



**Universidad Nacional Autónoma
de México**

Facultad de Ingeniería

Control SCADA creado en Labview
para planta experimental con
conectividad a través del PLC S7-300.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO ELÉCTRICO ELECTRÓNICO.
P R E S E N T A:
CARLOS ANTONIO ROQUE MARTÍNEZ.



Director:
M.I. Ricardo Garibay Jiménez.
México D.F. 2014.

Dedicatoria.

A mi Familia

Agradecimientos

A Dios por darme salud, fortaleza, inteligencia y tenacidad de afrontar cada reto en mi vida y salir adelante en cada uno de ellos.

A mi familiar, por brindarme su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida y por tener la visión de que una educación integral combinada con una familia unida crea personas de valor para la humanidad.

A mi Madre por tener ese carácter y compromiso de Formar una Familia ejemplar a través de responsabilidad y valentía.

A mi Padre por haberme encaminado a tener la convicción de estudiar para ser un Ingeniero Exitoso como él lo es.

A mi Hermano por siempre tener en él una persona que me ayuda a estar en armonía y ser mejor persona.

A ti Adriana por ser parte de mi vida y compartir todas esas experiencias que son y serán mi inspiración de seguir creciendo como persona.

A todos mis compañeros de carrera, por que sin ellos poco sentido tendría estudiar una carrera de Ingeniería.

A mi Director de Tesis el M.I. Ricardo Garibay Jiménez por darme su apoyo en el desarrollo de esta tesis.

A la Universidad y en especial a la Facultad de Ingeniería por tener la visión de no solo formar Ingenieros si no de aportar Personas con una responsabilidad social de servir a su país y a la humanidad.

Índice

Introducción.....	1
Capítulo 1: Antecedentes Automatización.....	2
Capítulo 2: Conceptos Generales	
2.1 Estructura PLC's.....	7
2.1.1 Memoria.....	7
2.1.2 Unidades de Entrada/Salida.....	8
2.1.3 Unidad de Comunicación.....	9
2.1.4 Componentes auxiliares y estructura externa.....	9
2.2 Lenguaje de Programación de PLC's.....	11
2.2.1 Norma IEC 1131-3.....	11
2.2.2 Tipos de lenguajes de programación de PLC's.....	12
2.2.3 Lenguaje LADDER.....	12
2.2.3.1 Elementos de Programación LADDER.....	13
2.2.3.2 Estructura de Programación LADDER.....	14
2.2.4 Lenguaje BOOLEANO (Lista de Instrucciones).....	15
2.2.5 Diagrama de Funciones (FBD).....	15
2.2.6 Diagrama de funciones secuenciales (SEQUENTIAL FUNCTION CHART SFC).....	16
Capítulo 3: Planteamiento del Problema	
3.1 Usos de PLC's en la Industria.....	18
3.2 Conceptos Específicos de Automatización usados en la Planta.....	18
3.2.1 Protocolos de Comunicación.....	18
3.2.2 Sistema SCADA.....	19
3.2.3 Sistema OPC.....	20
3.2.4 Lenguaje de Programación en LabVIEW.....	21
3.3 Problemática Derivada del uso de los PLC's	22
3.4 Comparativa entre Lenguaje LADDER y Lenguaje G.....	24
Capítulo 4: Descripción de la Solución	
4.1 Descripción general de la planta electro-neumática.....	29
4.2 Descripción de Hardware y Software utilizados.....	30
4.2.1 Hardware Existente.....	30
4.2.2 Hardware Nuevo.....	31
4.2.3 Software Controlador del Proceso.....	32

4.2.3.1 Configuración de Software.....	33
Siemens Step 7 Manager.....	33
NI OPC Servers.....	41
NI LabVIEW 2009.....	46
4.3 Uso de Variables en Red dentro de la programación en LabVIEW.....	50
4.4 Implementación de la Solución.....	51
4.4.1 Definición del proceso.....	51
Capítulo 5: Implementación de programación en Lenguaje LabVIEW interpretado por el PLC a través del protocolo OPC, a planta neumática	
5.1 Identificación de Señales.....	53
5.2 Lógica de Secuencia.....	54
5.3 Panel Frontal.....	56
5.4 Diagrama de Bloques.....	58
Capítulo 6: Control Remoto del Proceso mediante el uso de un Servidor VNC Virtual Network Computing (Computación Virtual en Red).	
6.1 Servidores VNC.....	61
6.2 Configuración Servidor-Cliente usando Real VNC.....	62
6.3 Ejecución del servidor-cliente VNC a programa en LabVIEW.....	63
6.4 Ejecución del servidor-cliente VNC al programa creado en LabVIEW desde un dispositivo Apple IPHONE 4G.....	65
Capítulo 7: Resultados Experimentales.....	66
Conclusiones	69
Bibliografía	71
Mesografía	73
Anexos	
o Anexo 1 Tabla de características protocolos de comunicación.....	74
o Anexo 2 Electroválvulas.....	75
o Anexo 3 Actuador Lineal.....	78
o Anexo 4 Sensores de Proximidad.....	81
o Anexo 5 Cilindros Normalizados.....	84
o Anexo 6 Modulo de comunicaciones Ethernet CP 343-1 marca Siemens.....	86

Anexo 7 Simatic S7-300, CPU 313C.....	88
Anexo 8 Cilindro Simple efecto con retroceso por resorte...94	
Anexo 9: Despachador de piezas.....	95
Anexo 10 Banda Transportadora.....	96
Anexo 11 Módulo de control de Velocidad.....	97
Anexo 12 Fichas de Plástico y Metal.....	98
Anexo 13 Diagrama de Bloques LabVIEW.....	99

Introducción

Las necesidades del ser humano día a día van cambiando de acuerdo a la pauta que vaya marcando la sociedad, es por esta razón que hay una enorme competencia en empresas dedicadas a suministrar dichas necesidades. La respuesta para ser competitivo hoy en día es tener procesos simples y tener tecnología de vanguardia en ellos. La automatización como respuesta a dicha evolución, es una necesidad que ha ido cambiando y nunca dejara de hacerlo.

El uso de nuevas tecnologías de procesamiento de información ha provocado que nuevos y más poderosos procesadores sean parte del uso común en cualquier actividad del ser humano y en consecuencia una demanda de mayores capacidades de parte de sus usuarios. Esta tendencia evolutiva de dispositivos electrónicos, ha beneficiado en gran parte a las industrias ya que no requieren adquirir un producto especializado para sus procesos, si no que puede adaptar un sistema embebido de gran capacidad a sus necesidades.

El presente documento tiene por objetivo ilustrar como a través del uso de una programación en LabVIEW con procesos simples y tecnología de control industrial PLC Siemens S7300, se puede optimizar y dar mejoras al procedimiento de ejecución de un proceso industrial, implementando el sistema en una planta electro-neumática de uso didáctica construida en el laboratorio de Control y Robótica 2 del Edificio de la División de Ingeniería Eléctrica.

Capítulo 1: Antecedentes en Automatización

A lo largo de la historia de la humanidad el hombre ha creado herramientas con el fin de hacer trabajos con menor esfuerzo y tiempo, es por eso que desde aquellos primeros inventos tales como la rueda, canales de riego, molinos etc. siempre se buscó dar mejora e innovar soluciones. Todas estas cumplían con un solo objetivo, el cual era crear maquinas que imitaran las acciones del ser humano. Es con esto que conforme el tiempo ha pasado, las maquinas cada vez realizan tareas que superan las capacidades de los seres que las fabrican, de este hecho surge el concepto de automatización (del griego antiguo auto: guiado por uno mismo) el cual es el uso de sistemas o mecanismos computarizados capaces de controlar procesos que sustituyan operadores humanos.

Podemos hablar de los primeros instrumentos en automatización como maquinas que facilitaban tareas repetitivas, o difíciles de hacer a gran escala. Uno de los primeros instrumentos que ayudaba en la realización de operaciones matemáticas con facilidad fue el ábaco, que hacia el 2000 A. de C. ya se tenía constancia de su existencia. Este consistía en una serie de piedras que se colocaban en surcos hechos en el suelo. Ver Figura 1.1

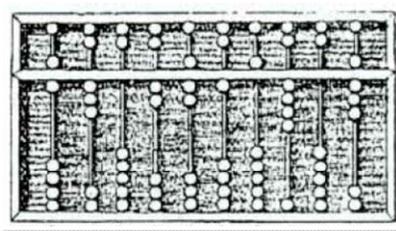


Figura 1.1 – Modelo de ábaco (Enciclopedia Británica).

A la par de instrumentos que facilitaban el pensamiento humano, también surgían herramientas capaces de reducir la fuerza para realizar trabajos tales como maquinas simples: poleas, palancas, sistemas de engranajes etc. Estas dieron origen a inventos que simplificaban tareas como transporte y producción de alimentos entre otros; un claro ejemplo de estos son los veleros y los molinos, los cuales funcionaban con fuerza de la naturaleza como el viento o la fuerza animal.

La mecanización fue la siguiente etapa dentro de la evolución de la automatización. Esto se puede ejemplificar en construcción de máquinas capaces de reproducir los movimientos de un trabajador (“robots”). Con la gran utilidad de estos mecanismos en todas las áreas de la industria, estos fueron especializándose a procesos específicos aumentando su tecnología y eficiencia productiva. De estos conceptos surgen los robots industriales, que en sus inicios eran complicados en su manejo, sólo realizaban tareas sencillas y eran peligrosos para sus operadores, hoy en día son herramientas indispensables para muchas industrias siendo estos extremadamente hábiles en su control, fáciles de manejar, eficientes y confiables.

A principios de siglo XIX la industria automotriz maduró y evolucionó la idea de automatización, ya que puso en marcha el concepto de producción integral automatizada, su objetivo era concreto, crear una línea de montaje secuencial para crear autos de una manera autónoma y económica. Este avance tuvo un impacto significativo en la manera de crear productos, ya que implicó reducir dinero, tiempo y esfuerzo.

A finales de los años 60's, la industria demandaba cada vez más un sistema de control económico, robusto, flexible y de fácil adaptación, ya que contaban con un sistema de control basado en relevadotes y contactores de un gran costo y difícil mantenimiento.

Para el año de 1968 dando respuesta a las necesidades, surgen los primeros autómatas programables (APIs o PLC's), el PLC (controlador lógico programable) es un dispositivo electrónico capaz de manipular actuadores basándose en una programación lógica secuencial, ubicada en una memoria electrónica. Este controlador contaba con ventajas como: ser robusto, económico, confiable y reprogramable, adaptándose fácilmente al proceso en cuestión.

Para la década de los 70's los microprocesadores tomaron protagonismo en los PLC's, siendo estos la base de la tecnología que hasta hoy en día usan. Las CPU's, para mediados de los 70's fueron teniendo avances tales como: disponibilidad y mayor capacidad de memoria, nuevas maneras de adquirir y enviar información de los sensores o actuadores, con entradas y salidas digitales de respuesta más rápida, conteniendo nuevos puertos que manejaban información de manera analógica. Con estos avances el hecho de procesar información y automatizar procesos atrajo miradas de inversionistas, creando e innovando productos que dieran cabida a la gran demanda que surgía.

Para esta época las bondades que daban los procesadores, dieron origen a funciones de comunicación entre dispositivos, como computadoras y los mismos PLC's, con esto ahora podían crear una red y crear soluciones en conjunto. El nuevo mercado de dispositivos se

dispersaría y esto a su vez provocaría que cada compañía tuviese un sistema de programación y comunicación siendo incompatibles uno con uno. El primer microprocesador de uso general en la industria fue el Intel Chip 4004, Ver Figura 1.2.

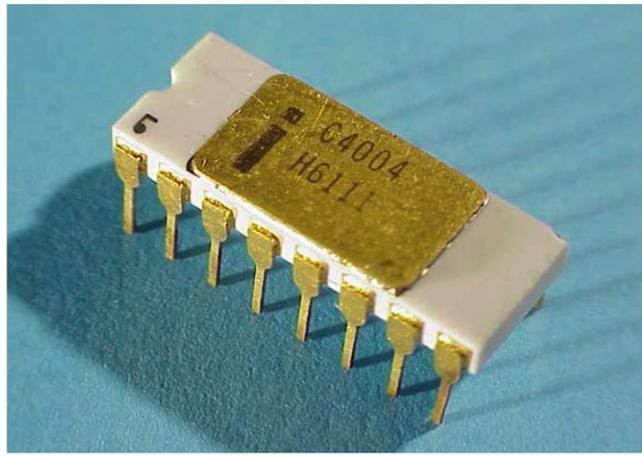


Figura 1.2 – Intel chip 4004.

Empezando la década de los 80's, se creó una iniciativa para tener un protocolo de comunicaciones estándar, este pionero fue llamado MAP (*Manufacturing Automation Protocol*) de General Motors. En este mismo tiempo se dieron mejoras tanto estructurales como en la manera de funcionamiento, los PLC's tuvieron modificaciones en tamaño y en la manera de programarse, ya que paso de tener una programación usando terminales PG's, a una programación mas ágil usando computadoras personales.

Ya entrada la década de los 90's, surgieron dispositivos con diversas mejoras, como modelos matemáticos de control aplicados a los procesos, ya que no solamente se realizaban controles On/Off, si no que utilizaban algoritmos de control, tales como PID's (*Proportional Integral*

Derivative) que aprovechaban de mejor manera las capacidades tecnológicas de los PLC's. Para poder tener un mejor entendimiento del programador con el dispositivo, se implementaron nuevos software en donde estos contaban con una interfaz gráfica de programación, usando diagramas de escalera con bloques de funciones predefinidas.

Ya en las últimas décadas hablando del inicio del siglo XXI a la fecha (2014), los PLC's se han ido quedando atrás en cuanto al poder de procesamiento de información nos referimos, ya que el continuo desarrollo de tecnologías en procesadores y electrónica embebida, ha hecho que las computadoras personales tengan una inmensa ventaja para poder percibir y tomar decisiones en procesos industriales. Por tal razón hoy en día es posible incorporar la robustez, confiabilidad, disposición y conectividad de un PLC, en un sistema embebido de poderosos procesadores de información, de un sistema de cómputo.

En la figura 1.3, se muestra el NI CRIO-9082 basado en un procesador dual-core Intel i7 de 1.33 GHz, almacenamiento de 2 GB y memoria volátil de 32GB.



Figura 1.3 - NI cRIO-9082.

Capítulo 2: Conceptos Generales

2.1 Estructura PLC's

Un PLC tiene una estructura muy similar a los ordenadores computacionales que utilizamos diariamente, ya que el fin de ambos es adquirir información, procesarla y entregar resultados a como el usuario los requiera.

La principal función del CPU es dirigir y gobernar la actividad del PLC. Este recibe información de sensores del proceso provenientes de la memoria, o registros de las entradas y salidas, ejecuta un programa de control, almacenado previamente en su memoria mediante un equipo programador y arroja el resultado de la ejecución de las instrucciones del programa a los dispositivos de salida, este proceso se realiza de una manera continua y cíclica.

La CPU generalmente posee como elemento base un microprocesador o un microcontrolador, aunque algunos fabricantes pueden emplear dispositivos lógicos programables o circuitos integrados de aplicación específica. En la *Figura 2.1* se observa la estructura general de un PLC y como es que la información fluye dentro de sus componentes.

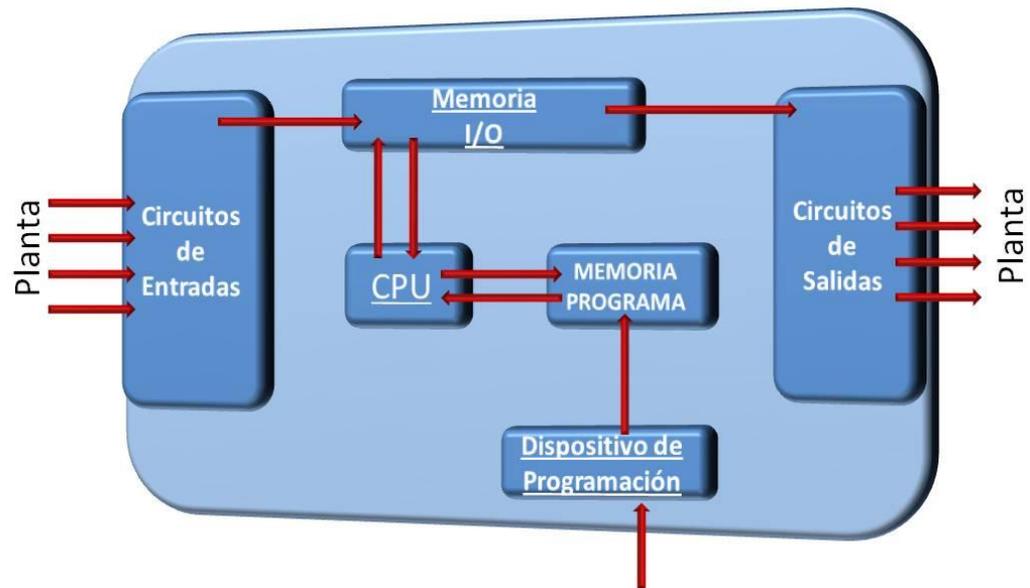


Figura 2.1 – Estructura general de un PLC.

2.1.1 Memoria

La memoria del PLC es el área donde se almacena y ejecuta la secuencia de operaciones lógicas aritméticas, esta el estado de los elementos del proceso a ser controlado. La secuencia es almacenada en forma binaria (0 y 1) para ser utilizada por la CPU.

2.1.2 Unidades de Entrada/Salida

Los circuitos de entrada/salida (E/S) están físicamente conectados a los sensores y actuadores, los cuales se usan en el control de una máquina o proceso y proporcionan una interfaz entre el CPU, los sensores y actuadores. Estas entradas y salidas pueden ser de tipo digitales o analógicas.

2.1.3 Unidad de Comunicación

Una importante área dentro de la estructura del PLC es la unidad de comunicación, la cual es fundamental hoy en día, ya que ésta es la interfaz de transferencia de información con el medio exterior, ésta puede ser con otros PLC's o inclusive con dispositivos de visualización y control para el usuario llamado Interfaz Hombre Máquina (HMI).

2.1.4 Componentes auxiliares y estructura externa

Parte vital del PLC es la Fuente de Poder, que proporciona todas tensiones de alimentación que se requieren para el correcto funcionamiento de todos sus elementos internos.

El aspecto físico externo de un PLC es muy variado, esto dependiendo de la marca, básicamente la estructura o configuración física puede ser de dos tipos compacta y modular:

Estructura Compacta: Es aquella todos sus elementos están contenidos en una sola unidad pero con la posibilidad de ser expansibles mediante módulos o unidades compactas adicionales. *Ver Figura 2.2.*

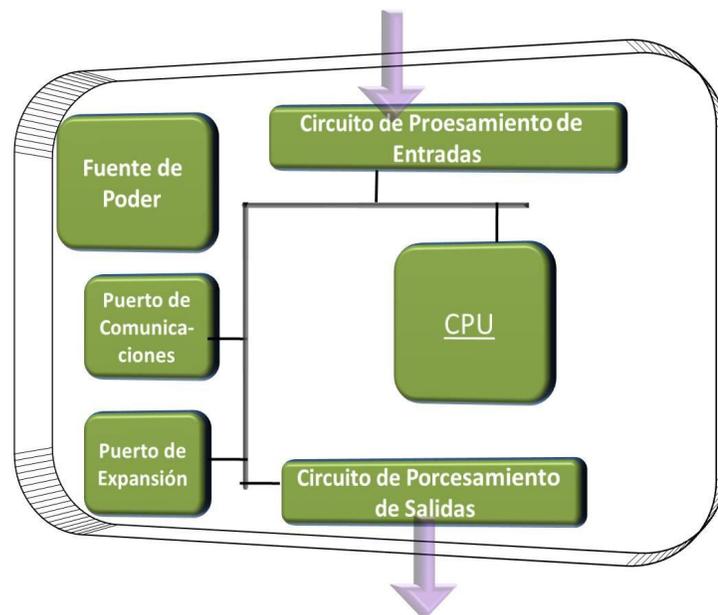


Figura 2.2 – Estructura general de un PLC compacto.

Estructura Modular: En ese caso el PLC se encuentra dividido en módulos que realizan funciones específicas. Cada elemento del PLC está contenido en un módulo individual, por ejemplo: el módulo de las unidades de E/S está separado de un módulo principal. Ver Figura 2.3.

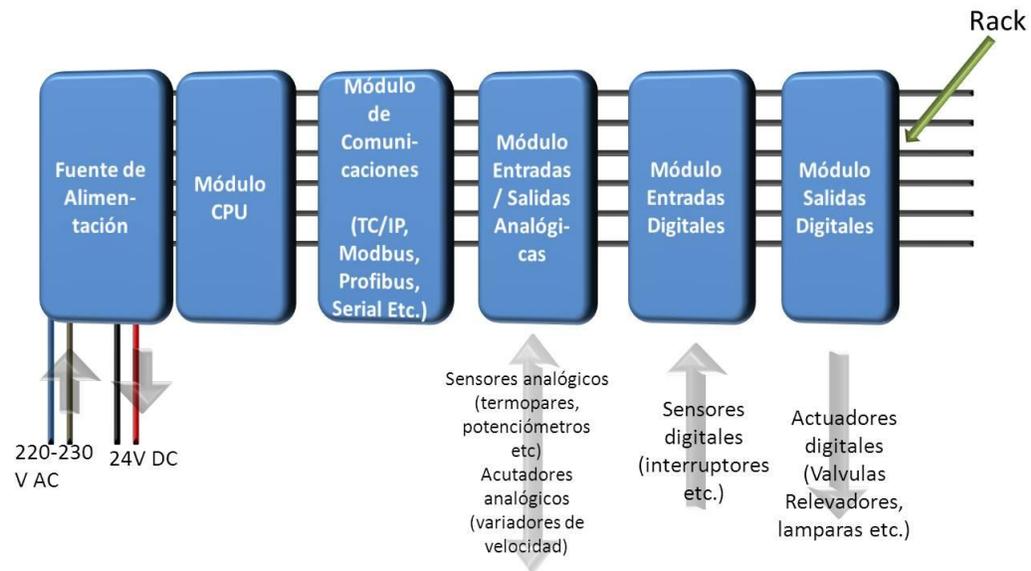


Figura 2.3 – Estructura modular PLC (Esquema General).

La forma de construcción es diferente en cada marca y compañía que lo produce, ofreciendo una competitiva y diversa gama de productos en el mercado, dando como resultado PLC's con capacidades moldeadas para cada tipo de necesidad e industria, donde abarcan desde un proceso de encender y apagar una bomba de agua para casa habitación, hasta tener un control preciso en una planta de fabricación de reactivos químicos. El precio y la forma de implementación son otros factores que conlleva la elección de este dispositivo.

2.2 Lenguajes de Programación de PLC's

Se puede definir un programa como un conjunto de instrucciones, órdenes y símbolos reconocibles por el PLC, a través de su unidad de programación, que le permiten ejecutar una secuencia de control deseada. El Lenguaje de Programación, permite al usuario ingresar un programa de control en la memoria del PLC, usando una sintaxis establecida.

Al igual que los PLC's se han desarrollado y expandido, los lenguajes de programación también se han desarrollado con ellos. Los lenguajes de hoy en día tienen nuevas y más versátiles instrucciones. Como resultado de estas nuevas y expandidas instrucciones, los programas de control pueden ahora manejar datos más fácilmente, reduciendo tiempo y esfuerzo al momento de crear la programación.

2.2.1 NORMA IEC 1131-3

La Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) desarrolló el estándar IEC 1131, en un esfuerzo para estandarizar los Controladores Programables. Uno de los objetivos del comité fue crear un conjunto común de instrucciones que podría ser usado en todos los PLC's. Aunque el estándar 1131 alcanzó el estado de estándar internacional en agosto de 1992, el esfuerzo para crear un PLC estándar global ha sido una tarea muy difícil debido a la diversidad de fabricantes de PLC's y a los problemas de incompatibilidad de software entre marcas.

2.2.2 TIPOS DE LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN DE PLC'S

En la actualidad, cada fabricante diseña su propio software de programación, lo que significa que existe una variedad comparable con la cantidad de PLC's que hay en el mercado. Esto además ha implicado un nuevo negocio, ya que independiente al costo de la unidad del PLC, es otro el gasto económico que se debe realizar para utilizar su software de programación. Actualmente existen cuatro tipos de lenguajes de programación de PLC's siendo los más difundidos a nivel mundial; estos son:

- Lenguaje de contactos o *LADDER*
- Lenguaje Booleano (Lista de instrucciones)
- Diagrama de funciones (FDB)
- Diagrama de funciones Secuenciales (*Sequential Function Chart SFC*).

2.2.3 LENGUAJE LADDER

El lenguaje LADDER, también denominado lenguaje de contactos o de escalera, es un lenguaje de programación gráfico popular dentro de los Controladores Lógicos Programables (PLC), esto debido a que está basado en los esquemas eléctricos de control clásicos. De este modo, con los conocimientos que todo técnico eléctrico posee, le es muy fácil adaptarse a la programación en este tipo de lenguaje. Su principal ventaja es que los símbolos básicos están normalizados según normas NEMA (*National Electrical Manufacturers Association*) y son empleados por todos los fabricantes.

2.2.3.1 Elementos de programación LADDER

Para programar un PLC con lenguaje LADDER, además de estar familiarizado con las reglas de los circuitos de conmutación, es necesario conocer cada uno de los elementos de que consta este lenguaje. En la siguiente tabla (ver tabla 2.4) podemos observar los símbolos de los elementos básicos junto con sus respectivas descripciones.

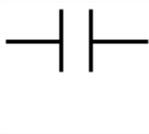
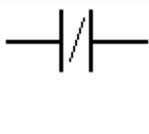
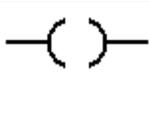
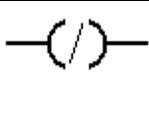
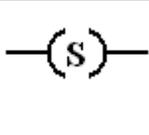
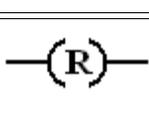
Símbolo	Nombre	Descripción
	Contacto NA	Se activa cuando hay un uno lógico en el elemento que representa.
	Contacto NC	Su función es similar al contacto NA anterior, pero en este caso se activa cuando hay un cero lógico.
	Bobina NA	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) es un uno lógico.
	Bobina NC	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) es un cero lógico.
	Bobina <i>SET</i>	Una vez activa (puesta a 1) no se puede desactivar (puesta a 0) si no es por su correspondiente bobina en <i>RESET</i> .
	Bob. <i>RESET.</i>	Permite desactivar una bobina <i>SET</i> previamente activada.

Tabla 2.4 – Elementos básicos del lenguaje LADDER.

2.2.3.2 Estructura de Programación LADDER

Una vez conocidos los elementos que el lenguaje LADDER proporciona para su programación, resulta importante resaltar cómo se estructura un programa y cuál es el orden de ejecución, en la *figura 2.5* se representa la estructura general de la distribución de todo programa LADDER, contactos a la izquierda y bobinas y otros elementos a la derecha. En cuanto a su equivalencia eléctrica, podemos imaginar que las líneas verticales representan las líneas de alimentación de un circuito de control eléctrico.

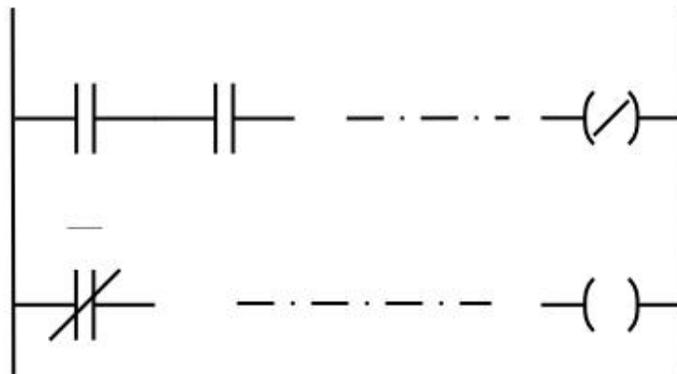


Figura 2.5 – Formato programación lenguaje LADDER.

El orden de ejecución de la programación, es generalmente de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha, primero los contactos luego las bobinas, de manera que al llegar a éstas ya se conoce el valor de los contactos y activándose o desactivándose.

2.2.4 LENGUAJE BOOLEANO (Lista de Instrucciones)

El lenguaje Booleano, utiliza la sintaxis del Álgebra de Boole para ingresar y explicar la lógica de control. Esta consiste en elaborar una lista de instrucciones o nemónicos, haciendo uso de operadores Booleanos *AND*, *OR*, *NOT*, etc. y otras instrucciones nemónicas para implementar el circuito de control. El lenguaje “Lista de Instrucciones” (IL) de la Norma IEC 1131-3, es una forma de lenguaje Booleano. En la figura 2.6 se muestra un ejemplo de programación en lenguaje booleano.

A	I	2.3
A	I	4.1
O	I	3.2
=	Q	1.6

Figura 2.6 – Programa en lenguaje booleano.

2.2.5 DIAGRAMA DE FUNCIONES (FBD)

Es un lenguaje gráfico que permite al usuario programar elementos (bloques de funciones del PLC) de tal forma que ellos aparecen interconectados al igual que un circuito eléctrico. Generalmente se utilizan símbolos lógicos para representar al bloque de función.

Adicionalmente a las funciones lógicas estándares y especificaciones del vendedor, el lenguaje FBD de la Norma IEC 1131-3 permite al usuario construir sus propios bloques de funciones, de acuerdo

a los requerimientos del programa de control. En la figura 2.7 se muestra un ejemplo de programación mediante diagrama de funciones:

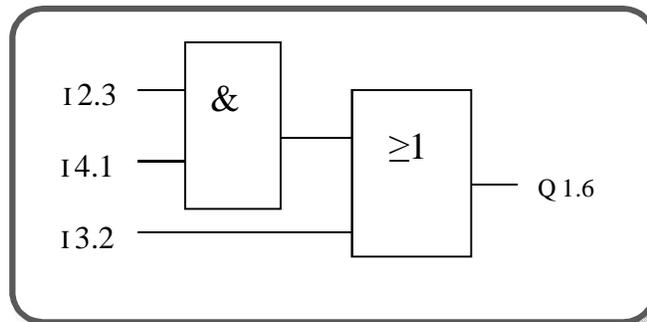


Figura 2.7 – Ejemplo programación lenguaje FBD

2.2.6 Diagrama de funciones secuenciales (**SEQUENTIAL FUNCTION CHART SFC**)

Es un lenguaje de programación gráfico que provee una representación diagramática de secuencias de control en un programa. Básicamente el lenguaje SFC es similar a un diagrama de flujo, en el que se puede organizar los subprogramas o subrutinas que forman el programa de control. SFC es particularmente útil para operaciones de control secuencial, donde un programa fluye de un punto a otro una vez que una condición ha sido satisfecha. El programa irá activando cada una de las etapas y desactivando la anterior conforme se vayan cumpliendo cada una de las condiciones. Las acciones se realizarán en función de la etapa activa a la que están asociadas. Por ejemplo, la etapa 1 activa tras arrancar el programa, al cumplirse la "Condición 1", después se activará la etapa 2, se desactivará la etapa 1, y se realizará la "Acción 1". En la figura 2.8 (página siguiente), se muestra un ejemplo de programación mediante *Secuencia Function Chart* (SFC):

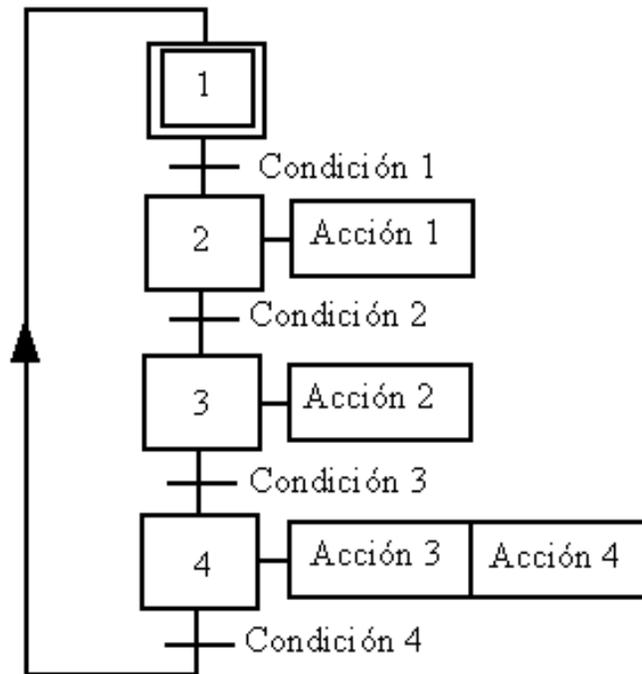


Figura 2.8 Ejemplo programación en Lenguaje SFC.

Cabe mencionar que el lenguaje SFC tiene su origen en el estándar francés GRAFCET (Grafica de Control de Etapas de Transición), ya que este nombre es más popular en el entorno de los PLC's.

Capítulo 3: Planteamiento del Problema

3.1 Usos de los PLC's en la Industria

La industria actualmente en cualquier ramo tiende a tener un diferente proyecto de automatización en cada proceso, ya que con esto se reduce en tiempo e implementación la producción conllevando un menor costo de fabricación e instalación. Tener modelos de ejecución y programación independientes es vital en cuestión de seguridad y eficacia, ya que se pueden tener diferentes lógicas en la programación de un mismo proceso redundante y así tener la certeza de tener funcionando por lo menos uno de ellos para detener el proceso.

3.2 Conceptos Específicos de Automatización usados en la Planta

3.2.1 Protocolos de Comunicación

El fundamento de un protocolo de Comunicación (CP), es tener un conjunto de reglas que permitan una transferencia e intercambio de datos entre los diversos dispositivos que conforman una red de dispositivos inteligentes.

Hablando en protocolos de comunicación en PLC's, tenemos una gama diversa y extensa, los cuales actualmente podemos utilizarlos en variados PLC's. Los más usados a nivel global son: *Profibus*, *Modbus* y *Ethernet*. Hablar de cada uno sería un tema muy extenso y muy tedioso por lo que en la tabla del *Anexo 1* podemos resumir cada uno de ellos de manera práctica.

3.2.2 Sistema SCADA

Un sistema SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*), es cualquier software que permita el acceso remoto de datos de un proceso y permita el intercambio de datos para tener control del mismo. Este sistema tiene las siguientes características:

- Sencillez de Instalación.
- Funcionalidad completa sobre una computadora personal.
- Fácilmente configurable y de fácil operación.
- Comunicaciones flexibles.

Entre otros objetivos para los cuales se utiliza un sistema SCADA podemos destacar los siguientes:

- Economía: Es más fácil observar en un monitor el estatus de el proceso “Planta” desde la oficina, que tener que enviar a un operador a revisar al sitio.
- Accesibilidad: Tener un completo acceso a la planta de todas sus variables desde una PC de manera ágil y confiable.
- Mantenimiento: La adquisición de datos, materializa la posibilidad de obtener datos de un proceso, almacenarlos y presentarlos de manera inteligente para un usuario no especializado.

