

AUTOMATIZACIÓN DEL PROTOTIPO DE LA CALLE DE SELECCIÓN Y DESARROLLO
DEL MANUAL DE CONFIGURACIÓN PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN
DE PROCESOS INDUSTRIALES DE LA UPB

CARLOS ALBERTO GRIMALDOS TRILLOS
MATEO NORIEGA WANDURRAGA

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
PIEDRECUESTA
2013

AUTOMATIZACIÓN DEL PROTOTIPO DE LA CALLE DE SELECCIÓN Y DESARROLLO
DEL MANUAL DE CONFIGURACIÓN PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN
DE PROCESOS INDUSTRIALES DE LA UPB

CARLOS ALBERTO GRIMALDOS TRILLOS
MATEO NORIEGA WANDURRAGA

PROYECTO DE GRADO

Director:

MSc. CLAUDIA RUEDA GUZMÁN

Codirector:

Ing. Esp. Leidy Johanna Olarte Silva

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍAS ELECTRÓNICA
PIEDECUESTA
2013

Nota Aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Como agradecimiento al apoyo recibido durante el transcurso de la carrera, esta sencilla pero muy honesta dedicatoria.

En primer lugar a mis padres, que con su apoyo incondicional en cada momento vivido, nunca me abandonaron y siempre estuvieron ahí para colaborarme, apoyarme y antes todo guiarme ante las dificultades que se me presentaron.

A mi hermana que con su carisma ha estado en los momentos complicados dándome una voz de alivio, que este logro le sirva de motivación para cumplir sus metas.

A mis abuelas, tíos, tías, primos, primas, a mi familia en general, porque siempre recibí de ellos una muestra de apoyo de su parte.

A mis profesores, porque sin sus conocimientos y su tiempo para enseñarme no estaría donde me encuentro en este momento, gracias nuevamente.

A mis amigos, por su ayuda, apoyo y demás acciones que realizaron para que juntos pudiésemos llegar a ser unos nuevos profesionales.

Carlos Alberto Grimaldos Trillos

En las letras de este documento reposa el fruto de largas horas de trabajo académico, intelectual y profesional.

Es fácil adivinar que este logro ha requerido sacrificios, soportados por esas personas que comparten mi vida y apoyan mis sueños. Sin duda: la fuerza, entereza y tenacidad requeridas, se las debo a mis padres: María Fanny Wandurraga y José Gerardo Noriega. Por este motivo merecen mi total gratitud.

Quiero también reconocer, con su debida importancia, el gran apoyo que me ha brindado la familia Noriega Gamarra, caracterizado por el soporte que, con el deseo de procurar el desarrollo de mis potencialidades, colma los esfuerzos de mi tía, Laura Elsa Gamarra y mi tío, Guillermo Noriega, quienes me han brindado el abrigo de un hogar.

Agradezco de igual manera, la guía que en esta labor han representado: mi directora de trabajo de grado, Claudia Rueda Guzmán; la ingeniera, Leidy Johanna Olarte Silva, quien, gracias a su conocimiento, jugó un papel determinante en la ejecución de esta obra; el Ing. Juan Carlos Mantilla y el Ing. Juan Carlos Villamizar a quienes debo su asesoría.

Es justo reconocer que este trabajo es fruto de la colaboración y paciencia que identifica la labor realizada junto a mi compañero de proyecto, Carlos Alberto Grimaldos. Situación que no debe quedar por fuera de este sencillo reconocimiento.

Finalmente, gracias a todos aquellos que no ocupan estas palabras, pero quienes han aportado las pequeñas inyecciones de ánimo que posibilitan este logro.

Mateo Noriega Wandurraga

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCION	12
2	OBJETIVOS.....	13
2.1	OBJETIVO GENERAL	13
2.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS	13
3	MARCO REFERENCIAL	14
3.1	MARCO TEORICO.....	14
3.1.1	<i>Manufactura Integrada por Computador.....</i>	14
3.1.2	<i>Niveles de Automatización</i>	14
3.1.3	<i>STEP 7 – Micro/WIN.....</i>	16
3.1.4	<i>WinCC Flexible</i>	17
3.2	ESTADO DEL ARTE.....	18
3.2.1	<i>Calle Industrial de Selección de Objetos.....</i>	18
4	CARACTERIZACION CALLE DE SELECCION.....	21
4.1	REQUERIMIENTOS.....	21
4.2	DISEÑO Y CONSTRUCCION	23
4.2.1	<i>CANALETA, RIEL DIN Y BORNAS</i>	23
4.2.2	<i>CABLEADO Y TERMINALES.....</i>	25
4.2.3	<i>ACONDICIONAMIENTO DE SEÑALES.....</i>	27
4.2.4	<i>ALIMENTACION.....</i>	28
4.2.5	<i>PROTECCION ELECTRICA</i>	29
4.2.6	<i>CONTROL.....</i>	31
4.2.7	<i>INSTRUMENTACIÓN.....</i>	34
4.2.8	<i>ELEMENTOS FINALES DE CONTROL.....</i>	35
5	PUESTA A PUNTO.....	37
5.1	HARDWARE	37

5.1.1	<i>CONEXIÓN DE LOS CILINDROS Y VALVULAS</i>	37
5.1.2	<i>CONEXIÓN DE LOS SENSORES REFLEX</i>	38
5.1.3	<i>CONEXIÓN SENSORES MAGNETICOS</i>	40
5.1.4	<i>CONEXIÓN MOTOR Y PRUEBA EN FUNCIONAMIENTO MANUAL CON EL VARIADOR</i>	40
5.2	<i>SOFTWARE</i>	42
5.2.1	<i>ACTIVACION DE LOS CILINDROS POR PULSADOR</i>	43
5.2.2	<i>LECTURA DE LOS SENSORES REFLEX</i>	45
5.2.3	<i>LECTURA DE LOS SENSORES MAGNETICOS</i>	46
6	<i>APLICACIÓN</i>	48
6.1	<i>PROGRAMACION</i>	48
6.1.1	<i>PROGRAMACION KOP</i>	48
6.1.2	<i>PROGRAMACION WICC FLEXIBLE</i>	60
	<i>CONCLUSIONES</i>	66
	<i>BIBLIOGRAFIA</i>	67

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Modelo CIM de NIST</i>	14
<i>Figura 2. Interfaz gráfica STEP7 Micro/Win</i>	16
<i>Figura 3. Interfaz gráfica de WINCC flexible</i>	17
<i>Figura 4. Requerimientos del sistema para la instalación de WINCC flexible</i>	18
<i>Figura 5. Prototipo calle de selección y panel de control</i>	19
<i>Figura 6. Gabinete Calle Selección Versión 2</i>	20
<i>Figura 7. Gabinete principal calle de selección</i>	24
<i>Figura 8. Riel din</i>	24
<i>Figura 9. Borna universal</i>	25
<i>Figura 10. Ubicación de las líneas de control y potencia</i>	26
<i>Figura 11. Terminales eléctricos</i>	27
<i>Figura 12. Relé de estado sólido Cat 700 TBS24</i>	27
<i>Figura 13. Acondicionamiento de señal gabinete principal</i>	28
<i>Figura 14. Fuente Siemens SITOP Power 2 6EP1331-2BA00</i>	28
<i>Figura 15. Fuente Mean Well DRP-240-24</i>	29
<i>Figura 16. Interruptor Totalizador Schneider Electric EZC100B20A</i>	29
<i>Figura 17. Interruptor Trifásico Siemens 5SX23 C4</i>	30
<i>Figura 18. Interruptor Monofásico Wusley C45N C30</i>	30
<i>Figura 19. Interruptor Monofásico Schneider Electric iC60N C 2A</i>	30
<i>Figura 20. Guardamotor Schneider Electric GV2ME05</i>	31
<i>Figura 21. PLC S7200 216-2BD23-0XB0</i>	31
<i>Figura 22. Modulo Ethernet 6ES7 243-1EX00-0XE0</i>	32
<i>Figura 23. Modulo Profibus 6ES7 277-0AA22-0XA0</i>	32
<i>Figura 24. Modulo entradas digitales 6ES7 221-1BH22-0XA0</i>	33
<i>Figura 25. Modulo salidas digitales 6ES7 222-1BF22-0XA0</i>	33
<i>Figura 26. Modulo entradas análogas 6ES7 235-0KD22-0XA0</i>	33
<i>Figura 27. Variador MICROMASTER 440</i>	34
<i>Figura 28. Sensor réflex SOEG-RSP-Q20-PS-S-2L</i>	34
<i>Figura 29. Sensor magnético SMEO-4-K-LED-230</i>	35
<i>Figura 30. Sensor magnético SMEO-4U-K-LED-230</i>	35
<i>Figura 31. Isla de electroválvulas CPV-SC-MP-VI</i>	35

<i>Figura 32. Cilindro de accionamiento DSNU-P-A 12</i>	36
<i>Figura 33. Cilindro neumático</i>	37
<i>Figura 34. Isla de válvulas</i>	38
<i>Figura 35. Orden de los cilindros en la calle de selección</i>	38
<i>Figura 36. Esquemático sensor réflex</i>	39
<i>Figura 37. Sensor réflex enviando y recibiendo señal</i>	39
<i>Figura 38. Sensor réflex con obstáculo</i>	39
<i>Figura 39. Sensor magnético</i>	40
<i>Figura 40. Puesta en servicio rápida</i>	41
<i>Figura 41. Panel de control</i>	42
<i>Figura 42. Ajustar Interface PG/PC</i>	42
<i>Figura 43. Verificación de comunicación</i>	43
<i>Figura 44. Verificación del código</i>	44
<i>Figura 45. Compilar en bloque y cargar en la CPU</i>	44
<i>Figura 46. Código activación de los cilindros por pulsador</i>	45
<i>Figura 47. Programa lectura de los sensores réflex</i>	46
<i>Figura 48. Programa lectura de los sensores magnéticos</i>	47
<i>Figura 49. Activación de los pulsadores</i>	48
<i>Figura 50. Activación de los pulsadores</i>	49
<i>Figura 51. Activación de los pulsadores 2</i>	50
<i>Figura 52. Acondicionamiento de los sensores magnéticos</i>	51
<i>Figura 53. Memoria de los sensores magnéticos</i>	52
<i>Figura 54. Memoria de los sensores magnéticos</i>	53
<i>Figura 55. Acondicionamiento del sensor réflex 1</i>	54
<i>Figura 56. Acondicionamiento de los 7 sensores réflex</i>	54
<i>Figura 57. Memoria del sensor reflectivo 1</i>	55
<i>Figura 58. Memoria de los sensores reflectivos</i>	56
<i>Figura 59. Temporizador</i>	57
<i>Figura 60. Condiciones de accionamiento del cilindro 1</i>	58
<i>Figura 61. Condiciones de accionamiento del cilindro 2</i>	59
<i>Figura 62. Condiciones de accionamiento de los cilindros</i>	59
<i>Figura 63. Condiciones de accionamiento de los cilindros</i>	60
<i>Figura 64. Diagrama de bloques programa WinCC Flexible</i>	60

<i>Figura 65. Configuración conexión WINCC flexible.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 66. Configuración de variables WINCC flexible.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 67. Área de trabajo WINCC flexible</i>	<i>62</i>
<i>Figura 68. Pantalla inicio HMI</i>	<i>62</i>
<i>Figura 69. Pantalla rutina principal.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 70. Pantalla prueba instrumentación.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 71. Pantalla prueba cilindros.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 72. Pantalla prueba sensores réflex.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 73. Pantalla sensores magnéticos</i>	<i>65</i>

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Puntos de conexión entradas digitales prototipo calle selección</i>	21
<i>Tabla 2. Puntos de conexión salidas digitales prototipo calle de selección</i>	22
<i>Tabla 3. Puntos de conexión prototipo calle de selección</i>	23
<i>Tabla 4. Código de colores para conductores</i>	25
<i>Tabla 5. Valores nominales del motor</i>	40

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: AUTOMATION OF THE SELECTION STREET PROTOTYPE AND DEVELOPMENT OF THE MANUAL CONFIGURATION TO UPB INDUSTRIAL PROCESSES AUTOMATION LABORATORY

AUTOR(ES): Carlos Alberto Grimaldos Trillos
Mateo Noriega Wandurraga

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Electrónica

DIRECTOR(A): Claudia Rueda Guzmán

RESUMEN

The automation lab of the Universidad Pontificia Bolivariana sectional Bucaramanga as part of their educational process requires the adaptation and integration of some of their prototypes for the simulation of an entire production line, between them the selection street prototype. Due to this and to keep a standard of organization and operation, the instrumentation and control systems of this prototype have to be reconditioned according to the technical standards NTC 2050, RETIE, ISA-S5.1 and ANSI/IEEE Std 315A 1986, at the same way, develop a protocol for testing and maintenance, enabling laboratory managers do their jobs correctly and timely. Finally, create a human-machine interface (HMI) that allows remotely manipulate and shows the instrumentation state of the prototype. To achieve this we had to make a preliminary analysis of the number of inputs, outputs and expansion modules that are required for the correctly working between PLC and Selection Street prototype, also to allow the coupling with the Cartesian robot. Subsequently, according to the CPU manual and technical standards NTC 2050 RETIE, ISA-S5.1 and ANSI / IEEE Std 315A 1986, we determined the most appropriate way of installation. Once done, the different elements of the prototype were tested and then connected to the cabinet. The manual of tuning, programming and HMI were concluded. According the purpose of the project and the development area of it, the investigation was classified as experimental, and because the PLC allows create controlled conditions and test different programming configurations. Thus research supports experimentation.

PALABRAS CLAVES:

Selection Street, cabinet, automation, HMI, PLC, Cartesian robot.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: AUTOMATIZACIÓN DEL PROTOTIPO DE LA CALLE DE SELECCIÓN Y DESARROLLO DEL MANUAL DE CONFIGURACIÓN PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES DE LA UPB

AUTOR(ES): Carlos Alberto Grimaldos Trillos
Mateo Noriega Wandurraga

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Electrónica

DIRECTOR(A): Claudia Rueda Guzmán

RESUMEN

El laboratorio de automatización de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga como parte de su proceso educativo, requiere la adecuación e integración de varios de sus prototipos para la simulación de toda una línea de producción, entre ellos el prototipo de la calle de selección. Debido a esto y para mantener un estándar de organización y funcionamiento, los sistemas de instrumentación y control de dicho prototipo se deben acondicionar teniendo como base las normas NTC 2050, RETIE, ISA-S5.1 y ANSI/IEEE Std 315A 1986, de igual manera desarrollar un protocolo de pruebas y mantenimiento, que permita a los encargados del laboratorio realizar sus labores de forma correcta y oportuna. Y finalmente, crear una interfaz humano-máquina (HMI) que muestre el funcionamiento de la instrumentación del prototipo y permita manipularlo remotamente. Para lograr esto se debió realizar un análisis previo del número de entradas, salidas y módulos de expansión que se requieren para que el PLC funcione con la calle de selección y además que permita el acople al robot cartesiano. Posteriormente y de acuerdo al manual de la CPU y las normas NTC 2050, RETIE, ISA-S5.1 y ANSI/IEEE Std 315A 1986, se buscó la mejor forma de instalación. Una vez hecho, se probaron los diferentes elementos del prototipo para luego conectarse al gabinete, luego se procedió con la creación del manual de puesta a punto del prototipo y finalmente la programación y creación de la interfaz humano-máquina. Debido a la finalidad del proyecto y al área de desarrollo del mismo, la investigación se clasifica dentro del tipo experimental, ya que mediante el uso del PLC se crean condiciones controladas y se prueban diferentes configuraciones de la programación. De esta manera la experimentación soporta la investigación.

PALABRAS CLAVES:

Calle de selección, gabinete, automatización, interfaz humano-máquina, PLC, robot cartesiano

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

1 INTRODUCCION

La educación como parte integral de nuestra vida, además de proveer información de calidad, debe brindar espacios al estudiante que le permitan mejorar su proceso de aprendizaje a través del contacto directo con el área de interés. Bajo estos parámetros la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga construyó un Edificio dotado con laboratorios en diferentes áreas, una de las cuales es la de automatización de procesos industriales.

En aras de mejorar los procesos educativos y con el fin de dejar herramientas a los nuevos estudiantes, se ha propuesto la centralización de las diferentes máquinas existentes en el nuevo Laboratorio de Procesos Industriales, de manera tal, que se integren varios de los prototipos de automatización.

Una de estas máquinas es la Calle de Selección, que permite como su nombre lo indica, seleccionar piezas bajo dos criterios: altura (grande, mediano, pequeño) y tipo de material (metálico y no metálico). De esta manera se diseña el gabinete de control correspondiente para dejar aislado el prototipo de la parte de control, se integra la máquina a un robot cartesiano ubicado en el laboratorio, y finalmente se establece la comunicación TCP/IP a través del protocolo Ethernet de manera que la programación del PLC se vuelva práctica y eficiente. Así mismo se desarrolla un manual de reparación y prueba de errores del prototipo que permite su mantenimiento, reconstrucción y operación adecuada, de esta forma se brinda un grado más de autonomía a la Universidad en cuanto a la revisión periódica de este equipo en particular.

En este documento se mostrará en su primer apartado todo el proceso que se lleva a cabo para la construcción del gabinete de control como el de paso, la selección de las canaletas según la norma técnica colombiana, el riel usado, la disposición del PLC con todos sus módulos, el cableado del gabinete y el acondicionamiento de señales.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Automatizar el prototipo de la calle de selección y desarrollar el manual de configuración para el laboratorio de automatización de procesos industriales de la UPB.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Revisión bibliográfica del prototipo y la aplicación a desarrollar.
- Diseñar e implementar, el gabinete de control principal del prototipo de la calle de selección.
- Diseñar e implementar, el gabinete de paso entre la calle de selección y el gabinete principal.
- Evaluar, diseñar y programar la rutina principal de la calle de selección.
- Diseñar rutinas de prueba para detectar fallas en el prototipo.
- Desarrollar la aplicación de interfaz humano máquina para la operación del prototipo.
- Diseñar el manual del protocolo de pruebas y mantenimiento del prototipo.
- Documentar el proyecto.

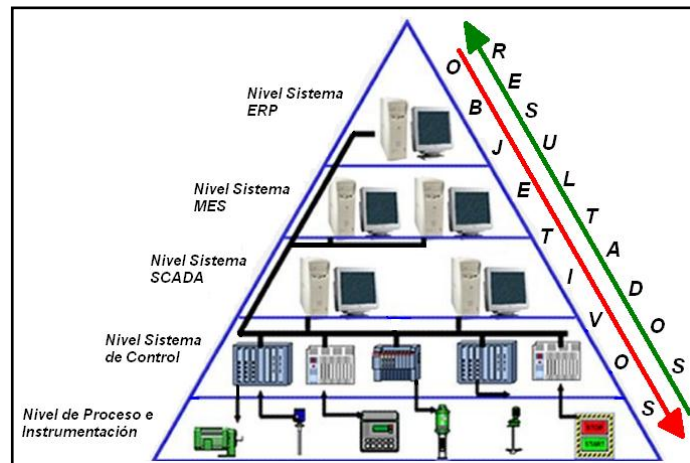
3 MARCO REFERENCIAL

3.1 MARCO TEORICO

3.1.1 Manufactura Integrada por Computador

Con el desarrollo de los computadores a lo largo de los años, las áreas de la producción y la automatización se han beneficiado considerablemente, un modelo que ha ayudado al mejoramiento de esto ha sido la manufactura integrada por computador (CIM), el objetivo principal del CIM es la automatización del flujo de la información en la organización global de la producción, desde la entrada de una orden de suministro hasta el embarque y servicio postventa del producto fabricado¹, ver figura1.

Figura 1. Modelo CIM de NIST²



Pocos desarrollos en la historia de la manufactura ha tenido un impacto más significativo que las computadoras, las cuales se utilizan ahora en una amplia gama de aplicaciones, incluyendo el control y la optimización de los procesos de manufactura, manejo de materiales, ensamble³.

3.1.2 Niveles de Automatización

Un sistema automatizado está compuesto por la parte operativa que es el conjunto de máquinas y subprocesos que desarrollan diversas tareas de producción, y, la parte de

¹ A. GARCIA HIGUERA. CIM, el computador en la automatización de la producción: 1 ed. Cuenca: Universidad de Castilla-La Mancha. 2007. 186 p.

² Imagen tomada de:

https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut_simatic/Pages/Sist_autom_simatic.aspx.

³ KALPAKJIAN, Serope y SMCHID, Steven. Manufactura, ingeniería y tecnología: 4 ed. Pearson Educación de México, S.A. de C.V. 2002. 24 p.

control, compuesta por los dispositivos de control utilizados para someter a un buen comportamiento la primera⁴.

3.1.2.1 Instrumentación

Corresponde a los instrumentos de medición y control empleados durante el determinado proceso de producción, también hacen parte de este nivel los dispositivos empleados para la comunicación entre la parte de control y la operativa.

3.1.2.2 Control

En este nivel se encuentran los dispositivos lógicos de control, los PLC son diseñados para permitir un monitoreo del procesos en tiempo real, brindando así la posibilidad de mantener un control de la manufactura más efectivo, dentro de sus capacidades de programación se encuentra desde lo más sencillo, como es un proceso secuencial hasta un desarrollo donde el PLC se encargue de cambiar por completo el procedimiento.

3.1.2.3 Sistemas SCADA

Los sistemas de supervisión de control y adquisición de datos, permiten la gestión y control de cualquier sistema local o remoto gracias a una interfaz gráfica que comunica al usuario con el sistema.

La estructura funcional de un sistema de visualización y control de datos obedece generalmente a la estructura maestro-esclavo, la estación central o maestro, se comunica con las estaciones esclavas solicitando de estas la información⁵.

3.1.2.4 MES

Ayuda a optimizar el funcionamiento del sistema SCADA mediante la interconexión de computadores en red, permitiendo así la simulación y el modelamiento de los procesos.

Planificando las tareas como, programación de la producción, gestión de materiales, gestión de compras, análisis de costes de fabricación, control de inventarios, gestión de recursos de fabricación y algunos otros⁶.

3.1.2.5 ERP

Son sistemas de planificación de los recursos y gestión de la información de una forma estructurada, satisfaciendo la demanda de las necesidades de la gestión empresarial.

⁴ GARCIA ROMERO, Emilio. Automatización de Procesos Industriales. España: Servicio de Publicaciones. p 30.

