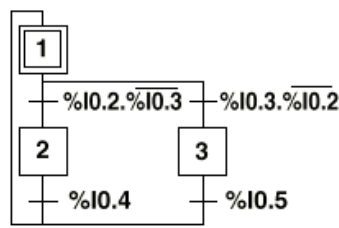


Figura III. 8 Gráfico secuencial de funciones

3.3.6 Lista de instrucciones (IL o AWL)

La IL es un lenguaje de bajo nivel, similar al lenguaje ensamblador. Con IL solo una operación es permitida por línea (ejemplo: almacenar un valor en un registro). Este lenguaje es adecuado para pequeñas aplicaciones y para optimizar partes de una aplicación, ver Figura III.9.

000	LD	%I0.1	Bp. inicio ciclo
	AND	%I0.0	Dp. presencia vehículo
	AND	%M3	Bit autorización reloj calendario
	AND	%I0.5	Fc. alto rodillo
	AND	%I0.4	Fc. detrás pórtico
005	S	%M0	Memo inicio ciclo
	LD	%M2	
	AND	%I0.5	
	OR	%I0.2	Bp. parada ciclo
	R	%M0	
010	LD	%M0	
	ST	%Q0.0	Piloto ciclo

Figura III. 9. Lista de instrucciones

3.3.7 Diagrama de contactos (ladder diagram LD)

El LD es un lenguaje que utiliza un juego estandarizado de símbolos de programación. En el estándar IEC los símbolos han sido racionalizados (se ha reducido su número), ver Figura III.10.

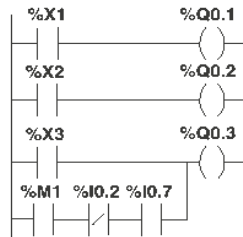


Figura III. 10 Diagrama de contactos

3.3.8 Diagrama de funciones (function block diagram o FBD)

El FBD es un lenguaje gráfico que permite programar elementos que aparecen como bloques para ser cableados entre sí de forma análoga al esquema de un circuito. FBD es adecuado para muchas aplicaciones que involucren el flujo de información o datos entre componentes de control.

3.3.9 Organización de tareas

El estándar también define una nueva arquitectura para la organización e interacción de tareas con PLC's. Una tarea controla la ejecución de un programa ejecutándolo periódicamente o en respuesta a un específico evento. Para optimizar los recursos del controlador, una aplicación puede ser fragmentada en un número de pequeños programas concretos. Cada programa está bajo el control de una tarea que se ejecuta a la velocidad que requiera la E/S asociada.

3.3.10 Bloques de funciones (FB's)

Los FB's son bloques estándar que ejecutan algoritmos como reguladores PID. El estándar IEC asegura que los FB's son definidos empleando una metodología estándar, como se muestra en la Figura III.11. Hay controles empleando parámetros externos,

mientras que los algoritmos internos permanecen ocultos empleando Programación Orientada a Objetos.

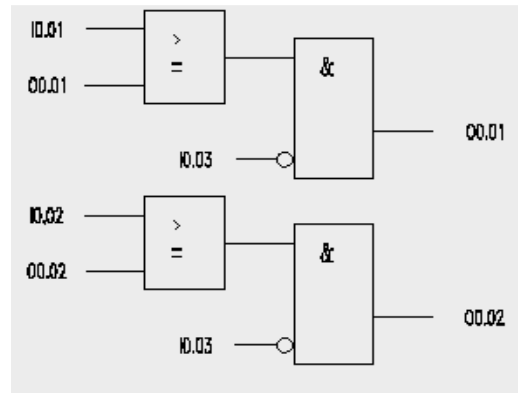


Figura III. 11 Bloque de funciones

3.4 Mapas de karnaugh

Un mapa de Karnaugh (también conocido como tabla de Karnaugh o diagrama de Veitch, abreviado como K-Mapa o KV-Mapa) es un diagrama utilizado para la simplificación de funciones algebraicas booleanas. El mapa de Karnaugh fue inventado en 1950 por Maurice Karnaugh, un físico y matemático de los laboratorios Bell.

Los mapas K aprovechan la capacidad del cerebro humano de trabajar mejor con patrones que con ecuaciones y otras formas de expresión analítica. Externamente, un mapa de Karnaugh consiste de una serie de cuadrados, cada uno de los cuales representa una línea de la tabla de verdad. Puesto que la tabla de verdad de una función de N variables posee 2^N filas, el mapa K correspondiente debe poseer también 2^N cuadrados. Cada cuadrado alberga un 0 ó un 1, dependiendo del valor que toma la función en cada fila. Las tablas de Karnaugh se pueden utilizar para funciones de hasta 6 variables.

Los mapas de Karnaugh pueden aplicarse a dos, tres, cuatro y cinco variables. Para más variables, la simplificación resulta tan complicada que conviene en ese caso utilizar teoremas mejor. Para efectos de clase, veremos las simplificaciones de dos, tres y cuatro

variables.

Ejemplo 1: Simplifica la función de dos variables $f = a'b + ab' + ab$

Lo primero que debo de hacer es representarlo en un mapa de dos variables. Se representa como una tabla. Para llenar la tabla, se coloca un uno donde se intercepte el valor de la función. Por ejemplo, para el primer término de la función $f = a'b + ab' + ab$, se ha marcado en rojo donde se puso el 1 en la tabla, ver Figura III.12.

	a	a'
b	1	1
b'	1	0

Figura III. 12 $f=a'b + ab' + ab$

Una vez hecho el mapa, debemos marcar las regiones contiguas que manejen 1s. Aquí en la Figura III.13 se observa cómo se marcan dos regiones. Estas regiones son las simplificaciones. Como la región azul involucra solamente a la b, eso representa. La región verde, por su parte, involucra solamente a la a. Para cada región, se debe ver qué variables involucra. En el caso de la región azul, cubre a la b, pero con respecto a la variable a maneja tanto a como a', y por eso se descarta la a. Una vez definidas las regiones, se escribe la función simplificada $f= b + a$.

	a	a'
b	1	1
b'	1	0

Figura III. 13 $f= b + a$

Ejemplo 2: Simplifica la función de tres variables $f = a'b + ab'c + c'$

Lo primero que se debe hacer es representarlo en un mapa de tres variables. Se representa como se muestra en la tabla. Para llenar la tabla, pongo un uno donde se

intercepte el valor de la función. Por ejemplo, para los términos de la función $f = a'b + ab'c + c'$, se ha marcado donde se puso el 1 en la tabla, ver Figura III.14.

	a	a'		
b	1	0	1	1
b'	1	1	0	1
	c'	c	c'	

Figura III. 14 $f = a'b + ab'c + c'$

Ahora se debe buscar las regiones que indiquen la función simplificada. Lo primero que se debe observar es que las regiones pueden agruparse de los extremos del mapa, como la región azul. Esta región representa a c' . Ahora, vemos que queda un bit en $a'bc$, pero siempre conviene agruparlo lo más posible, en regiones cuyas celdas sean múltiplos de 2 (1, 2, 4, 8...) En este caso, la agrupamos con el 1 contiguo, para que la región quede como $a'b$, como se muestra en la Figura III.15.

	a	a'		
b	1	0	1	1
b'	1	1	0	1
	c'	c	c'	

Figura III. 15 $f = a'b + ab' + c$

La región verde se agrupa para formar ab' . Así, la función resultante sería $f = a'b + ab' + c$.

Ejemplo 3: Simplifica la función de cuatro variables $f = ac'd' + a'bd + abcd + ab'cd + a'bc'd' + a'b'c'd'$

Nuevamente, lo primero que hacemos es vaciar la función al mapa. Nótese la forma que toma el mapa. Ahora, lo siguiente es agrupar las variables en regiones. La primer a región, la roja, está agrupada de las esquinas. Esta agrupación representa a c' . La siguiente región, la verde la agrupo con el 1 que tiene abajo. Pude haberla agrupado con

el 1 a la derecha, pero hubiera significado agrupar un 1 ya agrupado, y dejar otro 1 aún no agrupado sin agrupar. Así que se agrupa de esta forma, y la región verde representa a $a'bd$. Los 1s que quedan hasta este momento libre pueden agruparse juntos, en la región azul. Esto representa a acd . Ver Figura III.16.

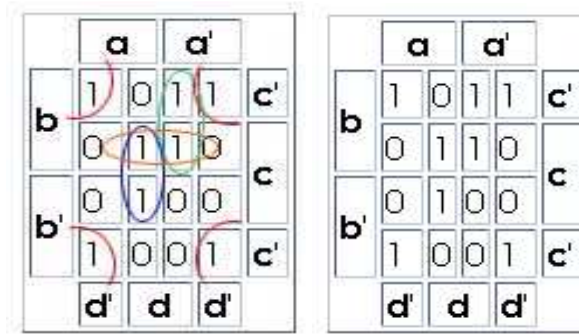


Figura III. 16 $f = ac'd' + a'bd + abcd + ab'cd + a'bc'd' + a'b'c'd'$

Es importante notar la región naranja. Representa a bcd . Esta región es una simplificación adicional válida, que pudo haberse manejado. En ocasiones, habrá varias formas de agrupar a los 1s. Todas son válidas, y representan soluciones equivalentes. Sin embargo, hay que cuidar de siempre agrupar las regiones lo más grandes posibles, y cuidando de agrupar a los 1s de manera que se repitan lo menos posible.

3.5 Comparación entre labview y lookout

LabVIEW es el sistema de medición análisis y control de señales físicas con una computadora por medio de instrumentos virtuales con un ambiente de desarrollo gráfico con funciones integradas para realizar adquisición de datos, control de instrumentos, análisis de mediciones y presentaciones de datos. Diseña instrumentos en la computadora personal con una metodología de programación gráfica innovando y reduciendo los costos significativamente. Tiene herramientas poderosas para crear aplicaciones sin líneas de texto de código, se coloca objetos ya construidos para

rápidamente crear interfaces de usuario, se especifica la funcionalidad del sistema armando diagramas de bloques. Se construyen sistemas de medición y automatización que se ajustan a las necesidades, definidas por el usuario.

Lookout es un software utilizado para crear y desarrollar una interface gráfica hombre máquina con el operador basada en una computadora personal. Diseñada para automatizar, monitorear, supervisar y controlar procesos. Consiste en objetos, conexiones y servicios manteniendo conexiones entre la computadora y PLC u otros controladores, entre la computadora y varios sensores, entre la computadora y la base de datos propia.

Tabla III. 1 Comparación entre Labview y Lookout

Parámetros	Labview	Lookout
Fabricante	National Instruments	National Instruments
Sistemas Operativos	Windows 95/98/NT/2000XP,Mac Os, UNIX, Solaris, Linux	Windows 95/98/NT/2000/XP
Control de usuarios	Si	Si
Lenguaje de programación	Propio, C y C++	Propio
Integración con otras aplicaciones	MatLab, Hojas de cálculo, Base de datos.	Hojas de cálculo, Base de datos.
Tipo de enlace	ActiveX, la Web, Dlls, librerías compartidas, SQL, TCP/IP, XML,OLE, ODBC	ActiveX , ODBC, DDE,OPC, SQL
Generador de informes	No	No
Funcionalidad de informes	No	No
Soporte del usuario	No	Si
Base de datos con la existencia de enlace	SQL Server	SQL Server

Estación de Back-up	No	No
Funciones de Back-up	No	No
Soporta protocolo Modbus	Si	Si
Soporte para dispositivos industriales	Si	Si
Herramientas para procesos industriales	Si	Si
Análisis y procesamiento de señales	Si	Si

Conclusión: Lookout excluye la programación, script o compilación separada. Se configura luego se conecta objetos para desarrollar aplicaciones de monitoreo y control. Transfiere el control de las tareas entre el usuario y el sistema. No requiere de una computadora con muchos recursos e incluye los drivers necesarios para el manejo de dispositivos PLC 24DRF, por ende el Scada que cumple con los requerimientos de la aplicación de control neumático inalámbrico didáctico es Lookout es el que se va a implementar y además facilita su desarrollo.

CAPÍTULO IV

SISTEMA DE CONTROL NEUMÁTICO INALÁMBRICO DIDÁCTICO.

4.1 Introducción

Aplicar una metodología es necesario para el correcto desarrollo del software, motivo por el cual se debe aplicar una que se adapte a las necesidades del Sistema de control neumático inalámbrico didáctico.

Este capítulo abarca el desarrollo de la metodología XP, aplicada de acuerdo a los requerimientos que se necesitan para la implementación, la cual se ha dividido en cuatro fases cada una de ellas con sus respectivas sub actividades, que se van desarrollando en el transcurso de este capítulo.

4.2 APLICACIÓN PRÁCTICA

4.2.1 Metodología del Sistema de control neumático didáctico.

Para el control neumático inalámbrico didáctico en el laboratorio de Automatización de la ESPOCH, se requeriría de una metodología que se adapte a nuestras necesidades, es decir que permita integrar tanto el desarrollo de software, como los procesos de Automatización Industrial.

Al no existir una metodología que permita complementar los requerimientos antes mencionados se propuso un conjunto de actividades, las mismas que se van a basar en la metodología de desarrollo de software XP, que permitió cumplir con los objetivos planteados en el presente trabajo.

La metodología propuesta consta con las siguientes fases:

FASE I: Planificación

- 1.1 Descripción del Sistema
- 1.2 Especificación de Requerimientos
- 1.3 Historias de Usuarios
- 1.4 Planificación Inicial
- 1.5 Plan de Iteraciones

FASE II: Diseño

- 2.1 Graficet
- 2.2 Diseño de Software
 - 2.2.1 Diagrama de Caso de Uso
 - 2.2.2 Diagrama de Secuencia
 - 2.2.3 Diagramas de Colaboración
 - 2.2.4 Diagrama de Actividades

FASE III: Desarrollo

- 3.1 Configuración de la Red
 - 3.1.1 Configuración en TwidoSuite
 - 3.1.2 Configuración Bluetooth
 - 3.1.3 Configuración en Lookout
- 3.2 Visualización de Red
 - 3.2.1 Control de Red mediante Lookout

FASE IV: Pruebas

- 4.1 Pruebas Hardware
- 4.2 Pruebas Software

En la Fase de **Planificación** se desarrollará actividades que permitan una mejor comprensión de control neumático inalámbrico didáctico que se va a implantar, así como su planificación inicial tomando en cuenta los usuarios que van a interactuar con la misma y los requerimientos que debe tener para su correcto funcionamiento.