- Ergonomía: La herramienta SCADA procura tener una relación ergonómica con el usuario. Esto significa tener un proceso de comunicación entre el hombre y la máquina lo menos tirante posible.
- Gestión: Todos los datos recopilados pueden ser procesados de múltiples maneras, mediante herramientas estadísticas proporcionando reportes, bases de datos etc.

3.2.3 Sistema OPC

OPC para sus siglas significa *OLE for Process Control*, este método de intercambio de información es uno de los mas conocidos, y es un estándar abierto que permite una comunicación fiable para acceder a los datos desde aparatos remotos.

Este se basa en la tecnología COM (*Component Object Mate*) de Microsoft, que permite definir cualquier elemento de campo mediante sus propiedades, convirtiéndolo en una señal digital para ser monitoreado o controlado desde una computadora.

Los componentes OPC se clasifican en clientes o servidores:

Servidor OPC: Es una aplicación que realiza la recepción de datos de los diversos elementos de campo, de un sistema automatizado y permite el acceso libre a estos elementos desde otras aplicaciones que los soliciten (Clientes OPC).

Cliente OPC: Aplicación que sólo utiliza datos tal como hace un paquete SCADA. Cualquier cliente OPC se puede comunicar con cualquier servidor OPC, sin importar el tipo de elemento que recoge sus datos.

3.2.4 Lenguaje de Programación en LabVIEW

LabVIEW es un lenguaje de programación de alto nivel de sintaxis grafica, enfocado al uso en instrumentación virtual. La principal ventaja de este lenguaje es que debido a que cuenta con una amplia variedad de herramientas, puede ser usado para hacer algoritmos de alto nivel de complejidad y con esto, obtener una aplicación confiable de uso robusto.

La programación en LabVIEW es diferente a la mayoría de los lenguajes de propósito general, principalmente en dos vertientes. Primero, la programación “G” (así es como se denomina este lenguaje) se desarrolla cableando iconos gráficos representado funciones matemáticas, lógicas en un diagrama. El segundo diferenciador principal, es el código que se ejecuta de acuerdo con las reglas de flujo de datos conforme fueron colocados.

Esta herramienta adicionalmente, brinda muchos beneficios de conexión e intercambio de información con tarjetas de adquisición de datos, microcontroladores, dispositivos de instrumentación, PLC’s etc., es por esta razón que nos permite realizar la conexión con nuestro PLC marca SIEMENS, a través de su software NI OPC Servers.

El módulo DSC (Datalogging and Supervisory Control) instalado en LabVIEW, permite crear una interfaz rápida y eficiente de un PLC a una PC, por lo que al tener una infinidad de indicadores de mediciones, botones de acción, visualizadores gráficos etc, se pueden crear interfases hombre maquina con una gran facilidad.

Con la ventaja que LabVIEW brinda de tener una ventana de visualización-control de las variables (Panel Frontal) y una ventana que contiene la lógica programada de nuestro proceso (Diagrama de Bloques), es posible crear un sistema SCADA para los fines de este proyecto.

3.3 Problemática Derivada del uso de los PLC's

La constante demanda ha hecho que cada vez más surjan distintas marcas de PLC's con distintas características y capacidades, por consiguiente es necesario conocer y entender la estructura del PLC, además de su particular software de configuración y programación.

De esta manera surge un problema de tener que especializarse para manejar de manera adecuada una marca distinta de controladores lógicos.

En el presente documento se muestra la unificación de un lenguaje de programación basándonos en el lenguaje que utiliza LabVIEW, usando una computadora personal como CPU de nuestro PLC, Esto con el fin de tener un sistema, robusto, confiable y compatible que

nos da un PLC, comandado por una unidad rápida y eficaz de procesamiento de información que brinda una PC.

Este proyecto consta básicamente en 4 componentes Ver Figura 3.1.

- 1) Proceso físico simulando una planta industrial
- 2) Controlador PLC con un sistema de comunicación
- 3) Protocolo de comunicación OPC
- 4) Computadora con programa creado en LabVIEW

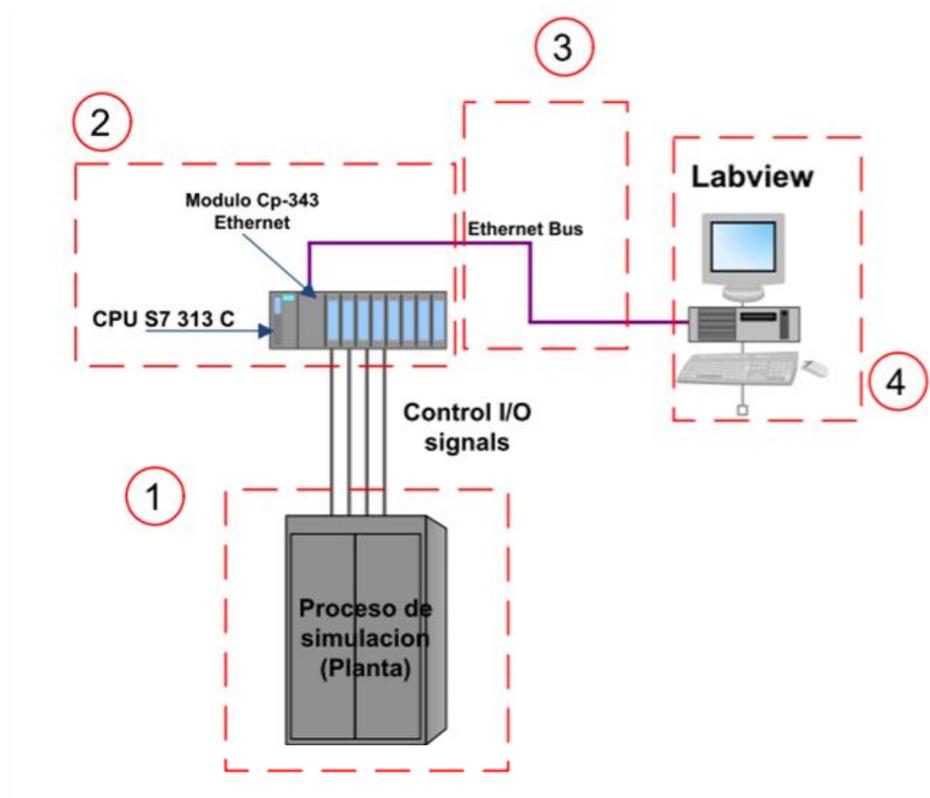


Figura 3.1 Esquema General.

3.4 Comparativa entre Lenguaje LADDER y Lenguaje G

El lenguaje LADDER fué creado con un fin muy peculiar, el cual es tener un lenguaje de programación basado en conexiones eléctricas de contactos y bobinas para familiarizar a técnicos electricistas en la programación con computadoras. Por otra parte LabVIEW es una plataforma que usa el Lenguaje G para diseñar sistemas de instrumentación, control, informáticos permitiéndose interactuar con diferentes Software y Hardware tanto del mismo fabricante como con otros.

El lenguaje LADDER tiene algunas restricciones y características de programación difíciles de adoptar al momento de realizar programación, las cuales se reconstruyen de una manera amigable y funcional en el entorno de LabVIEW.

Algunos de los puntos encontrados en el lenguaje LADDER con oportunidad de mejora al trasladarlo al lenguaje LabVIEW son:

- Imposibilidad de uso de loops (while, for y do while) dentro de la estructura de programación.
- Restricción en el energizado de salidas en una sola instrucción o escalón.
- Poco trato en el uso de diferentes tipos de variables (booleanos, enteros, flotantes, arreglos etc.).
- Creación de HIM usando varias plataformas.
- Número de bloques disponibles al programa de ejecución dependientes de la capacidad de memoria del Hardware.

- Pobre adaptación del lenguaje proveniente de una planeación de lenguaje GRAFCET.
- Ciclo infinito de ejecución con adaptación enredosa de acciones de pausa y paro.

Algunas condiciones propias del lenguaje LADDER tienen una mayor funcionalidad que usando LabVIEW, ya que son más elaboradas en su ejecución por ejemplo:

- Uso de operadores *AND* y *OR* de manera ágil en programación.
- Visualización de la energización de todos los elementos, de manera continua y simultánea.
- Asignación instintiva de valores a las salidas, esto ya que se activan sólo las salidas que estén energizadas.
- Uso de variables de estados (Set, Reset) de salidas y marcas.
- Ambiente de programación en un lenguaje eléctrico.

Para ejemplificar con más detalle los puntos anteriores, tenemos en la *Figura 3.2* una comparación de la ejecución programa, el cual consiste en recorrer un émbolo electroneumático hacia el lado izquierdo.

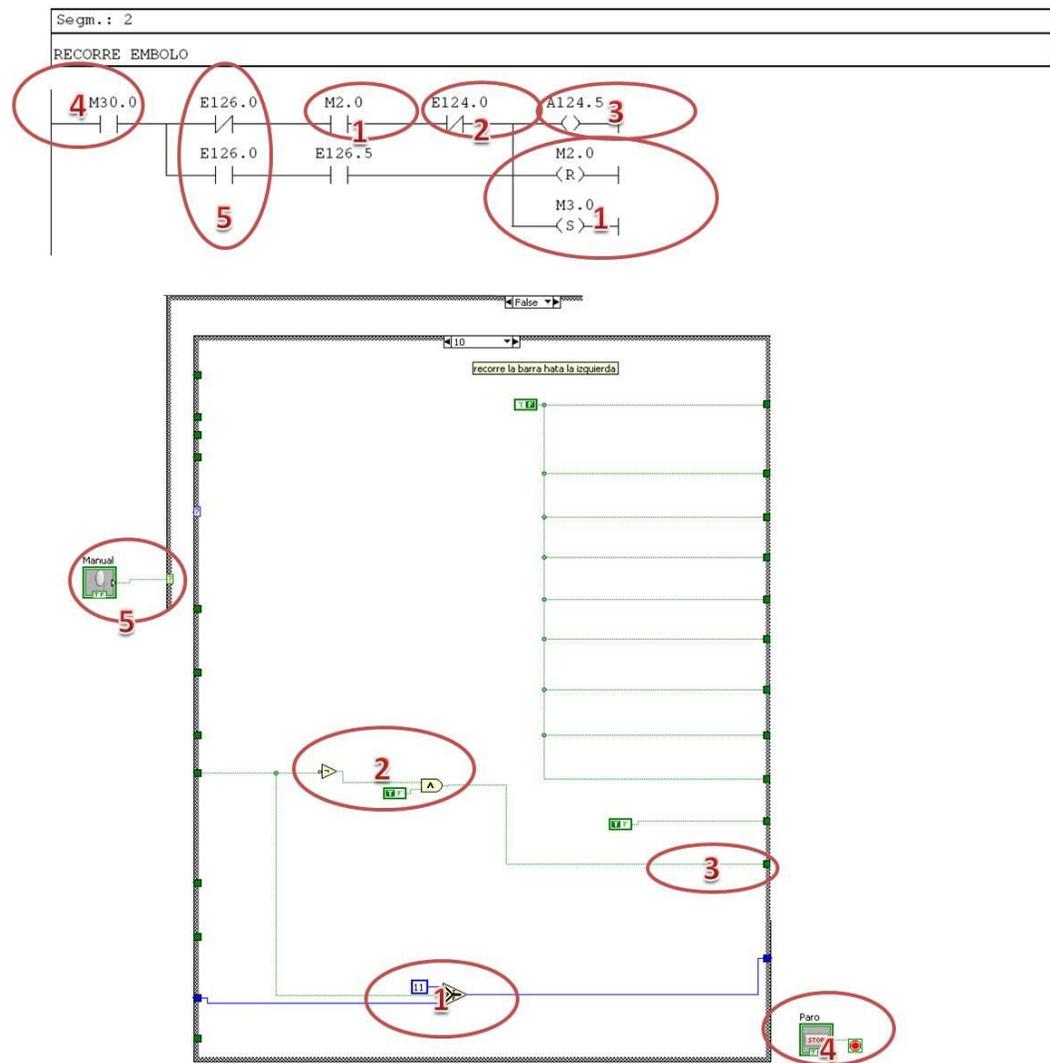


Figura 3.2- Comparación de Lenguaje LabVIEW-LADDER.

Para realizar esta tarea el programa tiene dos vertientes, una de manera automática y otra de manera manual. En lenguaje G tenemos un “case structure” que nos define por medio de un control booleano virtual la situación requerida por el usuario y en cada modalidad se programan las condiciones de accionamiento de la electroválvula por separado. En el

lenguaje LADDER tenemos que usar una entrada del PLC con un botón físico para indicar en cual modalidad se requiere trabajar, y este lenguaje nos limita a colocar toda la programación en una sola línea de trabajo para la salida que acciona la electroválvula que recorre el émbolo.

De la *Figura 3.2* mostrada anteriormente, tenemos numeradas las acciones que realizan del 1 al 5. En el listado siguiente se muestra el análisis de cada punto.

1. Procedimiento de cambio de estado: en LabVIEW tenemos un bloque “*select*” que nos mantiene en el estado hasta que se cumpla la condición de cambio. En LADDER tenemos módulos “*Set Reset*” que desenergizan la línea actual y energizan la siguiente condición.
2. Condición que realiza la acción de prender la electroválvula: En LabVIEW es un bloque “*NOT*” que manda un valor *true* a la electroválvula hasta que el sensor de posición lo detecta. En LADDER es un contacto normalmente cerrado que cambia con la señal del sensor que realiza la misma función, ya que al energizarse, este se abre e impide el paso de la señal a la electroválvula.
3. Activación de electroválvulas: En LabVIEW ésta acción se realiza mediante una simple conexión entre la salida de la condición y el módulo que representa la electroválvula. En LADDER es una bobina asignada a la salida de la electroválvula.

4. Accionamiento de paro: En LabVIEW éste es un control virtual con un botón en la pantalla que detiene el proceso. En LADDER es un botón físico que ocupa una de las entradas digitales de los módulos del PLC y además esta condición está en todas las líneas de la programación.

5. Accionamiento de selección Automático/Manual: En LabVIEW es un bloque “*Case Structure*” que selecciona la programación a utilizar. En lenguaje LADDER es un botón físico que ocupa una de las entradas digitales de los módulos del PLC, está en todas las líneas de la programación donde intervienen accionamientos de las salidas a los actuadores, y esta debe de estar acompañada en la misma línea de programación de las condiciones para el funcionamiento manual y automático.

Capítulo 4: Presentación y configuración del hardware-software utilizados en el proyecto

4.1 Descripción general de la planta electro-neumática

En el presente proyecto, se muestra la integración del software LabView a través del protocolo OPC, en un PLC marca SIEMENS modelo s7300, que controla una planta electro-neumática actualmente en desuso, de separación de fichas de metal y plástico, la cual se ubica en el laboratorio de Control y Robótica 2 .Ver figura 4.1

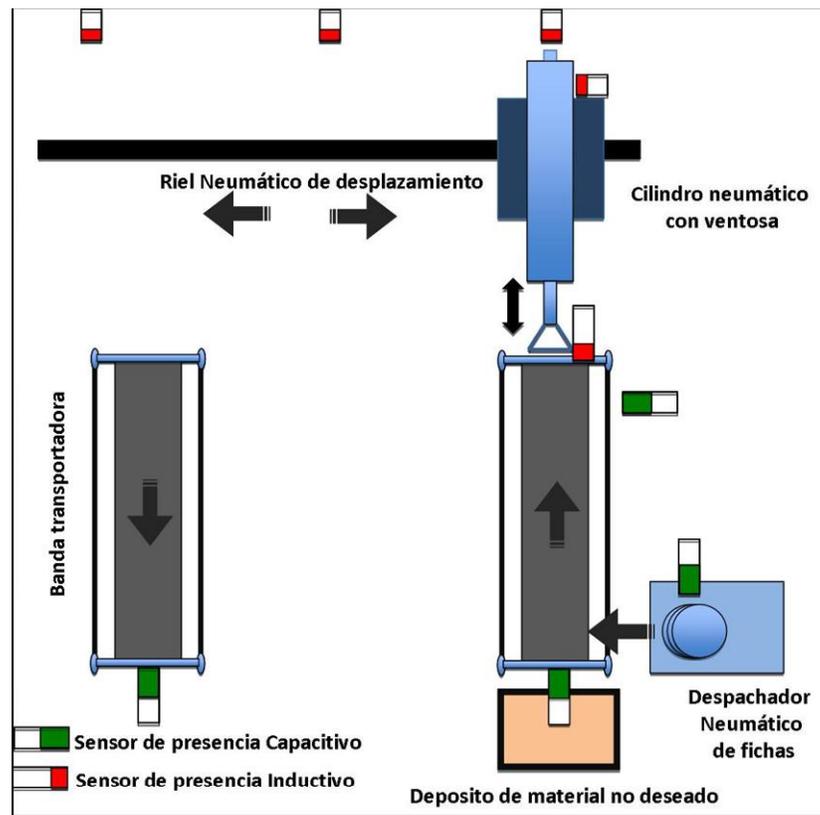


Figura 4.1 – Esquema General de la Planta a ser automatizada.

4.2 Descripción de Hardware y Software utilizados

4.2.1 Hardware Existente

La descripción del equipo contenido en la maqueta de la planta electro-neumática mostrado en la figura anterior, se muestra listada a continuación:

1. - Sensor óptico. Tipo de salida normalmente abierto. (Ver Anexo 4).
2. - Sensor inductivo. Tipo de salida normalmente abierto. (Ver Anexo 4).
3. - Dos electroválvulas 5/2 vías. (Ver Anexo 2).
- 4.- Electroválvula 3/2 vías (Ver Anexo 2).
5. – Actuador lineal neumático de doble efecto con guía lineal y corredera máxima de 200 mm (Ver Anexo 3).
6. – Cilindro de doble efecto con ventosa. (Ver Anexo 5).
- 7.- Banda transportadora didáctica (Ver anexo 10).
- 8.- Cilindro simple efecto despachador de piezas. (Ver anexo 8).
- 9.- Módulo despachador de piezas. (Ver anexo 9).
- 9.- Módulo de control de velocidad. (Ver Anexo 11).
- 10.- Fichas de plástico y metal (Ver Anexo 12).
- 11.- CPU SIEMENS S7-313C. (Ver Anexo 7).

En la figura 4.2 (ver siguiente página), se muestra la fotografía de la maqueta didáctica con el equipo instalado como se encontraba inicialmente.

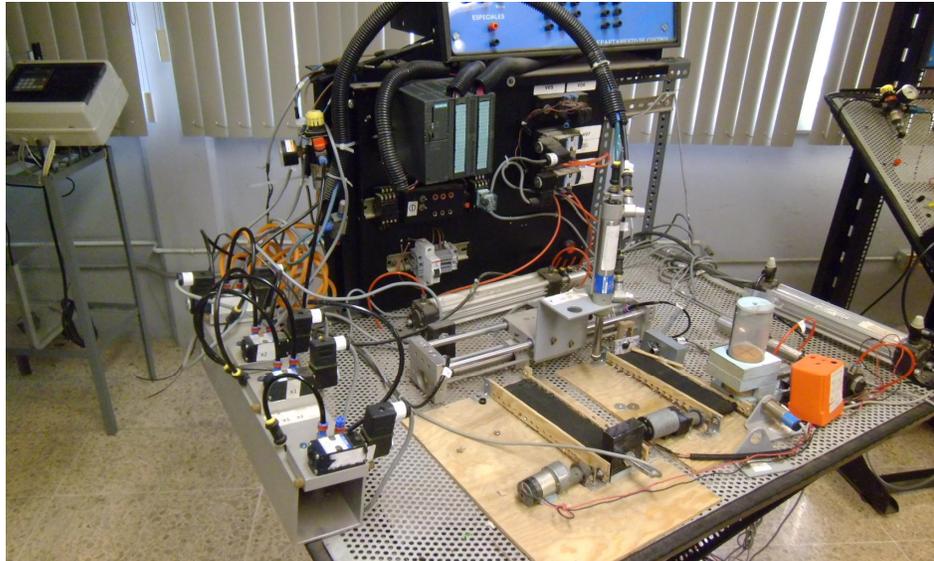


Figura 4.2- Mesa de trabajo con equipo instalado.

4.2.2 Hardware Nuevo

Para el propósito de éste trabajo, se realizó la petición al Departamento de Ingeniería Eléctrica (DIE), de poder adquirir el “Procesador de comunicaciones CP343-1”, el cual brinda de una conexión industrial Ethernet vía TC/IP a nuestro PLC existente (CPU S7-313C), el cual es la base de la presente Tesis y que finalmente se obtuvo para el desarrollo de la misma.

Para la correcta instalación del Hardware únicamente se adiciono el módulo CP343-1 a la mesa de trabajo. Este equipo fue añadido al Rack de montaje junto al PLC S7313C (Ver Figura 4.3).



Figura 4.3- Instalación CP 343-1.

El equipo electro-neumático existente e instalado, solo requirió ajustes en cuanto a conexiones eléctricas y neumáticas se refiere, y una adecuación física los Sensores que Monitorean las Bandas Transportadoras.

El diagrama funcional de la planta electro-neumática ya acondicionada para éste proyecto se ejemplifica en la *Figura 4.4*.

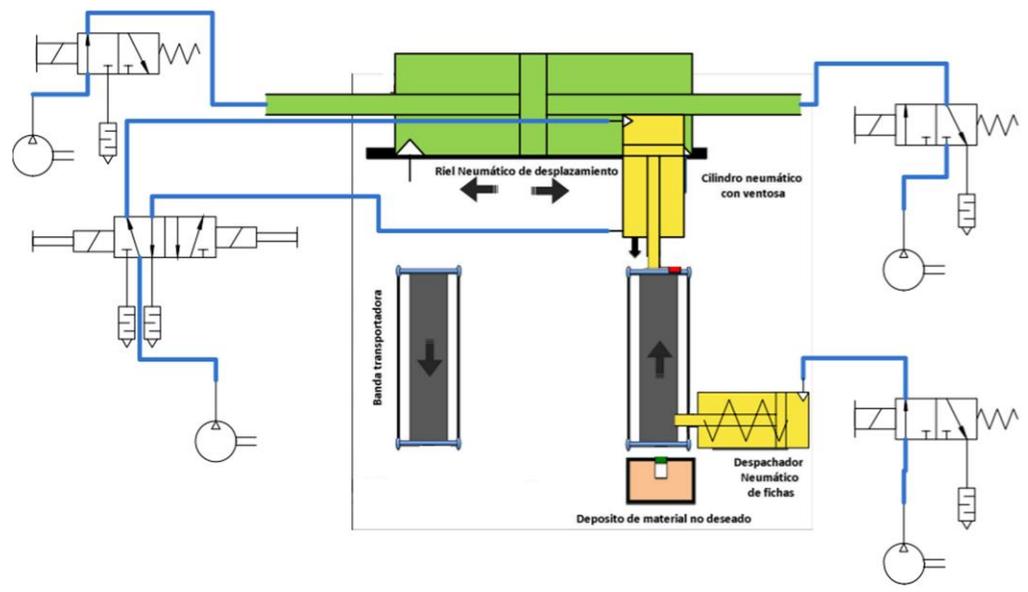


Figura 4.4 - Diagrama –Electro-neumático de la planta.

4.2.3 Software Controlador del Proceso

El software a utilizar dentro de la implementación del presente trabajo e instalado en las computadoras del Laboratorio, se enlista a continuación:

- Siemens Step 7 Simatic Manager
- Ni LabVIEW 2009
- NI OPC Servers

4.2.3.1 Configuración de Software

En el presente apartado, se describe a manera de resumen la configuración básica que se debe de realizar para establecer comunicación de la (PC-LabVIEW) con la planta (PLC SIEMENS -NI OPC Server). Cabe mencionar que esta configuración fue problemática en un inicio ya que los miembros académicos encargados del laboratorio, no tenían experiencia en el uso de los mismos, por tratarse de un equipo de reciente adquisición, por lo que se tuvo que realizar una investigación en manuales y sitios de Internet, para tener el equipo funcionando.

Siemens Step 7 Manager

Abrimos la aplicación *Simatic Manager* (Ver Figura 4.5). En este punto debemos tener en cuenta que nuestro módulo CP 343-1 del PLC debe estar previamente conectado a la PC a través de un cable cruzado RJ45 o bien conectado a la misma red local que este nuestra PC.



Figura 4.5 - Inicialización Simatic Sptep7 Manager.

Teniendo el Simatic Manager abierto procedemos a crear un nuevo proyecto llamado “Config-Inicial”, Simatic por default creará un puerto de comunicaciones MPI que la mayoría de los PLC’s tienen integrado, como no usaremos este, nos disponemos a borrarlo como se muestra en la figura 4.6.

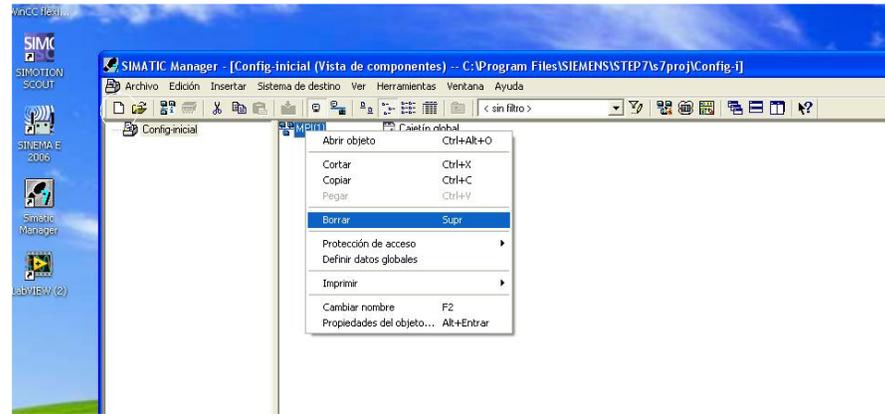


Figura 4.6 – Creación de nuevo proyecto en Step 7.

Ahora nos disponemos a agregar el equipo que tenemos en la planta:

- Rack de montaje (Bastidor 300 – Perfil Soporte)
- PLC S7-300 313C (CPU 313C – 6ES7 313-5BF03-0AB0)
- CP 343-1 Ethernet (CP 343-1 - 6GK7 343-1EX30-0XE0)

Para empezar a colocar el equipo a utilizar, tenemos que insertar el objeto “Simatic 300” el cual contiene las librerías de esta gama. Ver Figura 4.7.

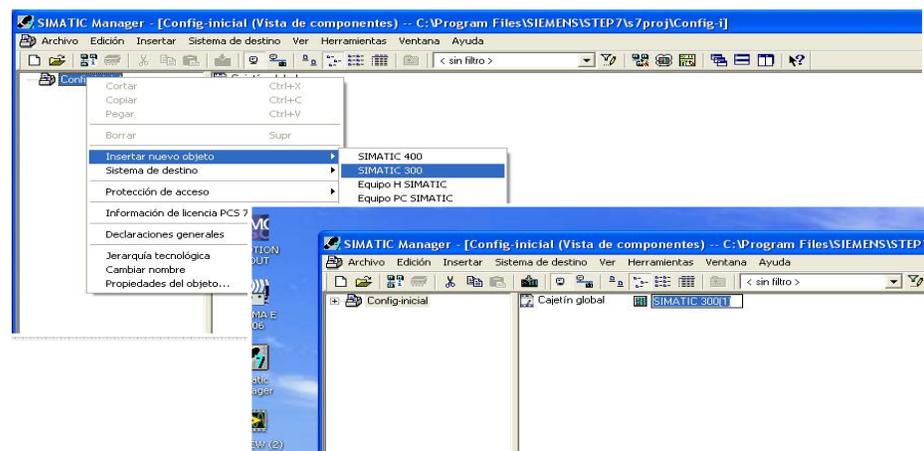


Figura 4.7 – Colocación de Librerías Simatic 300.

Teniendo insertado el Grupo de “Simatic 300”, abrimos la opción de su configuración, para seleccionar y arrastrar a nuestro arreglo de equipo las diferentes librerías de los equipos existentes (Ver Figura 4.8). Cabe mencionar que hay que seleccionar a detalle cada uno de ellos con su respectivo número de serie para evitar tener problemas en la configuración.

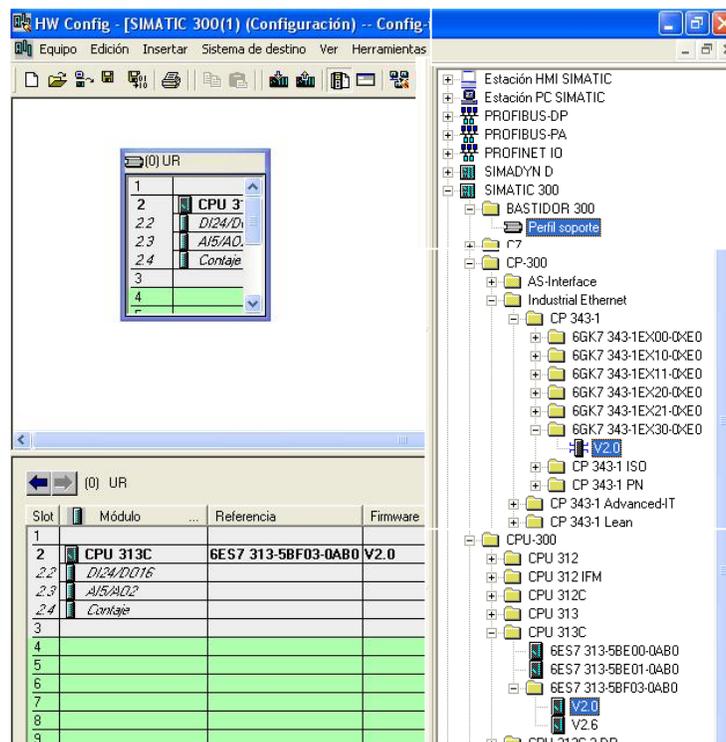


Figura 4.8 – Configuración de Equipo PLC y CP.

Nota: Cada número de serie aparece físicamente en cada equipo ubicado en el costado derecho o de frente en la parte inferior izquierda.

El módulo CP 343-1 Ethernet tiene una configuración específica, en esta se tiene que especificar cual será su dirección IP y Mascara de subred a utilizar. De esta manera al arrastrar de la lista nuestro dispositivo a nuestro Rack aparece la siguiente ventana (Ver Figura 4.9) donde

colocamos la dirección IP: 192.168.0.1 con la máscara de subred 255.255.255.0 y damos click en el Botón “Nueva...” para luego Aceptar.

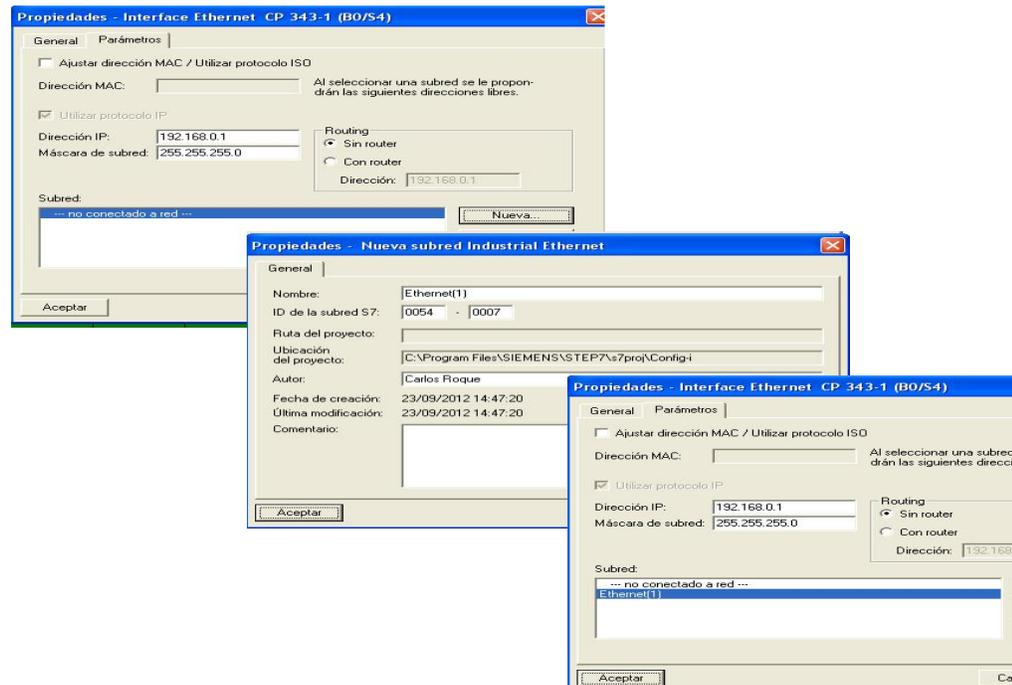


Figura 4.9 – Configuración puerto Ethernet Módulo Cp-343-1.

Una vez completado el procedimiento de agregar los dispositivos, compilamos la configuración y cerramos la aplicación, como se muestra en la Figura 4.10.



Figura 4.10 – Finalización de configuración Simatic Manager.

Ahora en la pantalla de Vista de componentes Observamos la ramificación de nuestra configuración creada (Ver Figura 4.11).

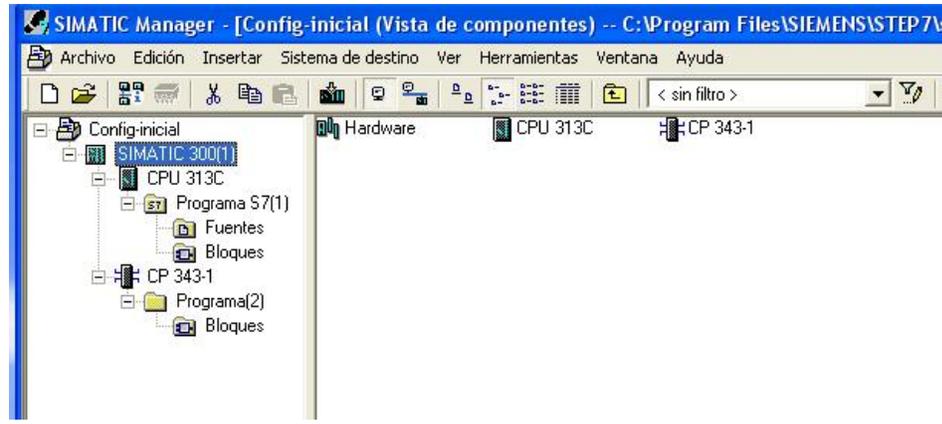


Figura 4.11- Ramificaron configuración Simatic Manager.

Ésta configuración se realiza de manera *Offline*, esto quiere decir que ningún equipo de la planta tiene comunicación con la PC y viceversa. La configuración creada *Offline* se carga al CPU a través de un módulo de comunicaciones, el cual puede ser Ethernet, Profibus, MPI etc. Aprovechando la conexión con el cable RJ45 conectado a la PC seleccionaremos esta para trasladar la configuración y guardarla en la memoria del equipo central.

