

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS EN TIEMPO REAL PARA UNA PRENSA DE 1000 TON DE LA EMPRESA METALTRONIC S.A.

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

BUENO GUACHAMIN ADRIANA ELISETH
eliseth_29epn@hotmail.com

DIRECTOR: Ing. ÁLVARO AGUINAGA Ph.D.M.Sc
alvaro.aguinaga@epn.edu.ec

Quito, Octubre 2012

DECLARACIÓN

Yo, Adriana Eliseth Bueno Guachamin, declaro bajo juramento que el trabajo que se presenta a continuación es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo a la Escuela Politécnica Nacional mis derechos de propiedad intelectual sobre el presente trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Adriana Eliseth Bueno Guachamin

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la Srta. Adriana Eliseth Bueno Guachamin, bajo mi supervisión

Dr. Álvaro Aguinaga B. Ph.M.Sc
DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar a Dios quien es dueño de todo y todos, por brindarme salud, vida, sabiduría e inteligencia, para poder terminar con éxito esta meta. Gracias Dios por guiar mi camino y darme la fortaleza para seguir luchando.

A mis padres, por su amor, su apoyo incondicional, por sus consejos que siempre han sido oportunos en mi vida. Gracias por el sacrificio que han hecho día tras día para darme una buena educación, gracias por todo, los amo mucho papis.

A mis hermanas; Anita gracias por tus consejos, porque siempre has sido de ejemplo en mi vida, por tu espíritu luchador a pesar de todas las barreras encontradas en tu camino.

Noemi gracias por soportar las malas noches que has tenido que pasar por mis noches de desvelo, tú has sido y siempre serás un motor para seguir luchando, porque siempre he querido ser de buen ejemplo para ti mi hermanita querida.

Al Dr. Aguinada por aceptar guiar este proyecto, por ser parte fundamental de este logro, gracias por los conocimientos impartidos, y la apertura dada para resolver inquietudes presentadas en este proyecto.

A los Ingenieros y operarios de la Empresa Metaltronic, quienes siempre han estado prestos a ayudarme dándome las pautas para este proyecto, y sobre todo a usted Ing. Nacimba por su valiosa ayuda en el desarrollo de este proyecto.

A mis amigos quienes siempre han sido a apoyo en todo este camino. Homero, Cristhian, Raúl, Daniel, Wilmer, Esteban, Diego, Carlos, Ricardo a todos ustedes gracias.

Y a ti José gracias por ser quien ha estado siempre a mi lado animándome, siendo parte de mis alegrías y tristezas. Muchísimas gracias....

DEDICATORIA

A Dios

A mis padres

A mis hermanas

A mis sobrinos

A todos mis familiares y amigos

CONTENIDO

DECLARACIÓN	I
CERTIFICACIÓN	II
AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIA	IV
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE ECUACIONES	XII
RESUMEN	XIII
CAPÍTULO 1.....	1
1 FUNDAMENTO TEÓRICO DEL PROYECTO.....	1
1.1 SISTEMAS DE CONTROL.....	1
1.1.1 TIPOS DE SISTEMAS DE CONTROL.....	1
1.1.2 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE CONTROL	2
1.1.3 PLANEAMIENTO DE UN SISTEMA FÍSICO PARA EL CONTROL.....	3
1.1.4 SEÑALES DIGITALES Y ANALÓGICAS.....	4
1.2 CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES	4
1.2.1 DEFINICIÓN:.....	4
1.2.2 ESTRUCTURA BÁSICA	6
1.2.2.1 Arquitectura interna de un PLC	7
1.2.3 OPERACIÓN CÍCLICA DEL PLC	8
1.2.4 VENTAJAS E INCONVENIENTES	9
1.2.4.1 Ventajas	9
1.2.4.2 Inconvenientes	10
1.2.5 FUNCIONES BÁSICAS DEL PLC	10
1.2.6 ALMACENAMIENTO EN LA CPU DEL PLC	11
1.2.7 ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES	12
1.2.7.1 Entradas digitales.....	12

