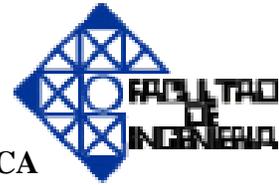




UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA



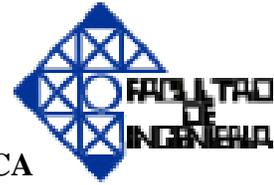
**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL SUPERVISADO
POR COMPUTADOR PARA UN BANCO DE ENSAYOS
ELECTRONEUMÁTICOS**

Br. REYES P. EMILIO J.

VALENCIA, 2010



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA



**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL SUPERVISADO
POR COMPUTADOR PARA UN BANCO DE ENSAYOS
ELECTRONEUMÁTICOS**

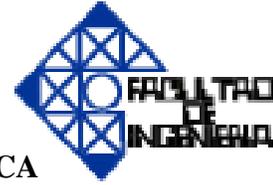
**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO PRESENTADO ANTE LA
ILUSTRE UNIVERSIDAD DE CARABOBO PARA OPTAR AL
TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO**

Br. REYES P. EMILIO J.

VALENCIA, 2010



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA



Los abajo firmantes miembros del jurado designado para evaluar el Trabajo Especial de Grado titulado **“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL SUPERVISADO POR COMPUTADOR PARA UN BANCO DE ENSAYOS ELECTRONEUMATICOS”** realizado por el bachiller **Reyes P. Emilio J., C.I. V. 16.481.013,** hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo.

Ing. Napoleón González
Tutor

Ing. Luis Escalona
Jurado

Ing. José Gutiérrez
Jurado



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA



SINOPSIS

El trabajo especial de grado se enfoca en el desarrollo de un sistema de control supervisado por computador para un banco de ensayos electroneumáticos. Para llevar a cabo el mismo se utilizó como servidor OPC el S7-200 PC Access software desarrollado y certificado por el fabricante Siemens, como cliente OPC se manejó el software OPCsoft desarrollado por el Ing. Ángel Villegas Prof. De la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, dentro de las herramientas para llevar a cabo la aplicación del trabajo de grado, se utilizó el Step 7- MicroWin 32, con el cual se realizaron los diagramas de control de los sistemas analizados. Como dispositivo para llevar a cabo los diferentes casos de estudio, se utilizó el PLC S7-200, disponible en el Laboratorio de Instrumentación de la Escuela de Ingeniería Mecánica.



DEDICATORIA

Todo lo que tengo y soy es a la gran Misericordia y Amor de DIOS, por la gran oportunidad que me dio de estar aquí en este mundo luchando en alcanzar mis metas y sueños lleno de personas especiales.

Este trabajo está dedicado a:

Mis Padres: José e Iris Reyes, que han dado gran parte de sus vidas por mi vida, se han esforzado por ayudarme en mis metas aun sacrificándose en muchas ocasiones, que en momentos buenos y malos han estado a mi lado.

Hermana: Hilda por ser parte de mí vida siendo la que con paciencia ha tolerado mis faltas, quien me defiende a capa y espada en cualquiera circunstancia y que ha sufrido y llorado momentos especiales junto a mí.

Familiares y amigos: porque todo momento me han apoyado dándome su mano y consuelo, que han llorado y reído a mi lado, y sus palabras me han ayudado a
Cambiar para bien.

A todos aquellos que formaron y aun forman parte de mis pensamientos y corazón, que en sus momentos de vida con carácter dieron palabras de apoyo y sustento emocional en muchas áreas de mi vida.

Bienaventuranza del Amor Fraternal.

SALMO 133: 1:3



AGRADECIMIENTOS

GRACIAS a Dios quien es mi sustento y amigo incondicional en todo tiempo.

A la ilustre Universidad de Carabobo por haberme permitido cursar y terminar mis estudios universitarios.

A todo el personal administrativo y docente de la facultad de Ingeniería, quienes estuvieron en medio de mi formación como profesional y hombre de bien.

Ingeniero Luis Escalona profesor que fue más que una ayuda una bendición en medio del trabajo, sino también un consejero y gran amigo, que soporto mis fallas sin juzgarme.

Ingeniero Napoleón González profesor que asumió el reto de tutor sin cuestionar su condición de trabajo.

A los hermanos en Cristo que con sus oraciones me apoyaron para que alcanzara este logro y muchos más.



Resumen

El trabajo especial de grado tiene como finalidad desarrollar aplicaciones prácticas que permitan integrar tecnología de campo (API, sensores, electroválvulas y actuadores neumáticos) con ordenadores (PC) en sistemas de control electroneumáticos, como los desarrollados en las prácticas del laboratorio de automatización industrial con los equipos presente, empleando a su vez herramientas de software desarrolladas en la Facultad de Ingeniería; esto llevo a la interacción entre las escuelas de Eléctrica y Mecánica.

El trabajo de estudio se basa en la aplicación de las herramientas Cliente – Servidor OPC en distintos casos industriales, para cada caso fue creada una interfaz de control dando la posibilidad de supervisar los estados de los diferentes procesos.

Cabe destacar que cada caso presenta particularidades funcionales con la finalidad de manejar diferentes niveles de complejidad y de elementos dentro de los procesos de estudio.

Todo esto fue posible con la adquisición del Servidor S7-200 PC Access, y a los dispositivos con que cuenta el laboratorio de Automatización de la Escuela de Mecánica.

INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	3
1.2. OBJETIVOS.....	5
1.2.1. Objetivo General del Trabajo.	5
1.2.2. Objetivos Específicos.....	5
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	6
1.4. ALCANCE.	6
1.5. LIMITACIONES.....	6
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	8
2.2 CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE (PLC).....	10
2.2.1. Definición.....	10
2.2.2. Campos de aplicación	11
2.2.3. Funciones básicas de un PLC	12
2.2.4. Elementos constitutivos y diseño de un controlador lógico programable.....	15
2.2.5. Comunicaciones.....	21
2.3. OLE PARA CONTROL DE PROCESOS (OPC).....	22
2.3.1. Definición.....	22
2.3.3 Aplicación de OPC	25
2.3.4. Arquitectura OPC	27
2.3.5. Métodos de Aplicación	29

2.3.6. Esquema General	29
2.3.7. Funcionalidad OPC	30
2.3.8. Bases de OPC	31
2.4. INTEGRACIÓN OPC.....	33
2.4.1 Especificaciones OPC	33
2.4.2. Tipos de Interfaces	34
2.4.3. Definición de Interfaces	35
2.4.4. El Modelo Lógico de OPC DA.....	36
2.4.5. Diseño de un Servidor OPC DA.....	39
2.4.6. El Modelo Lógico OPC A&E.....	40
2.5. CREACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE VARIABLES PARA UNA APLICACIÓN CLIENTE-SERVIDOR OPC BASADA EN DISPOSITIVOS PARTICULARES.	41
2.5.1 Diagrama Escalera	41
2.5.2. Configuración de la herramienta servidor OPC	43
2.5.4. Creación de interfaz de control y asignación de variables para los elementos de control del panel mediante el uso del cliente OPC	49
3.1. METODOLOGÍA.....	59
3.1.1. Búsqueda de información.....	59
3.1.2. Maniobras, análisis de banco de ensayos.....	59
3.1.3. Selección y análisis de herramientas de comunicación.....	59
3.1.4. Diseño de sistemas de control electroneumáticos.....	60
3.1.5. Diseño de aplicaciones de monitoreo.....	60
3.1.6. Puesta en funcionamiento y análisis.	60

4.1. CASO DE ESTUDIO 1.....	62
4.1.1. Dispositivos a utilizar en el caso de estudio 1.	63
4.1.2. Descripción de la solución del caso de estudio 1.	64
4.1.3. Diagrama de potencia de la estructura del sistema del caso de estudio 1.	65
4.1.4. Diagrama escalera con asignación de variables del caso de estudio 1.	66
4.1.5. Diagrama de conexiones del caso de estudio 1.	66
4.1.6. Creación y configuración de la Interfaz.	67
4.1.7. Descripción de la Interfaz del caso de estudio 1.....	70
4.2. CASO DE ESTUDIO 2.....	71
4.2.1. Dispositivos a utilizar en el caso de estudio 2.	72
4.2.2. Descripción de la solución del caso de estudio 2.	73
4.2.3. Diagrama de potencia del caso de estudio 2.....	74
4.2.4. Diagrama Escalera de control del proceso caso de estudio 2.....	75
4.2.5. Diagrama de conexiones del caso de estudio 2.	76
4.2.6. Creación y configuración de Interfaz caso de estudio 2.	77
4.2.7. Descripción de la Interfaz del caso de estudio 2.....	79
4.3. CASO DE ESTUDIO 3.....	80
4.3.1. Dispositivos a utilizar en el caso de estudio 3.	81
4.3.2. Descripción de la solución.	82
4.3.3. Diagrama de potencia del caso de estudio 3.....	82
4.3.4. Diagrama Escalera de control del proceso.	83
4.3.5. Diagrama de conexiones del caso de estudio 3.	84
4.3.6. Creación y configuración de Interfaz del caso de estudio 3.....	85
4.3.7. Descripción de la Interfaz del caso de estudio 3.....	87

4.4 CASO DE ESTUDIO 4.....	88
4.4.1. Dispositivos a Utilizar en el caso de estudio 4.	89
4.4.2. Descripción de la solución del caso de estudio 4.	90
4.4.3. Diagrama de potencia del caso de estudio 4.....	90
4.4.4. Diagrama Escalera de control del proceso del caso de estudio 4.	92
4.4.5. Diagrama de conexiones del caso de estudio 4.	93
4.4.6. Creación y configuración de Interfaz.	94
4.4.7. Descripción de la Interfaz del caso de estudio 4.....	96
4.5. CASO DE ESTUDIO 5.....	97
4.5.1. Dispositivos a utilizar en el caso de estudio 5.	98
4.5.2. Descripción de la solución del caso de estudio 5.	99
4.5.3. Diagrama de potencia del caso de estudio 5.....	100
4.5.4. Diagrama Escalera de control del proceso del caso de estudio 5.	101
4.5.5. Diagrama de conexiones del caso de estudio 5.	102
4.5.6. Creación y configuración de Interfaz del caso de estudio 5.....	103
4.5.7. Descripción de la Interfaz del caso de estudio 5.....	105
4.6. CASO DE ESTUDIO 6.....	106
4.6.1. Dispositivos a utilizar en el caso de estudio 6.	107
4.6.2. Descripción de la solución del caso de estudio 6.	108
4.6.3. Diagrama de potencia del caso de estudio 6.....	109
4.6.4. Diagrama Escalera de control del proceso de caso de estudio 6.	110
4.6.5. Diagrama de conexiones del caso de estudio 6.	111
4.6.6. Creación y configuración de Interfaz.	112
4.6.7. Descripción de la Interfaz del caso de estudio 6.....	113

4.7. CASO DE ESTUDIO 7.....	114
4.7.1. Dispositivos a utilizar en el caso de estudio7.	115
4.7.2. Descripción de la solución.	116
4.7.3. Diagrama de potencia del caso de estudio 7.....	117
4.7.4. Diagrama Escalera de control del proceso.	119
4.7.5. Diagrama de conexiones del caso de estudio7.	120
4.7.6. Creación y configuración de Interfaz.	121
4.7.7. Descripción de la Interfaz.....	123
4.8. CASO DE ESTUDIO 8.....	125
4.8.1. Dispositivos a Utilizar en el caso de estudio 8.	126
4.8.2. Descripción de la solución del caso de estudio 8.	127
4.8.3. Diagrama de potencia del caso de estudio 8.....	128
4.8.4. Diagrama Escalera de control del proceso.	130
4.8.5. Diagrama de conexiones del caso de estudio 8.	131
4.8.6. Creación y configuración de Interfaz del caso de estudio 8.....	133
4.8.7. Descripción de la Interfaz.....	135
5.1. CONCLUSIONES.....	137
5.2. RECOMENDACIONES.....	138
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	139

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Tabla de componentes que conforman el diagrama escalera.....	42
Tabla 4.1. Leyenda de los elementos del diagrama de potencia del caso de estudio 1.....	65
Tabla 4.2. Conexiones y direccionamiento del caso de estudio 1.....	67
Tabla 4.3. Variables generadas en el pc access para establecer interfaz.....	68
Tabla 4.4. Leyenda de los elementos de la estructura de potencia del caso de estudio 2.....	74
Tabla 4.5. Conexiones y direccionamiento de caso de estudio 2.....	76
Tabla 4.6. Variables generadas en el pc access para establecer interfaz caso de estudio 2.....	77
Tabla 4.7. Leyenda de los elementos de la estructura de potencia del caso de estudio 3.....	83
Tabla 4.8. Conexiones y direccionamiento del caso de estudio 3.....	84
Tabla 4.9. Variables generadas en el pc access para establecer interfaz del caso de estudio 3.....	85
Tabla 4.10. Combinaciones del caso de estudio 4 según señales de sensores. Obtenido de manual de automatización industrial, profesora adriana herrera.....	88
Tabla 4.11. Leyenda de los elementos de la estructura de potencia del caso de estudio 4.....	91
Tabla 4.12. Conexiones y direccionamiento del caso de estudio 4.....	93
Tabla 4.13. Variables generadas en el pc access para establecer interfaz del caso de estudio 4.....	94

Tabla 4.14. Leyenda de los elementos de la estructura de potencia del caso de estudio 5.....	101
Tabla 4.15. Conexiones y direccionamiento del caso de estudio 5.....	102
Tabla 4.16. Variables generadas en el pc access para establecer interfaz del caso de estudio 5.....	103
Tabla 4.17. Leyenda de los elementos de la estructura de potencia del caso de estudio 6.....	109
Tabla 4.18. Conexiones y direccionamiento del caso de estudio 6.....	111
Tabla 4.19. Variables generadas en el pc access para establecer interfaz del caso de estudio 6.....	112
Tabla 4.20. Leyenda de los elementos de la estructura de potencia del caso de estudio 7.....	118
Tabla 4.21. Conexiones y direccionamiento del cao de estudio 7.....	121
Tabla 4.22. Variables generadas en el pc access para establecer interfaz del caso de estudio 7.....	122
Tabla 4.23. Leyenda de los elementos de la estructura de potencia del caso de estudio 8.....	129
Tabla 4.24. Conexiones y direccionamiento de caso de estudio 8.....	132
Tabla 4.25. Variables generadas en el pc access para establecer interfaz del caso de estudio 8.....	133

Índice de Figuras

Figura 2.1. PLC moderno instalado (2008) dentro del tablero eléctrico.....	10
Figura 2.3. Funciones del PLC.....	14
Figura 2.4. Estructura Interna del PLC	14
Figura 2.5. Estructura física de Autómatas compactos	17
Figura 2.6. Descripción de Autómatas compactos.....	18
Figura 2.7. Descripción física de Autómatas semimodulares	19
Figura 2.8. Tipo de conexiones de Autómatas semimodulares.....	19
Figura 2.9. Autómata modular	20
Figura 2.10. Esquema General de OPC.	26
Figura 2.11. Arquitectura OPC	28
Figura 2.12. Esquema ampliado de la arquitectura OPC	28
Figura 2.13. Esquema de funcionalidad OPC	30
Figura 14. Cliente OPC.....	32
Figura 15. Relación cliente / servidor OPC.	32
Figura 16. Relación cliente / servidor OPC	33
Figura 2.17. Modelo de objetos lógicos.....	37
Figura 2.18. Diseño de un servidor OPC DA.	39
Figura 2.19. Modelo lógico de un objeto servidor A & E.....	40
Figura 2.20. Estructura general del sistema de control.	41
Figura 2.21. Diagrama escalera.....	42
Figura 2.22. Creación y Asignación de PLC dentro del PC Access	44
Figura 2.23. Detalle de la región 1	44
Figura 2.24. Detalles de la región 2, ventana emergente.	45
Figura 2.25. Creación de Carpeta para el proyecto en PC Access	45
Figura 2.26. Representación de creación de Ítem dentro de la Carpeta creada.	47
Figura 2.27. Ventana emergente en la creación de Ítems de PC Access	47
Figura 2.28. Grupo de Variables del proyecto en PC Access	48

Figura 2.29. Detalles de la región 3, Grupo de Variables del proyecto en PC Access	48
Figura 2.30. Pantalla de inicio OPC Soft.	49
Figura 2.31. Detalles de la región 4, elementos de trabajo del OPC Soft.	50
Figura 2.32. Elemento insertado en escritorio de trabajo de OPC Soft.	51
Figura 2.33. Detalles de la región 5 Elemento insertado en escritorio de trabajo de OPC Soft	51
Figura 2.34. Detalles de la ventana de propiedades de elementos.	52
Figura 2.35. Pantalla emergente para la Modificación de propiedades.	53
Figura 2.36. Detalles de la ventana de Propiedades del elemento en OPC Soft.	53
Figura 2.37. Asignación de características y Propiedades OPC al elemento.	54
Figura 2.38. Asignación de características e Ítems al elemento dentro del OPC Soft.	55
Figura 2.39. Asignación Completa de características de Ítems.	56
Figura 4.1. Representación del Proceso del caso de estudio 1.....	62
Figura 4.2. Diagrama de Potencia del Proceso de Estampado	65
Figura 4.3. Diagrama escalera del caso de estudio 1.	66
Figura 4.4. Diagrama de conexiones del caso de estudio 1.	66
Figura 4.5. Configuración y programación de Script.....	68
Figura 4.6. Tablero de control del caso de estudio 1	69
Figura 4.7. Representación (A) y (B), Detalles del tablero de control del caso de estudio 1	70
Figura 4.8. Esquema del proceso industrial caso de estudio 2.....	71
Figura 4.9. Estructura de potencia del caso de estudio 2.	74
Figura 4.10. Diagrama escalera para el control del caso de estudio 2.	75
Figura 4.11. Diagrama conexiones del caso de estudio 2.	76
Figura 4.12. Representación (A) y (B), detalles de interfaz de control caso de estudio 2.	78

Figura 4.13. Detalles de los elementos dentro de la interfaz de control del caso de estudio 2.	79
Figura 4.14. Tanque referencia para el sistema de nivel del caso de estudio 3.	80
Figura 4.15. Estructura de potencia del caso de estudio 3.	82
Figura 4.17. Diagrama conexiones del montaje 3.	84
Figura 4.18. Tablero de control de montaje 3.	86
Figura 4.19. Ampliación de los elementos del tablero o interfaz de control.	86
Figura 4.20. Esquema representativo del caso de estudio 4.	88
Figura 4.21. Estructura de potencia del montaje 4.	90
Figura 4.22. Diagrama escalera para el control del caso de estudio 4.	92
Figura 4.23. Diagrama conexiones del caso de estudio 4.	93
Figura 4.25. Detalles de los elementos de la interfaz de control del caso de estudio 4.	95
Figura 4.26. Prensa Neumática de referencia para el caso de estudio 5.	97
Figura 4.27. Estructura de potencia del caso de estudio 5.	100
Figura 4.28. Diagrama escalera para el control del caso de estudio 5.	101
Figura 4.29. Diagrama conexiones del caso de estudio 5.	102
Figura 4.30. Tablero de control del caso de estudio 5.	104
Figura 4.31. Detalles del elementos del tablero o interfaz de control de caso de estudio 5.	104
Figura 4.32. Prensa neumática de muebles modelo del caso de estudio 6.	106
Figura 4.33. Estructura de potencia del caso de estudio 6.	109
Figura 4.34. Diagrama escalera para el control del caso de estudio 6.	110
Figura 4.35. Diagrama conexiones del caso de estudio 6.	111
Figura 4.36. Interfaz del caso de estudio 6.	112
Figura 4.37. Detalles de la Interfaz del caso de estudio 6.	113
Figura 4.38. Esquema del proceso del caso de estudio 7.	114
Figura 4.39. Estructura de potencia del caso de estudio 7.	117
Figura 4.40. Diagrama escalera para el control del caso de estudio 7.	119

Figura 4.41. Diagrama conexiones del caso de estudio 7.	120
Figura 4.43. Detalles de los elementos del tablero o interfaz de control.	123
Figura 4.44. Esquema del proceso del caso de estudio 8.	126
Figura 4.45. Estructura de potencia del caso de estudio 8.	128
Figura 4.46. Diagrama escalera para el control del caso de estudio 8.	130
Figura 4.47. Diagrama conexiones del caso de estudio 8.	131
Figura 4.48. Tablero de control del caso de estudio 8.	134



INTRODUCCIÓN

La evolución tecnológica y social actual, ha provocado que los procesos industriales aumenten exponencialmente sus exigencias de producción, a tal punto que la supervisión humana no es suficiente para controlar o llevar un registro de los mismos. Debido a estas exigencias, se han desarrollado soluciones basadas en utilizar autómatas o redes de autómatas, actuando como control inmediato de las plantas industriales. Tomando en cuenta dichos avances, los requerimientos a nivel de Automatización Industrial aumentan día a día las exigencias de control, por lo tanto nace la necesidad de crear y desarrollar herramientas que permitan operar dichos procesos por medio de interfaces de control. Estas llamadas interfaces de control permiten inspeccionar y llevar registros de las variables que se manejan dentro del proceso, de los dispositivos que lo conforman y hasta de las acciones que realizan dichos elementos.

El trabajo de grado tiene como finalidad desarrollar sistemas de control utilizando diversas herramientas que permiten supervisar y manipular por computador procesos industriales y está estructurado en 5 capítulos. El capítulo I presenta el planteamiento y otros aspectos que soportan la investigación como son los objetivos, la justificación, los alcances y limitaciones. El capítulo II, por otra parte, desarrolla los fundamentos teóricos utilizados para el desarrollo. El capítulo III explica la metodología para alcanzar los objetivos de proyecto y el capítulo IV presenta el desarrollo de los casos de estudio. Por último en el capítulo V se plantean las conclusiones y recomendaciones de todo el trabajo de grado en general.



CAPÍTULO I EL PROBLEMA



1.1. Planteamiento del Problema.

Para finales de los años ochenta, con un mercado de autómatas programables industriales (API) desarrollado y maduro y una presencia cada vez mayor de los computadores personales (PC) en la industria, fueron frecuentes las discusiones acerca de la conveniencia de instalar uno u otro como elementos centrales de un sistema de control. Sin embargo, con el paso de los años se han definido claramente las delimitaciones entre la aplicación de los PC y los API en el entorno industrial. En general, al autómata presenta fortalezas en lo que al hardware de interfaz con la planta y seguridad de funcionamiento se refiere, por otro lado el PC le supera en cuanto a potencia de programación e interacción con el usuario y otros sistemas.

Entonces, se han desarrollado soluciones basadas en utilizar autómatas o redes de autómatas actuando como control inmediato de planta, junto con otros reguladores y unidades de entrada/salida (E/S) de conexión directa mediante bus de campo, unido todo ello a uno o varios ordenadores PC enlazados o no, que se encargan de las operaciones matemáticas complejas, resolución de algoritmos analógicos, gestión de datos, conexión con dispositivos específicos de E/S, etc., y de presentar una interfaz amable con el usuario, formando un sistema mixto que puede ser autónomo o dependiendo a su vez de estructuras jerárquicas superiores.

La utilización de soluciones combinadas basadas en PC para supervisión y monitorización y en API para captura y mando de variables de planta, ofrece una gran flexibilidad operativa, factor muy importante en procesos de fabricación que dependen cada vez más de una demanda flexible, frecuentes variaciones en las especificaciones de los productos y sistemas de comunicación basados en redes de área local o de área amplia.



Entre los aspectos a definir al momento de implantar una solución basada en API y PC se encuentran: el tipo de interfaz o topología de conexión entre el o los PC y el o los autómatas así como el tipo de herramienta de software sobre la cual se desarrollará la interfaz del PC que interactuará con el usuario. La definición del último aspecto implica adquirir un software comercial compatible con el modelo de autómata a utilizar o el desarrollo del software como tal, la primera opción aunque cuenta con alta aceptación por parte del usuario y así como de efectividad, resulta altamente costosa y restringente al momento de requerirse modificaciones.

El Laboratorio de Automatización Industrial de la Escuela de Ingeniería Mecánica cuenta con bancos de ensayo para el desarrollo y estudio de sistemas de control electroneumáticos y además posee tecnología de autómatas programables industriales, lo que permite el desarrollo de sistemas de control electroneumáticos basados en lógica programada. Como parte del proceso de permanente actualización de los contenidos académicos motivado por el avance tecnológico continuo existente en el área de Automatización Industrial, se ha establecido como objetivo el desarrollo de sistemas que permitan integrar tecnología de campo (API, sensores, electroválvulas y actuadores neumáticos) con ordenadores PC en sistemas de control electroneumáticos como los desarrollados en las prácticas de laboratorio con los equipos presentes en el mismo, empleando a su vez herramientas de software desarrolladas en la Facultad de Ingeniería.



1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General del Trabajo.

Desarrollar un sistema de control supervisado por computador en un banco de ensayos electroneumáticos en el Laboratorio de Automatización Industrial.

1.2.2. Objetivos Específicos.

- Analizar las características de los dispositivos del banco de electroneumática del Laboratorio de Automatización Industrial.
- Analizar las características técnicas de los autómatas programables industriales y de los computadores del Laboratorio de Automatización Industrial.
- Seleccionar el modelo de autómata programable industrial del laboratorio a ser empleado para el control de los sistemas electroneumáticos a desarrollar.
- Seleccionar la interfaz y el software para la conexión entre los computadores y el autómata programable industrial seleccionado.
- Diseñar los sistemas de control electroneumáticos basados en lógica programada acordes con los dispositivos presentes en el banco y laboratorio.
- Diseñar la interfaz de interacción entre el usuario y el computador personal, basada en el software de conexión seleccionado.
- Implementar los sistemas de control electroneumáticos basados en lógica programada integrando a ellos las interfaces para el usuario desarrolladas en el computador.



1.3. JUSTIFICACIÓN.

A nivel industrial la aplicación de sistemas de supervisión y control ha cobrado gran importancia, al igual que el uso de autómatas programables dentro de procesos, por tal razón es necesario el desarrollo de dichas tecnologías dentro de la Escuela de Mecánica, al igual que lo es actualizar los contenidos en el área de automatización y aprovechar las herramientas desarrolladas dentro de la Facultad de Ingeniería, generando así nuevas líneas en los diferentes campos de investigación entre las escuelas.

1.4. ALCANCE.

El proyecto contempla el desarrollo de sistemas de supervisión para sistemas electroneumáticos de control mediante un computador. Se emplearán herramientas de software y hardware más no se desarrollarán de las mismas. Los sistemas de control serán implementados en los bancos de electroneumática presentes en el laboratorio de Automatización y Control Industrial de la Escuela de Mecánica de la Universidad de Carabobo.

1.5. LIMITACIONES.

- La adquisición del software para la interconexión entre el PLC y la PC.
- Disponibilidad de las áreas de trabajo, para realizar pruebas y montajes, limitado por el horario para el desarrollo de las practicas de automatización industrial del Laboratorio de Automatización Industrial y Control de Ingeniería Mecánica.



CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO



2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

A nivel mundial, los sistemas modernos de control incluyen software para el monitoreo y control en cualquier tipo de proceso, la información que brindan puede ser usada para la toma de decisiones estratégicas.

El inconveniente con estos programas es que son costosos y normalmente restringen al usuario debido a que no existe compatibilidad entre marcas. El desarrollo de una aplicación nueva puede ser muy difícil pues cada fabricante presenta un software y hardware con características particulares que dificultan la integración a sus sistemas de control con tecnologías de otras marcas. Se crea entonces el estándar OPC (Ole Process Control) como una plataforma que permite garantizar la compatibilidad y facilitar el desarrollo de aplicaciones de monitoreo y control a menos costos y adaptada a las necesidades de la empresa.

En el ámbito de las aplicaciones OPC, Turkington y Mosquera (2008) implementaron la comunicación entre un controlador lógico programable Siemens S7-2000 y un computador con un cliente OPC, para ello emplearon un servidor OPC de la marca del controlador y como cliente OPC un software desarrollado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo. Considerando a los sistemas OPC como tecnologías alternativas para la supervisión y comunicación para los procesos industriales, Lemos y Miranda (2006) implementaron una arquitectura de Cliente-Servidor que brinda una muy buena plataforma para extraer datos de una fuente (en este caso un equipo Industrial) y a través de un servidor enviarlos a cualquier aplicación cliente de manera estándar.

Vicente y colaboradores (1998) desarrollaron avances bajo el Sistema Operativo Unix en lo referente al modelo de cliente-servidor de OPC. De esta manera obtuvieron aplicaciones compatibles con plataformas de diferentes fabricantes sin



quedar restringidos a plataformas propietarias. En este sentido, el módulo servidor se ha diseñado para que sea genérico, robusto y controlable. El usuario dispone de una interfaz grata amigable, que le permite realizar las tareas asociadas a un sistema de este tipo, como la monitorización de las distintas variables de los procesos, la toma de decisiones y la actuación remota sobre dichas variables. Además, cumple con las características de habilidad y robustez deseables en cualquier entorno. Esta aplicación se encuentra en funcionamiento en un laboratorio donde existen diferentes plantas pilotos con distintas características y restricciones temporales.

Aro (2007) describe un componente basado en OPC para el desarrollo de aplicaciones hacia el estudio del medio ambiente. Además de OPC, el componente realiza la transferencia de datos a través de ODBC, HTTP, SOAP, etc. Permite el desarrollo de aplicaciones flexibles, eficientes y fiables que tengan todas las ventajas de la comunicación OPC, sin la necesidad de aprender el estándar de comunicación o correr los peligros comunes en las comunicaciones OPC. Asimismo, permite a los desarrolladores concentrarse en el nivel de aplicación, tales como control de supervisión y adquisición de datos (SCADA), de sistemas de gestión de producción (PMS), sistemas de ejecución de fabricación (MES), gestión de activos y ciclo de vida del producto de gestión.

Li y colaboradores (2005) realizaron avances mediante aplicaciones en criogenia, en las que observaron la factibilidad y lo favorable que es operar el sistema de cliente servidor OPC. La gran variedad de equipos que se pueden manipular dan al usuario libertad al momento de utilizarlo tomando en cuenta el proceso que se desea realizar o el nivel de complejidad requerido por el sistema.



2.2 CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE (PLC)

2.2.1. Definición

Un autómata programable industrial (API) o Programmable logic controller (PLC), Es un dispositivo que se programa en lenguaje no informático, diseñado para controlar sistemas generalmente de tipo secuenciales en tiempo real y en ambientes de tipo industrial. Un PLC trabaja en base a la información recibida por los introductores de señal y el programa lógico interno, actuando sobre los accionadores ubicados en el proceso del sistema a controlar..

Su historia se remonta a finales de la década de 1960 cuando la industria buscó en las nuevas tecnologías electrónicas una solución más eficiente para reemplazar los sistemas de control basados en lógica a Relés, empleados en sistemas de lógica combinacional o secuencial.



Figura 2.1. PLC moderno instalado (2008) dentro del tablero eléctrico

<http://www.rockwellautomation.com>; *Controlador Lógico Programable de marca Rockwell o Allen Bradley. Familia*

Hoy en día, los PLC no sólo controlan la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, sino que también pueden realizar operaciones aritméticas, manejar señales analógicas para realizar estrategias de control, tales como la configuración de controladores en modo proporcional integral y derivativo (PID).



Los PLC actuales pueden comunicarse con otros controladores y computadoras en redes de área local, y son una parte fundamental de los modernos sistemas de control distribuido.

En la configuración de un PLC se utilizan varios formatos de programación, tradicionalmente los más utilizados son el diagrama de escalera (Lenguaje Ladder), preferido por los electricistas, la lista de instrucciones y programación por estados, aunque se han incorporado formatos más intuitivos que permiten implementar algoritmos complejos mediante simples diagramas de flujo más fáciles de interpretar y mantener. Un lenguaje reciente, preferido por los informáticos y electrónicos, son los diagramas de bloques de funciones ó el FBD (en ingles Function Block Diagram) que emplea compuertas lógicas y bloques con distintas funciones conectadas entre sí.

En la programación utilizada para la configuración del controlador se pueden incluir diferentes tipos de operandos, desde los más simples como lógica booleana, contadores, temporizadores, contactos, bobinas y operadores matemáticos, hasta operaciones más complejas como manejo de tablas (recetas), apuntadores, algoritmos PID y funciones de comunicación multiprotocolos para la interconexión con otros dispositivos.

2.2.2. Campos de aplicación

El PLC, por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía constantemente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc. , por tanto, su aplicación



abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos con necesidades tales como:

- Espacio reducido
- Procesos de producción periódicamente cambiantes
- Procesos secuenciales
- Maquinaria de procesos variables
- Instalaciones de procesos complejos y amplios
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso

2.2.3. Funciones básicas de un PLC

Las funciones básicas de un PLC, ilustradas en la figura 2.3, se resumen a continuación:

- **Detección:** lectura de la señal de los captadores distribuidos por el sistema de fabricación.
- **Mando:** elaborar y enviar las acciones al sistema mediante los accionadores y preaccionadores.
- **Dialogo hombre maquina:** Mantener un diálogo con los operarios de producción, obedeciendo sus consignas e informando del estado del proceso.
- **Programación:** Para introducir, elaborar y cambiar el programa de aplicación del autómat. El dialogo de programación debe permitir modificar el programa incluso con el autómat controlando la maquina.