Para completar la comunicación entre PC/Módulo cp343-1, en la ventana de vista de componentes en el menú Herramientas, seleccionamos la opción "Ajustar interfase PG/PC" y damos click en la opción TCP/IP (Auto) -> (Tarjeta de Red Instalada). Ver Figura 4.12 (página siguiente).

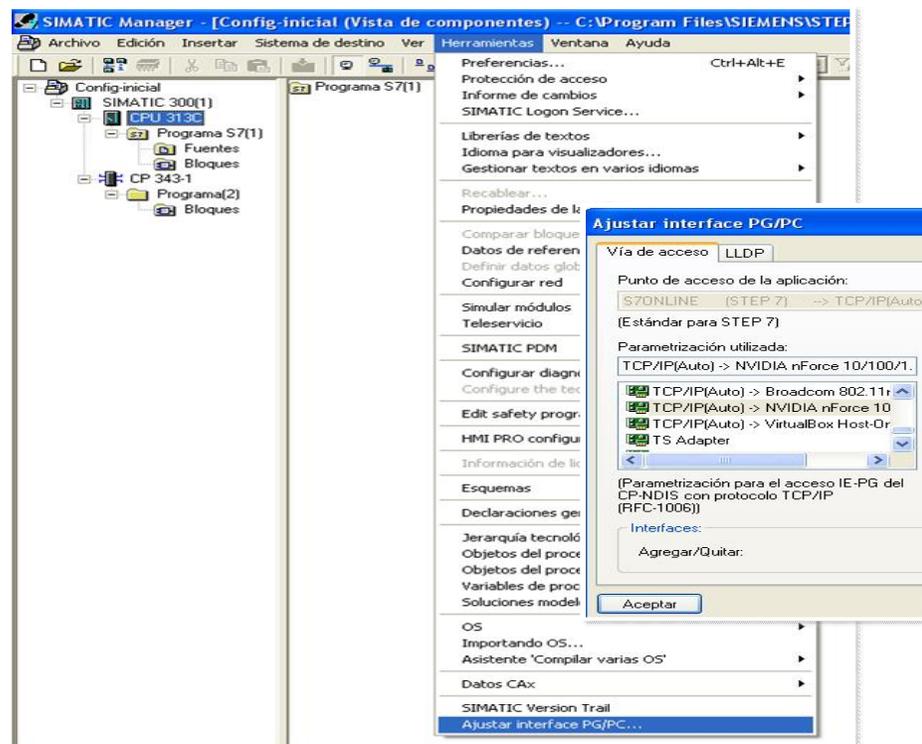


Figura 4.12 - Ajuste de Interfase PG/PC para comunicación ETHERNET.

Para verificar la correcta conexión cargamos la configuración (dando click en el icono de cargar) para después ver la configuración directamente desde la CPU (Modo Online). (Ver Figura 4.13)

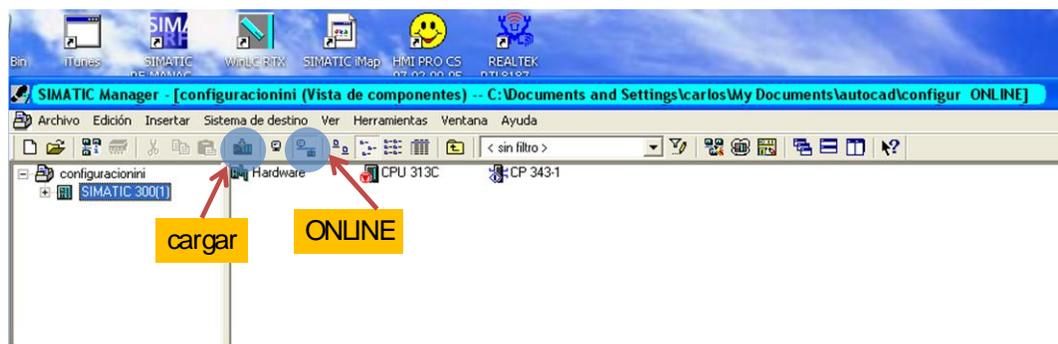


Figura 4.13 - Conexión Online de PG/PC en Simatic Manager.

Dentro de nuestra configuración *Online* podemos crear un programa “prueba” para verificar el correcto funcionamiento de nuestra planta. A continuación crearemos a modo de ejemplo una programa que energice o des-energice una bobina a partir de una entrada.

Navegando en la configuración abrimos el módulo OB1, colocamos una línea de secuencia para accionar la salida A124.0 (A124 refiere al módulo de salidas 1 instalado, y el .0 refiere a la salida 0 del módulo) a partir de la negación de la entrada E124.0 (E124 refiere al módulo de salidas 1 instalado, y el .0 refiere a la salida 0 del módulo).

Teniendo el programa creado, cargamos esté a nuestro CPU (el cual podemos ver esta en modo STOP), antes de correr el programa y pasar a modo RUN, activamos la opción “Observar Si/No” para poder observar el proceso de energizar o des-energizar las salidas y entradas. (Ver Figura 4.14)

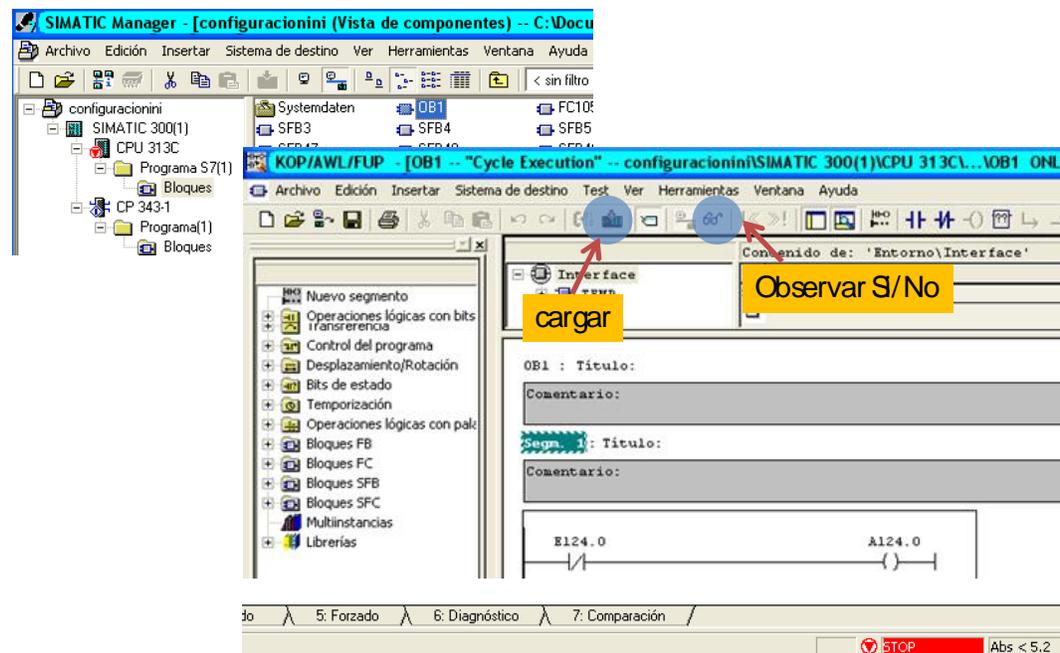


Figura 4.14- Programa de prueba Creado en OB1 transferido al CPU.

Activando el CPU a modo RUN, vemos que las líneas del programa en escalera se tornan en color verde, esto significa que están energizados. Al energizar la entrada E124.0 físicamente vemos que la salida también es des-energizada en la pantalla, con lo cual comprobamos que el programa funciona de manera optima. (Ver Figura 4.15).

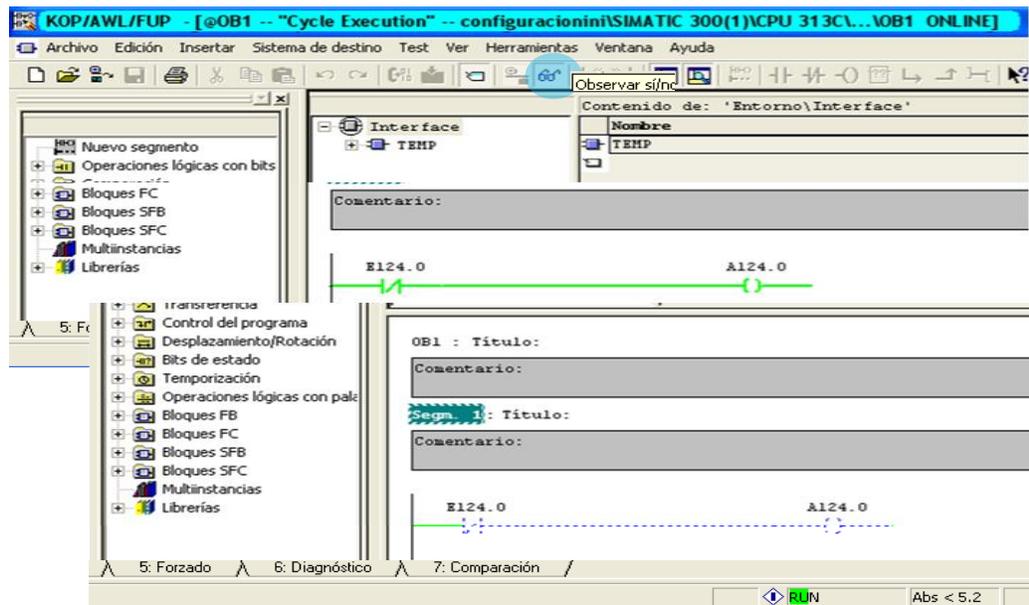


Figura 4.15- Visualización en tiempo real del Programa de prueba.

Una vez verificada la conexión y comunicación del PLC, nos disponemos a configurar el servidor OPC, el cual será responsable de crear la interfaz entre LabVIEW y el PLC.

NI OPC Servers

Desde el menú inicio abrimos la aplicación “NI OPC Serves” como se muestra en la Figura 4.16 (Ver página siguiente).

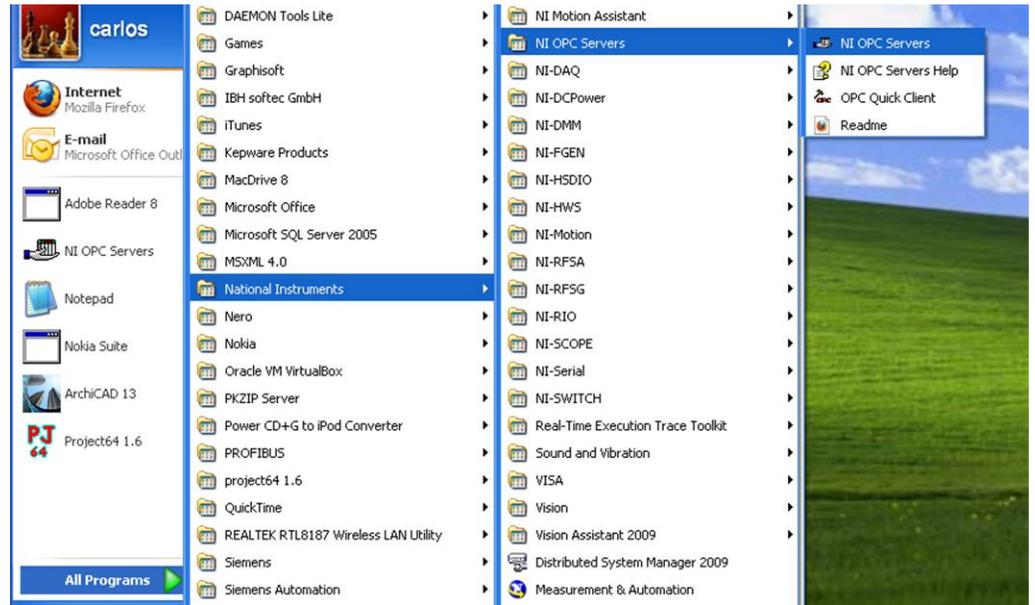


Figura 4.16 - Inicialización NI OPC Servers.

Estando en la ventana de NI OPC Servers damos click en “New Project”, para después dar doble click en “agregar canal”. En esta configuración daremos el nombre del nuevo canal a asignar (Ver Figura 4.17).

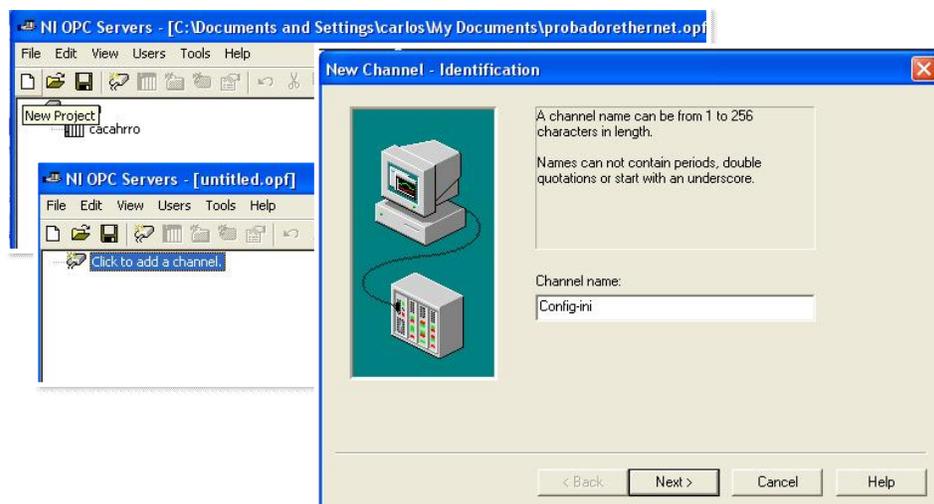


Figura 4.17 – Creación Nuevo Proyecto NI OPC Servers.

Dando seguimiento a la configuración, tenemos que seleccionar el *driver* que utilizaremos, en este caso es “Siemens TCP/IP Ethernet”, el cual viene incluido en el paquete de software NI OPC Servers. Seleccionamos la interfaz de red Ethernet instalada y por ultimo dejamos la configuración sugerida en la ventana (Ver Figura 4.18).

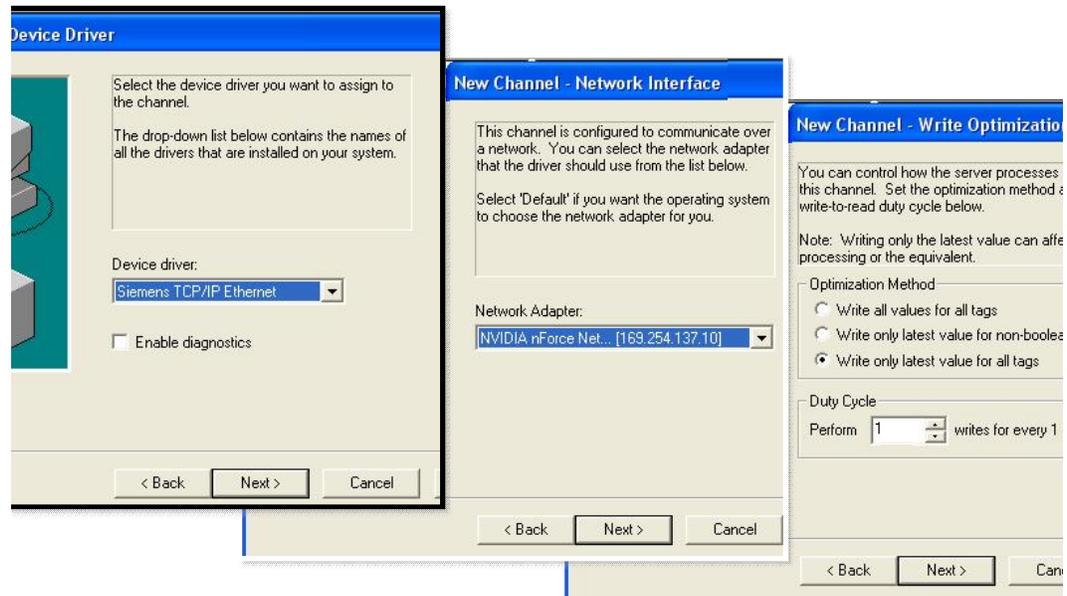


Figura 4.18 – Configuración del canal de comunicaron OPC.

Al término de la configuración del canal, se agregará el dispositivo a utilizar, en este caso el equipo es de la gama S7-300, con su respectiva dirección IP la cual es 192.168.0.1 (Ver Figura 4.19 siguiente página). Los siguientes puntos se dejan como están configurados hasta encontrar el botón de *Finish*.

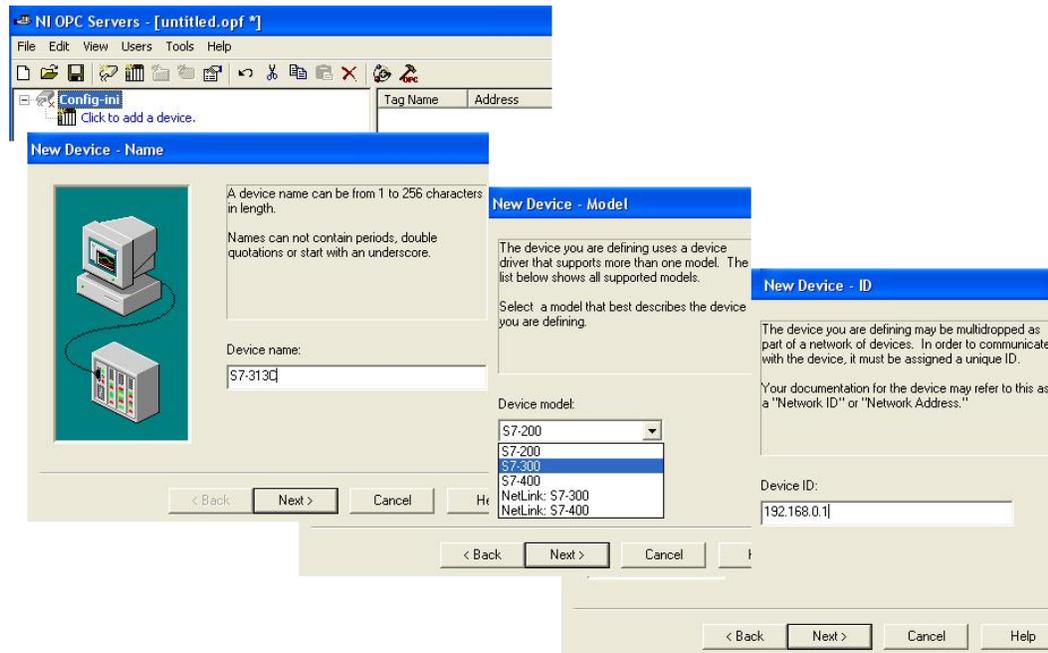


Figura 4.19 – Configuración del dispositivo en protocolo OPC.

Una vez añadido el dispositivo a utilizar, se añaden los diferentes “Tags” a utilizar por el PLC. Estos Tags representan cada salida o entrada que tiene nuestro equipo físicamente, estos pueden ser Digitales o Analógicos, dentro de la configuración de cada Tag se coloca su respectiva dirección para enlazar el Tag adecuadamente. En la Figura 4.20 de la siguiente página, se muestra la configuración de un Tag de entrada, en donde la direcciones de salida para este PLC (S7-300) son las siguientes: Salidas A124.0 al A124.7. Esta nomenclatura refiere al primer módulo de salidas digitales del bit 0 al 7. Para hacer referencia al segundo módulo de salidas digitales la nomenclatura es la siguiente A125.0 al A125.7. Esta misma nomenclatura es utilizada al configurar los puertos digitales de entradas, únicamente cambiando la letra A por la E, (ésta configuración viene del alemán *Eintrag* “entrada” y Ausgabe “salida”) por ejemplo: para referirnos al primer módulo de entradas tenemos que

son las direcciones E124.0 al E124.7 (para mayor referencia ver Anexo 7).

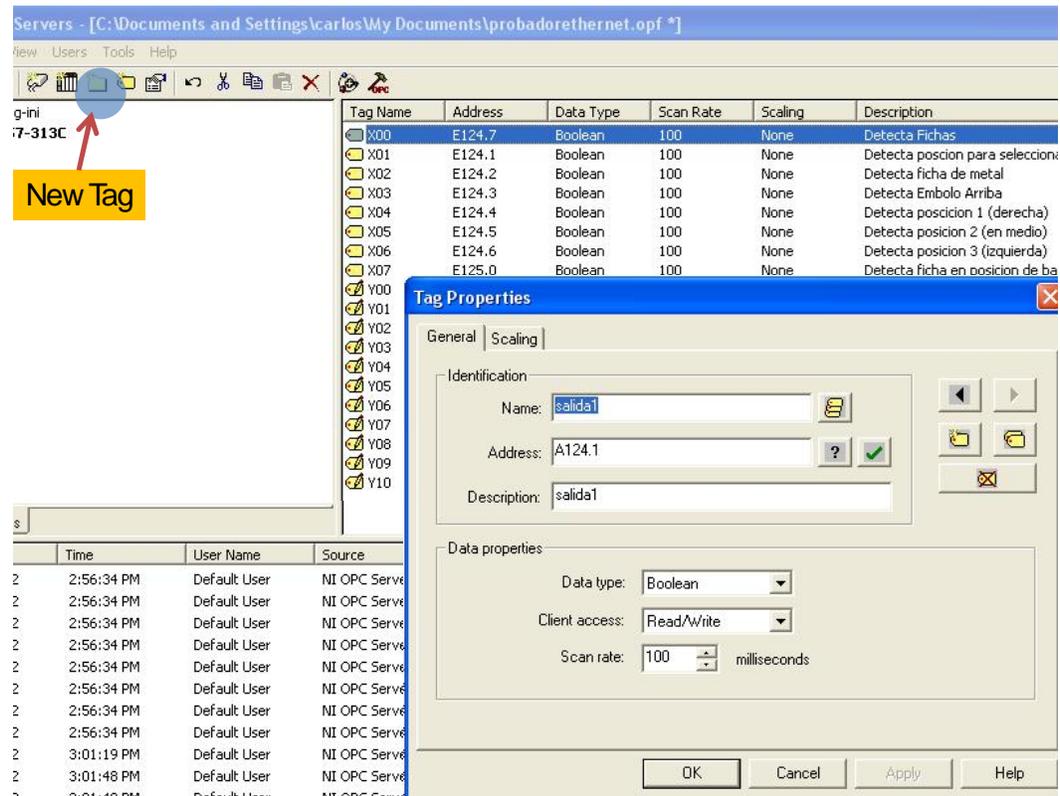


Figura 4.20 – Configuración de Tags de entradas y salidas digitales.

Para realizar una prueba rápida de los Tags instalados, abriremos la herramienta *OPC Quick Client* (Ver Figura 4.21 siguiente página), seleccionaremos uno de nuestros Tags dando click derecho y dando click en la opción *Synchronous Write*. En esta ventana se observa el status de nuestras entradas y salidas así como el valor asignado que tiene cada una en tiempo real.

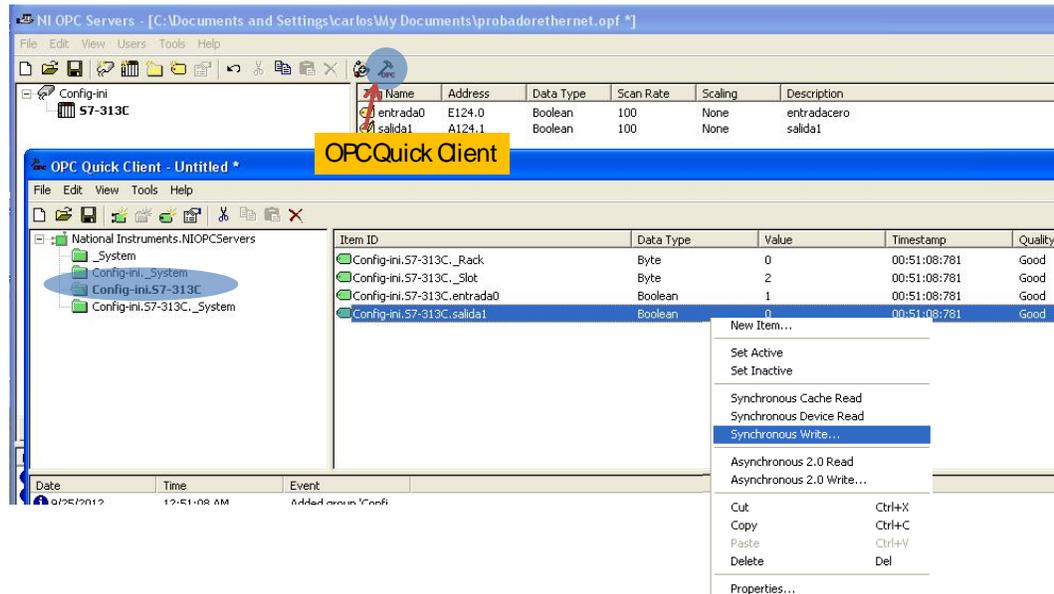


Figura 4.21 – Chequeo del funcionamiento de Tags en NI OPC Servers.

Dentro de la ventana *Synchronous Write* escribimos un “1” dentro de la celda *Write Value* y damos click en *Apply*, de manera instantánea podemos verificar físicamente en los indicadores de los módulos de entradas, que la salida seleccionada ha sido energizada (Ver Figura 4.22).

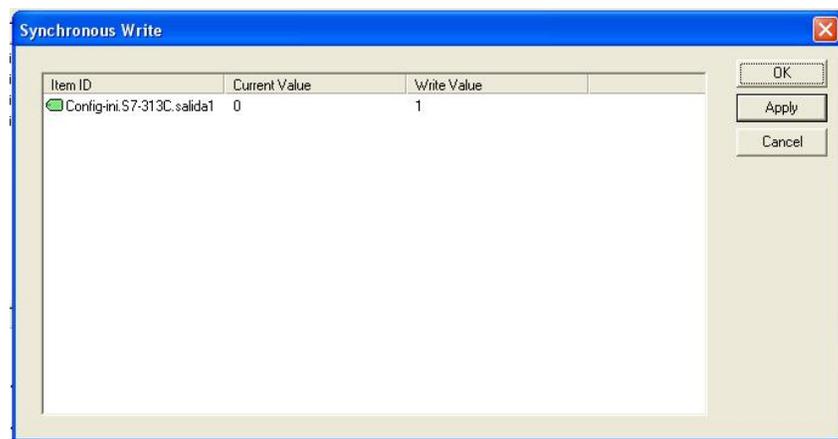


Figura 4.22 – Chequeo de valores arrojados del PLC en tiempo real.

Hasta este punto damos por terminada la configuración del Equipo Siemens con su respectivo Servidor de comunicaciones OPC. Ahora para ligar este servidor con LabVIEW realizamos la configuración que se describe a continuación.

NI LabVIEW 2009

Ejecutamos el programa desde nuestro escritorio (*Ver Figura 4.23*). Para tener todas las funcionalidades de aplicaciones HMI/SCADA, es necesario tener instalado El Módulo NI LabVIEW Datalogging and Supervisory Control (DSC), en el cual se configuraran todos las variables para comunicarnos al PLC a través del servidor OPC.



Figura 4.23 – Inicialización LabVIEW 2009.

En la ventana de inicio de LabVIEW creamos un nuevo proyecto, dentro del proyecto debemos crear un servidor de comunicaciones que nos permita tener acceso al PLC, así que dando click derecho en “My computer > New > I/O Server”, nos aparecerá una ventana donde

seleccionaremos el protocolo de comunicación a usar que en este caso sea “OPC Client” (Ver Figura 4.24).

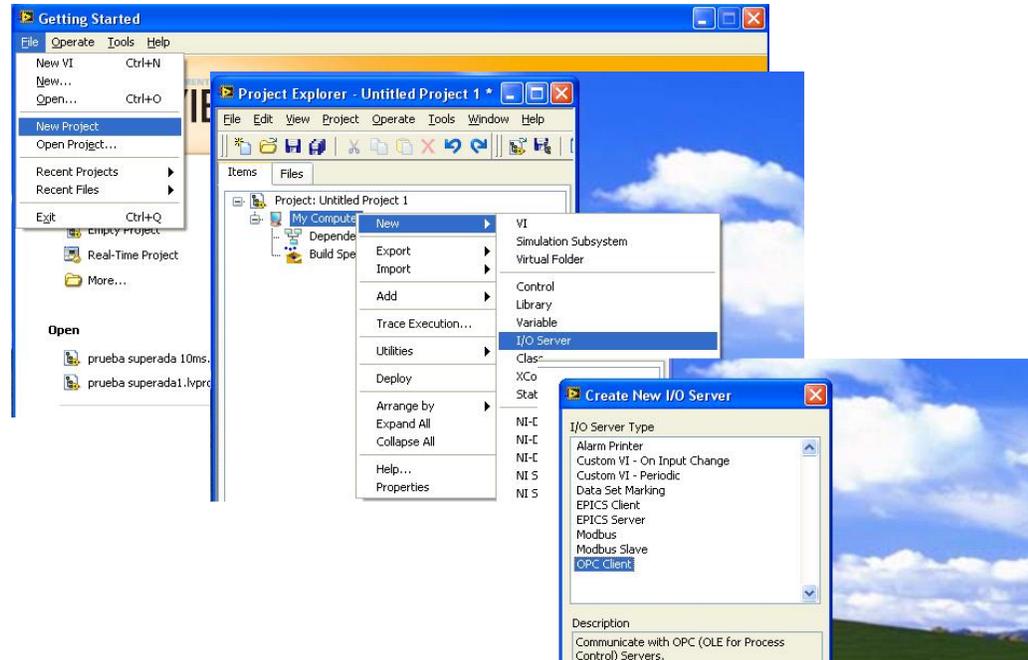


Figura 4.24 – Creación de Nuevo Proyecto con Servidor de comunicación.

Al continuar con la configuración del “OPC Client”, aparecerá una ventana (Ver Figura 4.25 siguiente página), en donde se presentan todos los servidores OPC disponibles, aquí seleccionaremos “National Instruments.NIOPCServers” y cambiaremos la tasa de actualización a 10 [ms].

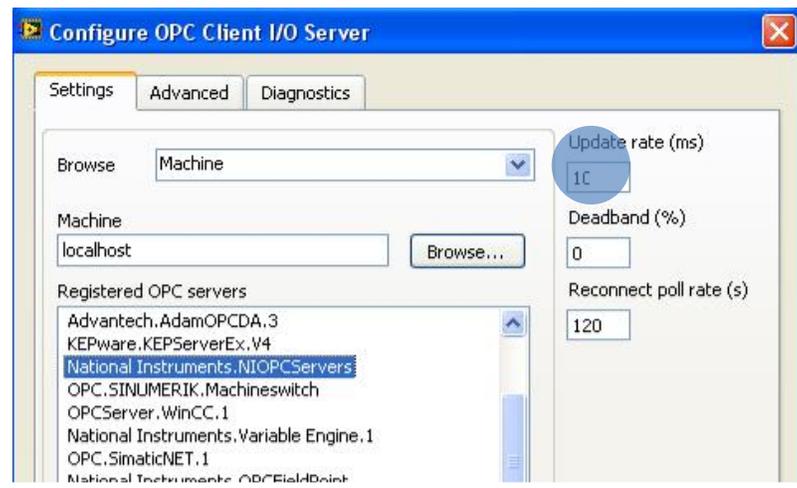


Figura 4.25 – Configuración del Servidor OPC en LabVIEW.

Dentro de nuestro proyecto de LabVIEW debemos configurar las entradas y salidas del PLC representadas por variables booleanas que estarán compartiendo información con el servidor OPC, estas se crean dando click derecho en la librería del servidor: seleccionar > New > Variable. (Ver Figura 4.26).

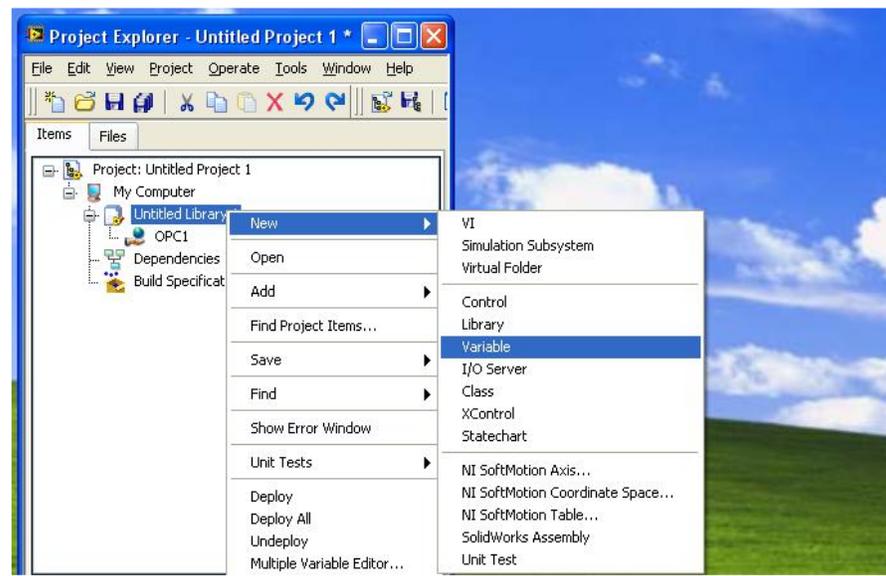


Figura 4.26 – Creación de una variable a través de NI OPC.

Al seleccionar esta opción, abrirá una ventana donde seleccionaremos el tipo de variable, que en este caso es “*Network-Published*” y el tipo de dato “*Boolean*” (Ver Figura 4.27), seleccionando la opción “*Enable Aliasing*” daremos click en *Browse* para navegar por las carpetas hasta encontrar nuestros *Tags* creados previamente en NI OPC Servers. Seleccionamos nuestro *Tag* a insertar y presionamos OK.

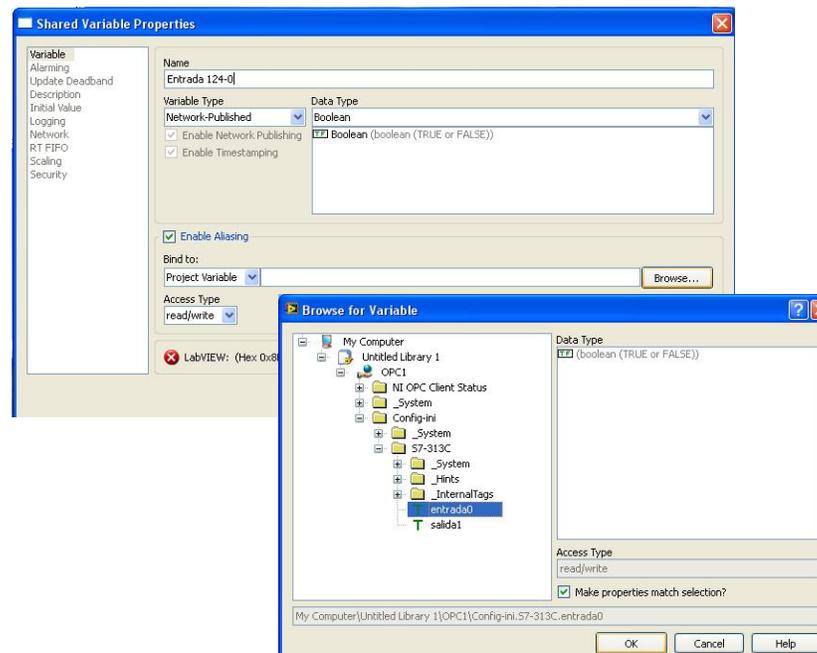


Figura 4.27 – Configuración de Tags en LabVIEW a partir de la configuración creada en NI OPC Servers.