El objetivo de la Fase de **Diseño** es mostrar las conexiones eléctricas necesarias entre el PLC, además se desarrollarán los diagramas de lenguaje de modelado unificado que demuestren la interacción entre los usuarios y la red.

En la Fase de **Desarrollo** se interconectarán los diferentes módulos en la red, se configurarán los equipos y desarrollará las diferentes aplicaciones necesarias para la visualización.

En la Fase de **Pruebas** se verificará las conexiones y el software desarrollado en las fases anteriores.

4.2.1.1 FASE I: Planificación

4.2.1.1.1 Descripción del Sistema

La tesis a implementar es Sistema control neumático inalámbrico didáctico para la cual se ensamblará en el laboratorio de Automatización de la Escuela de Ingeniería en Sistemas de la ESPOCH, con la finalidad de complementar a la formación universitaria lo que garantiza que cada estudiante esté participando activamente y así se practica con el mismo módulo encontrando aplicaciones de lo aprendido de manera inmediata en las cátedras dictadas como son automatización, electrónica y mecatrónica.

El hardware utilizado es:

- Tres cilindros doble efecto
- Seis sensores magnéticos
- Una electroválvula 5/2 monoestable
- Una electroválvula 5/2 biestable
- Una electroválvula 5/3
- Seis reguladores de caudal
- Una base para tres electroválvulas
- Una unidad de mantenimiento con filtro regulador
- Una caja de accionadores (parar de emergencia/selector/parar/ iniciar)
- Un PLC (Controlador Lógico Programable) 24DRF
- Un Modbus Bluetooth Adapter
- Diez Bluetooth Usb Adapter
- Una fuente de alimentación weidmüller
- Un breaker de 6 AMP
- Cuatro lámparas indicadores de 24 VDC (verde, rojo)
- Un compresor
- Cables multifilares número 18 (amarillo, celeste, verde)

El software utilizado para el desarrollo y monitoreo de la red es:

BlueSoleil 2.6.0.8, TwidoSuite 2.20 y Lookout 6.2.

Descripción de hardware

- Cilindros doble efecto

Los actuadores neumáticos se emplean para transformar la energía almacenada en el aire a presión en energía cinética. Los más comunes son los cilindros neumáticos. Ver Figura IV.1.

Dispone de dos entradas de aire para producir carreras de trabajo de salida y retroceso. Es aquel que puede realizar trabajo en ambos sentidos, el avance y retroceso del pistón se produce por la presión que ejerce el aire. Para que el pistón pueda moverse es necesario que entre aire a una de las cámaras y por la otra salga a la atmósfera

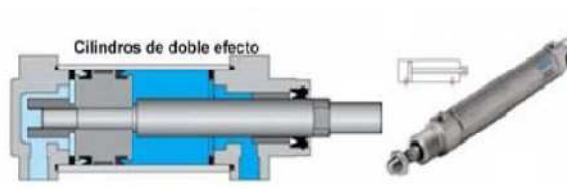


Figura IV. 1 Cilindro doble efecto

- Electroválvulas

Para poder controlar los períodos o lapso de cierto fluido, a través de los diferentes sistemas que trabajan con aire comprimido, es necesario interponer entre el sistema de control y el actuador, una interface que sirva para la conversión de la señal de control, que está basada en corriente eléctrica, en movimiento mecánico que obstruya o permita el paso del aire a presión.

Válvula 5/2 monoestable: accionamiento por electroimán, retorno por resorte, ver Figura IV.2.



Figura IV. 2 Válvula 5/2 monoestable

Válvula 5/2 biestable: accionamiento por electroimán por ambos lados, ver Figura IV.3.



Figura IV. 3 Válvula 5/2 biestable

Válvula 5/3: accionamiento por electroimán por ambos lados y posición central con resortes, ver Figura IV.4.



Figura IV. 4 Válvula 5/3

- Reguladores de caudal

Son dispositivos que se instalan sobre los orificios de entrada o salida de aire en los diferentes sistemas mecánicos. Su principal función es controlar la velocidad del desplazamiento del vástago de los cilindros. Si el caudal es muy grande, el cilindro actúa casi instantáneo, ver Figura IV.5.



Figura IV. 5 Regulador de caudal

- Una unidad de mantenimiento con filtro regulador

Para la correcta operación de los actuadores neumáticos, debido a que estos están basados en la presión que ejerce el aire comprimido, en diferentes zonas debe ser instalada una unidad de mantenimiento. Esta última nos garantiza que el aire que estamos utilizando sea el más adecuado y no produzca averías en los cilindros o en los demás dispositivos, ver Figura IV.6.



Figura IV. 6 Unidad de mantenimiento con filtro regulador

Una unidad de mantenimiento típica, para los sistemas que trabajan por medio de aire comprimido, posee un filtro de humedad, un regulador de presión y un lubricador.

Filtración: La misión del filtro es detener las impurezas que arrastra el aire comprimido, estas partículas vienen de la atmósfera.

Regulación y reflujo de presión: El objetivo del regulador es mantener el aire de salida a una presión constante, sean cuales fueren las fluctuaciones de la red y las variaciones de consumo del aire de la instalación.

- Una caja de accionadores (parar de emergencia/selector/parar/ iniciar)

Para que el control neumático se pueda poner en movimiento, se emplea un elemento de entrada de señal. Un pulsador de botón es un elemento tal, que solo toma la posición de contacto deseada al ser accionado de continuo, ver Figura IV.7.



Figura IV. 7 Caja de accionadores

Funcionamiento: Al accionar el pulsador actúa el elemento de contacto móvil contra la fuerza del resorte, empleando una vez los bornes o terminales (cierre) y separándolos al ser soltado. Con ello, el circuito es cerrado o interrumpido, al momento de soltar el pulsador, el resorte se encarga de regresar el elemento a la posición de reposo. Al accionar pulsador se liberan los contactos del elemento de apertura y el circuito se interrumpe. En el elemento de cierre conectan los bornes o terminales y con ello se cierra el circuito eléctrico. La instalación de un pulsador se necesita cuando se deben iniciar carreras de trabajo se deben alcanzar ciertos transcurso de función por entradas de señales, o cuando se requiera un accionamiento continua por motivos de seguridad.

- Un PLC (Controlador Lógico Programable) 24DRF

La elección de un modelo u otro de autómatas viene dada por la tipología y complejidad de la aplicación que se desea automatizar. El controlador Twido es de modelo Compacto.

Los Controladores Compactos son la gama de controladores programables compactos Twido ofrece una solución todo en uno con unas dimensiones reducidas, lo que permite

reducir el tamaño de las consolas o de los cofres en las aplicaciones donde el espacio ocupado resulta primordial, ver Figura IV.8.

Los controladores de tipo compacto tiene integradas en el mismo cuerpo las entradas y salidas, este dependerá del modelo, siendo elegido: 24 E/S

Los controladores de 24 E/S admiten módulos de ampliación que nos confieren una mayor flexibilidad a la hora de elegir el tipo de controlador.



Figura IV. 8 PLC 24 DRF

Descripción de los componentes de un controlador compacto:

Los controladores Twido compactos están formados por los siguientes componentes, teniendo en cuenta que hay pequeñas diferencias entre modelos de controlador, pero que los componentes siempre serán los mismos, ver Figura IV.9:

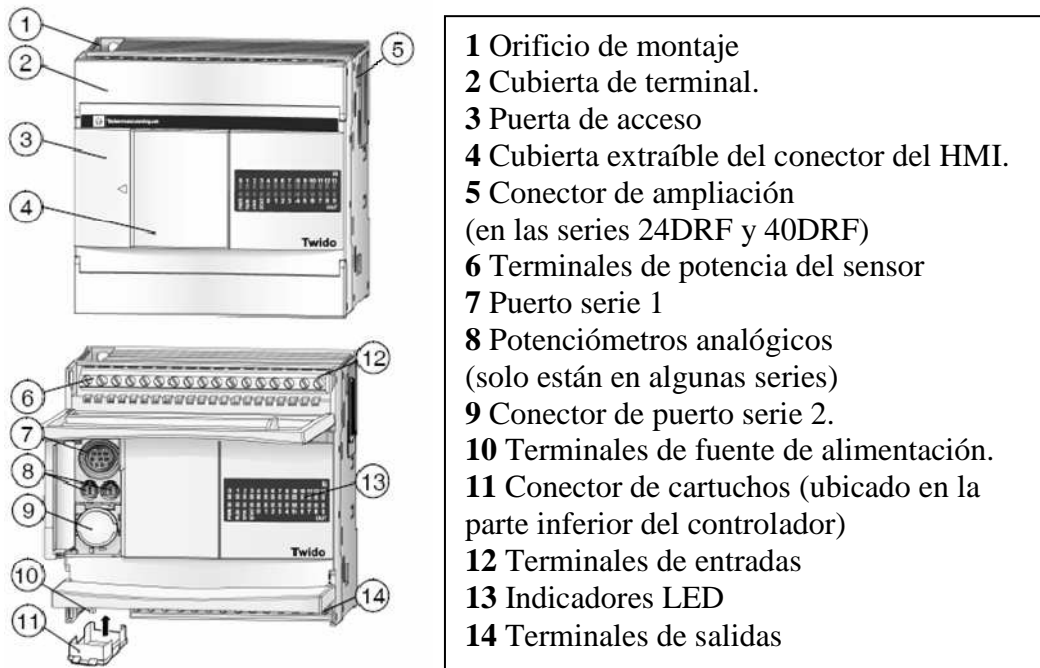


Figura IV. 9 Partes de un controlador compacto

El esquema de la Figura IV.10 corresponde a los controladores de la serie:

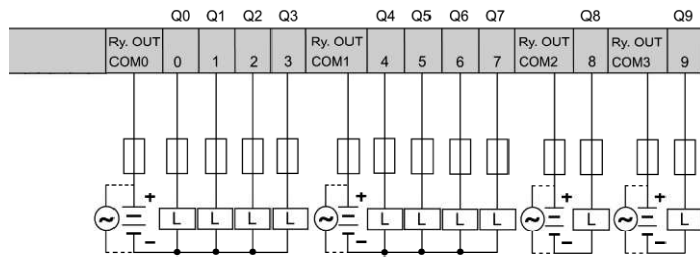


Figura IV. 10 Partes de un controlador compacto

- Un Modbus Bluetooth Adapter

Alcance de 10 m (clase 2). Se conecta al aparato gracias a diversos accesorios: cable de 0,1 m de longitud con 1 conector tipo RJ45 y conector tipo mini DIN para software TwidoSuite, ver Figura IV.11.



Figura IV. 11 Modbus Bluetooth Adapter VW3A8114

- Diez Bluetooth Usb Adapter

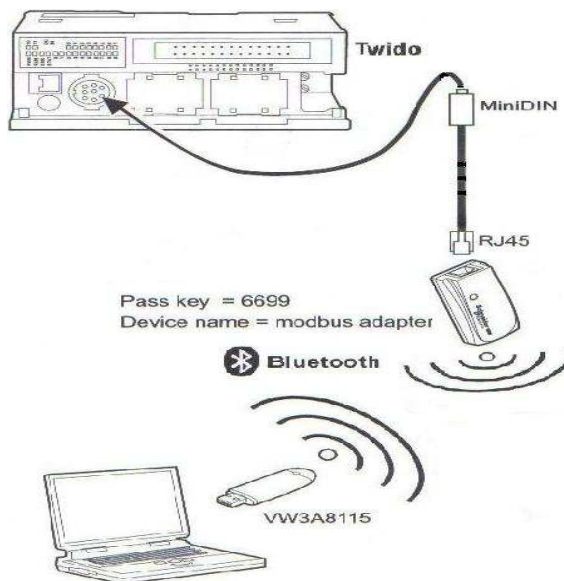


Figura IV. 12 Bluetooth Usb Adapter VW3A8115

Compatibilidad con la tecnología Bluetooth versión 2.0, velocidad de datos de 3 Mbps. Topología de red punto a multipunto. Distancia operativa radio de 10 metros en interiores, ver Figura IV.12.

- Un Breaker

Son simplemente interruptores o bloqueadores, que se encargan de aislar la corriente de potencia de entrada, de los diferentes sistemas eléctricos controlados. Estos son instalados serialmente con las líneas de potencia y vienen diseñados para soportar determinadas corrientes de tal manera que si sobrepasa el límite, este se activa y aísla la corriente eléctrica de potencia.

- Un compresor

Su función es elevar la presión del aire que aspiran de la atmósfera. Son mecanismos rotativos movidos por motores eléctricos o térmicos. Hay dos tipos de compresores de pistón: el monofásico y el bifásico.

Monofásico: Transforma el movimiento circular en rectilíneo alternativo mediante un mecanismo de biela-manivela. Consta de una válvula de admisión y otra de escape. Se pueden alcanzar de 3 a 10 bares

4.2.1.1.2 Especificación de Requerimientos

Para el sistema control neumático inalámbrico didáctico, se necesita cumplir con los siguientes requerimientos:

4.2.1.1.2.1 Requerimientos Funcionales

R1: El sistema deberá permitir la comunicación del PLC 24 DRF con la tecnología inalámbrica Bluetooth VW3Q8114.

R2: El sistema deberá permitir la comunicación inalámbrica entre las computadoras con el PLC Twido.

4.2.1.1.2.2 Requerimientos no Funcionales

Amigable

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

Disponibilidad

El sistema estará disponible las horas de trabajo de la ESPOCH para cualquier tipo de usuario.

Fiabilidad

La red es confiable debido a que va a ser sometida a continuas validaciones donde se medirá su grado de eficacia.

Mantenibilidad

Mantenimiento integral de datos.

Portabilidad

El sistema solamente podrá ser utilizado e equipos que esté instalado el software del Adapter Bluetooth USB.