- **Comunicación en Red:** permiten establecer comunicación con otras partes de control. Las redes industriales permiten la comunicación y el intercambio de datos entre autómatas a tiempo real. En unos cuantos milisegundos pueden enviarse telegramas e intercambiar tablas de memoria compartida. Para esto se utilizan redes industriales basadas en estructuras como bases de campo.

- **Supervisión de Sistemas:** también los autómatas permiten comunicarse con ordenadores provistos de programas de supervisión industrial. Esta comunicación se realiza por una red industrial o por medio de una simple conexión por el puerto serie del ordenador.

- **Control de procesos continuos:** Además de dedicarse al control de sistemas de eventos discretos los autómatas llevan incorporadas funciones que permiten el control de procesos continuos. Disponen de módulos de entrada y salida analógicas y la posibilidad de ejecutar reguladores PID que están programados en el autómata.

- **Manejo de Entradas- Salidas distribuidas:** Los módulos de entrada salida no tienen porqué estar en el armario del autómata. Pueden estar distribuidos por la instalación, se comunican con la unidad central del autómata mediante un cable de red.

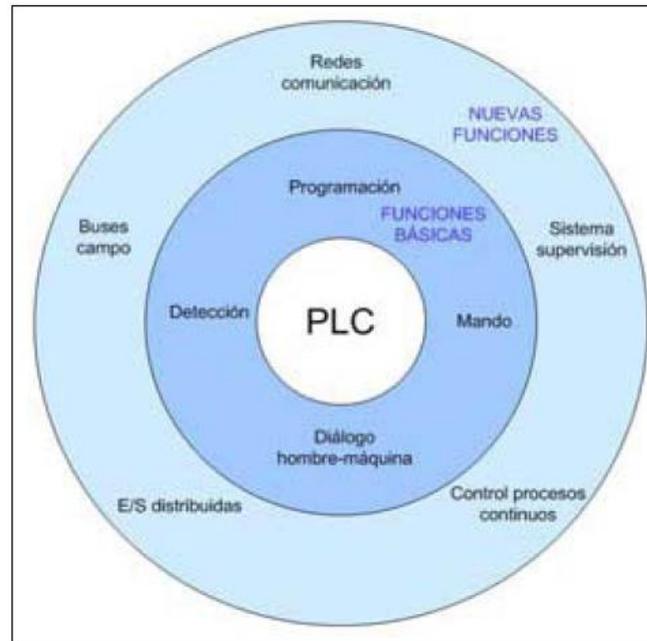


Figura 2.3. Funciones del PLC.
www.grupo-maser.com/PAG.../PLC/plc.htm

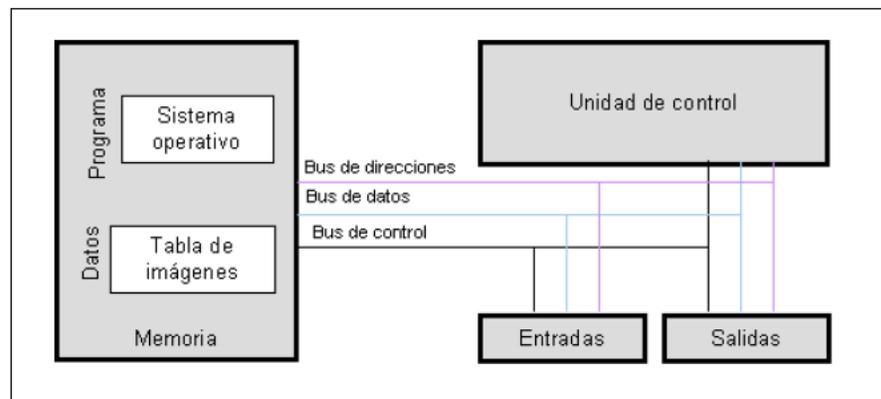


Figura 2.4. Estructura Interna del PLC
www.grupo-maser.com/PAG.../PLC/plc.htm



2.2.4. Elementos constitutivos y diseño de un controlador lógico programable.

En general la estructura uniforme de un controlador lógico programable así como su diseño externo se ajusta a lo descrito a continuación.

Los elementos que la conforman se presentan en la figura 2.4 y se describen en esta sección:

2.2.4.1. Elementos Internos

- **Fuente de alimentación:** convierte la tensión de la red, 110 ó 220V corriente alterna (AC) a baja tensión de corriente continua (DC) (24V por ejemplo) empleada por los circuitos electrónicos internos del autómeta.

- **La Unidad Central de Procesos (CPU):** es el auténtico “cerebro” del sistema. Ejecuta los comandos introducidos por el operador mediante los formatos de programación existente y de acuerdo con el estado de las señales presentes en la o las interfaces de entrada modifica el estado de las señales en las interfaces de salida.

- **Interfaz de entradas:** aquí se unen eléctricamente los captadores (interruptores, finales de carrera). La información que recibe la envía al CPU para ser procesada según la programación. Hay 2 tipos de captadores conectables al módulo de entradas: los pasivos y los activos.

- **Interfaz de salida:** es el encargado de activar y desactivar los actuadores (bobinas de contactores, motores pequeños). Cuando se procesan las señales de entrada por la CPU, se modifica el estado en los terminales del módulo de salida.

- **Memoria:** La memoria es el almacén donde se retiene la información requerida para realizar el control. Esta información corresponde a datos del proceso (señales de planta para entradas y salidas, variables internas) y datos de control (instrucciones, configuración del autómeta).



Existen varios tipos de memorias:

- **Memoria RAM** se utiliza principalmente como memoria interna, y únicamente como memoria de programa en el caso de que pueda asegurarse el mantenimiento de los datos con una batería exterior.
- **Memoria ROM** se utiliza para almacenar el programa monitor del sistema y es una memoria de sólo lectura.
- **Memorias EPROM** se utilizan para almacenar el programa de usuario, una vez que ha sido convenientemente depurada.
- **Memorias EEPROM** se emplean principalmente para almacenar programas, aunque en la actualidad es cada vez más frecuente el uso de combinaciones RAM + EEPROM, utilizando estas últimas como memorias de seguridad que salvan el contenido de las RAM. Una vez reanudada la alimentación, el contenido de la EEPROM se vuelca sobre la RAM. Las soluciones de este tipo están sustituyendo a las clásicas RAM + batería puesto que presentan muchos menos problemas.

2.2.4.2. Diseño de Autómatas existentes.

Existen diferentes estructuras externas de PLC'S, entre ellas se tienen:

Estructura compacta

Este tipo de autómatas se distingue por presentar en un solo bloque todos sus elementos, esto es, fuente de alimentación, CPU, memorias, entradas/salidas, etc.

Son los autómatas de gama baja o nanoautómatas los que suelen tener una estructura compacta. Su potencia de proceso suele ser muy limitada dedicándose a controlar máquinas muy pequeñas o cuadros de mando. La figura 2.5 y 2.6 se ilustra un modelo de PLC con estructura compacta.

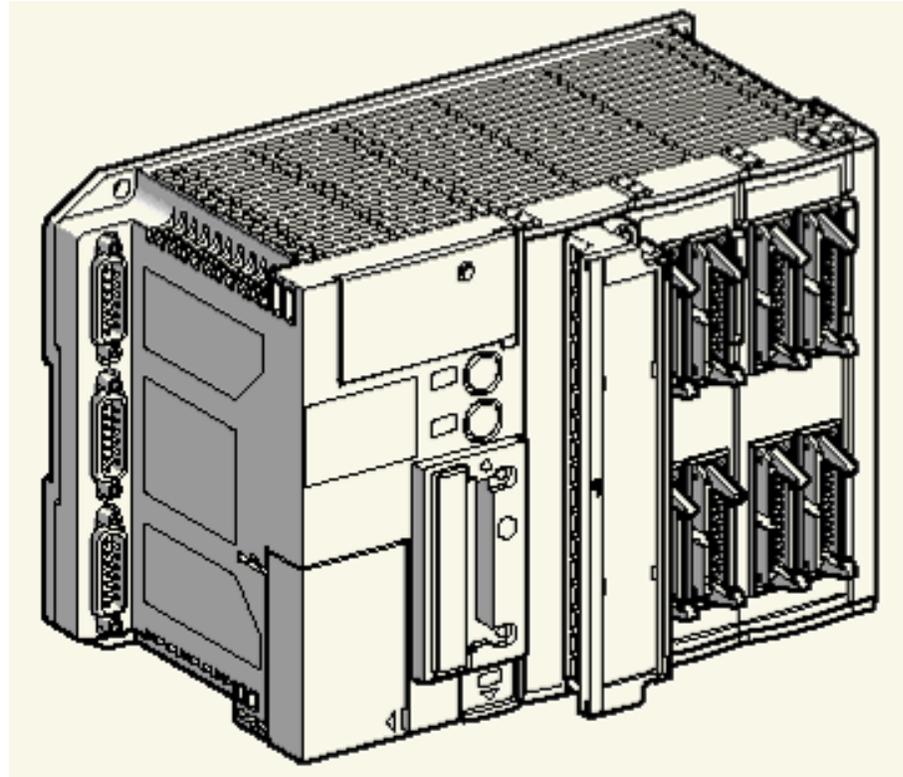


Figura 2.5. Estructura física de Autómatas compactos
www.grupo-maser.com/PAG.../PLC/plc.htm

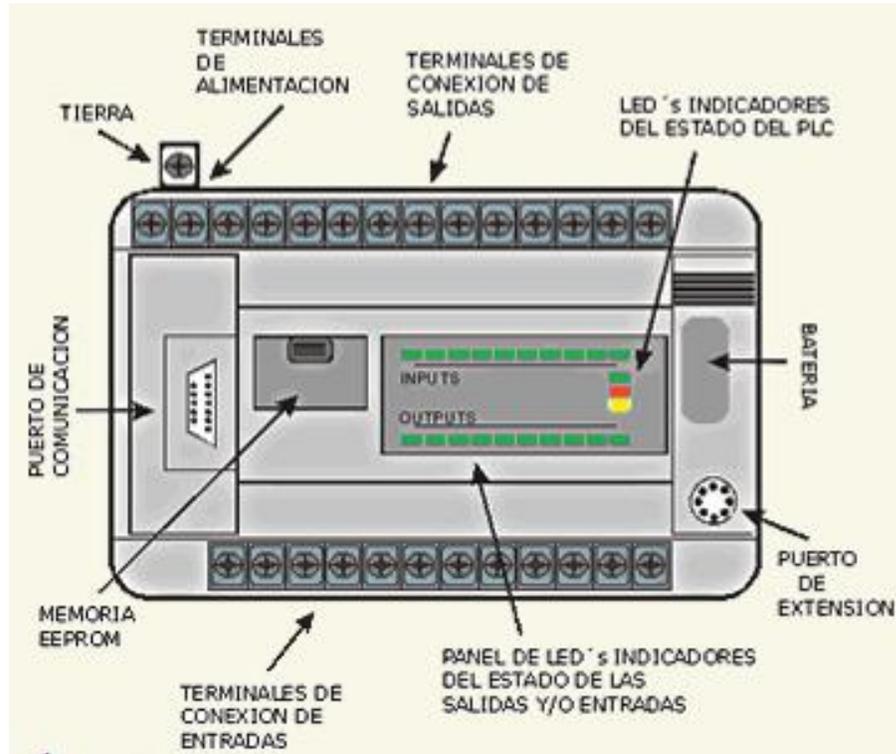


Figura 2.6. Descripción de Autómatas compactos
www.grupo-maser.com/PAG.../PLC/plc.htm

Estructura semimodular

Se caracteriza por separar las E/S del resto del autómata, de tal forma que en un bloque compacto están reunidas las CPU, memoria de usuario o de programa y fuente de alimentación y separadamente las unidades de E/S.

Son los autómatas de gama media los que suelen tener una estructura semimodular (Americana). En la figura 2.7 y 2.8 se representan las ares y formas de un PLC de estructura semimodular

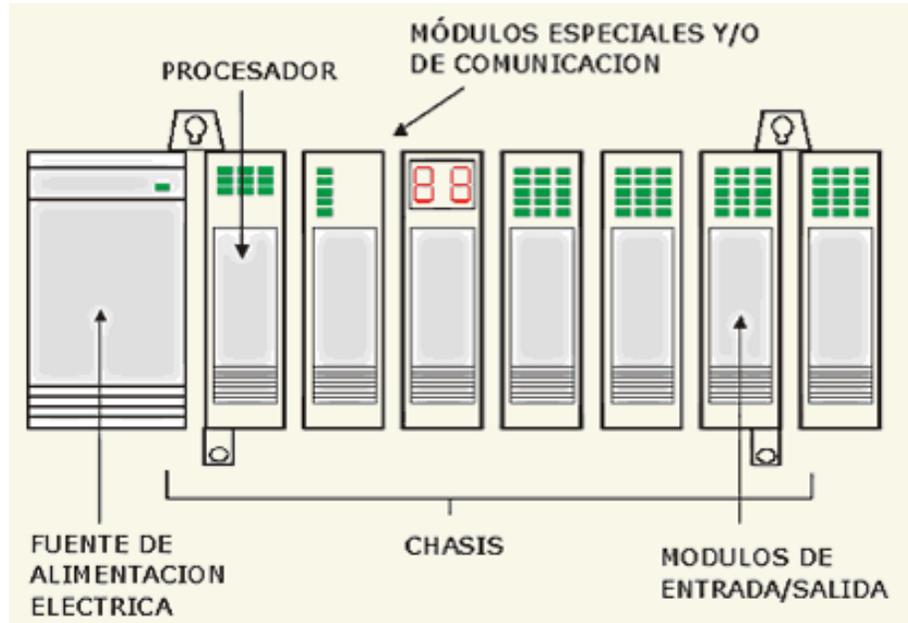


Figura 2.7. Descripción física de Autómatas semimodulares
www.grupo-maser.com/PAG.../PLC/plc.htm

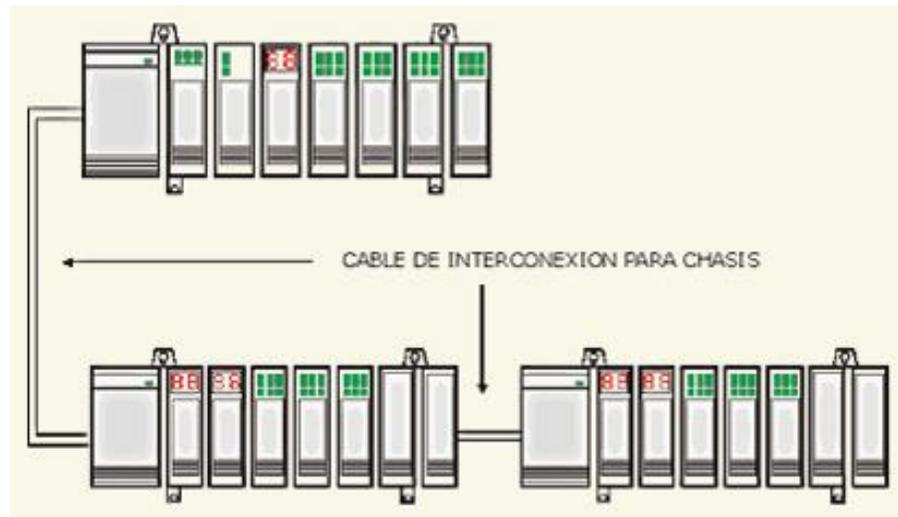


Figura 2.8. Tipo de conexiones de Autómatas semimodulares
www.grupo-maser.com/PAG.../PLC/plc.htm



Estructura modular

Su característica principal es la de que existe un módulo para cada uno de los diferentes elementos que componen el autómatas como puede ser una fuente de alimentación, CPU, E/S, etc. La sujeción de los mismos se hace por carril DIN, placa perforada o sobre RACK, en donde va alojado el BUS externo de unión de los distintos módulos que lo componen.

Son los autómatas de gama alta los que suelen tener una estructura modular, que permiten una gran flexibilidad en su constitución. En la figura 2.9 se representa un PLC de estructura modular.



Figura 2.9. Autómata modular
www.grupo-maser.com/PAG.../PLC/plc.htm



2.2.5. Comunicaciones

Las formas como los PLC intercambian datos con otros dispositivos son muy variadas. Típicamente un PLC puede tener integrado puertos de comunicaciones seriales que pueden cumplir con distintos estándares de acuerdo al fabricante. Estos puertos manejan interfaces basadas en los siguientes estándares:

- RS-232
- RS-485
- RS-422
- Ethernet

Además de las especificaciones físicas estandarizadas en las interfaces, existen protocolos de comunicación que definen la manera como los datos son empaquetados para su transmisión en la red. Algunos protocolos de comunicación utilizados son:

- Modbus
- Bus CAN
- Profibus
- Devicenet
- Controlnet
- Ethernet I/P

Muchos fabricantes además ofrecen distintas maneras de comunicar sus PLC con el mundo exterior mediante esquemas de hardware y software protegidos por patentes y leyes de derecho de autor.



2.3. OLE PARA CONTROL DE PROCESOS (OPC)

2.3.1. Definición

Ole (Incrustación y Vinculación de Objetos para control de procesos o en inglés Object Licking and Embedding) para el control de procesos, es un estándar de comunicación en el campo del control y supervisión de procesos. Este estándar permite que diferentes fuentes envíen datos a un mismo servidor OPC, al que a su vez podrán conectarse diferentes programas compatibles con dicho estándar. De este modo se elimina la necesidad de que todos los programas cuenten con drivers para dialogar con múltiples fuentes de datos, basta que tengan un driver OPC.

El OPC corresponde a un conjunto de especificaciones basadas en los estándares de Microsoft (COM, DCOM, OLE Automation y ActiveX) que cubren los requerimientos de comunicación industrial entre aplicaciones y dispositivos, especialmente en lo que se refiere a la atención al tiempo real.

2.3.1.1 Servidor OPC

Un servidor OPC es una aplicación de software que actúa como una API (Interfaz de Programación de aplicaciones ó en ingles Application Programming Interface) o un convertidor de protocolo. Un servidor OPC se conectará a un dispositivo como un PLC , DCS , RTU , o un origen de datos como una base de datos o de interfaz de usuario y su esquema es traducir los datos en un formato basado en OPC estándar, compatible con aplicaciones OPC como un HMI (interfaz hombre maquina o en ingles Human Machine Interface), historiador, hoja de cálculo, estudios de tendencias de aplicación, etc. Se puede conectar al servidor OPC y utilizarlo para leer y escribir los datos del dispositivo. Un servidor OPC es análogo a la función de un controlador de impresora de inyección para permitir que juegue un



equipo para comunicarse con una impresora de inyección de tinta. Un servidor OPC se basa en un servidor / cliente de la arquitectura.

2.3.1.2 Cliente OPC

El Cliente OPC es una herramienta de supervisión, adquisición y análisis de datos tomados directamente del servidor OPC. Una vez que el servidor OPC está diseñado para un dispositivo en particular, puede ser utilizado nuevamente por una aplicación capaz de actuar como un cliente OPC. El principal objetivo del cliente OPC es disponer de una manera fiable de los datos del proceso que el servidor OPC adquiere de los autómatas para poder mejorar y optimizar el funcionamiento de la instalación. Para ello se basará en los datos adquiridos por el servidor OPC. En el pasado, el cliente disponía solamente de ciertos datos que no eran fiables y además se presentaban errores humanos ya que se realizaban las lecturas de las diferentes variables que podían adquirir a través de hojas de cálculo y apuntes manuscritos de los operarios. Esta modalidad de trabajo le llevaba en numerosas ocasiones a realizar cambios en el funcionamiento del proceso sin saber realmente si dichos cambios iban o no a representar una ventaja en producción. La tecnología OPC proporciona la posibilidad al cliente OPC de no errar por carencia de datos o por datos mal adquiridos.

Cada cliente interroga al servidor que contiene los datos que necesita. Los datos estarán disponibles para todas las aplicaciones que acceden vía OPC, lo que provoca que los clientes OPC no sólo puedan utilizar estos datos sino también compartirlos con terceros.

El Cliente OPC puede ser desde una tabla Excel que muestre los datos del proceso suministrados por el PLC a través del servidor OPC hasta una simulación gráfica que visualmente represente la misma información.



El Cliente OPC extiende el ambiente de desarrollo gráfico con funcionalidad adicional para un rápido desarrollo de aplicaciones de medición distribuida, control y monitoreo de alta cuenta de canales. El Cliente OPC hace fácil graficar los históricos de las tendencias en tiempo real, mejorar la seguridad en pantallas principales, tener acceso a datos automáticamente, así como agregar un sistema de alarma, escala y seguridad a la variable compartida.

Fundación OPC

Buscando la opinión en la industria, se tomó la decisión de que la especificación OPC debía ser manejada por una organización independiente, no lucrativa llamada la Fundación OPC. La Fundación OPC se presentó por primera vez en el ISA Show en 1996 realizado en Chicago, con demostraciones de servidor OPC de varias empresas en la cabina Microsoft, y realizando la primera reunión de Asamblea general de miembros. Comenzaron a aparecer a finales de 1996 productos comerciales que usan OPC.

A mediados de 1998, se confirma OPC como el estándar de industria. La Fundación tiene el apoyo de la industria (mas de 150 miembros en total), sin incluir industrias de Japón y Europa.

Un Ámbito Más amplio para OPC

OPC Data Access 2.0 se publica a finales de 1998 y contiene documentos de especificación separados para clientes e interfaces de automatización. La especificación de cliente incluyó un mecanismo más robusto. Las interfaces de automatización, mientras tanto, fueron rediseñados para mejorar su uso, y aprovechar mejor la tecnología. También a finales de 1998, el alcance de OPC fue ampliado con la publicación de las Alarmas y la especificación de interfaz de cliente de



Acontecimientos, bajo la versión 1.0. En el año 2000 se publican nuevas especificaciones de interfaz de cliente que cubren el Acceso de Datos Históricos, Batch y la Seguridad.

Prueba De Conformidad

Posiblemente el desarrollo más significativo de 2001 era la versión OPC Foundation's Compliance Testing traducido fundación de cumplimiento de pruebas y el programa de certificación para servidores de Acceso de Datos OPC, que pronto serían ampliados para cubrir Servidores de acontecimientos y Alarmas. En el 2001 también se publicó la especificación de interfaz de automatización para el Acceso de Datos Histórico, y la versión 2.0 de especificación de interfaz de lotes personalizados o en ingles Batch custom. La especificación de OPC es una especificación técnica no-propietaria que define un sistema de interfaces estándares basados sobre la tecnología de OLE/COM.

2.3.3 Aplicación de OPC

OPC es un mecanismo uniforme para comunicar a numerosas fuentes de datos, a dispositivos en el nivel planta de la fábrica, o a una base de datos en un cuarto de control. Como se representa en la figura 2.10, gestión de comunicación de OPC.

La arquitectura de la información para la Industria del Proceso mostrada en la Figura 2.11 y 2.12, implica los niveles siguientes:

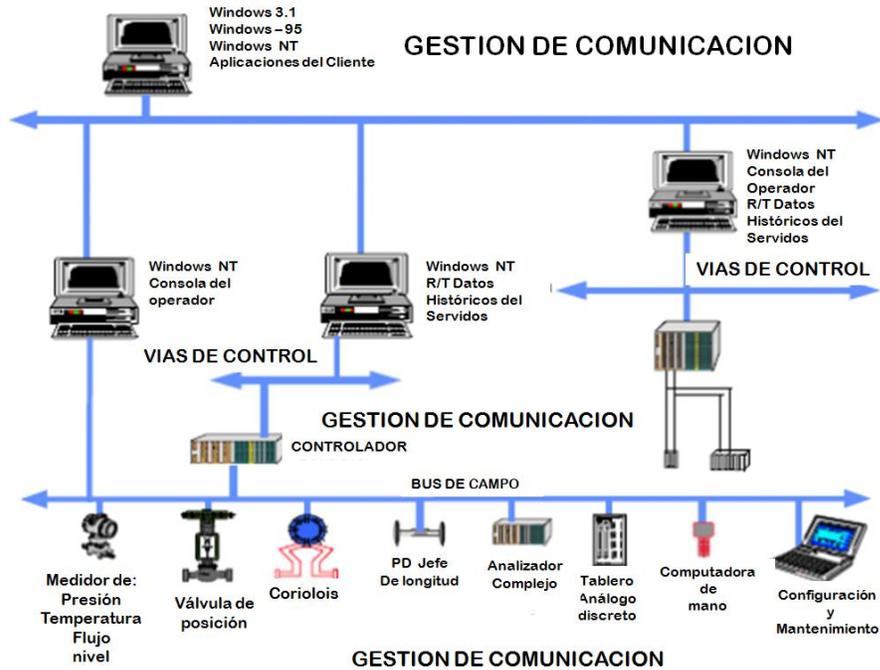


Figura 2.10. Esquema General de OPC.
<http://www.opcfoundation.org/>

- Administración de Campo. Con la llegada de dispositivos inteligentes, se puede proporcionar una riqueza de información sobre dispositivos de campo que no estaban previamente disponibles. Esta información proporciona los datos de un dispositivo, sus parámetros de configuración, las materias de la construcción, etc. Toda esta información debe ser presentada al usuario, y a cualquier aplicación que la use.

- Administración de Procesos. La instalación de Sistemas Distribuidos de Control (DCS) y sistemas SCADA para supervisar y controlar datos del Implementación de la conexión entre un Controlador Lógico Programable (PLC) y una aplicación basada en un computador donde se ingresaban los datos recopilados manualmente.



- Administración del negocio. Los beneficios pueden ser obtenidos instalando sistemas del control. Esto se consigue integrando la información recogida del proceso en los sistemas de negocio que manejan aspectos financieros de la fabricación. Proporcionar esta información eficazmente al cliente aminora el esfuerzo requerido para proporcionar esta integración. Para conseguir esto, los fabricantes necesitan conseguir acceso a los datos del nivel planta de la fábrica e integrarlos en su sistema de negocio. Los fabricantes deben ser capaces de utilizar las herramientas (Paquetes de SCADA, las Bases de datos, etc.) para satisfacer sus necesidades. La clave es una arquitectura abierta y eficaz de comunicación en el acceso de datos, y no los tipos de datos.

Para conseguir esto, los fabricantes necesitan acceder a los datos del nivel planta de la fábrica e integrarlos en su sistema de negocio. Los fabricantes deben ser capaces de utilizar las herramientas (Paquetes de SCADA, las Bases de datos, etc.) para satisfacer sus necesidades. La clave es una arquitectura abierta y eficaz de comunicación en el acceso de datos, y no los tipos de datos.

2.3.4. Arquitectura OPC

Lo que se necesita para las aplicaciones es una manera común de acceder a los datos de cualquier fuente, como un dispositivo o una base de datos. El servidor OPC en esta figura y en secciones posteriores es sinónimo de cualquier servidor que proporciona la interfaz OPC.

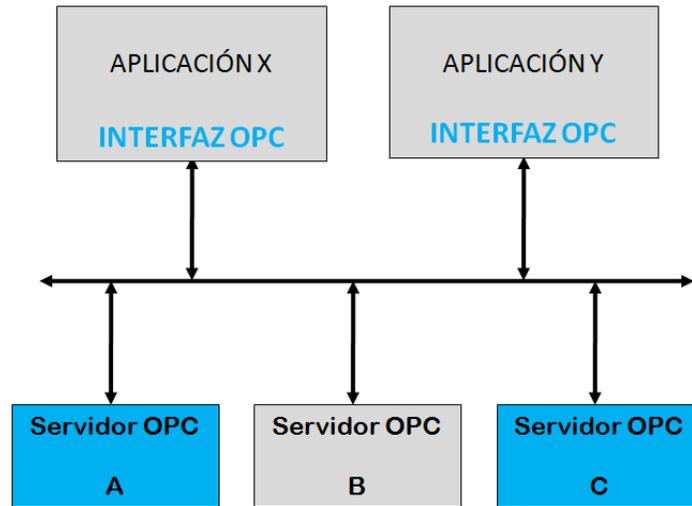


Figura 2.11. Arquitectura OPC
<http://www.opcfoundation.org/>

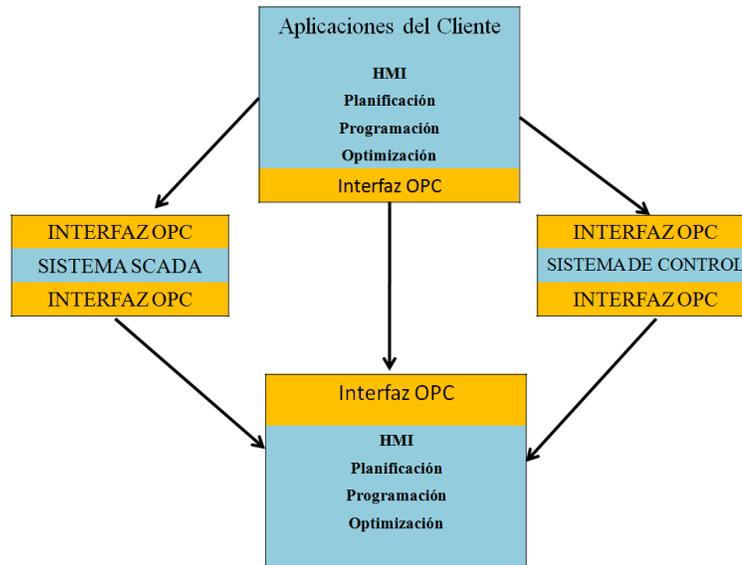


Figura 2.12. Esquema ampliado de la arquitectura OPC
<http://www.opcfoundation.org/>



2.3.5. Métodos de Aplicación

Un número creciente de aplicaciones se desarrolla en ambientes como Visual Basic (VB), Delphi, Power Builder, etc. OPC debe tener en cuenta esta tendencia. Así, Microsoft diseña OLE/COM para permitir que componentes escritos en C y C ++, sean utilizados por programa de cliente (escritos en VB o Delphi para un dominio totalmente diferente). Los componentes software se escribirán en C y C ++ para encapsular la complejidad de acceso a datos de un dispositivo, de forma que permita a los promotores de aplicación de gestión escribir en VB y tener acceso a los datos de piso de planta. El objetivo de todas las especificaciones es el desarrollo de servidores OPC en C y C++, y así, facilitar el desarrollo de aplicaciones de cliente de OPC en el lenguaje escogido. La arquitectura y el diseño de las interfaces son pensados para apoyar el desarrollo de servidores OPC también en otros lenguajes.

2.3.6. Esquema General

Como se muestra en la figura 2.13 esquema de funcionabilidad, OLE para el Control de Proceso (OPC) está diseñado para permitir a las aplicaciones de cliente el acceso a los datos de planta de una manera consistente. OPC proporciona muchos beneficios:

- Los fabricantes de hardware sólo tienen que hacer un conjunto de componentes de programa para que los clientes los utilicen en sus aplicaciones.
- Los fabricantes de software no tienen que adaptar los drivers ante cambios de hardware.
- Con OPC, la integración de sistemas en un entorno heterogéneo será simple.

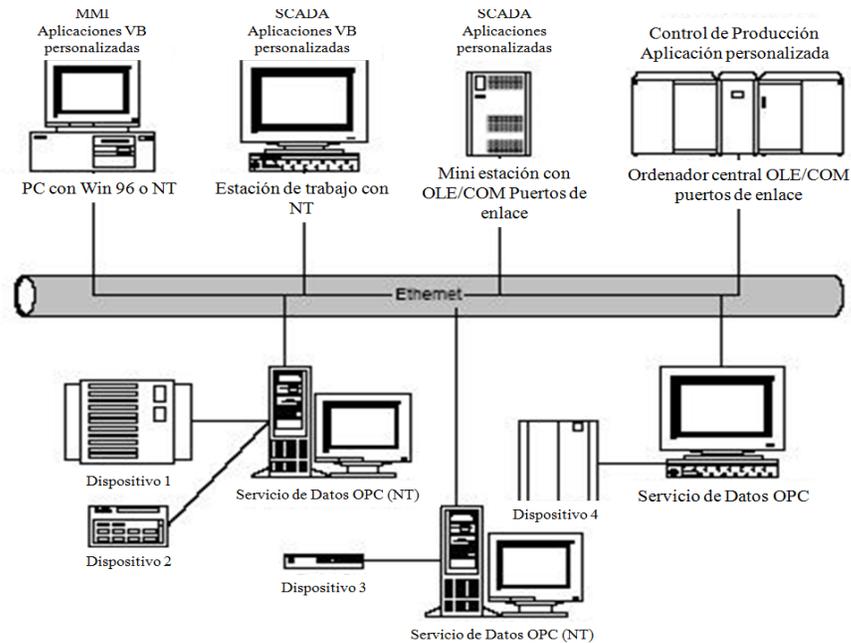


Figura 2.13. Esquema de funcionalidad OPC
<http://www.opcfoundation.org/>

2.3.7. Funcionalidad OPC

El objetivo principal de OPC es entregar las especificaciones a la industria tan rápido como sea posible. Con esto en la mente, el alcance de las primeras versiones del documento se limita a áreas comunes de todos los vendedores. La funcionalidad adicional se definirá en versiones futuras. Por lo tanto, las primeras versiones se enfocan en:

- Acceso de Datos en línea, en otras palabras, la lectura y escritura eficiente de datos entre una aplicación y un dispositivo de control de proceso.
- El Manejo de Alarma y el Acontecimiento, es decir, los mecanismos para que Clientes de OPC sean notificados de las condiciones especificadas y alarma.