⁵ RODRIGUEZ PENIN, Antonio. Sistemas SCADA. 2da ed. España: Marcombo S.A. 2007. p 1

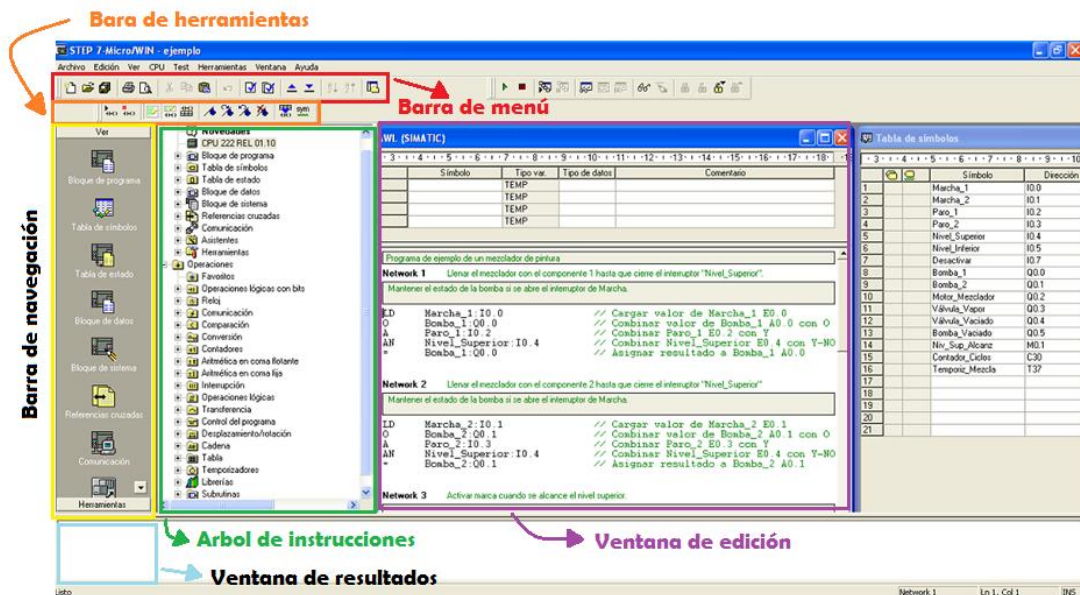
⁶ GARCIA ROMERO, Emilio. Automatización de Procesos Industriales. España: Servicio de Publicaciones. p 32.

El software de tipo ERP, es un programa de gestión empresarial diseñado para para cubrir todas las áreas de gestión de la empresa, creando un flujo de trabajo, permitiendo agilizar los diferentes tipos de labores, reduciendo el tiempo entre las tareas repetitivas, y aumentando la comunicación entre todas las áreas que integran la empresa⁷.

3.1.3 STEP 7 – Micro/WIN

El STEP 7 –micro/WIN es un software desarrollado por Siemens para la programación de su PLC S7 -200 y otros autómatas del mismo fabricante. A pesar de ser un software creado para entornos bastante antiguos (Windows 3.1, Windows NT) funciona perfectamente en sistemas operativos actuales gracias a sus versiones más recientes (su última versión 4.0) capacitadas para programar la serie completa de PLCs S7-200. Su interfaz amigable y de fácil manejo le ha permitido ser muy versátil para desarrollo de aplicaciones en el PLC. La figura 2 muestra la interfaz del programa.

Figura 2. Interfaz gráfica STEP7 Micro/Win



Los requerimientos básicos para su instalación son mínimos, es decir casi que cualquier computador actual está en capacidad para correrlo, sin embargo se dejan las especificaciones recomendadas para su instalación.

Sistema operativo:

- Windows 2000, Windows XP, Vista
- 350 Mbytes libres en el disco duro (Como mínimo)
- Ratón (recomendado) (1)

⁷ MUÑIZ, Luis. ERP, Guía práctica para la selección e implementación. España: Ediciones Gestión 2000. 2004. p 27.

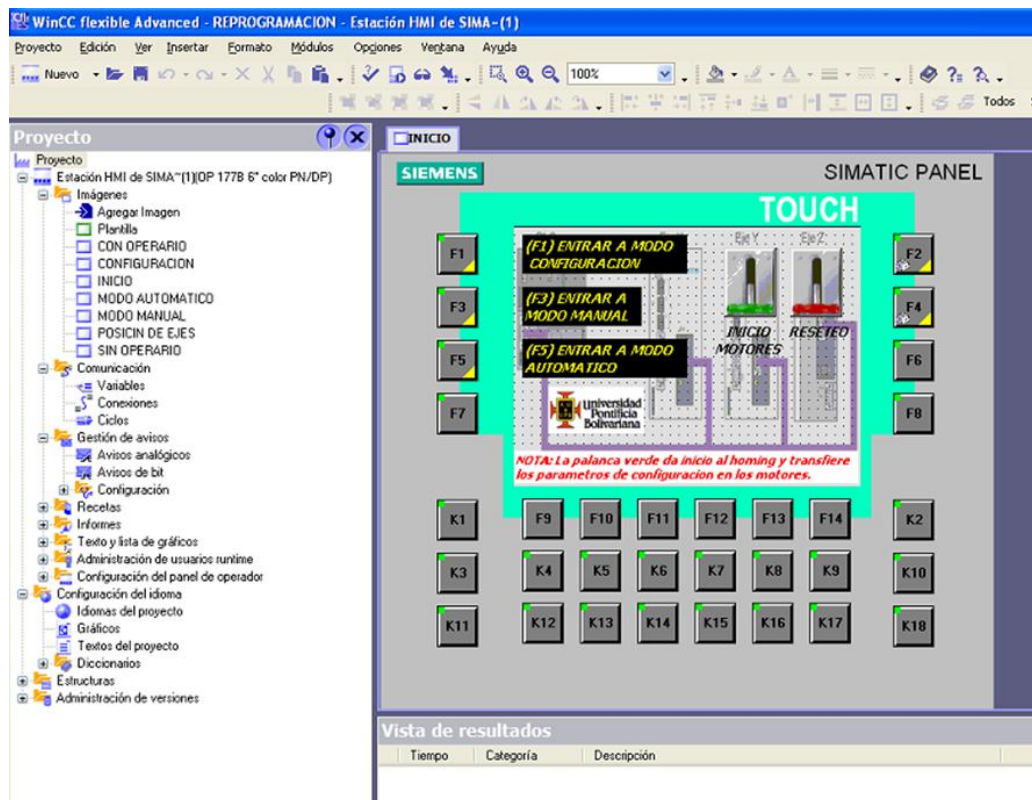
La instalación de este software es bastante sencilla, basta con insertar en CD-ROM del STEP 7 –Micro/WIN, inmediatamente se ejecutará el asistente de instalación que lo conducirá durante todo el proceso. Recuerde que para instalar el software en Windows 2000/ XP / Vista, se requiere arrancar la sesión con derechos de administrador⁸.

3.1.4 WinCC Flexible

Este software desarrollado por SIMATIC, es conocido como software HMI (Human Machine Interface) ya que permite paneles de mando y PC para todas las tareas de manejo de procesos y visualización de los mismos. Esta poderosa herramienta permite evidenciar el correcto funcionamiento de los procesos, ofreciendo una conexión directa entre el humano y la máquina. Así mismo es compatible con todos los paneles de mando SIMATIC HMI así como software de visualización runtime para soluciones individuales basadas en PC bajo Windows XP/Windows 7. Todos los proyectos pueden transferirse a diversas plataformas HMI y ejecutarse en ellas sin necesidad de operaciones de conversión⁹.

La figura 3 muestra la interfaz básica del programa. Se tomó como ejemplo un proyecto desarrollado por estudiantes de la Universidad Pontificia Bolivariana.

Figura 3. Interfaz gráfica de WINCC flexible



⁸ Sistema de Automatización S7-200. Octava Edición. Siemens AG, Alemania, 2008.

⁹ SIMATIC WinCC flexible. Folleto. Siemens AG, Alemania, 2010.

Los requerimientos de instalación de este software son un poco más exigentes que el del STEP7 ya que es un software un poco más gráfico, estos requisitos se pueden observar en la figura 4.

Figura 4. Requerimientos del sistema para la instalación de WINCC flexible ¹⁰

Requisitos del sistema	
Sistemas operativos	Windows XP Professional (32 bits) SP2/SP3 Windows XP Embedded Windows 7 Professional (32 bits) Windows 7 Ultimate/Enterprise (32 bits)
Para WinCC flexible Micro:	Windows XP Home
Procesador	
• con Windows XP, mínimo:	300 MHz
• con Windows XP, recomendado:	≥ Pentium III, 500 MHz
• con Windows 7, mínimo:	1 GHz
• con Windows 7, recomendado:	≥ 1 GHz
Controlador gráfico	
Resolución	640 x 480 ... 1600 x 1200 (SVGA)
RAM	
• con Windows XP, mínimo:	128 Mbytes
• con Windows XP, recomendado:	≥ 512 Mbytes
• con Windows 7, mínimo:	1 Gbytes
• con Windows 7, recomendado:	≥ 1 Gbyte
Disco duro (espacio libre)	≥ 250 Mbytes

3.2 ESTADO DEL ARTE

3.2.1 Calle Industrial de Selección de Objetos¹¹

El modulo calle de selección simula una calle de producción industrial, donde se seleccionan diferentes objetos por material de composición y tamaño del material. El

¹⁰ Imagen tomada de: http://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/brochure/es/brochure_simatic-wincc-flexible_es.pdf, 04/12/2012 all.

¹¹ LOPEZ LOPEZ, Cristian Eduardo; PLATA MOSQUERA, Johanna Marcela. Diseño, construcción y puesta en marcha de una calle para la selección de objetos caracterizados por superficies físicas, Bucaramanga, 2007, 133h. Trabajo de Grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Pontificia Bolivariana. Decanatura de Ingenierías y Administración. Escuela de Ingeniería Mecánica.

prototipo está compuesto por dos módulos, modelo a escala de la calle de selección y el panel de control, ver figura 5.

Figura 5. Prototipo calle de selección y panel de control¹²



El modelo a escala, posee las siguientes características, el sistema de alimentación comprende un cilindro neumático que se encarga de empujar las piezas e incorporarlas al sistema de transporte, el sistema de transporte está compuesto por una banda transportadora que recibe su tracción mediante rodillos especiales los cuales a su vez son conducidos por motoreductores, el sistema de accionamiento es neumático y se lleva a cabo por medio de actuadores neumáticos, que una vez han sido accionado empujan la pieza al área de almacenamiento.

El sistema de detección consta de sensores en sus diferentes puntos de localización como son los ubicados sobre los vástagos de los cilindros para detectar la posición del embolo, otro se encuentra justo antes de los cilindro para determinar la presencia o ausencia de piezas, además se dispone de un sensor óptico análogo para la detección de la dimensión de altura y por ultimo uno inductivos para establecer el tipo de material.

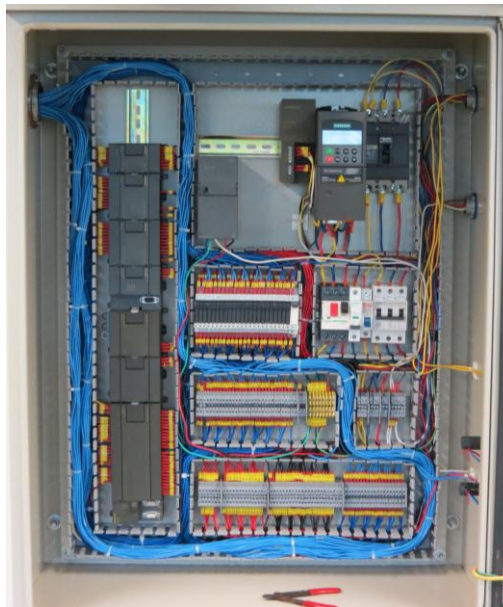
En su primera versión el panel de control estaba constituido por: un PLC SIEMENS S7 200 CPU226, el cual se utilizó debido a su diseño compacto, simplicidad en su manejo y el amplio juego de operaciones, la CPU 226 es la más potente para la ejecución de tareas técnicas de envergadura, con puerto PI adicional que proporciona más flexibilidad y posibilidades de comunicación: a su vez para alimentar el PLC se utiliza el SITOP POWER 2, una fuente de alimentación probada con rango conmutable de tensión de entrada para todas las aplicaciones, además para tener una variación de frecuencia para el motor DC WM26 se utilizó el MICROMASTER 440 SIEMENS; de igual manera el panel contaba con dispositivos de acondicionamiento tales como relé, breakers de protección,

¹² Imagen tomada de: LOPEZ LOPEZ, Cristian Eduardo; PLATA MOSQUERA, Johanna Marcela. Diseño, construcción y puesta en marcha de una calle para la selección de objetos caracterizados por superficies físicas, Bucaramanga, 2007, 133h. Trabajo de Grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Pontificia Bolivariana. Decanatura de Ingenierías y Administración. Escuela de Ingeniería Mecánica.

elementos de cableado y tarjetas de adquisición de datos VELLEMAN P8056-1¹³, las cuales permitían brindaban una alternativa de adquisición de datos para procesamiento de imágenes y evaluación del proceso con otro software de desarrollo.

De acuerdo a lo anterior, en el desarrollo de este proyecto se realizó el montaje de la versión 2 del panel de control, para el que se usó un gabinete cerrado en el que se ubicaron todos los dispositivos de control y módulos de ampliación Siemens para comunicación y señales analógicas y digitales. A su vez en este gabinete se instalaron nuevas protecciones y dispositivos de acondicionamiento que permiten proteger del polvo y la manipulación de los dispositivos e instrumentación del prototipo, de acuerdo a las normas RETTIE, el Código Eléctrico Colombiano y las recomendaciones dadas por el fabricante. Ver figura 6.

Figura 6. Gabinete Calle Selección Versión 2



¹³ LANDINO PABON, Cesar Augusto; MEDIAN BELTRAN, Nelson Enrique. Caracterización por formas y colores para la clasificación de objetos e una calle de selección automatizada por computador, Bucaramanga, 2008, 183h. Trabajo de Grado (Ingeniero Electrónico). Universidad Pontificia Bolivariana. Decanatura de Ingenierías y Administración. Escuela de Ingeniería Electrónica.

4 CARACTERIZACION CALLE DE SELECCION

4.1 REQUERIMIENTOS

En la automatización de procesos industriales existen diferentes tipos de señales estandarizadas para la medición de las diferentes variables, para el prototipo de la calle de selección estas señales se ubican tanto en el gabinete principal como el remoto y son:

- 48 entradas digitales (0-24V DC)
- 24 salidas digitales (0-24V DC)
- 1 entrada análoga (0-10V DC)

Además de estas señales la instrumentación empleada en el proyecto requiere de señales de 24V DC para la alimentación de los cilindros, electroválvulas, sensores y módulos del PLC, también algunas de estas señales requieren puntos de referencia, al igual que puntos de tierra. En las tabla 1, 2 y 3 se muestran con detalle qué tipo de señales requiere la instrumentación del prototipo.

- **Entradas Digitales:**

Tabla 1. Puntos de conexión entradas digitales prototipo calle selección

Entrada	24V DC	M(Referencia)	Señal de Control
Encoder Señal A	1	1	1
Encoder Señal B	-	-	1
Sensor Magnético Cilindro 8	1	-	1
Sensor Magnético Cilindro 7	1	-	1
Sensor Magnético Cilindro 6	1	-	1
Sensor Magnético Cilindro 5	1	-	1
Sensor Magnético Cilindro 4	1	-	1
Sensor Magnético Cilindro 3	1	-	1
Sensor Magnético Cilindro 2	1	-	1
Sensor Magnético Cilindro 1	1	-	1
Sensor Magnético Cilindro 13	1	-	1
Sensor Réflex 8	1	1	1
Sensor Réflex 7	1	1	1
Sensor Réflex 6	1	1	1
Sensor Réflex 5	1	1	1
Sensor Réflex 4	1	1	1
Sensor Réflex 3	1	1	1
Sensor Réflex 2	1	1	1
Sensor Réflex 1	1	1	1
Sensor Réflex 9	1	1	1
Pulsadores NC	1	-	1

Pulsadores NO	1	-	1
Sensor Inductivo	1	1	1
Sensor Magnético Cilindro 9	1	-	1
Sensor Magnético Cilindro 10	1	-	1
Sensor Magnético Cilindro 11	1	-	1
Sensor Magnético Cilindro 12	1	-	1
Sensor Capacitivo	1	1	1
Sensor Autoreflex(Sup. Luminosas)	2	1	1
Sensor Autoreflex 1	1	1	1
Sensor Autoreflex 2	1	1	1
Sensor Autoreflex 3	1	1	1
Sensor Autoreflex 4	1	1	1
Sensor Autoreflex 5	1	1	1
Sensor Autoreflex 6	1	1	1
Sensor Autoreflex 7	1	1	1
Sensor Autoreflex 8	1	1	1
Sensor Autoreflex 9	1	1	1
Sensor Autoreflex 10	1	1	1
Sensor Autoreflex 11	1	1	1
Sensor Autoreflex 12	1	1	1
Sensor Magnético Rosca	1	-	1
Parada de Emergencia	1	-	1

- **Salidas Digitales:**

Tabla 2. Puntos de conexión salidas digitales prototipo calle de selección

Salida	24V DC	Señal de Control	M(Referencia)
Piloto Azul	1	1	1
Electro Válvula Cilindro 8	1	1	1
Electro Válvula Cilindro 7	1	1	1
Electro Válvula Cilindro 6	1	1	1
Electro Válvula Cilindro 5	1	1	1
Electro Válvula Cilindro 4	1	1	1
Electro Válvula Cilindro 3	1	1	1
Electro Válvula Cilindro 2	1	1	1
Electro Válvula Cilindro 1	1	1	1
Electro Válvula Cilindro Alimentación	1	1	1
Electro Válvula Cilindro Altura 1	1	1	1
Electro Válvula Cilindro Altura 2	1	1	1
Electro Válvula Cilindro 9	1	1	1

Electro Válvula Cilindro 10	1	1	1
Electro Válvula Cilindro 11	1	1	1
Electro Válvula Cilindro 12	1	1	1
Motor DC 1	-	1	1
Motor DC 2	-	1	1
Motor DC 3	-	1	1
Motor DC 4	-	1	1
Motor DC 5	-	1	1
Motor DC 6	-	1	1

- **Entradas Análogas:**

Tabla 3. Puntos de conexión prototipo calle de selección

Entrada	24V DC	M(Referencia)	Señal de Control
Sensor Altura (0-10V)	1	1	1

4.2 DISEÑO Y CONSTRUCCION

Para la correcta implementación del prototipo de la calle de selección, se diseñó bajo las normas estándares de ingeniería, estas normas son:

- 2050 NTC (Norma Técnica Colombiana), indica el código eléctrico que se debe usar en el cableado¹⁴.
- RETIE (Reglamento Eléctrico de Instalaciones Eléctricas), se aplica a instalaciones eléctricas procesos de generación, transformación, distribución y utilización de energía eléctrica¹⁵.
- ISA-S5.1 (Instrumentation Symbols and Identification) y ANSI/IEEE Std 315A 1986 (Supplement to Graphic Symbols for Electric and Electronic Diagrams), que demarcan la uniformidad en símbolos de control y los sistemas de instrumentación usados para la medición y control¹⁶.

Adicional a los elementos que ya componían el prototipo de la calle de selección, se adicionaron, relés de estado sólido, una fuente de 10A, un módulo de entradas digitales, uno de salidas digitales, un totalizador y un guardamotor, y el gabinete principal y remoto.

Para la distribución de los elementos dentro de los gabinetes, se realizó el plano eléctrico correspondiente donde se estipularon las marcaciones para los cables y bornas correspondientes (ver anexo B).

4.2.1 CANALETA, RIEL DIN Y BORNAS

¹⁴ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Código Eléctrico Colombiano. 2 ed. ICONTEC. NTC 2050.

¹⁵ MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas. 2006.

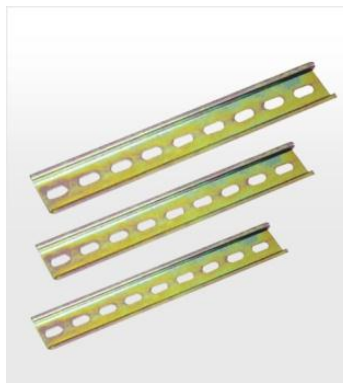
Para la ubicación de la canaleta sobre el doble fondo del gabinete principal se siguieron las normas técnicas, las cuales indican que alrededor del doble fondo se debe ubicar canaleta de 2" y dentro de este, canaleta de 1" como se muestra en la figura 7.

Figura 7. Gabinete principal calle de selección



Los diferentes elementos que componen tanto el gabinete principal como el gabinete remoto, se sujetaron por medio de rieles din como los que se muestran en la figura 8, para permitir una correcta sujeción de los componentes.

Figura 8. Riel din ¹⁷

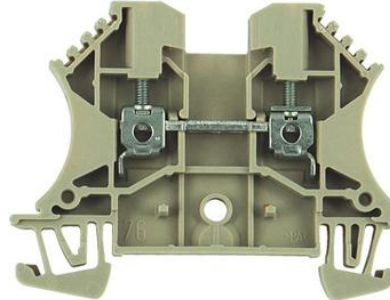


Las bornas son componentes encargados de interconectar los circuitos y están compuestas por tres partes, cuerpo aislante, elemento conductor de corriente y elemento de sujeción, existen diferentes tipos de bornas de acuerdo a su función, las

¹⁷ Imagen tomada de: <http://www.chinaenergymeters.es/6-kwh-meter-components/7-1-1b.jpg>

implementadas en el proyecto fueron bornas de tierra y universales, como la que se muestra en la figura 9.

Figura 9. Borna universal ¹⁸



4.2.2 CABLEADO Y TERMINALES

El cableado se instaló de acuerdo a la norma NTC 2050, la cual indica el calibre y el color el cual debe llevar, como se muestra en la tabla 4, teniendo en cuenta esto, amarillo la línea 1, azul línea 2 y control, rojo línea 3 y 24V dc, blanco neutro, negro referencia de la alimentación de los equipos y verde para la tierra.