Seguridad

Se habilita el software solamente para dispositivos registrados con la finalidad de garantizar la seguridad del software de accesos corruptos, alteraciones.

4.2.1.1.3 Historia de Usuarios

HISTORIA DE USUARIO	
Número: 01	Usuario: Programador
Nombre Historia: Estructura del cableado eléctrico del control neumático	Iteración Asignada: 1
Prioridad en Negocio: Alta	Riesgo en Desarrollo: Alta/Media/Baja
Programador Responsable: Raquel Miguez, María González	
Descripción: El programador verifica las entradas y salidas que posee el control neumático. Una vez que son identificadas se procede a colocar los cables correspondientes en las borneras del tablero de aluminio verificando cada una de las entradas y salidas correspondientes coincida con las que posee el PLC para una correcta transmisión de las señales eléctricas.	
Observaciones: El Modbus Bluetooth Adapter VW3Q8114 se conecta por un extremo con el conector tipo RJ45 y por el otro extremo el cable que posee un conector tipo Mini DIN, el mismo que es conectado al PLC Twido 24 DRF para su conexión.	

HISTORIA DE USUARIO	
Número: 02	Usuario: Administrador
Nombre Historia: Configuración del control neumático	Iteración Asignada: 2
Prioridad en Negocio: Media	Riesgo en Desarrollo: Alta/Media/Baja
Administrador Responsable: Raquel Miguez	
<p>Descripción:</p> <p>El Administrador realiza la configuración del control neumático mediante el software TwidoSuite, para ello selecciona el PLC TWDLCAA24DRF, escoge la conexión creada en las preferencias del autómatas para poder conectar el PC con el PLC, y de esta manera pasar toda la configuración.</p>	
<p>Observaciones: Para pasar la configuración al PLC se debe verificar que esté prendido en ON el breaker.</p>	

HISTORIA DE USUARIO	
Número: 03	Usuario: Programador
Nombre Historia: Programación de los ejercicios	Iteración Asignada: 2
Prioridad en Negocio: Media	Riesgo en Desarrollo: Alta/Media/Baja
Programador Responsable: María González, Raquel Miguez	
<p>Descripción:</p> <p>Una vez identificadas las entradas y salidas de conexión del módulo, el programador realiza las ecuaciones de acuerdo al Grafset que se obtuvo en la secuencia de movimientos del control neumático. Las ecuaciones deben ser pasadas a TwidoSuite asignándoles la respectiva simbología tanto a las memorias, entradas y salidas.</p> <p>Posteriormente el programa realizado se almacenará en la memoria del PLC mediante una conexión con el PC.</p>	
<p>Observaciones: Ninguna</p>	

HISTORIA DE USUARIO	
Número: 04	Usuario: Operador
Nombre Historia: Sistema de Visualización	Iteración Asignada: 2
Prioridad en Negocio: Media	Riesgo en Desarrollo: Alta/Media/Baja
Operador Responsable: María González	
Descripción: El operador tendrá a su disposición una interfaz que le permitirá visualizar el control neumático en una misma aplicación, la cual podrá escoger mediante botones el inicio o parada de un ejercicio a ejecutar.	
Observaciones: Ninguna	

4.2.1.1.4 Planificación Inicial

Ver Anexo 1.

4.2.1.1.5 Plan de Iteración

Plan de Entrega

- Primera Iteración: Se realizará la ubicación de los elementos, con la respectiva identificación de las entradas y salidas en las bornas de los sensores, las electroválvulas, las lámparas y el PLC, para proceder al cableado correspondiente.
- Segunda Iteración: Para la configuración será necesario la instalación previa de algunos programas como son: BlueSoleil 2.6.0.8, TwidoSuite 2.20, Lookout 6.2 con la finalidad de programar los ejercicios. Para el desarrollo de la visualización se realizará una interfaz en el programa Lookout, que permitirá iniciar, controlar y finalizar los procesos que realiza el control neumático.

Incidencias

- Primera Iteración: Se debe realizar una correcta conexión eléctrica ya que si se conecta de manera errónea puede provocar un corto circuito en los elementos que estamos utilizando, ver Figura IV.13.
- Segunda Iteración: Se debe realizar una prueba previa de la correcta ejecución de los ejercicios para prevenir errores. Para una correcta utilización de la interfaz

de monitoreo es necesaria una adecuada selección e identificación de los componentes, ver Figura IV.14.

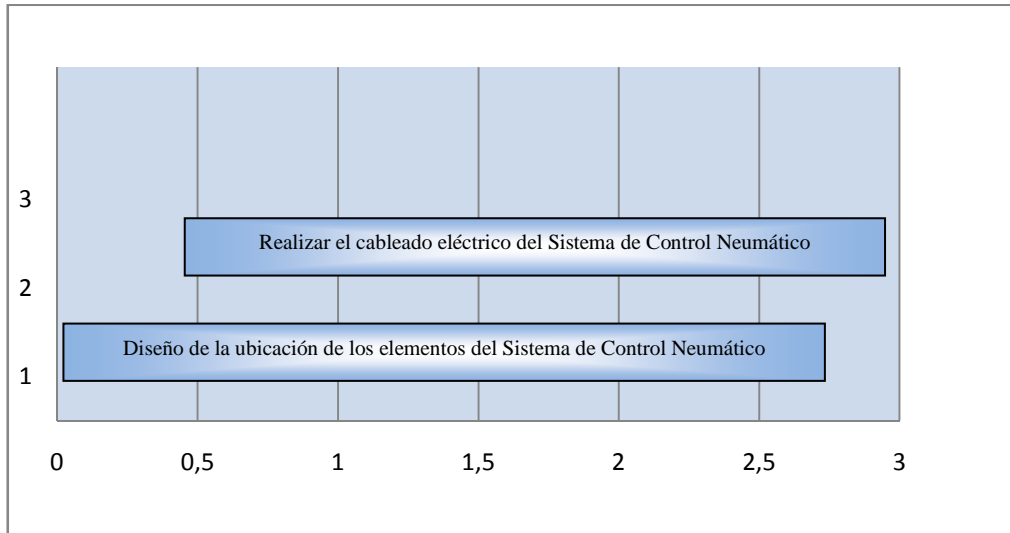


Figura IV. 13 Primera iteración

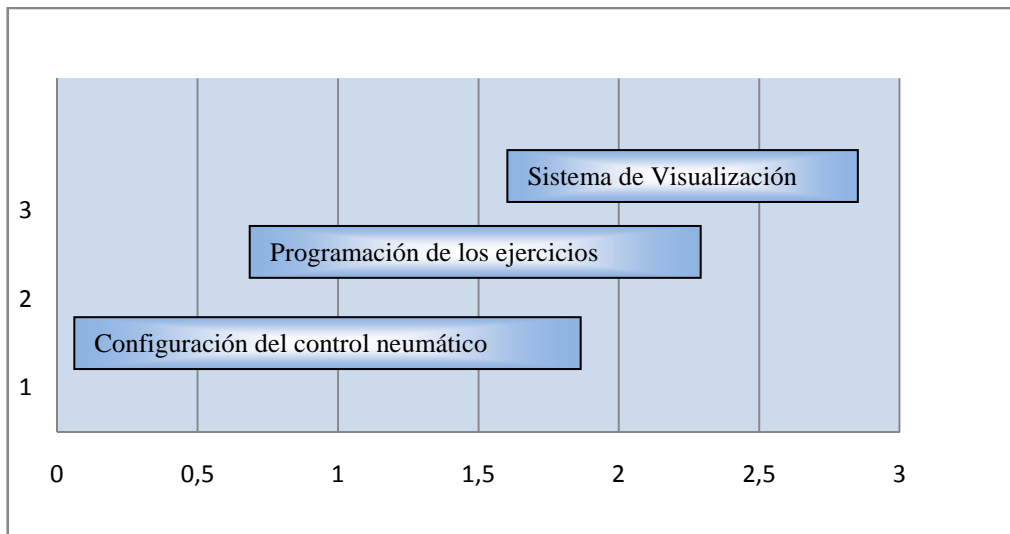


Figura IV. 14 Segunda iteración

4.2.1.2 FASE II: Diseño

4.2.1.2.1 Grafcet

Para la simulación del control neumático se realizó la implementación del Grafcet el cual representa un ejercicio práctico permitiendo identificar la secuencia de los

cilindros, lámparas y así determinar las entradas, memorias, temporizadores y salidas.

La secuencia a realizar es la siguiente:

A+ A- FV1 FR1 B+ B- FV2 FR2

Ver Figura IV.15.

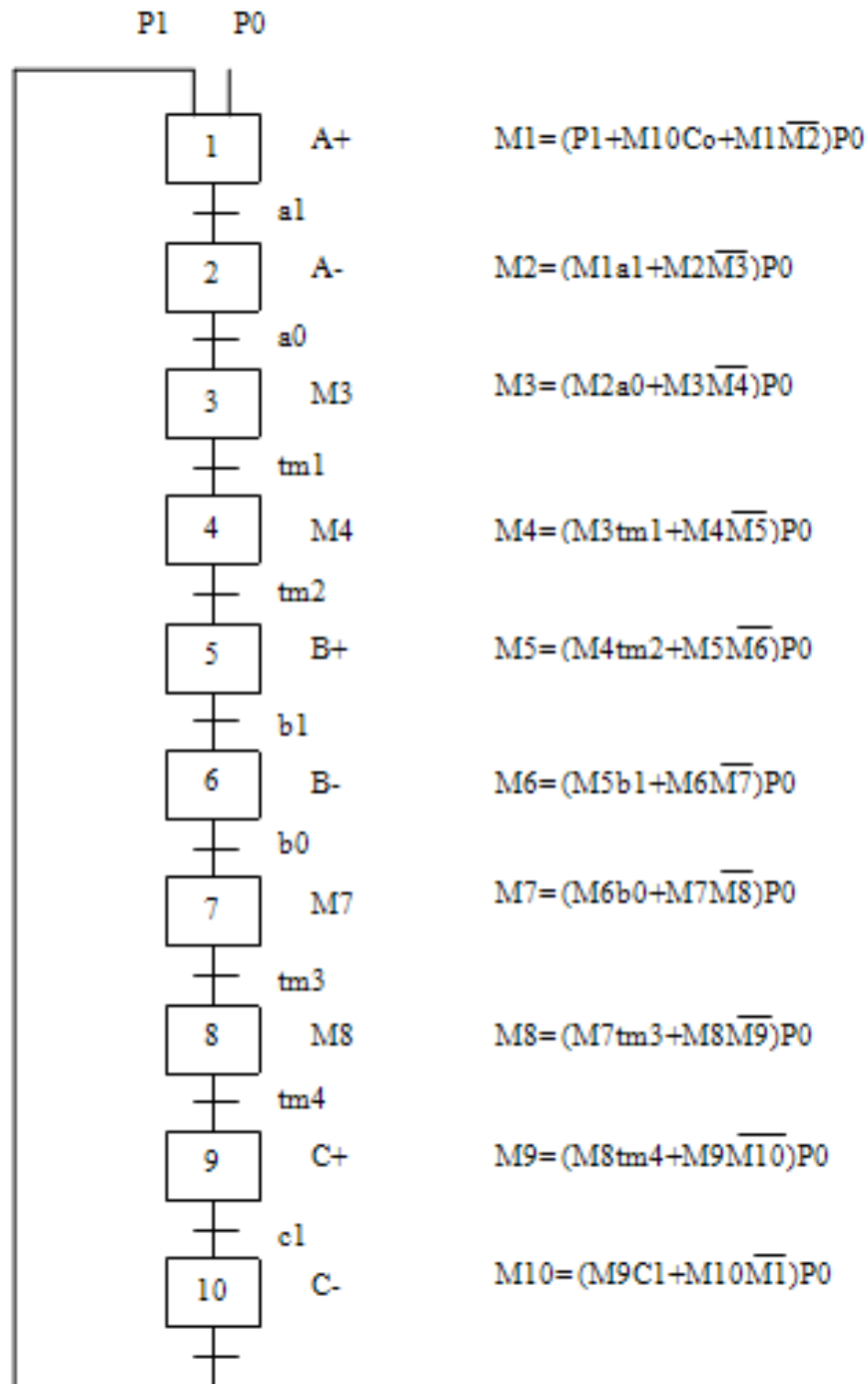


Figura IV. 15 Grafcet del control neumático

4.2.1.2.2 Diseño Software

4.2.1.2.2.1 Diagrama de Caso de Uso

Ver Figura IV.16.

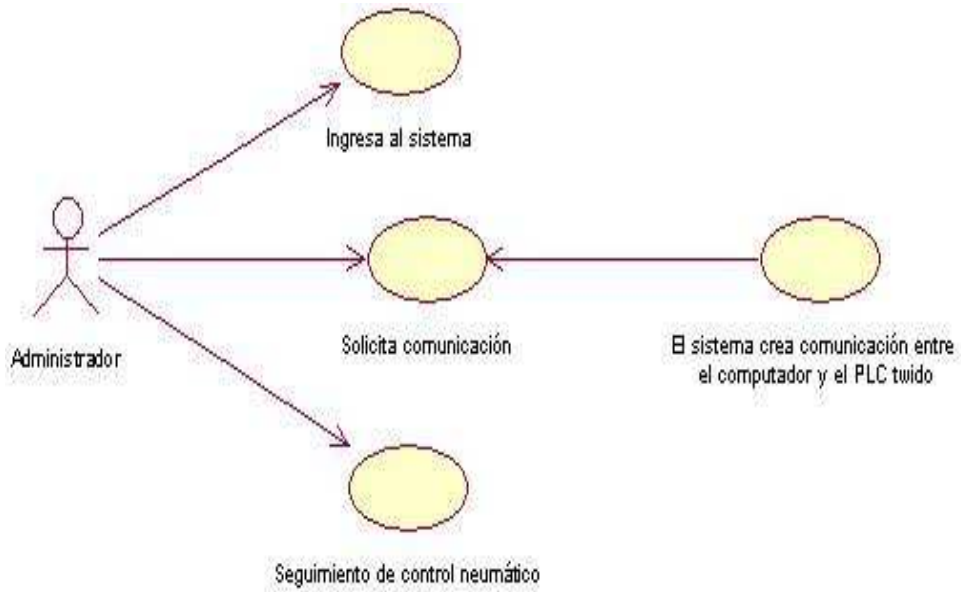


Figura IV. 16 Diagrama de caso de uso del control neumático

4.2.1.2.2.2 Diagrama de Secuencia

Ver Figura IV.17.