- Acceso a Datos Históricos, se refiere a, la lectura, procesamiento y redacción de datos históricos.

Otras metas para el diseño de OPC son:

- Sencillez de aplicación.
- Flexibilidad para acomodar múltiples necesidades.
- Proporcionar un alto nivel de funcionalidad.
- Eficiencia.
- Un conjunto de interfaces COM para el uso de cliente y servidor.
- Referencias a un conjunto de interfaces de Automatización OLE para apoyar a clientes desarrollados con las aplicaciones de gestión de niveles más altos como Excel, Visual Basic, etc.

Microsoft distribuyó la tecnología OLE (DCOM) para facilitar a clientes la comunicación con servidores remotos.

2.3.8. Bases de OPC

2.3.8.1. Objetos e interfaces

OPC está basado en la tecnología OLE/COM de Microsoft.

Esta especificación describe los objetos de OPC COM y sus interfaces implementadas por servidores OPC. Un cliente OPC se puede conectar a servidores OPC proporcionados por más de un fabricante. En la figura 2.14 muestra la aplicación de cliente OPC.

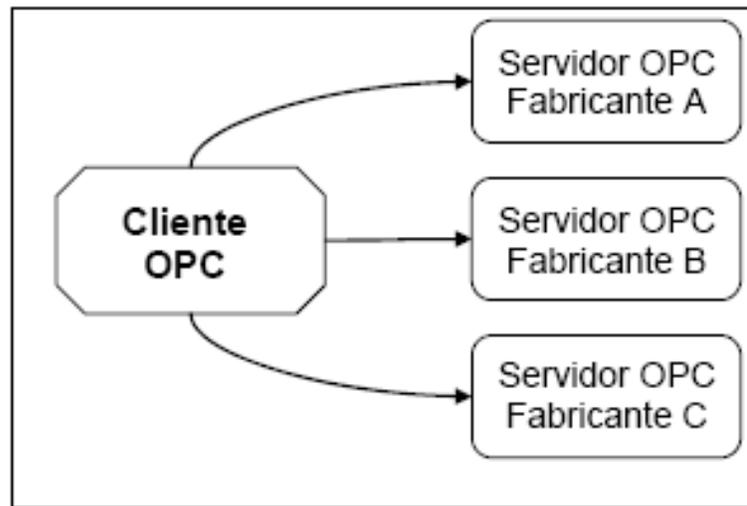


Figura 14. Cliente OPC
<http://www.opcfoundation.org/>

Los servidores OPC pueden ser proporcionados por diferentes fabricantes. El código que da el fabricante determina los equipos y los datos a los que el servidor va a tener acceso y también determina los detalles de cómo el servidor acceden físicamente a los datos, como se muestra en la figura 2.15.

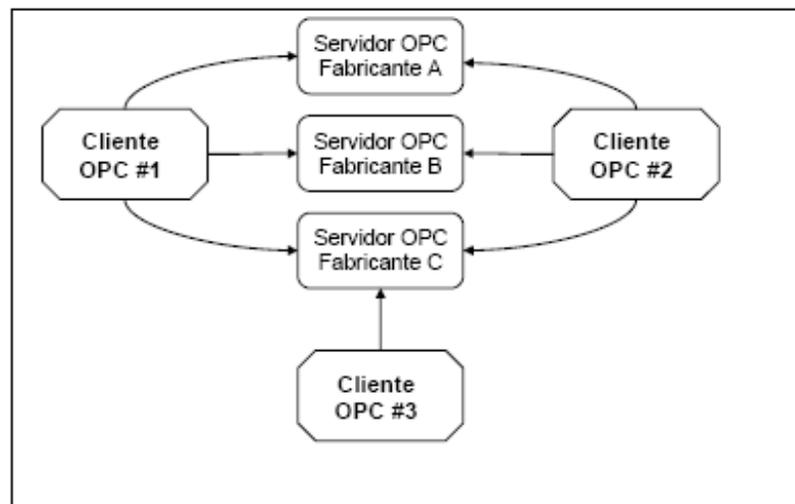


Figura 15. Relación cliente / servidor OPC.
<http://www.opcfoundation.org/>



2.4. Integración OPC

A pesar de que OPC está diseñado principalmente para acceder a datos de un servidor en red, las interfaces OPC se pueden usar para distintas aplicaciones. En el nivel más bajo puede recoger datos de aparatos físicos y llevarlo a SCADA o DCS, o de un servidor SCADA o DCS a una aplicación. La arquitectura y el diseño permiten que se pueda configurar un Servidor OPC que permita a una aplicación cliente acceder a datos de distintos Servidores OPC, como lo muestra la figura 2.16.

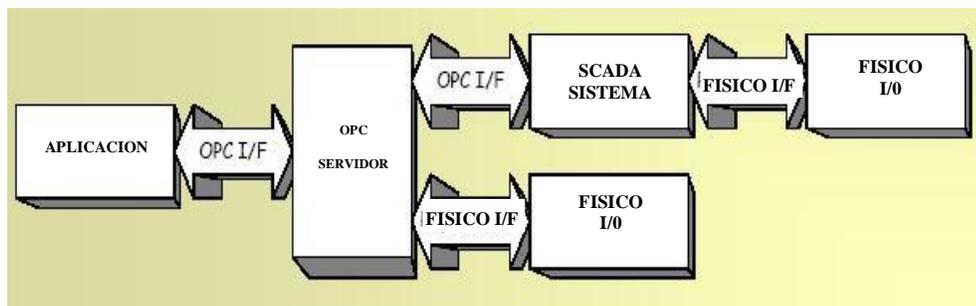


Figura 16. Relación cliente / servidor OPC
<http://www.opcfoundation.org/>

2.4.1 Especificaciones OPC

El estándar OPC está dividido en diferentes especificaciones. Todas ellas tienen como base común la especificación OPC Common y dependiendo de la aplicación para la que estén definidas las especificaciones, implementarán unas interfaces u otras aparte de las implementadas en OPC Common. Las especificaciones que se pueden encontrar dentro del estándar OPC son:

- OPC Common
- OPC Data Access



- OPC Alarm & Events
- OPC Historial Data Access
- OPC Batch
- OPC DX
- OPC XML

OPC Common

Como su nombre indica es la especificación común a todos los servidores y clientes que implementen OPC en cualquiera de las especificaciones arriba mencionadas.

2.4.2. Tipos de Interfaces

La especificación OPC hace una clasificación de las interfaces atendiendo a varios criterios:

- El lenguaje de programación utilizado a la hora de diseñar los clientes y servidores.
- La necesidad de su implementación en los servidores como en los clientes.
- Según el lenguaje de programación se pueden distinguir dos tipos de interfaz:
- Interfaz Automation
- Interfaz Custom

Una aplicación cliente OPC se comunica con un servidor OPC a través de las interfaces Custom y Automation. Los programas clientes que están creados con un lenguaje script, como por ejemplo Visual Basic utilizarán la interfaz “Automation”.

En cambio aquellos que están creados en C++ utilizarán de forma más sencilla la interfaz “Custom”. Para establecer una comunicación entre un servidor OPC y un



cliente OPC que están programados en diferentes lenguajes se puede usar “OPC Automation Wrapper”. El “OPC Automation Wrapper” representa un enlace de conexión entre por ejemplo un servidor OPC programado en C/C++ y una aplicación programada en Visual Basic. Los servidores OPC tienen que implementar la interfaz “Custom”, y opcionalmente pueden implementar la interfaz “Automation”. Atendiendo a la necesidad o no de su implementación se pueden distinguir también dos tipos de interfaces:

Interfaces obligatorias: Las interfaces obligatorias como su nombre indica tienen que estar siempre implementadas en el diseño tanto de un cliente como de un servidor OPC. Las interfaces obligatorias en un servidor tienen que tener todas las funcionalidades que están definidas dentro de las interfaces implementadas. Por otra parte un cliente se comunicará con un servidor llamando a las funciones de la interfaz obligatoria.

Interfaces opcionales: Se trata de las interfaces que pueden estar implementadas o no en los servidores. Cuando un servidor soporta una interfaz opcional es muy importante que este implemente todas las funciones que estén definidas dentro de esa interfaz opcional, incluso si la función devuelve como resultado un error de función no implementada (E_NOTIMPL). Un cliente que desee utilizar las funcionalidades de una interfaz opcional debe solicitar al servidor sus interfaces opcionales. El cliente debe estar desarrollado de manera que no utilice las interfaces opcionales que no existan.

2.4.3. Definición de Interfaces

Dentro de la especificación OPC Common están definidas las siguientes interfaces:

IOPCShutdown: como ya se comentó anteriormente, los servidores OPC poseen la capacidad de pedir la desconexión de los clientes. Esta capacidad la poseen todo tipo de servidores OPC. Esta funcionalidad está disponible a través de un punto de conexión en el servidor y en el cliente a través de la interfaz IOPCShutdown.



IConnectionPointContainer: esta interfaz proporciona acceso al punto de conexión para la interfaz IOPShutdown.

IOPCCommon: esta interfaz es usada por todos los servidores OPC independientemente de que pertenezcan a una especificación u otra. Proporciona la capacidad de establecer y emandar identificadores locales (LocaleID) que serán específicos para cada sesión cliente/servidor. Un cliente que mantenga conexiones con un servidor OPC Data Access y un servidor OPC Alarms and Events usará esta interfaz de forma independiente con cada servidor.

IOPCServerList: esta interfaz puede trabajar de forma remota. Determina el tipo de servidores que están disponibles en una máquina.

2.4.4. El Modelo Lógico de OPC DA

En la figura 2.17 se muestra un esquema en la que se representa el modelo lógico de los objetos donde se puede apreciar cada objeto y la relación que mantienen entre ellos.

El servidor OPC DA establece un objeto del tipo OPC Server para cada cliente y crea un canal de comunicación para cliente por separado. De esta forma se evita que el flujo de información entre cliente y servidor, se ve disminuido a causa de otros clientes. El objeto OPC Server mantiene información del actual servidor y se usa como depósito de objetos OPC Group. Así como lo representa la figura 2.17.

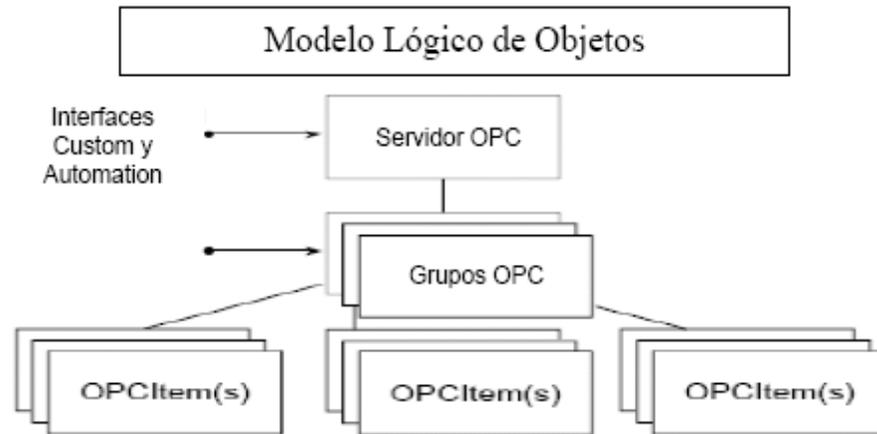


Figura 2.17. Modelo de objetos lógicos.
<http://www.opcfoundation.org/>

Object OPC Group

El objeto OPC Group tiene como finalidad proporcionar a las aplicaciones un mecanismo para organizar los datos que necesitan. Diferentes grupos pueden ser usados por diferentes partes de la aplicación. El objeto OPC Group además de mantener información sobre sí mismo se encarga del mantenimiento y la organización lógica de los objetos OPC Ítem. La transmisión de datos del servidor OPC DA actúa a nivel del OPC Group. Cada Grupo tiene que tener un nombre único relacionado con el cliente OPC. El cliente OPC puede cambiar más tarde este nombre, pudiendo especificar incluso el activo o inactivo del OPC Group. El servidor OPC DA es el encargado de generar grupos OPC.

Además de crear grupos es posible suprimir un grupo, obtener el nombre de un grupo y enumerar los grupos. Los grupos contienen ítems, que corresponden a datos en el servidor. Si el servidor es un supervisor, los ítems se corresponden con tags. Si el servidor es un autómatas los ítems se corresponden con registros (DB) Los



servidores OPC pueden leer sus datos de bases de datos, mapas ADDIN, o desde cualquier fuente de datos.

OPC Ítem

El objeto OPC Ítem representa un punto de conexión entre el servidor y el valor real en el dispositivo físico. Esto significa que los Ítems OPC no representan las fuentes actuales de datos pero solo contienen la dirección al tag apropiado en la configuración del servidor. Se trata de un objeto transitorio que existe junto con el servidor OPC. Al contrario que el OPC Group y el OPC Server, el Ítem OPC no soporta interfaces OPC y por eso no es un objeto COM. Es un objeto interno del servidor OPC que mantiene información importante de las necesidades solicitadas por el cliente OPC (por ejemplo los datos usados para actualizar valores, el estado activo o inactivo de los valores requeridos, etc.)

Desde la perspectiva del cliente OPC, el Ítem OPC no representa la fuente de datos actual sino únicamente la conexión lógica a la fuente de datos. Usando el identificador del ítem (Ítem ID), el OPC Ítem está asociado unívocamente al ítem definido en la configuración física del servidor OPC.

Los Ítems se identifican por su nombre. El servidor debe utilizar una técnica para controlar la correspondencia de los nombres de los Ítems y los datos fuente que él maneja. Estos nombres son accesibles a través de la interfaz “Browse”. Los ítems se encuentran dentro de los objetos OPC Group y se caracterizan por atributos y propiedades entre las cuales se puede destacar:

- Nombre
- Valor



- Calidad
- Marca de tiempo

ItemID

ItemID es un único identificador del tag y es usado por el cliente OPC para establecer la conexión con el servidor OPC.

2.4.5. Diseño de un Servidor OPC DA

En su nivel más bajo, el objeto OPC Server es un driver I/O que puede transmitir datos desde un dispositivo físico conectado, normalmente un PLC. Otra parte integral del OPC Server es un bloque que optimiza la recolección de datos y mantiene la más alta actuación en la comunicación contra el PLC. Usando las interfaces apropiadas de la especificación OPC Data Acces, los datos transmitidos son ofrecidos a los clientes OPC conectados, como se representa en la figura 2.18.

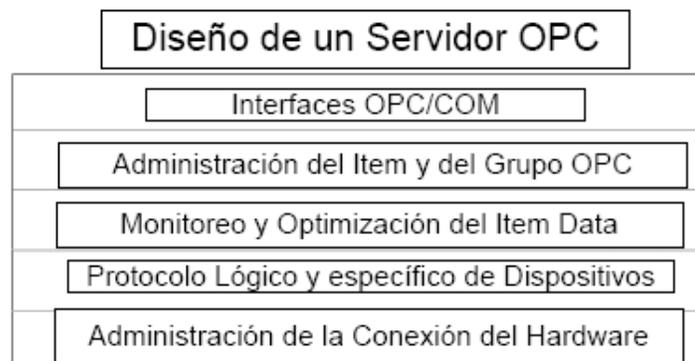


Figura 2.18. Diseño de un servidor OPC DA.
<http://www.opcfoundation.org/>



En algunos casos los servidores OPC no están diseñados para la comunicación con dispositivos específicos. Estos servidores OPC no incluyen algunas capas las cuales se sustituyen en este caso por un protocolo de comunicación con la interfaz.

2.4.6. El Modelo Lógico OPC A&E

La fuente de los datos puede ser un servidor OPC A&E, un servidor DA, o un equipo. La figura 2.19, representa el modelo lógico a continuación.

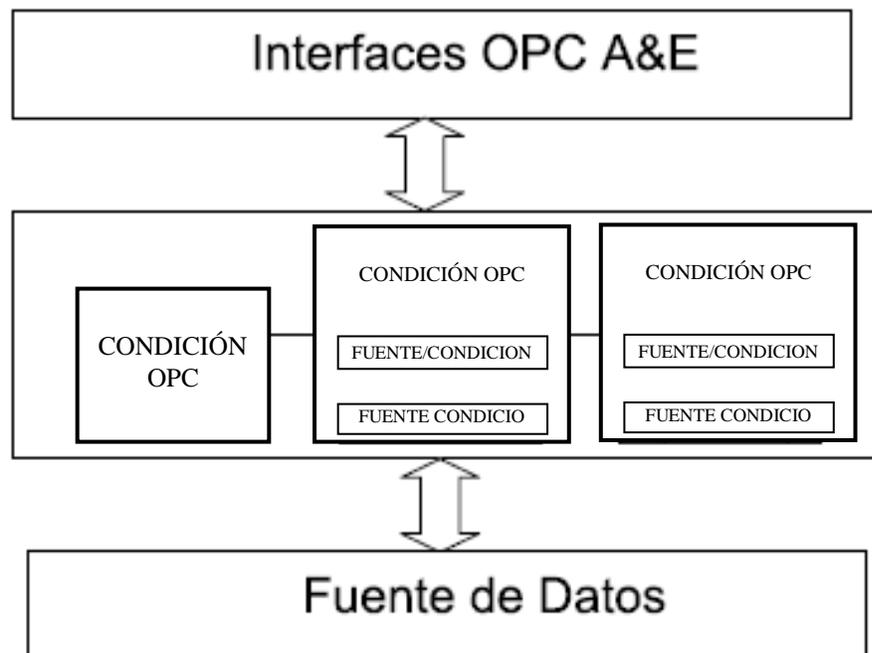


Figura 2.19. Modelo lógico de un objeto servidor A & E.
<http://www.opcfoundation.org/>



2.5. Creación y configuración de variables para una aplicación cliente-servidor OPC basada en dispositivos particulares.

A continuación se presenta el diseño de una aplicación que utiliza un cliente y un servidor OPC. Esta aplicación se basa en conectar un PLC S7-200 de SIEMENS con un computador mediante el servidor OPC llamado PC Access y el cliente llamado OPC Soft. Véase figura 2.20, donde se representa la estructura general del sistema.

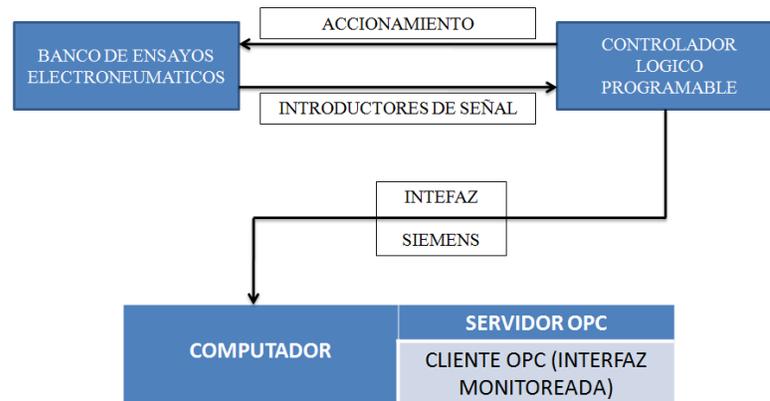


Figura 2.20. Estructura general del sistema de control.

2.5.1 Diagrama Escalera

El diagrama escalera es el formato de programación utilizado para establecer las condiciones de funcionamiento del PLC. Mediante la herramienta de programación comercial (Step 7) ofrecida por el fabricante Siemens, es posible introducir el programa que ejecutará el autómatas. La figura 2.21 presenta un programa ejemplo basado en el formato de programación de diagrama en escalera.

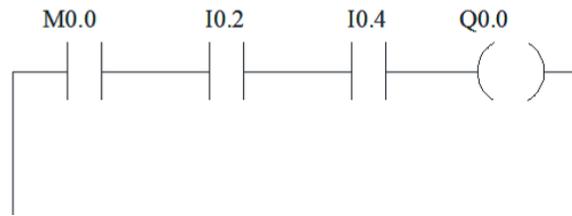


Figura 2.21. Diagrama escalera.

Tabla 2.1. Tabla de componentes que conforman el Diagrama escalera

Dirección	Descripción
I 0.2	Contactos normalmente abiertos: simbología utilizada para representar cualquier entrada a la lógica de control, un interruptor o un sensor, un contacto de una salida o una salida interna, dichos elementos la cual los refiere de acuerdo con su dirección en la interfaz, ya que esta es el enlace de comunicación dentro de los programas que intervienen en los procesos de interconexión.
I 0.4	
M 0.0	Marca Virtual: símbolo utilizado para representar acciones de elementos dentro del sistema del diagrama que no están directamente enlazados con entradas lógicas, sin embargo pueden regir el control del proceso, estos elementos pueden ser controlados dentro de la interfaz también por su dirección asigna.
Q 0.0	Bobina normalmente desactivada: Simbología utilizada para representar cualquier salida discreta de la lógica de control. Este elemento también puede ser representado y controlado por medio de la interfaz, debido a la dirección asignada dentro del sistema.



2.5.2. Configuración de la herramienta servidor OPC

EL PC Access es el software que genera la interfaz entre los programas utilizados y las variables de los mismos, por lo tanto las variables creadas en el deben regirse por una dirección establecida según el nombre asignado al componente en el diagrama escalera en el Step 7, este formato cuenta con ciertas atribuciones las cuales deben definirse según el tipo de datos que se desean controlar.

Los pasos a seguir para la creación y asignación de las variables a controlar se representan partiendo de la zonificación realizada en la figura 2.21:

- a. Asignación de PLC en el servidor PC Access: se identifica el controlador lógico a manejar tomando en cuenta el tipo de PLC y su código o nombre de comunicación.
 - Al abrir el programa la asignación de nuevo PLC se realiza oprimiendo el botón derecho del ratón sobre el vínculo [MicroWin (COM)], representado en figura 2.21.
 - Posteriormente se abre un ventana de segundo plano, donde existen ciertas opciones del programa, en la misma se oprime botón izquierdo sobre la opción de nuevo PLC.
 - Automáticamente emerge una nueva ventana donde se asigna el nombre y los puertos de comunicación a utilizar del PLC y al ser generado se acepta el procedimiento, como se representa en la figura 2.23 que muestra los detalles de la región 2.

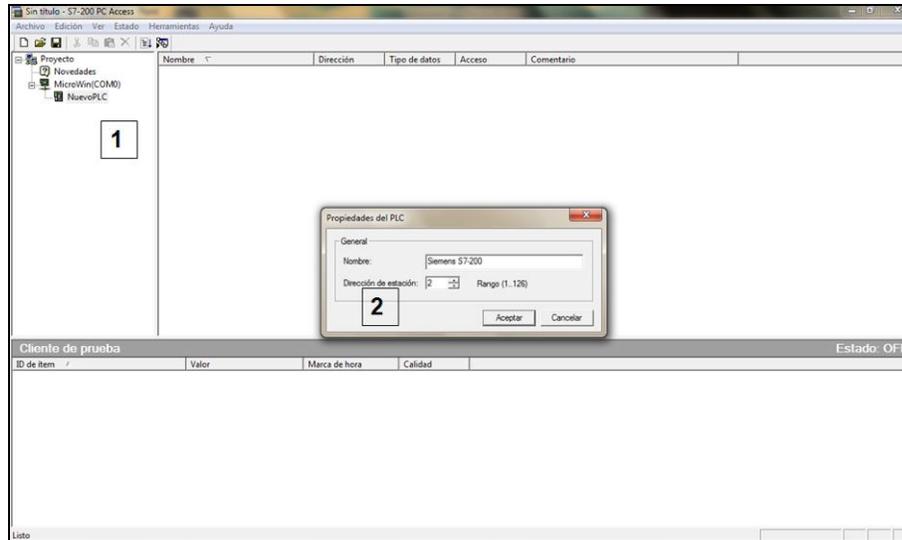


Figura 2.22. Creación y Asignación de PLC dentro del PC Access



Figura 2.23. Detalle de la región 1, En la pantalla de creación y asignación de PLC dentro del PC Access

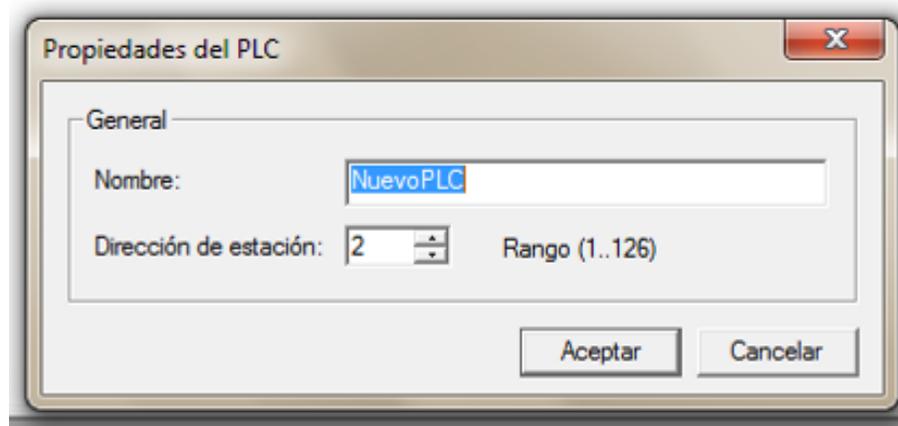


Figura 2.24. Detalles de la región 2, ventana emergente.

- b. Creación de carpetas de Proyecto: realizando un procedimiento similar para la creación de PLC, oprimiendo el botón derecho del ratón sobre el nombre asignado al controlador, aparece una ventana secundaria donde se selecciona el vínculo de Nuevo, allí aparecerán las opciones de carpetas o ítem, debido a lo requerido se elige la opción de carpeta. La asignación de nombre a carpeta se recomienda hacerla en función al proyecto o caso de estudio. Representado en la figura 2.24.

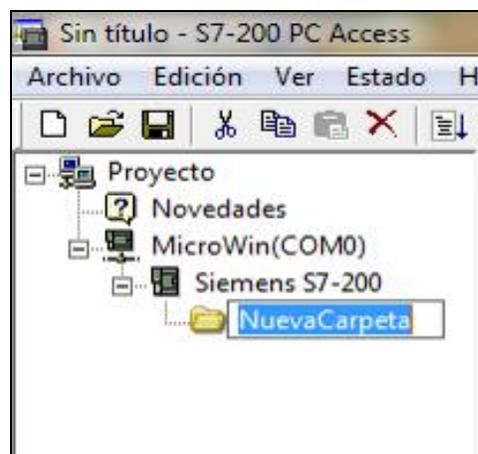


Figura 2.25. Creación de Carpeta para el proyecto en PC Access



- c. Creación de ítem: los ítems son los elementos que se crean para generar la interfaz con los componentes del Step 7 y con el escritorio de control del usuario, existe un procedimiento para la creación de ítem, este se muestra a continuación.

Dentro de las carpetas asignadas para los proyectos, además de los ítems, también se pueden crear sub carpetas, tal vez para agrupar variables, según funciones específicas o simplemente para llevar un orden personalizado de los elementos creados.

- Dentro de la carpeta creada anteriormente en el mismo programa, se oprime el botón derecho del ratón, posteriormente se selecciona la opción de “Nuevo”, y seguido la opción de “Ítem”, como se observa en la figura 2.25. Al realizar este procedimiento aparece una ventana donde se le asignan ciertas características al ítem que se explican más adelante.
- Para crear un ítem se debe tener definido el elemento con el cual se vinculará dentro de la interfaz, se recomienda que el nombre del ítem tenga cierta afinidad con su función dentro del proceso para llevar control de los elementos creados dentro del PC Access.
- Cada elemento del autómatas según su función cuenta con unas siglas específicas, que se denominan dirección del elemento, por lo tanto el ítem a crear también se le inscribe tal dirección con la finalidad de establecer la interfaz entre los programas, al colocar la dirección automáticamente por defecto se genera el tipo de datos a manejar.
- Posterior a la asignación de dirección se establece el tipo de datos definidos en la aplicación de programación Step 7, el tipo de datos también es definido en la creación del ítem. Todo esto se muestra en la figura 2.26.



- Otra opción que se debe establecer es la condición del elemento creado dentro del sistema, es decir, si estará en modo escritura, lectura o ambos, esto más que todo se refleja cuando comienza la interfaz a trabajar.

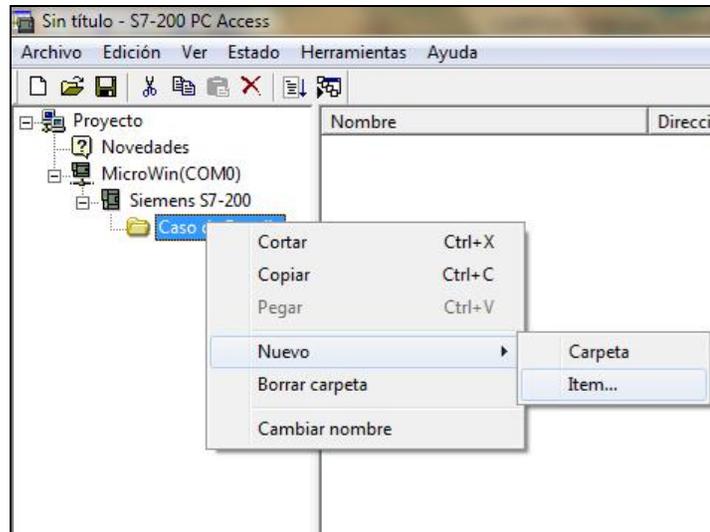


Figura 2.26. Representación de creación de Ítem dentro de la Carpeta creada.

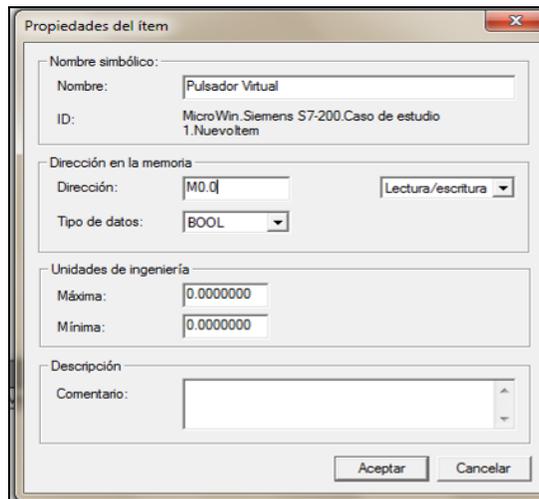


Figura 2.27. Ventana emergente en la creación de Ítems de PC Access



- El ítem al ser creado se agrega a la lista de ítems dentro de la carpeta de trabajo. Representada en la figura 2.27 y 2.28 respectivamente.
- Para que todos los elementos creados puedan ser exportados al sistema, es decir, que puedan ser publicados para que otros programas puedan manipularlos, se debe realizar la acción de guardar para así crear el registro dentro de la interfaz.

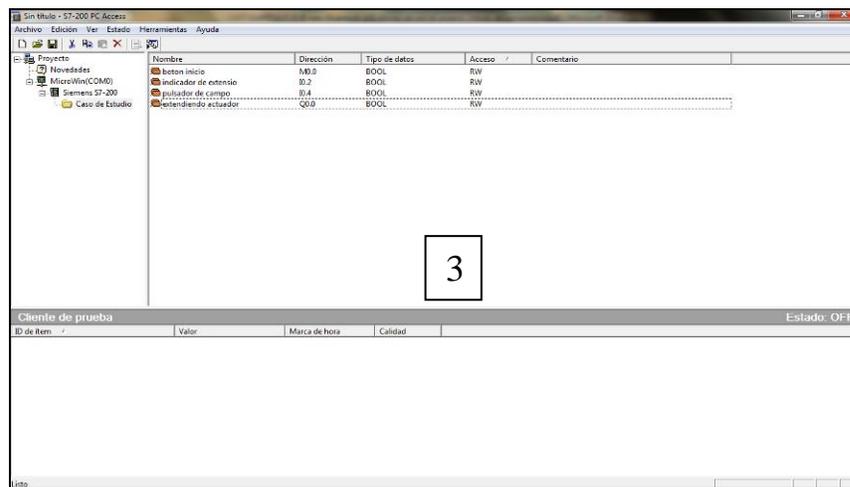


Figura 2.28. Grupo de Variables del proyecto en PC Access

Nombre	Dirección	Tipo de datos	Acceso	Comentario
boton inicio	M0.0	BOOL	RW	
indicador de extensio	I0.2	BOOL	RW	
pulsador de campo	I0.4	BOOL	RW	
extendiendo actuador	Q0.0	BOOL	RW	

Figura 2.29. Detalles de la región 3, Grupo de Variables del proyecto en PC Access



2.5.4. Creación de interfaz de control y asignación de variables para los elementos de control del panel mediante el uso del cliente OPC

Para la creación de la interfaz de control se explican los siguientes pasos:

- a. Creación de escritorio en OPC Soft: el software OPC Soft, se da origen a un proceso para crear un proyecto, este proceso inicia al presionar Nuevo, en la pantalla inicial donde este procede a pedir una dirección para crear el archivo del proyecto, se recomienda que en una carpeta creada exclusivamente para el proyecto.
- b. Al abrir el programa después de asignar el nombre, la pantalla esta unicolor y a su izquierda posee la variedad de elementos para crear el escritorio o panel de trabajo como se muestra en la figura 2.29.