Al agregar las diferentes variables a nuestro proyecto, estas se irán almacenando y colocando dentro de la ramificación de la librería del servidor de comunicaciones. Para hacer uso de estas variables dentro de la programación de LabVIEW, hay que arrastrar dicha variable de la ramificación del proyecto al “Panel Frontal” o al “Diagrama de Bloques”(Ver Figura 4.28 siguiente página), esta variable al ser insertada en el Panel Frontal se visualizará como un Push-Button con un indicador

en forma de triángulo en la parte superior derecha, el cual indica el estado de comunicación entre LabVIEW y el PLC.

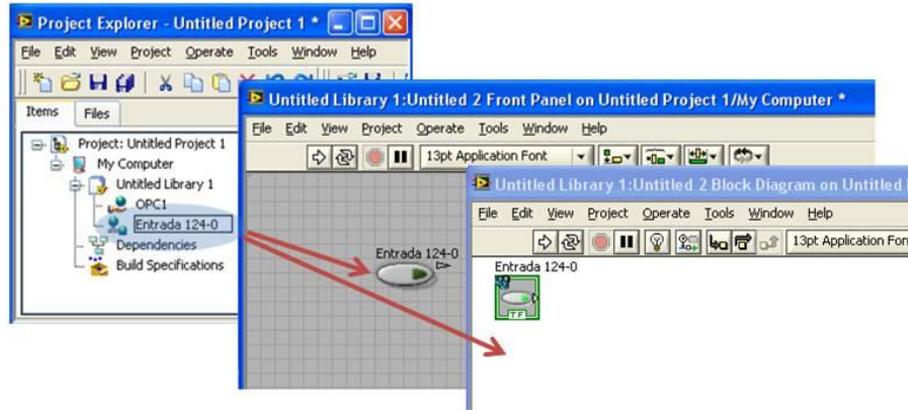


Figura 4.28 – Implementación de Tags OPC dentro del programa de ejecución en LabVIEW.

4.3 Uso de Variables en Red dentro de la programación en LabVIEW

Para usar las variables configuradas dentro del cuerpo del proyecto en LabVIEW se arrastra al “Panel Frontal o al Diagrama de Bloques”, con el fin de tener una mejor relación con los bloques usuales de LabVIEW, agregamos la variable dentro del diagrama de bloques. La modalidad de esta variable, puede ser de modo indicador o control. A continuación se muestra en la *Figura 4.29* un ejemplo de programa de un simple control de la salida A124.0 del PLC desde un *push button* en el Panel Fronta de LabVIEW.

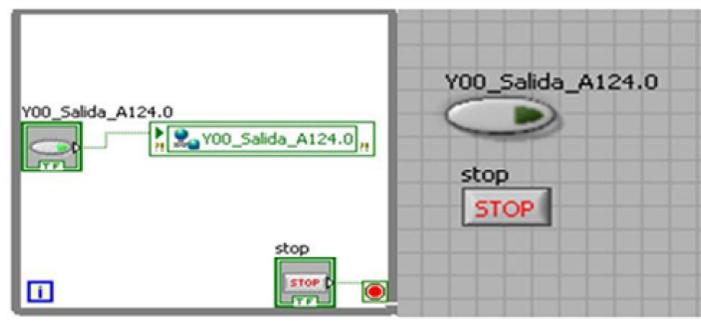


Figura 4.29 Programación encendido de salida A124.0 desde LabVIEW.

Así mismo, en la *Figura 4.30*, se muestra un simple programa que monitorea la lectura de una entrada física del PLC (Entrada E124).

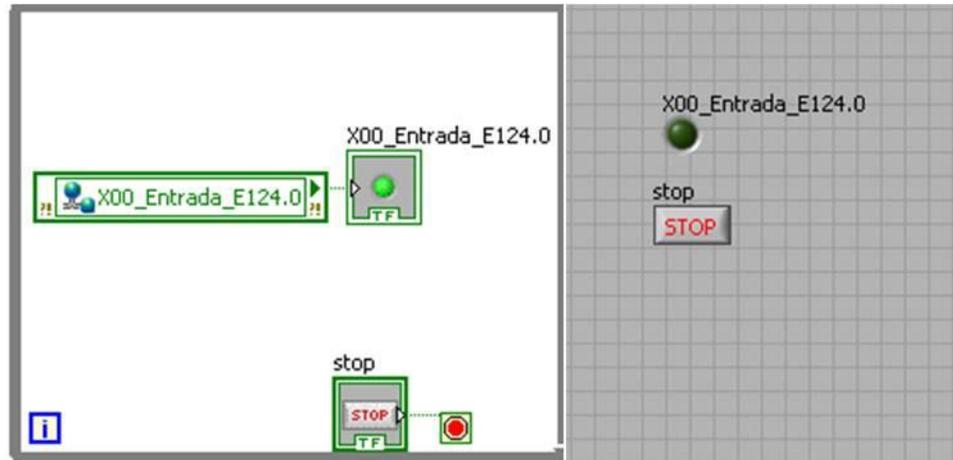


Figura 4.30 Lectura de la entrada E124.0 desde LabVIEW.

Así con los dos ejemplos anteriores, podemos tener control de las entradas y salidas en cuanto a monitoreo y control nos referimos. Con estas bases podemos realizar la programación que atienda a nuestros requerimientos, programación que se presenta en el siguiente subcapítulo.

4.4 Implementación de la Solución

4.4.1 Definición del Proceso

La Funcionalidad de la planta a utilizar en este proyecto, se resume en el siguiente algoritmo de acciones.

- 1.- Colocar equipo en inicio de Secuencia.
- 2.- Verificar que hay material a separar; Si no, ve a punto 8.

- 3.- Transportar material al Separador.
- 4.- Identificación de Material.
- 5.- Ubicación del equipo separador dependiendo del Material.
- 6.- Depositar en lugar apropiado.
- 7.- Regresar al punto (1).
- 8.- Fin.

Del algoritmo anterior podemos colocar los números de las acciones en la figura 4.31, se observa la descripción de la secuencia del algoritmo de la planta para mayor comprensión.

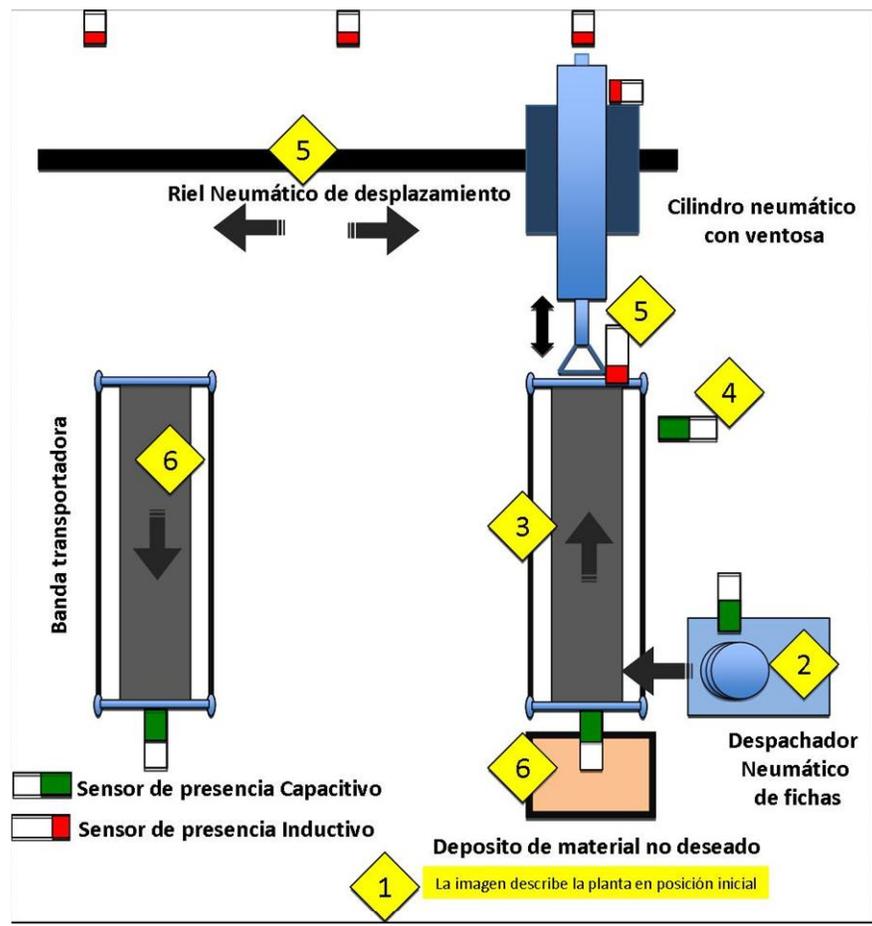


Figura 4.44 – Algoritmo de la planta.

Capítulo 5: Implementación de programación en Lenguaje LabVIEW interpretado por el PLC a través del protocolo OPC, a planta neumática

5.1 Identificación de Señales

Cada sensor y actuador dentro de la planta se registró con un nombre y un *Tag*, esto para tener referencia en todo momento de la automatización a realizar. La planta cuenta con 9 sensores y 10 actuadores. En la tabla siguiente (*ver tabla 5.1*) se muestra el listado completo con su respectiva descripción.

Nombre Sensor	Tag/Name	DESCRIPCION	Dirección PLC
S0	X00	Detecta fichas	E124.7
S1	X01	Detecta posición para ser seleccionado	E124.1
S2	X02	Detecta ficha de metal	E124.2
S3	X03	Detecta embolo arriba	E124.3
S4	X04	Detecta position 1 (derecha)	E124.4
S5	X05	Detecta posición 2 (en medio)	E124.5
S6	X06	Detecta posición 3 (izquierda)	E124.6
S7	X07	Detecta ficha en posición de banda transportadora 2	E125.0
S8	X08	Detecta ficha en posición de desecho ficha de metal	E125.1
A0	Y00	Energiza electroválvula de fichas	A124.7
A1	Y01	Energiza electroválvula de subida	A124.1
A2	Y02	Energiza electroválvula de bajada	A124.2
A3	Y03	Energiza electroválvula de succión	A124.3
A4	Y04	Energiza electroválvula de mov. izq	A124.4
A5	Y05	Energiza electroválvula de mov. der	A124.5
A6	Y06	ENABLE	A125.0
A7	Y07	ATRAS	A125.2
A8	Y08	ADELANTE	A125.3
A9	Y09	MENOR VEL	A125.1
A10	Y10	MAYOR VEL	A125.4

Tabla 5.1 Identificación y Descripción de Señales

Para una mejor comprensión de la identificación de las señales con el equipo instalado en la planta, en la *figura 5.2*, se muestra dicho equipo con los nombres indicados en la Tabla 5.1.

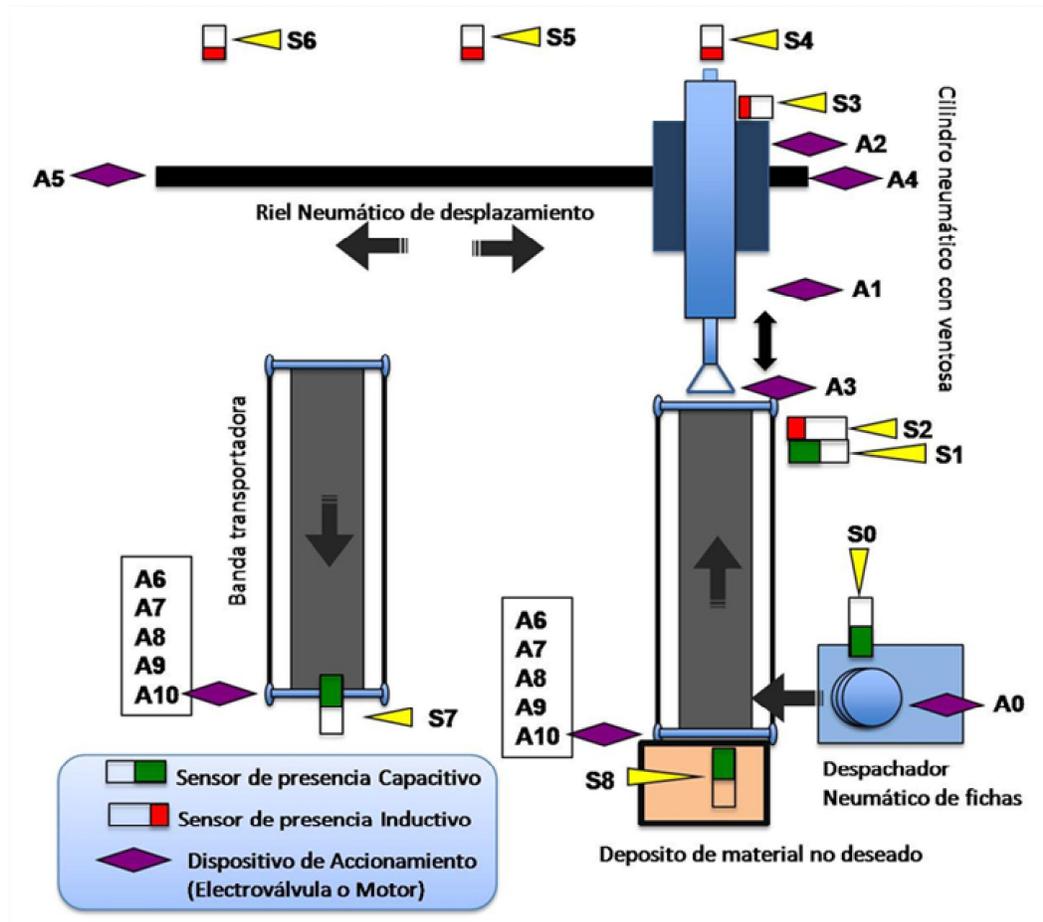


Figura 5.2 Identificación de señales en la planta electro-neumática.

5.2 Lógica de Secuencia

Para dar explicación a la lógica creada para cada paso, nos apoyamos en un GRAFCET (Grafica de Control de Etapas de Transición), en el cual se describe cada etapa, las acciones a realizar y su respectiva condición de transición. (Ver Figura 5.3 siguiente página).

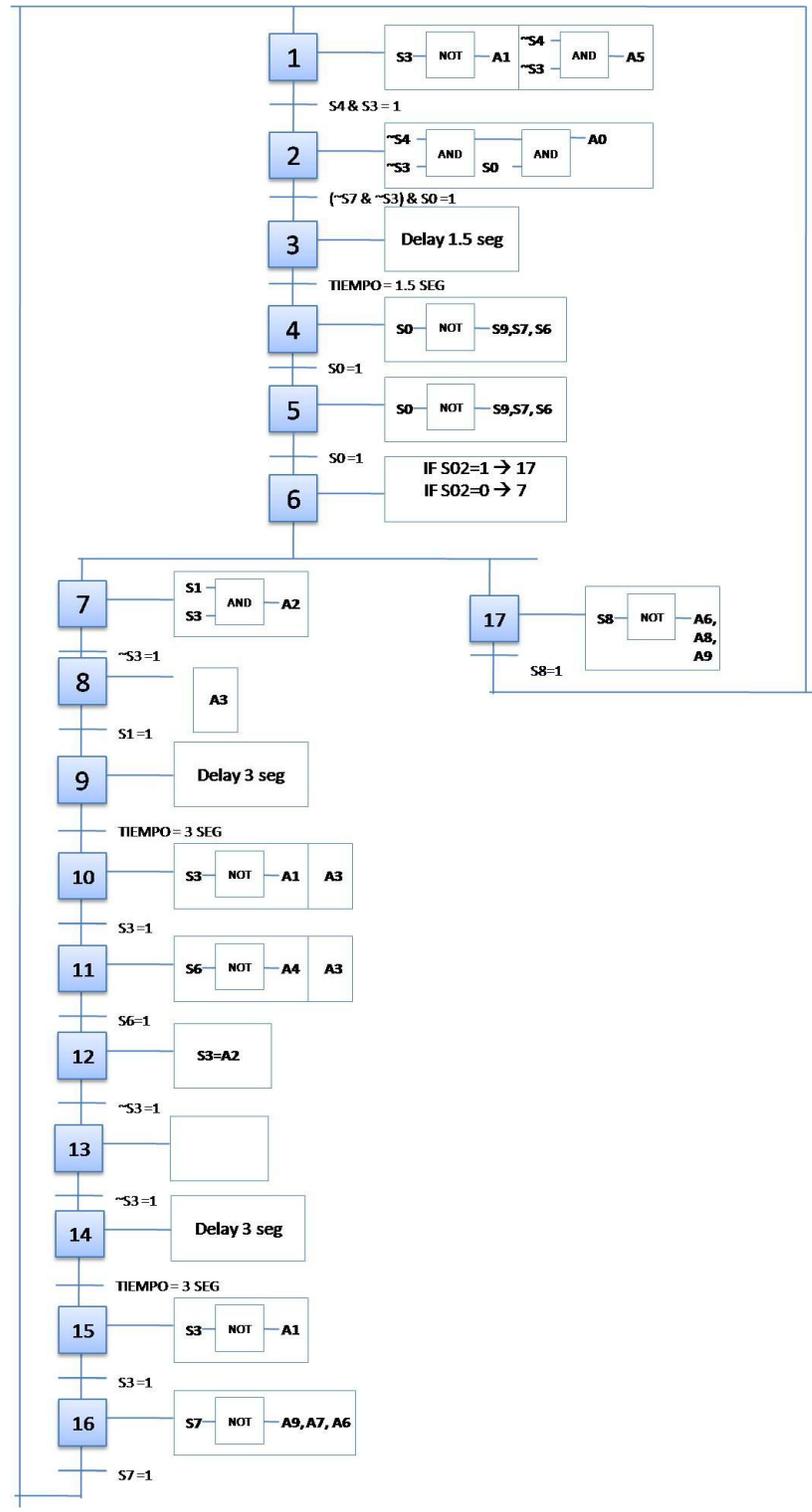


Figura 5.3 GRAFCET de la lógica de automatización.

Para implementar dicha automatización en LabVIEW a partir de un GRAFCET, se utilizó una máquina de estados el cual realiza la misma función para el fin de automatización. Este concepto anterior consiste en pasar de estados de transición por medio de una condición específica dentro de un ciclo iterativo. Dentro de los estados de transición se colocan todas las acciones a realizar hasta que la condición de transición sea verdadera. Este punto en particular se tomará en el capítulo 5.4 de este documento.

5.3 Panel Frontal

El panel Frontal es la ventana de interacción del usuario con la programación y la planta dentro del software LabVIEW.

El panel frontal creado en este proyecto, permite tener indicadores y controles de los estados de cada mecanismo en la planta (Ver Figura 5.4).

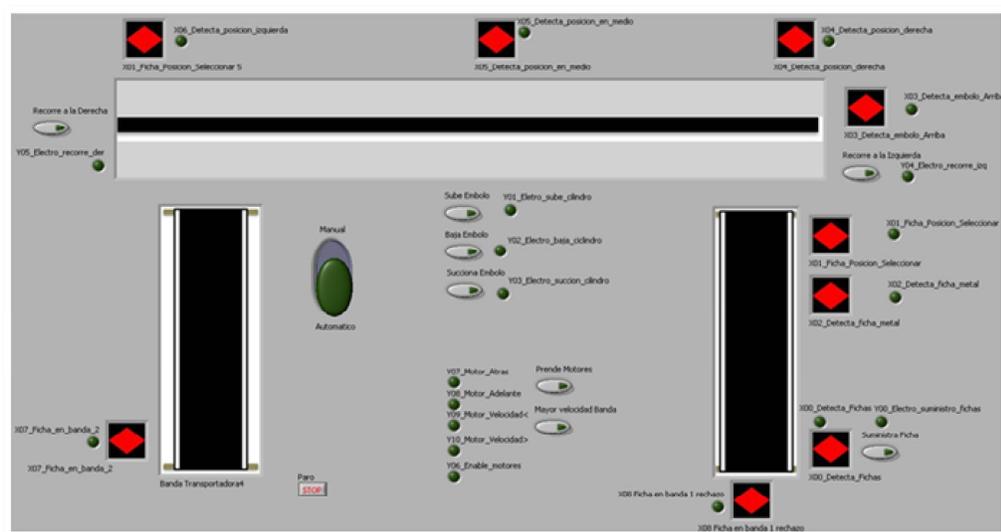
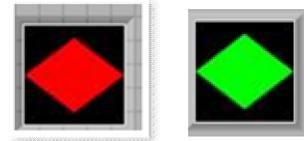


Figura 5.4 Panel Frontal de la automatización de la planta.

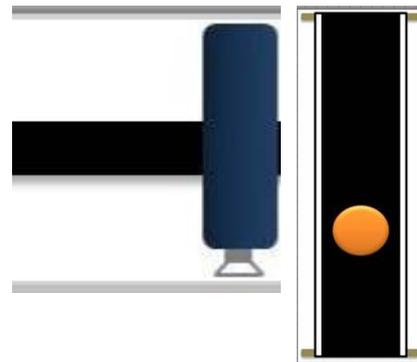
Los indicadores usados en esta programación se pueden dividir en 3 partes, estos se muestran en el Panel Frontal como se indica a continuación:

- Estados de Sensores



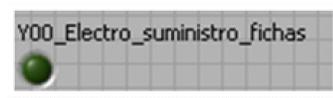
Son indicadores en forma de rombos que cambian de color rojo a verde según su estado si es 0 o 1.

- Estados de actuadores



Son indicadores en forma de animaciones que muestran el funcionamiento de dicho mecanismo.

- Estados de señales de control



Son indicadores en forma de led's que muestran los estados de las señales de control de la lógica programada.

La parte de controles está dividida en 2 partes las cuales se representan en el Panel Frontal como se indica a continuación:

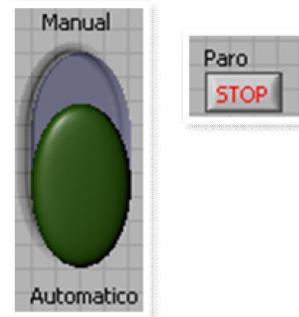
- Botón Control de Actuadores.

Son botones que permiten mandar señales hacia los dispositivos en planta directamente.



- Botón Control Lógico.

Son botones que permiten mandar señales hacia los dispositivos en planta directamente.



5.4 Diagrama de Bloques

El Diagrama de bloques es la parte dentro de LabVIEW que aloja toda la programación creada para dar solución al algoritmo planeado, en resumen, el diagrama de bloques creado para este proyecto, está basado en un seleccionador de dos casos (automático y manual) inmerso en un

ciclo While. En el seleccionador del costado izquierdo, tenemos todas las señales de entradas, mientras que por el lado izquierdo se tienen las señales de salidas. (Ver Figura 5.5)

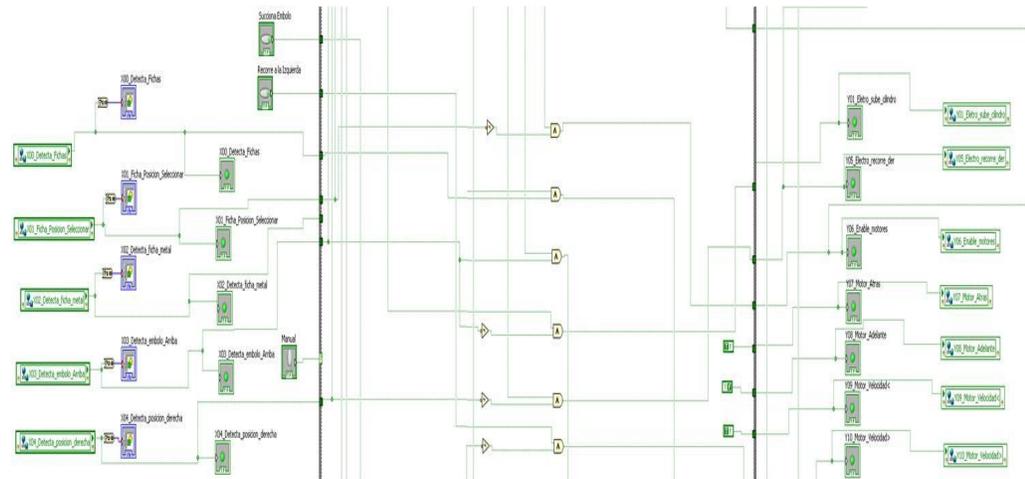


Figura 5.5 – Diagrama de Bloques modo manual

Para el modo Manual se tiene un enlace semi-directo entre las señales de control de los actuadores y las salidas físicas que conectan a los dispositivos en planta. Las restricciones para accionar los mecanismos se muestran en la *Tabla 5.6*

Descripción de la Salida	Señal activa de Restricción	DESCRIPCION
Energiza electroválvula de fichas	X00	Detecta fichas
Energiza electroválvula de subida	~X03	Detecta embolo arriba
Energiza electroválvula de bajada	X03	Detecta embolo arriba
Energiza electroválvula de succión	No	
Energiza electroválvula de mov. izq	~X04	Detecta posición 1 (derecha)
Energiza electroválvula de mov. der	~X06	Detecta posición 3 (izquierda)
ENABLE	No	
ATRAS	No	
ADELANTE	No	
MENOR VEL	No	
MAYOR VEL	No	

Tabla 5.6- Tabla de restricciones para accionamiento manual.

Capítulo 6: Control Remoto del Proceso mediante el uso de un Servidor VNC

6.1 Servidores VNC

VNC (Virtual Network Computing) es un programa de software libre basado en una estructura cliente-servidor el cual permite tomar el control del ordenador servidor remotamente a través de un ordenador cliente, mediante un protocolo simple de acceso remoto a interfases graficas llamado RFB (Remote Frame Buffer).

Este programa también llamado software de escritorio remoto, no impone restricciones en el sistema operativo del ordenador servidor con respecto al del cliente: es posible compartir la pantalla de una máquina con cualquier sistema operativo que soporte VNC conectándose desde otro ordenador o dispositivo que disponga de un cliente VNC instalado.

En resumen, estas aplicaciones permiten que una computadora que llamaremos *PcClient* se conecte a otra que llamaremos *PcServer* y tomar el control de la misma como si se estuviera presencialmente en ella¹, como se puede apreciar en la *Figura 6.1*.

¹ De León Morales-Jesús., Guerra- Cesar., Plataforma computacional para el control de un robot vía Internet, Revista Ciencia UANL [en línea]. Vol. XII. No 2, abril-junio 2009 [fecha de consulta 29 de octubre 2012]. Disponible en:
http://dialnet.unirioja.es/servlet/dfichero_articulo?codigo=2944588

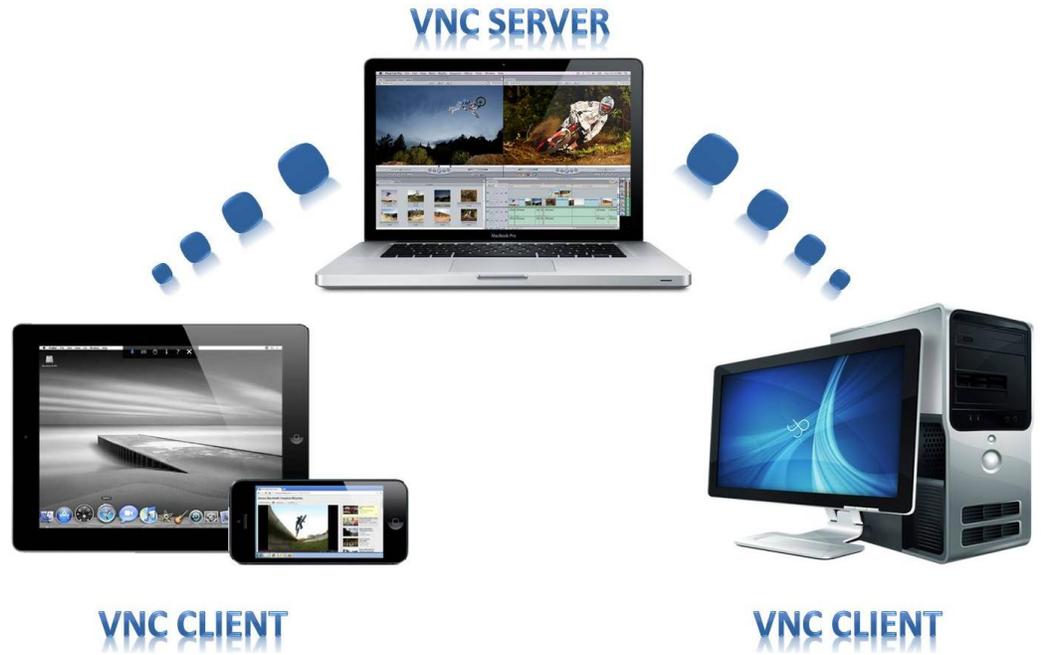


Figura 6.1- Representación del funcionamiento del servidor-cliente VNC.

6.2 Configuración Servidor-Cliente usando Real VNC

Entre otros programas de acceso remoto, tenemos uno muy funcional y de acceso libre llamado Real VNC, este se puede descargar de manera gratuita desde la siguiente dirección electrónica <http://www.realvnc.com/download/vnc/>. Una vez descargado e instalado en los dispositivos a utilizar, configuramos el que actuara como servidor y el que actuara como cliente como se muestra en la *Figura 6.2* de la siguiente página.

Para el correcto funcionamiento de esta aplicación, es necesario contar con una conexión a Internet de Banda Ancha y una dirección IP real para el servidor, ya que así podemos ingresar a ella no sólo desde una PC en la misma red local si no desde una PC con conexión a la web.

Para el dispositivo conectado como *client*, sólo es necesario contar con acceso a Internet además de la instalación del servidor VNC.

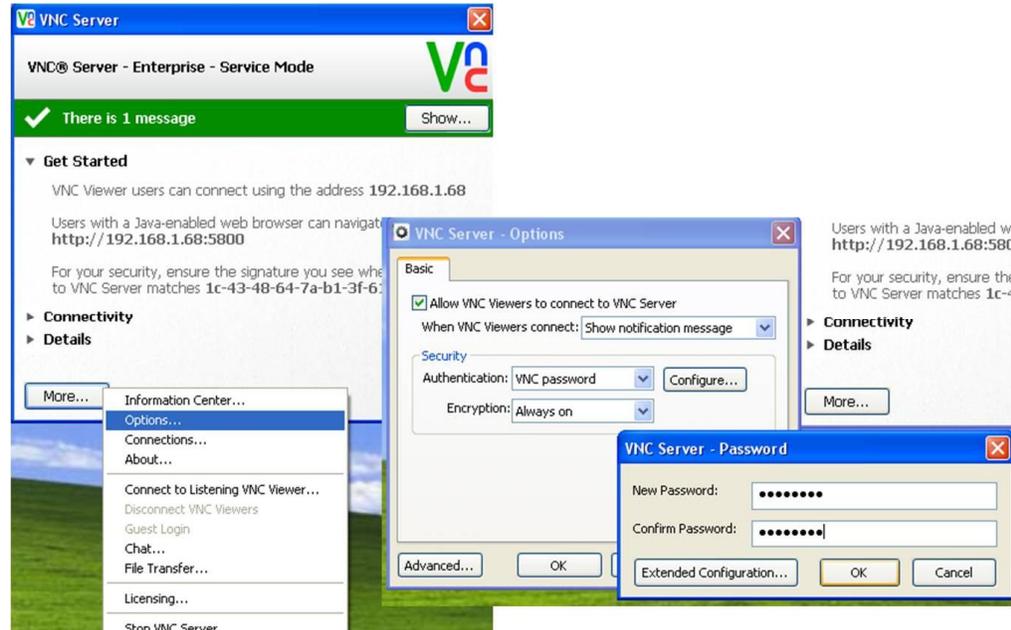


Figura 6.2- Configuración del servidor VNC usando Real VNC.

6.3 Ejecución servidor-cliente VNC a programa en LabVIEW

Después de la debida instalación y configuración del servidor-cliente VNC, dejamos corriendo el programa en LabVIEW desde la computadora servidor y nos enlazamos a su dirección IP 192.168.1.68 vía el servidor *Client*, esta se muestra en la configuración del servidor VNC en la Figura 6.2.

En la pantalla de nuestro VNC *Client*, colocaremos la dirección IP del servidor y la debida contraseña que se colocó en la configuración (Ver Figura 6.3).

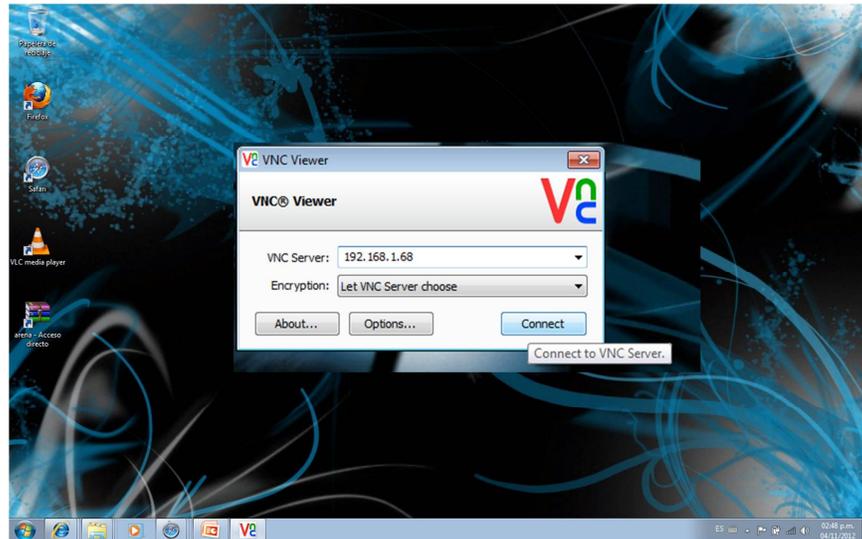


Figura 6.3- Configuración del cliente usando Real VNC.

Después de tener una conexión exitosa con el servidor VNC, se abre una ventana donde tenemos control total del escritorio remoto. De esta manera es como podemos tener control remoto de nuestro programa creado en LabVIEW ejecutándose este en el sitio de la planta (Ver Figura 6.4).