Tabla 4. Código de colores para conductores ¹⁹

SISTEMA	MONOFÁSICO		TRIFÁSICO				
			(Y) ESTRELLA		(Δ-) DELTA	(Δ) DELTA	
Tensión (V)	120	120/240	208/120	480/277	240/208/120	240	480
Fases	1	2	3	3	3	3	3
Neutro	1	1	1	1	1	N/A	N/A
Fases	Negro	Negro	Amarillo	Amarillo	Negro	Negro	Amarillo
		Rojo	Azul	Naranja	Naranja	Azul	Naranja
			Rojo	Café	Azul	Rojo	Café
Neutro	Blanco	Blanco	Blanco	Gris	Blanco	N/A	N/A
Tierra de Protección	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde
	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Tierra Aislada	Verde amarillo	Verde amarillo	Verde amarillo	N/A	Verde amarillo	N/A	N/A

El calibre del cable se determina por la corriente que va a fluir por este, de acuerdo a esta información el calibre de las líneas de 1, 2, 3 y neutro, es de 12AWG, de la misma forma

¹⁸ Imagen tomada de:

<http://csimg.mercamania.es/srv/ES/29050721gal4011020000000/T/340x340/C/FFFFFF/url/borne-carril-din-de-paso-wdu.jpg>

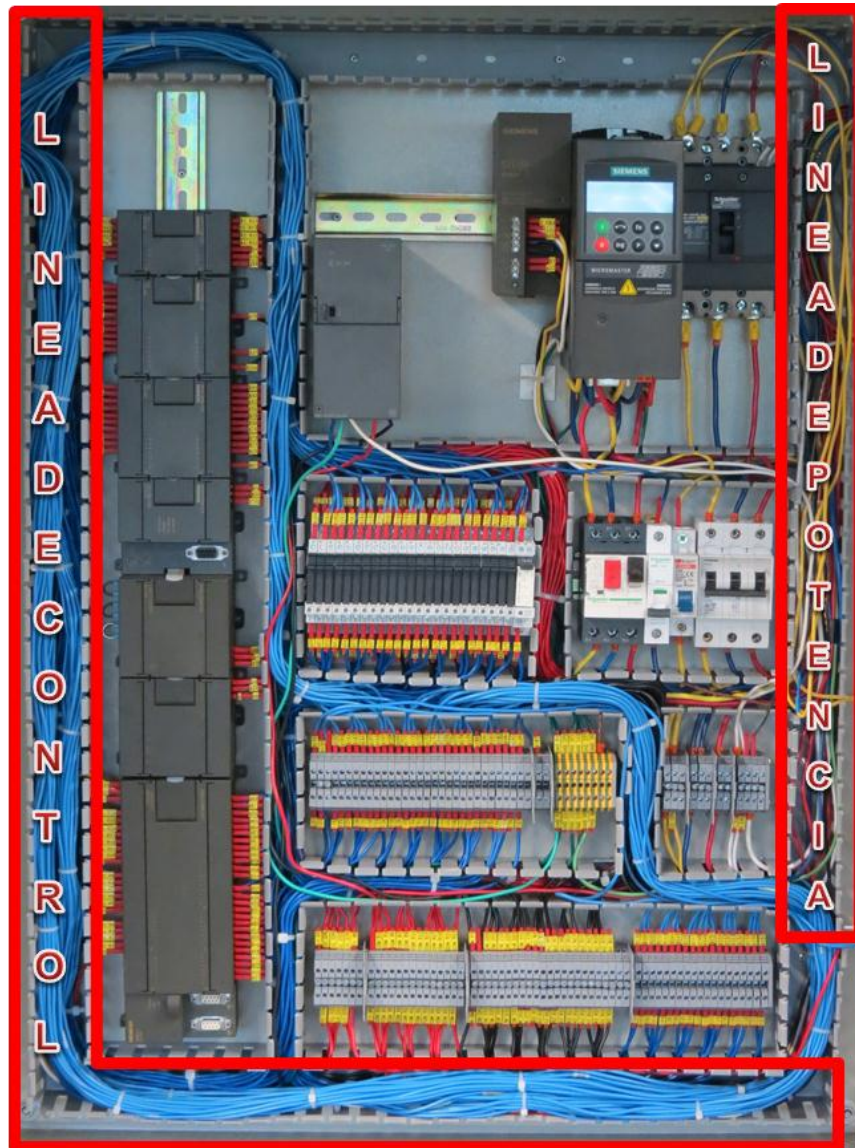
¹⁹ Tabla tomada de:

http://3.bp.blogspot.com/_M0Q0jMnxsWI/TLSFi0p5X8I/AAAAAAAAAE8/m8UFnrWh_Rg/s1600/Sin+t%C3%ADtulo.png

el calibre empleado para la alimentación de las fuentes es de 18AWG así como para la etapa de control.

Por recomendaciones técnicas, al trabajar en un solo gabinete tanto líneas de potencia como de control, se hace necesaria una distribución de las conexiones como se muestra en la figura 10 de tal manera que no haya interferencias en las señales.

Figura 10. Ubicación de las líneas de control y potencia



Los terminales de cable son elementos que se utilizan para la sujeción de los cables a los puntos requeridos dentro del gabinete, existen diferentes tipos de terminales, varían dependiendo el calibre de cable a sujetar, y el punto en el cual se ubicaran, en la figura 11 se pueden observar los diferentes tipos de terminales, entre los que se encuentran de horquilla, pin, anillo o pala.

Figura 11. Terminales eléctricos²⁰



4.2.3 ACONDICIONAMIENTO DE SEÑALES

Las señales de salida de un sistema pueden no ser compatibles con la siguiente etapa del proceso, es aquí cuando es necesario realizar algún tipo de acondicionamiento de la señal, para permitir un correcto acople. En este caso el método de acondicionamiento de la señal empleado es el de aislamiento, para el bloqueo de picos de alto voltaje, corrientes elevadas y el rechazo de voltaje en modo común, por medio de relés de estado sólido, el relé empleado fue el CAT 700 TBS24 del fabricante Allen Bradley que se muestra en la figura 12.

Figura 12. Relé de estado sólido Cat 700 TBS24²¹

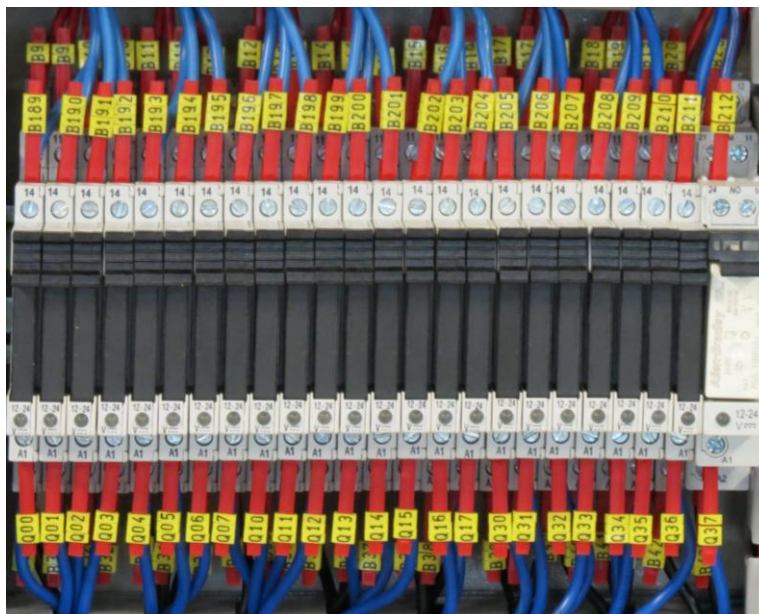


En total se encuentran 24 relés de estado sólido ubicados en el gabinete principal. Todos ubicados a cada una de las salidas de la CPU, así como a las salidas del módulo de salidas digitales, ver figura 13.

²⁰ Imagen tomada de: <http://www.electrocentro.com.mx/imagenes/Conectores%20Aislados.jpg>

²¹ Imagen tomada de: http://img.auctiva.com/imgdata/0/0/8/8/0/1/webimg/615268845_tp.jpg

Figura 13. Acondicionamiento de señal gabinete principal



4.2.4 ALIMENTACION

La alimentación del gabinete se dividió para dos fuentes de energía, que se muestran en las figuras 14 y 15, SITOP Power 2 6EP1331-2BA00 del fabricante Siemens para la alimentación de la CPU y los diferentes módulos del PLC, así como los diferentes sensores del prototipo. Para la alimentación de los motores DC y las electroválvulas se empleó una fuente DRP-240-24 del fabricante Mean Well.

Figura 14. Fuente Siemens SITOP Power 2 6EP1331-2BA00²²



²² Imagen tomada de: <http://www.classicautomation.com/images/partsphotos/6EP1331-2BA00.jpg>

Figura 15. Fuente Mean Well DRP-240-24²³



4.2.5 PROTECCION ELECTRICA

Dentro del gabinete principal se instaló la siguiente protección eléctrica:

- **Interruptor totalizador termomagnético de caja moldeada:** se encarga de la protección total del gabinete, permitiendo o no el paso de la corriente hacia el gabinete principal. En la figura 16 se puede observar el interruptor empleado de referencia EZC100B20A del fabricante Schneider Electric.

Figura 16. Interruptor Totalizador Schneider Electric EZC100B20A²⁴



- **Circuit Breaker:** se emplearon 3 circuit breakers para el encendido y/o apagado, dos monofásicos para las fuentes y uno trifásico para el variador de frecuencia. De referencia 5SX23 del fabricante siemens, C45N C30 del fabricante Wusley y iC60N del fabricante Schneider Electric se muestran en las figuras 17, 18 y 19 respectivamente.

²³ Imagen tomada de: <http://www.elbok.com.pl/graphix/drp-240-24.png>

²⁴ Imagen tomada de: http://www.tienphat-automation.com/UserUpload/Articles/Large/634648981190590751_1.png

Figura 17. Interruptor Trifásico Siemens 5SX23 C4²⁵



Figura 18. Interruptor Monofásico Wusley C45N C30²⁶



Figura 19. Interruptor Monofásico Schneider Electric iC60N C 2A²⁷



²⁵ Imagen tomada de: [http://www.elstar.lv/pics/5SX23\(1\).jpg](http://www.elstar.lv/pics/5SX23(1).jpg)

²⁶ Imagen tomada de: <http://www.electricalswitch.es/product/2-5-6.jpg>

²⁷ Imagen tomada de: http://www.inet.com.pe/admin/full_images/A9F74120.gif

- **Motor Circuit Breaker:** para proteger el motor ante alguna falla eléctrica se empleó el guarda motor GV2ME05 del fabricante Schneider Electric, el cual se puede ver en la figura 20.

*Figura 20. Guardamotor Schneider Electric GV2ME05*²⁸



4.2.6 CONTROL

Está compuesta por la CPU y los diferentes módulos de entradas, salidas, y comunicaciones.

- **PLC S7200 CPU 226:** esta CPU se alimenta con una fuente alterna, posee 24 entradas digitales a DC y 16 salidas digitales a relé, tal y como se muestra en la figura 21.

*Figura 21. PLC S7200 216-2BD23-0XB0*²⁹



²⁸ Imagen tomada de: http://cloudfront.zorotools.com/product/full/3CY82_AS02.JPG

²⁹ Imagen tomada de: <http://media4.rsdelivers.cataloguesolutions.com/LargeProductImages/R488666-01.jpg>

- **Módulo Comunicación, Ethernet y Profibus:** cuenta con dos módulos de comunicación, Ethernet de referencia CP 243-1 y para protocolo Profibus de referencia EM 277, se observan en las figuras 22 y 23, respectivamente.

*Figura 22. Modulo Ethernet 66k7 243-1ex00-0xe0*³⁰



*Figura 23. Modulo Profibus 277-0AA22-0XA0*³¹



- **Módulos entradas y salidas:** adicional a las entradas y salidas digitales que trae por defecto la CPU, se adicionaron dos módulos de entradas digitales EM221, un módulo de salidas digitales EM222, y un módulo de entradas análogas EM235 que se muestran en las figuras 24, 25, y 26 respectivamente.

³⁰ Imagen tomada de: http://www.automatyka.siemens.pl/imagesproducts/as/CP_243-1_IT_communications_processor.JPG

³¹ Imagen tomada de: http://cache.automation.siemens.com/dnl/TM/TM2MzQ1MwAA_6ES72770AA220XA0_MLFB/P_ST70_XX_01380i.jpg

Figura 24. Modulo entradas digitales 221-1BH22-0XA0³²



Figura 25. Modulo salidas digitales 222-1BF22-0XA0³³



Figura 26. Modulo entradas análogas 235-0KD22-0XA0³⁴



³² Imagen tomada de: <http://acelab.com/ACELAB/images/mod%20221%20%20ed.jpeg>

³³ Imagen tomada de: http://www.conrad-uk.com/medias/global/ce/1000_1999/1200/1290/1297/129710_LB_00_FB.EPS_1000.jpg

³⁴ Imagen tomada de: <http://acelab.com/ACELAB/images/mod235.jpeg>

- **Variador MICROMASTER 440:** para controlar el motor, se implementó un variador MICROMASTER 440 de tamaño constructivo a, como el que se ve en la figura 27, el cual permite variar la frecuencia del motor a necesidad del operario.

Figura 27. Variador MICROMASTER 440³⁵



4.2.7 INSTRUMENTACIÓN

- **Sensor Réflex:** para determinar el momento en que la pieza debe ser seleccionada dentro de algún deposito, se emplearon sensores réflex SOEG-RSP-Q20-PS-S-2L de la marca Festo, como el que se muestra en la figura 28.

Figura 28. Sensor réflex SOEG-RSP-Q20-PS-S-2L³⁶



- **Sensor Magnético:** como elemento final de carrera para la detección de la posición del vástago dentro del cilindro, se utilizaron sensores magnéticos SMEO-

³⁵ Imagen tomada de: <http://www.acpd.co.uk/sei/s/1488/e/6se6420-2ab11-2aa1.jpg>

³⁶ Imagen tomada de: <http://www.vision-supplies.com/Data/Images/Products/big-537784.jpg>

4-K-LED-230 y SMEO-4U-K-LED-230 de la empresa Festo, como los que se observan en la figura 29 y 30 respectivamente.

*Figura 29. Sensor magnético SMEO-4-K-LED-230*³⁷



*Figura 30. Sensor magnético SMEO-4U-K-LED-230*³⁸



4.2.8 ELEMENTOS FINALES DE CONTROL

- **Isla de Electroválvulas:** para el accionamiento de los cilindros empleados para la selección de los objetos se empleó una isla de electroválvulas de referencia CPV-SC-MP-VI de la marca Festo, se puede observar en la figura 31, esta isla de electroválvulas permite controlar hasta doce cilindros.

*Figura 31. Isla de electroválvulas CPV-SC-MP-VI*³⁹



³⁷ Imagen tomada de:

<http://quickbit.co.uk/image/cache/data/Festo%20reed%20switches/CRSMEO-4-K-LED-24-Festo-Proximity-Sensor-500x500.jpg>

³⁸ Imagen tomada de: <http://quickbit.co.uk/image/cache/data/Festo%20reed%20switches/SMEO-4U-K-LED-24-Festo-Proximity-Sensor-500x500.jpg>

³⁹ Imagen tomada de:

<http://www.nuovaelva.it/files/Festo/catalogo/data/pic/E83607938DCE4861862FBE31CA32544E.jpg>

- **Cilindros:** para la selección de los objeto se emplearon cilindros DSNU-P-A 12 de la marca Festo. Como el que se muestra en la figura 32.

Figura 32. Cilindro de accionamiento DSNU-P-A 12⁴⁰



⁴⁰ Imagen tomada de: http://img.directindustry.es/images_di/photo-g/cilindro-neumatico-redondo-4735-2555453.jpg

5 PUESTA A PUNTO

En esta sección se realizará la puesta a punto del prototipo de la calle de selección, con el fin de configurarlo correctamente e implementar la programación completa. Para ello es necesario hacer dos tipos de ajustes: el ajuste de hardware, donde se comprobará todo lo competente a la parte física (instrumentación); y la verificación de la comunicación vía Ethernet entre el pc y el prototipo usando pequeñas líneas de código.

De igual manera, se debe tener en cuenta que se requiere tener un conocimiento previo en el programa STEP 7 Micro/Win, Para lo cual se puede apoyar en el manual de software anexo. (Ver anexo C).

5.1 HARDWARE

Las pruebas con hardware se emplearon para identificar errores tanto en las conexiones realizadas como por la naturaleza del dispositivo.

5.1.1 CONEXIÓN DE LOS CILINDROS Y VALVULAS

Los cilindros que componen la calle de selección son de doble accionamiento, esto significa que cuando están energizados se activa su brazo y cuando se corta esta corriente retorna a su posición inicial. En la figura 33 que se muestra a continuación se puede ver el cilindro de la calle de selección en su posición final.

Figura 33. Cilindro neumático



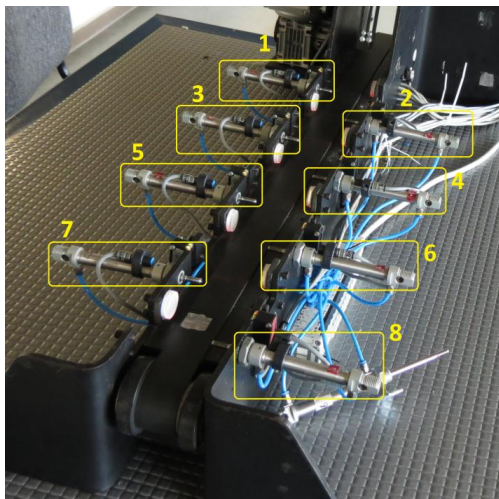
La isla de válvulas que se muestra en la figura 34 es la encargada de controlar el flujo de aire a los cilindros. EL recuadro rojo que se muestra en la figura es el accionamiento manual, el cual se utilizó para comprobar el funcionamiento de las electroválvulas.

Figura 34. Isla de válvulas



El orden de los cilindros con respecto a la isla de electroválvulas en la calle de selección se muestra en la figura 35.

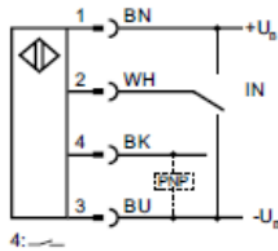
Figura 35. Orden de los cilindros en la calle de selección



5.1.2 CONEXIÓN DE LOS SENSORES REFLEX

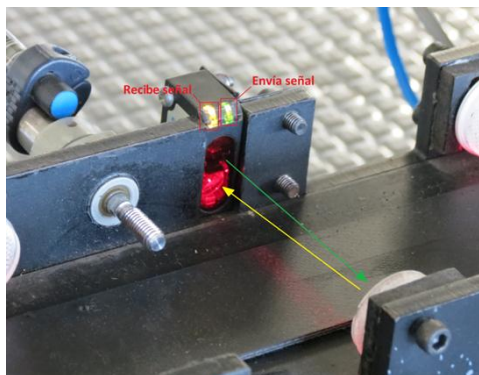
El sensor empleado en la calle de selección es el modelo SOEG-RSP-Q20-PS-S-2L de FESTO y es el esquemático que se muestra en la figura 36. Aquí se observa que los cables café y azul son la alimentación y la referencia respectivamente, y el negro la señal de control.

Figura 36. Esquemático sensor réflex⁴¹



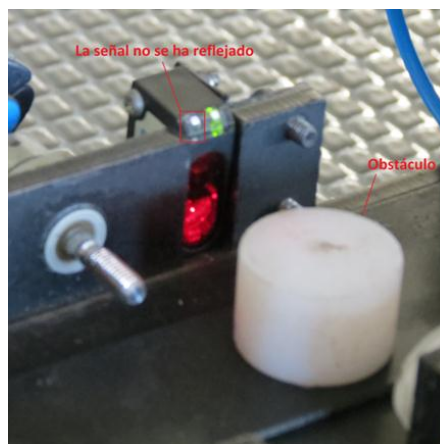
Este sensor cuenta con 2 indicadores en la parte superior, un LED verde y otro amarillo. El del verde indica que el sensor está enviando la señal y el amarillo que esta retorna al sensor, como se muestra en la figura 37.

Figura 37. Sensor réflex enviando y recibiendo señal



Cuando se ubica un objeto en frente del sensor la señal de recepción de interrumpe como se muestra en la figura 38.

Figura 38. Sensor réflex con obstáculo

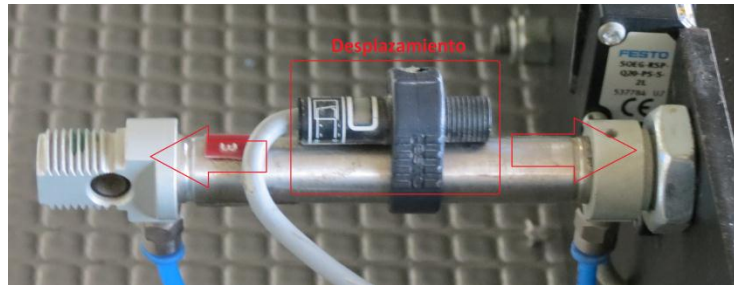


⁴¹ Imagen tomada de: http://www.allied-automation.com/pdf/SOEX_EN.PDF

5.1.3 CONEXIÓN SENSORES MAGNETICOS

El sensor que se encuentra en la calle de selección es de referencia SMEO-4U-K-LED-230. Este sensor cuenta con dos cables, el café de alimentación y el negro señal de control. El indicador del sensor se ilumina una vez el vástago del cilindro se encuentra bajo el sensor como se muestra en la figura 39.

Figura 39. Sensor magnético



5.1.4 CONEXIÓN MOTOR Y PRUEBA EN FUNCIONAMIENTO MANUAL CON EL VARIADOR.

El motor que dispone la calle de selección es trifásico, por ende cuenta con 4 líneas, las cuales son las 3 fases y una de tierra.

Se configuro el variador en puesta en servicio rápida, siguiendo los pasos mencionados en el manual instrucciones de usuario del variador Micromaster 440, los cuales se muestran en la figura 40.

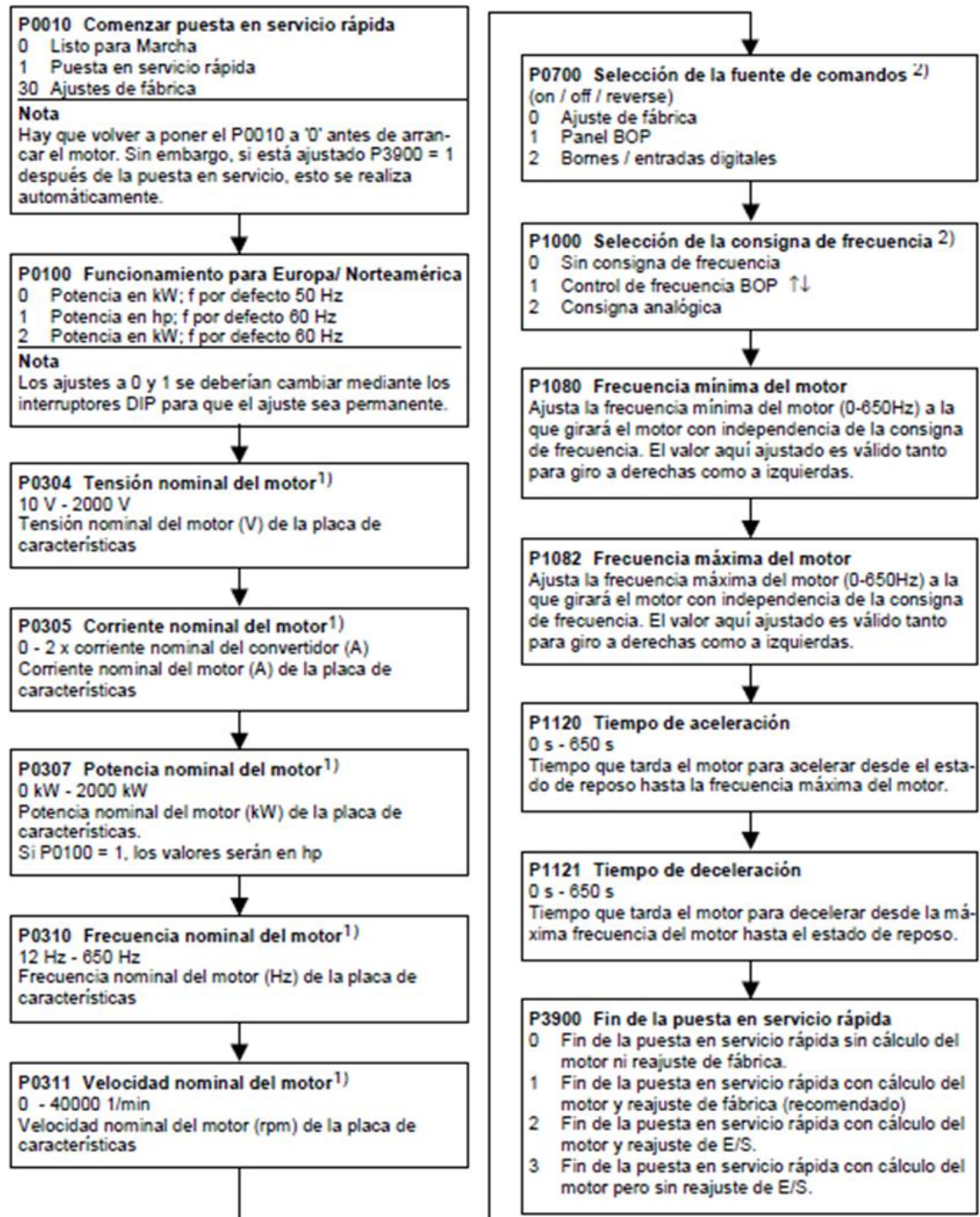
La tabla 5 que se muestra a continuación contiene los parámetros del motor para la configuración.