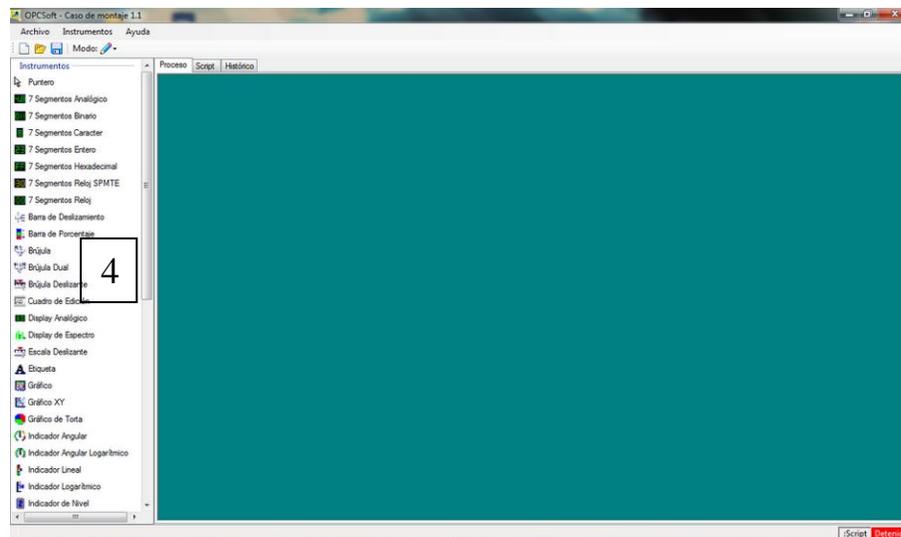


Figura 2.30. Pantalla de inicio OPC Soft.



Figura 2.31. Detalles de la región 4, elementos de trabajo del OPC Soft.

c. Creación y asignación de Elementos para panel de control en la interfaz; este proceso depende de la acción que cumplirá el mismo dentro del sistema de control, es decir, se debe relacionar su acción en el banco con la acción dentro de la interfaz, procedimiento para crear y asignar elemento:

- En la pantalla del OPC Soft existe una gama de elementos propuestos para ser utilizados según la acción dentro caso de estudio como se muestran en la figura 2.30, dichos elementos se arrastran independientemente al panel (pantalla verde) y se ajustan sus propiedades según sea su función véase figura 2.31 y figura 2.32.
- El ajuste de propiedades se realiza presionando el botón derecho del ratón sobre el elemento insertado dentro del panel, allí se abre una ventana de opciones, se ingresa en el vínculo de propiedades y allí comienza la modificación de los elementos, como se muestra en la figura 2.33.

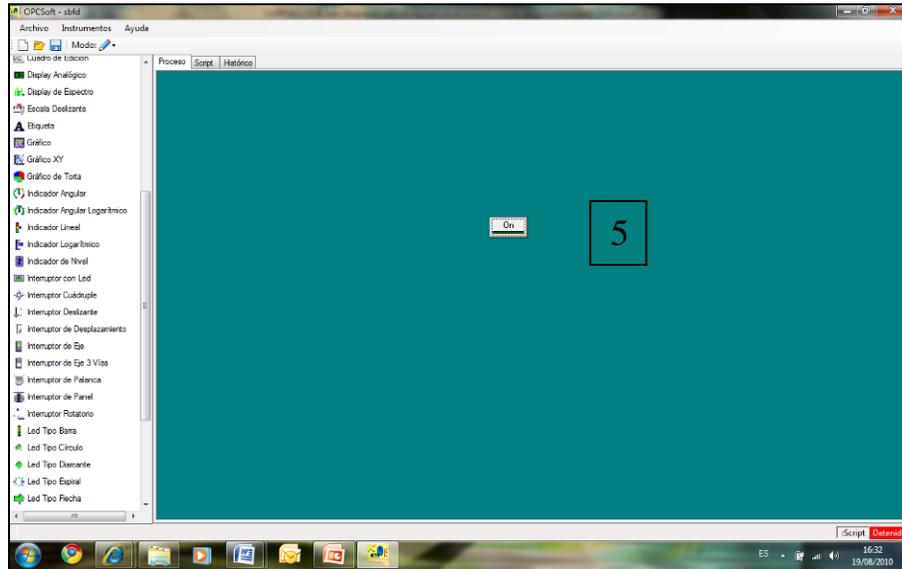


Figura 2.32. Elemento insertado en escritorio de trabajo de OPC Soft.

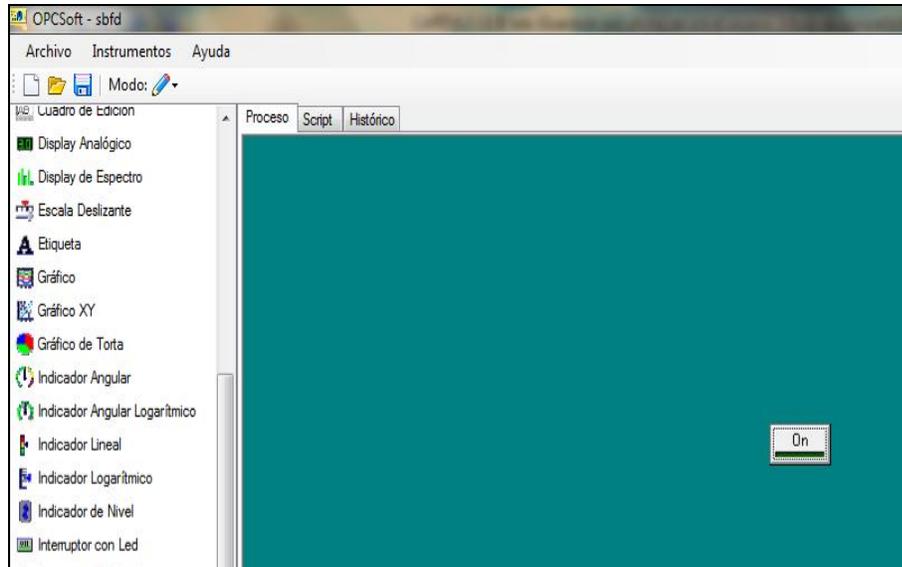


Figura 2.33. Detalles de la región 5 Elemento insertado en escritorio de trabajo de OPC Soft



Figura 2.34. Detalles de la ventana de propiedades de elementos.

- Al ingresar en las propiedades del elemento se debe hacer énfasis que no todos tienen las mismas propiedades, es decir, que cada uno se ajusta según sea la gama de factores que se puedan cambiar, en este caso se utilizó como ejemplo un interruptor sencillo biestable, como parte del procedimiento se abre una ventana donde se encuentran las propiedades del elemento como tal, véase Figura 2.34.

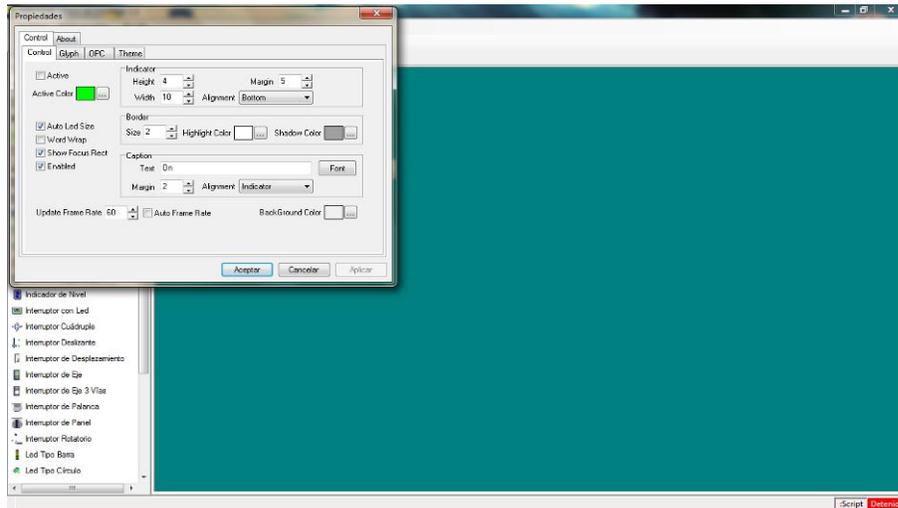


Figura 2.35. Pantalla emergente para la Modificación de propiedades.

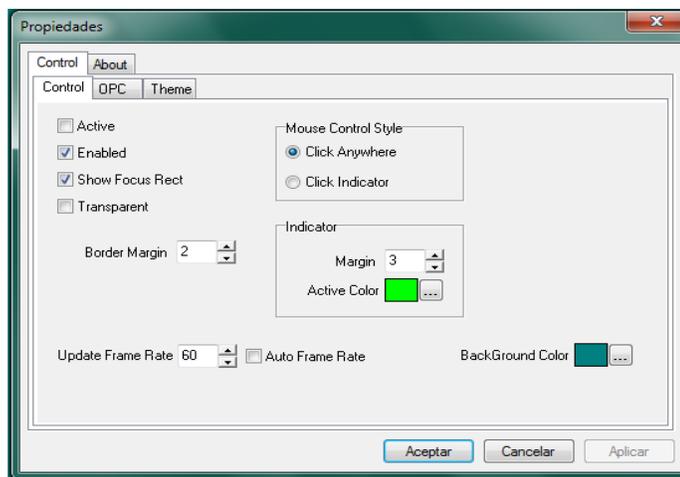


Figura 2.36. Detalles de la ventana de Propiedades del elemento en OPC Soft.

- Al ingresar en la ventana principal de propiedades del elemento, se tiene una primera presentación, donde se ajustan las características de apariencia del elemento, el software OPC Soft en el área de propiedades, se encuentra en inglés, por lo tanto se recomienda tener herramientas de apoyo para la traducción. Véase figura 2.35.



- El siguiente paso a seguir es la asignación de características de funcionamiento del elemento dentro del OPC Soft, que será el enlace con todo el proceso de comunicación entre los programas utilizados, es decir, OPC Soft, Step 7 y el PC Access. Véase figura 2.36.
- Dentro de esta misma ventana, se selecciona la opción de OPC, en esta aparecerán ciertas condiciones para la asignación de características al elemento que dictaran el funcionamiento del mismo, en esta ventana se condiciona al elemento de forma activa, propiedad donde podrá ser asociado a los componentes publicados por el PC Access que tengan afinidad de funcionamiento como lo muestra la figura 2.36 donde se ejemplifican el procedimiento.

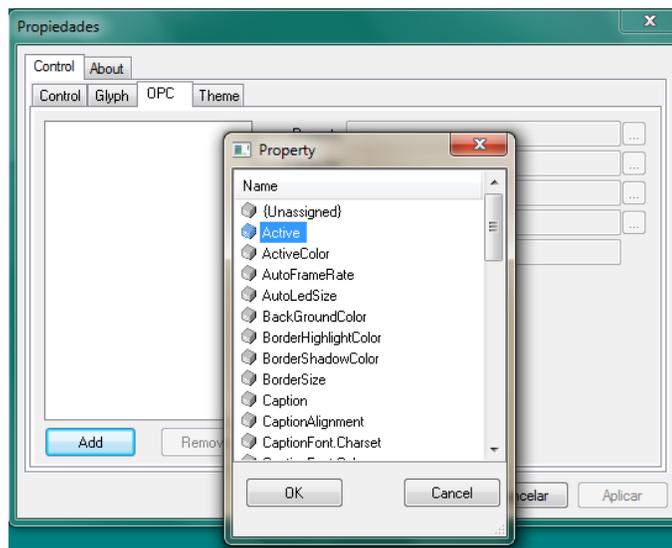


Figura 2.37. Asignación de características y Propiedades OPC al elemento.

- Asignada la propiedad al elemento, se prosigue a determinar la dirección o componente donde tendrá función el elemento dentro del OPC Soft, cada elemento creado debe tener un Ítem asociado según la dirección establecida dentro del PC Access, estas después de ser creadas en el PC Access,

automáticamente son detectadas por el OPC Soft o cualquier programa que importe este tipo de datos como, Lab View, Macro Excel entre otros y se asignan como lo especifique el diseño, la afinidad ente el elemento y el componente representado por el ítem se manifiesta por medio de una figura de rayo, en caso de no aparecer quiere decir que no existe afinidad de funcionamiento. Véase Figura 2.37.

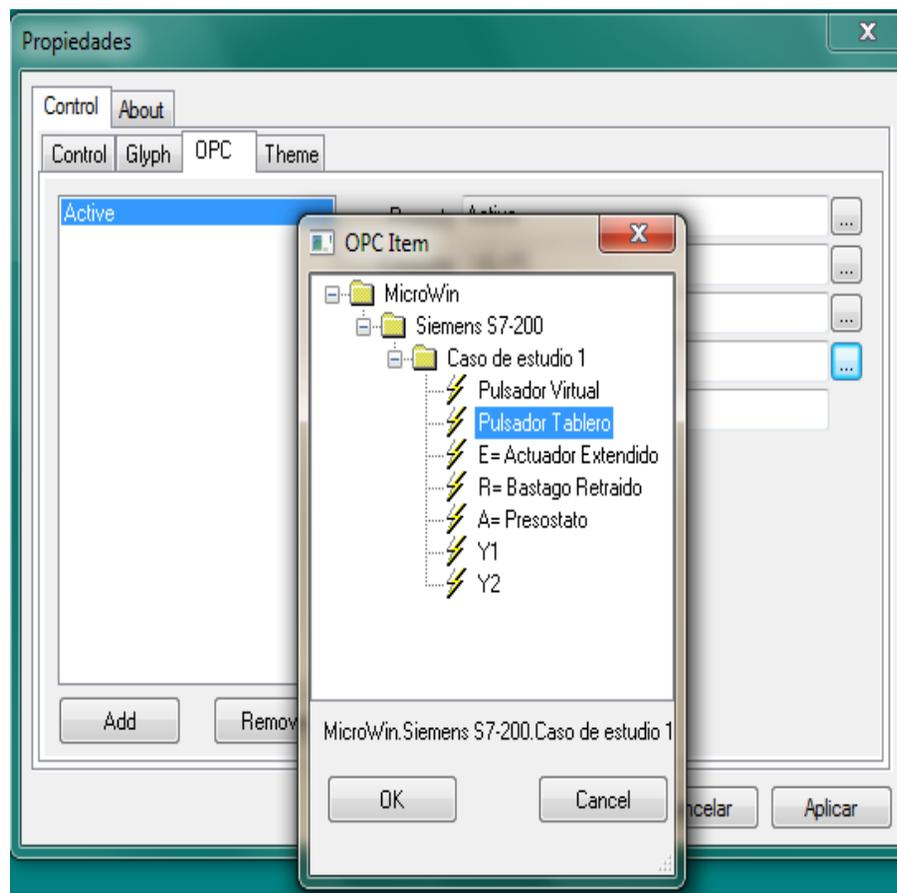


Figura 2.38. Asignación de características e Ítems al elemento dentro del OPC Soft.

- Al aceptar las modificaciones realizadas al elemento, se verifica si el elemento funciona correctamente, ejecutando el OPC Soft, PC Access, Step 7, el PLC y el Banco de ensayos. Se recomienda probar cada elemento



independientemente para garantizar comunicación y control del proceso. En la figura 2.38, se refleja la asignación completa de propiedades del Ítem dentro del OPC Soft.

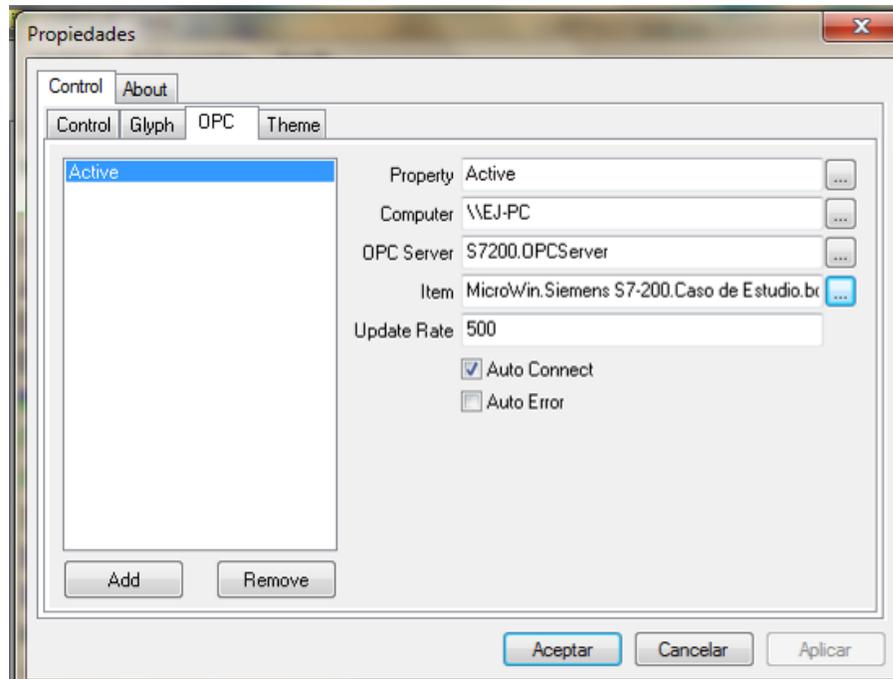


Figura 2.39. Asignación Completa de características de Ítems.

- La activación del programa se realiza desde es escritorio o pantalla principal del OPC Soft, el apuntador se ubica en el indicador de modo y allí se selecciona la opción deseada sea **EJECUCIÓN** o **EDICIÓN** como se muestra en la figura 2.39.

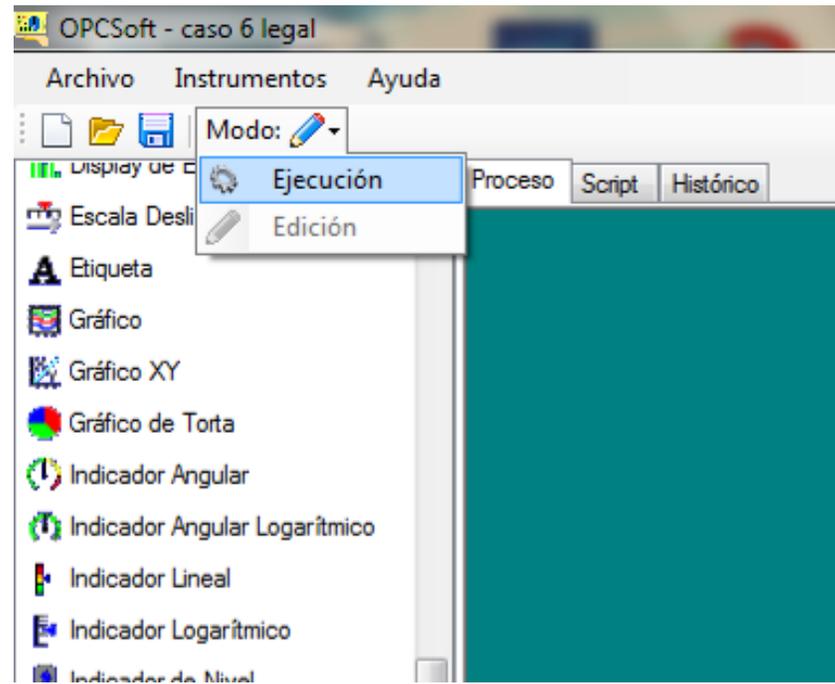


Figura 2.40. Guía de Activación u desactivación del software OPC Soft.



CAPITULO III MARCO METODOLOGICO



3.1. Metodología

Esta investigación se puede clasificar como de tipo documental ya que esta basada en la recuperación y análisis de información obtenida de otro trabajo de investigación previo para el aporte de nuevos conocimientos en el área de Laboratorio de Automatización Industrial. También es de tipo experimental porque se somete un sistema a un conjunto definido de condiciones, donde se manipulan y controlan variables, en el caso particular, en un sistema electroneumáticos controlado mediante lógica programada.

3.1.1. Búsqueda de información.

Se obtuvo la información relacionada con el funcionamiento de los elementos presentes y relacionados con el banco electroneumático del laboratorio y además se realizará la revisión bibliográfica asociada con aplicaciones de OPC en sistemas de control.

3.1.2. Maniobras, análisis de banco de ensayos.

Se obtuvo el adiestramiento para la manipulación del banco de ensayos electroneumáticos, con el fin de definir las características técnicas y limitaciones funcionales de los elementos presentes. En función a las observaciones realizadas se ejecuto el estudio de los recursos de hardware y software de los controladores lógicos programables (PLC) presentes en el laboratorio de Automatización Industrial.

3.1.3. Selección y análisis de herramientas de comunicación

Se Determinó y seleccionó la herramienta de comunicación entre el computador y el PLC (PC-PLC), este procedimiento se realizó luego de analizar el hardware y el software presente en el laboratorio de automatización industrial.



3.1.4. Diseño de sistemas de control electroneumáticos.

Se diseñaron sistemas de control electroneumático basados en lógica programada (PLC) en función a los requerimientos y procedimientos que se evalúan dentro de las prácticas del laboratorio de automatización industrial, tomando en cuenta las múltiples aplicaciones del banco estudiado.

3.1.5. Diseño de aplicaciones de monitoreo.

Se diseñó la aplicación de monitoreo en base a los sistemas de control electroneumáticos establecidos, se realizó el análisis de las variables a monitorear en los elementos que conforman el banco de ensayo del laboratorio.

3.1.6. Puesta en funcionamiento y análisis.

Se implementaron los sistemas de control electroneumáticos diseñados con las aplicaciones de comunicación desarrolladas realizando el monitoreo de variables definidas en el computador (PC) y se efectuó el análisis de funcionamiento del proceso de supervisión.



CAPÍTULO IV DESARROLLO

A continuación se realiza la descripción de los casos de estudios desarrollados, con la finalidad de establecer sistemas para monitorear procesos emulados en el banco de ensayos electroneumáticos.

4.1. Caso de Estudio 1

En una línea de estampado se marcan cajas de cartón a través de un dispositivo accionado por un cilindro de doble efecto, el cual al extender completamente su vástago realiza el estampado de la caja, esta posición del vástago debe ser detectada pues solo si el cilindro ha alcanzado la posición de final de carrera y si la presión ha alcanzado un valor de 3 bar el cilindro podrá retroceder automáticamente, el proceso inicializa si el cilindro esta retraído completamente y si existe caja en posición de estampado, posición detectada por medio de un sensor.

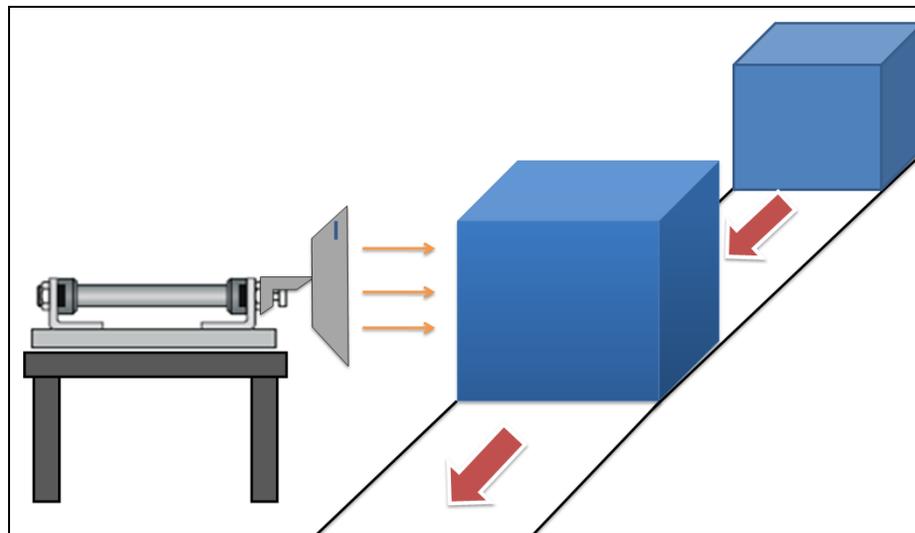


Figura 4.1. Representación del Proceso del caso de estudio 1.



4.1.1. Dispositivos a utilizar en el caso de estudio 1.

- Se emplea un cilindro neumático de doble efecto con el cual es posible desarrollar trabajo en ambos sentidos de desplazamiento siendo apropiado para el caso planteado.
- Elementos introductores de señal:
 - Pulsador: empleado para introducir la señal de inicio de operación. Posee salida a contacto normalmente abierto.
 - Sensores de proximidad de contacto “Limit switch”: Se emplearán en la detección de las posiciones de inicio y final de carrera del vástago del actuador neumático. Esto se hace teniendo en consideración la disponibilidad de estos detectores en el laboratorio. Son detectores con salida a contacto seco tipo SPDT (conmutado).
 - Sensor de proximidad capacitivo: apropiado para la detección de materiales no metálicos como es el caso de las cajas planteadas en el caso estudiado. Se utiliza un sensor con salida NPN.
 - Presostato ó interruptor de presión: Es el detector de presión con el cual se verificará que la presión en la cámara del émbolo del cilindro alcanza el valor prefijado. Posee salida a contacto seco de tipo SPDT.
- Electroválvula 5/2 vías: Es el elemento de mando del cilindro neumático. Es de tipo biestable por lo que al momento que ocurre la desconexión eléctrica de sus bobinas mantiene la última posición alcanzada.
- PLC: Es el controlador disponible para la aplicación. Corresponde al S7-224 de SIEMENS.



- Computador: es el equipo empleado en la programación del PLC, configuración de la aplicación servidor OPC (PC Access) y las aplicaciones clientes OPC disponibles mediante OPC Soft y LabVIEW.

4.1.2. Descripción de la solución del caso de estudio 1.

- El sistema opera de manera tal que será posible dar la orden de inicio mediante un pulsador presente en el panel de trabajo u otro pulsador virtual ubicado en la interfaz desarrollada en el computador. Al oprimir alguno de estos pulsadores entonces el sistema iniciará su funcionamiento al verificarse la posición inicial del vástago del cilindro (S2) y la presencia de la caja a estampa (B1).
- Una vez cumplidas las condiciones de inicio, se extenderá completamente el vástago del actuador, esto es verificado mediante el sensor S3 y cuando el detector B0 verifica que se alcance la presión prefijada por el usuario entonces el vástago del cilindro inicia su carrera de retracción.
- La extensión del vástago del cilindro neumático se logra mediante el accionamiento de la bobina Y1 de la electroválvula de mando. Por lo tanto, la retracción del vástago se logrará mediante la activación de la bobina Y2.

4.1.3. Diagrama de potencia de la estructura del sistema del caso de estudio 1.

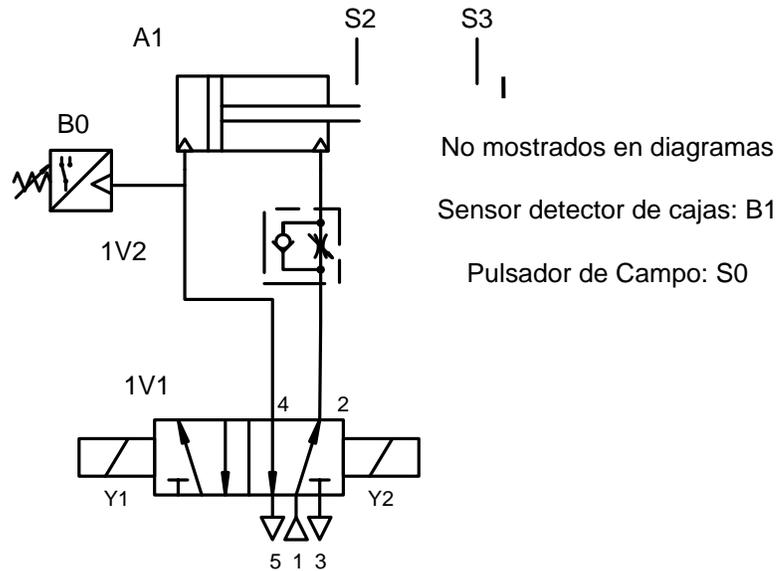


Figura 4.2. Diagrama de Potencia del Proceso de Estampado.

Tabla 4.1. Leyenda de los elementos del diagrama de Potencia del caso de estudio 1.

ID	Elemento	Acción
“S2”	Sensor de proximidad de contacto	Detección de vástago retraído
“S3”	Sensor de proximidad de contacto	Detección de vástago extendido
“S1”	Pulsador de campo	Activación de proceso desde campo
“B0”	Presostato	Verificación de presión
“B1”	Sensor de proximidad Optoelectrónico	Detección de Cajas
“Y 1”	Solenoide	Activación de paso de aire 14 (para extensión de vástago)
“Y 2”	Solenoide	Activación de paso de aire 12 (para retracción de vástago)



Tabla 4.2. Conexiones y direccionamiento del caso de estudio 1.

Nombre	Tipo de variable	Direccion
S1: Pulsador de tablero	Entrada	I 0.0
B0: Presostato	Entrada	I 0.1
B1: Sensor de proximidad Optoelectronico	Entrada	I 0.4
S2: Sensor de Proximidad de contacto	Entrada	I 0.2
S3: Sensor de Proximidad de contacto	Entrada	I 0.3
Y 1: Solenoide (Extension)	Salida	Q 0.0
Y 2: Solenoide (Retracción)	Salida	Q 0.1

4.1.6. Creación y configuración de la Interfaz.

La creación de la interfaz tiene como finalidad facilitar el trabajo del operador y a su vez para crear base de control del proceso, este constara con ciertas similitudes con el proceso real a nivel visual.

- Generación de variables dentro del PC Access.

Todos los elementos que integran la interfaz deben ser generados dentro del programa mencionado, ya que, este publica las variables en el sistema y permite la comunicación y control del banco de ensayos electroneumatico desde la interfaz, cabe destacar que debe existe relación entre los componentes de los programas que componen el sistema que son: Step 7, PC Access y Opc Soft.



Tabla 4.3. Variables generadas en el PC Access para establecer interfaz.

Nombre de Ítem	Dirección	Tipo de Datos	Acceso
S1	M 0.0	Booleana	Lectura y escritura
S2	I 0.2	Booleana	Lectura y Escritura
S3	I 0.3	Booleana	Lectura y escritura
B0	I 0.1	Booleana	Lectura y escritura
B1	I 0.4	Booleana	Lectura y escritura

El botón de accionamiento virtual direccionado M0.0, tiene como particularidad que por defecto su estado de accionamiento es biestable, en este caso de estudio se debe utilizar la acción de Script, para cambiar el comportamiento de elemento, es decir, llevarlo de biestable a monoestable, el reprogramar los elementos por medio de lenguaje Visual Basic Script o Java Script, como se muestra en la figura 4.5, cabe destacar que para ejecutar la aplicación del Script el programa OPC Soft debe estar ejecutándose.