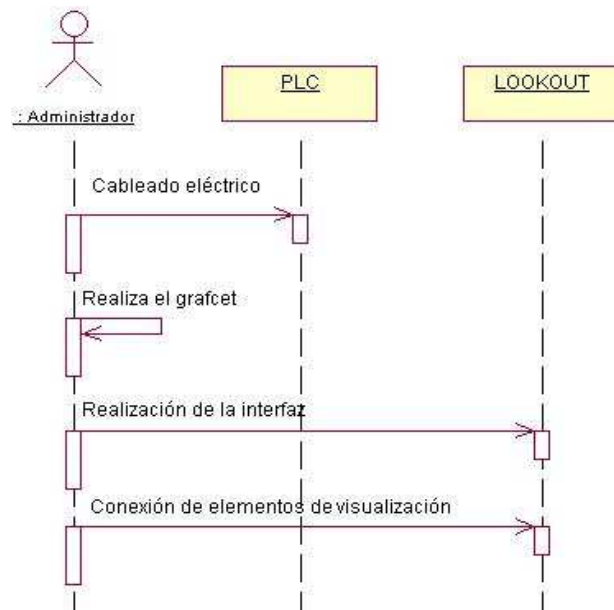


Figura IV. 17 Diagrama de secuencia del control neumático

4.2.1.2.2.3 Diagrama de Colaboración

Ver Figura IV.18.

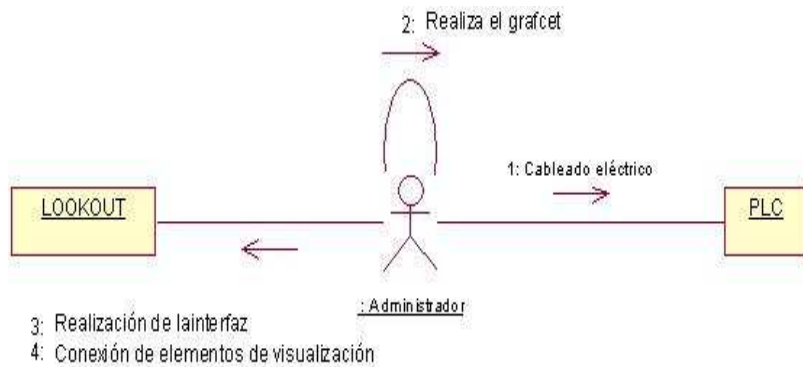


Figura IV. 18 Diagrama de colaboración del control neumático

4.2.1.2.2.4 Diagrama de Actividades

Ver Figura IV.19.

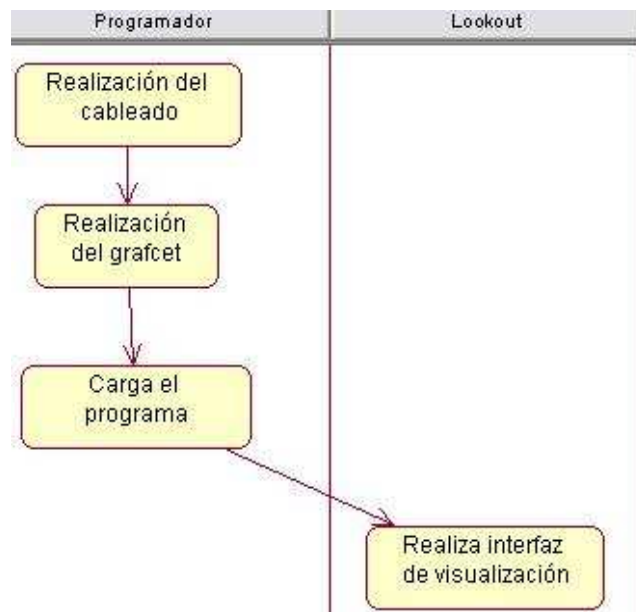


Figura IV. 19 Diagrama de actividades del control neumático

4.2.1.3 FASE III: Desarrollo

4.2.1.3.1 Configuración de la Red

4.2.1.3.1.1 Configuración en TwidoSuite

En TwidoSuite en modo de programación, se selecciona Describir, en Catálogo Bases Compactas TWDLCAA24DRF, ver Figura IV.20.

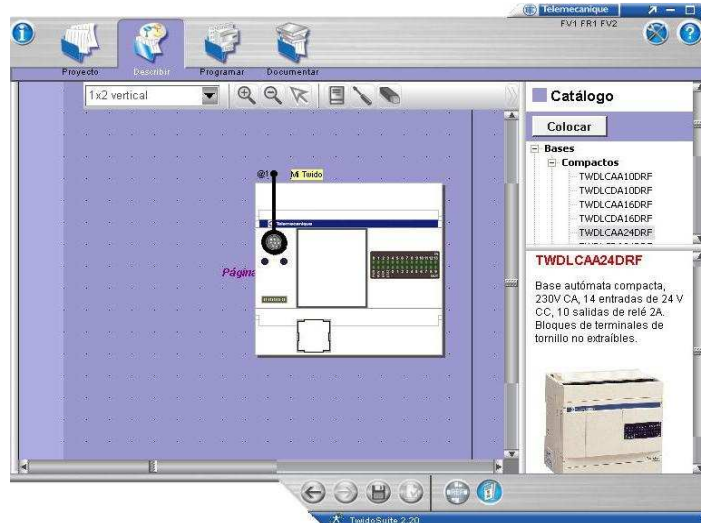


Figura IV. 20 Configuración PLC 24DRF con TwidoSuite

4.2.1.3.2. Configuración Bluetooth

En el icono de bandeja del sistema se ve el icono de estado de bluetooth que muestra que BlueSoleil ha iniciado y Bluetooth está activo se da doble clic y aparece la ventana principal, se da clic en el menú Ver Actualizar dispositivo, donde reconoce el Modbus Adapter, se da clic secundario en cual se empareja y luego se conecta, ver Figura IV.21.

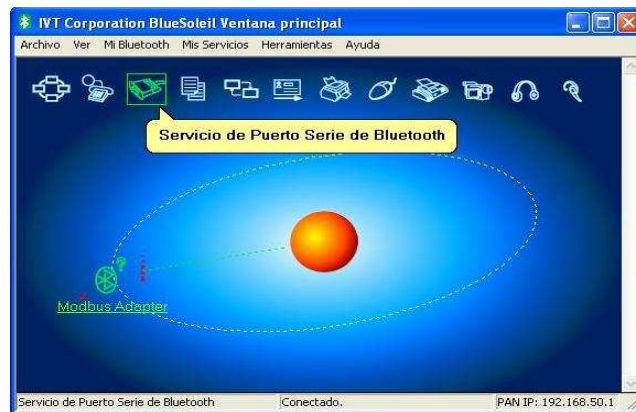


Figura IV. 21 Conexión Bluetooth

4.2.1.3.3. Configuración en Lookout

En Object Create Modbus aparece una ventana para crear modbus, Date rate es de 19200 y en Serial port es COM4, ver Figura IV.22.

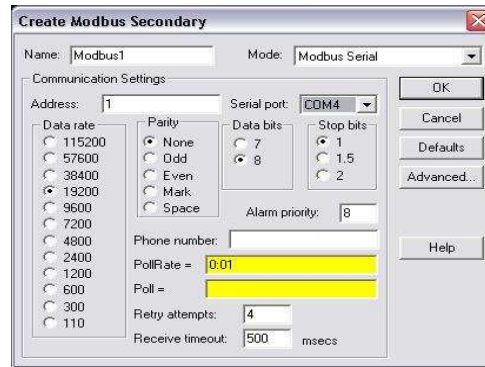


Figura IV. 22 Modbus

En Object Create Animator aparece una ventana en Name se escribe AMAS que es para el primer cilindro, en la pestaña de Animation en visible se escribe Modbus1.10002 y clic en el botón Aceptar. Cabe indicar que se irá sumando en una unidad el valor numérico del Modbus para cada elemento. La misma secuencia para BMAS, CMAS que indican que tienen movimiento de salida del cilindro.

Las memorias asignadas en TwidoSuite al ser programadas en Lookout se les asignará el valor incrementado en uno. Por ejemplo a la memoria **M1** en TwidoSuite que ejecuta la función de AMAS en Lookout será Modbus1.**10002**, ver Figura IV.23.

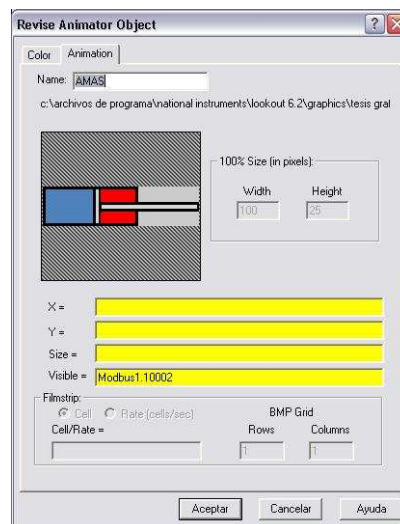


Figura IV. 23 Objetos animados

Para la comunicación modbus, se hace clic en Modbus1 clic secundario en Edit Connection en Writable members es de 1-9999, en Existing connection se escoge 12, clic en el botón Select que es el que corresponde al botón Start, clic en el botón Accept. La misma secuencia para el botón Stop pero con la asignación 13, ver Figura IV.24.

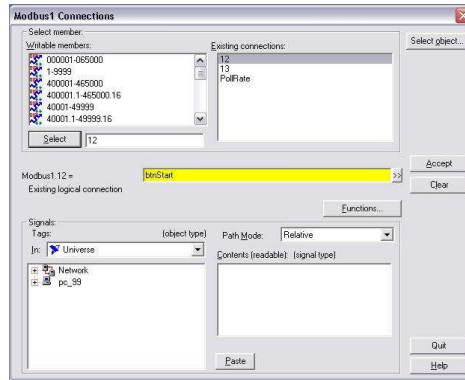


Figura IV. 24 Comunicación Modbus

4.2.1.3.2 Visualización de Red

4.2.1.3.2.1 Control de Red mediante Lookout

1. Pantalla de todos los elementos inactivos, es decir, los tres cilindros de doble efecto A, B, C están adentro, y las cuatro lámparas Foco Verde1, Foco Rojo1, Foco Verde2, Foco Rojo2 están apagadas, ver Figura IV.25.

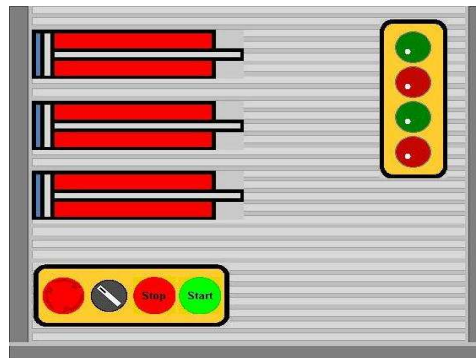


Figura IV. 25 Elementos inactivos en Lookout

2. Visualización del control neumático inalámbrico didáctico, con todos los elementos inactivos, ver Figura IV.26.



Figura IV. 26 Elementos inactivos del control neumático inalámbrico didáctico

3. Pantalla de activación para realizar movimiento de la salida del cilindro A, ver Figura IV.27.

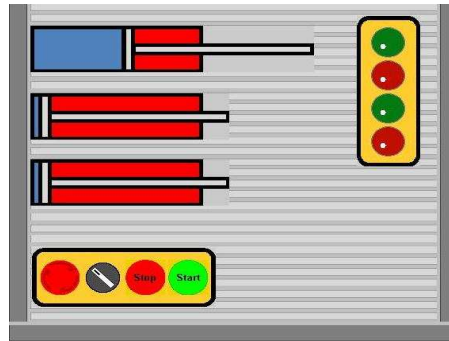


Figura IV. 27 Salida del Cilindro A+ en Lookout

4. Visualización del control neumático inalámbrico didáctico, con el movimiento de la salida del cilindro A, ver Figura IV.28.



Figura IV. 28 Salida del Cilindro A+ en el tablero de aluminio

5. Pantalla de activación para realizar movimiento del retorno del cilindro A, ver Figura IV.29.

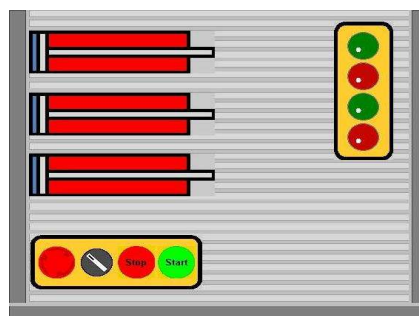


Figura IV. 29 Retorno del Cilindro A- en Lookout

6. Visualización del control neumático inalámbrico didáctico, con el movimiento de retorno del cilindro A, ver Figura IV.30.