Para mayor información consultar el manual del fabricante. Ver anexo F.

Tabla 5. Valores nominales del motor

PARÁMETRO	VALOR [UNIDADES]
Tensión nominal del motor	254/440 [V]
Corriente nominal del motor	0.93/0.54 [A]
Potencia nominal del motor	0.22 [KW]
Frecuencia nominal del motor	60 [Hz]
Velocidad nominal del motor	1650 [Rpm]

Figura 40. Puesta en servicio rápida



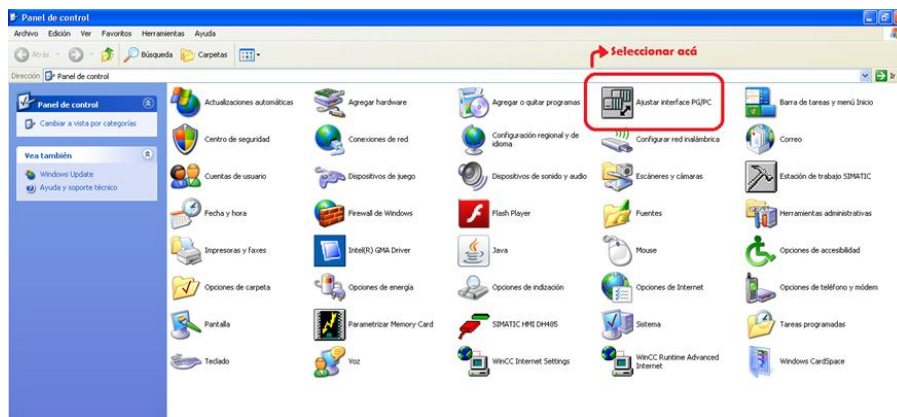
5.2 SOFTWARE

Se realizaron algunos programas sencillos para la verificación de las lecturas de entradas y salidas del PLC. Para continuar con estas pruebas es necesario trabajar en el equipo K214-12 del Laboratorio de Automatización de Procesos Industriales de la Universidad Pontificia Bolivariana ya que aquí reposan los programas de este manual.

Antes de cargar los programas, se debe verificar que el cable Ethernet se encuentra estableciendo la conexión entre el PLC S 7-200 y el computador.

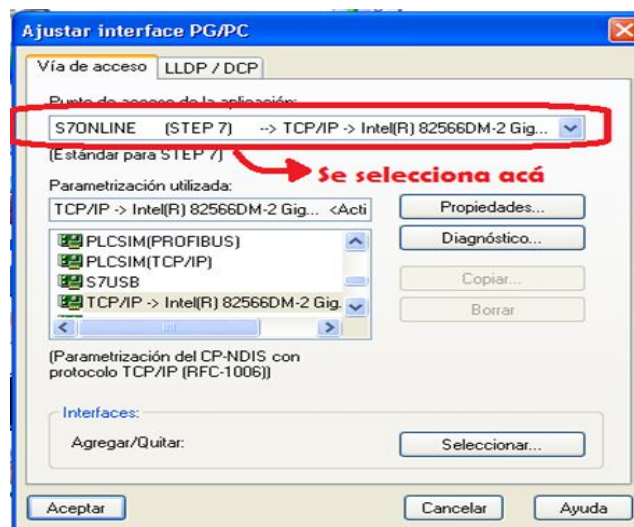
Una vez hecho esto, se siguen los siguiente pasos: Inicio-Panel de Control-Ajustar Interface PG/PC, como lo muestran la figura 41.

Figura 41. Panel de control



Allí se abrirá una pantalla como se muestra en la figura 42, en donde en el menú desplegable “punto de acceso de la aplicación” se selecciona la opción “S7ONLINE (STEP7) --> TCP/IP Intel (R) 82566DM-2”. Se hace clic en aceptar y ya está.

Figura 42. Ajustar Interface PG/PC



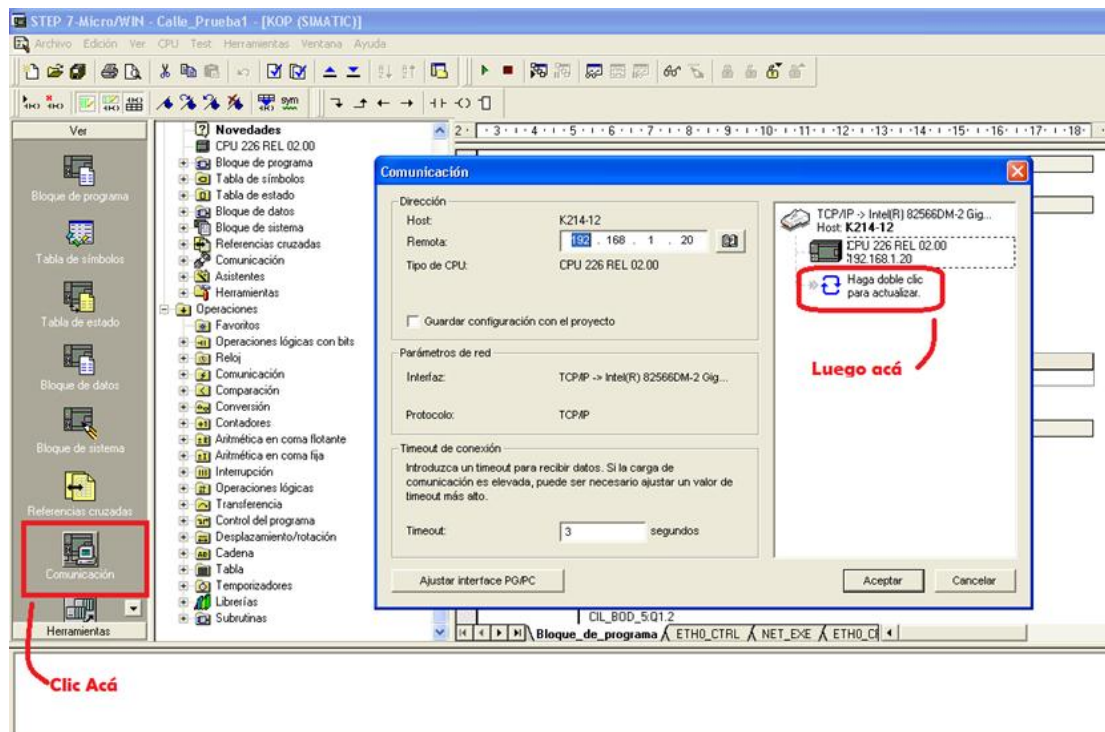
5.2.1 ACTIVACION DE LOS CILINDROS POR PULSADOR

Para ejecutar este programa es necesario dirigirse a la siguiente dirección:

D:\Calle selección\Calle_Prueba1

Una vez ahí y tal y como muestra la figura 43, se selecciona en la barra de navegación el icono “Comunicación”, posteriormente se hace clic en “actualizar” para verificar que la conexión entre el PLC y el computador. Tener en cuenta la dirección IP que se muestra.

Figura 43. Verificación de comunicación



Hecho esto, se procede a programar, para esto se siguen los pasos que se indican en las figuras 44 y 45 respectivamente.

Figura 44. Verificación del código

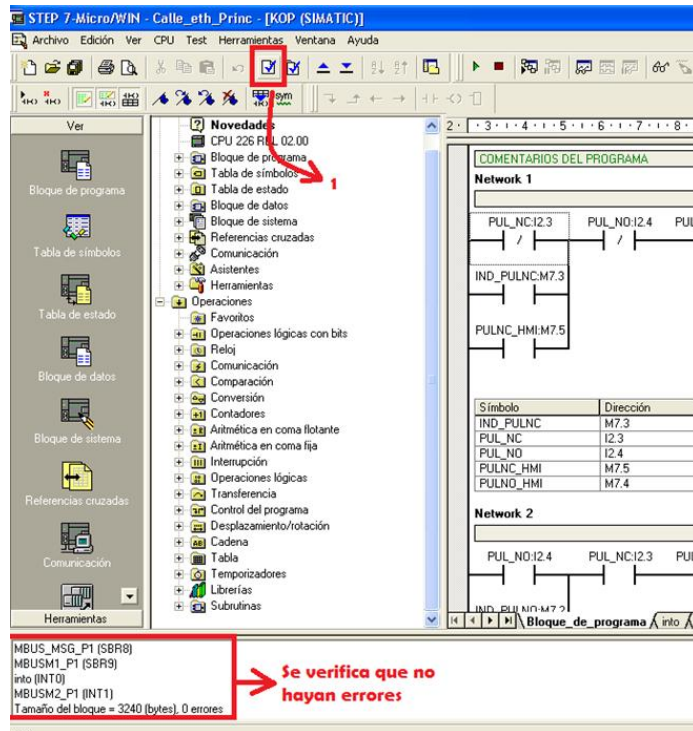
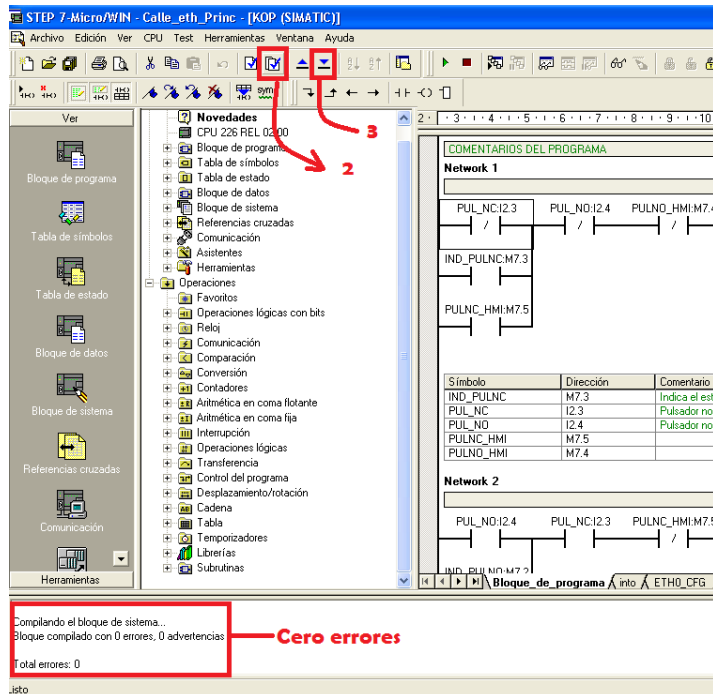
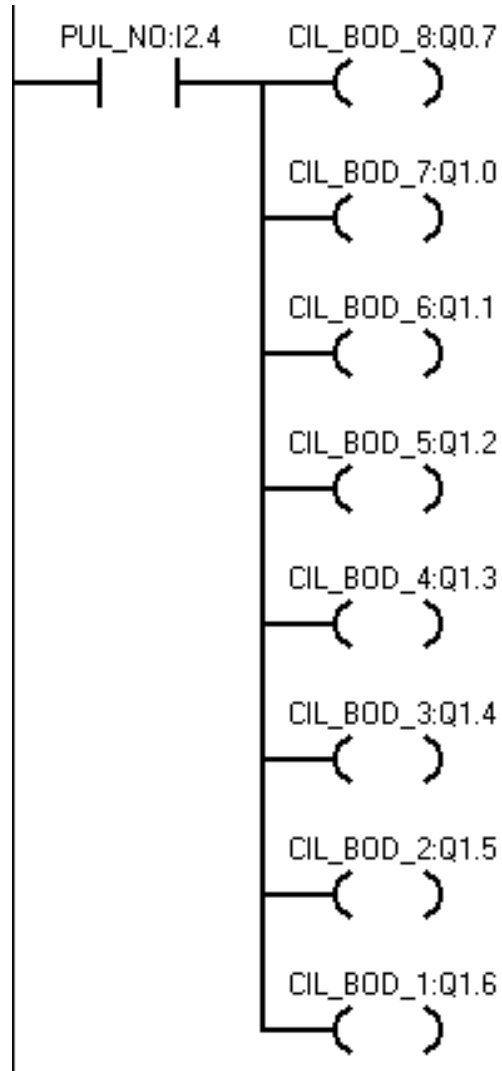


Figura 45. Compilar en bloque y cargar en la CPU



El fin del programa es activar todos los cilindros accionando una entrada normalmente abierta ubicada en el gabinete principal o en el gabinete de paso, el programa se muestra en la figura 46.

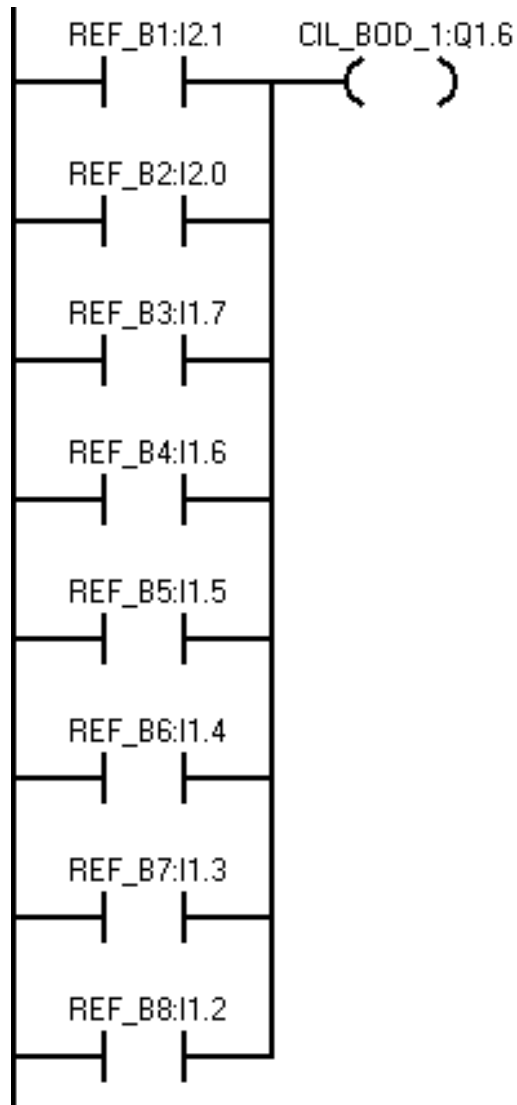
Figura 46. Código activación de los cilindros por pulsador



5.2.2 LECTURA DE LOS SENSORES REFLEX

El objetivo del programa es corroborar la correcta lectura de los sensores réflex, accionando el primer cilindro, el programa se observa en la figura 47.

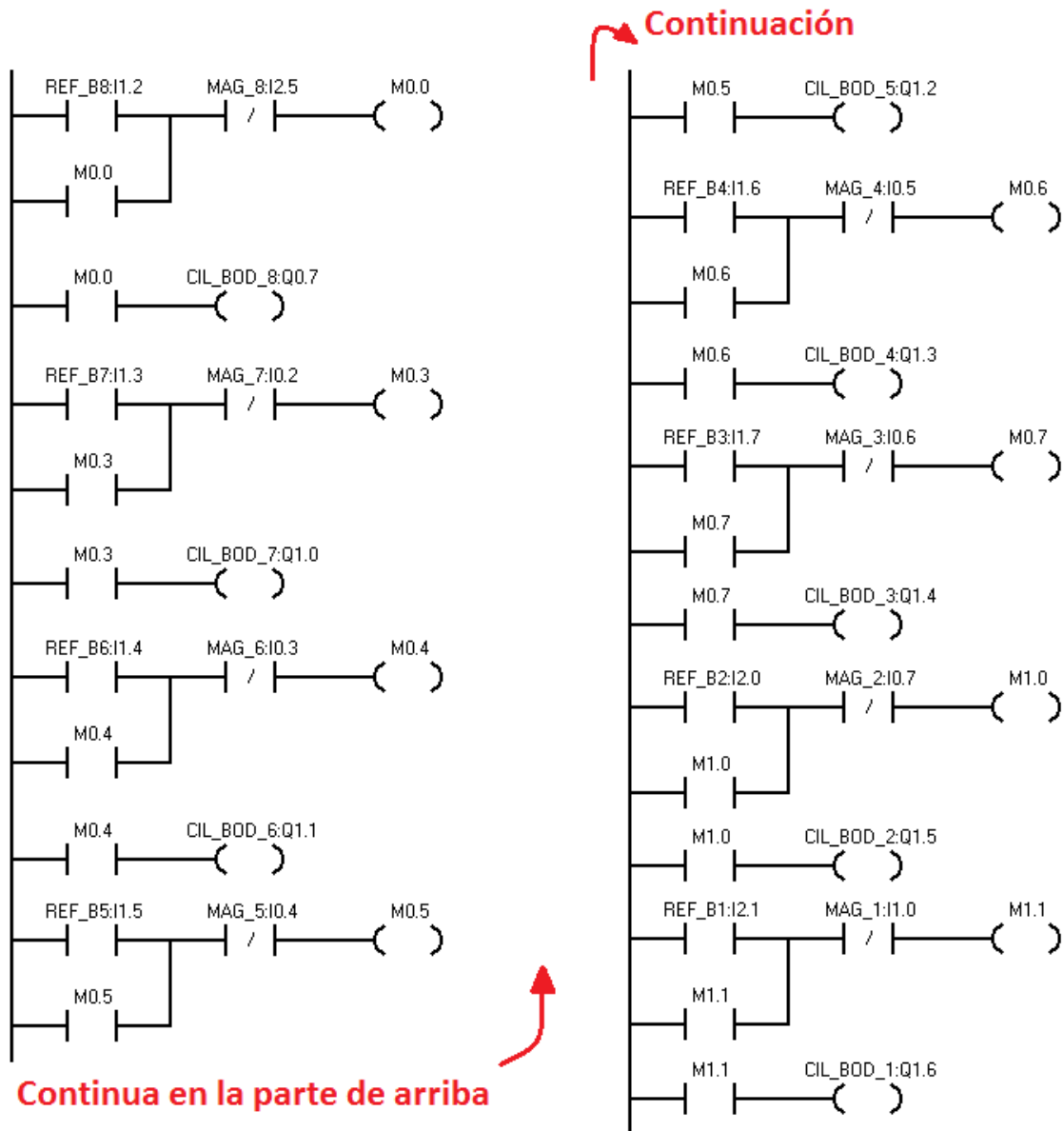
Figura 47. Programa lectura de los sensores réflex



5.2.3 LECTURA DE LOS SENSORES MAGNETICOS

El propósito del programa es comprobar el funcionamiento de los sensores magnéticos como finales de carrera, desactivando la entrada de aire al cilindro una vez el vástago se encuentra ubicado bajo el sensor, el programa se muestra en la figura 48.

Figura 48. Programa lectura de los sensores magnéticos



6 APLICACIÓN

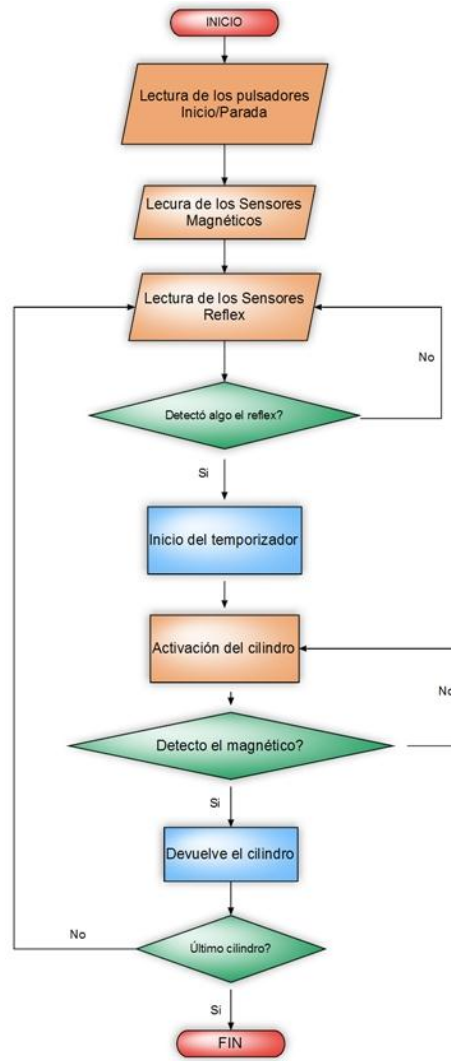
6.1 PROGRAMACION

6.1.1 PROGRAMACION KOP

La programación en el software STEP 7 Micro/Win se realiza usando el lenguaje de programación KOP, ya que es un lenguaje intuitivo y para los alcances de esta programación no es necesario hacer uso de otras herramientas más robustas para programar. A continuación se explicará línea a línea en qué consiste la configuración del equipo.

Para dar una idea al lector de lo que se pretende con esta programación, se presentará el siguiente diagrama de bloques en la figura 49.

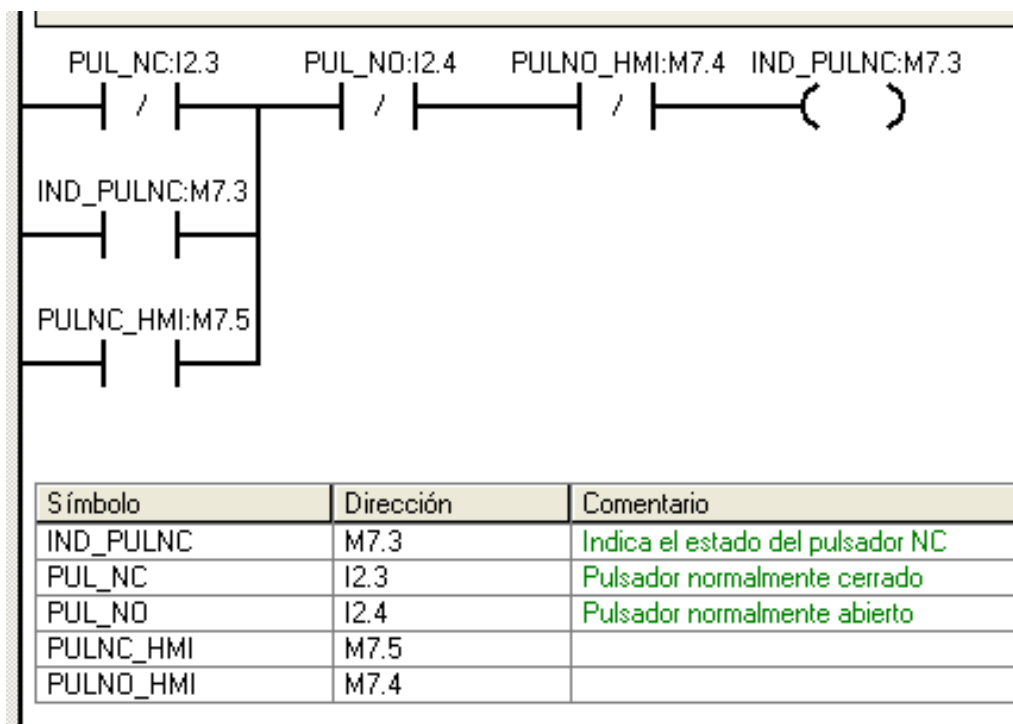
Figura 49. Activación de los pulsadores



A continuación se explicará línea a línea en qué consiste la configuración del equipo.