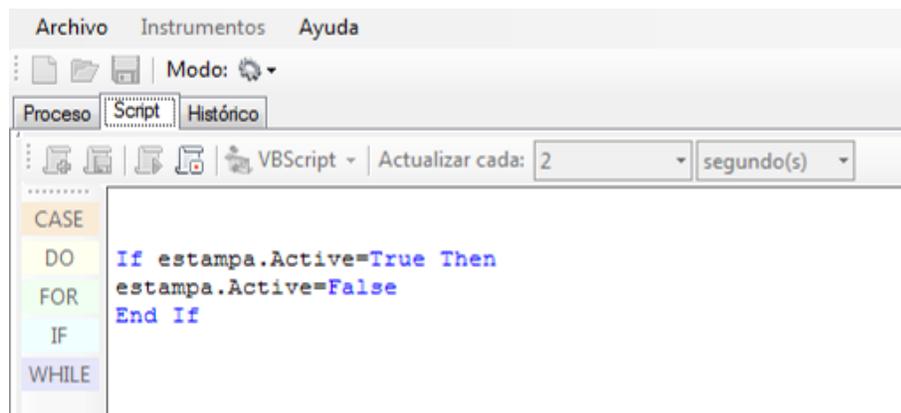


Figura 4.5. Configuración y programación de Script

○ Tablero de Control

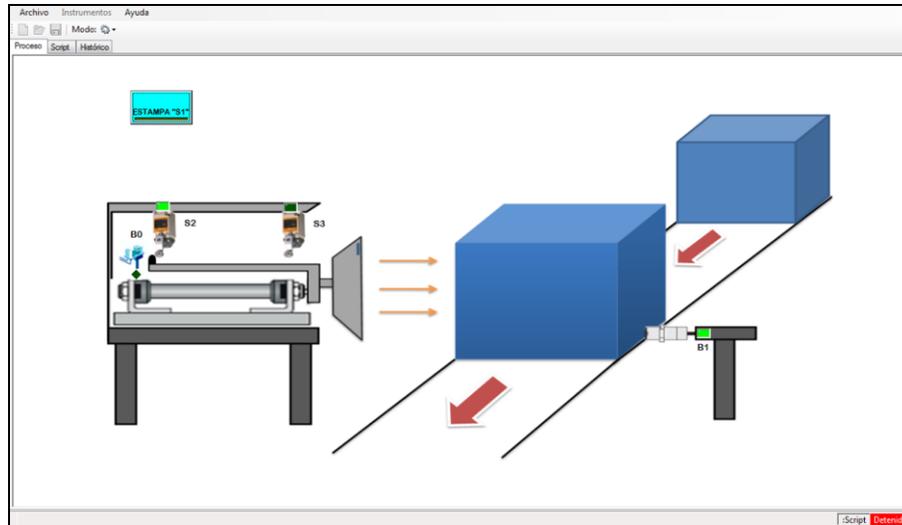


Figura 4.6. Interfaz de control del caso de estudio 1

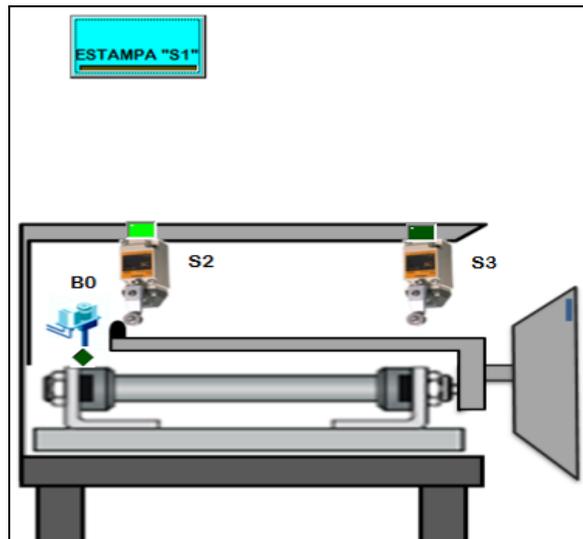


Figura 4.7. Detalles de la interfaz de control, sección del actuador.

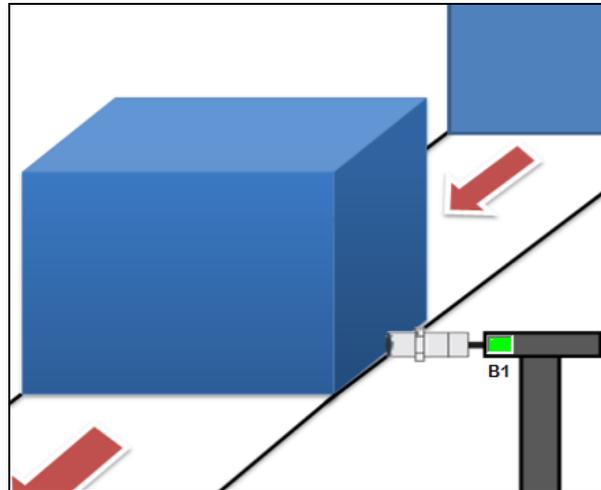


Figura 4.8. Detalles de la interfaz de control, Sección de las cajas

4.1.7. Descripción de la Interfaz del caso de estudio 1.

La interfaz creada cuenta con una completa supervisión de todos los elementos por medio de indicadores de luz, se puede visualizar la posición del vástago que acciona la estampadora, si se encuentra extendido o retraído sea su condición dentro del proceso, adicionalmente la acción del Presostato o sensor de presión también es representado por un indicador de luz ubicado en la figura que emula dicho sensor, también se supervisa por medio de la interfaz la presencia de las cajas para ser estampadas, por medio de un indicador de luz, ubicado en la base que representa la posición del sensor que verifica la presencia de cajas en la línea de estampado. Se destaca que la interfaz permanece en comunicación constante con el proceso, siempre y cuando estén activos los elementos del sistemas que conforman la comunicación dentro del proceso.



4.2. Caso de Estudio 2.

En una fábrica de borradores se encuentra una estación de pegado en la que se unen los dos materiales que conforman el borrador con un pegamento, el vástago de un cilindro neumático acciona una prensa que une los materiales la cual avanza lentamente al oprimir un pulsador. Al ser alcanzada la posición donde se prensan los materiales, la fuerza de prensado deberá mantenerse durante 5 segundos, después de los cuales el vástago del cilindro debe retraerse. La prensa se pone en funcionamiento si el cilindro tiene su vástago retraído y si recibe una nueva orden de trabajo; la posibilidad de que el sistema responda a la orden de trabajo deberá estar bloqueada durante unos 4 segundos desde la llegada del vástago a la posición inicial.

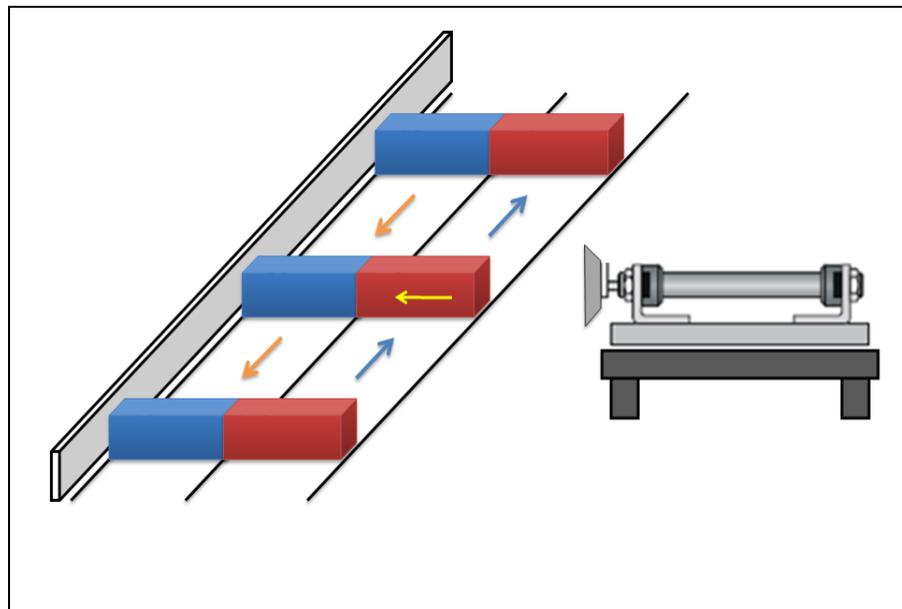


Figura 4.9. Esquema del proceso industrial caso de estudio 2.



4.2.1. Dispositivos a utilizar en el caso de estudio 2.

- Cilindro Neumático de doble efecto, el cual puede emplearse para desarrollar trabajo en ambos sentidos de desplazamiento, siendo aplicable al proceso.
- Elementos introductores de señal:
 - Pulsador: empleado para introducir la señal de inicio de operación. Posee salida a contacto normalmente abierto.
 - Sensores de proximidad de contacto: Se emplearán en la detección de las posiciones de inicio y final de carrera del vástago del actuador neumático. Esto se hace teniendo en consideración la disponibilidad de estos detectores en el laboratorio. Son detectores con salida a contacto seco tipo SPDT (conmutado).
 - Sensor de proximidad capacitivo: apropiado para la detección de materiales no metálicos como es el caso del material de los borradores en el caso estudiado. Se utiliza un sensor con salida NPN.
- Electroválvula 5/2 vías: Es el elemento de mando del cilindro neumático. Es de tipo biestable por lo que al momento que ocurre la desconexión eléctrica de sus bobinas mantiene la última posición alcanzada.
- PLC: Es el controlador disponible para la aplicación. Corresponde al S7-224 de SIEMENS.
- Computador: es el equipo empleado en la programación del PLC, configuración de la aplicación servidor OPC (PC Access) y las aplicaciones clientes OPC disponibles mediante OPC Soft y LabVIEW.



4.2.2. Descripción de la solución del caso de estudio 2.

- En la línea de producción de la fábrica de borradores se encuentra la estación de pegado de borradores, donde se unen los materiales que conforman al mismo, se desea automatizar el proceso a tal punto que el operador simplemente accionando un pulsador inicie el proceso y pueda verificar desde una pantalla las acciones que se llevan a cabo. Para haber acción en la estación debe estar presente material para realizar la unión, por tal razón se contara con un sensor de proximidad optoelectrónico B1 que verificara si existe o no material, para que el proceso de inicio se comprueba la retracción del vástago por medio del sensor final de carrera S2, ya certificadas ambas condiciones, el sistema queda en espera a el accionamiento del operador, accionamiento que puede llevarse a cabo directamente en campo o desde la interfaz a generar. Extendido completamente y verificada la posición por medio del final de carrera S3, es decir, ya realizando la unión de los materiales, debe cumplirse un tiempo de 5 segundo, tiempo necesario para la unión, transcurrido el tiempo establecido se retrae, al alcanzar la retracción completa, como condición de seguridad deben transcurrir 4 segundos para iniciar nuevamente el proceso.

4.2.3. Diagrama de potencia del caso de estudio 2.

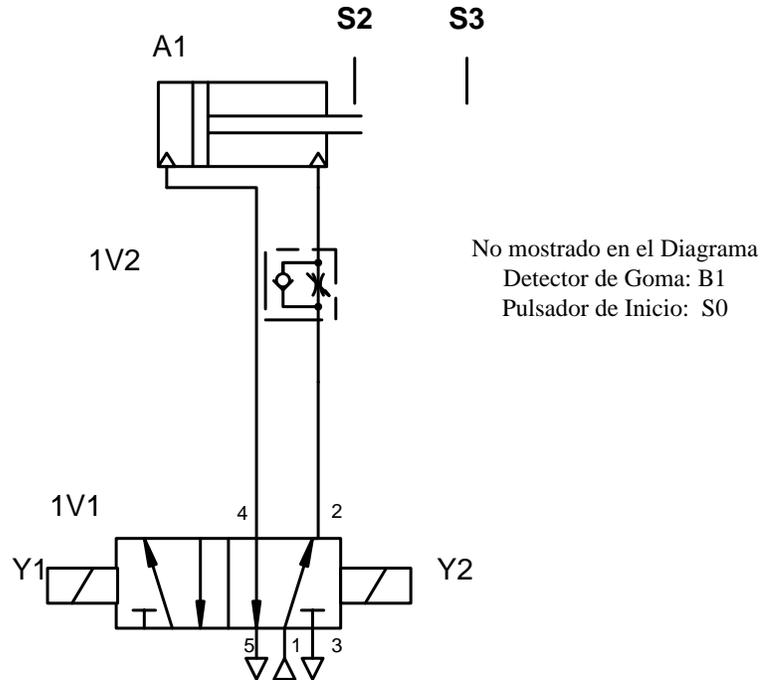


Figura 4.10. Estructura de potencia del caso de estudio 2.

- Leyenda de estructura de potencia.

Tabla 4.4. Leyenda de los elementos de la estructura de Potencia del caso de estudio 2.

ID	Elemento	Acción
“S2”	Sensor de proximidad de contacto	Detección de vástago retraído
“S3”	Sensor de proximidad de contacto	Detección de vástago extendido
“B1”	Sensor de proximidad optoelectrónico	Detección de Material para la unión
“Y 1”	Solenoide	Activación de paso de aire 14 (para extensión de vástago)
“Y 2”	Solenoide	Activación de paso de aire 12 (para retracción de vástago)



4.2.4. Diagrama Escalera de control del proceso caso de estudio 2.

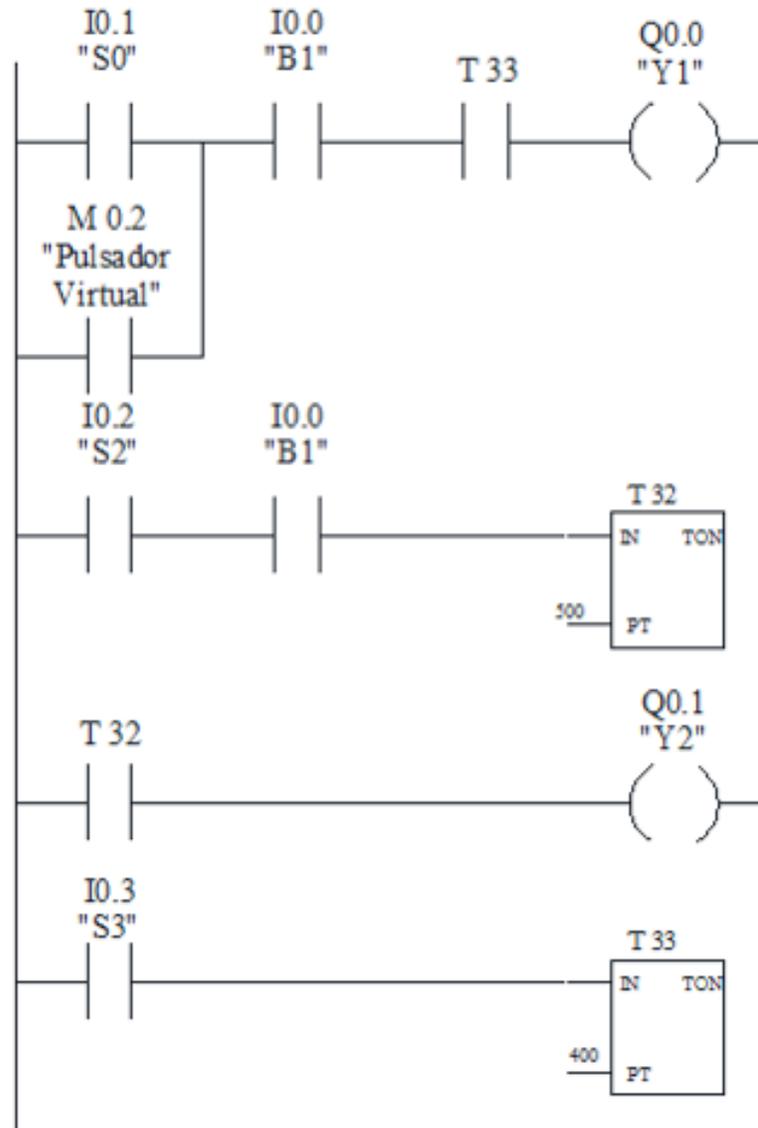


Figura 4.11. Diagrama escalera para el control del caso de estudio 2.



4.2.5. Diagrama de conexiones del caso de estudio 2.

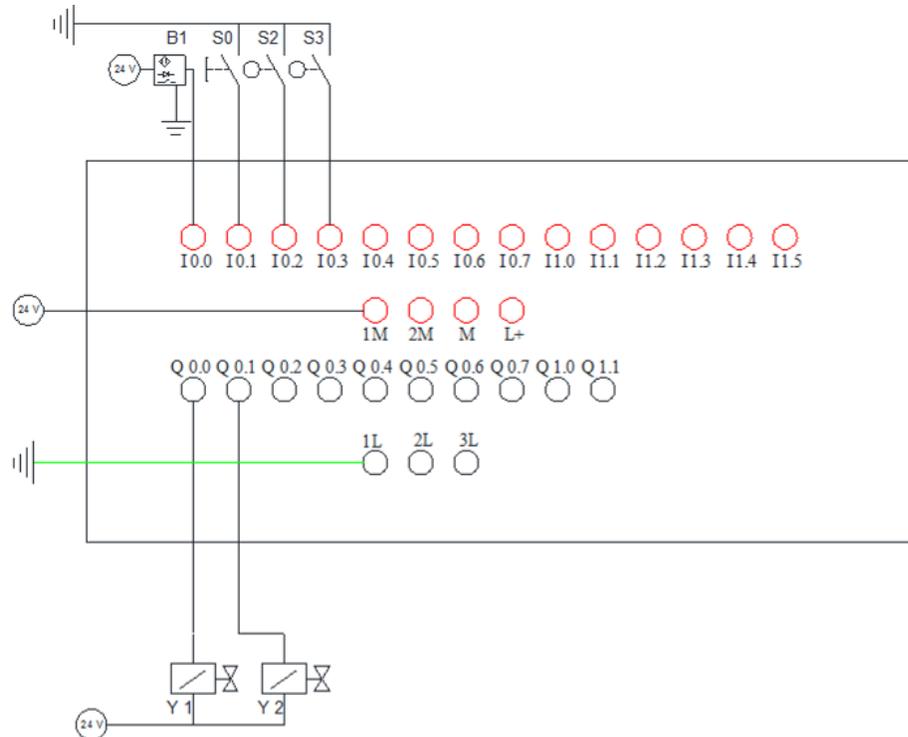


Figura 4.12. Diagrama conexiones del caso de estudio 2.

Tabla 4.5. Conexiones y direccionamiento de caso de estudio 2.

Nombre	Tipo de variable	Direccion
B1: Sensor de Proximidad	Entrada	I 0.0
S0: Pulsador de tablero	Entrada	I 0.1
S2: Sensor de Proximidad	Entrada	I 0.2
S3: Sensor de Proximidad	Entrada	I 0.3
Y 1: Solenoide (Extension)	Salida	Q 0.0
Y 2: Solenoide (Retracción)	Salida	Q 0.1



4.2.6. Creación y configuración de Interfaz caso de estudio 2.

La creación de la interfaz tiene como finalidad facilitar el trabajo del operador y a su vez para crear base de control del proceso, este constara con ciertas similitudes con el proceso real a nivel visual.

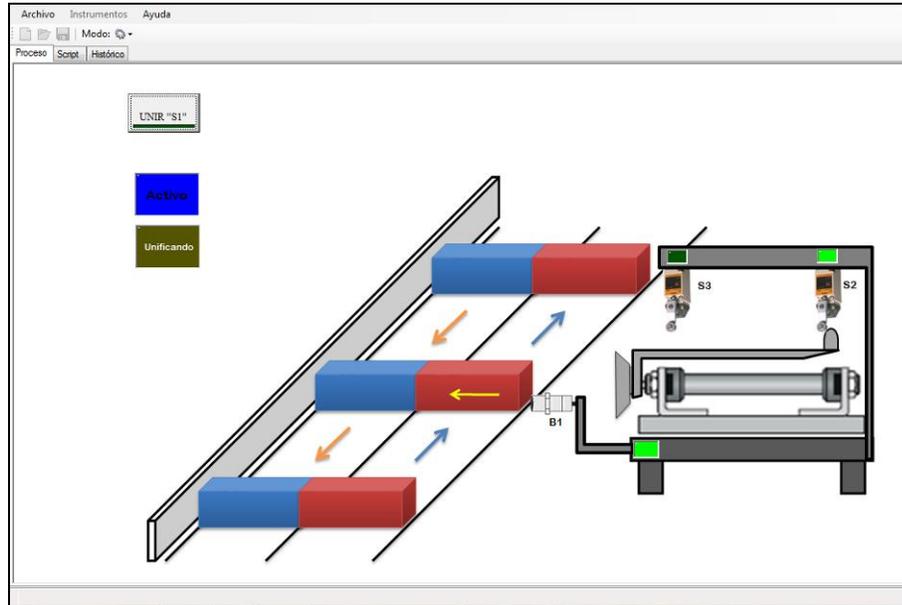
- Generación de variables dentro del PC Access.

Todos los elementos que integrarán la interfaz deben ser generados dentro del programa mencionado, ya que, este publica las variables en el sistema y permite la comunicación y control del banco de ensayos electroneumatico desde la interfaz, cabe destacar que debe existe relación entre los componentes de los programas que componen el sistema que son: Step 7, PC Access y Opc Soft.

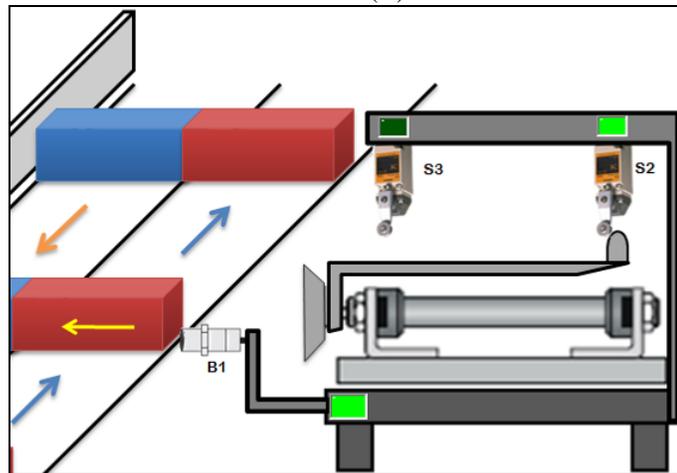
Tabla 4.6. Variables generadas en el PC Access para establecer interfaz caso de estudio 2.

Nombre de Ítem	Dirección	Tipo de Datos	Acceso
Unir=Arranque	M0.2	Booleana	Lectura y escritura
Indicador Activo	T32	INT	Lectura y Escritura
Indicador Unificado	T33	Booleana	Lectura y escritura
S2: Vástago Retraído	I0.2	Booleana	Lectura y escritura
S3: Vástago Extendido	I0.3	Booleana	Lectura y escritura
B1: Borrador Alineado	I0.0	Booleana	Lectura y escritura

- Tablero de control.



(A)



(B)

Figura 4.13. Interfaz de control de caso de estudio 2, (A) Aspecto general, (B) Detalle.

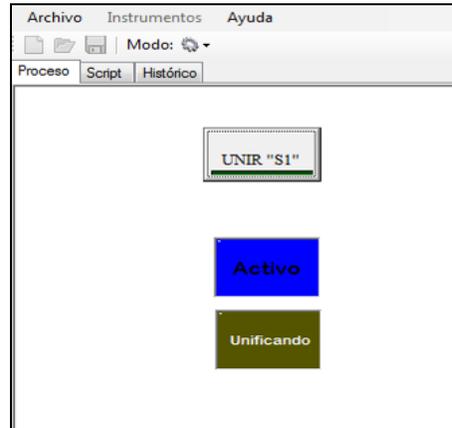


Figura 4.14. Detalles de los elementos dentro de la interfaz de control caso de estudio 2.

4.2.7. Descripción de la Interfaz del caso de estudio 2.

Esta interfaz cuenta con indicadores de luz para las acciones que rigen el proceso, mostrará el posicionamiento del vástago con los indicadores de los sensores de contacto S2 y S3, la presencia de material a unificar con B1, se cuenta con indicadores de tiempo, representados por dos indicadores de luz que son “activación” y “unificando”, esto proporcionan información visual de las etapas del proceso. Se cuenta con un pulsador de inicio del proceso llamado (UNIR “S1”), este para funcionar como un pulsador no anclado, también se la aplica la programación por medio de un script, el proceso para comenzar verifica la posición inicial del actuador, la misma puede observarse desde la interfaz.



4.3. Caso de Estudio 3.

Debe implementarse un sistema para controlar el nivel de líquido en un tanque. El sistema debe poseer un panel de control en el que exista un pulsador de llenado. A través de una válvula de cierre instalada en una tubería que llega al tanque y que es accionada por un cilindro neumático, se alimenta el tanque de líquido, existe un nivel máximo en el tanque el cual es detectado por un flotador y que no debe ser sobrepasado bajo ninguna condición, para detectar este nivel máximo el flotador forma un arreglo con un final de carrera eléctrico de manera tal que cuando el tanque alcanza el nivel máximo, el flotador se posiciona y acciona el final de carrera eléctrico quien emitirá una señal que indicará que el tanque está en su máximo nivel. El cilindro que acciona la válvula de cierre de alimentación está instalado de manera tal que cuando su vástago se encuentra retraído, la válvula de cierre está cerrada y cuando el cilindro se encuentra con vástago extendido la válvula de cierre está abierta. El sistema a diseñar debe garantizar que el tanque no se derrame ni sobre pase el máximo nivel.



Figura 4.15. Tanque referencia para el sistema de nivel del caso de estudio 3.



4.3.1. Dispositivos a utilizar en el caso de estudio 3.

- Cilindro pistón de Simple efecto: la propuesta se realiza en función a este actuador, para garantizar que el sistema es completamente anti derrame, ya que siendo de este tipo, al haber falla de orden o de voltaje esté cerrara la válvula automáticamente protegiendo el liquido y sus alrededores, es decir un sistema anti derrames.
- Elementos introductores de señal:
 - Pulsador: empleado para introducir la señal de inicio de operación desde campo. Posee salida a contacto normalmente abierto.
 - Sensores de proximidad de contacto: Se emplearán en la detección de la posición del actuador neumático específicamente retraído (válvula de llenado cerrada) y en la aplicación del flotante, es decir cuando el tanque este lleno. Esto se hace teniendo en consideración la disponibilidad de estos detectores en el laboratorio. Son detectores con salida a contacto seco tipo SPDT (conmutado).
- Electroválvula 3/2 vías: Es el elemento de mando de la válvula de llenado. Está abre y cierra la admisión de líquido del tanque. Es de tipo monoestable por lo que al momento que ocurre la desconexión eléctrica vuelve a su estado inicial el cual es normalmente cerrada.
- PLC: Es el controlador disponible para la aplicación. Corresponde al S7-224 de SIEMENS.
- Computador: es el equipo empleado en la programación del PLC, configuración de la aplicación servidor OPC (PC Access) y las aplicaciones clientes OPC disponibles mediante OPC Soft y LabVIEW.



4.3.2. Descripción de la solución.

- El proceso se enfoca en la alimentación del tanque, tomando como premura de seguridad que el sistema sea anti derrame, por esta razón se utiliza un actuador monoestable que gobierna la válvula de alimentación, el proceso inicia generando las señales de activación por medio de un pulsador de campo S1 o desde la interfaz, se debe tomar en cuenta que cuando el actuador está extendido el estado de la válvula es abierto y al estar retraído está cerrado, existe un sensor Limit switch S5 que es activado por un flotante mecánico, el cual es activado al estar lleno o al límite máximo establecido de liquido el tanque, según sea el estado de los sensores que intervienen dentro del proceso, se abrirá o cerrara la valvula, se garantiza que de presentarse una falla de energía, automáticamente la válvula quedaría cerrada.

4.3.3. Diagrama de potencia del caso de estudio 3.

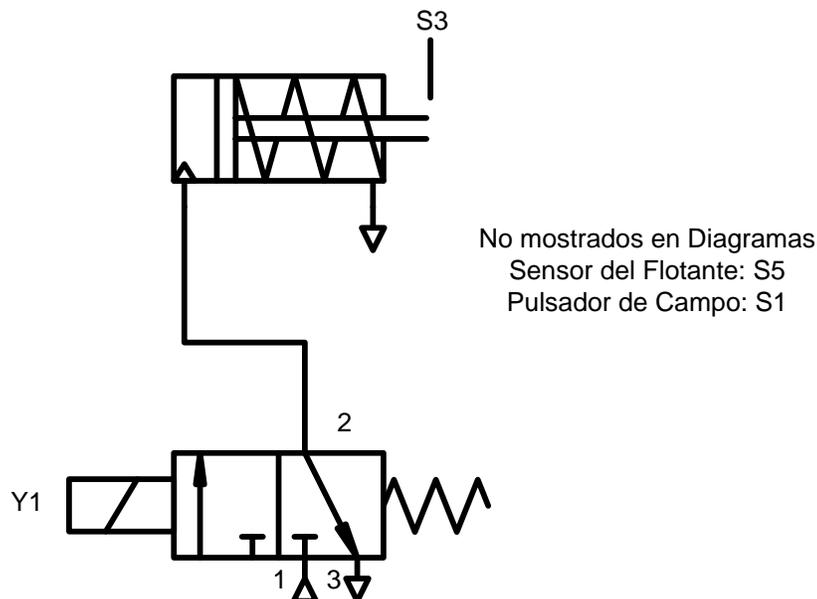


Figura 4.16. Estructura de potencia del caso de estudio 3.



- Leyenda de estructura de potencia.

Tabla 4.7. Leyenda de los elementos de la estructura de Potencia del caso de estudio 3.

ID	Elemento	Acción
“S1”	Pulsador normalmente abierto	Activación de sistema en campo
“S5”	Sensor de proximidad de contacto	Detección de limite de liquido
“S3”	Sensor de proximidad de contacto	Detección de vástago Retraído
“Y 1”	Solenoide	Activación de paso de aire 12 (para extensión de vástago)

4.3.4. Diagrama Escalera de control del proceso.

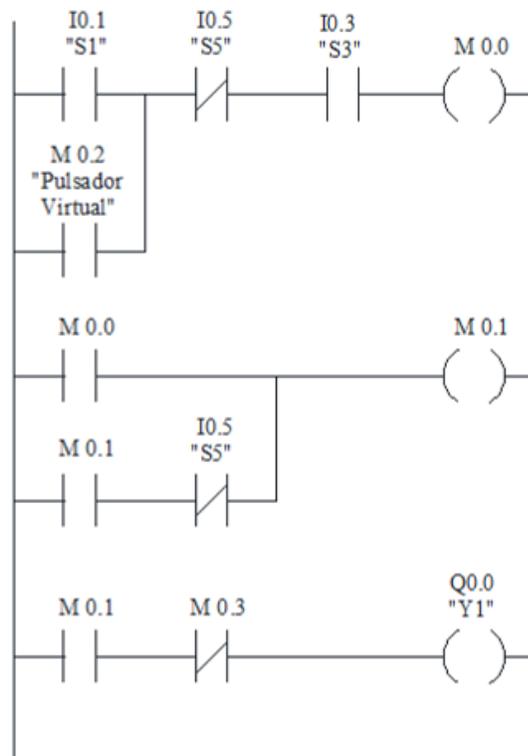


Figura 4.17. Diagrama escalera para el control del caso de estudio 3.

4.3.5. Diagrama de conexiones del caso de estudio 3.

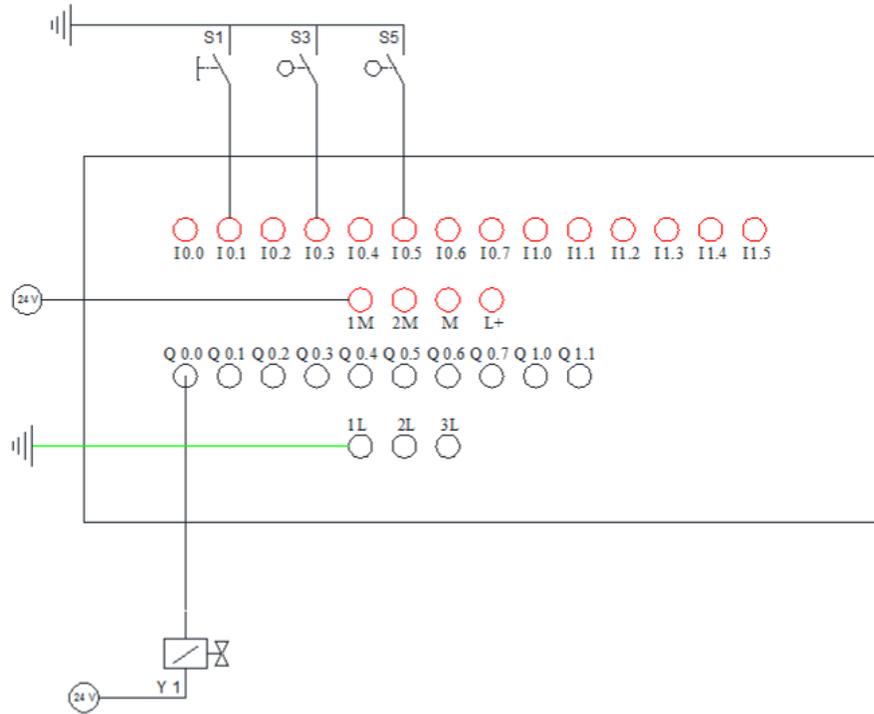


Figura 4.18. Diagrama conexiones del montaje 3.

Tabla 4.8. Conexiones y direccionamiento del caso de estudio 3.

Nombre	Tipo de variable	Dirección
S1: Pulsador de tablero en campo	Entrada	I 0.1
S3: Sensor de Proximidad de contacto	Entrada	I 0.3
S5: Sensor Final de Carrera	Entrada	I 0.5
Y 1: Solenoide (Extensión)	Salida	Q 0.0



4.3.6. Creación y configuración de Interfaz del caso de estudio 3.

La creación de la interfaz tiene como finalidad facilitar el trabajo del operador y a su vez para crear base de control del proceso, este constara con ciertas similitudes con el proceso real a nivel visual.

- Generación de variables dentro del PC Access.