Figura IV. 30 Retorno del Cilindro A- en el tablero de aluminio

7. Pantalla de activación para encender el Foco Verde1 tiempo de encendido de tres segundos, ver Figura IV.31.

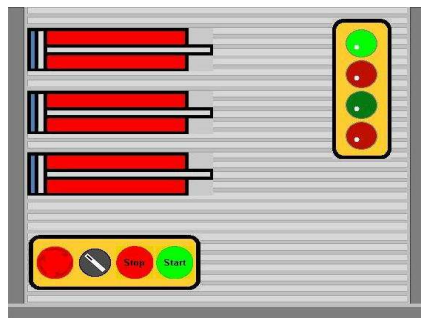


Figura IV. 31 Foco Verde1 encendido en Lookout

8. Visualización del control neumático inalámbrico didáctico, encendido el Foco Verde1, ver Figura IV.32.

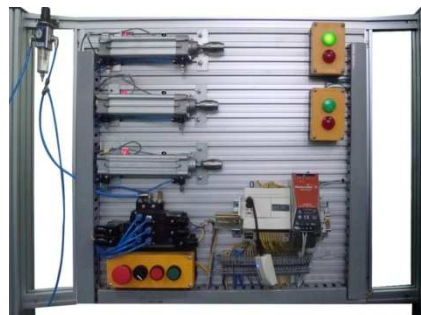


Figura IV. 32 Foco Verde1 encendido en el tablero de aluminio

9. Pantalla de activación para encender Foco Rojo1 tiempo de encendido de tres segundos, ver Figura IV.33.

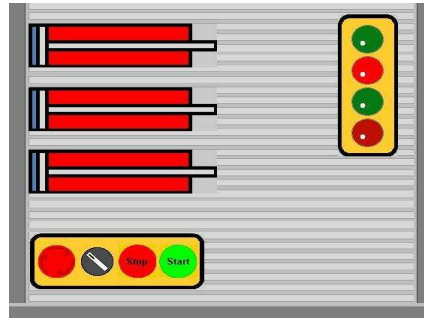


Figura IV. 33 Foco Rojo1 encendido en Lookout

10. Visualización del control neumático inalámbrico didáctico, encendido el Foco Rojo1, ver Figura IV.34.



Figura IV. 34 Foco Rojo1 encendido en el tablero de aluminio

11. Pantalla de activación para realizar movimiento de la salida del cilindro B, ver Figura IV.35.

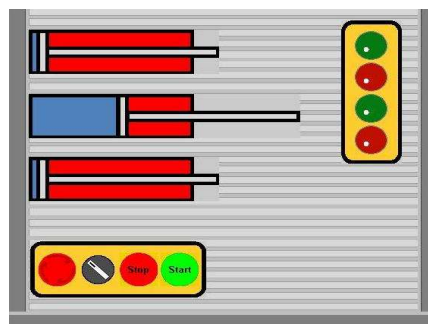


Figura IV. 35 Salida del Cilindro B+ en Lookout

12. Visualización del control neumático inalámbrico didáctico, con el movimiento de la salida del cilindro B, ver Figura IV.36.



Figura IV. 36 Salida del Cilindro B+ en el tablero de aluminio

13. Pantalla de activación para realizar movimiento del retorno del cilindro B, ver Figura IV.37.

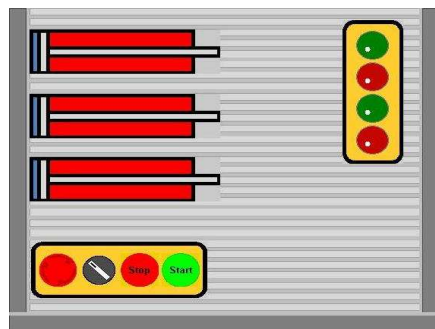


Figura IV. 37 Retorno del Cilindro B- en Lookout

14. Visualización del control neumático inalámbrico didáctico, con el movimiento de retorno del cilindro B, ver Figura IV.38.



Figura IV. 38 Retorno del Cilindro B- en el tablero de aluminio

15. Pantalla de activación para encender el Foco Verde2 tiempo de encendido de tres segundos, ver Figura IV.39.

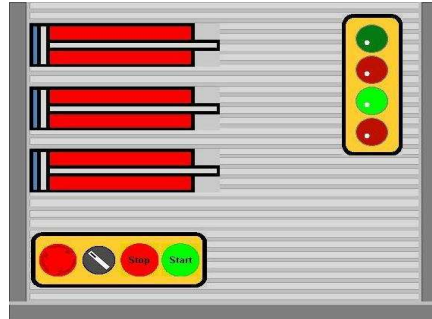


Figura IV. 39 Foco Verde2 encendido en Lookout

16. Visualización del control neumático inalámbrico didáctico, encendido el Foco Verde2, ver Figura IV.40.



Figura IV. 40 Foco Verde2 encendido en el tablero de aluminio

17. Pantalla de activación para encender el Foco Rojo2 tiempo de encendido de tres segundos, ver Figura IV.41.

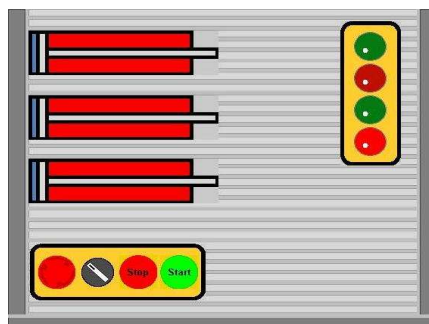


Figura IV. 41 Foco Rojo2 encendido en Lookout

18. Visualización del control neumático inalámbrico didáctico, encendido el Foco Rojo2, ver Figura IV.42.



Figura IV. 42 Foco Rojo2 encendido en el tablero de aluminio

19. Pantalla de activación para realizar movimiento de la salida del cilindro C, ver Figura IV.43.

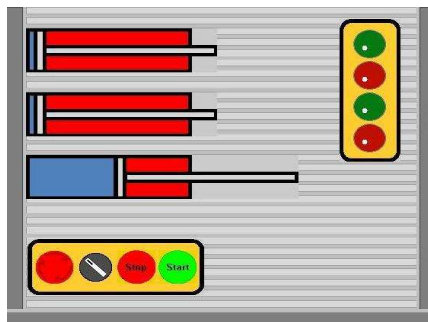


Figura IV. 43 Salida del Cilindro C + en Lookout

20. Visualización del control neumático inalámbrico didáctico, con el movimiento de la salida del cilindro C, ver Figura IV.44.



Figura IV. 44 Salida del Cilindro C + en el tablero de aluminio

21. Pantalla de activación para realizar movimiento del retorno del cilindro C, ver Figura IV.45.

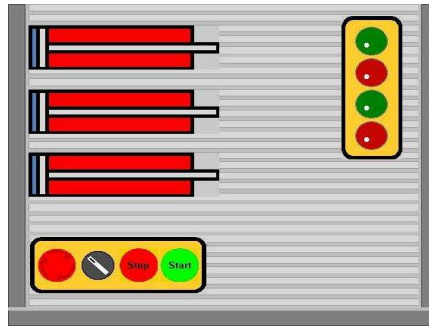


Figura IV. 45 Retorno del Cilindro C - en Lookout

22. Visualización del control neumático inalámbrico didáctico, con el movimiento de retorno del cilindro C, ver Figura IV.46.



Figura IV. 46 Retorno del Cilindro C - en el tablero de aluminio

CAPÍTULO V

ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 Introducción

Es una proposición de carácter afirmativo enunciada para responder tentativamente a un problema. Se plantea con el fin de explicar hechos o fenómenos que caracterizan o identifican al objeto de conocimiento.

La técnica a utilizar es la investigación de campo debido a que se realiza directamente en el medio donde se presenta el fenómeno de estudio.

La herramienta a utilizar es la encuesta la cual fue dirigida a los estudiantes de la Facultad de Informática y Electrónica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, mediante la cual se obtuvo el análisis de resultados.

5.2 Comprobación de Hipótesis.

HIPÓTESIS: La implementación de un sistema de control neumático inalámbrico didáctico, permitirá aumentar la prueba de circuitos de control y optimizar el uso de recursos hardware en el laboratorio de automatización de la EIS.

Causa: La implementación de un sistema de un control neumático inalámbrico.

Efecto: Aumenta la prueba de circuitos de control y optimiza el uso de recursos hardware.

Tabla V. 1 Operacionalización conceptual

VARIABLE	TIPO
Sistema Neumático Inalámbrico Didáctico	Independiente
Circuitos de Control	Dependiente
Recursos Hardware	Dependiente

Tabla V. 2 Operacionalización metodológica

VARIABLE	CATEGORÍA	INDICADOR	TÉCNICA	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
Sistema Neumático Inalámbrico Didáctico	Hardware Software	#mejor aprendizaje #facilita la comprensión #detección errores en tiempo real #interfaz amigable	Observación	TwidoSuite Lookout
Circuitos de Control	Software	#mejor desarrollo	Observación	Twido Suite
Recursos Hardware	Hardware	#comunicación inmediata y segura	Observación	Lookout

H₀: La implementación de un sistema de control neumático inalámbrico didáctico, no permitirá realizar pruebas de circuitos de control y no optimizar el uso de recursos hardware.

Tabla V. 3 Indicadores

OPCIONES INDICADOR	POCO	CASI SIEMPRE	SIEMPRE	TOTAL
#mejor aprendizaje	1	13	34	48
#facilita la comprensión	0	14	34	48
#detección errores en tiempo real	0	13	35	48
#interfaz amigable	0	10	38	48
#mejor desarrollo	0	8	40	48
#comunicación inmediata y segura	0	10	38	48
TOTAL	1	68	219	288

Tabla V. 4 Tabla de Contingencia

ALTERNATIVA	Fo	Fe	Fo-Fe	(Fo-Fe)²	(Fo-Fe/Fe)²
#mejor aprendizaje pocas veces	1	0,17	0,83	0,69	25,00
#mejor aprendizaje casi siempre	13	11,33	1,67	2,78	0,02
#mejor aprendizaje siempre	34	36,50	-2,50	6,25	0,00
#facilita la comprensión pocas veces	0	0,17	-0,17	0,03	1,00
#facilita la comprensión casi siempre	14	11,33	2,67	7,11	0,06
#facilita la comprensión siempre	34	36,50	-2,50	6,25	0,00
#detección errores en tiempo real pocas veces	0	0,17	-0,17	0,03	1,00
#detección errores en tiempo real casi siempre	13	11,33	1,67	2,78	0,02
#detección errores en tiempo real siempre	35	36,50	-1,50	2,25	0,00
#interfaz amigable pocas veces	0	0,17	-0,17	0,03	1,00
#interfaz amigable casi siempre	10	11,33	-1,33	1,78	0,01
#interfaz amigable siempre	38	36,50	1,50	2,25	0,00

#mejor desarrollo pocas veces	0	0,17	-0,17	0,03	1,00
#mejor desarrollo casi siempre	8	11,33	-3,33	11,11	0,09
#mejor desarrollo siempre	40	36,50	3,50	12,25	0,01
#comunicación inmediata y segura pocas veces	0	0,17	-0,17	0,03	1,00
#comunicación inmediata y segura casi siempre	10	11,33	-1,33	1,78	0,01
#comunicación inmediata y segura siempre	38	36,50	1,50	2,25	0,00
TOTAL					30,24

$$X^2_c=30,24$$

$$Gf=(f-1)(c-1)$$

$$Gf= (6-1)(3-1)$$

$$Gf= (5)(2)$$

$$Gf= 10$$

Nivel de confianza = 0.05

$$X^2_t=18,31$$

$$X^2_c=30,24 > X^2_t=18,31$$

Conclusión: De acuerdo a éstos resultados pudo comprobarse que el chi-cuadrado calculado es mayor que el chi-cuadrado de la tabla, por lo cual se acepta la hipótesis de trabajo y se rechaza la hipótesis nula, es decir, “La implementación de un sistema de control neumático inalámbrico didáctico, permitirá aumentar la prueba de circuitos de control y optimizar el uso de recursos hardware en el laboratorio de automatización de la EIS.”

CONCLUSIONES

- Los tipos de sistemas empleados en la investigación son el cableado en las borneras, conexión al PLC y el programado en la ejecución del almacenamiento del ejercicio desarrollado en el TwidoSuite.
- El método aplicado para el desarrollo de los ejercicios prácticos es el sistemático paso a paso debido a que se acopla a las instrucciones de secuencia desarrollados.
- Para la selección del Scada se realizó un análisis comparativo de los aspectos más importantes relacionados a la presente investigación, como son: control de usuarios, lenguaje de programación, integración con otras aplicaciones, tipos de enlaces, soporte del usuario, base de datos con la existencia de enlaces, protocolo Modbus, soporte para dispositivos industriales; siendo Lookout seleccionado como el Scada más idóneo para la implementación del control neumático.
- Bluetooth admite grupos cerrados de usuarios de manera dinámica operando en redes con infraestructura no fijas, transmitiendo los datos de manera confiable, y segura mejorando la velocidad de transmisión.
- Se plantearon ejercicios simples y combinados desarrollados en la herramienta TwidoSuite y después se realizó el proceso de visualización en el Lookout.
- Se desarrolló una simulación con los estudiantes de electrónica y sistemas, quienes utilizaron la herramienta TwidoSuite visualizando de forma práctica y real la simulación del ejercicio por ellos programado, mediante el cual pudieron observar que es de gran ayuda el sistema de control neumático didáctico para detección de errores.

RECOMENDACIONES

- Para empezar el desarrollo del sistema de control neumático, se requiere analizar las diferentes metodologías de desarrollo existentes, luego de esto se debe seleccionar aquella que más se adapte a las características del proyecto, teniendo en cuenta que deberá realizarse modificaciones a dicha metodología.
- Durante todo el proceso de desarrollo, tanto físico como lógico, se debe realizar pruebas continuas, ya que de esta forma se evita la pérdida de tiempo y se asegura el éxito del proyecto.
- Para la comunicación inalámbrica del Bluetooth se debe emparejar el dispositivo mediante la contraseña 6699, este proceso se realiza la primera vez por cada computadora.
- El tiempo del temporizador en los focos de los ejercicios realizados en TwidoSuite debe ser de tres segundos para ser apreciado por el estudiante.
- El alcance del Modbus Bluetooth Adapter VW3A8114 es un diámetro que no debe ser mayor a diez metros, para la transmisión de los datos.
- El sistema de control neumático inalámbrico didáctico se requiere para el proceso enseñanza aprendizaje, garantizando así que cada estudiante éste participando activamente, encontrando aplicaciones de lo aprendido de manera inmediata en las materias de Mecatrónica y Automatización Industrial.
- En los recursos de software, que se deben configurar están los bit de memoria para los cilindros neumáticos y los temporizadores para los focos.
- Al realizar ejercicios de programación en TwidoSuite, se requiere el sistema de control neumático inalámbrico didáctico para detectar errores en tiempo real y corregirlos a tiempo.

RESUMEN

El objetivo principal de la presente tesis fue desarrollar un sistema de control neumático inalámbrico con tecnología Bluetooth, en el Laboratorio de Automatización Industrial de la EIS contribuyendo con el proceso de enseñanza aprendizaje.