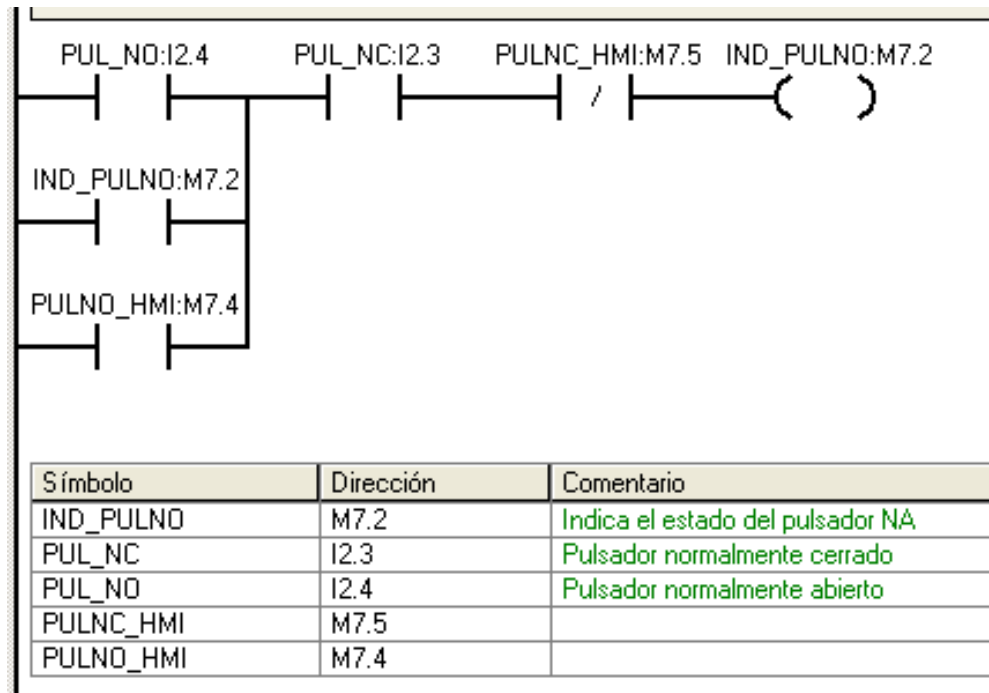
La calle de selección consta de una banda transportadora, sobre la cual se desplazan objetos, a los costados de la banda hay bandejas para que de acuerdo a ciertos criterios de selección la pieza que se mueve sea ubicada en cualquiera de las 8 bandejas que existen allí. De esta manera la programación de la calle consiste en detectar el objeto que se desplaza a través de los sensores reflectivos, aguardar un tiempo para luego disparar el cilindro y que de esta manera sea insertada la pieza en la bandeja, luego el cilindro debe devolverse detectando que ha llegado al fin del recorrido gracias a la información suministrada por los sensores magnéticos.

Figura 50. Activación de los pulsadores



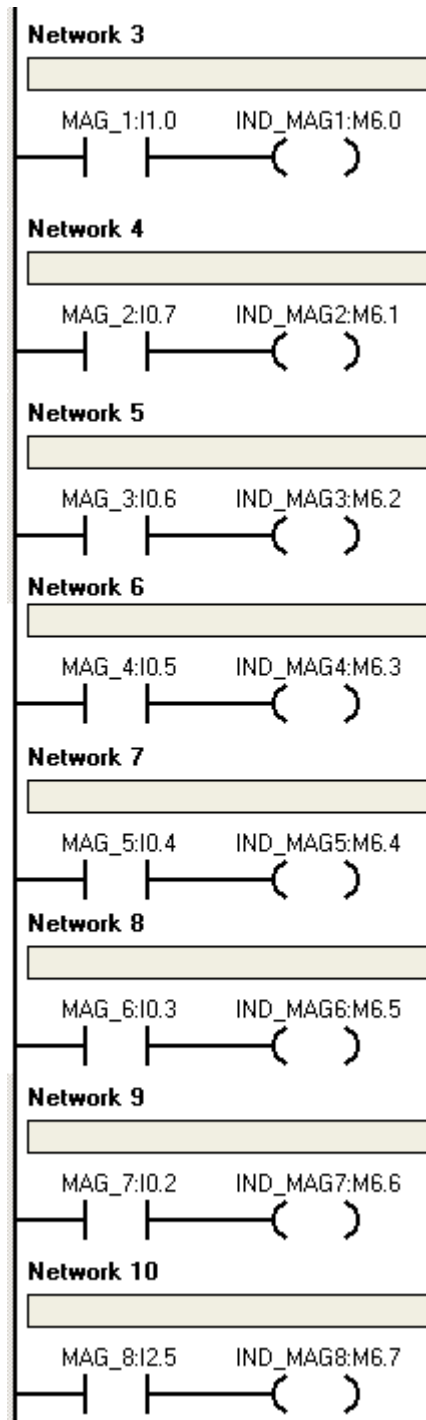
La primera línea de código KOP configura tanto los pulsadores físicos normalmente cerrado y abierto, como los pulsadores de la interfaz HMI, llamados así PUL_NC, PUL_NO, PULNC_HMI y PULNO_HMI correspondientemente, como se muestra en la figura 50. Esta línea activa el relé auxiliar (en software MX.X) M7.3 que posteriormente es utilizado para arrancar todo el sistema. Se puede arrancar el sistema dependiendo de 2 pulsadores, el físico (I2.3) y el del HMI (M7.5), el sistema tiene memoria, por ende se engancha y se desactiva solo cuando se pulse cualquiera de los dos pulsadores de detención, el que va a la entrada I2.4 y el auxiliar M7.4 del software.

Figura 51. Activación de los pulsadores 2



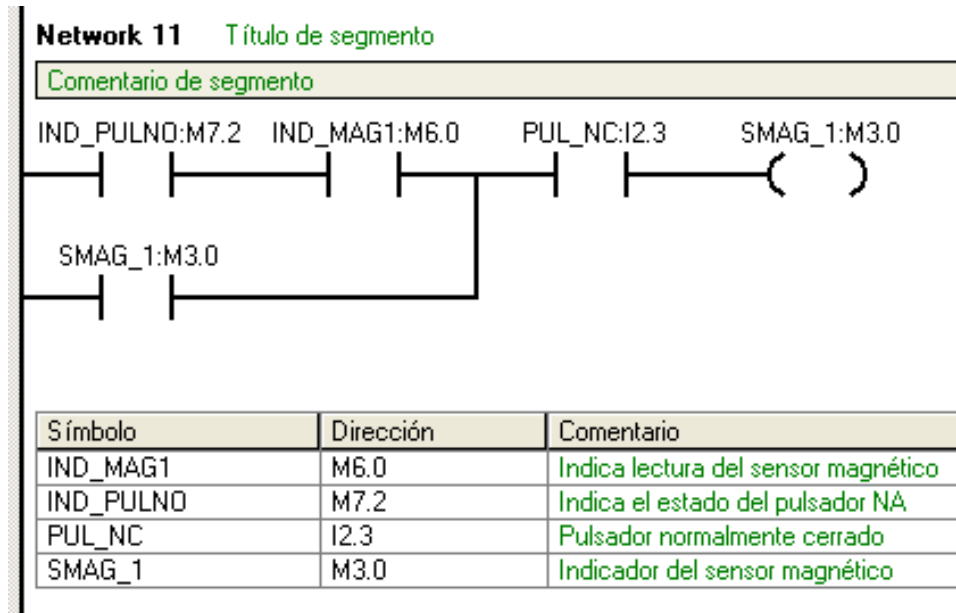
Para completar la lógica de encendido y apagado del proceso, se tiene la línea de la figura 51, la cual tiene un relé auxiliar M7.2 que detiene el proceso, esta bobina se engancha y solo se puede detener con los pulsadores de encendido. Hay dos formas de iniciar esta línea, a través del contactor PUL_NO:I2.4 y el PULNO_HMI:M7.4. El objetivo que el sistema tenga memoria aparte de desactivar el sistema es poder acondicionar un espacio en la memoria del PLC para que le indique al software que tanto el pulsador de arranque como el de detención han sido activados.

Figura 52. Acondicionamiento de los sensores magnéticos



Para lograr comunicar el software Wincc flexible con el STEP 7 Micro/Win se debe siempre realizar a través de espacios de memoria virtual, esta es la razón por la cual cada sensor magnético debe activar un relé auxiliar que van desde el llamado IND_MAG1 hasta IND_MAG8 (ver figura 52), usando desde el espacio M6.0 en memoria, hasta el M6.7.

Figura 53. Memoria de los sensores magnéticos



En la figura 53 se observa el primer segmento de 8 líneas prácticamente iguales. Lo que se pretende en esta línea es indicarle al proceso que el sensor magnético ya tuvo alguna lectura, simplemente para registrar en qué parte de la calle de selección se encuentra la pieza y desactivar la lectura de los sensores reflectivos que lo anteceden. Para ello se utiliza la variable SMAG_X:M3.Y, en donde la "X" va de 1 a 8 y la "Y" desde 0 hasta 7. El IND_PULNO le da paso a la lectura del magnético, cuando lee se engancha, y solo es restablecido cuando se oprima el botón de parada.

De esta forma se aplica lo mismo a los otros sensores tal como muestra la figura 54.

Figura 54. Memoria de los sensores magnéticos

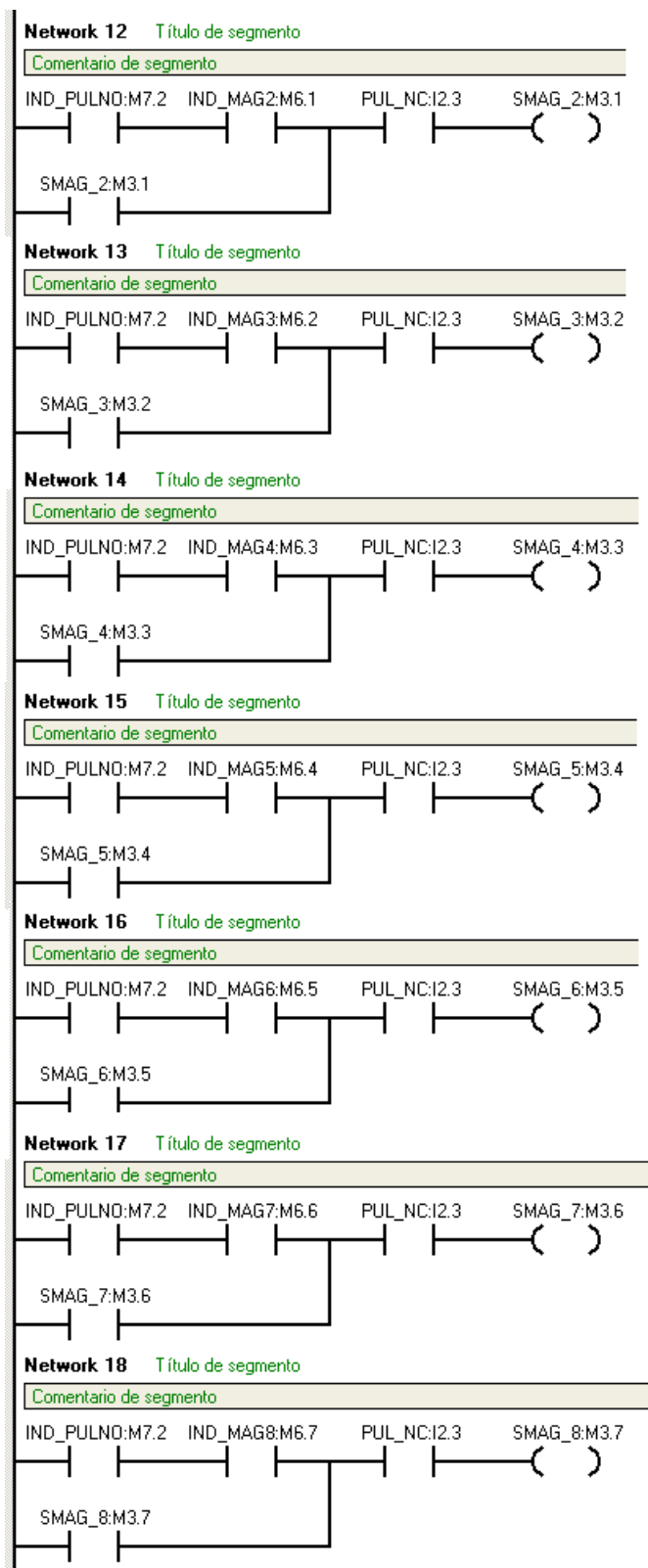
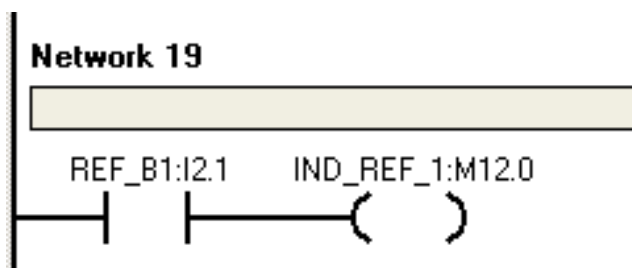
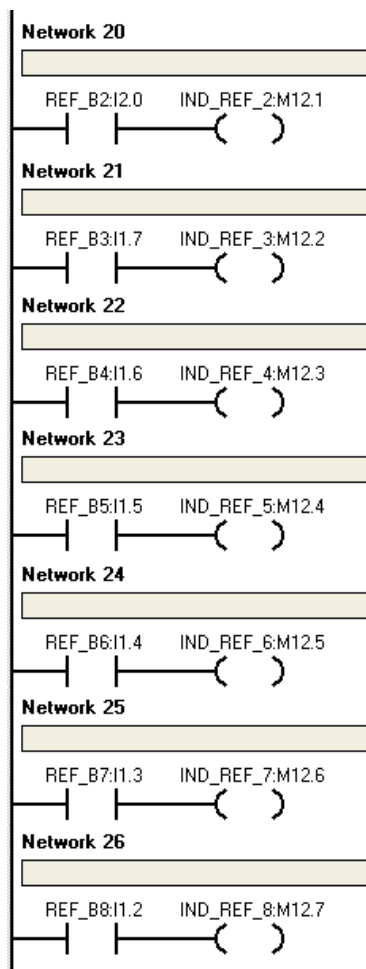


Figura 55. Acondicionamiento del sensor réflex 1.



De la misma forma en que se acondicionó la lectura de los magnéticos la línea 19 del código habilita un relé auxiliar (ver figura 55), que es el encargado de informarle al programa del HMI que el sensor réflex ha tenido una lectura. Lo mismo aplica para los otros 7 sensores restantes, tal como lo muestra la figura 56.

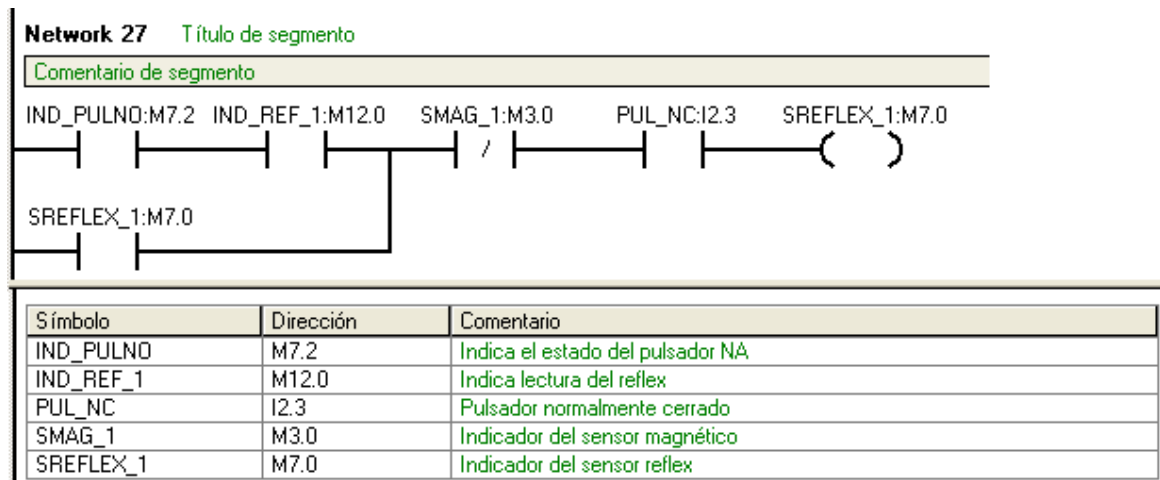
Figura 56. Acondicionamiento de los 7 sensores réflex.



Como es una programación secuencial, debemos conocer en qué estado se encuentra ejecutando el programa, para ellos se utilizan relés con memoria, de esta manera y al igual que se empleó para los sensores magnéticos, los reflectivos también tienen una bobina asociada a su lectura, que van desde M7.0 hasta M7.1 y que se deshabilita cuando el indicador de lectura del sensor magnético se activa, esto con el fin de suspender la lectura de los reflex a medida que vayan leyendo una cadena de piezas. De esta manera un reflex que haya leído una pieza 1 no podrá leer una pieza 2.

Observamos entonces la figura 57, se marca el indicador reflex como SREFLEX_1.

Figura 57. Memoria del sensor reflectivo 1.



Lo mismo se aplica para los 7 sensores reflectivos restantes, tal como lo indica la figura 58.

Figura 58. Memoria de los sensores reflectivos.

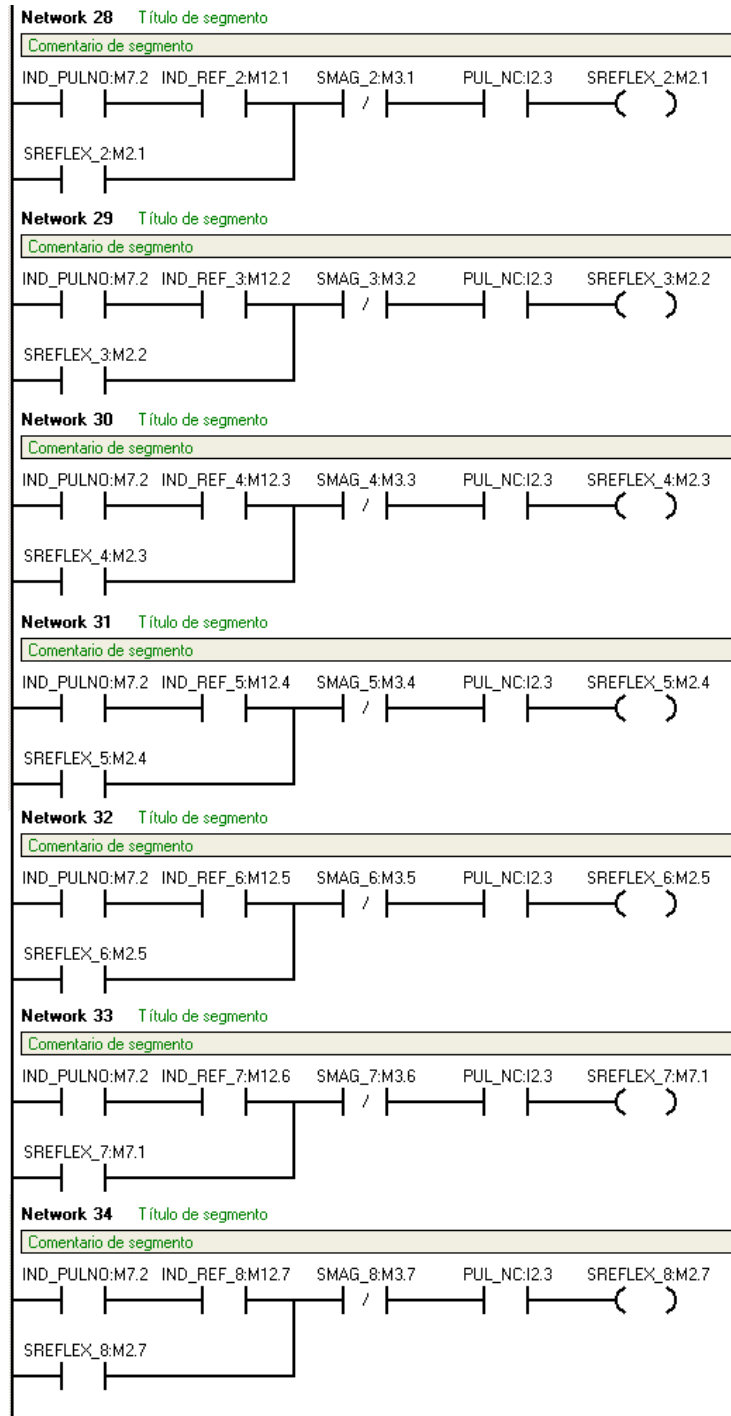
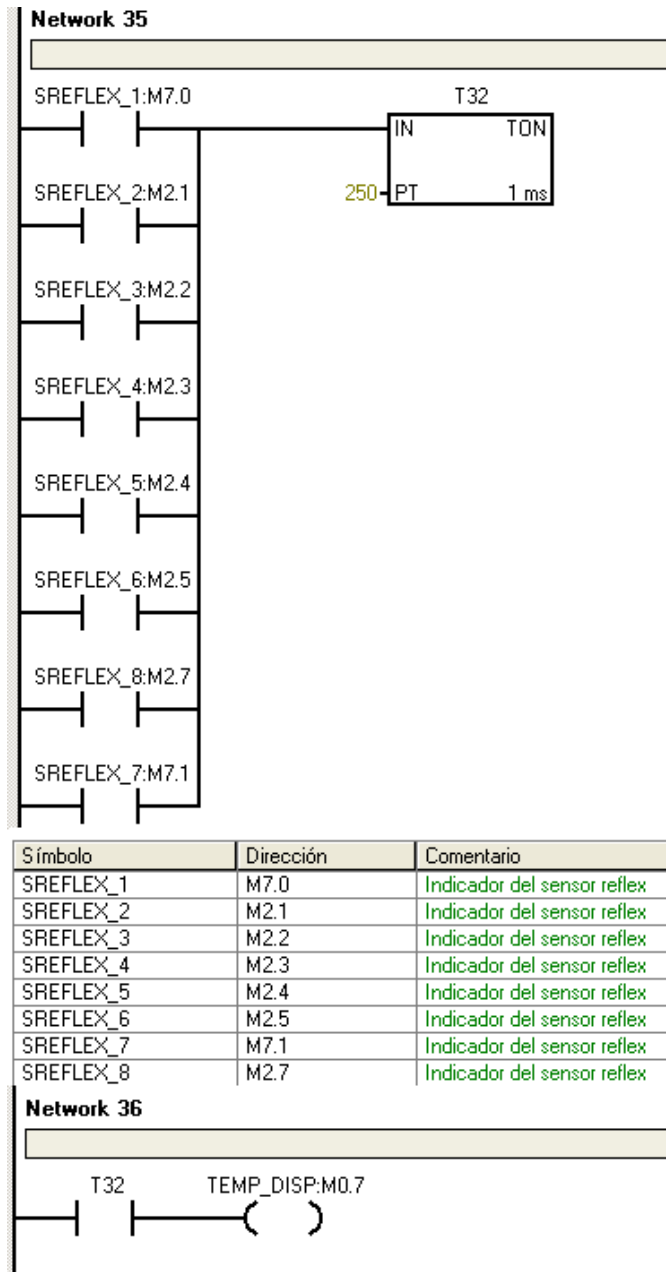


Figura 59. Temporizador.