Todos los elementos que integraran la interfaz deben ser generados dentro del programa mencionado, ya que, este publica las variables en el sistema y permite la comunicación y control del banco de ensayos electroneumatico desde la interfaz, cabe destacar que debe existe relación entre los componentes de los programas que componen el sistema que son: Step 7, PC Access y Opc Soft.

Tabla 4.9. Variables generadas en el PC Access para establecer interfaz del caso de estudio 3.

Nombre de Ítem	Dirección	Tipo de Datos	Acceso
Llenar	M0.2	Booleana	Lectura y escritura
S3: Vástago Retraído	I0.2	Booleana	Lectura y escritura
Indicador de Flecha Horizontal	I0.5	Booleana	Lectura
Indicador Válvula Abierta	M0.1	Booleana	Lectura
Indicador Válvula Cerrada	I0.3	Booleana	Lectura
Stop	M0.3	Booleana	Lectura y escritura

- Tablero de control.



Figura 4.19. Tablero de control de montaje 3.



Figura 4.20. Ampliación de los elementos del tablero o interfaz de control.



El elemento de arranque o pulsador virtual de llenar, se debe colocar en funcionamiento bajo parámetros de programación dentro del OPC Soft, en el área de Script, para que su estado de acción sea monoestable, es decir, que funcione como un pulsador no enclavado.

4.3.7. Descripción de la Interfaz del caso de estudio 3.

La interfaz está compuesta de 2 pulsadores, cuyos nombres “LLENAR” y “STOP” indican la acción que cumplen dentro del proceso es decir, rigen el comportamiento de activación o desactivación de la electroválvula, la cual controla al actuador que acciona la por medio de una válvula de paso la admisión de líquidos al tanque, se cuenta a su vez 3 indicadores que muestran las condiciones del proceso, en función al estado de la válvula, es decir, abierta o cerrada y el indicador del nivel máximo del tanque. La innovación de este sistema, es la garantía de que es anti derrame, lo que lo hace más confiable y manejable, desde la interfaz o de campo.



4.4 Caso de Estudio 4

En una celda de producción se verifica la presencia de una perforación en una pieza, se tiene una cinta de transporte que es alimentada con las piezas a examinar que viajan todas siempre con la misma orientación. Se tienen dos sensores de proximidad uno optoelectrónico de reflexión directa (S1) y otro de barrera (S2), los cuales en combinación arrojan la siguiente información:

Tabla 4.10. Combinaciones del caso de estudio 4 según señales de sensores. Obtenido de manual de Automatización Industrial, profesora Adriana Herrera

S1	S2	Información
Señal 0	Señal 0	Combinación no valida
Señal 0	Señal 1	No hay piezas en la Celda
Señal 1	Señal 0	Piezas sin Mecanizar
Señal 1	Señal 1	Pieza Correcta

Se tiene un pulsador de arranque que activa la cinta transportadora y uno de parada que la detiene una vez finalizada la jornada de trabajo, sin embargo el sistema debe funcionar de manera tal que si una pieza no mecanizada es detectada la cinta debe detenerse.

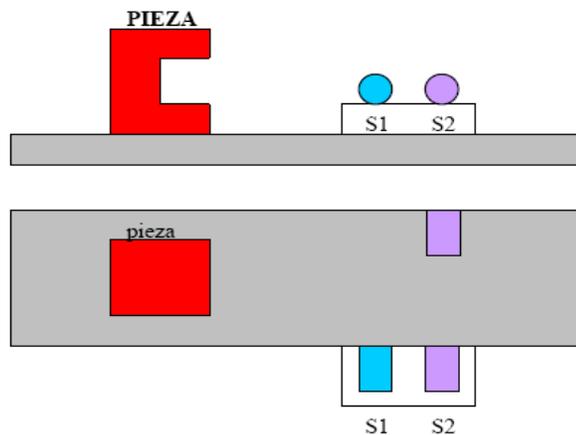


Figura 4.21. Esquema representativo del caso de estudio 4. Obtenido en Manual de Automatización Industrial Profesora Adriana Herrera



4.4.1. Dispositivos a Utilizar en el caso de estudio 4.

- Cilindro pistón de simple efecto: dispositivo utilizado con la finalidad de emular la activación y desactivación de la banda transportadora por medio de un botón, que se encuentra ubicado en la maquina.
- Elementos introductores de señal:
 - Pulsador: empleado para introducir la señal de inicio de operación desde campo. Posee salida a contacto normalmente abierto.
 - Sensor de proximidad optoelectrónico: utilizado para la detección de piezas dentro de la línea o banda transportadora emulando al sensor de barrera requerido.
 - Sensor de proximidad optoelectrónico de reflexión directa: se utiliza para verificar si la pieza fue mecanizada dentro del proceso.
- Electroválvula 3/2 vías: Es el elemento de mando del motor neumático. Que abre y cierra la la admisión de aire que permite el desplazamiento de lavanda transportadora. Es de tipo monoestable por lo que al momento que ocurre la desconexión eléctrica vuelve a su estado inicial el cual es normalmente cerrada.
- PLC: Es el controlador disponible para la aplicación. Corresponde al S7-224 de SIEMENS.
- Computador: es el equipo empleado en la programación del PLC, configuración de la aplicación servidor OPC (PC Access) y las aplicaciones clientes OPC disponibles mediante OPC Soft y LabVIEW.



Tabla 4.11. Leyenda de los elementos de la estructura de Potencia del caso de estudio 4.

ID	Elemento	Acción
“S0”	Pulsador de Campo	Activación de banda transportadora
“S1”	Sensor de proximidad optoelectrónico de reflexión directa	Detección de mecanizado
“S2”	Sensor de proximidad optoelectrónico	Detección de piezas
“S3”	Sensor de proximidad de contacto	Detección de vástago
“Y 1”	Solenoide	Activación de paso de aire 12 (para extensión de vástago)



4.4.4. Diagrama Escalera de control del proceso del caso de estudio 4.

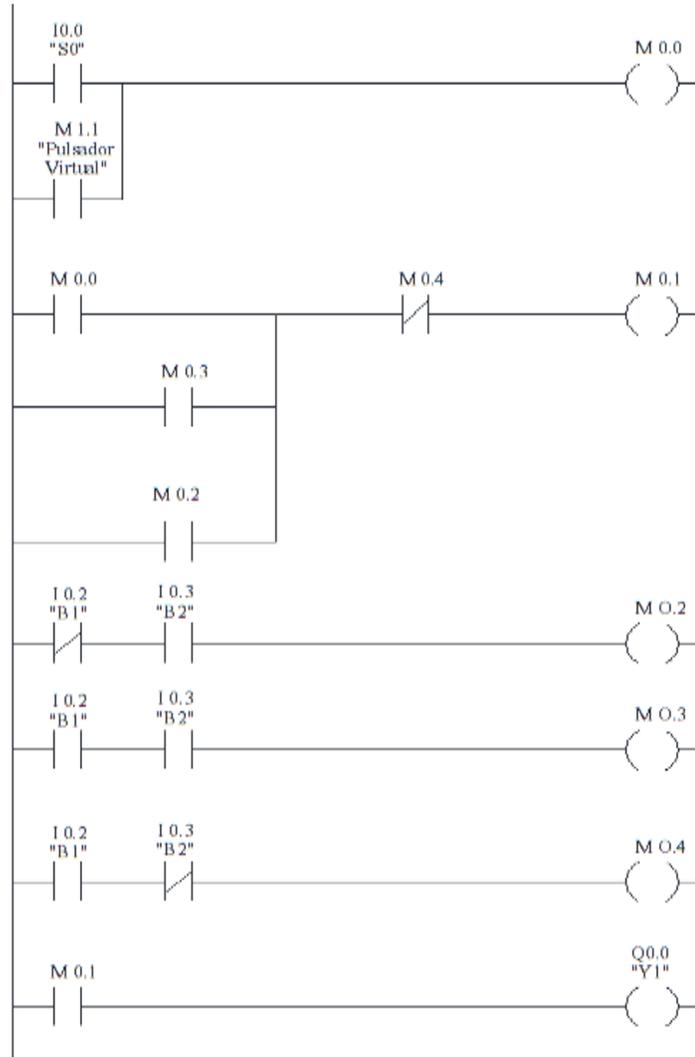


Figura 4.23. Diagrama escalera para el control del caso de estudio 4.



4.4.5. Diagrama de conexiones del caso de estudio 4.

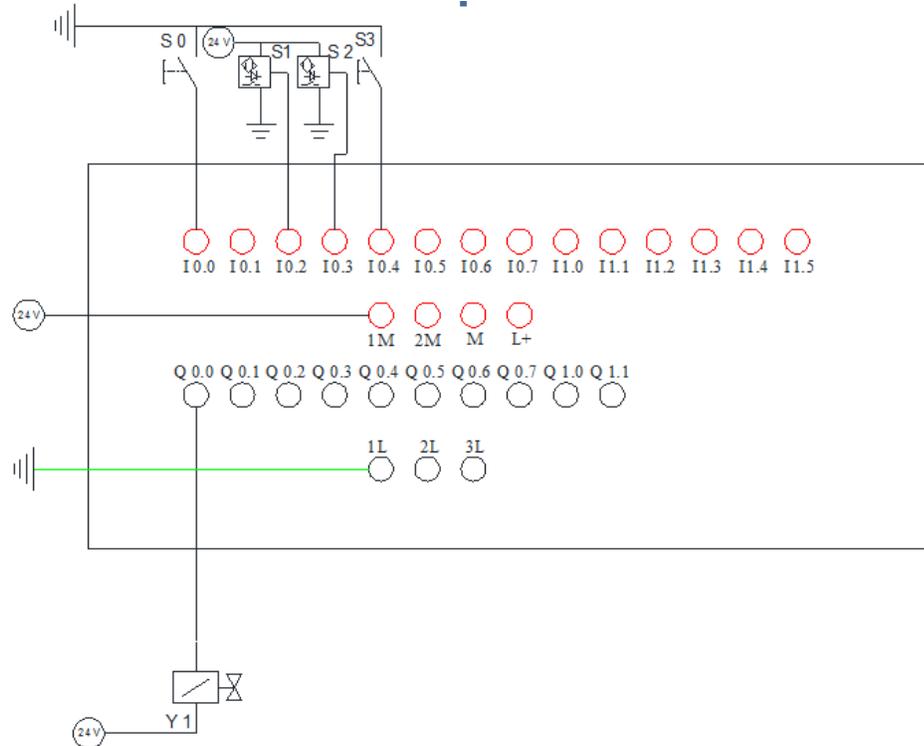


Figura 4.24. Diagrama conexiones del caso de estudio 4.

Tabla 4.12. Conexiones y direccionamiento del caso de estudio 4.

Nombre	Tipo de variable	Direccion
S0: Pulsador de tablero de campo	Entrada	I 0.0
S1: Sensor de proximidad reflexion directa	Entrada	I 0.2
S2: Sensor de proximidad	Entrada	I 0.3
S3: sensor de proximida de contacto	entrada	I0.4
Y 1: Solenoide	Salida	Q 0.0



4.4.6. Creación y configuración de Interfaz.

La creación de la interfaz tiene como finalidad facilitar el trabajo del operador y a su vez para crear base de control del proceso, este constara con ciertas similitudes con el proceso real a nivel visual.

- Generación de variables dentro del PC Access.

Todos los elementos que integraran la interfaz deben ser generados dentro del programa mencionado, ya que, este publica las variables en el sistema y permite la comunicación y control del banco de ensayos electroneumatico desde la interfaz, cabe destacar que debe existe relación entre los componentes de los programas que componen el sistema que son: Step 7, PC Access y Opc Soft.

Tabla 4.13. Variables generadas en el PC Access para establecer interfaz del caso de estudio 4.

Nombre de Ítem	Dirección	Tipo de Datos	Acceso
Botón de Cinta activa	M0.1	Booleana	Lectura y Escritura
Botón de Stop (Parada)	M0.2	Booleana	Lectura y Escritura
Indicador tipo flecha Cinta activa	M1	Booleana	Lectura
Contador combinación no valida	C1	Booleana	Lectura
Contador “No hay pieza en celdas”	C2	Booleana	Lectura
Contador “Pieza sin mecanizar”	C3	Booleana	lectura
Contador “Pieza correcta”	C4	Booleana	Lectura



- Tablero de control.

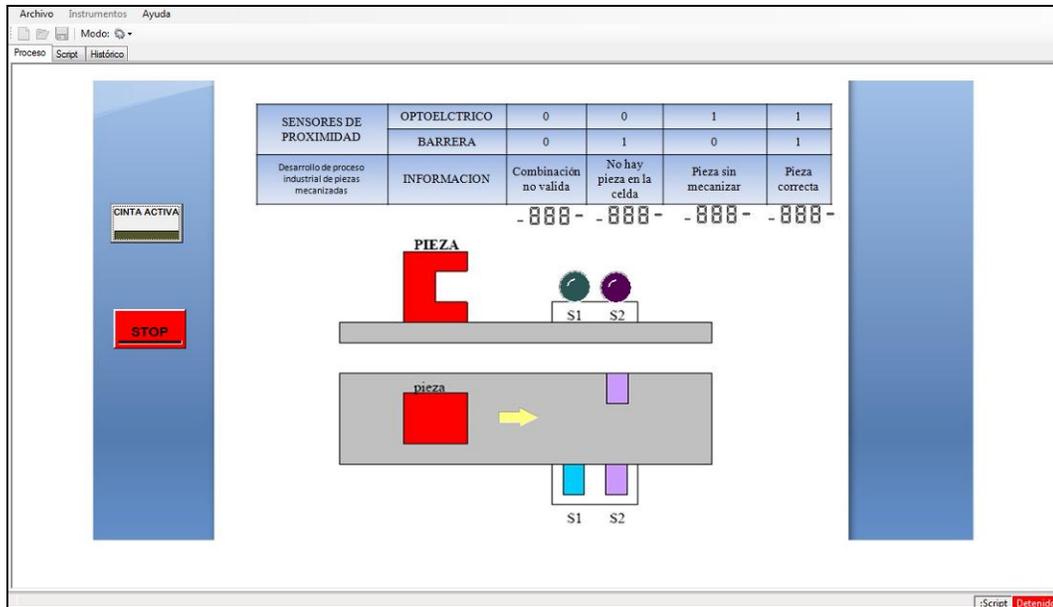


Figura 4.25. Tablero de control del caso de estudio 4.

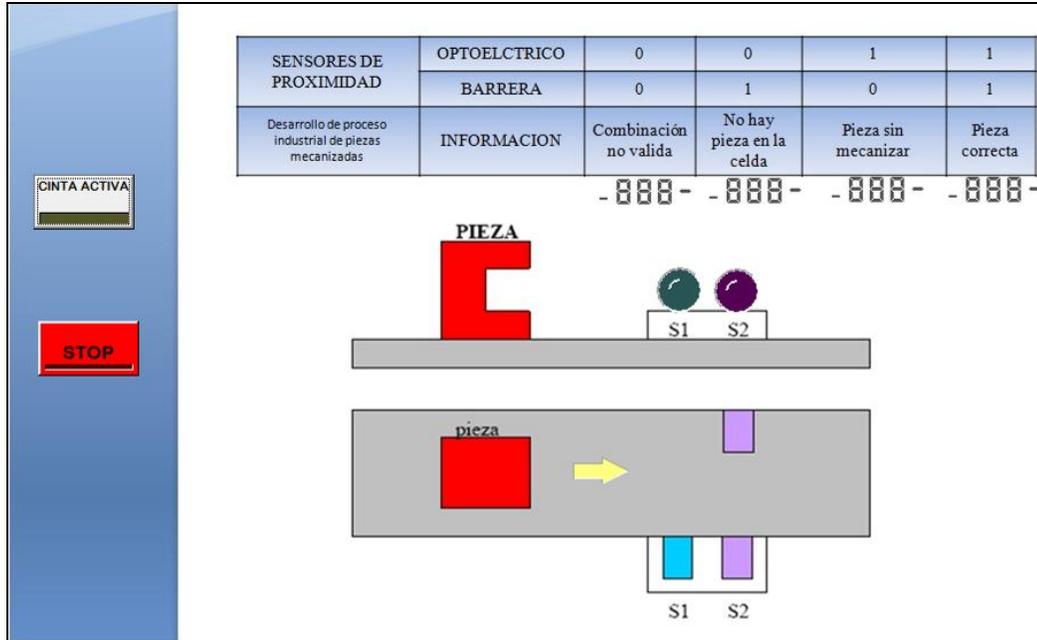


Figura 4.26. Detalles de los elementos de la interfaz de control del caso de estudio 4.



Se pueden observar los elementos generados dentro de la interfaz, para que estos puedan tener acción de control todos los programas asociados deben estar en funcionamiento y debe existir relación en el direccionamiento establecido. Los elementos mostraran el estado del banco.

La particularidad de este caso de estudio es la funcionabilidad de los botones, ambos botones funcionaran con su estado biestable, sin embargo por medio de programación dentro del Script, al presionar el botón de Stop se desactivara el de activación de la banda.

4.4.7. Descripción de la Interfaz del caso de estudio 4.

La interfaz tiene como herramienta principal la acción de contadores virtuales, los cuales dependiendo la combinación de la pieza genera un conteo para llevar control de producción desde el mismo tablero de trabajo, adicionalmente cuenta con pulsadores cuya función dentro del proceso es accionar o detener la banda transportadora desde la misma pantalla para que en caso de presentarse cualquier tipo de falla se pueda tomar acciones previsivas, el accionamiento de los sensores se mostrara con indicadores luminosos ubicados en la banda transportadora estos proveen información sobre las condiciones de los sensores.



4.5. Caso de Estudio 5

Con una prensa neumática se da forma a unas láminas de acero de 8 mm de espesor. La máquina necesita para realizar un buen trabajo que al iniciar su ciclo, la presión de entrada de la válvula de control sea de 5 bar. Cuando se dispone de este nivel de presión y se presionan dos pulsadores simultáneamente, se produce el avance de la herramienta. La herramienta debe retroceder a la posición inicial cuando se libera cualquiera de los dos pulsadores, pero no debe hacerlo si una vez iniciado el avance de la herramienta, desciende la presión de alimentación.

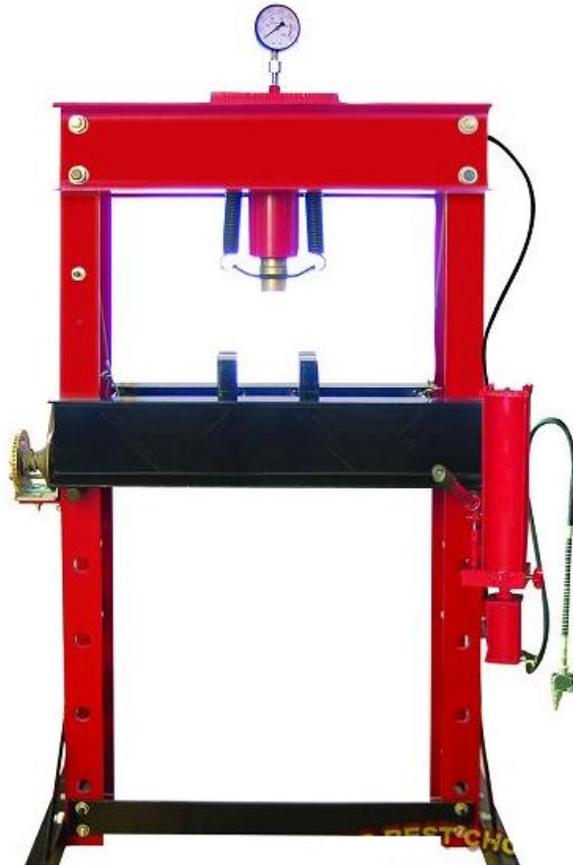


Figura 4.27. Prensa Neumática de referencia para el caso de estudio 5.



4.5.1. Dispositivos a utilizar en el caso de estudio 5.

- Se emplea un cilindro neumático de doble efecto con el cual es posible desarrollar trabajo en ambos sentidos de desplazamiento siendo apropiado para el caso planteado.
- Elementos introductores de señal:
 - Pulsadores: empleado para introducir la señal de inicio de operación, en este caso de estudio se utilizara un método de seguridad, el cual exige al operado presionar 2 pulsadores simultáneamente para evitar que pueda meter las manos en el área de doblado. Ambos pulsadores son de contacto normalmente abierto.
 - Sensor de proximidad inductivo: apropiado para la detección de materiales metálicos como es el caso de las láminas de acero planteadas en el caso estudiado. Se utiliza un sensor con salida NPN.
 - Presostato ó interruptor de presión: Es el detector de presión con el cual se verificará que la presión en la cámara del émbolo del cilindro alcanza el valor prefijado. Posee salida a contacto seco de tipo SPDT.
 - Sensores de proximidad de contacto: dispositivos utilizados para la verificación de posicionamiento del vástago del cilindro piston.
- Electroválvula 5/2 vías: Es el elemento de mando del cilindro neumático. Es de tipo biestable por lo que al momento que ocurre la desconexión eléctrica de sus bobinas mantiene la última posición alcanzada.
- PLC: Es el controlador disponible para la aplicación. Corresponde al S7-224 de SIEMENS.



- Computador: es el equipo empleado en la programación del PLC, configuración de la aplicación servidor OPC (PC Access) y las aplicaciones clientes OPC disponibles mediante OPC Soft y LabVIEW.

4.5.2. Descripción de la solución del caso de estudio 5.

- Para iniciar el proceso se debe garantizar la presión de 5 bar en la entrada de la electroválvula esta operación es verificada por el Presostato, cumplida dicha condición se manifiesta por medio de un indicador luminoso. Dada la señal de cumplimiento de presión, se procede a presionar los 2 pulsadores simultáneamente como norma de seguridad. Posteriormente viene la verificación de la posición de la prensa, realizada por los sensores de proximidad ubicados estratégicamente cuando se encuentra retraído S3 o extendido S4 el actuador completamente. Se debe resaltar que al estar presionados los pulsadores simultáneamente, en la interfaz se visualiza dicha acción, por otra parte, la condición de presión es prioridad solo para el inicio del proceso, sin embargo la condición de mantener presionados los pulsadores si es durante todo el proceso, para proveer que el operador introduzca las manos en el proceso.



4.5.3. Diagrama de potencia del caso de estudio 5.

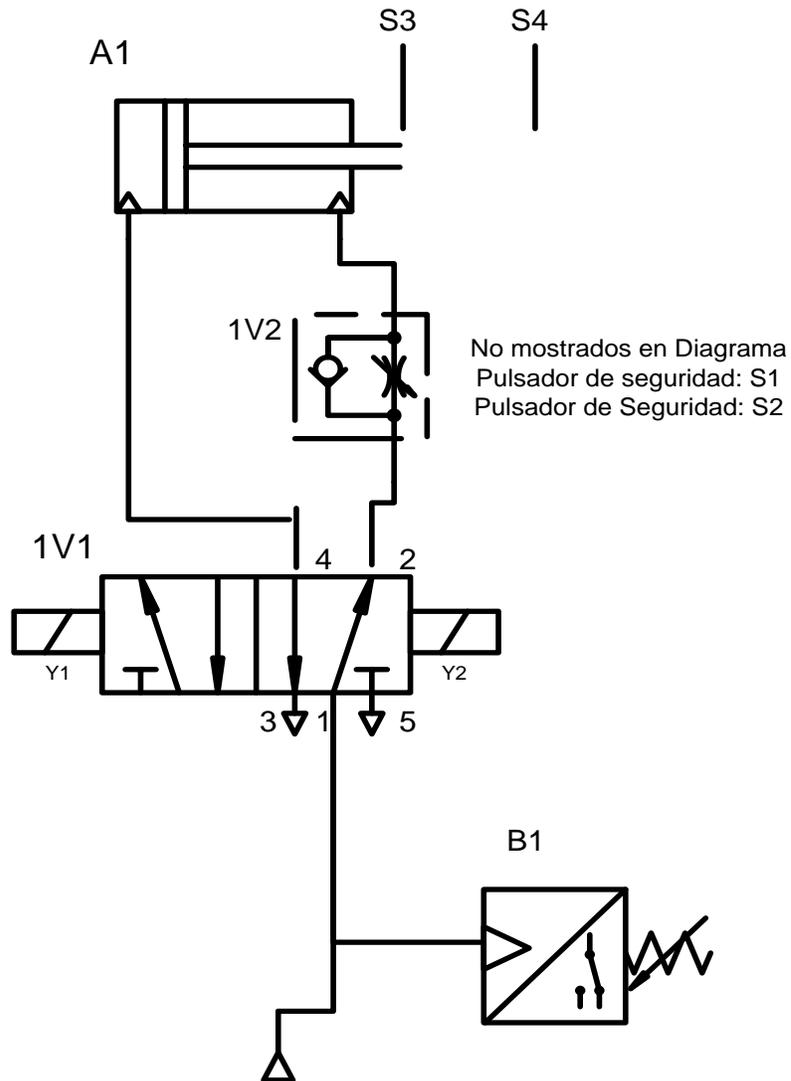


Figura 4.28. Estructura de potencia del caso de estudio 5.



- Leyenda de estructura de potencia.

Tabla 4.14. Leyenda de los elementos de la estructura de Potencia del caso de estudio 5.

ID	Elemento	Acción
“B1”	Presostato	Verificación de rango de presión
“S1”	Pulsador normalmente abierto	Activación de Prensa
“S2”	Pulsador normalmente abierto	Activación de Prensa
“S3”	Sensor de proximidad de contacto	Detección de vástago retraído
“S4”	Sensor de proximidad de contacto	Detección de límite de liquido
“Y 1”	Solenoides	Activación de paso de aire 14 (para extensión de vástago)
“Y 2”	Solenoides	Activación de paso de aire 12 (para retracción de vástago)

4.5.4. Diagrama Escalera de control del proceso del caso de estudio 5.

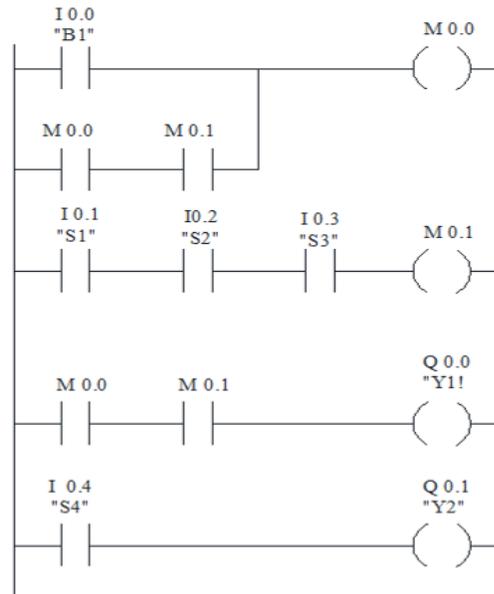


Figura 4.29. Diagrama escalera para el control del caso de estudio 5



4.5.5. Diagrama de conexiones del caso de estudio 5.

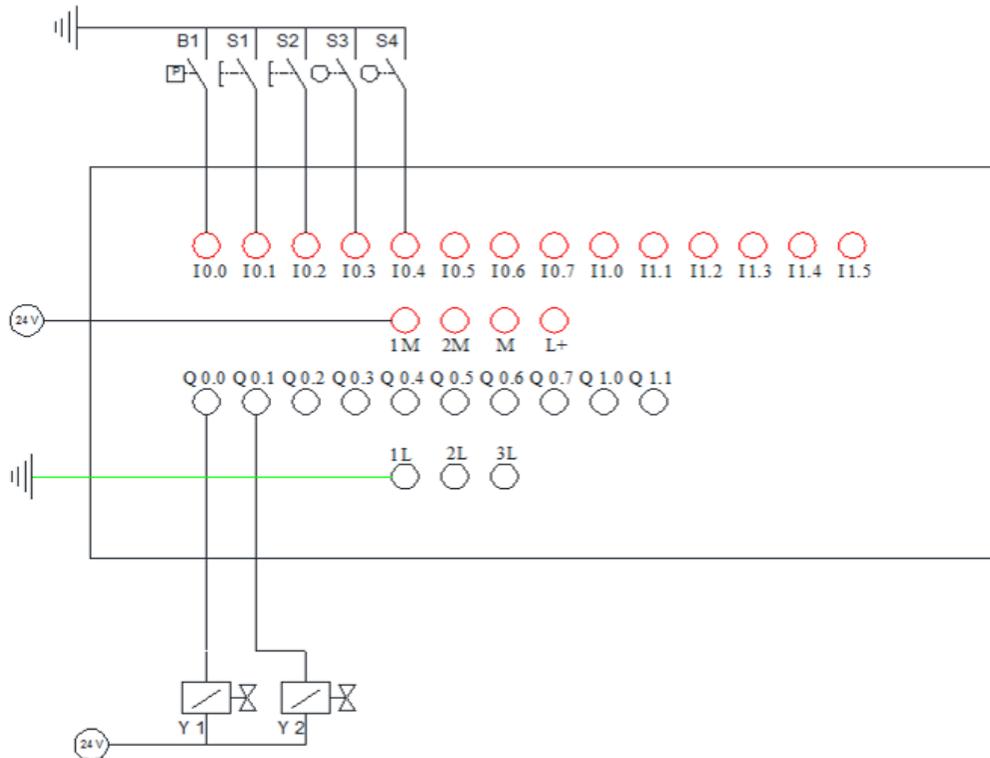


Figura 4.30. Diagrama conexiones del caso de estudio 5.

Tabla 4.15. Conexiones y direccionamiento del caso de estudio 5.

Nombre	Tipo de variable	Dirección
B1: Sensor de Presión	Entrada	I 0.0
S1 : Pulsador 1	Entrada	I 0.1
S2 : Pulsador 2	Entrada	I 0.2
S3: Sensor Proximidad de contacto	Entrada	I 0.3
S4: Sensor Proximidad de contacto	Entrada	I 0.4
Y 1: Solenoide (Extensión)	Salida	Q 0.0
Y 2: Solenoide (retracción)	Salida	Q 0.1



4.5.6. Creación y configuración de Interfaz del caso de estudio 5.

La creación de la interfaz tiene como finalidad facilitar el trabajo del operador dando la oportunidad de controlar y supervisar el proceso, lo que lleva a emular visualmente parte del sistema o caso de estudio representado.

- Generación de variables dentro del PC Access.

Todos los elementos que integraran la interfaz deben ser generados dentro del programa mencionado, ya que, este publica las variables en el sistema y permite la comunicación y control del banco de ensayos electroneumatico desde la interfaz, cabe destacar que debe existe relación entre los componentes de los programas que componen el sistema que son: Step 7, PC Access y Opc Soft.

Tabla 4.16. Variables generadas en el PC Access para establecer interfaz del caso de estudio 5.

Nombre de Ítem	Dirección	Tipo de Datos	Acceso
B1: Sensor de Presión	I 0.0	Booleana	Lectura
S1 : Pulsador 1	I 0.1	Booleana	Lectura
S2 : Pulsador 2	I 0.2	Booleana	Lectura
S3: Sensor Proximidad	I 0.3	Booleana	Lectura
S4: Sensor Proximidad	I 0.4	Booleana	Lectura

○ Tablero de control.

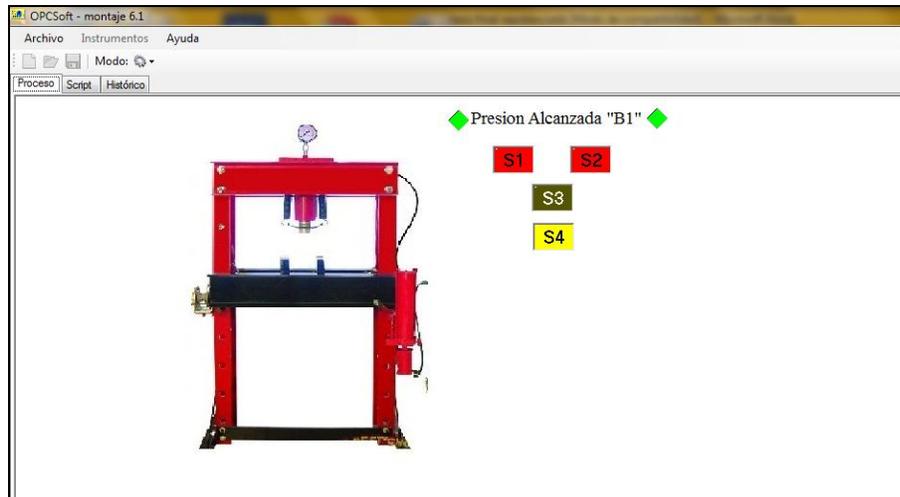


Figura 4.31. Tablero de control del caso de estudio 5.