1.2.7.2	Salidas Digitales.....	13
1.2.8	ENTRADAS Y SALIDAS ANALÓGICAS.....	13
1.2.8.1	Entradas analógicas.....	13
1.2.8.2	Salidas Analógicas.....	14
1.2.9	LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN.....	14
1.2.9.1	Lenguaje de programación AWL.....	14
1.2.9.2	Lenguaje de programación KOP.....	15
1.3	SISTEMAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS.....	17
1.3.1	INTRODUCCIÓN.....	17
1.3.2	FUNCIONES PRINCIPALES DE UN SCADA.....	18
1.3.3	MÓDULOS.....	19
1.3.4	COMPONENTES HARDWARE.....	19
1.3.5	EJEMPLOS DE SOFTWARE SCADA.....	20
CAPÍTULO 2.....	21	
2	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PRENSA 1000 TONELADAS.....	21
2.1	INTRODUCCIÓN.....	21
2.2	DESCRIPCIÓN DE LA PRENSA HIDRÁULICA.....	21
2.2.1	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS.....	21
2.2.2	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA PRENSA.....	22
2.2.2.1	Especificaciones técnicas.....	22
2.2.2.2	Datos técnicos.....	23
2.2.3	CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES.....	25
2.3	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	29
2.4	CONTEXTO OPERACIONAL REALIZADO EN LA PRENSA.....	31
CAPÍTULO 3.....	41	
3	AUTOMATIZACIÓN.....	41
3.1	DISPOSITIVOS DE ENTRADA AL PLC.....	41
3.2	DISPOSITIVOS DE SALIDA DEL PLC.....	46
3.3	SENSORES ACTUADORES Y PRE ACTUADORES SELECCIONADOS	
	51	

3.3.1	SENSORES SELECCIONADOS	51
3.3.1.1	Especificación de los elementos de entrada	51
3.3.2	ACTUADORES SELECCIONADOS	59
3.3.2.1	Especificación de los elementos de salida.....	59
CAPÍTULO 4.....		63
4	PROGRAMACIÓN DE LOS CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES	63
4.1	ESPECIFICACIÓN DEL PLC	63
4.2	PL7 JUNIOR V4.5	65
4.3	LENGUAJE LADDER DE LA PROGRAMACIÓN	66
4.4	ANÁLISIS DEL PROGRAMA DEL PLC (ALGORITMO)	74
CAPÍTULO 5.....		83
5	DISEÑO DEL SISTEMA SCADA.....	83
5.1	SELECCIÓN DEL SISTEMA SCADA	83
5.1.1	INTOUCH	83
5.1.2	LABVIEW	83
5.2	LABVIEW.....	84
5.2.1	INTRODUCCIÓN	84
5.2.2	VENTAJAS DEL EMPLEO DE LABVIEW	85
5.2.3	PARTES DEL LABVIEW.....	85
5.3	DISEÑO DEL SISTEMA SCADA	88
5.3.1	INDICADOR DEL SISTEMA SCADA	88
5.3.1.1	Disponibilidad	89
5.3.1.2	Eficiencia.....	91
5.3.1.3	Calidad	92
CAPÍTULO 6.....		95
6	PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA SCADA.....	95
6.1	PARTES DEL SISTEMA SCADA DISEÑADO	95
6.2	SEÑALES DE ENTRADAS Y SALIDAS.....	96
6.2.1	SEÑALES DE ENTRADAS.....	96

6.2.2	SEÑALES DE SALIDAS	98
6.2.2.1	Contador de Tiempo	98
6.2.2.2	Contador de Piezas	98
6.2.2.3	Alarmas y Paros por Emergencia.	99
6.2.2.4	Ilustración de la Posición del Plato Móvil	100
6.3	ANÁLISIS DE LA PROGRAMACIÓN	101
6.3.1	PROGRAMACIÓN DEL ASCENSO Y DESCENSO DEL PLATO MÓVIL 101	
6.3.2	PROGRAMACIÓN DEL CONTADOR DE TIEMPOS	102
6.3.3	PROGRAMACIÓN DEL CONTADOR DE NÚMERO DE PIEZAS	103
6.3.4	PROGRAMACIÓN DE ALARMAS Y PAROS DE EMERGENCIA.	104
6.3.5	PROGRAMACIÓN DE LA BASE DE DATOS EN UN DOCUMENTO EXCEL	106
CAPÍTULO 7.....		109
7	COMPROBACIÓN Y SIMULACIÓN	109
7.1	MANEJO DEL SISTEMA SCADA	109
7.2	BASE DE DATOS DEL SISTEMA SCADA	111
7.3	COMUNICACIÓN CON EL PLC	116
7.3.1	MEDIO DE TRANSMISIÓN	116
7.3.1.1	Comunicación serial	116
7.3.1.2	Tarjeta de Adquisición de Datos (DAQ)	117
7.3.2	EQUIPO EMISOR MTU.....	119
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		120
CONCLUSIONES		120
RECOMENDACIONES		120
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		122
ANEXOS.....		124