En el proceso de implementación del sistema se utilizó un PLC Twido 24DRF como módulo de control, un Adaptador Bluetooth Modbus como complemento al PLC y un Adaptador Bluetooth Usb compatible con PC. El software de monitorización utilizado es Lookout y TwidoSuite.

Al desarrollar un programa en la herramienta TwidoSuite, el sistema neumático se comunica mediante tecnología Bluetooth, los cilindros empiezan a simular el movimiento por medio del aire que ingresa a las válvulas, de acuerdo a las especificaciones de la secuencia programada al igual que los focos con el encendido y apagado.

Se trabajó con 48 estudiantes de la FIE, los cuales realizaron ejercicios de programación en TwidoSuite, los resultados obtenidos en el momento de la ejecución fueron de un 40% en el rendimiento de la herramienta; debido a esto se aplicó el sistema neumático didáctico estableciendo la comunicación Bluetooth, cargando los programas, comprobando así su funcionamiento, al detectar errores en tiempo real y corregirlos a tiempo, mejorando en un 100% la comprensión de los ejercicios programados, además para lograr una mejor visualización y control del sistema se programó en la herramienta Lookout para ejecutar los ejercicios mediante interfaz.

El sistema neumático sirve como parte de la enseñanza de forma aplicada y demostrativa en las materias de Mecatrónica y Automatización Industrial.

SUMMARY

The main objective of this research work was to develop a wireless pneumatic control system with Bluetooth technology at the EIS Industrial Automation Lab as a contribution with the learning teaching process.

A PLC Twido 24DRF as control module, a Modbus Bluetooth adapter as a complement and an Usb Bluetooth Adapter compatible with PC were used at the implementation. Lookout and TwidoSuite is the monitoring software.

On developing a program with TwidoSuite, the pneumatic system is linked by means of Bluetooth technology, cylinders started to simulate the motion by air which enters the valves according to specification of programmed sequence the same as on-off lamps.

Forty-eight students of the school made TwidoSuite program exercises, a 40% tool-yield were the results of the execution, due to a didactic pneumatic system was applied establishing a Bluetooth communication, charging the programs and then proving its function detecting real time mistakes to correct them, improving on a 100% the understanding of the programmed exercises and to achieve a better visualization and control system programmed at Lookout tool to execute the exercise by means of the interface.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

APLICACIÓN

Una aplicación TwidoSuite se compone de un programa, datos de configuración, símbolos y documentación.

AUTÓMATA MAESTRO

Autómata Twido configurado para ser el maestro en una red de conexión remota.

AUTÓMATA MODULAR

Tipo de autómata Twido que ofrece una configuración flexible con funciones de ampliación. Compacto es el otro tipo de autómata Twido.

CONSTANTES

Valor configurado que no se puede modificar por el programa que se está ejecutando.

EDITOR DE CONFIGURACIÓN

Ventana especializada de TwidoSuite utilizada para gestionar la configuración de hardware y software.

EDITOR DE LADDER LOGIC

Ventana de TwidoSuite especializada y utilizada para editar un programa Ladder.

EJECUTAR

Comando que hace que el autómata ejecute un programa de aplicación.

GRAF CET

Grafcet permite representar gráficamente y de forma estructurada el funcionamiento de una operación secuencial. Método analítico que divide cualquier sistema de control secuencial en una serie de pasos a los que se asocian acciones, transiciones y condiciones.

IL

IL son las siglas de lista de instrucciones (Instruction List). Este lenguaje consiste en una serie de instrucciones básicas. Este lenguaje es muy similar al lenguaje ensamblador utilizado en los procesadores de programa. Cada instrucción está compuesta por un código de instrucción y un operando.

LD

LD son las siglas de diagrama de contactos (Ladder Diagram). LD es un lenguaje de programación que representa las instrucciones que deben ejecutarse en forma de diagramas gráficos muy similares a los esquemas eléctricos (contactos, bobinas, etc.).

LOOKOUT

Lookout de National Instruments es una interfaz humano-máquina (HMI) habilitada por Web, fácil de usar, y un sistema de software de control supervisión y de adquisición de datos para aplicaciones exigentes de manufactura y de control de procesos.

PLC

Dispositivo electrónico muy usado en automatización industrial. Un PLC (Controlador Lógico Programable) controla la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, procesan y reciben señales digitales y analógicas y pueden aplicar estrategias de control.

TWIDOSUITE

Software de desarrollo gráfico de Windows de 32 bits para configurar y programar autómatas Twido.

WEIDMÜLLER

Weidmüller es una empresa que se posiciona con éxito en todo el mundo como el proveedor líder de soluciones para el conexionado eléctrico, el acondicionamiento y la transmisión de energía, señales y datos en el entorno industrial.

BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS WEB

REFERENCIAS WEB GENERAL

1. DISEÑO DE CONTROL ELECTRÓNICO

<http://www.dea.icaei.upco.es/jarm/Asignaturas/PLC/6graf/sld001.htm>
http://www.alipso.com/monografias/2542_trabajo2/
http://es.wikipedia.org/wiki/Mapa_de_Karnaugh
http://www.unicrom.com/Dig_mapa-karnaugh.asp
(2010 -10 - 09)

2. SISTEMAS DE CONTROL

<http://www.monografias.com/trabajos6/sicox/sicox.shtml> .
<http://www.mitecnologico.com/mecatronica/Main/SistemasDeControl>
<http://neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No4/RCI.html>
<http://www.arqhys.com/articulos/circuito-sistema-cableado.html>
http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_cableado
<http://www.arqhys.com/articulos/circuito-sistema-programado.html>
<http://tecnologiayautomatizacion.blogspot.com/>
(2010 - 09- 10)

REFERENCIAS WEB RELACIONADA AL TEMA

3. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

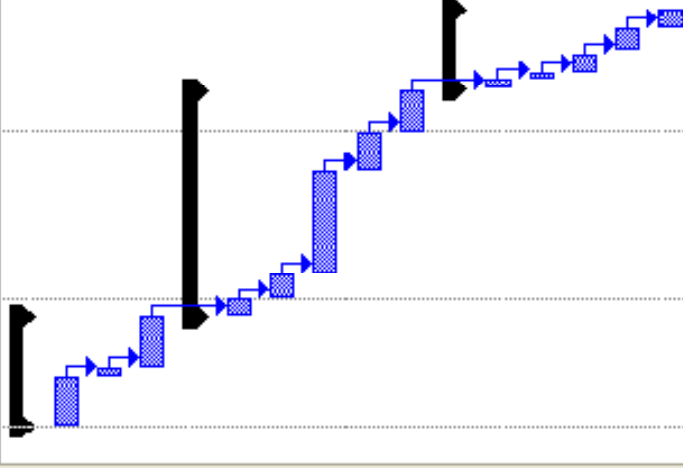
http://es.wikipedia.org/wiki/Controlador_l%C3%B3gico_programable
http://es.wikipedia.org/wiki/Electr%C3%B3nica_digital
<http://tecnologiayautomatizacion.blogspot.com/>
<http://www.soundlogics.com/electronica.html>
(2010-10-16)

ANEXOS

ANEXO I

Planificación Inicial

i	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	2º trimestre			3er trimestre			4º trimestre			1er trimestre		2º tr	
				abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr
1	<input type="checkbox"/> Fase Investigativa	42 días	vie 23/04/10													
2	Recolección de información	19 días	vie 23/04/10													
3	Selección de bibliografía	3 días	jue 20/05/10													
4	Redacción de la documentación	20 días	mar 25/05/10													
5	<input type="checkbox"/> Fase Aplicativa	89 días	mar 22/06/10													
6	Especificación de Requerimientos	7 días	mar 22/06/10													
7	Diseño Lógico	10 días	jue 01/07/10													
8	Desarrollo	40 días	jue 15/07/10													
9	Pruebas	15 días	jue 09/09/10													
10	Finalización de a documentación	17 días	jue 30/09/10													
11	<input type="checkbox"/> Fase de Finalización	31 días	lun 25/10/10													
12	Pruebas finales	4 días	lun 25/10/10													
13	Redacción de conclusiones	2 días	vie 29/10/10													
14	Comprobación de la hipótesis	9 días	mar 02/11/10													
15	Revisión del documento	9 días	lun 15/11/10													
16	Entrega de resultados	7 días	vie 26/11/10													



ANEXO II

Encuesta

ENCUESTA DIRIGIDA A LOS ESTUDIANTES DE LA FIE

Por favor, responda las siguientes preguntas de acuerdo a su criterio y según como corresponda en la tabla de valoración:

Valor	Descripción
1	Nunca
2	Pocas veces
3	Casi siempre
4	Siempre

1. ¿Ha implementado programas en la herramienta TwidoSuite?

1 2 3 4

2. ¿La ejecución de los ejercicios en el laboratorio mediante la herramienta TwidoSuite es amigable?

1 2 3 4

3. ¿Cree que el uso del Sistema Neumático Didáctico mejora la enseñanza en el Laboratorio de Automatización?

1 2 3 4

4. ¿La simulación en tiempo real de las prácticas sugeridas en el Laboratorio de Automatización facilita la comprensión de las mismas?

1 2 3 4

5. ¿Mediante la utilización del Sistema de Control Neumático Didáctico son notorios los errores de la ejecución de programas?

1 2 3 4

6. ¿Existen ventajas en la utilización del Sistema de Control Neumático Didáctico mediante comunicación Bluetooth con respecto al uso de la herramienta TwidoSuite?

1 2 3 4

Cuáles? _____

7. ¿En qué áreas cree que se podría emplear el Sistema de Control Neumático Didáctico?

Cuáles? _____

8. ¿Sugeriría el empleo del Sistema de Control Neumático Didáctico en otras Escuelas?

Cuáles? _____

ANEXO III

Manual de Usuario

1. Requisitos del sistema

1.1 Requisitos de hardware

- Ordenador: mínimo Procesador Pentium a 466 MHz
- RAM: mínimo 512 MB
- Espacio libre en el disco duro: 125 MB
- Un puerto USB disponible
- Monitor
- Teclado
- Mouse
- Bluetooth USB Adapter
- Modbus Bluetooth Adapter
- PLC Twido 24DRF
- Control Neumático Inalámbrico

1.2 Requisitos de software

Sistema operativo	Edición/Service Pack	Consideraciones especiales
Windows 2000	Service Pack 2 o superior	Para Windows 2000, Windows XP o Windows Vista, necesita privilegios de administración para instalar el software de configuración TwidoSuite.
Windows XP	Service Pack 2 o superior	
Windows Vista	Service Pack 1 o superior	

2. Instalación del software adaptador bluetooth BlueSoleil 2.6.0.8

BlueSoleil es un software basado en Windows de IVT que permite a los ordenadores de escritorio o portátiles Bluetooth conectarse directamente y de forma inalámbrica a otros dispositivos Bluetooth.

- Inserte el CD de instalación del software en la unidad de CD-Rom de su computadora
- Se selecciona el idioma español para la configuración y clic en el botón Aceptar.



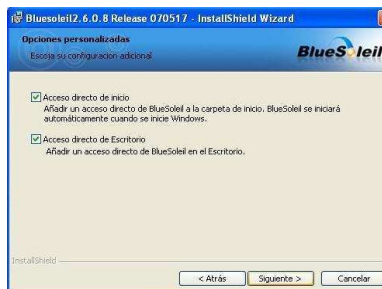
- Se muestra una ventana de bienvenida al wizard, clic en el botón Siguiente.



d) Se visualiza la ventana de contrato de licencia donde se acepta los términos del contrato de licencia



e) Se personaliza las opciones de acceso directo de inicio, acceso directo de escritorio, clic en el botón siguiente.



f) Se asigna la carpeta destino por defecto en Archivos de Programas, clic en el botón Siguiente, luego el programa se prepara para la instalación.



g) Luego de unos minutos se ha instalado el Bluesoleil 2.6.0.8, clic en el botón

Finalizar.



3. Instalación del hardware adaptador Bluetooth Usb

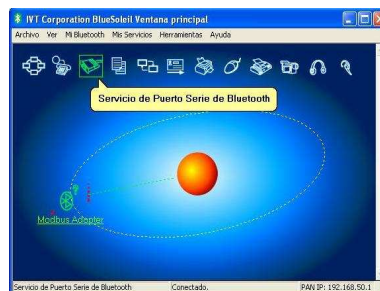
a) Inserte el adaptador USB en su computadora. Se registra un nuevo hardware encontrado CRS Bluetooth Device



b) Inicie BlueSoleil. BlueSoleil detectará la inserción o extracción del adaptador USB. Puede iniciar primero BlueSoleil y, a continuación, conectar el adaptador USB.

3.1 Iniciar conexión en el cliente

a) Haga clic en Mi dispositivo, la bola central, para buscar los dispositivos Bluetooth dentro del ámbito de funcionamiento.



b) Busque el dispositivo Bluetooth seleccionado haciendo doble clic en el icono del dispositivo.

c) Se da clic en el menú Ver Actualizar dispositivo, donde reconoce el Modbus Adapter, se da clic secundario en emparejar introduciendo la contraseña Bluetooth:6699 y luego conectar.

d) El botón del servicio situado en la parte superior de la ventana principal de BlueSoleil se resaltarán si el dispositivo admite el servicio. en ambos equipos.

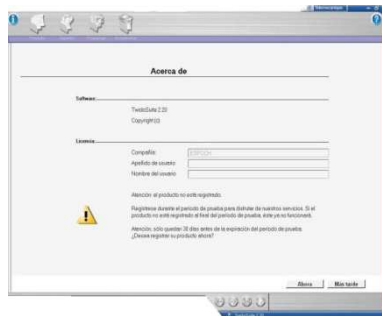
e) Haga clic en el botón de servicio resaltado para establecer la conexión.

4. Software de Programación TwidoSuite

4.1 Registro del TwidoSuite

Una vez descargado, instalado y abierto por primera vez el TwidoSuite, el paso siguiente es proceder a registrar el software. El registro es gratuito y le mantendrá informado de las noticias sobre los productos más recientes, actualizaciones de software y firmware para su controlador Twido. Si no se registra, sólo se dispone de un periodo de prueba de 30 días para este software. Para poder seguir utilizando este software después de que caduque el período de prueba, deberá registrarlo.