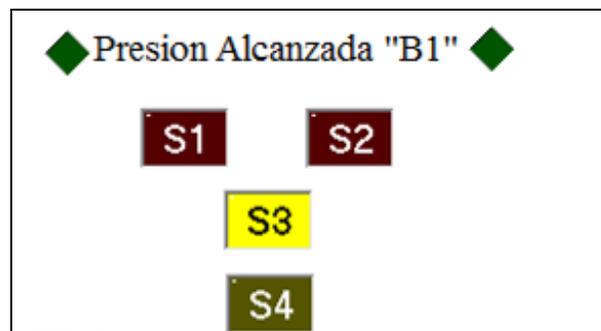


Figura 4.32. Detalles del elementos del tablero o interfaz de control de caso de estudio 5.

Es posible observar los elementos generados dentro de la interfaz, para que estos puedan tener acción control todos los programas asociados deben estar en funcionamiento y debe existir relación en el direccionamiento establecido. Los elementos mostraran el estado del banco.



4.5.7. Descripción de la Interfaz del caso de estudio 5.

Esta interfaz cuenta con ciertos indicadores de luz, que muestran la posición del vástago que conforma el proceso, dentro del grupo de los indicadores de posición tenemos a los que representan a los sensores de posición del actuador de la prensa “S3” y “S4”, adicionalmente se cuenta con los indicadores que expresan a los pulsadores que accionan el proceso “S1” y “S2”, el sensor de presión es representado por dos indicadores tipo diamante que se encuentran en la parte superior del tablero virtual “B1”. La innovación de esta interfaz es que el proceso es iniciado o activado desde campo, y visualmente por medio del tablero se puede verificar la serie de acciones y las etapas del proceso.



4.6. Caso de estudio 6

En el área de control de calidad de una fábrica de muebles, estos son sometidos a presión mecánica. El dispositivo de prueba está compuesto por un cilindro de doble efecto, que tiene acoplado una pieza que entra en contacto con cada mueble. Una vez ubicado el mueble en el sitio de prueba, se oprime un pulsador de marcha, saliendo inmediatamente el vástago del cilindro.

El dispositivo acoplado toca el mueble y comienza a ejercer presión. Cuando la presión ejercida alcanza un valor de 3 bar y han transcurrido 12 s de su aplicación, se produce el retroceso del cilindro finalizando de esta manera el proceso. Se posiciona nuevamente el sistema en espera de otro ciclo y se indica por medio de una señal luminosa que el producto ha pasado la prueba. Si el cilindro llega al final de la carrera es indicio de que el mueble no tiene la calidad deseada, así que el cilindro debe regresar a su posición inicial y debe indicarse mediante una alarma que el mueble debe ser rechazado.



Figura 4.33. Prensa neumática de muebles modelo del caso de estudio 6.



4.6.1. Dispositivos a utilizar en el caso de estudio 6.

- Se emplea un cilindro neumático de doble efecto con el cual es posible desarrollar trabajo en ambos sentidos de desplazamiento siendo apropiado para el caso planteado.
- Elementos introductores de señal:
 - Pulsador: empleado para introducir la señal de inicio de operación, este es de contacto directo normalmente abierto.
 - Sensor de proximidad capacitivo: apropiado para la detección de materiales no metálicos como es el caso de los muebles planteados en el caso estudiado. Se utiliza un sensor con salida NPN.
 - Sensores de proximidad de contacto: Se emplearán en la detección de las posiciones de inicio y final de carrera del vástago del actuador neumático. Esto se hace teniendo en consideración la disponibilidad de estos detectores en el laboratorio. Son detectores con salida a contacto seco tipo SPDT (conmutado).
 - Presostato ó interruptor de presión: Es el detector de presión con el cual se verificará que la presión en la cámara del émbolo del cilindro alcanza el valor prefijado. Posee salida a contacto seco de tipo SPDT.
- Electroválvula 5/2 vías: Es el elemento de mando del cilindro neumático. Es de tipo biestable por lo que al momento que ocurre la desconexión eléctrica de sus bobinas mantiene la última posición alcanzada.
- PLC: Es el controlador disponible para la aplicación. Corresponde al S7-224 de SIEMENS.



- Computador: es el equipo empleado en la programación del PLC, configuración de la aplicación servidor OPC (PC Access) y las aplicaciones clientes OPC disponibles mediante OPC Soft y LabVIEW.

4.6.2. Descripción de la solución del caso de estudio 6.

- Dentro de una fábrica de muebles en el área de control de calidad existen ciertas condiciones para la verificación del material de los muebles, las cuales se deben plasmar en un sistema automatizado con la finalidad de garantizar la calidad. En las condiciones establecidas se debe alcanzar una presión de 3 bar y adicionalmente dicha presión debe ser aplicada durante 12 segundos para que el mueble pase la prueba, todo esto sin que el vástago del actuador alcance la extensión completa, si se extiende completamente no pasa la prueba este y se procede a continuar las pruebas con otro mueble. Se cuentan con sensores de proximidad para verificar la posición del vástago del actuador, también se cuenta con un presostato que verifica la presión del proceso, en medio de la prueba, adicionalmente se coloca un sensor final de carrera para verificar la presencia de la silla o del cojín al cual se le aplicara la prueba de control de calidad, todo el proceso da inicio al presionar el pulsador de arranque siendo este monoestable.

4.6.3. Diagrama de potencia del caso de estudio 6.

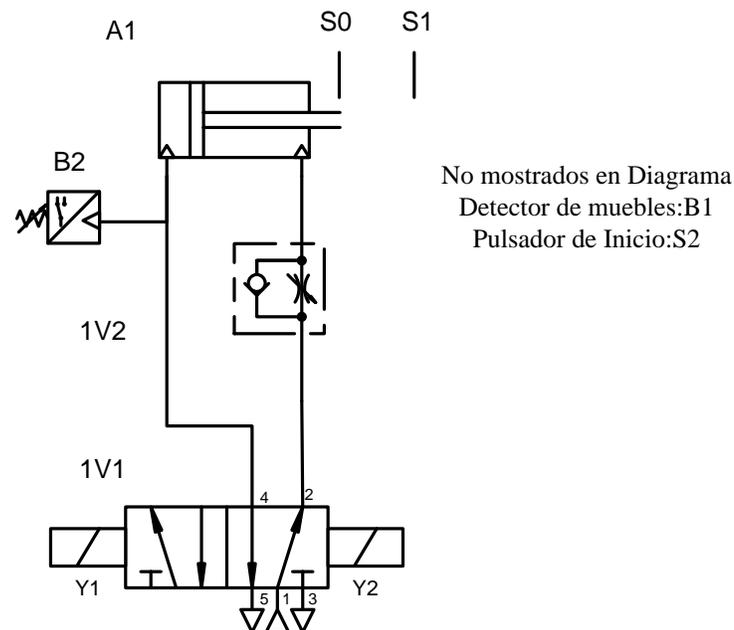


Figura 4.33. Estructura de potencia del caso de estudio 6.

- Leyenda de estructura de potencia.

Tabla 4.17. Leyenda de los elementos de la estructura de Potencia del caso de estudio 6.

ID	Elemento	Acción
“B1”	Sensor de proximidad capacitivo	Detección de Muebles
“B2”	Presostato	Verificación de rango de presión
“S0”	Sensor de proximidad de contacto	Verificación de vástago retraído
“S1”	Sensor de proximidad de contacto	Verificación de vástago extendido
“Y 1”	Solenoides	Activación de paso de aire 14 (para extensión de vástago)
“Y 2”	Solenoides	Activación de paso de aire 12 (para retracción de vástago)



4.6.4. Diagrama Escalera de control del proceso de caso de estudio 6.

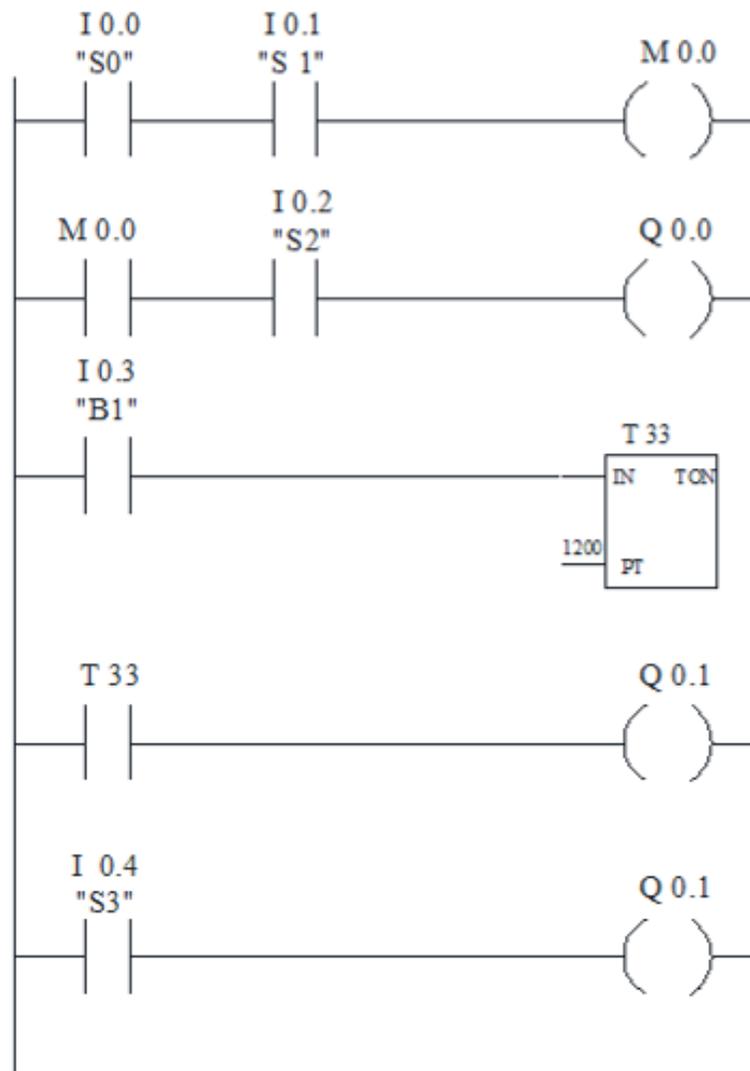


Figura 4.34. Diagrama escalera para el control del caso de estudio 6.



4.6.5. Diagrama de conexiones del caso de estudio 6.

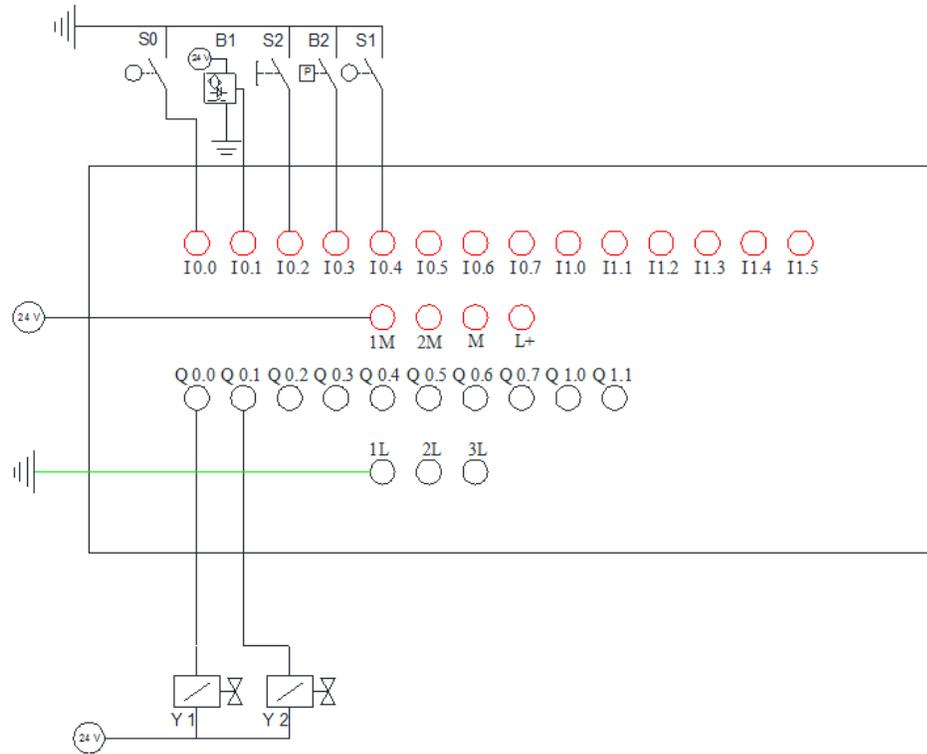


Figura 4.35. Diagrama conexiones del caso de estudio6.

Tabla 4.18. Conexiones y direccionamiento del caso de estudio 6.

Nombre	Tipo de variable	Dirección
B1: sensor de proximidad Capacitivo	Entrada	I 0.1
B2: : presostato	Entrada	I 0.3
S0: Limit switch retracción	Entrada	I 0.0
S1: Limit switch extensión	Entrada	I 0.4
S2: pulsador	Entrada	I 0.1
Y 1: Solenoide (Extensión)	Salida	Q 0.0
Y 2: Solenoide (retracción)	Salida	Q 0.1

4.6.6. Creación y configuración de Interfaz.

La creación de la interfaz tiene como finalidad facilitar el trabajo del operador y a su vez para crear base de control del proceso, este constara con ciertas similitudes con el proceso real a nivel visual. Se debe realizar la modificación de funcionamiento del botón de inicio de prueba por medio del Script del OPC Soft.

- Generación de variables dentro del PC Access.

Tabla 4.19. Variables generadas en el PC Access para establecer interfaz del caso de estudio 6.

Nombre de Ítem	Dirección	Tipo de Datos	Acceso
Inicio de Prueba	M0.0	Booleana	Lectura y escritura
Mueble aprobado	Q0.1	Booleana	Lectura
Falla	I0.4	Booleana	Lectura

- Tablero de Control.

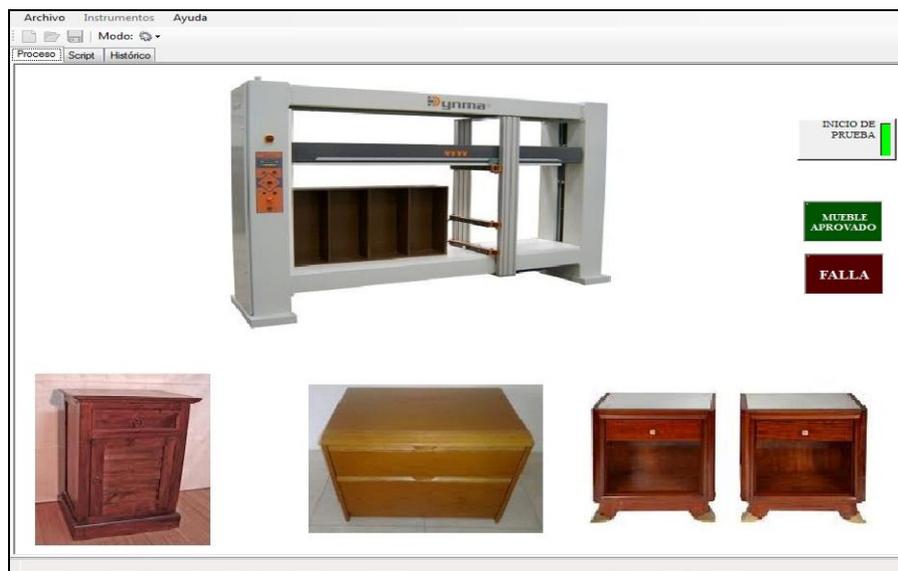


Figura 4.36. Interfaz del caso de estudio 6.



Figura 4.37. Detalles de la Interfaz del caso de estudio 6.

4.6.7. Descripción de la Interfaz del caso de estudio 6.

La interfaz generada cuenta con un pulsador que da inicio a la prueba, este no es anclado debido a la configuración por medio del script dentro del OPC Soft, adicionalmente cuenta con indicadores de luz, que en función a las condiciones establecidas dentro de la programación del proceso, indicaran si cumple o falla con lo establecido por el control de calidad.

4.7. Caso de Estudio 7

Pequeñas piezas dobladas se pueden producir en cantidad, sin necesidad de una prensa excéntrica o hidráulica, mediante el uso de los estándares comerciales y los componentes neumáticos disponibles, se puede crear una configuración básica para proporcionar los movimientos en numerosas direcciones necesarios para este proceso.

La ilustración muestra una secuencia de plegado. Las mandíbulas de flexión lateral se pueden mover solamente después que el movimiento vertical se ha completado. La secuencia del sistema de control exige, que las señales proporcionadas sean por detectores de proximidad.

Al terminar la pieza de trabajo, debe ser empujada fuera de la pinza de flexión. En el caso de la automatización completa, la inserción de una pieza nueva en blanco puede ser combinado con la eyección de una pieza de trabajo terminado. Si un solo cilindro no es capaz de proporcionar la fuerza necesaria, cilindros dobles se utilizarán.

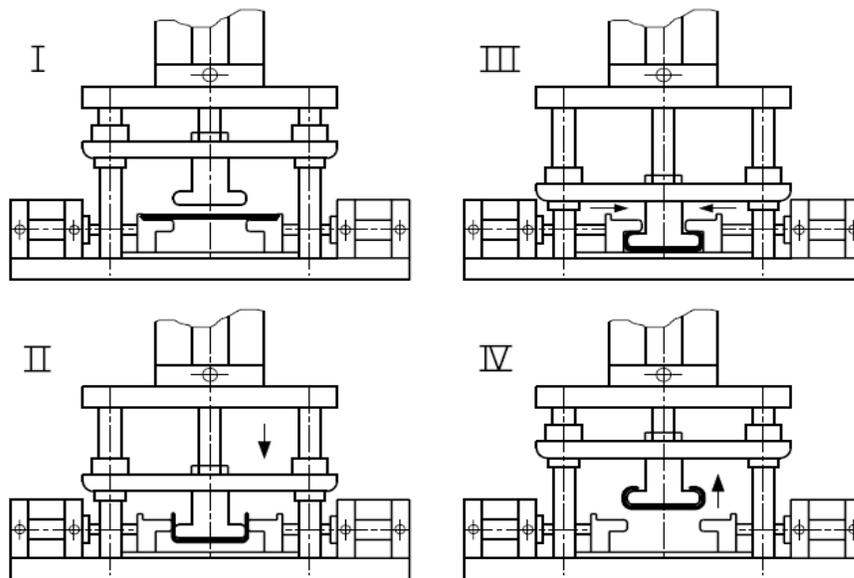


Figura 4.38. Esquema del proceso del caso de estudio 7.



4.7.1. Dispositivos a utilizar en el caso de estudio7.

- Se emplea un cilindro neumático de doble efecto con el cual se realiza el doblado vertical siendo favorable por la carga que se debe ejercer a la pieza. Este dispositivo es el apropiado en función a los requerimientos del proceso.
- Se emplean también cilindros neumáticos de simple efecto estos dispositivos se utilizarán un par para realizar los doblados horizontales, y el otro cilindro y también colocar piezas dentro del proceso, desempeñaría la función de cambiar las piezas mecanizadas por otras, esto da la iniciativa para el proceso continuo.
 - Elementos introductores de señal:
 - Sensor de proximidad inductivo: apropiado para la detección de materiales metálicos como es el caso de las láminas de acero planteadas en el caso estudiado. Se utiliza un sensor con salida NPN.
- Sensores de contacto: apropiado para la detección de las posiciones de los vástagos de los cilindros pistón que se emplean el proceso, que accionan al mecanismo de doblado.
- Electroválvulas 5/2 vías: Es el elemento de mando del cilindro neumático. Es de tipo biestable por lo que al momento que ocurre la desconexión eléctrica de sus bobinas mantiene la última posición alcanzada.
- Electroválvula 3/2 vías: Es el elemento de mando del cilindro neumático de simple efecto. Es de tipo monoestable por lo que al momento que ocurre la desconexión eléctrica vuelve a su estado inicial el cual es normalmente cerrada.
- PLC: Es el controlador disponible para la aplicación. Corresponde al S7-224 de SIEMENS.



- Computador: es el equipo empleado en la programación del PLC, configuración de la aplicación servidor OPC (PC Access) y las aplicaciones clientes OPC disponibles mediante OPC Soft y LabVIEW.

4.7.2. Descripción de la solución.

- Este proceso se enfoca en la producción continua, sin embargo se establece como condición inicial que todos los actuadores se encuentren retraídos, y que al estar presente la pieza inicie automáticamente el doblado.
- La detección de pieza de hacerse por medio de un sensor de proximidad inductivo ya que son piezas metálicas; al estar presente la pieza, comienza extendiendo el cilindro vertical, siendo este el doblado de mayor fuerza, lo que por el tipo de doblado se mantendrá extendido, durante lo doblados laterales, condición establecida para el posicionamiento de los otros actuadores.
- Cuando la primera etapa del doblado vertical se encuentra realizada es decir, extendido completamente el vástago del actuador, inicia el proceso de doblado lateral, se plantea que siendo por ambos lados, es decir, izquierdo y derecho, se realicen simultáneamente, para distribuir mejor las cargas de acción sobre la lámina.
- Al extenderse completamente los vástagos laterales y ser detectada su posición por medio de los sensores de posición, automáticamente se retraen, lo que lleva al estar retraídos completamente y ser su posición detectada se genera la orden de retracción del vástago vertical, el cual al culminar espera una nueva pieza para continuar el proceso.
- Este proceso tiene la cualidad que puede ser automático o manual, simplemente presionando un pulsador ubicado en la interfaz, este daría pie a



la activación de un cuarto cilindro que realizaría de forma continua el cambio de las piezas a ser mecanizadas.

4.7.3. Diagrama de potencia del caso de estudio 7.

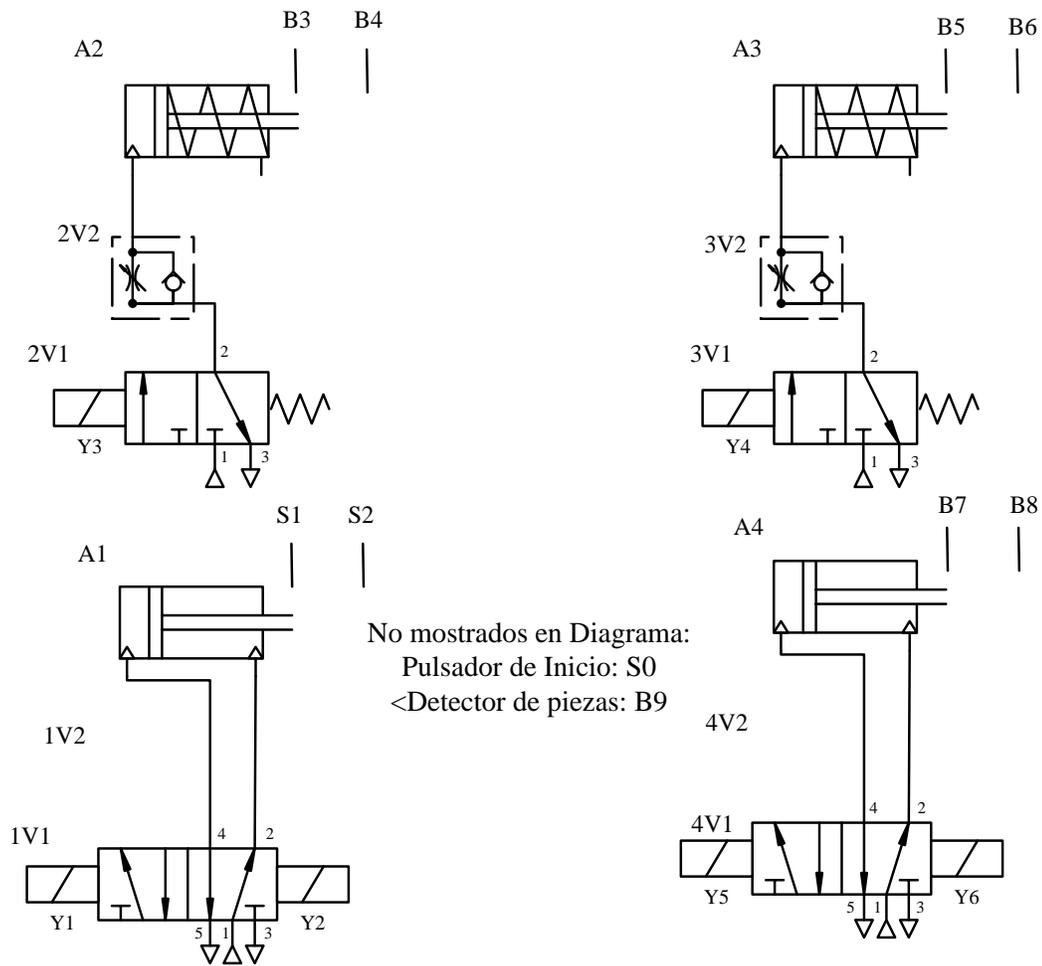


Figura 4.39. Estructura de potencia del caso de estudio 7.



- Leyenda de estructura de potencia.

Tabla 4.20. Leyenda de los elementos de la estructura de Potencia del caso de estudio 7.

ID	Elemento	Acción
“S1”	Sensor de proximidadde contacto	Detección de vastago vertical retraido
“S2”	Sensor de proximidad de contacto	Deteccion del vastago horizontal Extendido
“B9”	Sensor de proximidad Inductivo	Detección de piezas
“B5”	Sensor de proximidad Magnetico	Deteccion de vastago horizontal derecho retraido
“B6”	Sensor de proximidadCapacitivo	Deteccion del vastago horizontal derecho Extendido
“B3”	Sensor de proximidad Magnetico	Deteccion de vastago horizontal izquierdo retraido
“B4”	Sensor de proximidad Capacitivo	Deteccion del vastago horizontal izquierdo Extendido
“B7”	Sensor de proximidad Magnetico	Deteccion del vastago de pieza retraido
“B8”	Sensor de proximidadCapacitivo	Deteccion del vastago de pieza Extendido
“Y1”	Solenoides	Activación de paso de aire 14 (para extensión de vástago)
“Y 2”	Solenoides	Activación de paso de aire 12 (para retracción de vástago)
“Y 3”	Solenoides	Activación de paso de aire 14 (para extensión de vástago)
“Y 4”	Solenoides	Activación de paso de aire 12 (para retracción de vástago)
“Y5”	Solenoides	Activación de paso de aire 14 (para extensión de vástago)
“Y6”	Solenoides	Activación de paso de aire 12 (para retracción de vástago)



4.7.4. Diagrama Escalera de control del proceso.

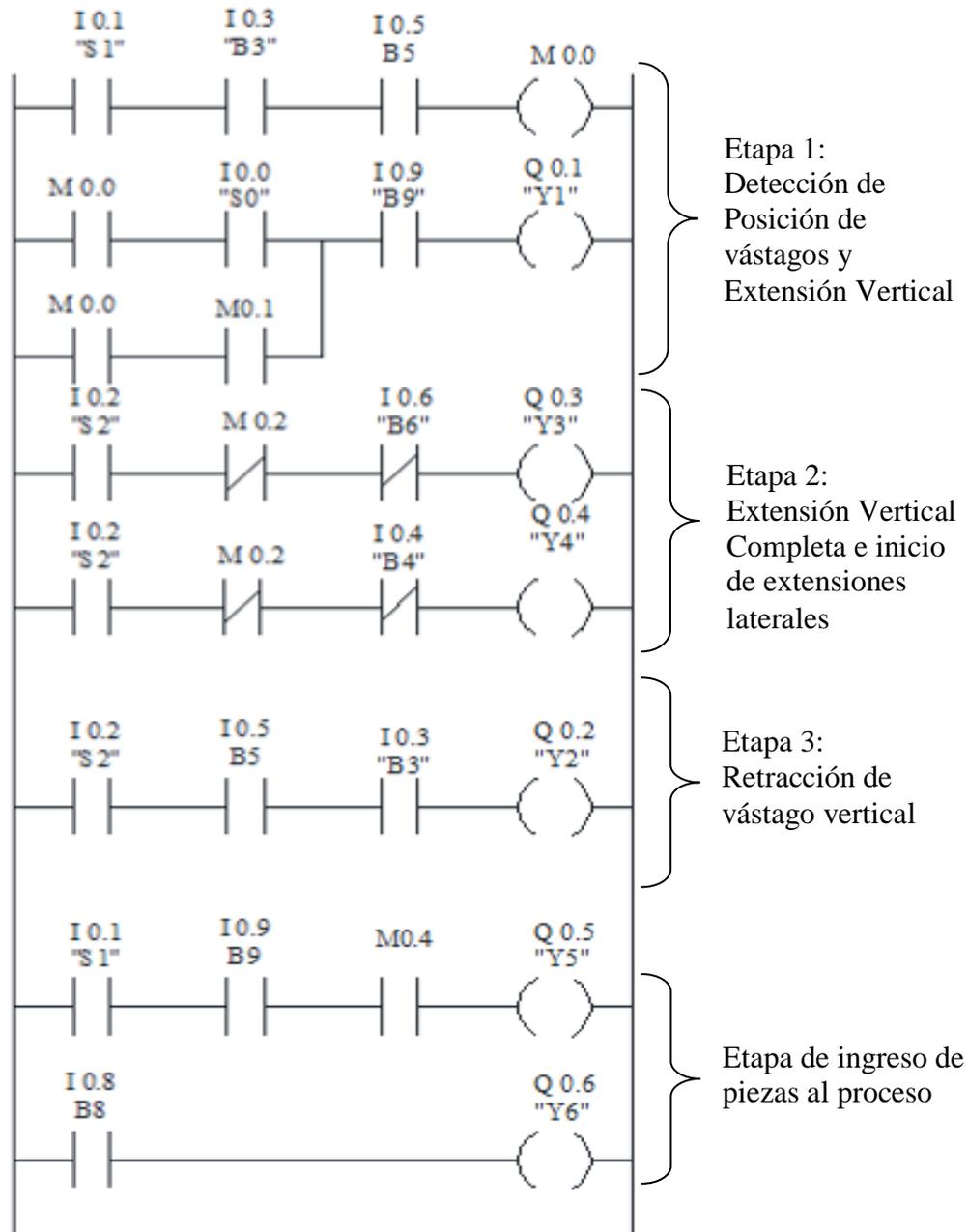


Figura 4.40. Diagrama escalera para el control del caso de estudio 7.

4.7.5. Diagrama de conexiones del caso de estudio7.

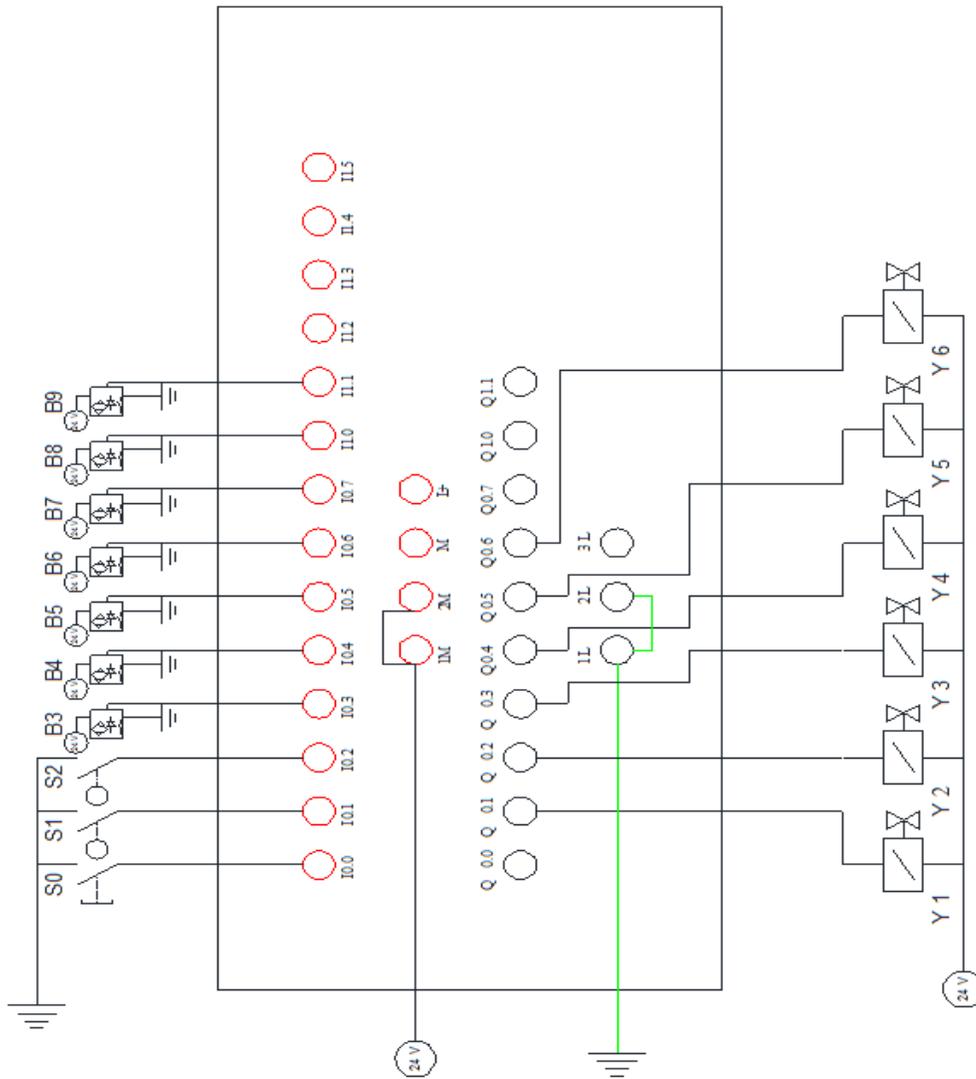


Figura 4.41. Diagrama conexiones del caso de estudio 7.