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Identificador nemotécnico de cada área de la memoria de un PLC.....	12
Tabla 2.1 Listado elementos eléctricos.....	24
Tabla 2.2 Actividades de Mantenimiento para el operador	29
Tabla 2.3 Actividades del área de mantenimiento	30
Tabla 2.4 Operaciones realizadas en la prensa de 1000 ton.....	35
Tabla 2.5 Tecla para ingresar información al panel de control.....	38
Tabla 2.6 Listado operaciones con las características del plato móvil y prensa chapa	39
Tabla 3.1 Entradas Digitales.....	45
Tabla 3.2 Entradas Analógicas.....	46
Tabla 3.3 Salidas Digitales.....	50
Tabla 3.4 Salidas Analógicas.....	50
Tabla 3.5 Selección de pulsadores.....	52
Tabla 3.6 Especificaciones de los sensores inductivos seleccionados	55
Tabla 3.7 Características del contactor LC1 D09.....	61
Tabla 4.1 Módulos de entrada/ salida TELEMECANIQUE	64
Tabla 5.1 Causas de las paradas no planificadas	90
Tabla 6.1 Descripción de las partes del sistema SCADA.....	95
Tabla 7.1 Especificaciones de los sensores inductivos seleccionados	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Componentes de un Sistema de Control.....	3
Figura 1.2 Parámetros de un sistema de control.....	4
Figura 1.3 Controlador Lógico Programable	5
Figura 1.4 Estructura Controlador Lógico Programable	6
Figura 1.5 Elementos básicos del PLC	8
Figura 1.6 Ciclo de operación de un PLC	9
Figura 1.7 Ejemplo de programación en lenguaje AWL	15
Figura 1.8 Ejemplo de programación en lenguaje KOP	16

Figura 1.9 Esquema de un típico sistema SCADA	17
Figura 2.1 Prensa Rolop de 1000 Ton.....	22
Figura 2.2 Barrera infrarroja prensa de 1000 Ton.....	26
Figura 2.3 HMI de la prensa de 1000 Ton.....	27
Figura 2.4 Botoneras del Panel de Control Prensa 1000 Ton.....	29
Figura 2.5 Ensamble Chasis	31
Figura 2.6 Esquema de producción Riel Delantera 4x2 LH.....	32
Figura 2.7 Diagrama de Flujo de Procesos Riel Delantera 4x2 LH.....	33
Figura 2.8 Esquema del Flujo de Procesos Riel Delantera 4x2 LH.....	34
Figura 2.9 Prensa Hidráulica ROLOP 1000 toneladas (proceso embutido bóveda LH/RH).....	36
Figura 2.10 Posición de las velas del proceso embutición de Bóvedas LH/RH	37
Figura 2.11 Posición de troquel Bóvedas LH/RH en la mesa de fija de la prensa	37
Figura 2.12 Mesa de la prensa de 1500 toneladas	38
Figura 3.1 Conexiones de entradas digitales del PLC.....	42
Figura 3.2 Conexiones del módulo de entradas digitales del PLC.....	43
Figura 3.3 Conexiones del módulo de entradas analógicas del PLC	44
Figura 3.4 Conexiones de salidas analógicas del PLC	47
Figura 3.5 Conexiones de salidas digitales del PLC.....	48
Figura 3.6 Conexiones de salidas analógicas del PLC	49
Figura 3.7 Elementos para la automatización	51
Figura 3.8 Esquema de un pulsador	52
Figura 3.9 Interruptor selector	53
Figura 3.10 Sensor Inductivo	54
Figura 3.11 Sensor Inductivo XS1M12MA230	55
Figura 3.12 Barrera fotoeléctrica	56
Figura 3.13 Encoder	57
Figura 3.14 Potenciómetro lineal	57
Figura 3.15 Transductor de presión	58
Figura 3.16 Relé □	59
Figura 3.17 Ojo de buey XB4-BV64	60
Figura 3.18 Contactor Telemecanique	61
Figura 3.19 Esquema de una electroválvula	62