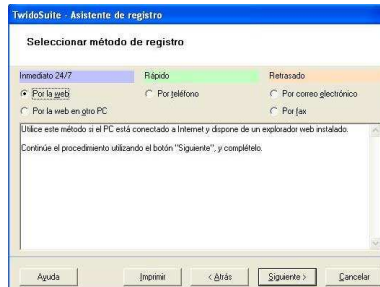
a) Para registrar TwidoSuite, abrirlo en Modo programación, cuando aparezca la ventana, hacer clic en Acerca de en la barra de tareas de la parte derecha de la pantalla, y pulse Ahora.



b) Se inicia el Asistente de registro TwidoSuite, pulsar en Solicitar un código de autorización, y pulsar el botón Siguiente.



c) Hay cinco formas de registrarse: por la web, por la web en otra computadora, por el teléfono, por correo electrónico, y por fax. Se abre una ventana de selección método de registro, se escoge Por la web, y pulsar el botón siguiente




d) Se llena el formulario para el registro de TwidoSuite. En información del producto es TwidoSuite con la referencia TWDBTFU10ES. En la información de usuario se escribe los nombres, apellidos, correo electrónico, empresa, dirección, ciudad, código postal, país que son los campos necesarios y a continuación clic en el botón siguiente.

e) Se muestra una ventana de confirmación de registro en línea del TwidoSuite



4.2 Abrir TwidoSuite

a) Al abrir por primera vez el TwidoSuite, para ello clic en el icono que se ha generado en el escritorio o buscar en  Todos los programas como Schneider Electric en TwidoSuite y TwidoSuite.

Se abrirá la pantalla inicial de TwidoSuite, aparecen tres opciones principales:

- Modo Programación: Modo estándar para la creación de una aplicación.
- Modo Vigilancia: Este modo nos permite conectarse a un autómata en modo vigilancia, donde podrá comprobar su funcionamiento sin necesidad de sincronizar su aplicación con la que hay cargada en la memoria del autómata.
- Actualización de autómatas: Es un programa que indica todos los pasos necesarios para actualizar el **Firmware** Executive del controlador programable Twido.

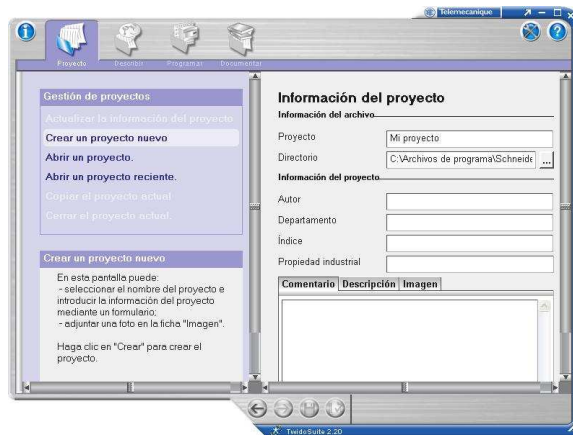


En la pantalla de inicial del TwidoSuite, además de los tres modos principales podemos seleccionar uno de los dos idiomas que hemos seleccionado en la instalación Español, que aparece en la parte inferior izquierda de la ventana inicial.

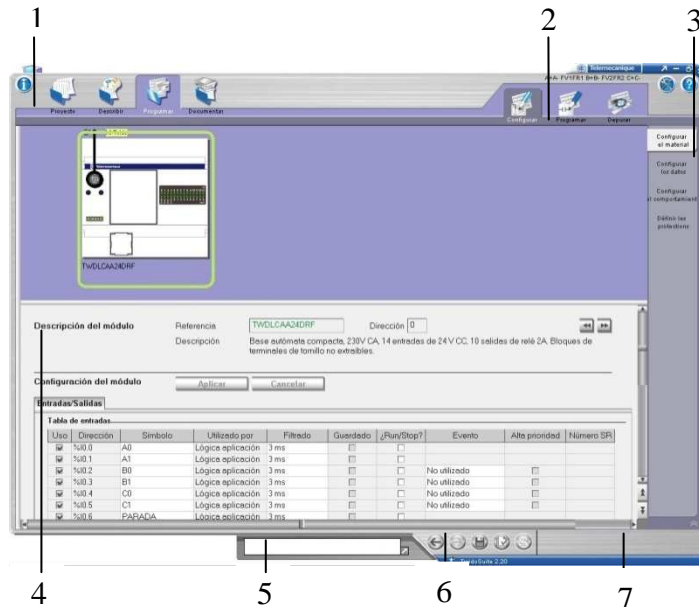
4.3 Creación un nuevo proyecto

- a) Seleccionar el “Modo Programación” y aparece el espacio de trabajo de la ventana principal de TwidoSuite, donde se realiza la gestión de proyectos como: crear, abrir, guardar y cerrar un proyecto.
- b) Pulsar en “Crear un proyecto nuevo” dentro del marco de acciones de la ventana, acto seguido rellenar los campos de información general de nuestro proyecto, como

puede ser: el nombre del proyecto, la ruta donde lo deseamos guardar, el autor, la versión, la compañía.



4.4 Navegación por el espacio de trabajo de TwidoSuite

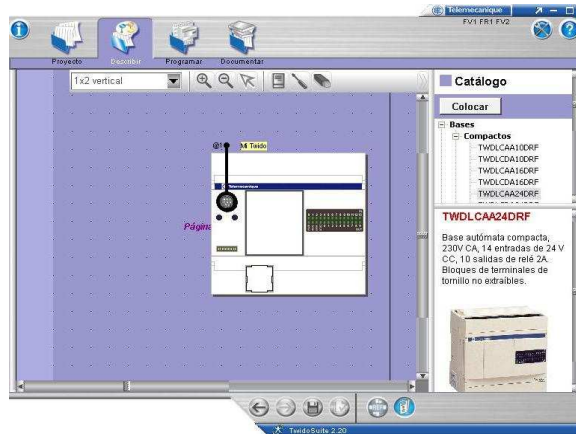


Número	Espacio de Trabajo TwidoSuite	Descripción
1	Barra de pasos de la aplicación	Muestra los cuatro pasos de la aplicación TwidoSuite que son: Proyecto, Describir, Programar, Documentar
2	Barra de subpasos del programa	Muestra los tres subpasos del programa que son: Configurar, Programar, Depurar. Aparece únicamente cuando el paso Programa está seleccionado.
3	Barra de tareas.	Proporciona acceso a todas las tareas que puede realizar en el paso o subpaso seleccionado de la aplicación.

4	Editores y visualizadores	Se trata de ventanas de TwidoSuite que organizan los controles de programación y configuración de manera que las aplicaciones puedan desarrollarse correctamente.
5	Cuadro de lista de error	Muestra información acerca de la aplicación, el controlador y TwidoSuite.
6	Barra de acceso rápido	Muestra los comandos Anterior/Siguiente y los accesos directos a Guardar y a Analizar programa en todo momento.
7	Barra de funciones	Proporciona acceso a funciones especiales asociadas a la tarea seleccionada.

4.5 Configuración de recursos hardware

a) Se selecciona Describir, en Catálogo Bases Compactas TWDLCAA24DRF.



a) Seleccione la tarea Programar, Configurar, Configurar el material, para abrir la ventana de configuración de hardware. Llenando la tabla de entradas y la tabla de salidas

Descripción del módulo: Referencia: TWDLCAA24DRF Dirección: 0

Descripción: Base automática compacta, 230V CA, 14 entradas de 24 V CC, 10 salidas de relé 2A. Bloques de terminales de tornillo no extraíbles.

Uso	Dirección	Símbolo	Utilizado por	Filtrado	Guardado	¿Run/Stop?	Evento	Alta prioridad	Número SR
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.0	A0	Lógica aplicación	3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1	A1	Lógica aplicación	3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.2	B0	Lógica aplicación	3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No utilizado	<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.3	B1	Lógica aplicación	3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No utilizado	<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.4	C0	Lógica aplicación	3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No utilizado	<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.5	C1	Lógica aplicación	3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No utilizado	<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.6	PARADA	Lógica aplicación	3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	%I0.7			3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	%I0.8			3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.9	STOP	Lógica aplicación	3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.10	START	Lógica aplicación	3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	%I0.11			3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	%I0.12			3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	%I0.13			3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

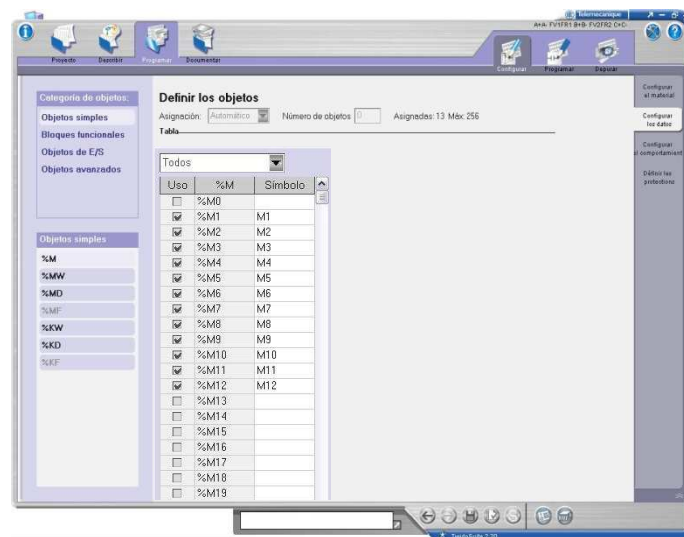
Uso	Dirección	Símbolo	¿Estado?	Utilizado por
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.0	AMAS		Lógica aplicación
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.1	BMAS	<input type="checkbox"/>	Lógica aplicación
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.2	BMENOS	<input type="checkbox"/>	Lógica aplicación
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.3	CMAS	<input type="checkbox"/>	Lógica aplicación
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.4	CMENOS		Lógica aplicación
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.5	FV1		Lógica aplicación
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.6	FR1		Lógica aplicación
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.7	FV2		Lógica aplicación
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.8	FR2		Lógica aplicación
<input type="checkbox"/>	%Q0.9			

4.6 Configuración de recursos de software

a) Seleccione la tarea Programar, Configurar, Configurar datos para abrir la ventana de configuración de software.

Los recursos de software configurables incluyen:

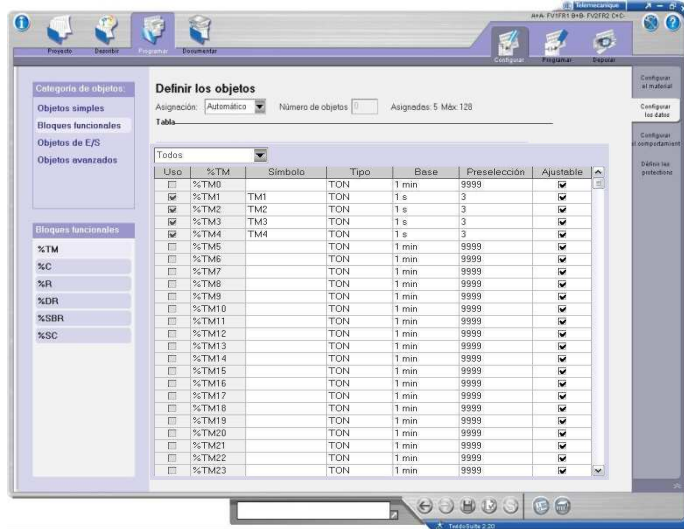
Objetos simples: bits de memoria (%M), palabras de memoria (%MW, %MD, %MF), constantes (%KW, %KD y %KF).



Bloques funcionales: temporizador (%TM)

Los focos empleados en el desarrollo del ejercicio son cuatro: FOCO VERDE 1 (FV1), FOCO ROJO 1 (FR1), FOCO VERDE 2 (FV2) y FOCO ROJO 2 (FR2) a los cuales se les asignará un temporizador por cada uno, el mismo que tendrá como base 1 segundo y en modo de preselección 3 segundos los cuales nos ayudarán a la visualización del

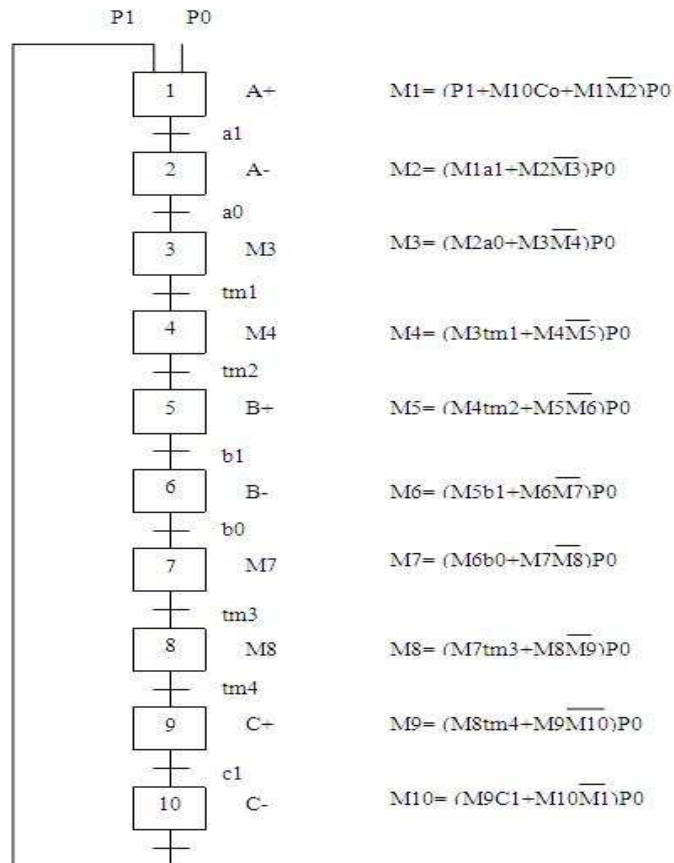
encendido de cada foco.



4.7 Grafcet

Las instrucciones Grafcet de TwidoSuite ofrecen un método sencillo para traducir una secuencia de ajuste (diagrama Grafcet).