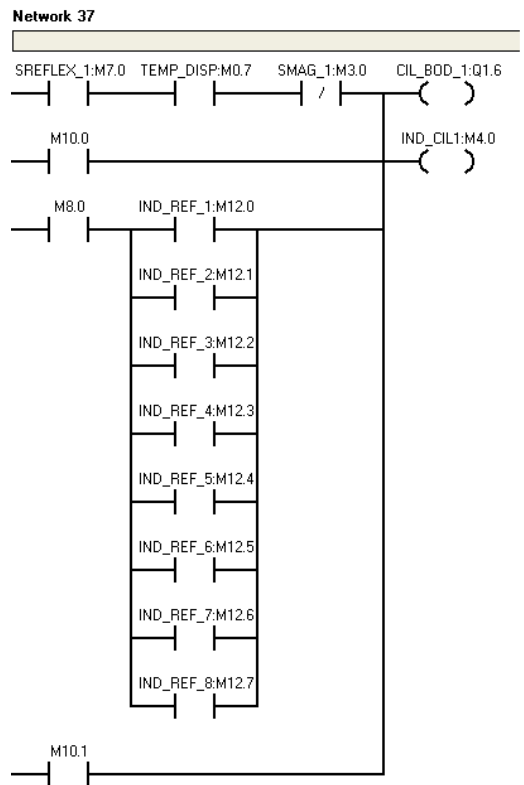


Tan pronto como cualquier sensor reflectivo lea, se activa un temporizador (ver figura 59), en este caso 250 ms. El contactor de abajo (T32) es el establecido por el temporizador para activar un relé auxiliar, este se empleará para activar el cilindro correspondiente al sensor.

Los cilindros solo serán activados bajo 3 condiciones en la programación principal:

Que haya leído el sensor réflex, que el temporizador se haya cumplido y que el sensor magnético no tenga lectura, esta última se realiza a través de un contactor normalmente cerrado llamado SMAG_1 en la figura 60. Las otras condiciones de accionamiento del cilindro están dadas de acuerdo a la parte del programa en Wincc flexible que estemos ejecutando. Para ser más específicos, de acuerdo a la figura 51 el contactor M10.0 y M10.0 pueden activar el cilindro directamente, esto para probar cada uno de los cilindros desde el Wincc flexible runtime. Así que este contactor se encontrará como otra opción de activación de cilindros en los 7 restantes y será evidenciado en la figura continua a esta. Otra opción de activación es que M8.0 y cualquiera de los indicadores de los sensores reflectivos estén activados, de esta manera el M8.0 se usa para activar la lectura de los réflex, siendo esta una manera de comprobar su lectura. Nótese que esta forma de activación solo se encuentra en el primer cilindro ya que lo que se pretende desde el HMI es evidenciar el funcionamiento de los sensores.

Figura 60. Condiciones de accionamiento del cilindro 1.



Símbolo	Dirección	Comentario
CIL_BOD_1	Q1.6	
IND_CIL1	M4.0	Indica si el cilindro está activo
IND_REF_1	M12.0	Indica lectura del reflex
IND_REF_2	M12.1	Indica lectura del reflex
IND_REF_3	M12.2	Indica lectura del reflex
IND_REF_4	M12.3	Indica lectura del reflex
IND_REF_5	M12.4	Indica lectura del reflex
IND_REF_6	M12.5	Indica lectura del reflex
IND_REF_7	M12.6	Indica lectura del reflex
IND_REF_8	M12.7	Indica lectura del reflex
SMAG_1	M3.0	Indicador del sensor magnético
SREFLEX_1	M7.0	Indicador del sensor reflex
TEMP_DISP	M0.7	Tiempo de activación de los cilindros

Las figuras 61 y 62 muestran las mismas condiciones de activación que el cilindro 1 exceptuando la de la lectura de los sensores reflectivos.

Figura 61. Condiciones de accionamiento del cilindro 2.

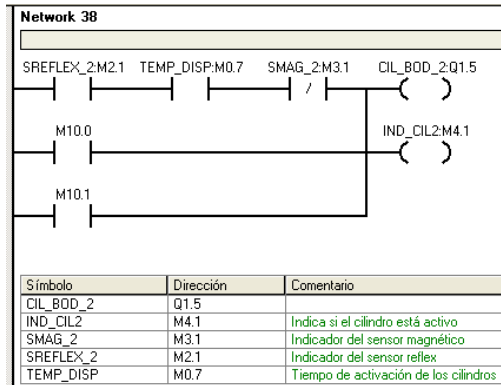
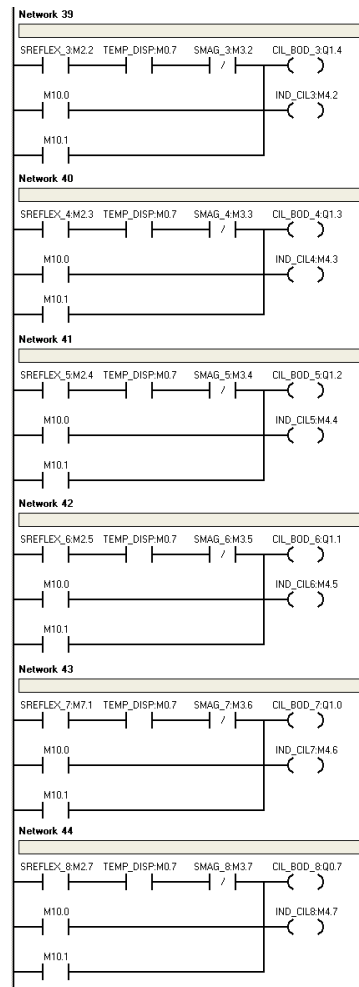
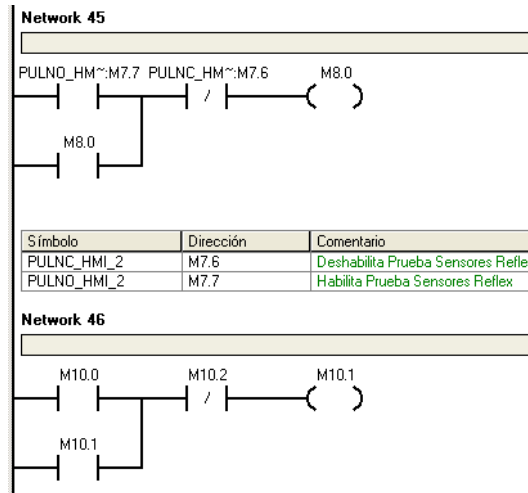


Figura 62. Condiciones de accionamiento de los cilindros.



Finalmente en la figura 63 se muestra una lógica de activación y desactivación pero con pulsadores digitales, es decir ejecutados desde la HMI, esto es para ejecutar determinada rutina de pruebas integradas en la interfaz.

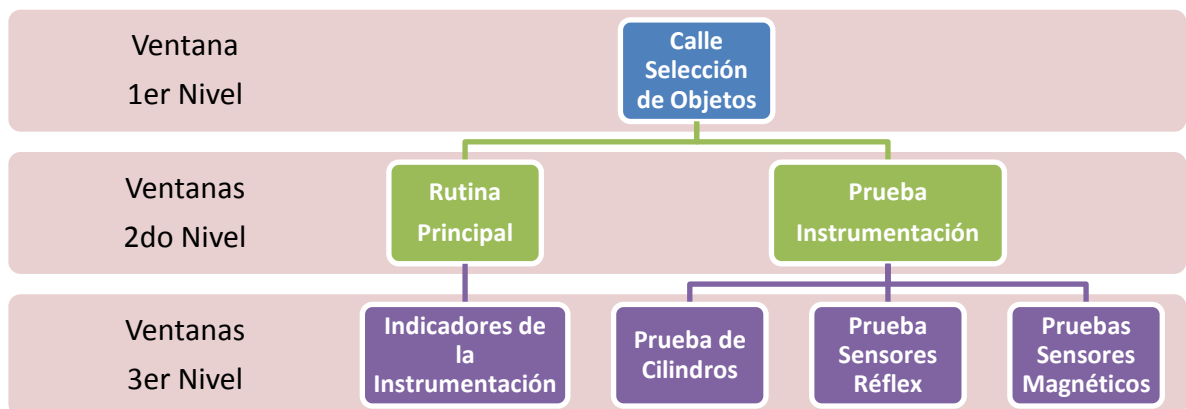
Figura 63. Condiciones de accionamiento de los cilindros.



6.1.2 PROGRAMACION WICC FLEXIBLE

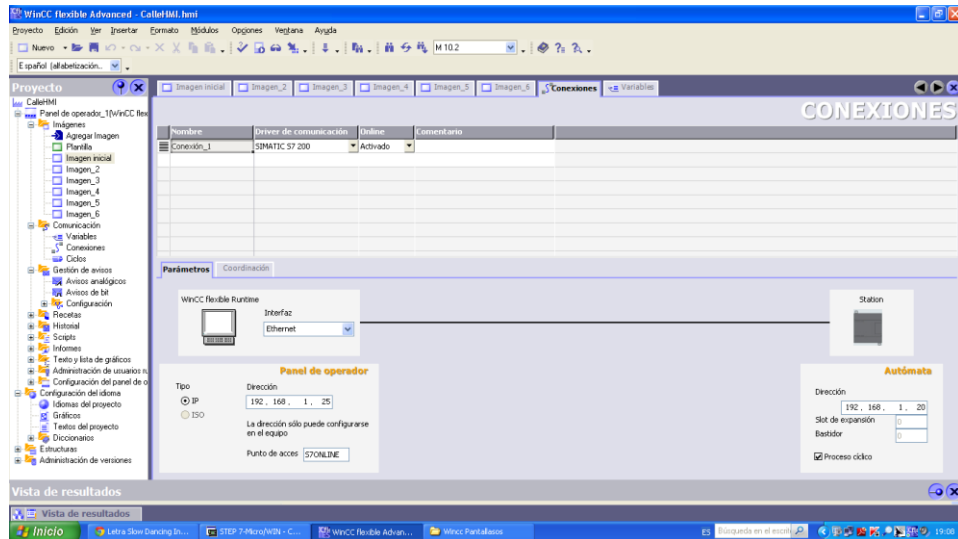
Para la programación de la interfaz humano máquina, se empleó el software WinCC flexible, el cual permite una interacción entre el operación y el prototipo por medio de una pantalla táctil, el diagrama de bloques de la figura 64 muestra la configuración de las ventanas del programa, se desarrolló teniendo como base el programa desarrollado con anterioridad.

Figura 64. Diagrama de bloques programa WinCC Flexible



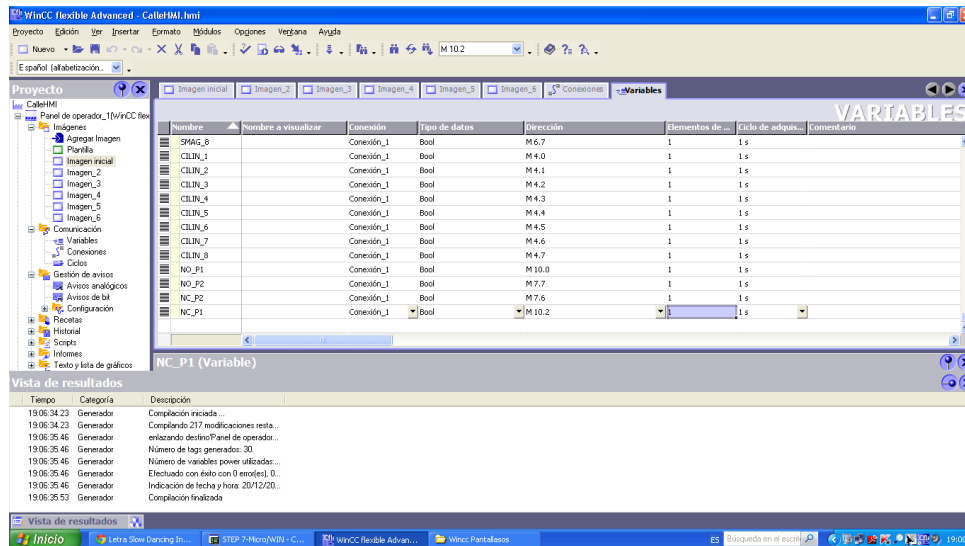
En primer lugar se debe configurar que la conexión entre el PLC y el ordenador, ingresando las direcciones IP de cada uno de los periféricos tal como se muestra en la figura 65.

Figura 65. Configuración conexión WINCC flexible



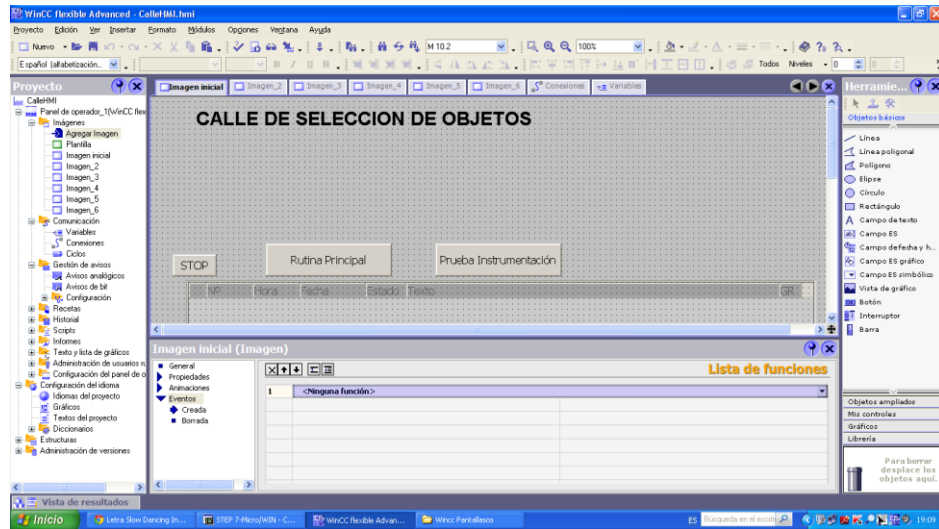
Una vez realizada la conexión entre los periféricos, se seleccionan las variables a utilizar en la programación, las cuales se van a tomar del programa principal, y donde se definirá el nombre de esta variable, a qué tipo de dato pertenece y la dirección de la cual se está tomando del programa principal, en la figura 66 se observan algunas variables ya referenciadas.

Figura 66. Configuración de variables WINCC flexible



Una vez realizada la configuración de las variables se tiene el área de trabajo (ver figura 67) donde se desarrollaran las ventanas de acuerdo a las necesidades del operario, en este caso se emplearon 7 ventanas para la visualización de la HMI. Para mayor apoyo ver manual del fabricante WinCC flexible. (Ver anexo D).

Figura 67. Área de trabajo WINCC flexible



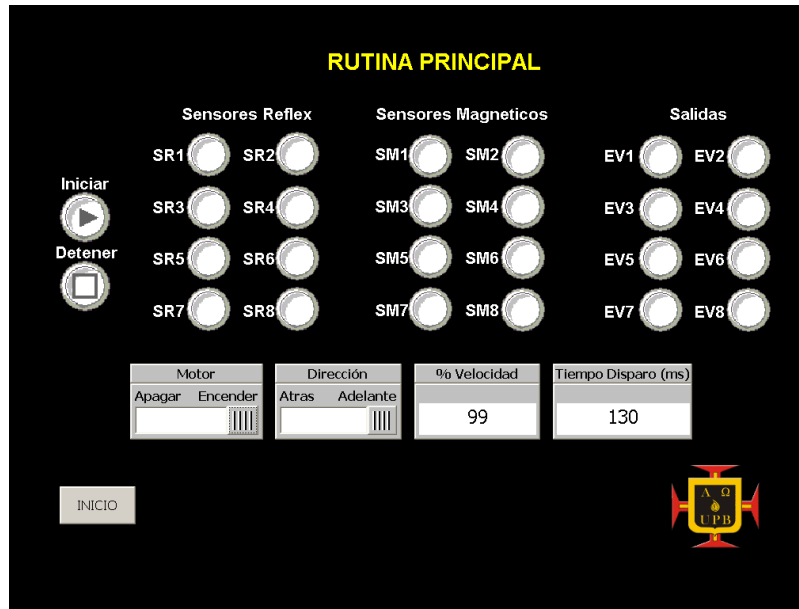
Las ventanas de la HMI para el prototipo de la interfaz humano maquina fueron desarrolladas de acuerdo a las necesidades del proyecto, la figura 68 muestra la pantalla principal del prototipo donde se pueden observar los botones, STOP que permite detener el runtime, así como los botones RUTINA PRINCIPAL y PRUEBA DE INSTRUMENTACION, los cuales permiten acceder a otras ventanas del HMI.

Figura 68. Pantalla inicio HMI



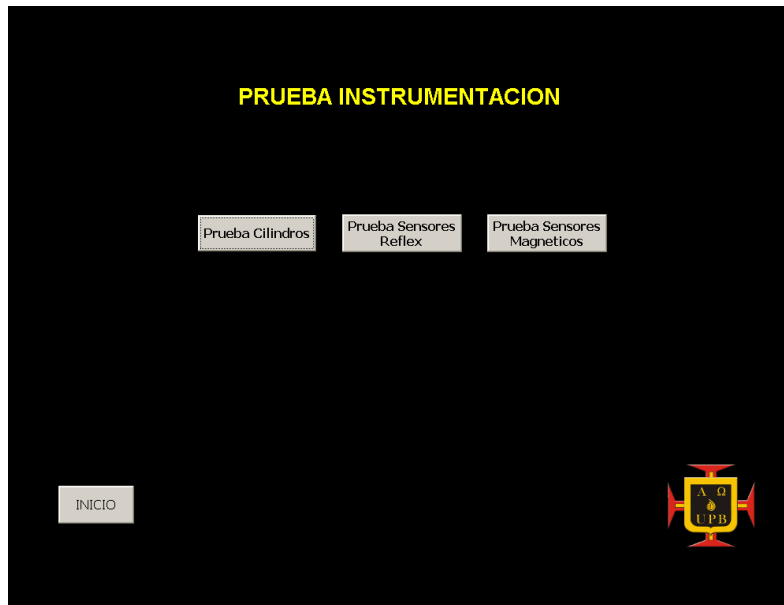
En la figura 69, se observa la ventana de la rutina principal, en esta se puede visualizar los indicadores de los sensores réflex, sensores magnéticos, y las electroválvulas, así como los pulsadores de encendido y apagado de la rutina.

Figura 69. Pantalla rutina principal



En la ventana de prueba de instrumentación (ver figura 70), se muestran 3 botones que permiten acceder a las ventanas donde se podrá comprobar el correcto funcionamiento de los diferentes sensores, y salidas del prototipo.

Figura 70. Pantalla prueba instrumentación



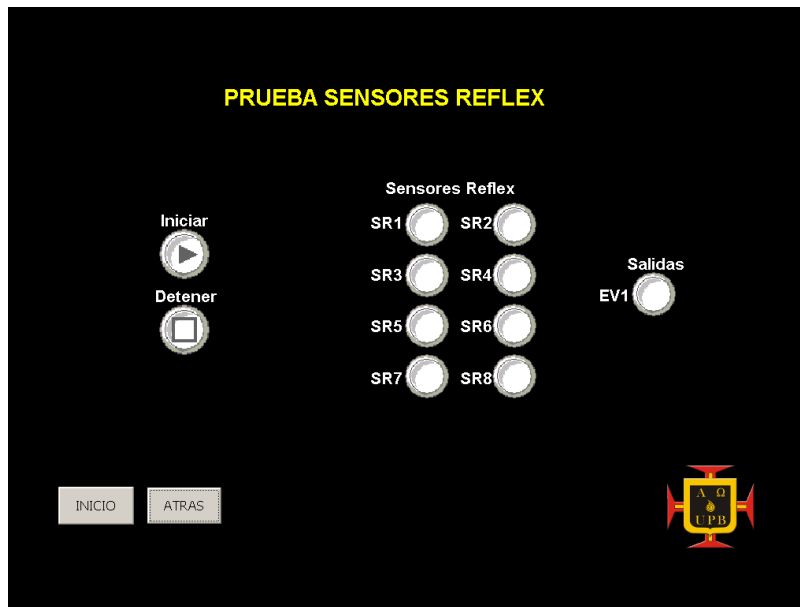
Cada uno de los botones ubicados en esta ventana, permiten acceder a las ventanas de las rutinas de prueba para los elementos de la instrumentación del prototipo, es así como en la figura 71 se puede apreciar los indicadores de las salidas, los cuales hacen referencia a la activación de las electroválvulas.

Figura 71. Pantalla prueba cilindros



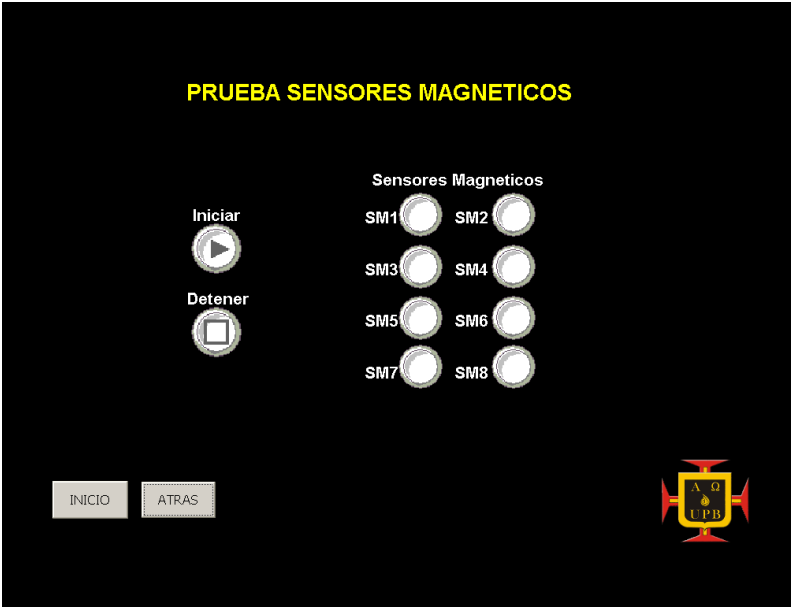
En la figura 72 se observa ahora la ventana de la prueba de los sensores réflex, donde los indicadores mostraran si los sensores se están activando así como si se activa la salida para este sensor.