Figura 4.1 PLC MODICON TSX MicroTelemecanique	63
Figura 4.2 PLC Telemecanique instalado en la prensa	64
Figura 4.3 Características del PLC TSX37-21	65
Figura 4.4 Compatibilidad del PLC con el Software PL7	65
Figura 5.1 Panel frontal del Labview	86
Figura 5.2 Diagrama de bloques del Labview	87
Figura 5.3 Paletas del Labview.....	88
Figura 5.4 Disponibilidad de la máquina	89
Figura 5.5 Reloj del tiempo disponible	89
Figura 5.6 Pérdidas planificadas	90
Figura 5.7 Reloj del tiempo de paro no planificado	91
Figura 5.8 Eficiencia de la máquina	91
Figura 5.9 Reloj del tiempo real de producción	92
Figura 5.10 Calidad que brinda la máquina	93
Figura 5.11 Contador de piezas	93
Figura 5.12 Esquema de la Eficiencia General de la máquina (OEE)	94
Figura 6.1 Pantalla Frontal sistema SCADA	95
Figura 6.2 Menú Ring de paros y operaciones realizadas en la prensa.....	97
Figura 6.3 Señales de entradas desde el PLC	98
Figura 6.4 Contador de tiempos	98
Figura 6.5 Contador de piezas	99
Figura 6.6 Graficador de contador de piezas y tiempos de producción	99
Figura 6.7 Paros de emergencia	100
Figura 6.8 Alarma de paro con sirena.	100
Figura 6.9 Plato móvil.	100
Figura 6.10 Programación del ascenso y descenso en estado automático.....	101
Figura 6.11 Programación del ascenso y descenso en estado manual.	102
Figura 6.12 Programación del Reloj General.	102
Figura 6.13 Programación del reloj de Producción.	102
Figura 6.14 Programación del reloj de Paros.....	103
Figura 6.15 Programación del contador de piezas.	103
Figura 6.16 Programación del graficador de número de piezas y tiempos de producción.....	104

Figura 6.17	Programación del paro del sistema	104
Figura 6.18	Programación del paro por emergencia del sistema	105
Figura 6.19	Programación de la alarma de paro.	105
Figura 6.20	Programación de la creación de la base de datos	106
Figura 6.21	Programación de los datos guardados en el archivo.	106
Figura 6.22	Programación de los títulos de cada columna.....	107
Figura 6.23	Programación de la frecuencia de los datos a guardar.....	107
Figura 6.24	Diagrama de flujo de la programación del Sistema SCADA	108
Figura 7.1	Pantalla de presentación	109
Figura 7.2	Pantalla de frontal del diseño	110
Figura 7.3	Guardando el archivo en formato .xls.....	110
Figura 7.4	Gráfico estadístico de Tiempos de Operaciones.....	114
Figura 7.5	Gráfico estadístico de Tiempos de Paros.....	114
Figura 7.5	Paleta de Funciones de VISA	116
Figura 7.6	Comunicación Serial RS-232 Computador con un PLC	117
Figura 7.7	Función de un hardware DAQ	117
Figura 7.8	Esquema del equipo emisor MTU	119

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación (5-1) OEE	88
Ecuación (5-2) <i>Disponibilidad</i> %	89
Ecuación (5-3) <i>Eficiencia</i> %	91
Ecuación (5-4) <i>Calidad</i> %	93

RESUMEN

El proyecto consiste en realizar el diseño y simulación de un sistema de adquisición de datos conocido como SCADA para la prensa de 1000 toneladas de la empresa Metaltronic, con la finalidad de controlar y supervisar los procesos a distancia.

Estos datos son adquiridos en un documento Excel el mismo que permite realizar reportes estadísticos de esta información. Un indicador que se calcula como modo de ejemplo es el OEE (Eficiencia Global de la máquina), brindando una herramienta consistente para evaluar la eficacia de las máquinas, identificar sus falencias y enfocar esfuerzos de mejoramiento de una manera directa.

El software utilizado en el diseño y simulación de este sistema SCADA es el Labview, seleccionado por el lenguaje de programación amigable que posee.

Los datos que se obtienen de este sistema son: fecha en tiempo real a su aplicación, tiempo de producción, tiempo de paro, tiempo de funcionamiento del sistema, número de piezas fabricadas en la prensa por cada operación.

CAPÍTULO 1

1 FUNDAMENTO TEÓRICO DEL PROYECTO

1.1 SISTEMAS DE CONTROL

Un sistema automático de control es un conjunto de componentes físicos conectados o relacionados entre sí, de manera que regulen o dirijan su actuación por sí mismos, es decir sin intervención de agentes exteriores (incluido el factor humano), corrigiendo además los posibles errores que se presenten en su funcionamiento.

1.1.1 TIPOS DE SISTEMAS DE CONTROL^[1]

- **Sistemas de lazo abierto:** Es el sistema en que la señal de salida (variable controlada) no tiene influencia sobre la acción de control (variable de control). El proceso se realiza al establecer las condiciones necesarias para obtener un fin o resultado determinado. Si el resultado no es el deseado, por haber condiciones externas al sistema que han podido ser variadas, no hay posibilidad de poderlos cambiar durante el proceso, ya que no existe retroalimentación.