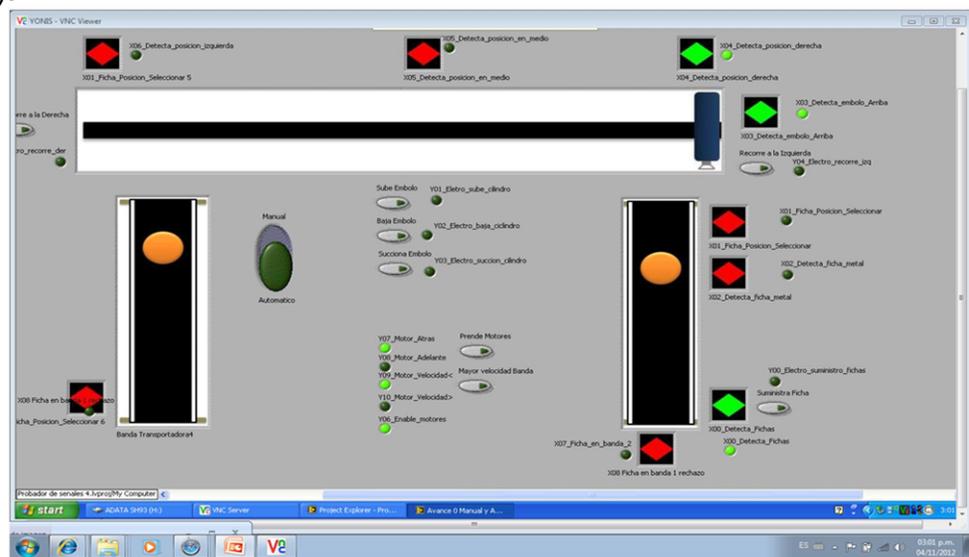


Figura 6.4- Ejecución del programa en LabVIEW usado vía remota en w7.

6.4 Ejecución del servidor-cliente VNC al programa creado en LabVIEW desde un dispositivo Apple IPHONE 4G

El mismo procedimiento descrito anteriormente lo podemos adecuar a un dispositivo móvil compatible con la aplicación VNC Server. En esta prueba se instaló la App VNC Viewer en un Apple Iphone 4G.

La configuración para realizar la ejecución, consiste en colocar la dirección IP del servidor y la contraseña correspondiente. En la figura 6.5 se muestran impresiones de pantalla de la configuración y ejecución de la aplicación y el programa de LabVIEW controlado vía remota.



Figura 6.5- Ejecución del programa creado en LabVIEW vía remota desde
Iphone 4G.

Capítulo 7: Resultados Experimentales

Para el presente trabajo, se tienen completadas las actividades mencionadas en los siguientes puntos, que terminan el trabajo planteado de inicio para el correcto funcionamiento de la planta electro-neumática:

- Instalación, remodelación y adecuación de equipo electro-neumático (electroválvulas y sensores).
- Instalación de equipo de control (PLC y Módulo Nuevo Cp. 343-1 Ethernet).
- Cableado entre el equipo de planta y el equipo de control.
- Configuración de Software (Ni OPC Servers, NI LabVIEW 2009 y Simatic Spet 7 Manager).
- Pruebas de conexiones entre la Planta física y el Servidor OPC.
- Creación de sistema SCADA en LabVIEW 2009.
- Ajustes en programación de sistema SCADA.
- Pruebas finales de Puesta en Marcha.
- Ejecución vía remota desde una PC y un dispositivo móvil (Iphone 4G).

Se tuvieron percances durante el trabajo de remodelación y adecuación en la instalación de la planta neumática, ya que esta tenía un uso discontinuado y dificultó realizar un funcionamiento adecuado para automatización.

En la instalación del equipo de control, se tuvo una nueva adquisición (Módulo Siemens Cp. 343-1 Ethernet), por lo que su

instalación y configuración se realizó de cero, teniendo algunas complicaciones por falta de información.

Se realizó la correcta instalación y configuración del software a utilizar esto sin problema alguno, ya que en asignaturas anteriores se había estudiado y configurado equipo similar.

Las pruebas de conexiones no tuvieron problema alguno, esto debido a la ágil adecuación de la planta, al tener conexiones Banana en todos los equipos y dispositivos de la planta.

Teniendo conocimientos de asignaturas previas del módulo de control y robótica se pudo crear un sistema SCADA en LabVIEW robusto y confiable, ya que de la experiencia con este programa pude crear una programación ágil y comprensible, de manera que el usuario que ejecute la aplicación no tenga ningún inconveniente de usarlo.

Finalmente al probar la programación del sistema SCADA en la planta, se tuvieron que realizar ajustes a esta, ya que de inicio no se tomaron algunos aspectos como: tiempos de ejecución de los actuadores y retardos en las señales de control provenientes de los sensores. Una vez realizados los ajustes pertinentes, la planta reacciona al funcionamiento para el cual fue programado y no presenta anomalías en cuanto al funcionamiento continuo.

Para la instalación y ejecución de el servidor VNC se tuvieron inconvenientes, primero al tener que configurar la IP real que existe en el laboratorio ya que esta solo cuenta con una y está localizada fuera de las

instalaciones del laboratorio, para esto se tuvo que adecuar un cable de red que conectara la planta hasta el switch principal del Laboratorio de control. Ya en la ejecución el Servidor VNC respondió perfectamente y sin ningún inconveniente. Cabe mencionar que se tiene una conexión a Internet de banda ancha muy estable.

Conclusiones

La utilización de un sistema embebido (PC) como unidad central de procesos del algoritmo de programación creado en LabView, es de fácil manejo teniendo una interfaz de fácil interacción con el usuario, ya que éste me brindó la oportunidad de tener a mi disposición, diferentes herramientas adaptables a la programación.

Se logró que para la parte de comunicación entre una PC y una planta industrial fuese robusta y adaptable, esto lo demuestra el protocolo OPC que maneja la parte de interacción entre estos entes, el cual funciona acorde a lo requerido en la automatización.

La utilización de un PLC PLC Siemens S7 300 dentro de la estructura de control dio una confiabilidad y precisión el cual hoy en día es usado por muchas de las industrias, las cuales confían en este sistema para llevar a cabo la automatización de sus procesos ya que tiene un hardware diseñado para trabajar en ambientes industriales haciendo que la probabilidad de fallo sea casi nula.

En este documento se presenta una prueba confiable de un proceso de automatización industrial utilizando un lenguaje de programación novedoso (lenguaje G) que cada vez va teniendo más aceptación en el mercado y el cual tiene mucho material a desarrollar dentro de sistemas de control e interacción con el usuario.

La mejor manera de innovar y entender las futuras necesidades comienza desde el entendimiento y participación en proyectos de

ingeniería como el presentado en este documento. Ya que asienta las bases de todo el entorno que se vive hoy en día en el campo de automatización, al buscar tener un software con un alto grado de adaptabilidad al constante cambio en tecnología que sufre nuestro entorno actual, como el uso de gadgets, smartphones y tablets que día a día absorben el trabajo de cada una de nuestras tareas.

Bibliografía

- Calderón-Jorge. Control y Monitoreo SCADA de un proceso experimental, utilizando PLC Siemens S7-300 y Software LabVIEW, tesis (licenciatura en ingeniería), México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2009, 117 pp.
- Clarke-Gordon, Reynders-Deon, *Modern SCADA Protocols*, 1ra edición, Oxford, 2004, 548 pp.
- Jack-Hugh. *Automating Manufacturing Systems with PLC's*, [en línea], Versión 4.2, abril 2003 [consulta, 29 de Julio de 2012]. Disponible en:
- Soriano-Román. Control Electro-neumático utilizando el módulo NI6008, tesis (licenciatura en ingeniería), México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2008, 86 pp.

Anexos:

Anexo 1

Tabla 1. Comparación entre características entre algunos buses y protocolos, Imagen tomada de la página de la Asociación de la Industria Eléctrica-Electrónica Chile.

<http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/articulos/agosto-06.pdf>

(fecha de consulta: 13 mayo de 2012)

Anexo 2

Catalogo: Solenoid/pneumatic valves, ISO 5599-1

Datos extraídos de la página de productos Festo

http://xdki.festo.com/xdki/data/doc_ENGB/PDF/EN/ISO5599_EN.PDF

(Fecha de consulta: 20 octubre de 2012)

Anexo 3

Catalogo: Actuadores lineales SLM, con guía

Datos extraídos de la página de productos Festo

http://xdki.festo.com/xdki/data/doc_ES/PDF/ES/SLM_ES.PDF

(Fecha de consulta: 20 octubre de 2012)

Anexo 4

Catalogo: Detectores de proximidad SIED, inductivo

Datos extraídos de la página de productos Festo

https://xdki.festo.com/xdki/data/doc_ES/PDF/ES/SIEX_ES.PDF

(Fecha de consulta: 20 octubre de 2012)

Anexo 5

Catalogo: Cilindros normalizados DSNU, ISO 6432

Datos extraídos de la página de productos Festo

http://xdki.festo.com/xdki/data/doc_ES/PDF/ES/DSNU-ISO_ES.PDF

(Fecha de consulta: 20 octubre de 2012)

Anexo 6

Manual de equipo, parte B: CPs S7 para industrial Ethernet

Datos extraídos de la página de productos Siemens

http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll/csfetch/23643456/GH_CP343-1-Lean-

[CX10_78.pdf?func=cslib.csFetch&nodeid=23869609&forcedownload=true](http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll/csfetch/23643456/GH_CP343-1-Lean-CX10_78.pdf?func=cslib.csFetch&nodeid=23869609&forcedownload=true)

(Fecha de consulta: 20 octubre de 2012)

Anexo 7

Datos Técnicos Simatic S7-300, CPU 313c

<http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&lang=es&objid=6ES73135BG040AB0&caller=view>

(Fecha de consulta: 20 octubre de 2012)

Mesografía

- <http://claymore.engineer.gvsu.edu/~jackh/books.html> Rodríguez-Aquilino. *Sistemas SCADA*, 2da Edición, Barcelona España, 2007, pp. 1-76
- Universidad de Chile. Sistema de servicios de información y bibliotecas Guía para la redacción de referencias bibliográficas [en línea], Santiago, Chile 2004. [Consulta 2 de agosto 2012]. Disponible en: <http://bibliotecas.uchile.cl/servicios/referencias-bibliograficas.pdf>

Anexos

Anexo 1: Tabla de características protocolos de comunicación

Nombre	Topología	SopORTE	Max. dispositivos	Rate transm. bps	Distancia max km	Comunicación
Profibus DP	línea, estrella y anillo	par trenzado fibra óptica	127/segm	Hasta 1.5M y 12M	0.1 segm 24 fibra	Master/Slave peer to peer
Profibus PA	línea, estrella y anillo	par trenzado fibra óptica	14400 /segm	31.5K	0.1 segm 24 fibra	Master/Slave peer to peer
Profibus FMS		par trenzado fibra óptica	127/segm	500K		Master/Slave peer to peer
Foundation Fieldbus HSE	estrella	par trenzado fibra óptica	240 p/segm 32.768 sist	100M	0.1 par 2 fibra	Single/multi master
Foundation Fieldbus H1	estrella o bus	par trenzado fibra óptica	240 p/segm 32.768 sist	31.25K	1.9 cable	Single/multi master
LonWorks	bus, anillo, lazo, estrella	par trenzado fibra óptica coaxial, radio	32768 /dom	500K	2	Master/Slave peer to peer
Interbus-S	segmentado	par trenzado fibra óptica	256 nodos	500K	400/segm 12.8 total	Master/Slave
DeviceNet	troncal/puntual c/bifurcación	par trenzado fibra óptica	2048 nodos	500K	0.5 6 c/repetid	Master/Slave, multi-master, peer to peer
AS-I	bus, anillo, árbol, estrella	par trenzado	31 p/red	167K	0.1, 0.3 c/rep	Master/Slave
Modbus RTU	línea, estrella, árbol, red con segmentos	par trenzado coaxial radio	250 p/segm	1.2 a 115.2K	0.35	Master/Slave
Ethernet Industrial	bus, estrella, malla-cadena	coaxial par trenzado fibra óptica	400 p/segm	10, 100M	0.1 100 mono c/switch	Master/Slave peer to peer
HART		par trenzado	15 p/segm	1.2K		Master/Slave

Anexo 2: Electroválvulas

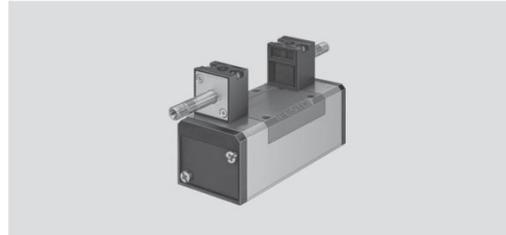
Solenoid valves JMFH, ISO 5599-1

Technical data – 5/2-way valves, double solenoid

FESTO

 Flow rate
1200 ... 4500 l/min

 Voltage
12, 24, 42, 48 V DC
24, 42, 48, 110, 230,
240 V AC



General technical data				
ISO size	1	2	3	
Valve function	5/2-way, double solenoid			
Constructional design	Piston spool			
Sealing principle	Soft			
Actuation type	Electrical			
Type of pilot control	Piloted			
Pilot air supply	Internal or external			
Direction of flow	Non-reversible			
Exhaust function	With flow control			
Manual override	Via accessory, detenting			
Type of mounting	Via through-holes			
Mounting position	Any			
Nominal size	[mm]	8	11	14.5
Standard nominal flow rate	[l/min]	1200	2300	4500
Grid dimension	[mm]	43	56	71
Pneumatic connection on sub-base		G $\frac{1}{4}$	G $\frac{3}{8}$	G $\frac{1}{2}$
Product weight	[g]	490	750	1060
Noise level	[dB (A)]	85		
Certification	Germanischer Lloyd			

Operating and environmental conditions		
Operating medium	Compressed air in accordance with ISO 8573-1:2010 [7:4:4]	
Pilot medium	Compressed air in accordance with ISO 8573-1:2010 [7:4:4]	
Note on operating/pilot medium	Operation with lubricated medium possible (in which case lubricated operation will always be required)	
Operating pressure	Internal pilot air supply [bar]	2 ... 10
	External pilot air supply [bar]	-0.9 ... +16
Pilot pressure	[bar]	2 ... 10
Ambient temperature	[°C]	-5 ... +40
Temperature of medium	[°C]	-10 ... +60

Valve response times [ms]						
ISO size	1		2		3	
	Dominant signal at 14		Dominant signal at 14		Dominant signal at 14	
With F solenoid coil						
	16	16	18	18	18	18

Anexo 2: Electroválvulas

Solenoid valves JMFH, ISO 5599-1

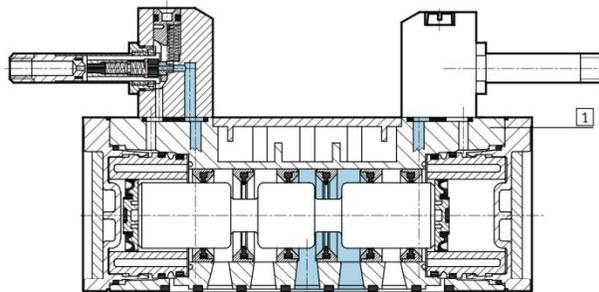
Technical data – 5/2-way valves, double solenoid

FESTO

Electrical data			
ISO size		1, 2, 3	
F solenoid coil			
Electrical connection	Design	Plug vanes for plug sockets MSSD-F, KMF	
Operating voltage	D.C. voltage	[V DC]	12, 24, 42, 48
	A.C. voltage	[V AC]	24, 42, 48, 110, 230, 240 (50 ... 60 Hz)
Coil characteristics	D.C. voltage	[W]	4.5
	A.C. voltage	[VA]	Pull: 7.5 Hold: 6
Protection class to EN 60 529		IP65	

Materials

Sectional view



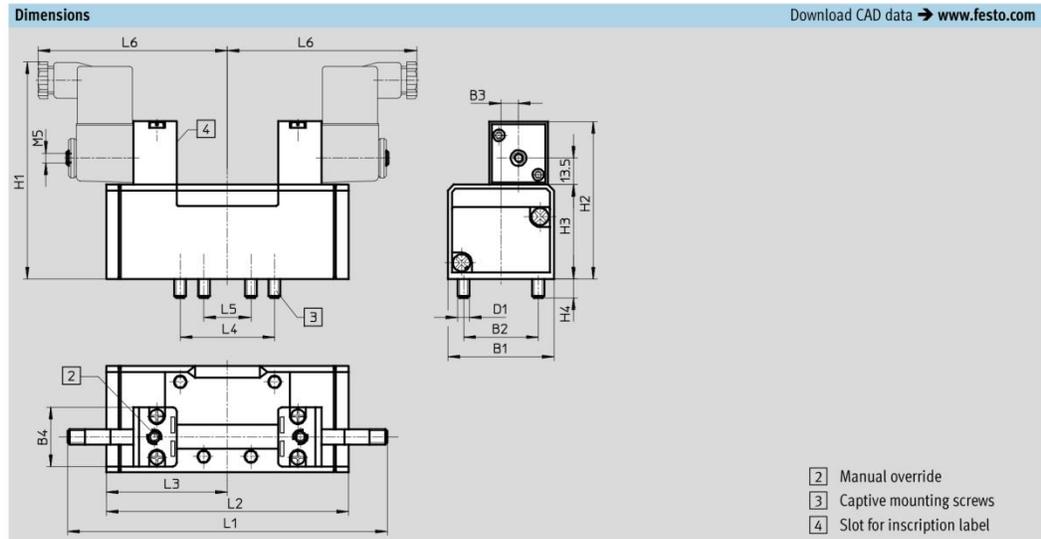
1	Housing	Die-cast aluminium, polyacetate
-	Seals	Nitrile rubber

Anexo 2: Electroválvulas

Solenoid valves JMFH, ISO 5599-1

Technical data – 5/2-way valves, double solenoid

FESTO



ISO size	B1	B2	B3	B4	D1	H1	H2	H3	H4	L1	L2	L3	L4	L5	L6
1	42	28	6	30	M5	100	70.3	38	9	142.6	87.6	43.8	36	18	88
2	54	38	9	30	M6	110	80.3	48	9.5	160.4	123.4	61.7	48	24	97
3	65	48	12	30	M8	117	87.3	55	12	181	145.4	72.7	64	32	109

Ordering data		ISO size	Part No.	Type
	Without F solenoid coil ¹⁾ , internal pilot air supply	1	150980	JMFH-5/2-D-1-C
		2	151852	JMFH-5/2-D-2-C
		3	151871	JMFH-5/2-D-3-C
	Without F solenoid coil ¹⁾ , external pilot air supply	1	152563	JMFH-5/2-D-1-S-C
		2	151023	JMFH-5/2-D-2-S-C
		3	151033	JMFH-5/2-D-3-S-C
	Without F solenoid coil ¹⁾ , internal pilot air supply, with dominant signal at 14	1	151019	JMFDH-5/2-D-1-C
		2	151853	JMFDH-5/2-D-2-C
		3	151872	JMFDH-5/2-D-3-C

1) F solenoid coils → 100

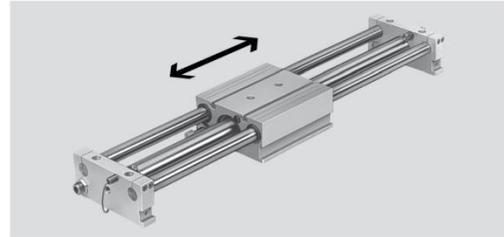
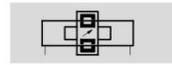
Anexo 3: Actuador Lineal

Actuadores lineales SLM, con guía

FESTO

Hoja de datos

Función



- \varnothing - Diámetro
12 ... 40 mm
- | - Carrera
10 ... 1 500 mm

Datos técnicos generales						
Diámetro del émbolo	12	16	20	25	32	40
Carrera [mm]	10 ... 500	10 ... 800		10 ... 1 500		
Conexión neumática	M5		G $\frac{1}{8}$			G $\frac{1}{4}$
Funcionamiento	Doble efecto					
Construcción	Carro Actuador lineal sin vástago					
Amortiguación en las posiciones finales mediante amortiguadores	Ajuste automático en ambos lados - - Regulable en ambos lados					
Detección de posiciones	Para detectores de proximidad					
Tipo de fijación	Mediante taladros Con rosca interior					
Posición de montaje	Indistinta					
Antigiro/Guía	Barra de guía con carro y guía de bolas					

Condiciones de funcionamiento y del entorno						
Diámetro del émbolo	12	16	20	25	32	40
Fluido de trabajo	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:-:-]					
Nota sobre el fluido de trabajo/mando	Operation with lubricated medium possible (in which case lubricated operation will always be required)					
Presión de funcionamiento [bar]	≤7					
Temperatura ambiente ¹⁾ [°C]	-20 ... +60					

1) Tener en cuenta las condiciones de funcionamiento de los detectores

Fuerzas [N]						
Diámetro del émbolo	12	16	20	25	32	40
Fuerza teórica con 6 bar en avance	68	121	188	295	483	754
Fuerza teórica con 6 bar en retroceso	68	121	188	295	483	754
Fuerza de separación del acoplamiento magnético	100	160	270	400	680	1 050

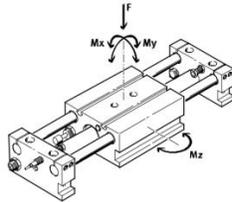
Anexo 3: Actuador Lineal

Actuadores lineales SLM, con guía

Hoja de datos

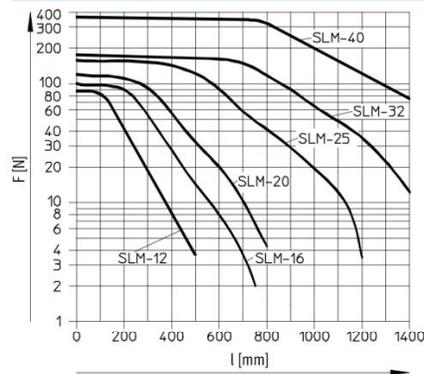


Carga dinámica admisible

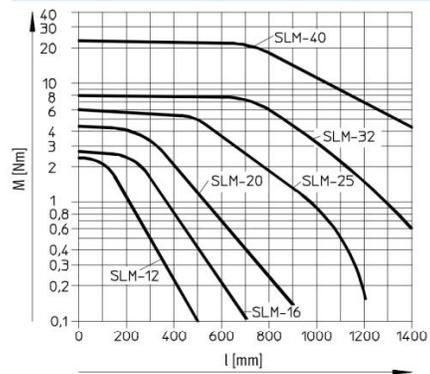


F = Carga
 $M \geq M_x$
 $M \geq M_y$
 $M \geq M_z$

Carga admisible F en función de la carrera l



Momento de giro admisible F en función de la carrera l

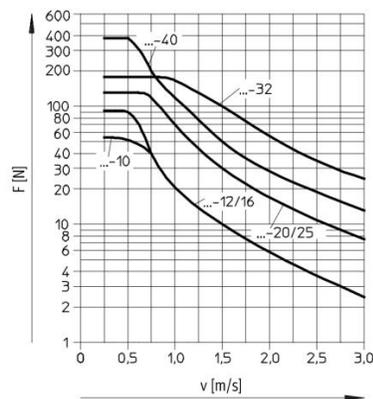


Carga admisible F en los amortiguadores en función de la velocidad de impacto v con montaje en posición horizontal

$$F \geq m_L \times g$$

$$g = 9,81 \text{ N/mm}^2$$

$$m_L = \text{Carga [kg]}$$



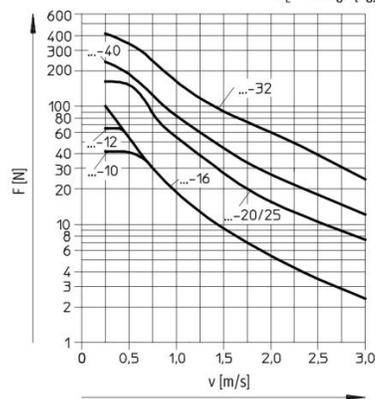
con montaje en posición vertical

$$F \geq (m_L + m_E) \times g$$

$$g = 9,81 \text{ N/mm}^2$$

$$m_E = \text{Masa móvil (peso propio) [kg]}$$

$$m_L = \text{Carga [kg]}$$



Anexo 3: Actuador Lineal

Actuadores lineales SLM, con guía

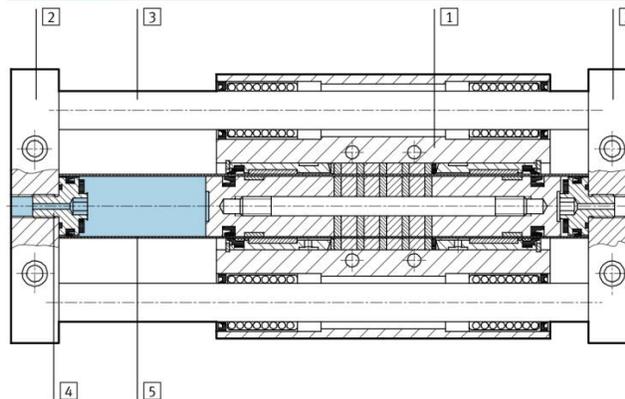
FESTO

Hoja de datos

Pesos [g]						
Diámetro del émbolo	12	16	20	25	32	40
Peso básico con carrera de 0 mm	1 110	1 730	2 620	3 800	6 400	9 550
Peso adicional por 10 mm de carrera	10	15	21	36	55	85
Masa móvil	620	1 080	1 400	2 150	3 150	5 080

Materiales

Vista en sección



Eje de guía sin actuador		
1	Carro	Aleación de aluminio
2	Placa final	Aleación de aluminio
3	Barra de guía	Acero
4	Soporte de la camisa del cilindro	Aleación de aluminio
5	Camisa del cilindro	Acero de aleación fina, inoxidable
-	Placa	Aleación de aluminio
-	Juntas	Caucho nitrílico

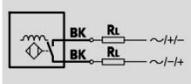
Anexo 4: Sensores de Proximidad

Detectores de proximidad SIED, inductivo

FESTO

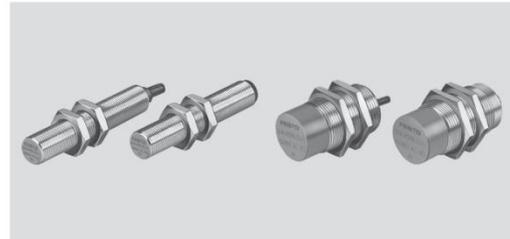
Hoja de datos: distancia normalizada de conmutación, para corriente continua y alterna

Función¹⁾



- Distancia normalizada de conmutación
- Para corriente continua y alterna
- Forma redonda

1) Por ejemplo, contacto normalmente abierto, con cable



Datos técnicos generales	
Forma	Redonda
Corresponde a la norma	EN 60947-5-2
Certificación	c UL us - Listed (OL) C-Tick
Símbolo CE (consultar declaración de conformidad)	Según directiva de máquinas UE CEM ¹⁾ Según directiva UE de baja tensión
Características del material	No contiene cobre ni PTFE

1) Para obtener información sobre las condiciones de utilización, véase la declaración CE de conformidad del fabricante: www.festo.com → Soporte técnico → Documentación para usuarios. En caso de aplicarse limitaciones a la utilización de los equipos en zonas urbanas, comerciales e industriales, así como en pequeñas empresas, puede ser necesario adoptar medidas complementarias para reducir la emisión de interferencias.

Señal de entrada / elemento de medición		
Temperatura ambiente	[°C]	-25 ... +85

Salida, general							
Tipo de montaje	Enrasado			Sin enrasar			
Tamaño	M12	M18	M30	M12	M18	M30	
Precisión de repetición	[mm]	0,1	0,15	0,3	0,2	0,2	0,4

Salida conmutada							
Tipo de montaje	Enrasado			Sin enrasar			
Tamaño	M12	M18	M30	M12	M18	M30	
Salida conmutada	Sin contacto, bifilar			Sin contacto, bifilar			
Funcionamiento del elemento de maniobra	Contacto normalmente abierto			Contacto normalmente abierto			
	Contacto normalmente cerrado			Contacto normalmente cerrado			
Distancia de conmutación calculada	[mm]	2	5	10	4	8	15
Distancia de detección asegurada	[mm]	1,62	4,05	8,1	3,24	6,5	12,5

Factores de reducción							
Aluminio		0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	0,5
Acero inoxidable 18/8		0,9	0,7	0,7	0,9	0,7	0,8
Cobre		0,4	0,3	0,3	0,5	0,3	0,4
Latón		0,6	0,4	0,4	0,6	0,4	0,5
Acero 37		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Histéresis	[mm]	0,02 ... 0,44	0,04 ... 1,15	0,05 ... 2,2	0,03 ... 0,88	0,03 ... 1,9	0,04 ... 3,3
Frecuencia máxima de maniobra AC	[Hz]	25			25		
Frecuencia máxima de maniobra DC	[Hz]	1 200	490	200	900	340	220
Corriente máxima de salida	[mA]	200	300	300	200	300	300
Corriente mínima de carga	[mA]	5					
Caída de tensión	[V]	≤ 8					

Anexo 4: Sensores de Proximidad

Detectores de proximidad SIED, inductivo

FESTO

Hoja de datos: distancia normalizada de conmutación, para corriente continua y alterna

Salida, más datos	
Resistencia a cortocircuitos	No

Parte electrónica	
Tensión de funcionamiento máxima en AC [V AC]	20 ... 265
Margen de tensión de funcionamiento DC [V DC]	20 ... 320
Intensidad en reposo [mA]	≤ 1,5
Protección contra polarización inversa	En todas las conexiones eléctricas

Electromecánica		
Conexión eléctrica	Cable	Conector tipo clavija
Conexión eléctrica	Cable bifilar	Conector tipo clavija M12x1, 2 contactos
Longitud del cable [m]	2,5	-
Material del recubrimiento del cable	PUR	
Información sobre el material de la capa aislante	PVC	

Parte mecánica						
Tamaño	M12		M18		M30	
Conexión eléctrica	Cable	Conector tipo clavija	Cable	Conector tipo clavija	Cable	Conector tipo clavija
Tipo de fijación	Con tuerca		Con tuerca		Con tuerca	
Tipo de montaje	Enrasado		Enrasado		Enrasado	
	Sin enrasar		Sin enrasar		Sin enrasar	
Par de apriete [Nm]	10		20		40	
Peso del producto [g]	90	20	110	50	190	140
Información sobre el material del cuerpo	Latón niquelado, PA		Latón niquelado, PA		Latón niquelado, PA	

Indicación / utilización	
Indicación de estado de conmutación	LED amarillo

Recepción/emisión		
Conexión eléctrica	Cable	Conector tipo clavija
Temperatura ambiente con cableado móvil [°C]	-5 ... +50	-
Clase de protección	IP67	IP67
Clase de resistencia a la corrosión ¹⁾	1	1

1) Clase de resistencia a la corrosión 1 según norma de Festo 940 070
Válida para piezas expuestas a peligro de corrosión. Protección para transporte y almacenamiento. Piezas con superficies sin fines decorativos, por ejemplo, por encontrarse en el interior o detrás de tapas o recubrimientos.

Ocupación de los contactos del conector tipo clavija, según EN 60947-5-2							
M12x1, 2 contactos							
Contacto normalmente abierto				Contacto normalmente cerrado			
	Pin	Color del hilo	Asignación	M12x1	Pin	Color del hilo	Asignación
	3	Negro	/+/-		1	Negro	/+/-
	4	Negro	/-/+		2	Negro	/-/+

Anexo 4: Sensores de Proximidad

Detectores de proximidad SIED, inductivo



Hoja de datos: distancia normalizada de conmutación, para corriente continua y alterna

Dimensiones: M12 Datos CAD disponibles en www.festo.com

Montaje enrasado
Cable

Conector tipo clavija

1 Cable de conexión 2 Superficie activa 3 Diodo luminoso

Montaje saliente
Cable

Conector tipo clavija

1 Cable de conexión 2 Superficie activa 3 Diodo luminoso

Dimensiones: M18 Datos CAD disponibles en www.festo.com

Montaje enrasado
Cable

Conector tipo clavija

1 Cable de conexión 2 Superficie activa 3 Diodo luminoso

Montaje saliente
Cable

Conector tipo clavija

1 Cable de conexión 2 Superficie activa 3 Diodo luminoso

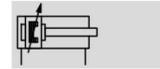
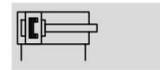
Anexo 5: Cilindros Normalizados

Cilindros normalizados DSNU, ISO 6432

FESTO

Hoja de datos

Funcionamiento

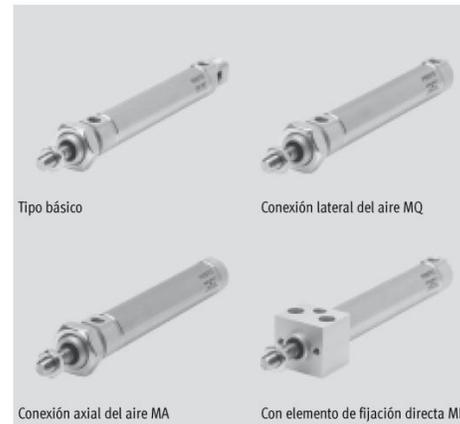


⌀ - Diámetro
8 ... 25 mm

- Carrera
1 ... 500 mm

Variantes

→ 17



Datos técnicos generales			8	10	12	16	20	25
Diámetro del émbolo			8	10	12	16	20	25
Conexión neumática			M5	M5	M5	M5	G3/8	G3/8
Rosca del vástago			M4	M4	M6	M6	M8	M10x1,25
Construcción			Émbolo Vástago Camisa del cilindro					
Amortiguación			Anillos y discos elásticos en ambos lados					
P			Amortiguación regulable en ambos lados					
PPV			Amortiguación autorregulable en ambos lados					
PPS			Amortiguación autorregulable en ambos lados					
Carrera de amortiguación			PPV [mm] - 9 12 15 17 PPS [mm] - 12 15 17					
Detección de posiciones			Para detectores de posición					
Tipo de fijación			Montaje directo (sólo variante MH) Con accesorios					
Posición de montaje			Indistinta					

¡ Importante: Este producto cumple con los estándares ISO 1179-1 e ISO 228-1

Condiciones de funcionamiento			8	10	12	16	20	25
Fluido de trabajo			Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:4:4]					
Nota sobre el fluido de trabajo/mando			Es posible el funcionamiento con aire comprimido lubricado (lo cual requiere seguir utilizando aire lubricado)					
Presión de funcionamiento			Tipo [bar] 1,5 ... 10 ¹⁾ 1 ... 10					
básico			1,5 ... 10 ¹⁾ 1 ... 10					
S10			1,5 ... 10 1 ... 10					
S11			0,45 ... 10 0,3 ... 10					

1) Con DSNU-12-...-PPV (amortiguación regulable en ambos lados): 2 ... 10 bar

Condiciones del entorno		Tipo básico	S6	S10	S11	R3
Cilindros normalizados		Tipo básico	S6	S10	S11	R3
Temperatura ambiente ¹⁾ [°C]		-20 ... +80	0 ... +120	+5 ... +80		-20 ... +80
Clase de resistencia a la corrosión ²⁾		2	2	2	2	3
ATEX		Tipos especiales → www.festo.com				

1) Tener en cuenta las condiciones de funcionamiento de los detectores.

2) Clase de resistencia a la corrosión 2 según norma de Festo 940 070

Válida para piezas expuestas a moderado peligro de corrosión. Piezas exteriores en contacto directo con sustancias usuales en entornos industriales, tales como disolventes, detergentes o lubricantes, con superficies principalmente decorativas.