Figura 72. Pantalla prueba sensores réflex



La ventana de la prueba de los sensores magnéticos, mostrada en la figura 73, visualiza la activación de los sensores magnéticos, cuando se activan los diferentes cilindros.

Figura 73. Pantalla sensores magnéticos



CONCLUSIONES

El proceso de automatización de la calle de selección llevado a cabo se realizó satisfactoriamente haciendo uso de los recursos brindados por la Universidad, desde el software licenciado para la programación en el lenguaje KOP hasta el mismo prototipo. Esto resalta el apoyo de la Institución a los estudiantes, motivándolos a desarrollar sus capacidades y proyectos.

La automatización del prototipo de la calle de selección, ubicado en el Laboratorio de Procesos Industriales de la Universidad Pontificia Bolivariana contribuyo al macro proyecto con el robot cartesiano, proyecto del cual hacen parte las diferentes facultades de ingeniería de la institución y que pretende la integración de algunas de las carreras afines. Esta labor da la posibilidad a la Universidad la posibilidad de expandirse para el desarrollo de futuros proyectos mancomunados ya que le da al estudiante una formación integral y la visión de trabajo en equipo que tanto se requiere en el campo laboral.

El proyecto refuerza la autonomía de la Universidad en el campo del mantenimiento de equipos, ya que deja un manual para la comprobación de los errores en los diferentes sensores y actuadores instalados en el prototipo. De la misma manera se puede verificar el comportamiento del dispositivo haciendo uso de la interfaz humano-máquina, esto le ofrece al estudiante la posibilidad de tener un método didáctico que refuerce sus conocimientos en el área de automatización.

Se diseñaron e implementaron satisfactoriamente 2 gabinetes; uno llamado gabinete de control y el otro gabinete de paso. El primero de ellos es distribuido y construido según las normas NTC 2050, RETIE, ISA-S5.1, ANSI/IEEE Std 315A 1986 y las recomendaciones dadas por siemens para la ubicación del PLC S7-200. Esta labor cobra importancia ya que pone el gabinete al mismo nivel de los usados en la industria.

BIBLIOGRAFIA

ARIZA DURAN, Jessica Lorena; González Gómez, Katherine. Implementación del sistema de control distribuido de Siemens en el laboratorio de automatización de la UPB, con una aplicación de proceso en el control central, Bucaramanga, 2011, 200h. Trabajo de Grado (Ingeniero Electrónico). Universidad Pontificia Bolivariana. Decanatura de Ingenierías y Administración. Escuela de Ingeniería Electrónica.

GARCIA HIGUERA. CIM, el computador en la automatización de la producción: 1 ed. Cuenca: Universidad de Castilla-La Mancha. 2007. 186 p.

GARCIA ROMERO, Emilio. Automatización de Procesos Industriales. España: Servicio de Publicaciones. p 30.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Código Eléctrico Colombiano. 2 ed. ICONTEC. NTC 2050.

KALPAKJIAN, Serope y SMCHID, Steven. Manufactura, ingeniería y tecnología: 4 ed. Pearson Educacion de México, S.A. de C.V. 2002. 24 p.

LANDINO PABON, Cesar Augusto; MEDIAN BELTRAN, Nelson Enrique. Caracterización por formas y colores para la clasificación de objetos e una calle de selección automatizada por computador, Bucaramanga, 2008, 183h. Trabajo de Grado (Ingeniero Electrónico). Universidad Pontificia Bolivariana. Decanatura de Ingenierías y Administración. Escuela de Ingeniería Electrónica.

LOPEZ LOPEZ, Cristian Eduardo; PLATA MOSQUERA, Johanna Marcela. Diseño, construcción y puesta en marcha de una calle para la selección de objetos caracterizados por superficies físicas, Bucaramanga, 2007, 133h. Trabajo de Grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Pontificia Bolivariana. Decanatura de Ingenierías y Administración. Escuela de Ingeniería Mecánica.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas. 2006.

MUÑIZ, Luis. ERP, Guía práctica para la selección e implementación. España: Ediciones Gestión 2000. 2004. p 27.

RINCÓN TOLOZA, Fabián; VESGA BAUTISTA, Javier Eduardo. Diseño, construcción y puesta en marcha de un prototipo robotizado cartesiano para prácticas de procesos industriales de almacenamiento y ensamble, Bucaramanga, 2009, 143h. Trabajo de Grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Pontificia Bolivariana. Decanatura de Ingenierías y Administración. Escuela de Ingeniería Mecánica.

RODRIGUEZ PENIN, Antonio. Sistemas SCADA. 2da ed. España: Marcombo S.A. 2007. p 1.

SIEMENS. Micromaster 440. Instrucciones de uso, Documentación de usuario. 6SE6400-5CA00-0EP0. Ed A1. 116 h. 2001.

SIEMENS, SIMATIC. Manual del sistema de automatización S7-200. 6ES7298-8FA24-8DH0. 8 ed. 570 h. 2008.

SIEMENS, SIMATIC. Sistema de automatización S7-200. Manual del sistema. 6E27298-8FA01-8DH0. 8 ed. 478 h. 2008.

SIEMENS, SIMATIC HMI. WinCC flexible 2008. Manual del sistema. 6AV6691-1AB01-3AE0. 8 ed. 492 h. 2008.

ANEXO A. Manual de Pruebas

TABLA DE CONTENIDO

1	PUESTA A PUNTO DEL PROTOTIPO.....	72
1.1	HARDWARE	72
1.1.1	<i>Conexión de los cilindros y válvula</i>	<i>72</i>
1.1.2	<i>Conexión de los sensores réflex.....</i>	<i>74</i>
1.1.3	<i>Conexión de los sensores magnéticos.....</i>	<i>76</i>
1.1.4	<i>Conexión motor y prueba de funcionamiento manual con el variador.</i>	<i>77</i>
1.2	SOFTWARE.....	79
1.2.1	<i>Activación de los cilindros por pulsador.....</i>	<i>79</i>
1.2.2	<i>Pruebas de lectura de los sensores réflex</i>	<i>81</i>
1.2.3	<i>Pruebas de los sensores magnéticos.....</i>	<i>82</i>
	BIBLIOGRAFÍA.....	85

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 74. Cilindro neumático</i>	<i>72</i>
<i>Figura 75. Isla de válvulas</i>	<i>73</i>
<i>Figura 76. Orden de los cilindros en la calle de selección.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 77. Sensor réflex.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 5. Esquema del sensor réflex.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 6. Esquema de conexión del sensor réflex.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 7. Sensor réflex con obstáculos.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 8. Sensor magnético.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 9. Esquema de conexión del sensor magnético.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 10. Desplazamiento del sensor magnético.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 11. Ajuste rápido para el variador</i>	<i>78</i>
<i>Figura 12. Esquema de bornes para la conexión de la isla de válvulas</i>	<i>80</i>
<i>Figura 13. Código para la prueba de los cilindros</i>	<i>80</i>
<i>Figura 14. Esquema de bornes para la conexión de los sensores réflex.....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 15. Código para la prueba de los sensores réflex</i>	<i>81</i>
<i>Figura 16. Esquema de bornes para la conexión de los sensores magnéticos</i>	<i>82</i>
<i>Figura 17. Código para la prueba de los sensores magnéticos.....</i>	<i>83</i>

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 6. Valores nominales del motor.....</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 7. Código de colores para la isla de válvulas</i>	<i>79</i>

1 PUESTA A PUNTO DEL PROTOTIPO

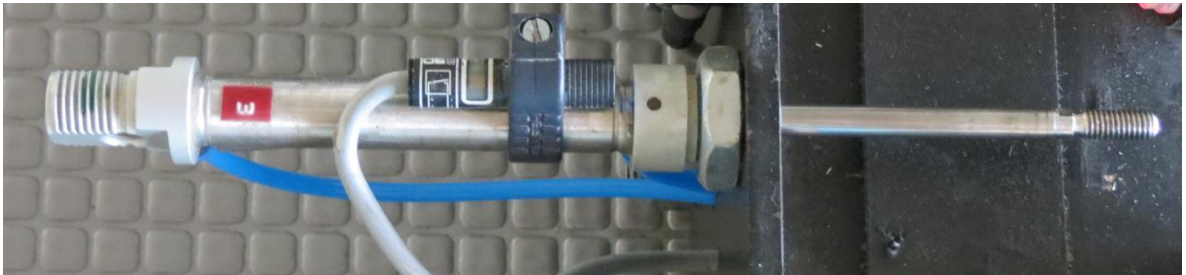
1.1 HARDWARE

Las pruebas con hardware nos permitirán identificar cualquier error tanto en la conexión como en la naturaleza del dispositivo, ya que muchas veces pueden estar estropeados ya sea debido al tiempo, o al mal uso que se le dé. Se recomienda para las pruebas desconectar los dispositivos del gabinete de paso, ya que pueden interferir y causar lecturas erradas de tanto de las entradas como de las salidas.

1.1.1 Conexión de los cilindros y válvula ⁴²

Los cilindros que componen la calle de selección son de doble accionamiento, esto significa que cuando están energizados se activa su brazo y cuando se corta esta corriente retorna a su posición inicial. En la figura 74 que se muestra a continuación se puede ver el cilindro de la calle de selección en su posición final.

Figura 74. Cilindro neumático



La isla de válvulas que se muestra a continuación es la encargada de controlar el flujo de aire a los cilindros. EL recuadro rojo que se muestra en la figura 75 es el accionamiento manual, para ello necesitaremos un desatornillador tipo pala. Para la comprobación de cada uno de los cilindros se seguirán los siguientes pasos:

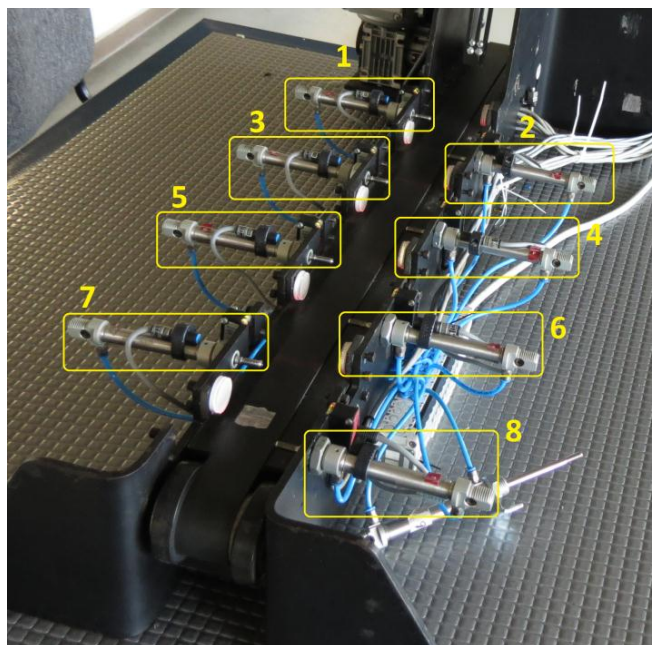
1. Desconectar la isla de válvulas del gabinete de paso.
2. Conectar la manguera de 6mm a la entrada de flujo principal.
3. Conectar las válvulas en el orden que muestra la figura 76.

⁴² LOPEZ LOPEZ, Cristian Eduardo; PLATA MOSQUERA, Johanna Marcela. Diseño, construcción y puesta en marcha de una calle para la selección de objetos caracterizados por superficies físicas, Bucaramanga, 2007, 133h. Trabajo de Grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Pontificia Bolivariana. Decanatura de Ingenierías y Administración. Escuela de Ingeniería Mecánica.

Figura 75. Isla de válvulas



Figura 76. Orden de los cilindros en la calle de selección

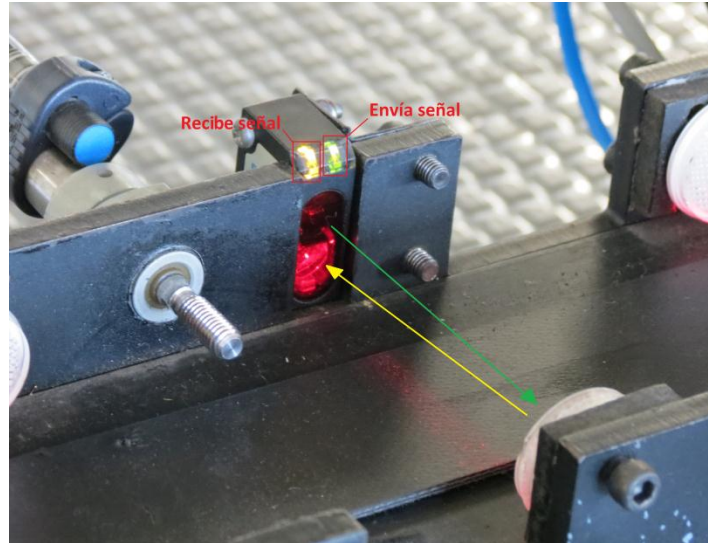


4. Asegurarse que el compresor esté a 120 PSI, esto debido a que algunos cilindros por mal mantenimiento pueden requerir un poco más de presión.
 5. Girar el accionamiento manual.
- Si algún cilindro no funciona correctamente cambiarlo a otro puerto de la isla, si no funciona probablemente sea la salida de esta isla, de lo contrario será el cilindro.

1.1.2 Conexión de los sensores réflex

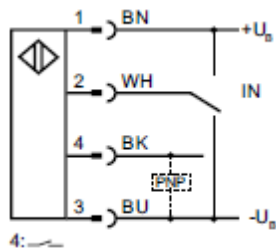
El sensor empleado en la calle de selección es el modelo SOEG-RSP-Q20-PS-S-2L de FESTO y es el que se muestra en la figura 77. Este sensor cuenta con 2 indicadores en la parte superior, un LED verde y otro amarillo. El del verde indica que el sensor está enviando la señal y el amarillo que esta retorna al sensor.

Figura 77. Sensor réflex



Para comprobar el funcionamiento de cada uno de los sensores desconéctelos del gabinete de paso. Tenga en cuenta que tiene 4 cables, como se muestra en la figura 78 tomada del manual del mismo:

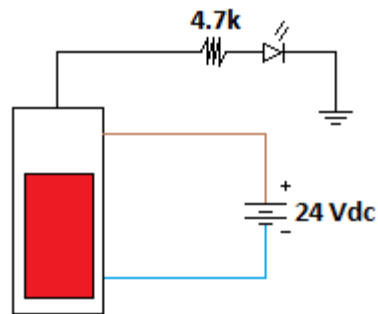
Figura 78. Esquema del sensor réflex⁴³



Solo nos interesaremos en 3 de los 4 cables, el café (BN), negro (BN) y el azul (BU). Conectaremos el sensor como muestra la figura 79, requeriremos fuente de 24 Vdc, voltímetro, LED rojo y una resistencia de 4.7k ohmios a ½ vatio. Asegurarnos que el sensor está frente al reflector.

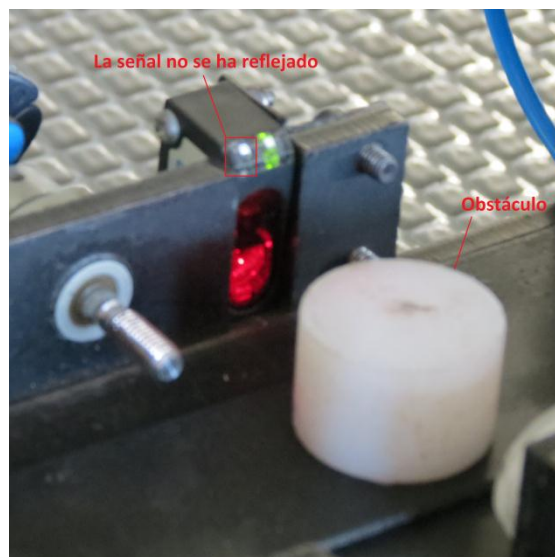
⁴³ Imagen tomada de: http://www.allied-automation.com/pdf/SOEX_EN.PDF, 17/12/2012 all.

Figura 79. Esquema de conexión del sensor réflex



Cuando energizamos el sistema ambos LEDs deben encender. Si el LED verde enciende pero el amarillo no, significa que el reflector no está completamente paralelo al sensor y la señal no se está devolviendo. El LED rojo del circuito debe estar apagado. Interponemos un objeto entre el sensor y el reflector, el LED amarillo debe apagarse y el rojo encender, esto comprueba que el dispositivo funciona correctamente, como se observa en la figura 80. Hacer lo mismo para los otros 7 sensores réflex del prototipo.

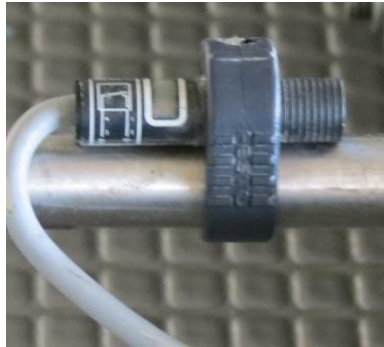
Figura 80. Sensor réflex con obstáculos



1.1.3 Conexión de los sensores magnéticos

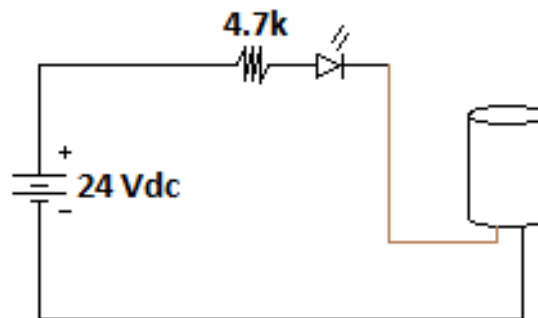
El sensor que se encuentra en la calle de selección es de referencia SMEO-4U-K-LED-230 y se identifica por estar ubicado sobre los cilindros. Este sensor es el encargado de avisarle al PLC que el cilindro se desplazó cierta distancia. A continuación una imagen de uno de los sensores magnéticos en la calle de selección, ver figura 81.

Figura 81. Sensor magnético



Para comprobar su funcionamiento desconectamos el sensor del gabinete de paso y realizamos el siguiente esquema, ver figura 82.

Figura 82. Esquema de conexión del sensor magnético



Para este montaje requerimos de una fuente de 24 Vdc, LED rojo y resistencia de 4.7k.

El sensor debe estar montado sobre el cilindro en la parte media de este, esto obliga a que el vástago del cilindro pase por cualquier punto del sensor magnético ya que si se ubica en un extremo puede que no llegue hasta ese punto y no haya lectura. Encendemos la fuente y movemos lentamente el pistón del cilindro, el LED rojo debe encender en algún punto.

Ahora desplace el sensor hacia un extremo del cilindro, ajústelo y mueva el pistón nuevamente hasta que esté debajo del sensor. Si no enciende el LED debe correr el sensor hacia atrás hasta que lo haga, esto permite saber el límite posicional del sensor, como se ve en la figura 83.

Figura 83. Desplazamiento del sensor magnético



1.1.4 Conexión motor y prueba de funcionamiento manual con el variador.

El motor que dispone la calle de selección es trifásico, por ende cuenta con 4 líneas, las cuales son las 3 fases y una de tierra. Para su conexión se debe tener simplemente en cuenta que el cable negro corresponde a tierra, los cables restantes son las fases (verde, rojo y blanco). Estos irán conectados al gabinete de paso en la sección de potencia con la salvedad que el negro se conectará a la borna de tierra.

Para comprobar el funcionamiento del motor a pleno, se desconecta el variador del guarda motor y los puntos 1, 3 y 5 del mismo se conectan a las fases del gabinete principal, se energiza y se comprueba que ande. Si no está andando verifique si el voltaje en cada fase corresponde 220 Vac.

Para comprobar el funcionamiento del motor con el variador, debemos conectar nuevamente el variador al guarda motor asegurándonos que esté todo apagado. Encendemos el variador y realizamos la siguiente configuración para puesta en marcha en modo rápido, ver figura 84.

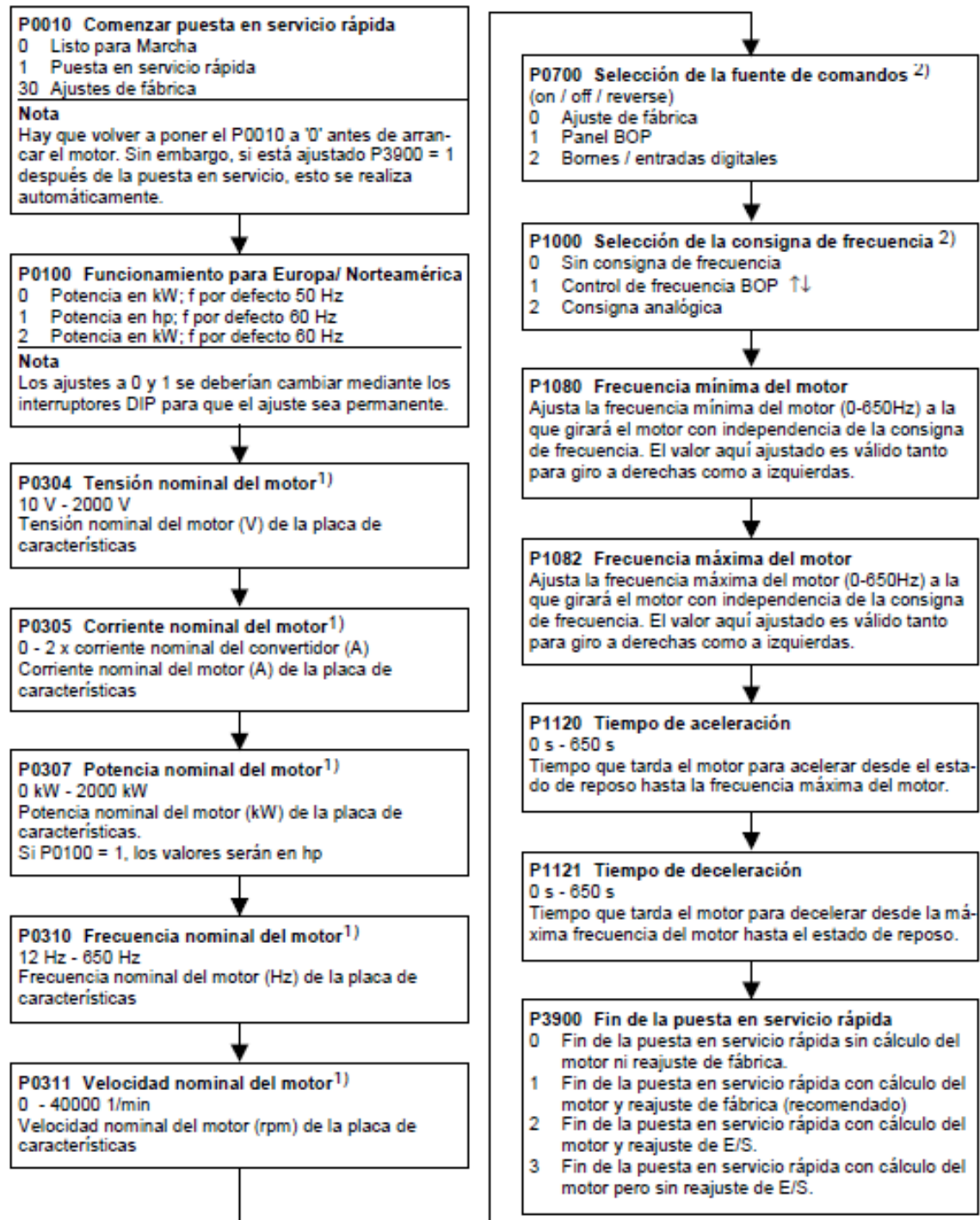
La tabla 6 que se muestra a continuación contiene los parámetros del motor, para ingresarlos a la configuración:

Tabla 6. Valores nominales del motor

PARÁMETRO	VALOR [UNIDADES]	
Tensión nominal del motor	254/440	[V]
Corriente nominal del motor	0.93/0.54	[A]
Potencia nominal del motor	0.22	[Kw]
Frecuencia nominal del motor	60	[Hz]
Velocidad nominal del motor	1650	[Rpm]

Una vez finalizada la configuración, encendemos el guarda motor y comprobamos que la banda se desplace correctamente.