Tabla 4.21. Conexiones y direccionamiento del cao de estudio 7.

Nombre	Tipo de variable	Dirección
S0 : Pulsador de campo	Entrada	I 0.0
S1: Sensor de Proximidad de contacto	Entrada	I 0.1
S2: Sensor Proximidad de contacto	Entrada	I 0.2
B5: Sensor de proximidad	Entrada	I 0.3
B6: Sensor Proximidad	Entrada	I 0.4
B3: Sensor de proximidad	Entrada	I 0.5
B4: Sensor Proximidad	Entrada	I 0.6
B7: sensor de proximidad	Entrada	I0.7
B8: sensor de proximidad	Entrada	I1.0
B8: Sensor de proximidad	Entrada	I1.1
Y 1: Solenoide (Extensión)	Salida	Q 0.1
Y 2: Solenoide (retracción)	Salida	Q 0.2
Y 3: Solenoide Izquierdo	Salida	Q0.3
Y 4: Solenoide derecho	Salida	Q0.4

4.7.6. Creación y configuración de Interfaz.

La creación de la interfaz tiene como finalidad facilitar el trabajo del operador y a su vez para crear base de control del proceso, este constara con ciertas similitudes con el proceso real a nivel visual.

- Generación de variables dentro del PC Access.

Todos los elementos que integraran la interfaz deben ser generados dentro del programa mencionado, ya que, este publica las variables en el sistema y permite la comunicación y control del banco de ensayos electroneumatico desde la interfaz, cabe destacar que debe existe relación entre los componentes de los programas que componen el sistema que son: Step 7, PC Access y Opc Soft.

Tabla 4.22. Variables generadas en el PC Access para establecer interfaz del caso de estudio 7.

Nombre de Ítem	Dirección	Tipo de Datos	Acceso
Doblado	I0.1	Booleana	Lectura y escritura
Stop	M0.2	Booleana	Lectura y escritura
Extensión Vertical	I0.1	Booleana	Lectura
Doblado Vertical	I0.2	Booleana	Lectura y escritura
Doblado Horizontal	I0.3	Booleana	Lectura y escritura
Doblado Horizontal	I0.4	Booleana	Lectura y escritura
Retracción Horizontal	I0.5	Booleana	Lectura y escritura
	I0.6	Booleana	Lectura y escritura
Pieza	I1.1	Booleana	Lectura y escritura
Automático	M0.4	Booleana	Escritura

○ Tablero de control.

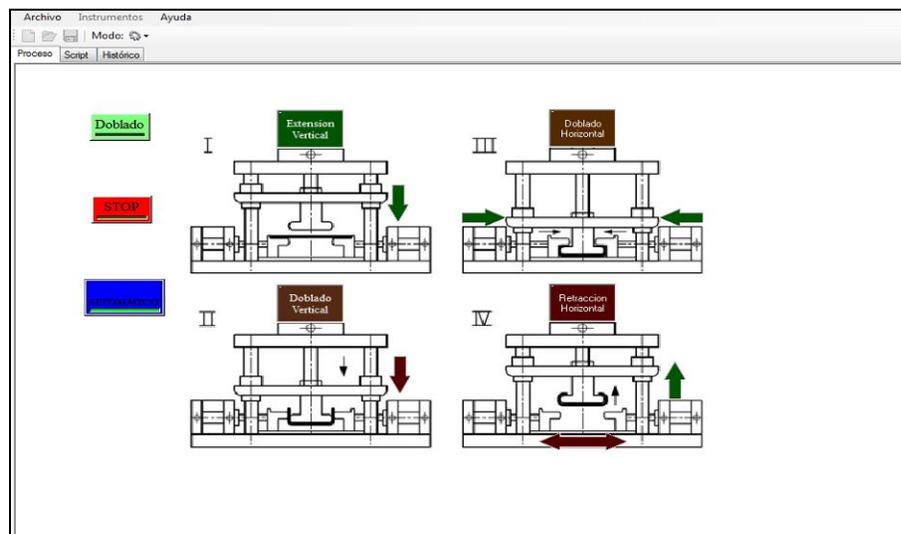


Figura 4.42. Tablero de control del caso de estudio 7.

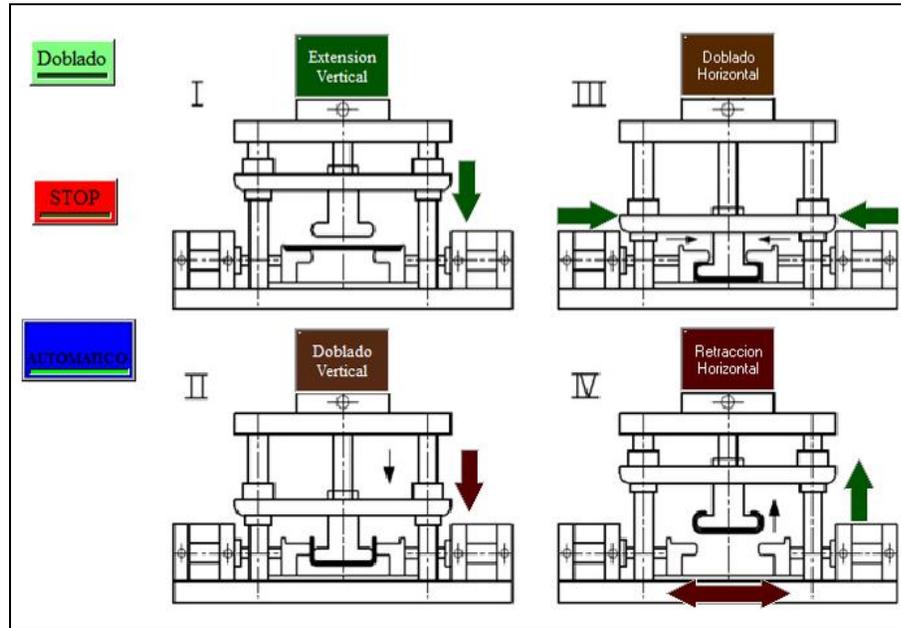


Figura 4.43. Detalles de los elementos del tablero o interfaz de control.

4.7.7. Descripción de la Interfaz.

La interfaz cuenta con una serie de indicadores de luz, que mostraran el accionamiento de los actuadores según la etapa en que se encuentre el proceso, a nivel de control permitirá que operadores puedan observar los comandos que se ejercen, también la orden que rigen a los actuadores sea de extensión o retracción, se podría decir, que la modalidad de interfaz es para evitar errores de secuencias y en caso de presentarse una falla del sistema se identificara fácilmente la situación de los elementos que conforman el proceso.

En el tablero virtual también se encuentran unos indicadores tipo flechas que proporcionan la posición del vástago de los actuadores, los cuales guiaran visualmente el estado de los mismos dentro del proceso. Desde la interfaz se puede adicionalmente colocar el proceso en automático con solo pulsar un pulsador virtual.

Se cuenta con botones o pulsadores de comandos directos al proceso, un pulsador representado con el nombre de “Doblado” que cumplirá la función de



accionar el proceso pieza a pieza, se tiene también el botón de “Stop” que paraliza todo el proceso no permitiendo iniciar de nuevo sin desactivarlo, y el botón de “Automático” este coloca a todo el proceso de modo independiente, es decir, que introduce y retira pieza a pieza, dando la similitud de una producción continua, lo innovador de la interfaz es el dominio del proceso, respecto al tipo de producción deseada o necesitada por el operador.



4.8. Caso de Estudio 8

Los componentes son transportados juntos en una cinta transportadora a una estación de doble proceso. La perforación y avellanado de unidades a continuación, se mueven hacia abajo tan pronto como un componente está presente. Se cuenta con 2 cilindros 1A1 y 2A1 estos se utilizan para mover dos las 2 herramientas de maquinas. El dispositivo de transporte está indexado por un puesto de trabajo a través de un tercer cilindro 3A1. Dos sensores de B4 y B5 se proporcionan para detectar si una pieza de trabajo es encuentra debajo de la perforación o el avellanado. La perforación y profundidades avellanado requeridas se detectan a través de dos sensores de posición final 1 B2 y 2B2.

Las posiciones iniciales de los de transporte de botellas, de perforación y avellanado se pueden detectar a través de los valores de los sensores 1B1, 2B1 y 3B1. Sensor 3B2 indica un transporte de botellas extendida. El sistema no siempre puede garantizar que una pieza de trabajo se depositará debajo de la unidad instalada en el taladro y avellanado después de cada viaje movimiento. Procesamiento a continuación se debe interrumpir en el caso de una falta pieza de trabajo. Si ambas piezas están perdiendo al mismo tiempo, ninguno de los las dos herramientas deben ser rebajados.

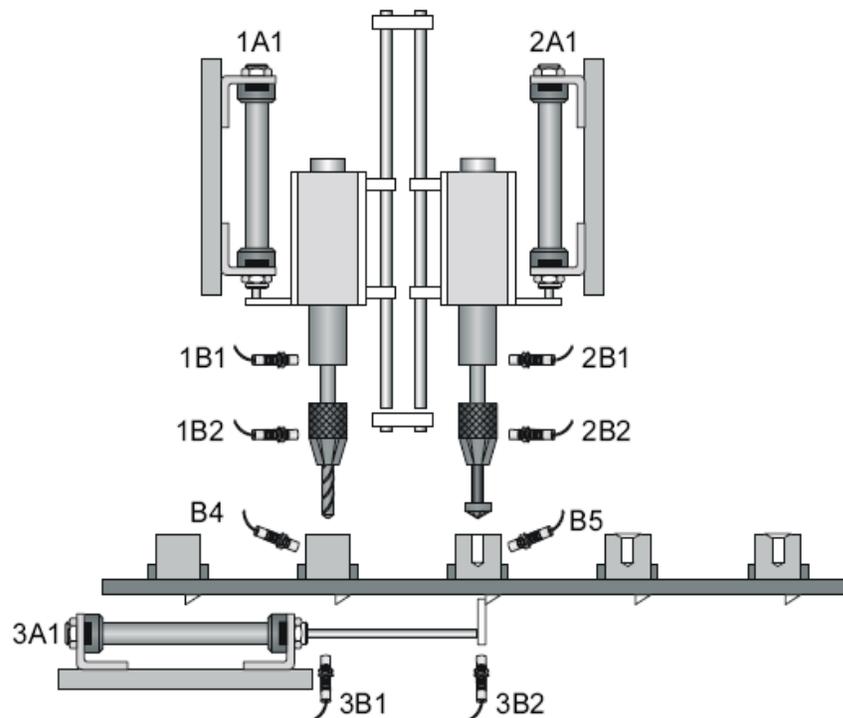


Figura 4.44. Esquema del proceso del caso de estudio 8.

4.8.1. Dispositivos a Utilizar en el caso de estudio 8.

- Se emplea 2 cilindros neumáticos de doble efecto con los cuales se realizan independientemente los mecanizados ya que son apropiados para desarrollar trabajo en ambos sentidos de desplazamiento siendo los adecuados para el caso planteado.
- Se emplea también un cilindro neumático de simple efecto este dispositivo es utilizado para el desplazamiento de la banda transportadora que moviliza las piezas dentro del proceso, ya que realizando trabajo en un solo sentido es el apropiado para la aplicación del caso de estudio:



- Elementos introductores de señal:
- Sensor de proximidad inductivo: apropiado para la detección de materiales metálicos como es el caso de las láminas de acero planteadas en el caso estudiado. Se utiliza un sensor con salida NPN.
- Sensor de proximidad capacitivo: apropiado para la detección de materiales no metálicos como es el caso de las cajas planteadas en el caso estudiado. Se utiliza un sensor con salida NPN.
- Electroválvulas 5/2 vías: Es el elemento de mando del cilindro neumático. Es de tipo biestable por lo que al momento que ocurre la desconexión eléctrica de sus bobinas mantiene la última posición alcanzada.
- Electroválvula 3/2 vías: Es el elemento de mando del cilindro neumático de simple efecto. Es de tipo monoestable por lo que al momento que ocurre la desconexión eléctrica vuelve a su estado inicial el cual es normalmente cerrada.
- PLC: Es el controlador disponible para la aplicación. Corresponde al S7-224 de SIEMENS.
- Computador: es el equipo empleado en la programación del PLC, configuración de la aplicación servidor OPC (PC Access) y las aplicaciones clientes OPC disponibles mediante OPC Soft y LabVIEW.

4.8.2. Descripción de la solución del caso de estudio 8.

- Proceso continuo de perforación y avellanado, que cuenta con un sincronismo de acciones fundamentado en las señales emitidas por la serie de sensores, que detectan las posiciones de los actuadores, la presencia de piezas y el desplazamiento continuo de la línea de producción.



- Dentro de las condiciones de trabajo, se tiene que para que pueda realizarse el proceso mecánico debe estar la pieza en línea para ejecutar, sin embargo aun sin haber piezas presentes la línea de desplazamiento de piezas debe continuar hasta que hayan piezas para ser mecanizadas.
- Este es un proceso completamente automatizado, cuya supervisión de realizara por medio de una interfaz donde se llevara control de las piezas procesadas por casa mecanizado y en su totalidad.

4.8.3. Diagrama de potencia del caso de estudio 8.

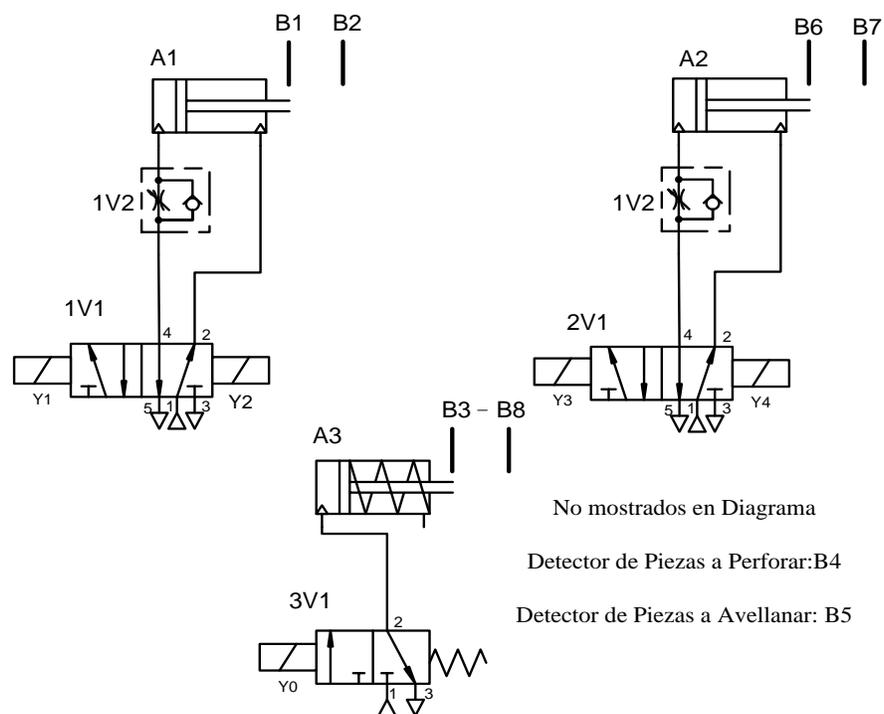


Figura 4.45. Estructura de potencia del caso de estudio 8.



- Leyenda de estructura de potencia.

Tabla 4.23. Leyenda de los elementos de la estructura de Potencia del caso de estudio 8.

ID	Elemento	Acción
B1	Sensor de proximidad Final de carrera	Deteccion del vastago del taladro retraido
B2	Sensor de proximidad capacitivo	Deteccion del vastago del taladro extendido
B3	Sensor de proximidad Final de carrera	Deteccion del vastago del Desplazamiento retraido
B6	Sensor de proximidad Final de carrera	Deteccion del vastago del avellanador retraido
B7	Sensor de proximidad capacitivo	Deteccion del vastago del avellanador extendido
B8	Sensor de proximidad Final de carrera	Deteccion del vastago del desplazamiento extendido
B4	Sensor de proximidad inductivo	Detector de pieza a ser perforada
B5	Sensor de proximidad magnetico	Detector de pieza a ser avellanada
“Y0”	Solenoide	Activación de paso de aire 12 (para retracción de vástago)
“Y1”	Solenoide	Activación de paso de aire 14 (para extensión de vástago)
“Y2”	Solenoide	Activación de paso de aire 12 (para retracción de vástago)
“Y3”	Solenoide	Activación de paso de aire 14 (para extensión de vástago)
“Y4”	Solenoide	Activación de paso de aire 12 (para retracción de vástago)



4.8.4. Diagrama Escalera de control del proceso.

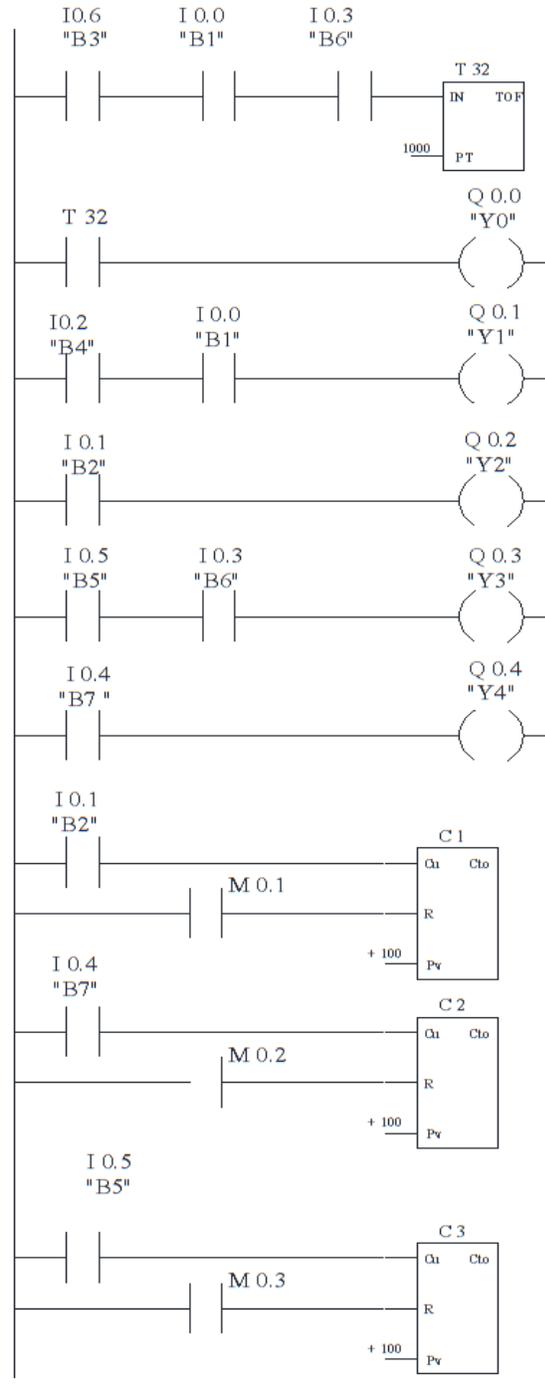


Figura 4.46. Diagrama escalera para el control del caso de estudio 8.



4.8.5. Diagrama de conexiones del caso de estudio 8.

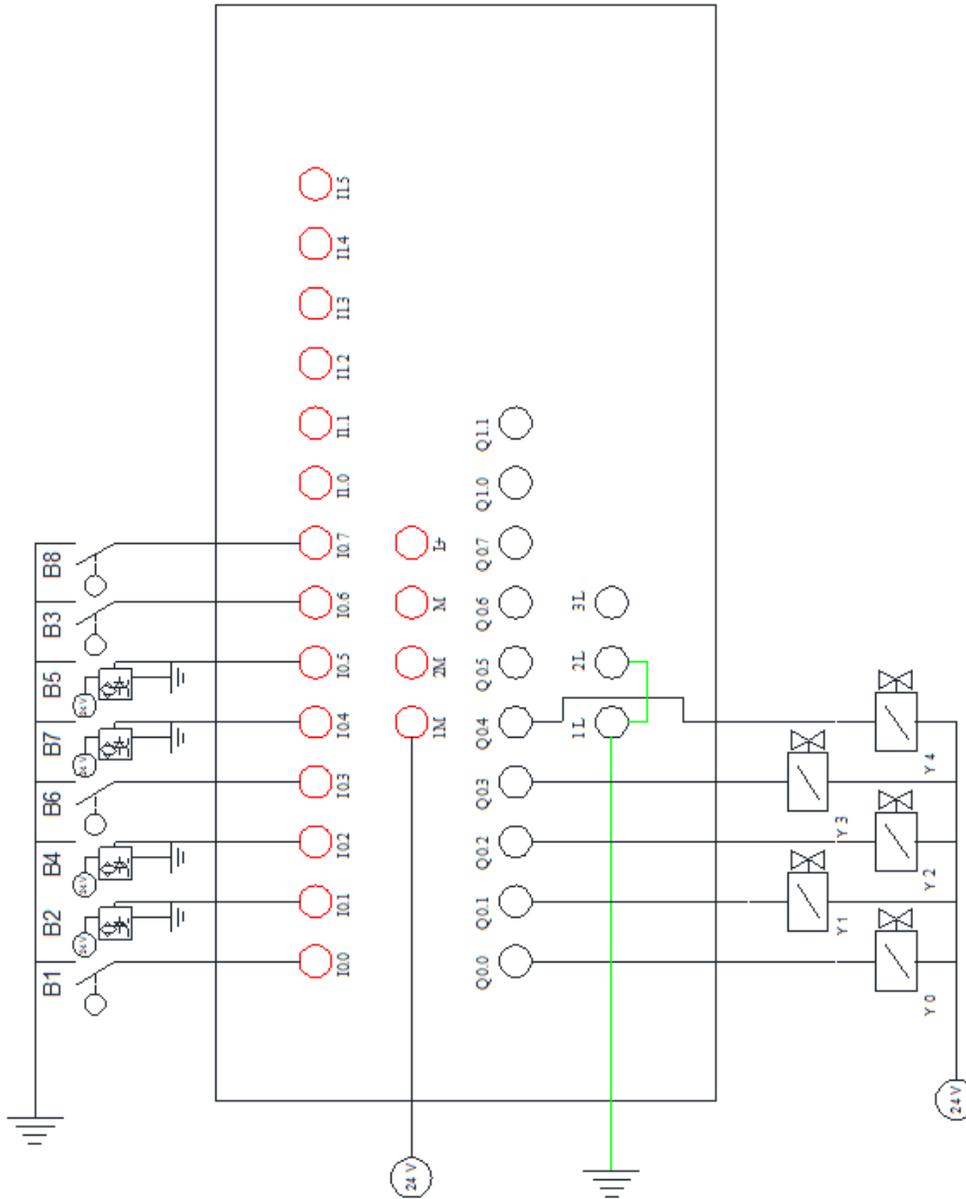


Figura 4.47. Diagrama conexiones del caso de estudio 8.



Tabla 4.24. Conexiones y direccionamiento de caso de estudio 8.

Nombre	Tipo de variable	Dirección
B1: detector de vástago de taladro retraído	Entrada	I 0.0
B2: detector de vástago de taladro extendido	Entrada	I 0.1
B4: Detector de piezas a perforar	Entrada	I 0.2
B6: detector de vástago de avellanador retraído	Entrada	I 0.3
B7: detector de vástago de avellanador extendido	Entrada	I 0.4
B5: Detector de pieza para avellanar	Entrada	I 0.5
B3: detector de vástago de desplazamiento retraído	Entrada	I 0.6
B8: detector de vástago de desplazamiento extendido	Entrada	I 0.7
Y 0: Solenoide de activación Extensión de desplazamiento	Salida	Q 0.0
Y 1: Solenoide de activación Extensión de perforado	Salida	Q0.1
Y 2: Solenoide de activación Retracción de perforado	Salida	Q0.2
Y 3: Solenoide de activación Extensión de avellanado	Salida	Q 0.3
Y 4: Solenoide de activación Retracción de avellanado	Salida	Q 0.4



4.8.6. Creación y configuración de Interfaz del caso de estudio 8.

La creación de la interfaz tiene como finalidad facilitar el trabajo del operador y a su vez para crear base de control del proceso, este constara con ciertas similitudes con el proceso real a nivel visual.

- Generación de variables dentro del PC Access.

Todos los elementos que integraran la interfaz deben ser generados dentro del programa mencionado, ya que, este publica las variables en el sistema y permite la comunicación y control del banco de ensayos electroneumatico desde la interfaz, cabe destacar que debe existe relación entre los componentes de los programas que componen el sistema que son: Step 7, PC Access y Opc Soft.

Tabla 4.25. Variables generadas en el PC Access para establecer interfaz del caso de estudio 8.

Nombre de Ítem	Dirección	Tipo de Datos	Acceso
B1: indicador luminoso	I 0.0	Booleana	Lectura y escritura
B2: indicador luminoso	I 0.1	Booleana	Lectura y escritura
B4: indicador luminoso	I 0.2	Booleana	Lectura y escritura
B6: indicador luminoso	I 0.3	Booleana	Lectura y escritura
B7: indicador luminoso	I 0.4	Booleana	Lectura y escritura
B5: indicador luminoso	I 0.5	Booleana	Lectura y escritura
B3: indicador luminoso	I 0.6	Booleana	Lectura y escritura
B8: indicador luminoso	I 0.7	Booleana	Lectura y escritura



- Tablero de control.

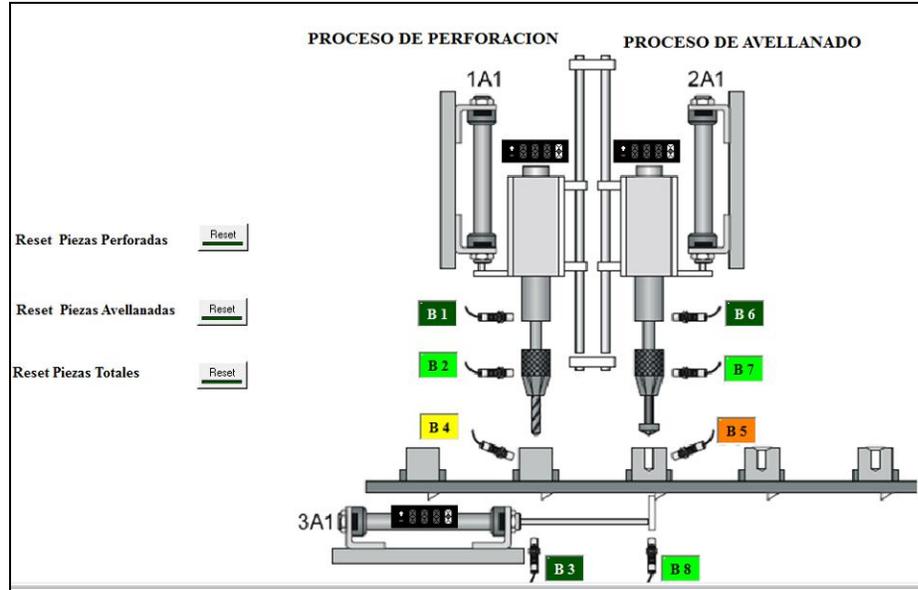


Figura 4.48. Tablero de control del caso de estudio 8.



Figura 4.49. Detalles de los elementos de acción del tablero o interfaz de control.



4.8.7. Descripción de la Interfaz.

La interfaz desarrollada cuenta con una serie de indicadores visuales de luz, que representan el estado de los sensores del sistema, es decir, que cada sensor al ser activado muestra en pantalla la acción o posición de los actuadores.

Existen dos sensores que verifican la presencia de piezas a mecanizar, estos se muestran en la interfaz, y emiten según sea su condición de trabajo, es decir si hay o no piezas, emiten por medio del indicador una señal según sea el caso.

La aplicación cuenta a su vez, con un sistema para desplazar las piezas de la línea de producción, este también es monitoreado y representado en la interfaz.

Dentro de la interfaz se tienen contadores independientes por mecanizado y uno total, representados por unos siete segmentos asociados con los contadores del diagrama escalera, dándole oportunidad al operador de llevar inventarios por día o por ciclo de trabajo de las piezas mecanizadas y de realizar un reseteo de los contadores de ser necesario desde el mismo escritorio de trabajo.



CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



5.1. Conclusiones

Del presente trabajo se derivan las siguientes conclusiones:

- Se comprobó el funcionamiento efectivo y adecuado de los dispositivos del banco, cumpliendo con las pruebas planificadas de los casos de estudio que emulan aplicaciones industriales. Todos los ensayos se diseñaron y se ejecutaron aprovechando los dispositivos disponibles en el laboratorio de automatización en el área de electroneumática.
- El controlador lógico programable disponible en el laboratorio permite por medio del PC Access, el desarrollo de aplicaciones basadas en Cliente – Servidor OPC, utilizando herramientas como OPC Soft y Labview.
- La comunicación entre El PLC y el Computador fue comprobada, dando lugar a pruebas garantizadas que se asemejan a los procesos industriales de campo y que simulan experiencias reales al momento de utilizarlos que pueden presentarse en el área de trabajo.
- El modelo seleccionado de autómatas programables cumplió con los requerimientos deseados, para el cumplimiento de las aplicaciones industriales estudiadas.
- El diseño de las interfaces por medio del OPC Soft, cumplió con las exigencias de control, ya que, estas permiten supervisar estados del proceso y a su vez controlar ciertas acciones de los mismos, generando la interacción entre el usuario y el computador dentro del control de los distintos procesos.
- El programa utilizado para establecer la comunicación entre el computador, banco y usuario cumple con las exigencias de automatización deseadas y permite, integrar la información en el proceso de captación y aplicación de señales.



5.2. Recomendaciones

Luego de finalizado el presente trabajo, se plantean las sugerencias descritas a continuación:

- Actualización de los dispositivos del laboratorio de Automatización, con la finalidad de implementar nuevas tecnologías y diseños dentro del área de autómatas programables.
- Continuar con la visión de crear proyectos inter escuelas y hasta inter facultades, dando oportunidades de nuevos inventos.
- Utilizar este trabajo de grado como puente para nuevos diseños, y otros trabajos de grado, siendo la tecnología de autómatas programables el futuro de los procesos de producción actual.
- Relacionar más las diferentes cátedras de la escuela, con la visión de nuevas tecnologías, que son alcanzables si existe la unión.
- Entre profesores y alumnos pueda existir sentido de pertenencia con los equipos del laboratorio, para así promover a las generaciones siguientes al cuidado y el uso acorde de los equipos del laboratorio y a toda la escuela en general.
- Crear tutoriales y guías de usuarios para cada dispositivo dentro del laboratorio de automatización industrial.
- Crear grupos de cada materia que se cursa en el laboratorio, para forjar ideas y hasta proyectos viables en función al desarrollo de nuevas tecnologías, que puedan publicarse como trabajo de la escuela.



Referencias Bibliográficas

Arias, A. (2006), OPC- Como Alternativa a las Tecnologías Propietarias de Comunicación Industrial, UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA, Medellín, Grupo GIMSC

Aro, J. (2007), Component Based Rapid OPC Application Development Platform, Prosys PMS Ltd, Tekniikantie 21 C, FIN-02150 Espoo, Finland
<http://www.prosys.fi>

Vicente J.A., B. Curto, V. Moreno y A.M. Moreno, Software de Supervisión Remota para un Sistema de Control Distribuido, Dpto. Informática y Automática Facultad de Ciencias Universidad de Salamanca, Salamanca 37008 España

Email: fcontrolg@abedul.usal.es

Hsing-Chieh Li, Zong-Da Tsai, Feng-Zone Hsiao, Sheng-Hsiung Chang, Wen-Song Chiou, (2005), THE CRYOGENIC SUPERVISION SYSTEM IN NSRRC, National Synchrotron Radiation Research Center, 101 Hsin-Ann Road
Hsinchu 30076, Taiwan, R.O.C

Arias, F. (2004). El Proyecto de Investigación, Introducción a la metodología científica. (4ª Edición). Caracas: Episteme.

Teoría sobre Automatización Industrial. Disponible [On-Line] en:

http://www.grupomaser.com/PAG_Cursos/Auto/auto2/auto2/PAGINA%20PNCIPAL/index.htm



DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL SUPERVISADO
POR COMPUTADOR PARA UN BANCO DE ENSAYOS
ELECTRONEUMÁTICOS



Herrera Adriana (2003). Manual Teórico Practico para el Laboratorio de
Automatización Industrial. Disponible en: <http://sutoindustrial.ing.uc.edu.ve>



DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL SUPERVISADO
POR COMPUTADOR PARA UN BANCO DE ENSAYOS
ELECTRONEUMÁTICOS