Clase de resistencia a la corrosión 3 según norma de Festo 940 070

Válida para piezas expuestas a gran peligro de corrosión. Piezas exteriores en contacto directo con sustancias usuales en entornos industriales, tales como disolventes o detergentes, con superficies funcionales.

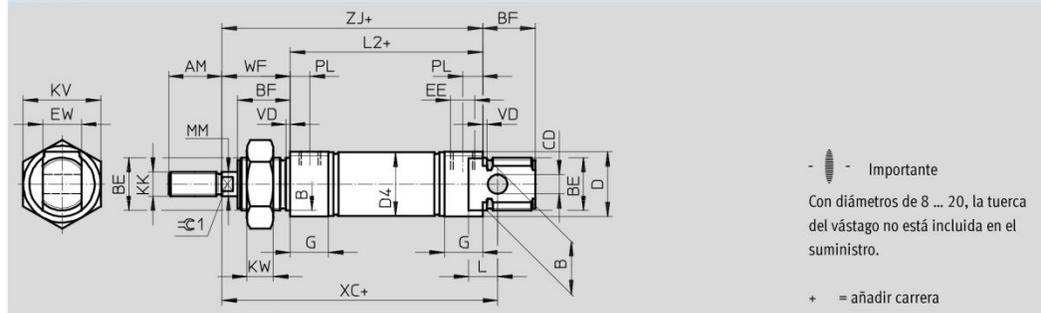
Anexo 5: Cilindros Normalizados

Cilindros normalizados DSNU, ISO 6432

Hoja de datos



Dimensiones Tipo básico Datos CAD disponibles en www.festo.com



∅	AM	B ∅ h9	BE	BF	CD ∅ H9	D ∅	D4 ∅	EE	EW	G	KK	KV
8	12	12	M12x1,25	12	4	15	9,3	M5	8	10	M4	19
10							11,3					
12	16	16	M16x1,5	17	6	20	13,3		12	M6	24	
16							17,3					
20	20	22	M22x1,5	20	8	27	21,3	G1/8	16	16	M8	32
25	22			22			22					

∅	KW	L	L2	MM ∅	PL	T0	VD	WF	XC ±1	ZJ	∅C1
8	6	6	46	4	6	18	2	16	64	62	-
10			50	6		23		75	72	5	
16	8	9	56	8,2	31	82		78	7		
20	11	12	68	8	24	95		92	7		
25			69,5	10	28	104	97,5	9			

-|- Importante: Este producto cumple con los estándares ISO 1179-1 e ISO 228-1

Anexo 6: Módulo de comunicaciones Ethernet CP 343-1 Siemens

SIEMENS

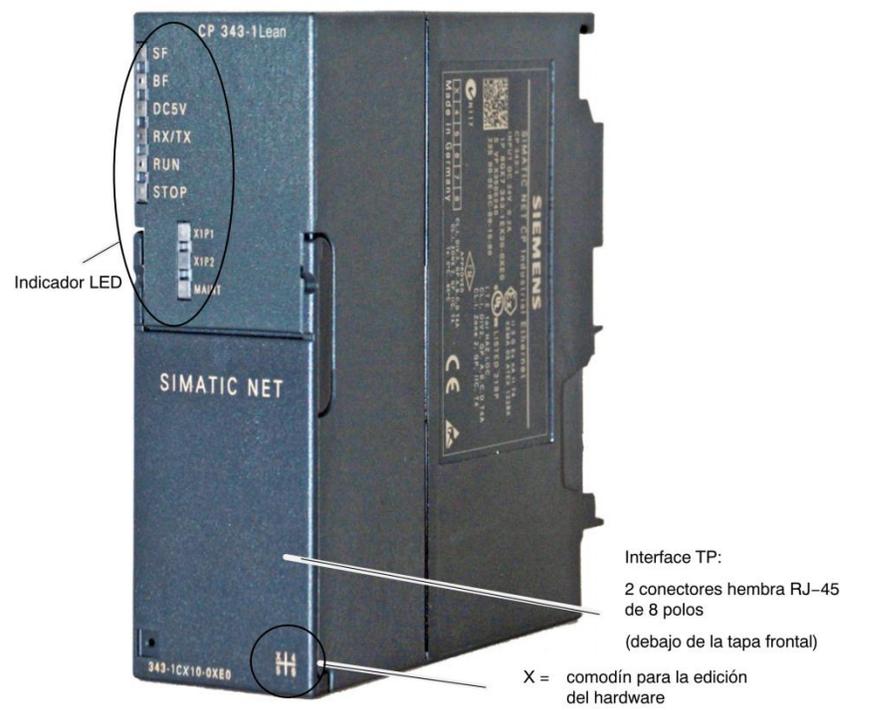
SIMATIC NET

CPs S7 para Industrial Ethernet

Manual del equipo, parte B

CP 343-1 Lean

6GK7 343-1CX10-0XE0 a partir de la edición de hardware 2, a partir de la versión de firmware V2.2 para SIMATIC S7-300 / C7-300



Edición 09/2009
C79000-G8978-C198-06

Anexo 6: Módulo de comunicaciones Ethernet CP 343-1 Siemens

10 Datos técnicos

Velocidad de transmisión	10 Mbit/s y 100 Mbit/s
Conexión a Ethernet	2 conectores hembra RJ-45
Tensión de alimentación	DC +24 V (campo admisible: +20,4 V hasta +28,8 V)
Consumo <ul style="list-style-type: none"> • de bus de panel posterior • de DC 24 V externa 	0,2 A como máximo TP: aprox. 0,2 A como máximo
Potencia perdida aprox.	5,8 W
Condiciones ambientales admisibles <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura de funcionamiento • Temperatura de transporte y almacenaje • Humedad relativa máx. • Altura de operación • Concentración de contaminantes 	0 °C hasta +60 °C para funcionamiento en posición vertical 0 °C hasta +40 °C para funcionamiento en posición horizontal -40 °C hasta +70 °C 95% a +25 °C hasta 2000 m sobre el nivel del mar Según ISA-S71.04 severity level G1, G2, G3
Estructura <ul style="list-style-type: none"> • Formato de módulo • Medidas (ancho x alto x prof.) en mm • Peso aproximado 	Módulo compacto S7-300; ancho simple 40 x 125 x 120 220 g

Además, para el CP se aplicarán todos los datos recogidos en el apartado S7-300 "Datos de los módulos" /13/ del capítulo "Datos técnicos generales" del manual de referencia.

- Compatibilidad electromagnética
- Condiciones de transporte y almacenaje
- Condiciones ambientales mecánicas y climáticas
- Pruebas de aislamiento, clase y grado de protección

Anexo 7: Simatic S7-300, CPU 313C

Automation Technology > Sistemas de automatización > Sistemas de automatización industrial
SIMATIC > Automatas programables (PLCs) > Modular Controller SIMATIC S7 > S7-
300 > Unidades centrales > Compact CPUs

6ES7313-5BG04-0AB0 CPU313C, 24ED/16SD/5EA/2SA, 128 KB

Datos técnicos/CAx

Datos técnicos Datos CAx



SIMATIC S7-300, CPU 313C, CPU COMPACTA CON
MPI, 24 ED/16 SD, 4EA, 2SA, 1 PT100, 3
CONTADORES RAPIDOS (30 KHZ), FUENTE ALIM.
INTEGRADA 24V DC, MEMORIA CENTRAL 128
KBYTE, REQUIERE CONECTOR FRONTAL (1X 40
POLOS) Y MICRO MEMORY CARD

Información general

Versión del HW	01
Versión de firmware	V3.3
Ingeniería con Paquete de programación	STEP 7 V5.5 + SP1 y superiores o STEP7 V5.3 + SP2 y superiores con HSP 203

Tensión de alimentación

24 V DC	Sí
Rango admisible, límite inferior (DC)	19,2 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Protección externa para líneas de alimentación (recomendación)	Automático magnetotérmico, curva C, mín. 2 A; automático magnetotérmico, curva B, mín. 4 A

Puenteo de caídas de red y tensión

Puenteo de caídas de red/de tensión	5 ms
Tasa de repetición, mín.	1 s

Entradas digitales

Tensión de carga L+	
Valor nominal (DC)	24 V
Protección contra inversión de polaridad	Sí

Salidas digitales

Tensión de carga L+	
Valor nominal (DC)	24 V
Protección contra inversión de polaridad	No

Intensidad de entrada

Consumo (valor nominal)	650 mA
Consumo (en marcha en vacío), típ.	150 mA
Intensidad de cierre, típ.	5 A

Anexo 7: Simatic S7-300, CPU 313C

I ² t	0,7 A ² ·s
Entradas digitales	
De la tensión de carga L+ (sin carga), máx.	80 mA
Salidas digitales	
de tensión de carga L+, máx.	50 mA
Pérdidas	
Pérdidas, típ.	12 W
Memoria	
Memoria de trabajo	
integrada	128 kbyte
Ampliable	No
Tamaño de la memoria no volátil para bloques de datos remanentes	64 kbyte
Memoria de carga	
Enchufable (MMC)	Si
Enchufable (MMC), máx.	8 Mbyte
Conservación de datos en MMC (tras última programación), mín.	10 a
Respaldo	
existente	Si; garantizado por la MMC (sin mantenimiento)
sin pila	Si; Programa y datos
Tiempos de ejecución de la CPU	
para operaciones de bits, mín.	0,07 µs
para operaciones de palabras, mín.	0,15 µs
para aritmética en coma fija, mín.	0,2 µs
para aritmética en coma flotante, mín.	0,72 µs
CPU-bloques	
Nº de bloques (total)	1024; (DB, FC, FB); la cantidad máxima de bloques cargables puede verse reducida por la MMC utilizada por el usuario.
DB	
Cantidad, máx.	1024; Banda numérica: 1 a 16000
Tamaño, máx.	64 kbyte
FB	
Cantidad, máx.	1024; Banda numérica: 0 a 7999
Tamaño, máx.	64 kbyte
FC	
Cantidad, máx.	1024; Banda numérica: 0 a 7999
Tamaño, máx.	64 kbyte
OB	
Descripción	Ver Lista de operaciones
Tamaño, máx.	64 kbyte
Nº de OBs de ciclo libre	1; OB 1
Nº de OBs de alarma horaria	1; OB 10
Nº de OBs de alarma de retardo	2; OB 20, 21
Nº de OB de alarma cíclica	4; OB 32, 33, 34, 35
Nº de OBs de alarma de proceso	1; OB 40
Nº de OBs de arranque	1; OB 100
Nº de OBs de errores asíncronos	4; OB 80, 82, 85, 87
Nº de OBs de errores síncronos	2; OB 121, 122
Profundidad de anidamiento	
por cada prioridad	16
adicional, dentro de un OB de error	4
Contadores, temporizadores y su remanencia	
Contadores S7	
Cantidad	256
Remanencia	
Configurable	Si

Anexo 7: Simatic S7-300, CPU 313C

Límite inferior	0
Límite superior	255
predeterminado	Z 0 a Z 7
Rango de conteo	
Límite inferior	0
Límite superior	999
Contadores IEC	
existente	Sí
Clase	SFB
Cantidad	ilimitado (limitado sólo por la memoria de trabajo)
Temporizadores S7	
Cantidad	256
Remanencia	
Configurable	Sí
Límite inferior	0
Límite superior	255
predeterminado	sin remanencia
Rango de tiempo	
Límite inferior	10 ms
Límite superior	9990 s
Temporizadores IEC	
existente	Sí
Clase	SFB
Cantidad	ilimitado (limitado sólo por la memoria de trabajo)
Áreas de datos y su remanencia	
Área de datos remanente, total	Todos, máx. 64 kbytes
Marcas	
Cantidad, máx.	256 byte
Remanencia disponible	Sí; MB 0 a MB 255
Remanencia predeterminada	MB 0 a MB 15
Nº de marcas de ciclo	8; 1 byte de marcas
Bloques de datos	
Cantidad, máx.	1024; Banda numérica: 1 a 16000
Tamaño, máx.	64 kbyte
Remanencia configurable	Sí; ajustando apropiadamente la propiedad de volatilidad del DB
Remanencia predeterminada	Sí
Datos locales	
por cada prioridad, máx.	32 kbyte; máx. 2048 bytes por bloque
Área de direcciones	
Área de direcciones de periferia	
Entradas	1024 byte
Salidas	1024 byte
de ellas, descentralizadas	
Entradas	sin
Salidas	sin
Imagen del proceso	
Entradas	1024 byte
Salidas	1024 byte
Entradas, configurables	1024 byte
Salidas, configurables	1024 byte
Entradas, predeterminado	128 byte
Salidas, predeterminado	128 byte
Direcciones predeterminadas de los canales integrados	
Entradas digitales	124.0 a 126.7
Salidas digitales	124.0 a 125.7
Entradas analógicas	752 a 761

Anexo 7: Simatic S7-300, CPU 313C

Salidas analógicas	752 a 755
Canales digitales	
Entradas	1016
Salidas	1008
Entradas, de ellas centralizadas	1016
Salidas, de ellas centralizadas	1008
Canales analógicos	
Entradas	253
Salidas	250
Entradas, de ellas centralizadas	253
Salidas, de ellas centralizadas	250
Configuración del hardware	
Bastidores, máx.	4
Módulos por bastidor, máx.	8; en el bastidor 3, máx. 7
Aparatos de ampliación, máx.	3
Nº de maestros DP	
integrada	sin
Vía CP	4
Nº de FM y CP utilizables (recomendación)	
FM	8
CP, punto a punto	8
CP, LAN	6
Hora	
Reloj	
Reloj por hardware (reloj tiempo real)	Sí
respaldado y sincronizable	Sí
Desviación diaria, máx.	10 s; típ.: 2 s
Duración del respaldo	6 wk; a 40 °C de temperatura ambiente
Comportamiento del reloj tras RED CON	El reloj continúa funcionando tras el corte de alimentación
Comportamiento del reloj tras agotamiento de batería	El reloj continúa corriendo con la hora a la que se produjo la RED DES
Contador de horas de funcionamiento	
Cantidad	1
Número/banda numérica	0
Rango de valores	0 a 2 ³¹ horas (si se usa el SFC 101)
Granularidad	1 hora
remanente	Sí; tiene que reiniciarse en cada rearranque
Sincronización de la hora	
Soporta servidor iPAR	Sí
en MPI, maestro	Sí
en MPI, esclavo	Sí
en el autómatas, maestro	Sí
en el autómatas, esclavo	No
Entradas digitales	
Cantidad/entradas binarias	24
De ellas, entradas usable para funciones tecnológicas	12
Canales integrados (DI)	24
Característica de entrada según IEC 61131, tipo 1	Sí
Número de entradas atacables simultáneamente	
Posición de montaje horizontal	
hasta 40 °C, máx.	24
hasta 60 °C, máx.	12
Posición de montaje vertical	
hasta 40 °C, máx.	12
Funciones tecnológicas	
apantallado, máx.	100 m; con la máxima frecuencia de conteo

Anexo 7: Simatic S7-300, CPU 313C

No apantallado, máx.	no permitido
DI estándar	
apantallado, máx.	1000 m
No apantallado, máx.	600 m
Tensión de entrada	
Valor nominal, DC	24 V
para señal "0"	-3 a +5 V
para señal "1"	15 a 30 V
Intensidad de entrada	
para señal "1", típ.	8 mA
Retardo de entrada (a tensión nominal de entrada)	
para entradas estándar	
parametrizable	Sí; 0,1 / 0,3 / 3 / 15 ms (es posible cambiar la configuración del retardo de entrada de las entradas estándar durante el tiempo de ejecución del programa. Tenga en cuenta que es posible que su nuevo tiempo de filtro ajustado sólo sea efectivo tras una ejecución del tiempo de filtro anterior.)
Valor nominal	3 ms
para contadores/funciones tecnológicas:	
en transición "0" a "1", máx.	16 µs; Mínima anchura de impulsos/mínima pausa entre impulsos con la máxima frecuencia de conteo
Longitud del cable	
Longitud del cable apantallado, máx.	1000 m; 100 m para funciones tecnológicas
Longitud de cable no apantallado, máx.	600 m; Para funciones tecnológicas: No
Salidas digitales	
Número/salidas binarias	16
De ellas, salidas rápidas	4; Atención: no debe conectar en paralelo las salidas rápidas de la CPU
Canales integrados (DO)	16
Funcionalidad/resistencia a cortocircuitos	Sí; por pulsación electrónica
Umbral de respuesta, típ.	1 A
Limitación de la sobretensión inductiva de corte a	L+ (-48 V)
Carga tipo lámpara, máx.	5 W
Ataque de una entrada digital	Sí
Rango de resistencia de carga	
Límite inferior	48 Ω
Límite superior	4 kΩ
Tensión de salida	
para señal "1", mín.	L+ (-0,8 V)
Intensidad de salida	
para señal "1" valor nominal	500 mA
para señal "1" rango admisible, mín.	5 mA
para señal "1" rango admisible, máx.	0,6 A
para señal "1" intensidad de carga mínima	5 mA
para señal "0" Intensidad residual, máx.	0,5 mA
Conexión en paralelo de 2 salidas	
para aumentar la potencia	No
Para control redundante de una carga	Sí
Frecuencia de conmutación	
Con carga resistiva, máx.	100 Hz
con carga inductiva, máx.	0,5 Hz
con carga tipo lámpara, máx.	100 Hz
de las salidas de impulsos, con carga óhmica, máx.	2,5 kHz
Intensidad suma de las salidas (por grupo)	
Posición de montaje horizontal	
hasta 40 °C, máx.	3 A

Anexo 7: Simatic S7-300, CPU 313C

hasta 60 °C, máx.	2 A
Posición de montaje vertical	
hasta 40 °C, máx.	2 A
Longitud del cable	
Longitud del cable apantallado, máx.	1000 m
Longitud de cable no apantallado, máx.	600 m
Entradas analógicas	
Canales integrados (AI)	5; 4 x intensidad/tensión, 1 x resistencia
Nº de entradas analógicas para medida de tensión/intensidad	4
Nº de entradas analógicas para medida de resistencia/termorresistencia	1
Tensión de entrada admisible para entrada de intensidad (límite de destrucción), máx.	5 V; permanente
Tensión de entrada admisible para entrada de tensión (límite de destrucción), máx.	30 V; permanente
Intensidad de entrada admisible para entrada de intensidad (límite de destrucción), máx	0,5 mA; permanente
Intensidad de entrada admisible para entrada de corriente (límite de destrucción), máx	50 mA; permanente
Unidad ajustable para medida de temperatura	Sí; Grados Celsius/grados Fahrenheit/Kelvin
Rangos de entrada	
Tensión	Sí; ± 10 V/100 k Ω ; 0 V a 10 V/100 k Ω
Intensidad	Sí; ± 20 mA/100 Ω ; 0 mA a 20 mA/100 Ω ; 4 mA a 20 mA/100 Ω
Termorresistencias	Sí; Pt 100/10 M Ω
Resistencia	Sí; 0 Ω a 600 Ω /10 M Ω
Rangos de entrada (valores nominales), tensiones	
0 a +10 V	Sí
Resistencia de entrada (0 a 10 V)	100 k Ω
Rangos de entrada (valores nominales), intensidades	
0 a 20 mA	Sí
Resistencia de entrada (0 a 20 mA)	100 Ω
-20 a +20 mA	Sí
Resistencia de entrada (-20 a +20 mA)	100 Ω
4 a 20 mA	Sí
Resistencia de entrada (4 a 20 mA)	100 Ω
Rangos de entrada (valores nominales), termorresistencias	
Pt 100	Sí
Resistencia de entrada (Pt 100)	10 M Ω
Rangos de entrada (valores nominales), resistencias	
Tensión en vacío, típ.	3,3 V
Intensidad de medida, típ.	1,25 mA
0 a 600 Ohm	Sí
Resistencia de entrada (0 a 600 ohmios)	10 M Ω
Termopar (TC)	
Compensación de temperatura parametrizable	No
Termorresistencias (RTD)	
Linealización de característica	
Para termorresistencias	Pt 100
Linealización de característica parametrizable	Sí; software
Longitud del cable	
Longitud del cable apantallado, máx.	100 m
Salidas analógicas	
Canales integrados (AO)	2
Nº de salidas analógicas	2

Anexo 8: Cilindro Simple efecto con retroceso por resorte

Cilindro de simple efecto miniatura con regulador de presión, usado para despachar las fichas hacia la banda transportadora de selección de materiales.

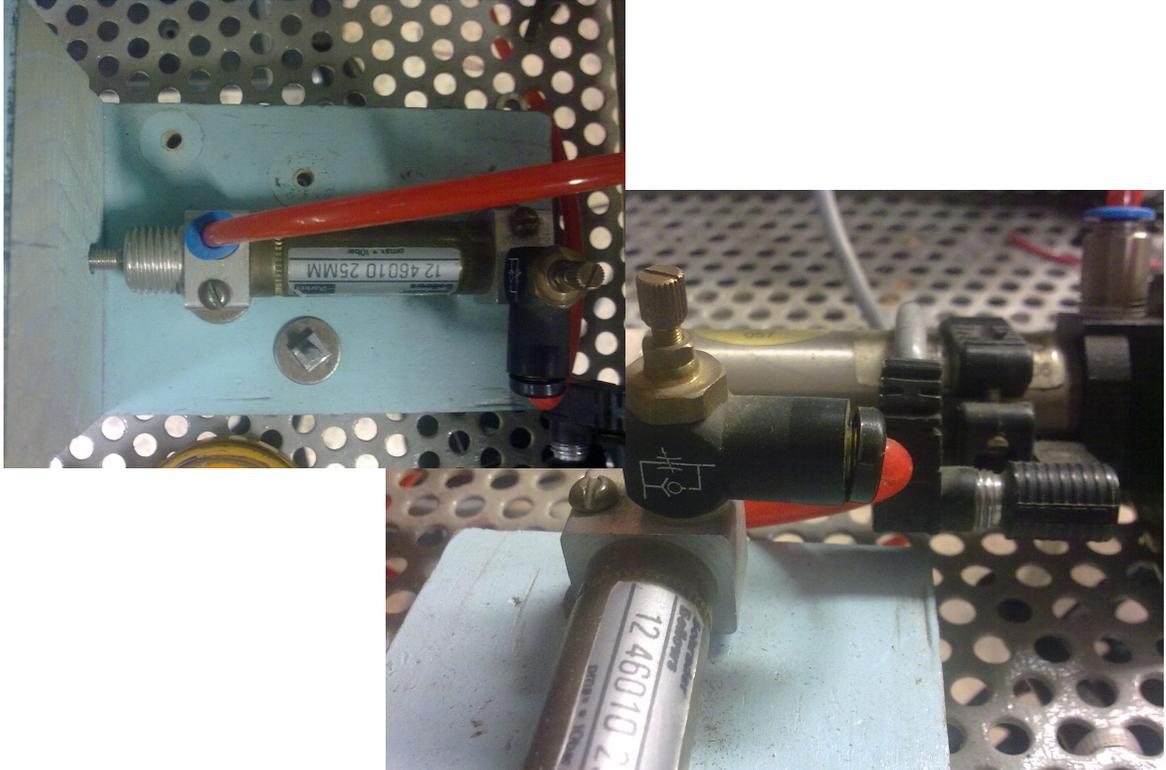


Figura Anexo 8: Cilindro Simple efecto con retroceso por resorte.

Anexo 9: Despachador de piezas

Modulo despachador de piezas creado de madera adecuado para alojar fichas de plástico y metal, para que el cilindro miniatura de simple efecto despache de una ficha a la vez por disparo a la banda transportadora.

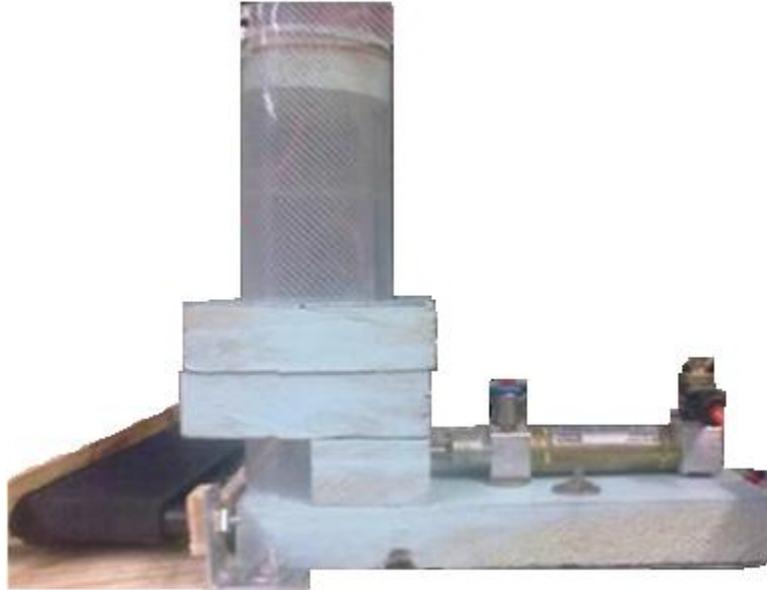


Figura Anexo 9: Despachador de piezas (fichas de metal y plástico).

Anexo 10: Banda Transportadora

Banda de tela-resorte de 5 cm, acoplada sobre rodillos de plástico que gira de los extremos, impulsada por un motor de corriente directa a 12V.



Figura Anexo 10: Banda Transportadora de tela-resorte.

Anexo 11: Módulo de control de Velocidad

Modulo de control de velocidad con puente "H". creado con relevadotes a 24 Volts y con una fuente de poder a 12 V 1 A para mover dos motores. Como se muestra en la Figura Anexo 11, el circuito contiene 5 mandos de control, los cuales se enuncian a continuación:

Y06 enable: Recibe una señal de 24 V DC y permite encender o apagar (1 o 0) el Módulo de control de Velocidad.

Y07 atrás: Recibe una señal de 24 V DC y cambia el sentido de giro del motor (sentido antihorario). Sin recibir ninguna señal, el motor girara en este sentido.

Y08 adelante: Recibe una señal de 24 V DC y cambia el sentido de giro del motor (sentido horario).

Y09 Velocidad < (menor): Recibe una señal de 24 V DC y coloca un nivel de DC a 8 V DC al motor, reduciendo su velocidad. Sin recibir ninguna señal, el modulo mantiene una salida de 8 V DC al motor.

Y10 Velocidad > (mayor): Recibe una señal de 24 V DC y coloca un nivel de DC a 12 V DC de salida al motor aumentando la velocidad del motor.



Figura Anexo 11: Módulo Control de Velocidad.

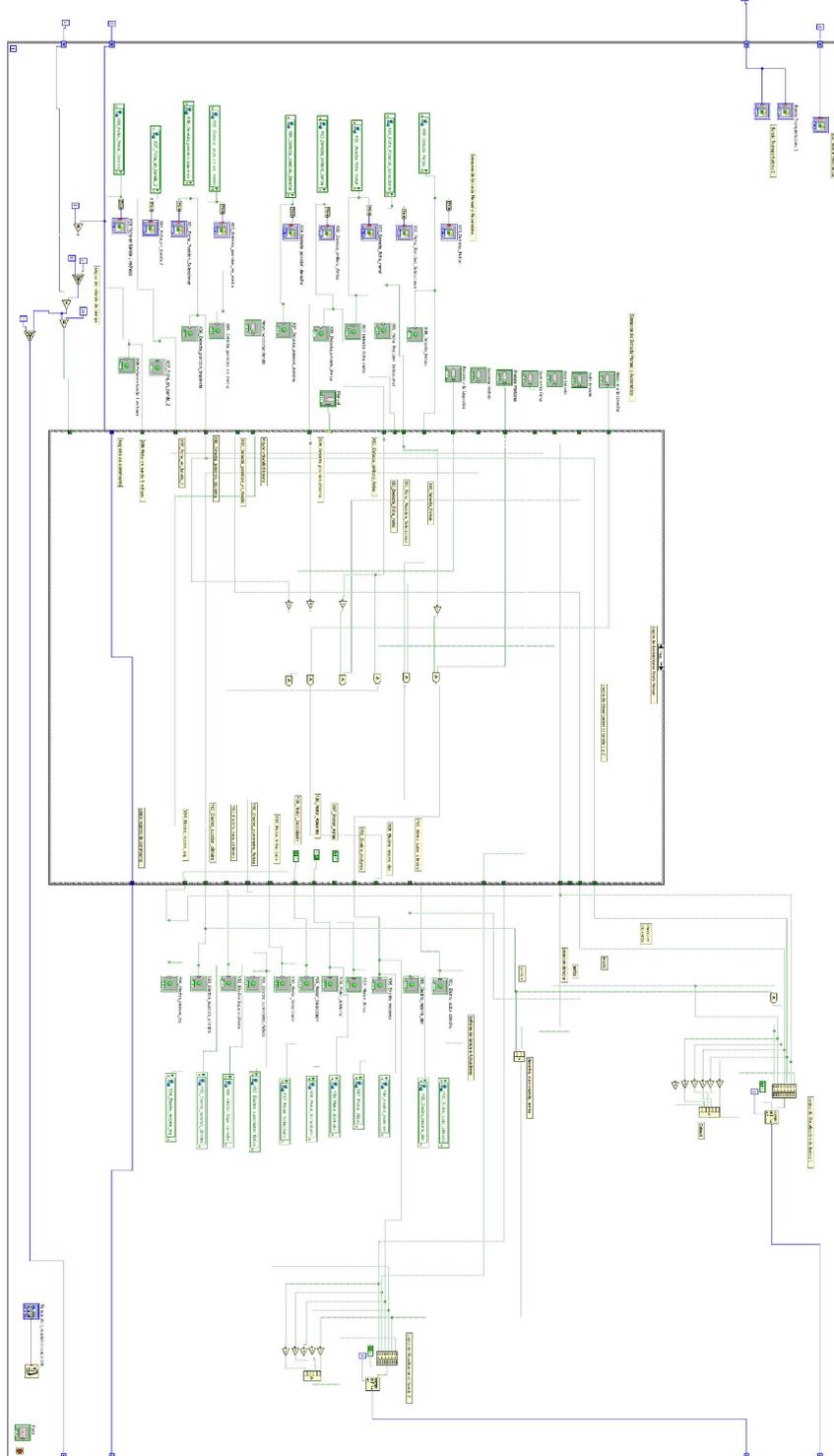
Anexo 12: Fichas de Plástico y Metal

Fichas de 3 cm de diámetro de plástico (indicadas con una x) y metal.

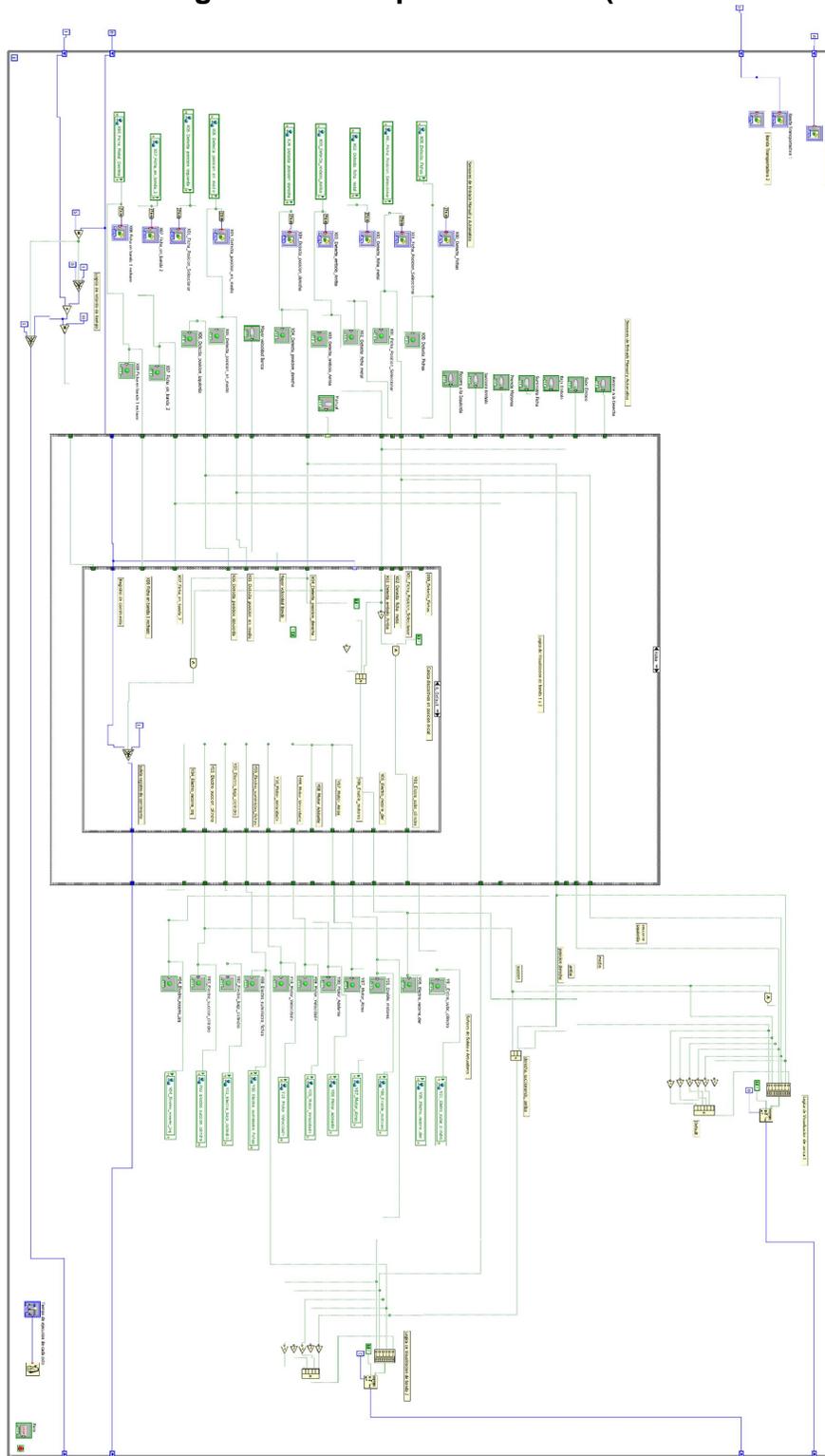


Figura Anexo 12: Fichas de Plástico y Metal.