Figura 84. Ajuste rápido para el variador⁴⁴



⁴⁴ Imagen tomada de:
http://cache.automation.siemens.com/dnl/TQ/TQ5MDc1AAAA_11886916_HB/MM440_OPI_span_B1.pdf,
 17/12/2012 all.

1.2 SOFTWARE

Para la realización de estas pruebas de funcionamiento, requeriremos de STEP 7-Micro/WIN.

1.2.1 Activación de los cilindros por pulsador

Para esta prueba debemos asegurarnos que la isla de válvulas está correctamente conectada al gabinete de paso, para ello debemos verificar el color del cable de la isla de válvulas y confrontarlo con la siguiente tabla:

Tabla 7. Código de colores para la isla de válvulas⁴⁵

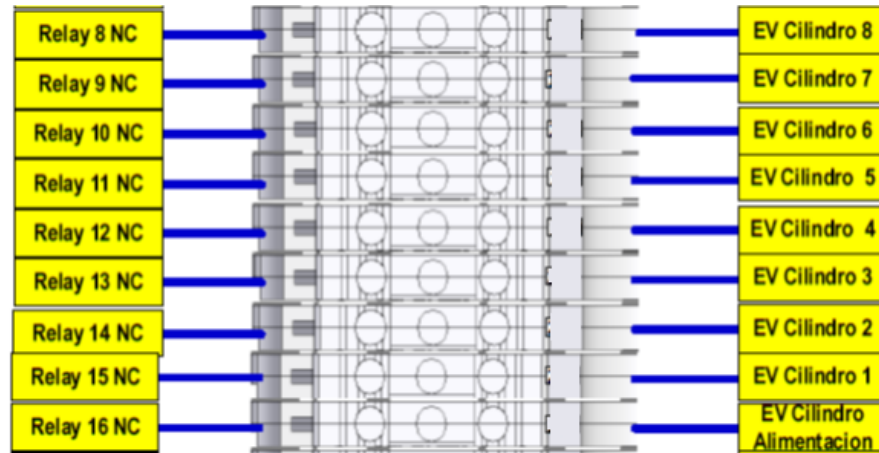
Pin	Addr. 1)	Core colour 2) 3)	Assignment (coil in valve location)	
			Sub-D 15-pin 4)	Sub-D 26-pin 5)
1	0	WH	0	0
2	1	BN	1	1
3	2	GN	2	2
4	3	YE	3	3
5	4	GY	4	4
6	5	PK	5	5
7	6	BU	6	6
8	7	RD	7	7
9	8	BK	8	8
10	9	VT	9	9
11	10	GY PK	10	10
12	11	RD BU	11	11
13	12	WH GN	Not ass.	12
14	13	BN GN	com 6) 8)	13
15	14	WH YE	com 6) 8)	14
16	15	YE BN		15
17; 18		-----		Not ass.
19, 20		-----		com 7) 8)
21, 22		-----		com 7) 8)
23		WH GY		com 7) 8)
24		GY BN		com 7) 8)
25		WH PK		com 7) 8)
26		PK BN		com 7) 8)

1) Addr. = address
2) Core colours apply to cable types KMP6-15P-12-... and KMP6-26P-16-...
3) Designation of the colour codes as per DIN/IEC 757
4) Optional cable from Festo: type KMP6-15P-12-...
5) Optional cable from Festo: type KMP6-26P-16-...
6) Pins 14 and 15 are bridged on the printed circuit board.
7) Pins 19...26 are bridged on the printed-circuit board.
8) Connect 0 V with positive-switching control signals, 24 V with negative-switching control signals; mixed operation is not permitted.

⁴⁵ Imagen tomada de:
<http://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/52569/702594d6.pdf>, 17/12/2012 all.

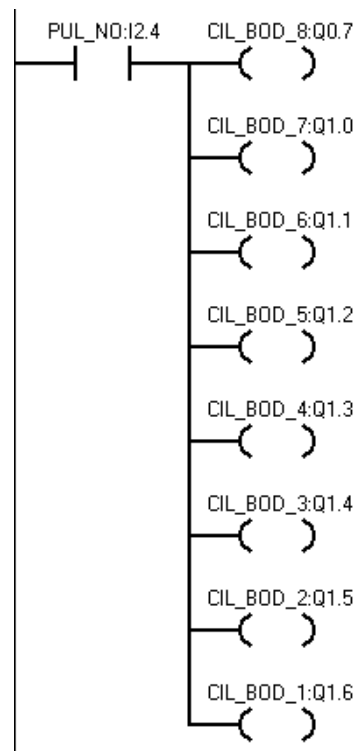
Posteriormente se debe conectar la isla de válvulas al gabinete de paso de acuerdo al siguiente esquema de bornes, ver figura 85.

Figura 85. Esquema de bornes para la conexión de la isla de válvulas



Una vez hecho esto, se ingresan las siguientes líneas de código que tienen el fin de activar todos los cilindros usando un pulsador. Esto permite verificar que la comunicación de la isla de válvulas está funcionando correctamente, ver figura 86.

Figura 86. Código para la prueba de los cilindros

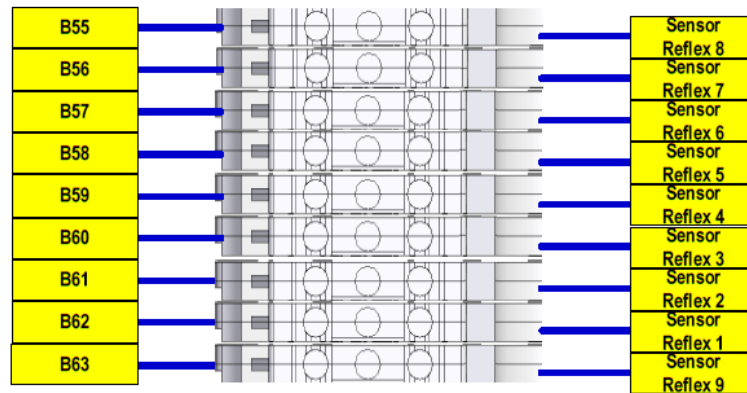


En caso de no activarse algún cilindro, asegurarse que funciona bajo activación manual. Si persiste el fallo revisar la conexión de la isla de válvulas con el gabinete de paso.

1.2.2 Pruebas de lectura de los sensores réflex

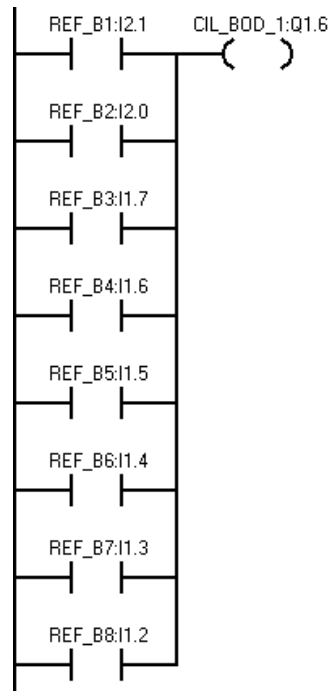
Para la siguiente prueba necesitaremos asegurarnos que las conexiones de los sensores se realizan en el orden correcto, para esto los conectamos de acuerdo al siguiente esquema en el gabinete de paso, ver figura 87.

Figura 87. Esquema de bornes para la conexión de los sensores réflex



Una vez la conexión esté hecha, ejecutamos el siguiente programa, ver figura 88.

Figura 88. Código para la prueba de los sensores réflex

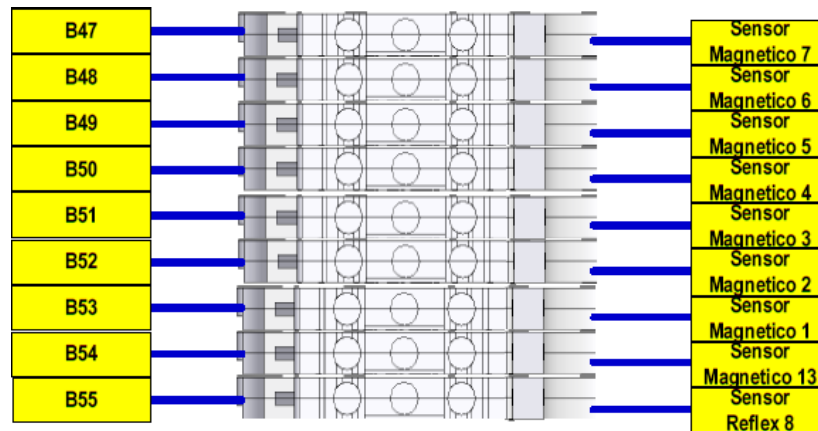


Este código habilita el cilindro 1 de la calle de selección para indicar la lectura de cualquiera de los sensores. Cuando no leen nada los sensores, el cilindro está en su posición inicial, situación que cambia cuando se interpone un objeto entre el sensor y su dispositivo de reflexión.

1.2.3 Pruebas de los sensores magnéticos

Al igual que en las otras pruebas, debemos conectar los sensores magnéticos de acuerdo al siguiente esquema, ver figura 89.

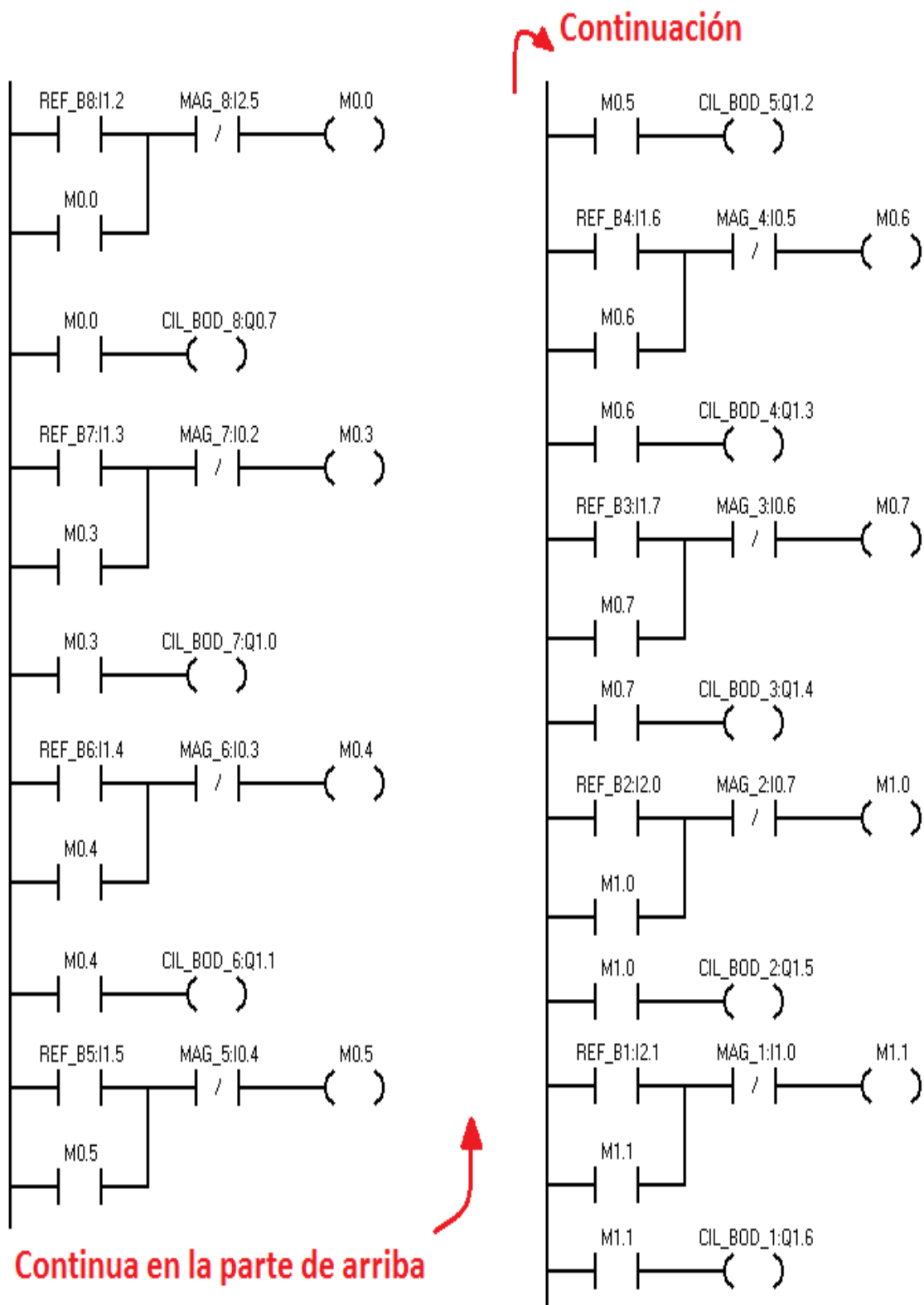
Figura 89. Esquema de bornes para la conexión de los sensores magnéticos



Y posteriormente ejecutamos el siguiente código, un poco más largo que los demás pero nos servirá para probar todos los sensores y cilindros de la calle de selección, ver figura 90.

Lo que hace el programa es leer el sensor réflex probado anteriormente y activar un relé auxiliar, al detectar el sensor activa este relé y este a su vez activa el cilindro. Cuando el cilindro llega a su tope el sensor magnético lo detecta y abre el contacto normalmente cerrado, de esta manera el retorno de los cilindros a su posición inicial depende de la lectura de sus correspondientes sensores magnéticos. El cilindro que no retorne a su posición nos indicará un fallo en su sensor. En caso de falla revisar muy bien la conexión del sensor con el gabinete de paso.

Figura 90. Código para la prueba de los sensores magnéticos



Como recomendaciones finales, tenga en cuenta que la calle de selección es un dispositivo mecánico que requiere de mantenimiento de la banda y los rodillos. En caso que no haya movimiento después de hacer las pruebas del motor, indicará un fallo en el sistema mecánico, situación que está fuera del alcance de este manual. Se recomienda ponerse en contacto con el encargado del prototipo.

Tenga cuidado cuando esté probando el funcionamiento de los cilindros, ya un golpe de estos directo a los dedos con 120 psi de presión puede llegar a causar serias lesiones. Sepa previamente qué debe hacer el programa y luego utilice las piezas de la banda que serán proporcionadas en el laboratorio.

Si se encuentra realizando pruebas en el gabinete de paso, recuerde que este tiene una etapa de potencia y un motor que consume 1 amperio aproximadamente, suficiente para causar parálisis respiratoria y fibrilación muscular. Se recomienda no realizar conexiones allí a menos que la fuente en el gabinete se encuentre apagada.

BIBLIOGRAFÍA

LOPEZ LOPEZ, Cristian Eduardo; PLATA MOSQUERA, Johanna Marcela. Diseño, construcción y puesta en marcha de una calle para la selección de objetos caracterizados por superficies físicas, Bucaramanga, 2007, 133h. Trabajo de Grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Pontificia Bolivariana. Decanatura de Ingenierías y Administración. Escuela de Ingeniería Mecánica.

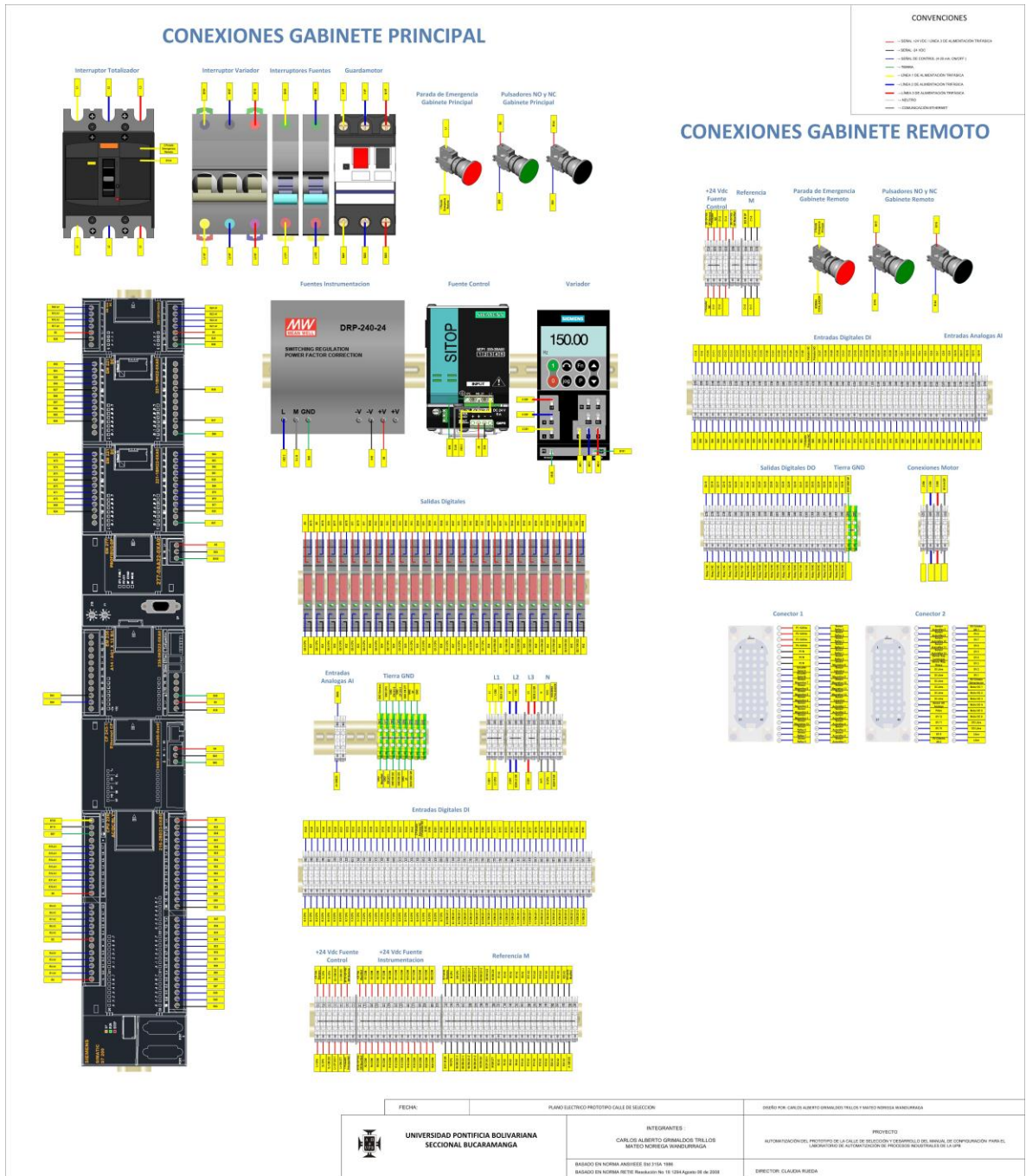
SIEMENS. Micromaster 440. Instrucciones de uso, Documentación de usuario. 6SE6400-5CA00-0EP0. Ed A1. 116 h. 2001.

SIEMENS, SIMATIC. Manual del sistema de automatización S7-200. 6ES7298-8FA24-8DH0. 8 ed. 570 h. 2008.

SIEMENS, SIMATIC. Sistema de automatización S7-200. Manual del sistema. 6E27298-8FA01-8DH0. 8 ed. 478 h. 2008.

SIEMENS, SIMATIC HMI. WinCC flexible 2008. Manual del sistema. 6AV6691-1AB01-3AE0. 8 ed. 492 h. 2008.

ANEXO B. Plano Eléctrico



ANEXO C. Sistema de automatización S7-200

Manual del fabricante. Se adjuntó en la carpeta Anexos, archivo Sistema de automatización S7-200.

ANEXO D. WinCC flexible 2008

Manual del fabricante. Se adjuntó en la carpeta Anexos, archivo WinCC flexible 2008.

ANEXO E. Manual del sistema de automatización S7-200

Manual del fabricante. Se adjuntó en la carpeta Anexos, archivo Manual del sistema de automatización S7-200.

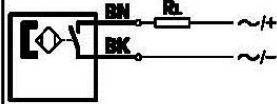
ANEXO F. Variador Micromaster 440

Manual del fabricante. Se adjuntó en la carpeta Anexos, archivo Variador Micromaster 440.

- **Sensor Magnético.**

Elektrischer Anschluss/ Electrical connection/ Conexión eléctrica

SMEO-4U-K-LED-230



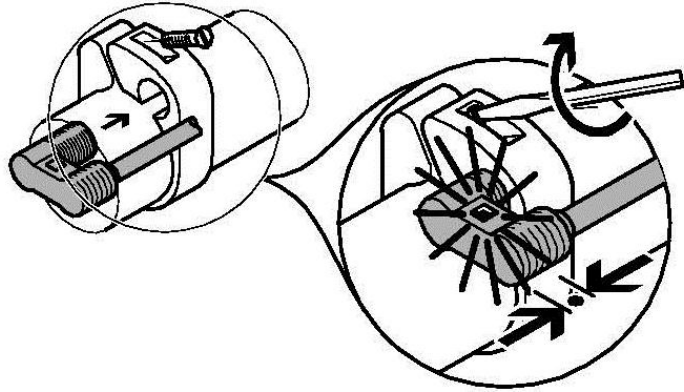
Montagehinweise/ Mounting instructions/ Instrucciones para el montaje

AC	DC
12 ... 250 V	12 ... 250 V
Max. 250 mA	Max. 120 mA
Max. 10 VA	Max. 10 W
40 mA/ 230V R ¹⁾	40 mA/ 230V R ¹⁾
24 mA/ 230V L ¹⁾	40 mA/ 230V L ¹⁾
-20 ... +60 °C	-20 ... +60 °C
IP67	IP67

1) de R = Ohmsche Last (AC-12 / DC-12)
L = Induktive Last (AC-14 / DC-13)

1) en R = Ohmic load (AC-12 / DC-12)
L = Inductive load (AC-14 / DC-13)

1) es R = Carga óhmica (AC-12 / DC-12)
L = Carga inductiva (AC-14 / DC-13)



Ausgangsstrom I in Abhängigkeit von Betriebsspannung U (Ohmsche Last)

Output current I as a factor of operating voltage V (Ohmic load)

Intensidad de salida I en función de la tensión de funcionamiento U (Carga óhmica)