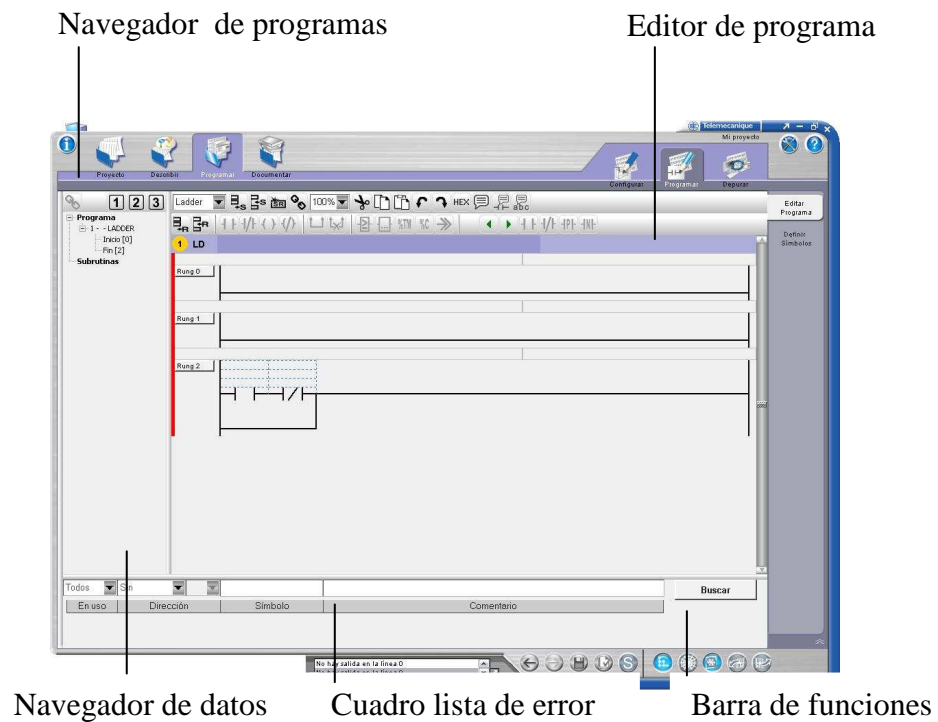
A+ A- FV1 FR1 B+ B- FV2 FR2



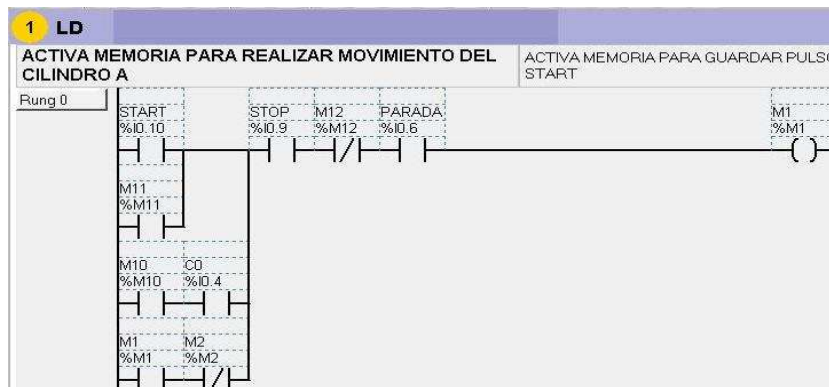
4.8 Escribir el programa

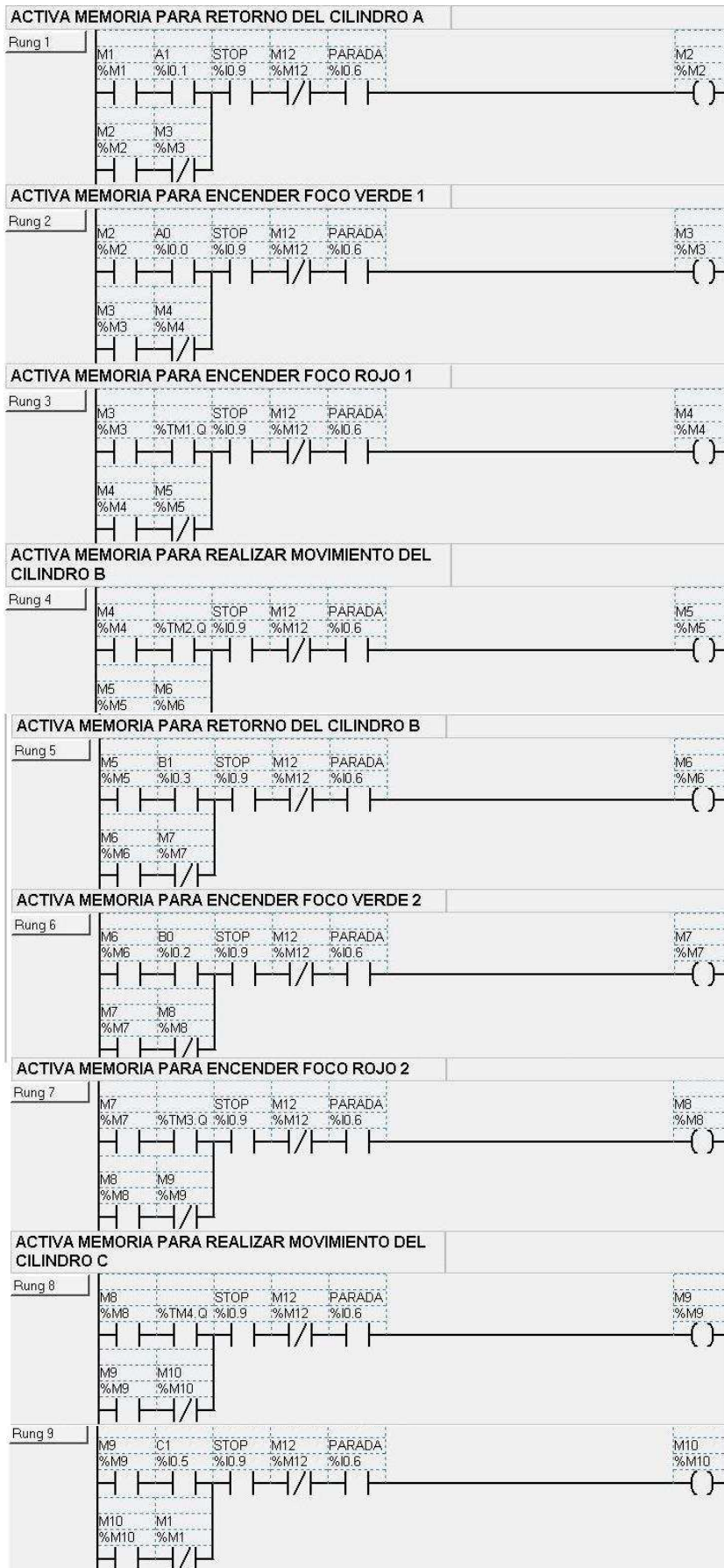
a) Para tener acceso al editor de programa, seleccione Programar, Programar en la barra de pasos TwidoSuite y haga clic en Editar programa en la barra de tareas.

La ventana Edición de programa dispone del Editor de programa y de cinco navegadores y herramientas disponibles en la barra de funciones.

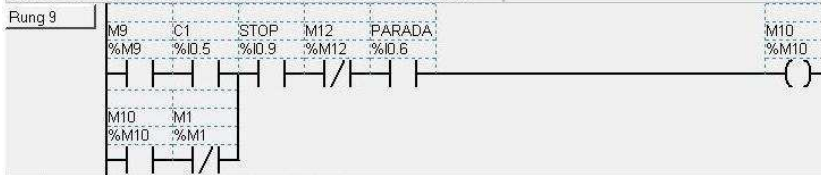


b) El Editor de Ladder Logic es un editor de programas basado en gráficos para ver, crear y editar programas de Ladder.





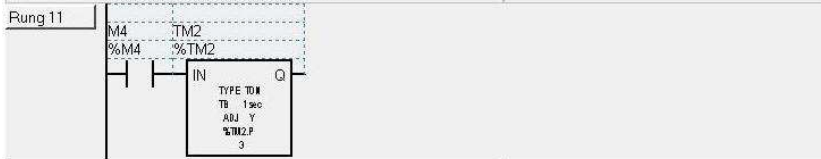
ACTIVA MEMORIA PARA RETORNO DEL CILINDRO C



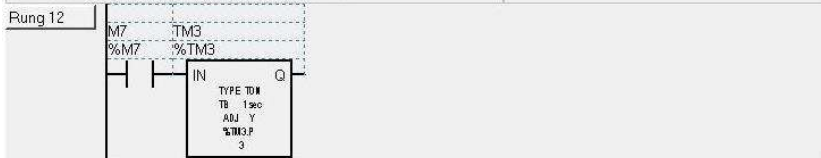
ACTIVA TEMPORIZADOR FOCO VERDE 1



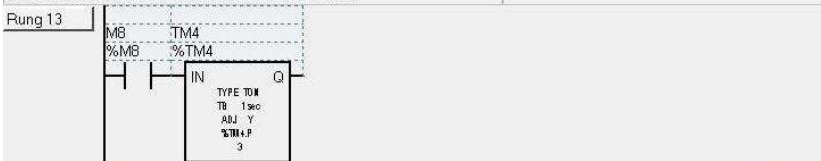
ACTIVA TEMPORIZADOR FOCO ROJO 1



ACTIVA TEMPORIZADOR FOCO VERDE 2



ACTIVA TEMPORIZADOR FOCO ROJO 2

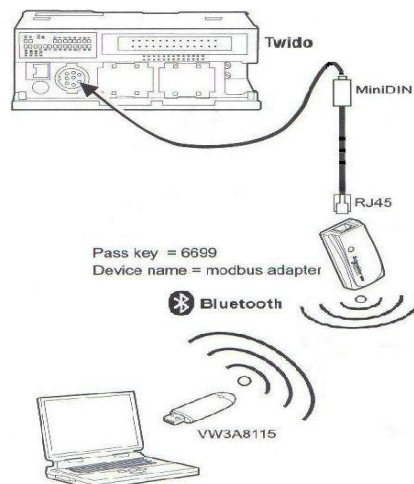


c) Para tener acceso al editor de programa, seleccione Programar, Programar en la barra de pasos TwidoSuite y haga clic en Definir símbolos en la barra de tareas.

En uso	Dirección	Símbolo
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.0	A0
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1	A1
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.0	AMAS
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.2	B0
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.3	B1
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.1	BMAS
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.2	BMENOS
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.4	C0
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.5	C1
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.3	CMAS
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.4	CMENOS
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.6	FR1
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.8	FR2
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.5	FV1
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.7	FV2
<input checked="" type="checkbox"/>	%M1	M1
<input checked="" type="checkbox"/>	%M2	M2
<input checked="" type="checkbox"/>	%M3	M3
<input checked="" type="checkbox"/>	%M4	M4
<input checked="" type="checkbox"/>	%M5	M5
<input checked="" type="checkbox"/>	%M6	M6
<input checked="" type="checkbox"/>	%M7	M7
<input checked="" type="checkbox"/>	%M8	M8
<input checked="" type="checkbox"/>	%M9	M9
<input checked="" type="checkbox"/>	%M10	M10
<input checked="" type="checkbox"/>	%M11	M11
<input checked="" type="checkbox"/>	%M12	M12
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.6	PARADA
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.10	START
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.9	STOP
<input checked="" type="checkbox"/>	%TM1	TM1
<input checked="" type="checkbox"/>	%TM2	TM2
<input checked="" type="checkbox"/>	%TM3	TM3
<input checked="" type="checkbox"/>	%TM4	TM4

4.9 Conexión de una computadora a un autómata Twido

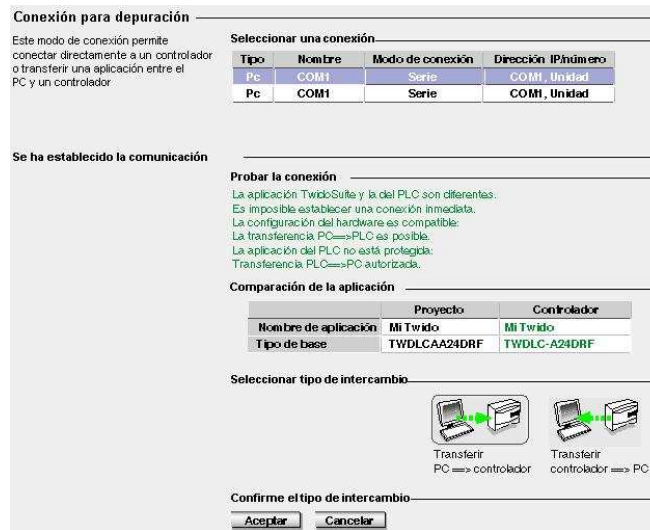
Conexión Bluetooth: Para autómatas Twido, es necesario un adaptador Bluetooth Modbus VW3A8114. Las computadoras utilizan el adaptador Bluetooth VW3A8115.



4.10 Transferencia del programa

a) Clic en Programar, Depurar, Conectar en COM4 y clic en el botón Aceptar. TwidoSuite intenta establecer una conexión con el controlador y realiza

comprobaciones de sincronización entre el PC y las aplicaciones del PLC.



b) Se escoge tipo de intercambio que es Transferir PC - Controlador y clic en el botón Aceptar.

4.11 Ejecución del programa en el Twido

a) Cuando haya acabado la transferencia del programa aparecerá una consola de control, que nos dirá el estado del Twido Online.



Esta está formada con tres botones para activar los estados del PLC de modo Online: Ejecutar, Detener e Inicializar.

b) Clic en Ejecutar, cuando se está ejecutando el autómata, también lo estará haciendo el programa de aplicación. Las entradas del autómata se actualizan y los valores de datos se establecen con arreglo a las instrucciones de la aplicación. Éste es el único estado en el que se actualizan las salidas reales.

4.12 Desconexión de una computadora del autómata

a) Seleccionar la tarea Programar, Depurar, Desconectar y clic en el botón Aceptar.