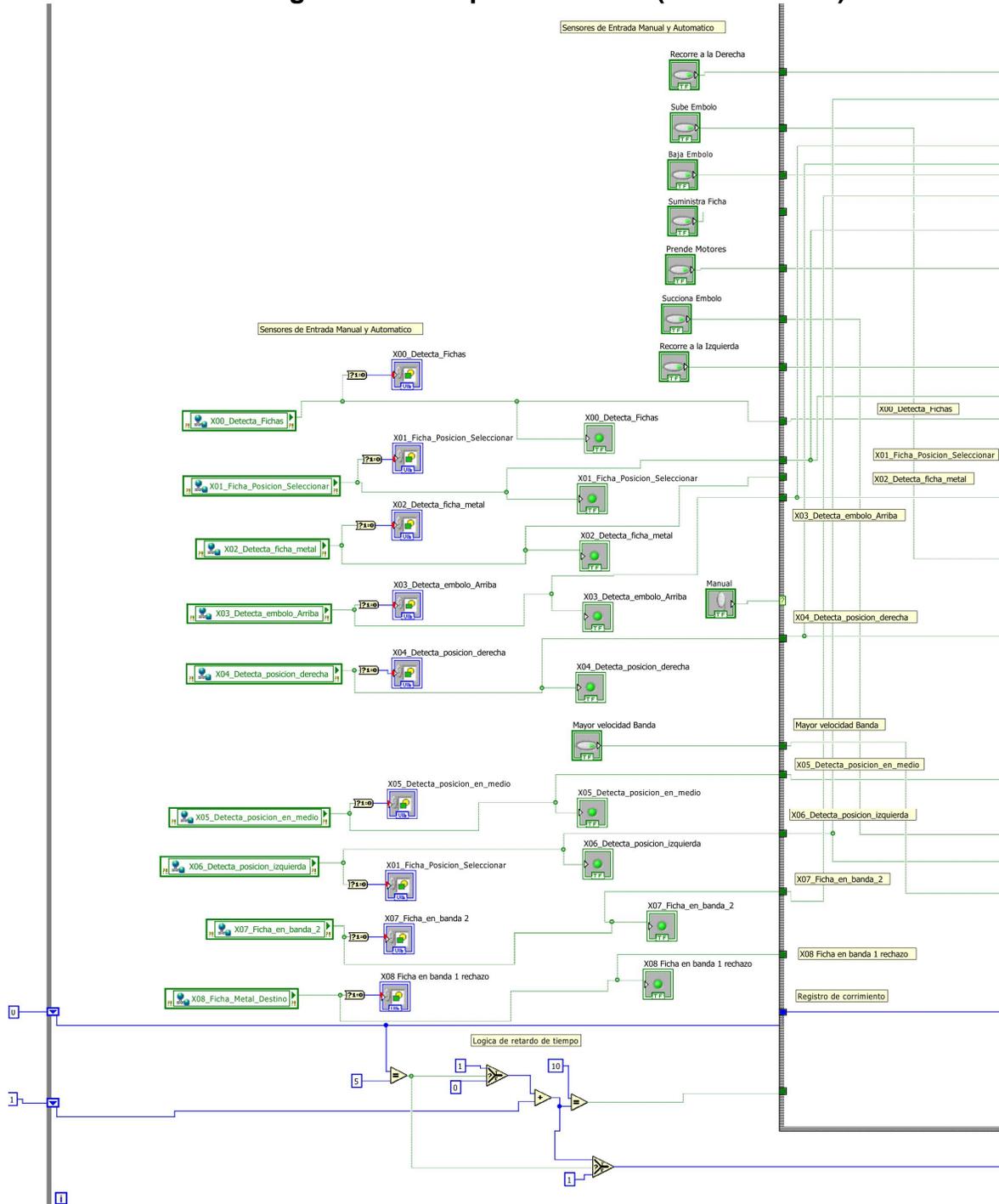
Anexo 13: Diagrama de Bloques LabVIEW (Modo Manual)



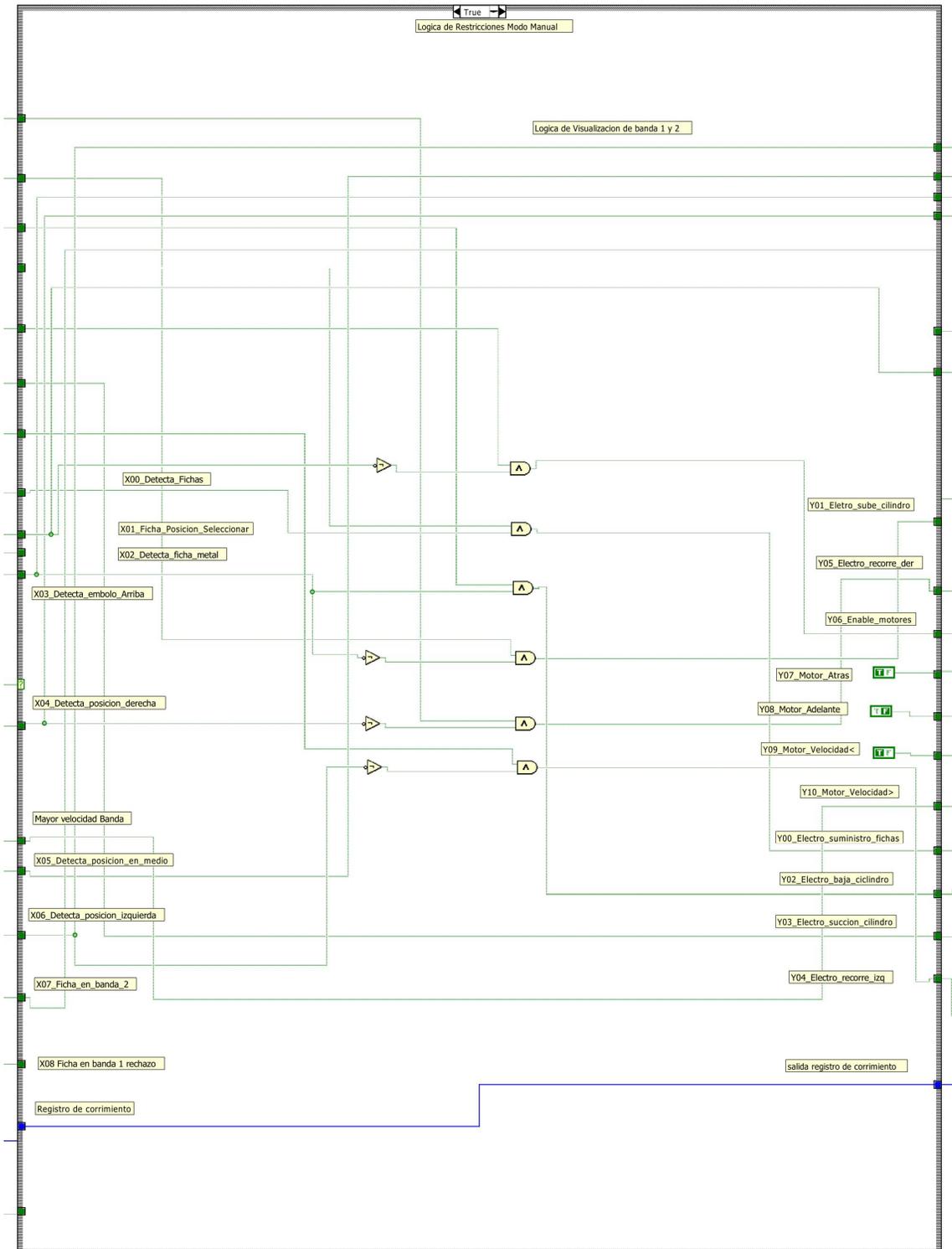
Anexo 13: Diagrama de Bloques LabVIEW (Modo Automático)



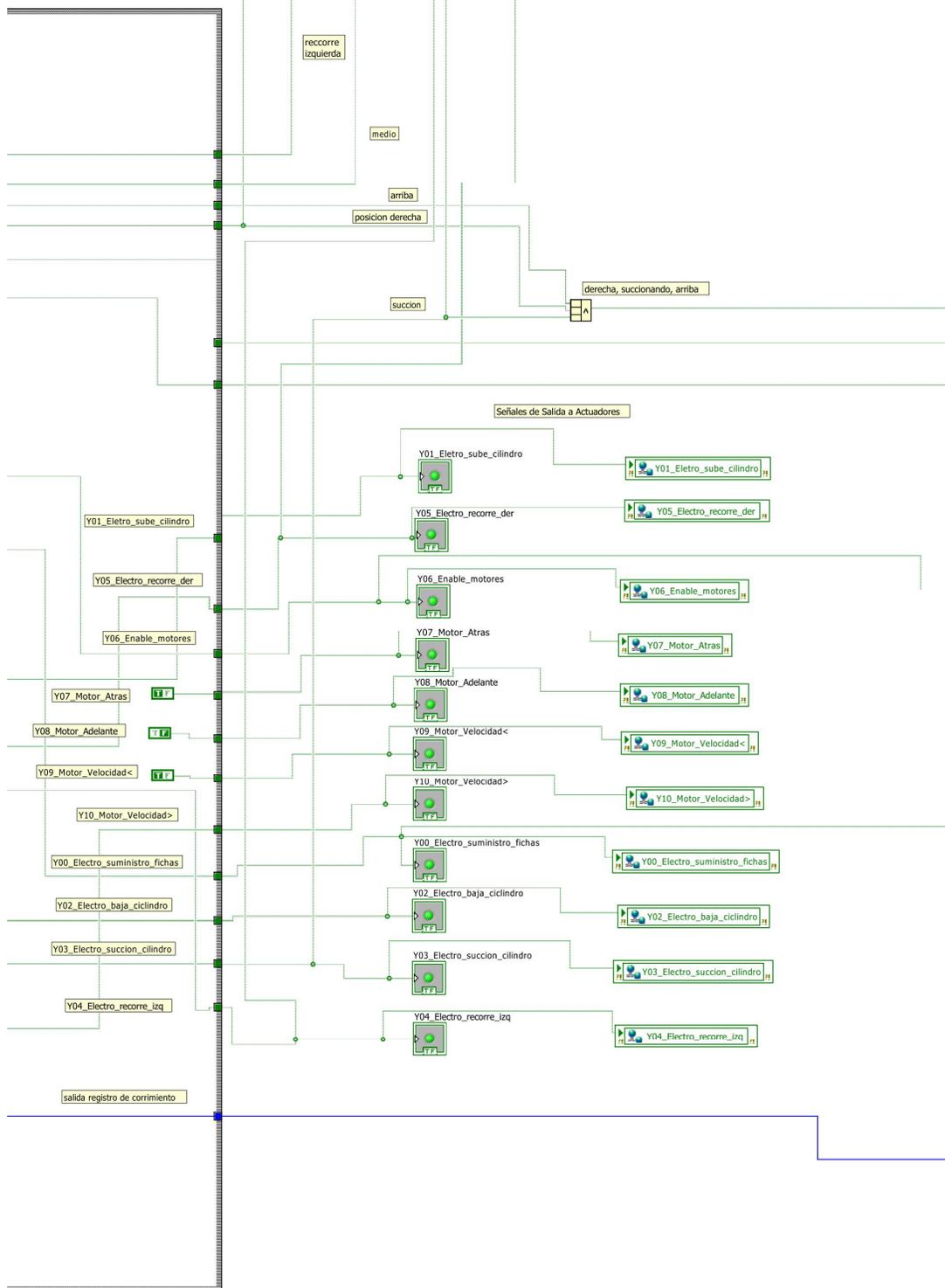
Anexo 13: Diagrama de Bloques LabVIEW (Modo Manual) Zoom 1



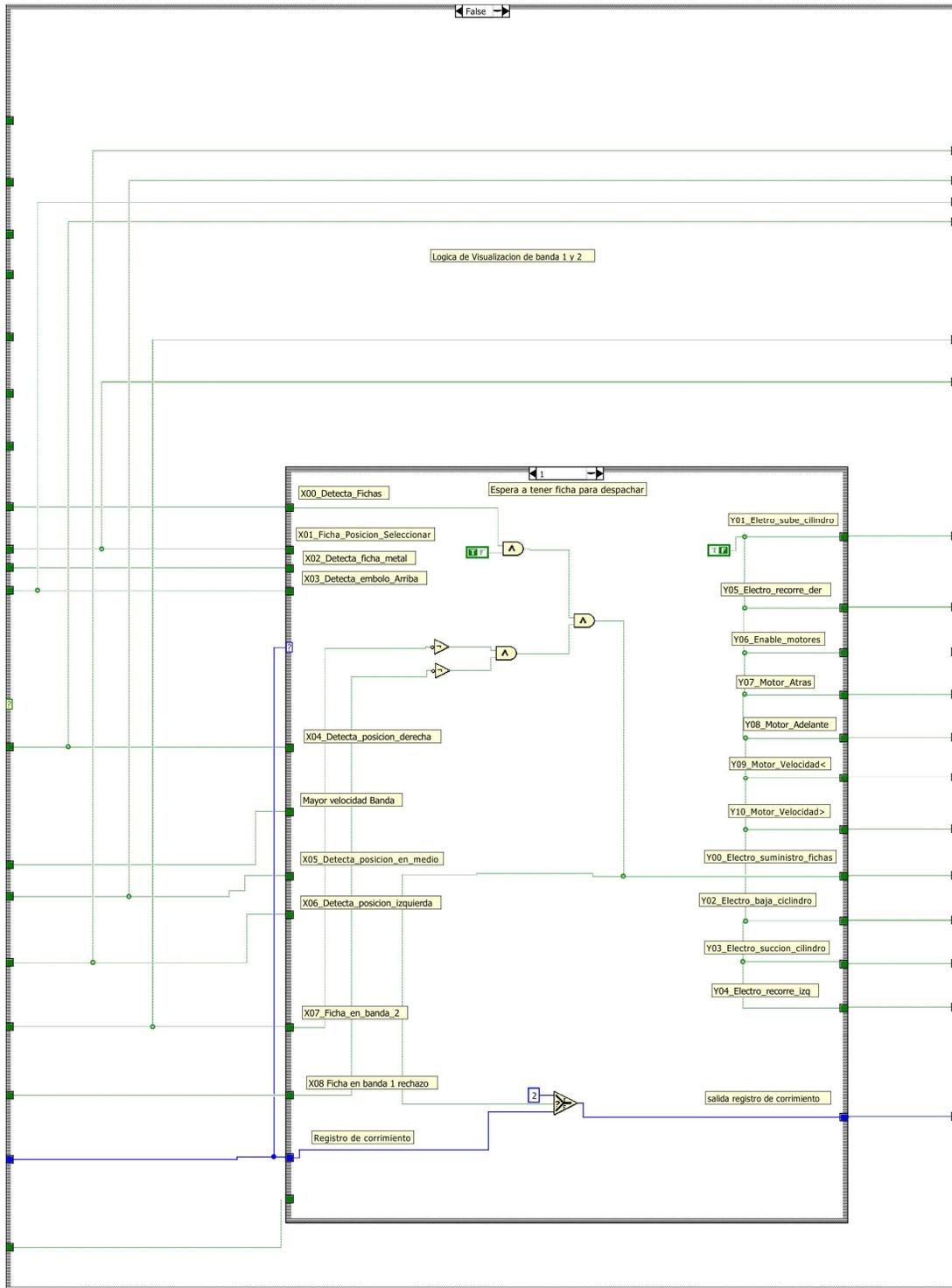
Anexo 13: Diagrama de Bloques LabVIEW (Modo Manual) Zoom 2



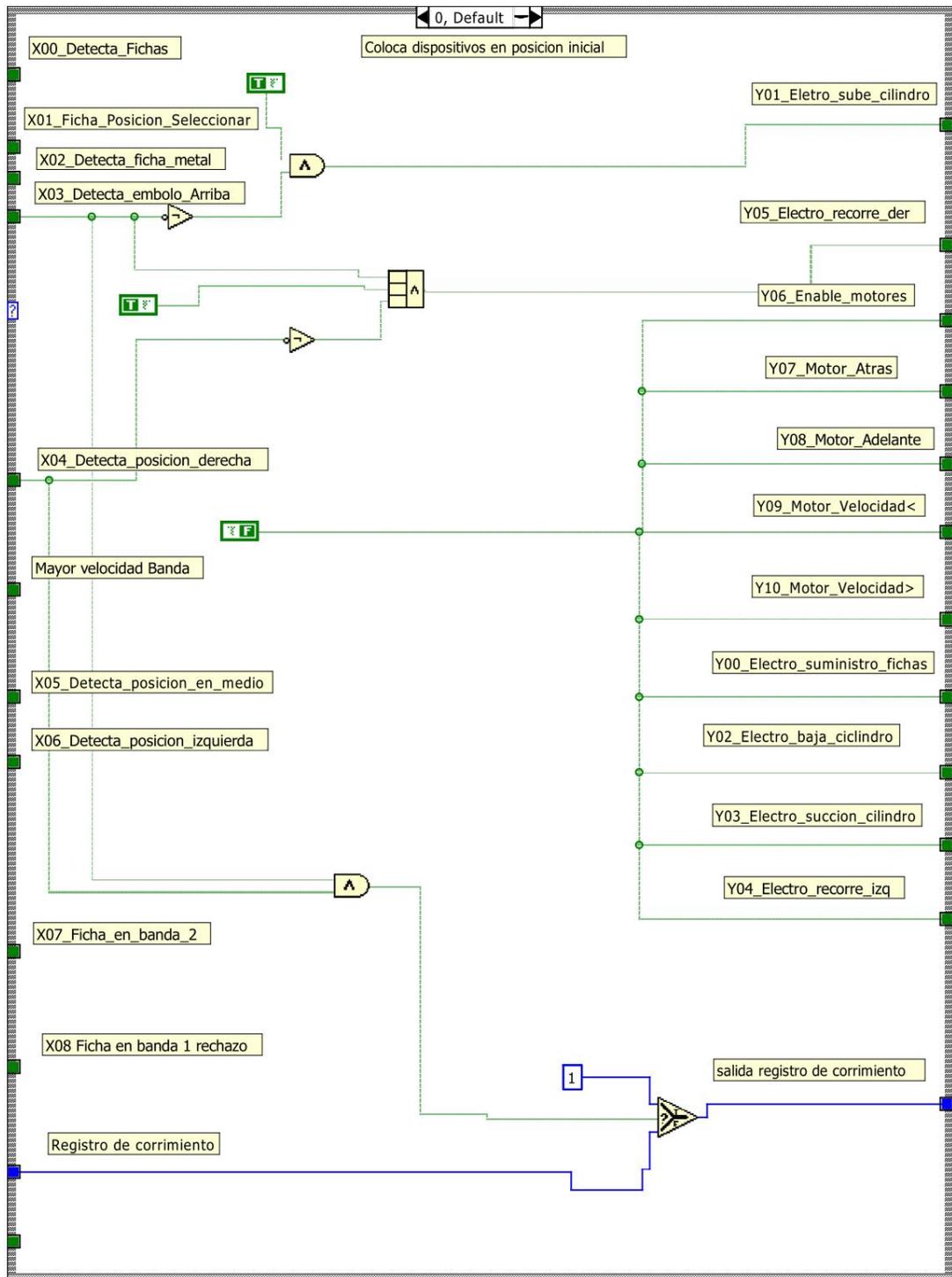
Anexo 13: Diagrama de Bloques LabVIEW (Modo Manual) Zoom 3



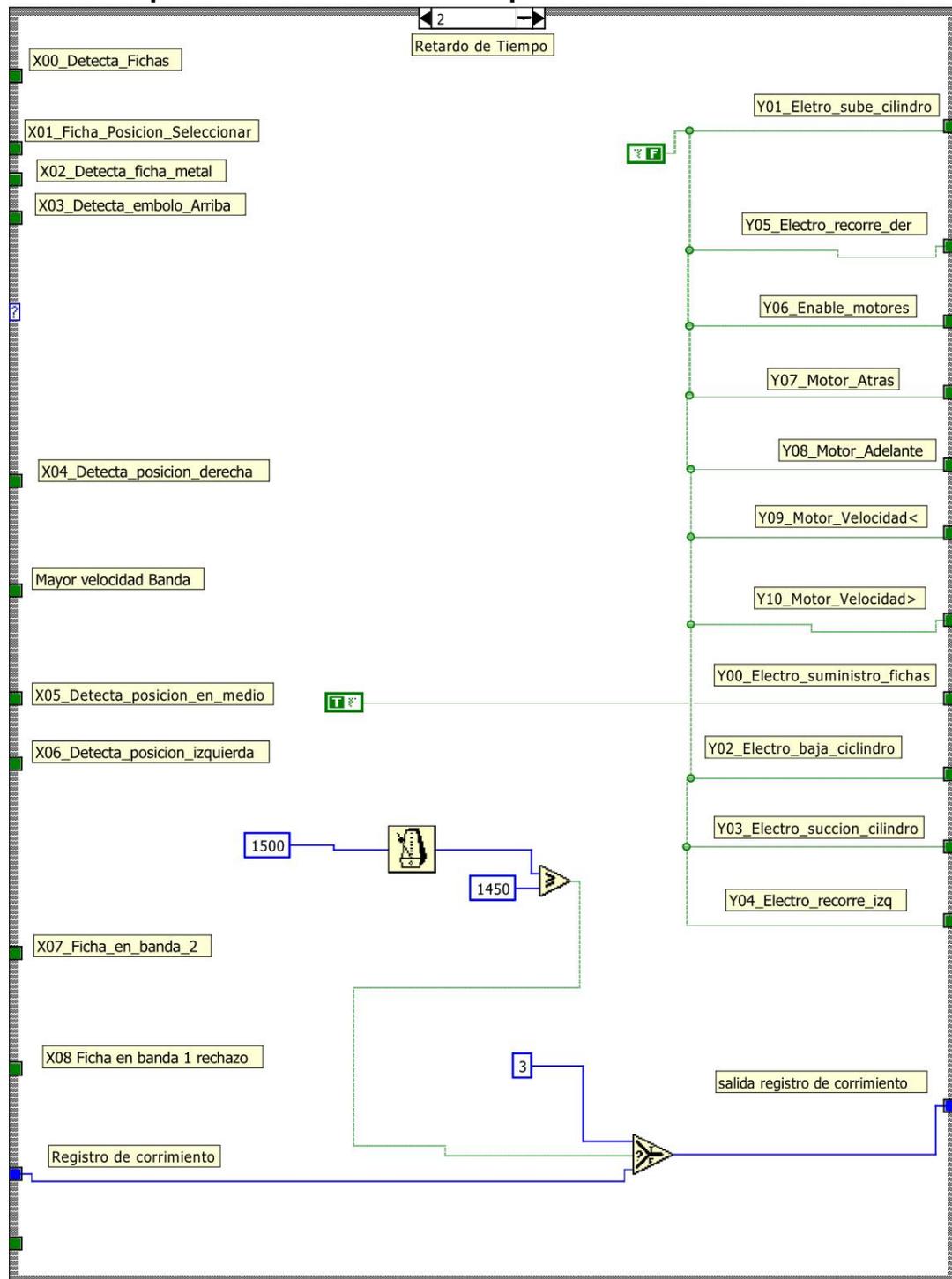
Anexo 13: Diagrama de Bloques LabVIEW (Modo Automático) Zoom 1



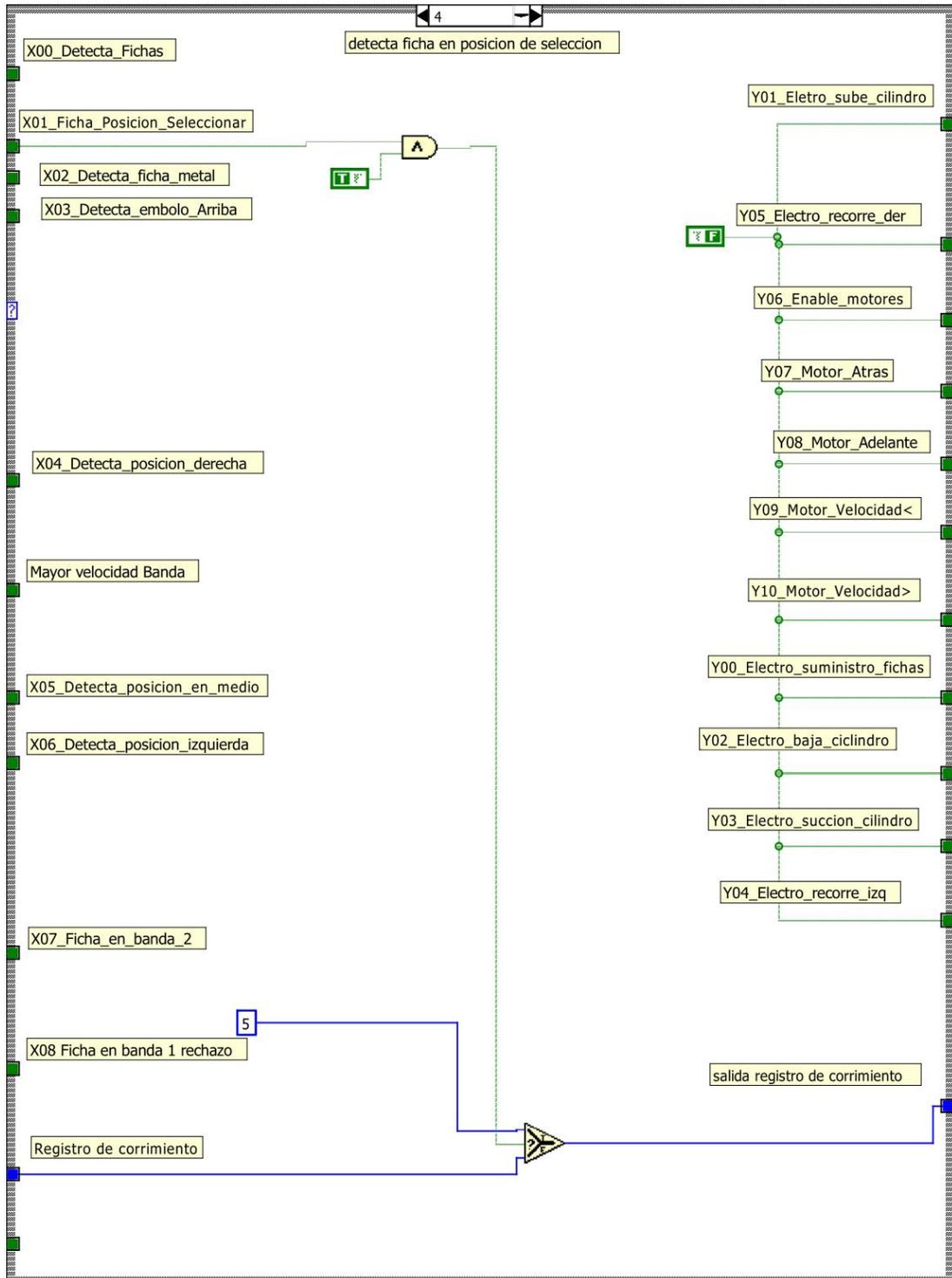
Anexo 13: Diagrama de Bloques LabVIEW (Modo Automático); Posicionamiento inicial de los actuadores.



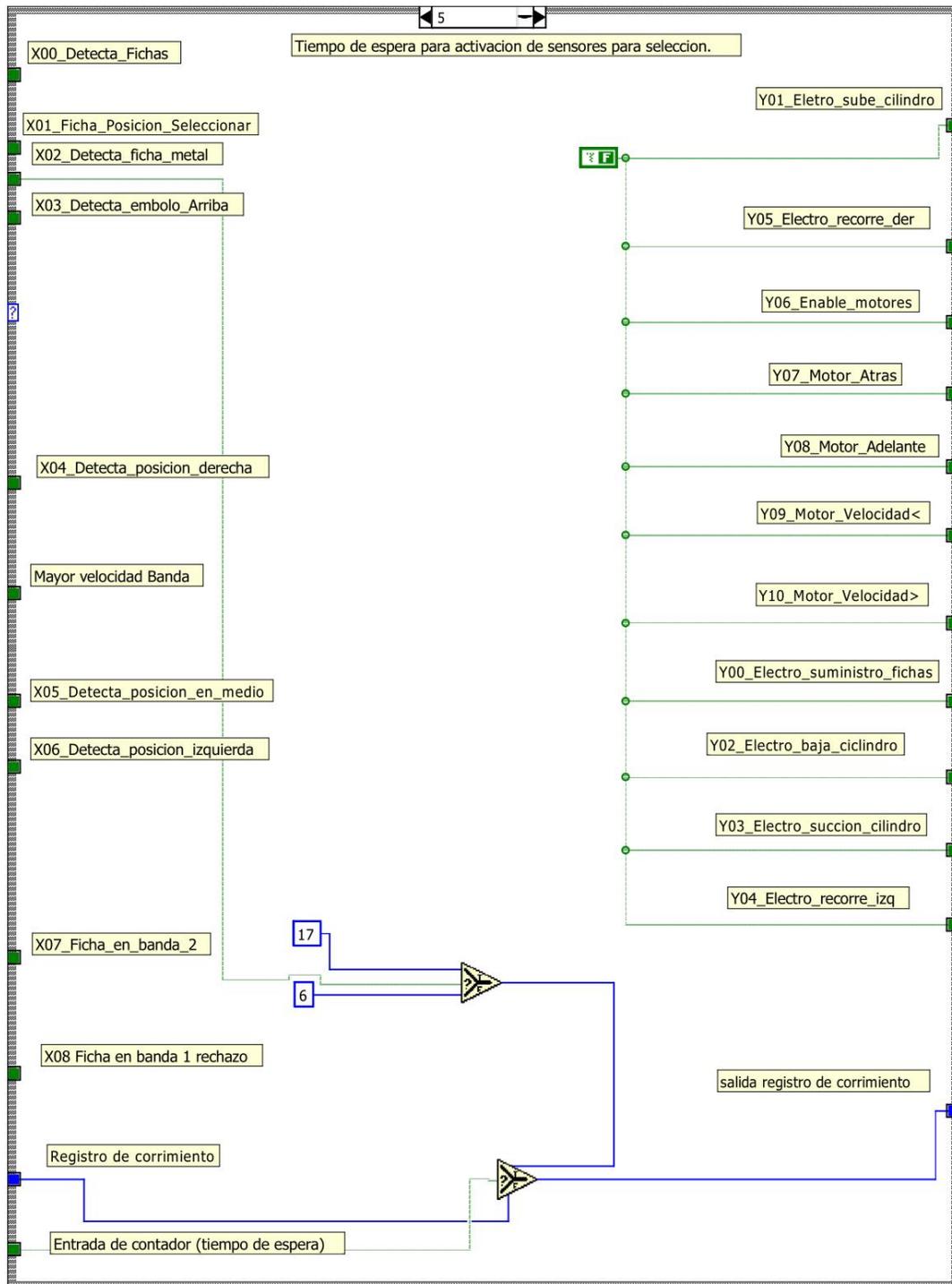
**Anexo 13: Diagrama de Bloques LabVIEW (Modo Automático);
Temporizador del actuador despachador de fichas.**



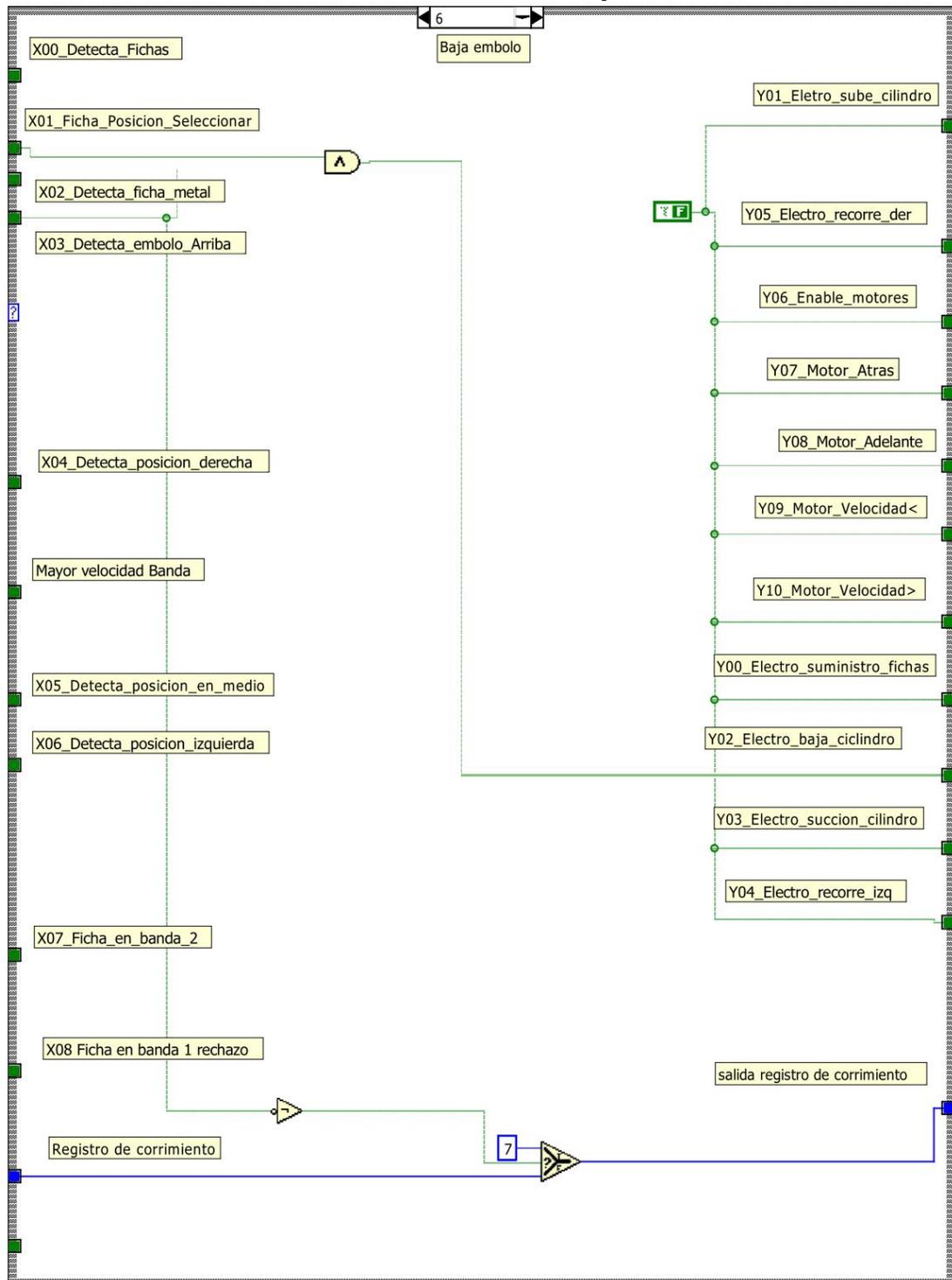
Anexo 13: Diagrama de Bloques LabVIEW (Modo Automático); Condición de Selección de material de la ficha.



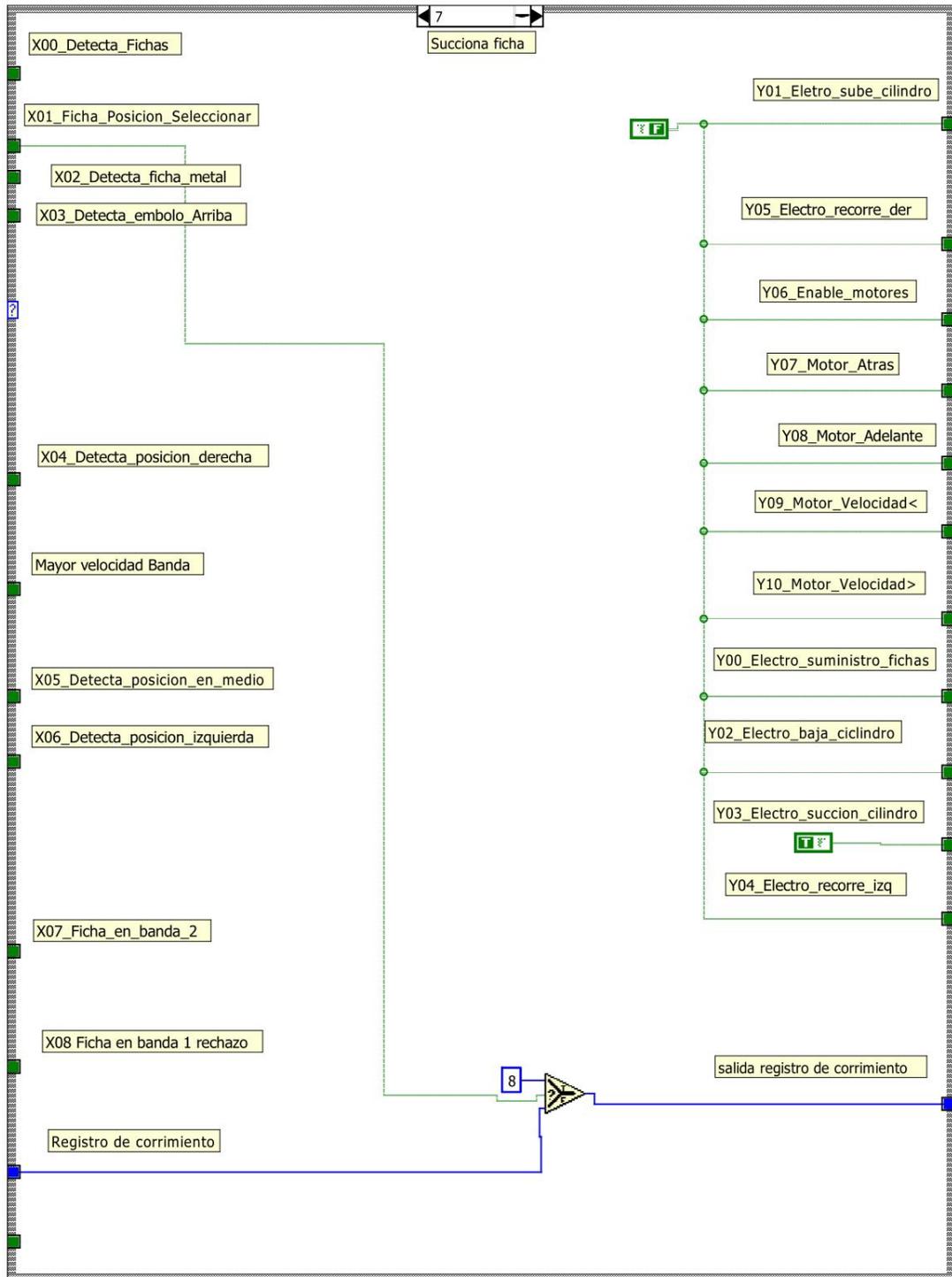
Anexo 13: Diagrama de Bloques LabVIEW (Modo Automático); Selección de programación a utilizar dependiendo del material.



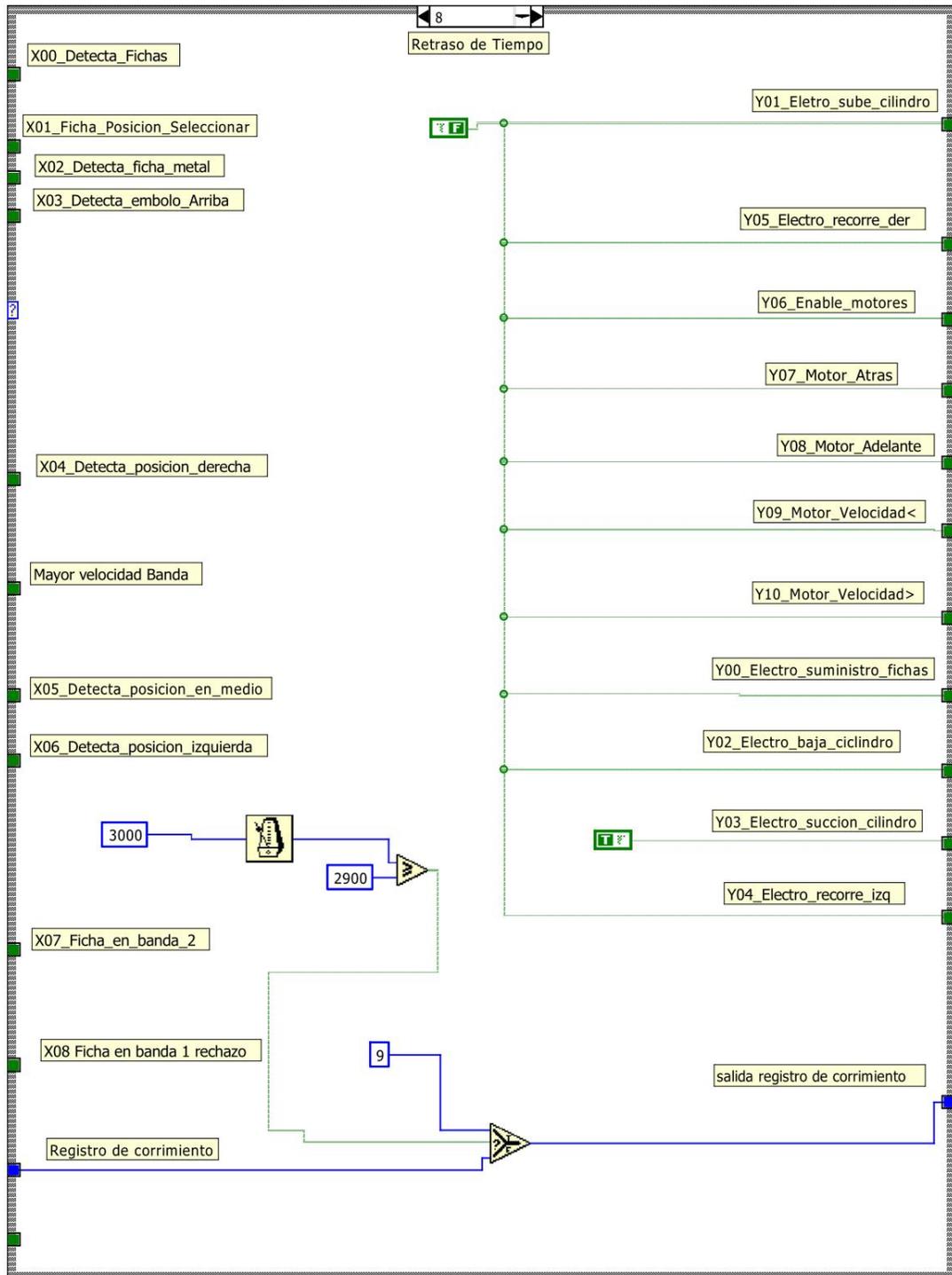
**Anexo 13: Diagrama de Bloques LabVIEW (Modo Automático);
Material No Metal, baja embolo.**



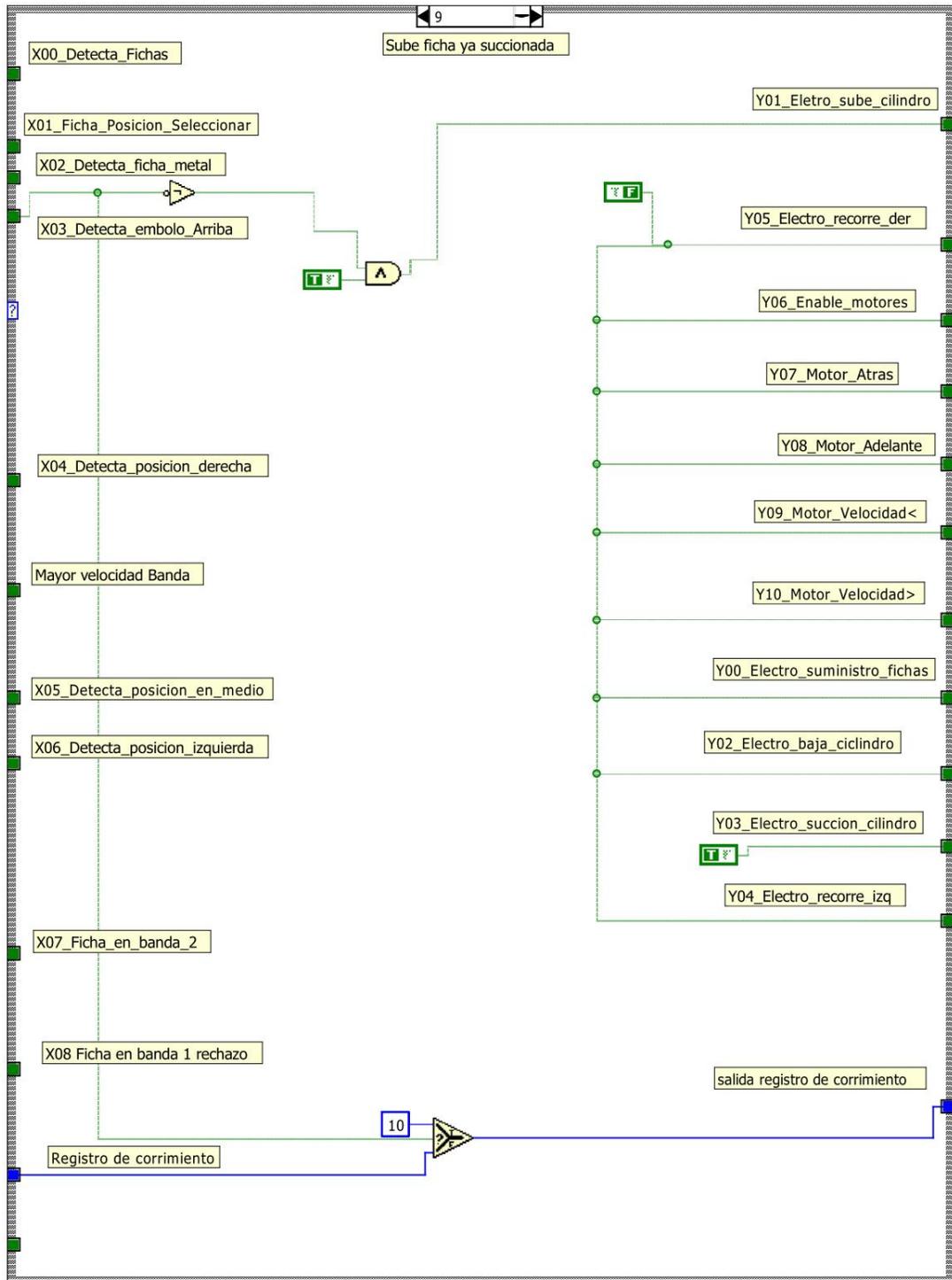
**Anexo 13: Diagrama de Bloques LabVIEW (Modo Automático);
Material No Metal, acciona succión.**



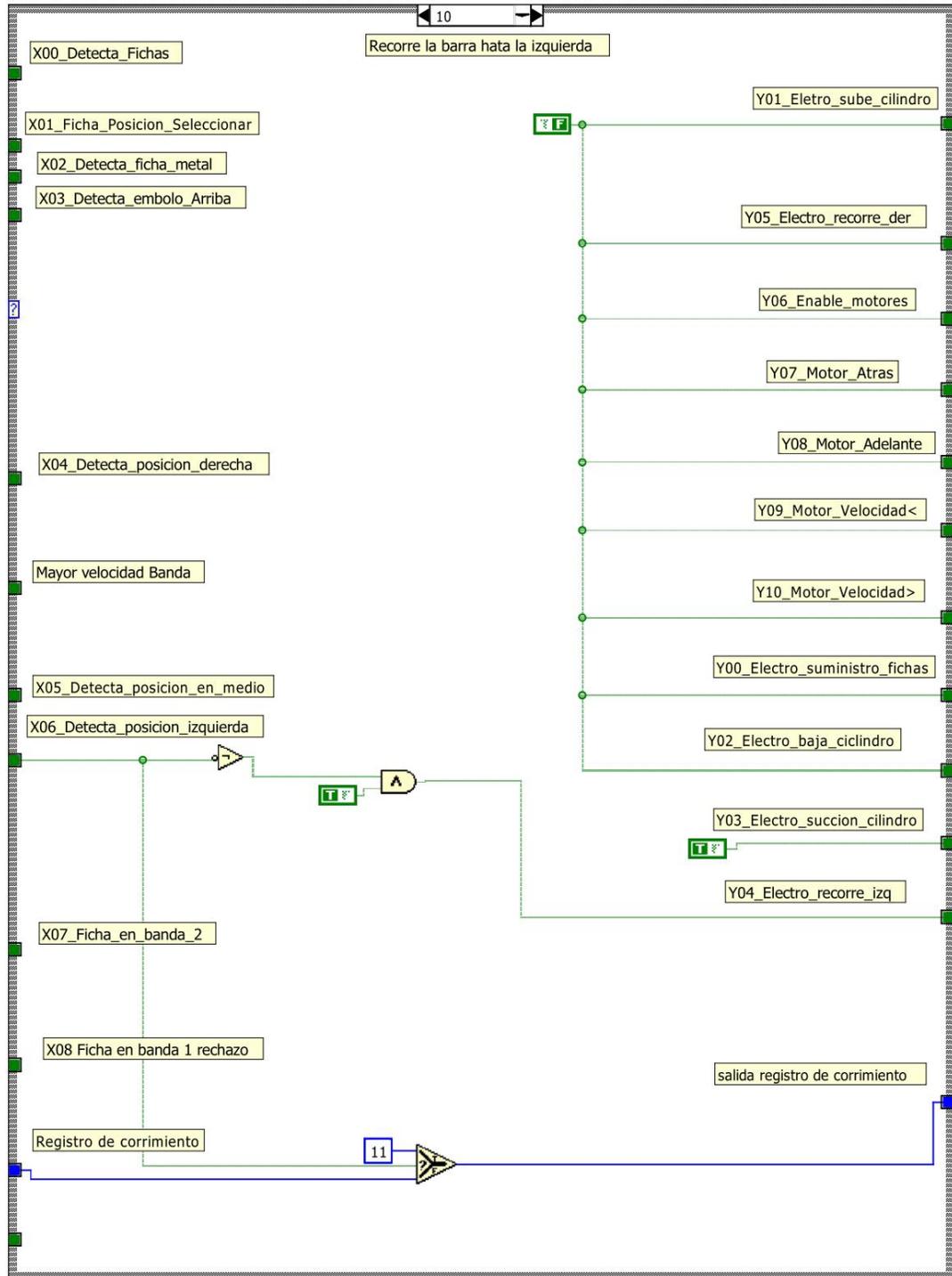
Anexo 13: Diagrama de Bloques LabVIEW (Modo Automático); Material No Metal, Temporizador del accionamiento de succión.



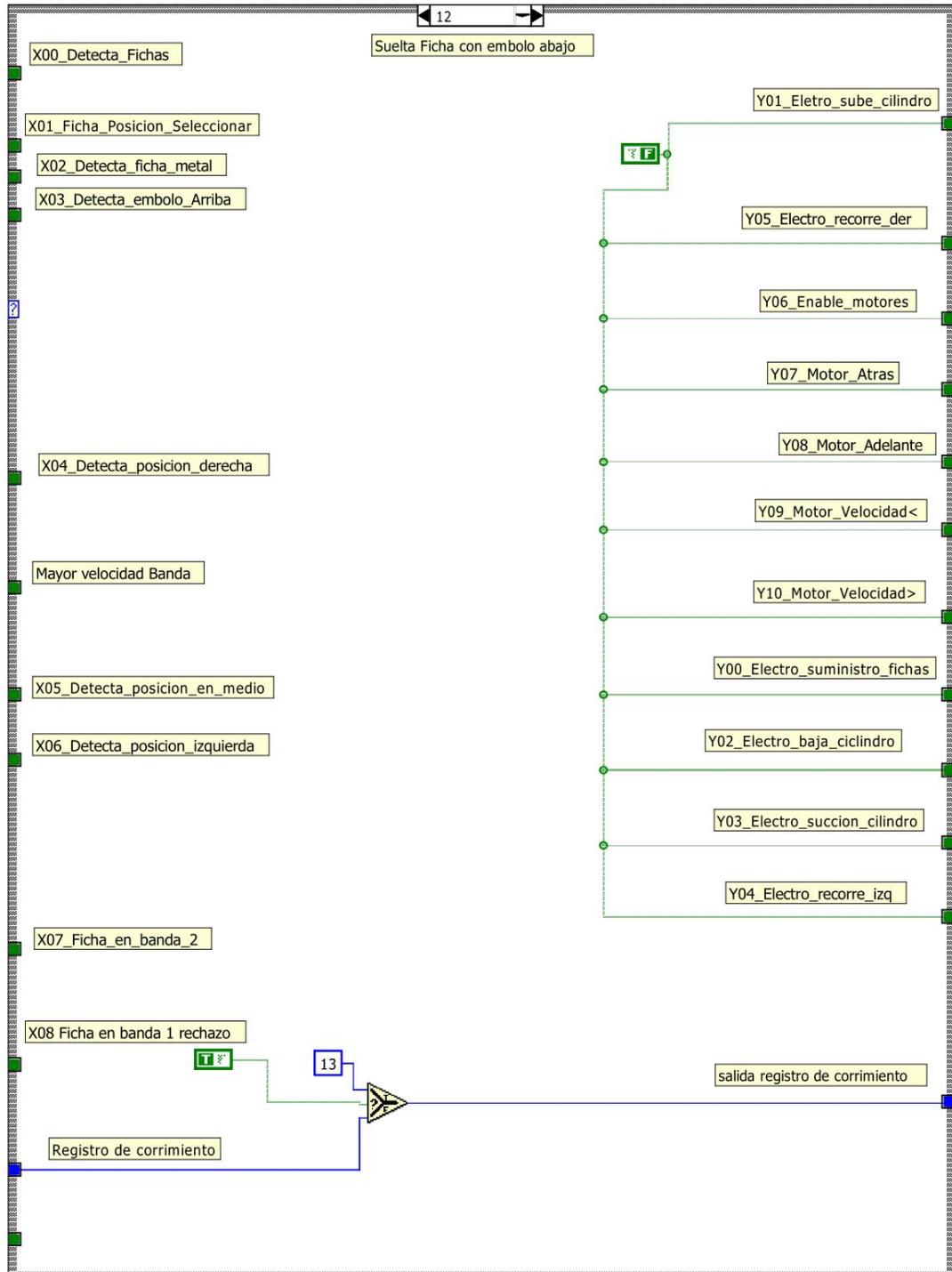
**Anexo 13: Diagrama de Bloques LabVIEW (Modo Automático);
Material No Metal, Sube Embolo con ficha succionada.**



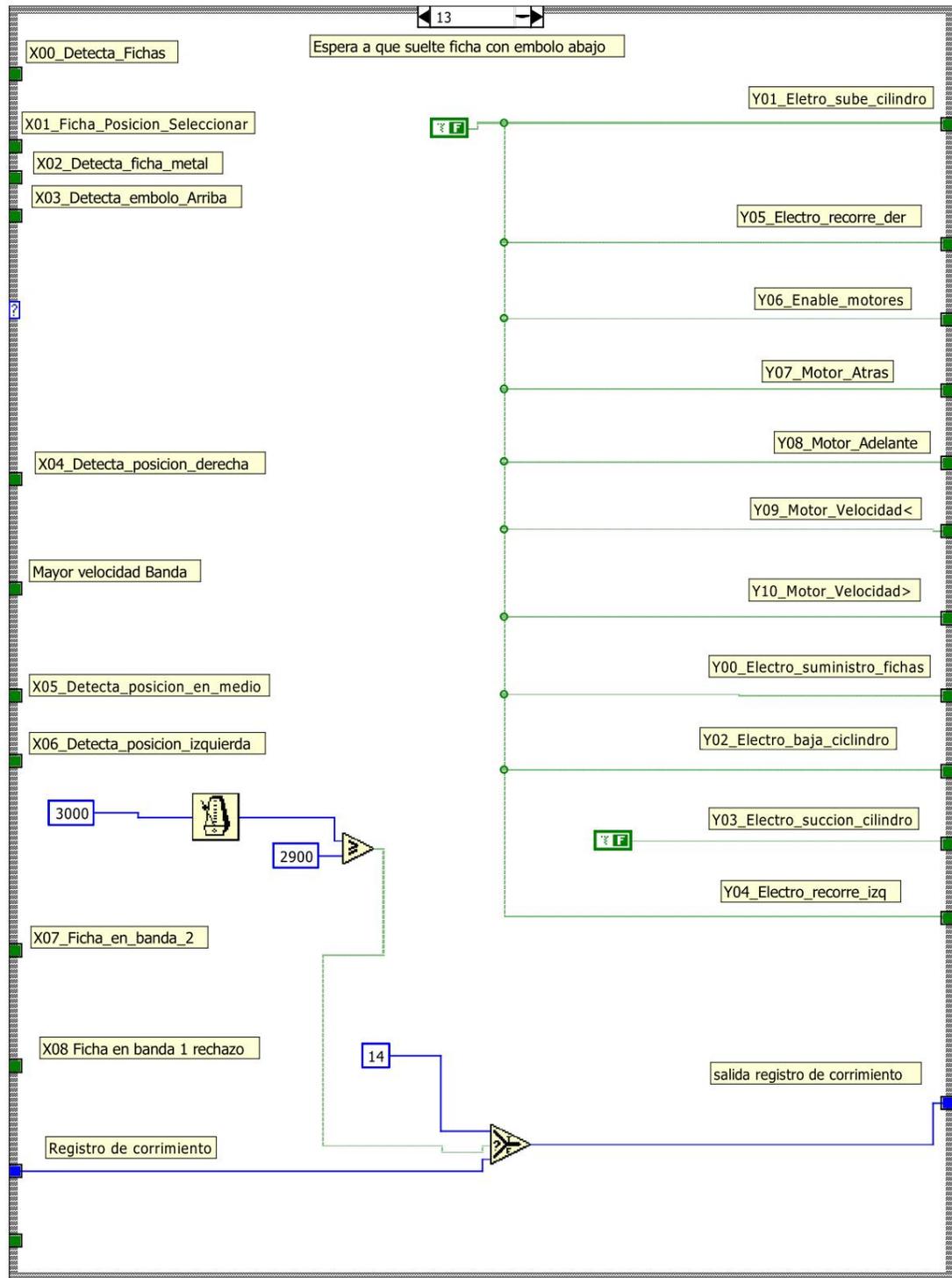
**Anexo 13: Diagrama de Bloques LabVIEW (Modo Automático);
Material No Metal, Recorre embolo hasta posición izquierda
con ficha succionada.**



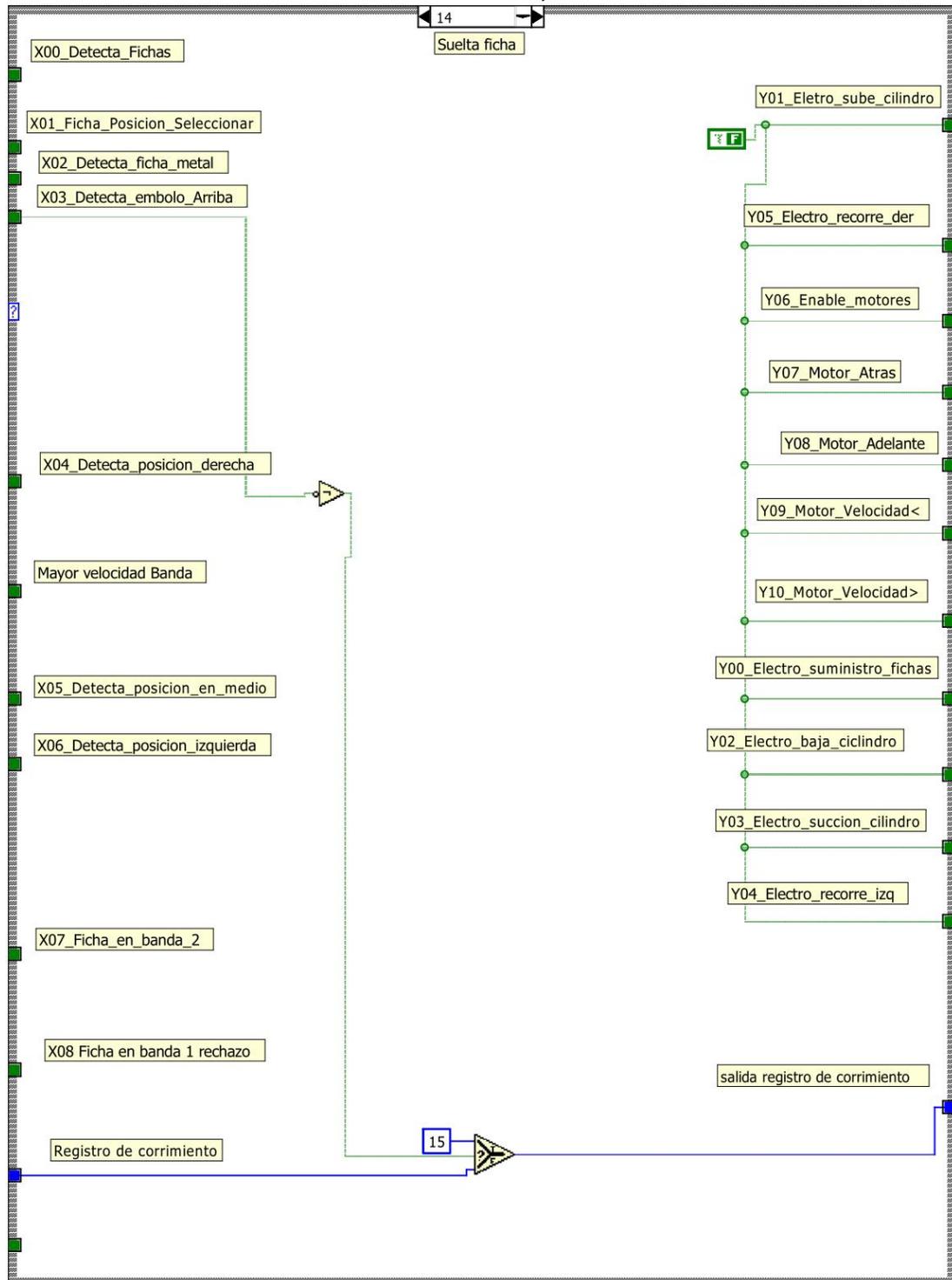
**Anexo 13: Diagrama de Bloques LabVIEW (Modo Automático);
Material No Metal, Suelta Ficha con embolo abajo en posición izquierda.**



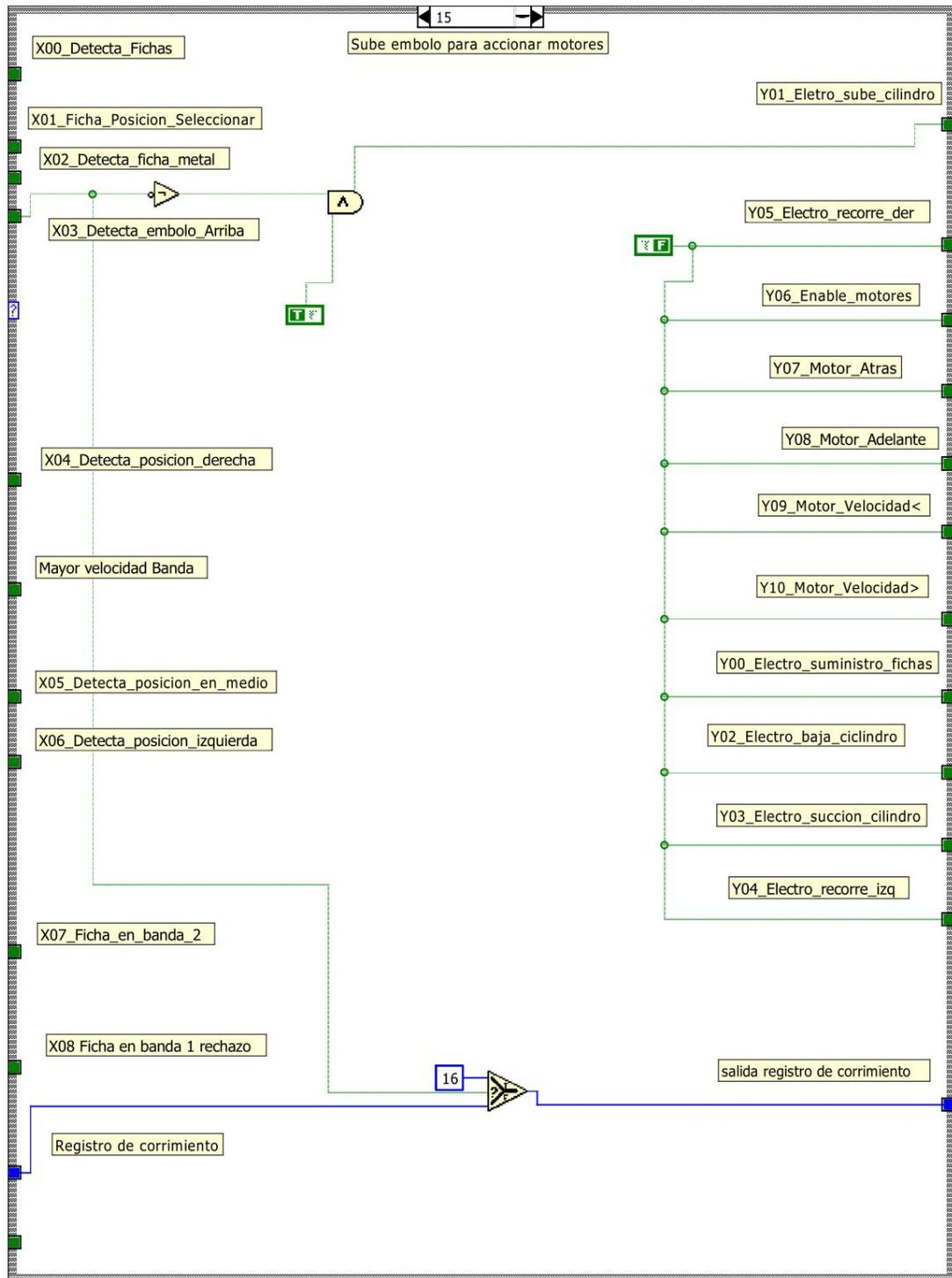
**Anexo 13: Diagrama de Bloques LabVIEW (Modo Automático);
Material No Metal, Temporizador-Suelta Ficha con embolo
abajo en posición izquierda.**



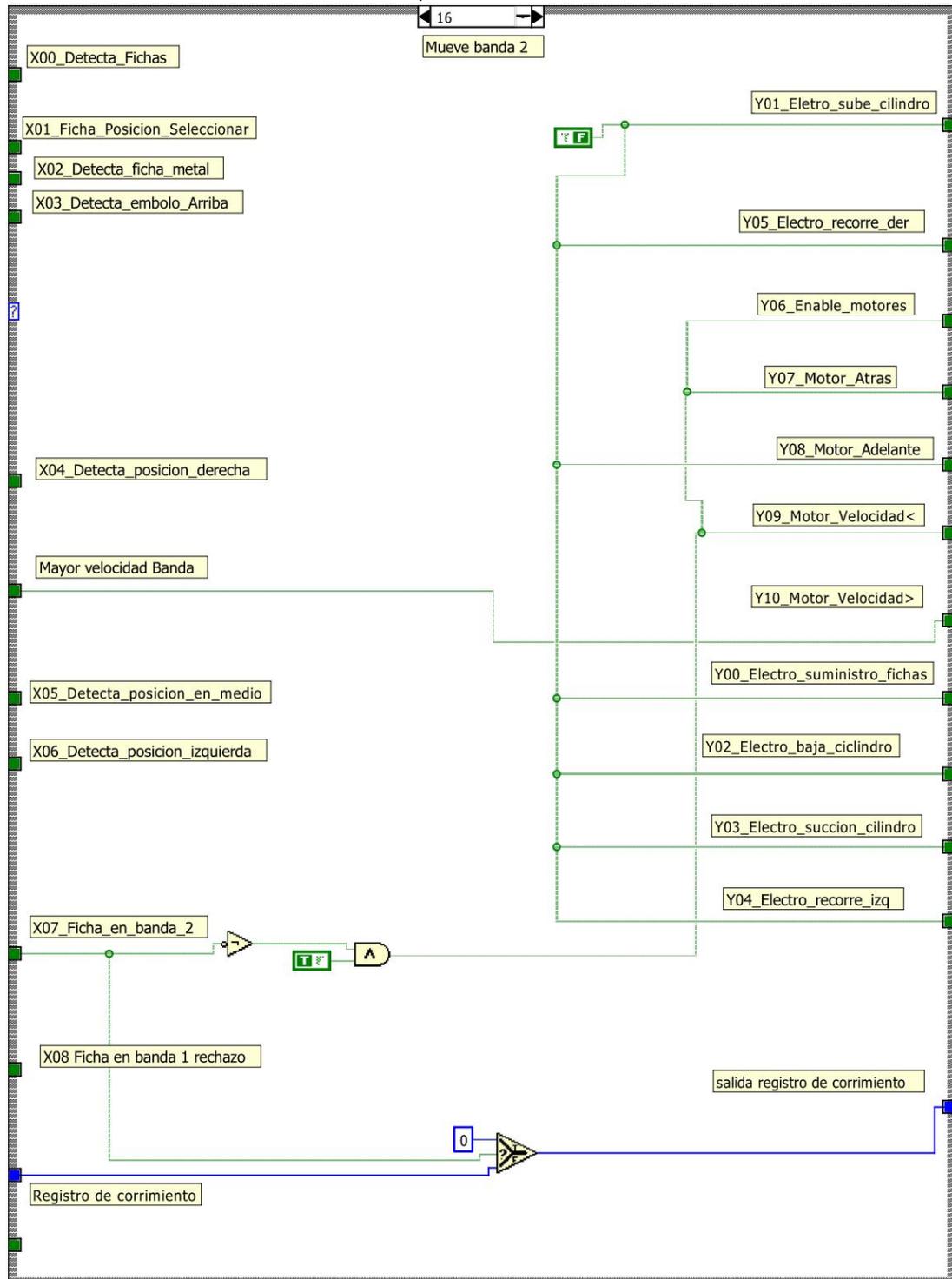
Anexo 13: Diagrama de Bloques LabVIEW (Modo Automático); Material No Metal, Suelta Ficha.



**Anexo 13: Diagrama de Bloques LabVIEW (Modo Automático);
Material No Metal, Sube embolo sin ficha en posición
izquierda.**



**Anexo 13: Diagrama de Bloques LabVIEW (Modo Automático);
Material No Metal, Mueve ficha hasta destino final.**



**Anexo 13: Diagrama de Bloques LabVIEW (Modo Automático);
Material Metal, Mueve ficha hasta destino final.**