Ejemplo: Semáforos de una ciudad

- Funcionan sobre una base de tiempo
 - Variable de salida “estado del tráfico” no afecta al funcionamiento del sistema.
-
- **Sistema de lazo cerrado:** Es el sistema en que la señal de salida (variable controlada) tiene efecto directo sobre la acción de control (variable de control), es decir que si existe una diferencia entre la salida real y la deseada, el autómata realiza los ajustes necesarios para la aproximación lo más exacta posible, ya que aquí si existe retroalimentación

¹ CALLONI J.; Curso Básico de Domótica; Editorial Alsina; Buenos Aires, 2011

Dependiendo del tipo de sujeto, el control se clasifica en:

- **Control manual:** Cuando un operador humano es el que efectúa el control sobre el sistema.
- **Control automático:** Cuando no interviene un operador humano, sino son elementos artificiales los que efectúan el control.
- **Control semiautomático:** Cuando parte del proceso de control es automático y otra parte es manual.

1.1.2 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE CONTROL

Los componentes principales de un sistema de control se pueden ver en la figura 1.1 y estos son ^[2]:

- **SENSORES:** Los sensores son conocidos como los ojos del sistema de control, los cuales permiten ver e informar el estado de un proceso a un controlador. Es decir detectan, censan una determinada acción externa e informan.
Ejemplo: Temperatura, presión, posición, etc.
- **CONTROLADOR:** Es el cerebro que además de almacenar información recibe información de los sensores, procesa información y envía órdenes a los actuadores para que accionen sobre el sistema en vista a lograr que este logre sus objetivos.
- **ACTUADORES:** Una vez que se ha instalado los sensores los cuales informan lo que sucede en el proceso, es necesario determinar la forma de actuar sobre el sistema para cambiar del estado actual del proceso al estado deseado.

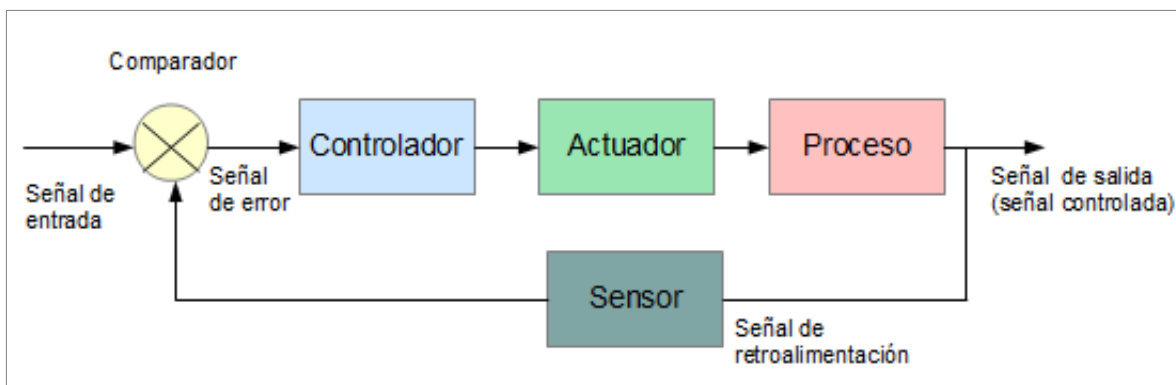


Figura 1.1 Componentes de un Sistema de Control

1.1.3 PLANEAMIENTO DE UN SISTEMA FÍSICO PARA EL CONTROL

La condición necesaria para que el control de un sistema físico cumpla con su finalidad es que este sistema funcione correctamente.

Para el control los componentes del sistema físico se consideran dentro de una “caja negra” y más bien se considera al sistema en forma paramétrica, siendo los parámetros funcionales del sistema, desde el punto de vista de control los siguientes ^[3]:

- **SALIDAS:** Son parámetros cuantificables que representan los *objetivos de un sistema*.
- **ENTRADAS:** Son parámetros cuantificables sobre los que se puede *actuar directamente*.
- **PERTURBACIONES:** Son parámetros generalmente del *medio ambiente* en que funciona el sistema y que son muy difíciles o imposible de evitarlos. Estos parámetros se consideran perturbaciones solamente cuando estos *afectan significativamente* en el funcionamiento de un sistema.

El la figura 1.2 se representa los parámetros de un sistema físico de control.

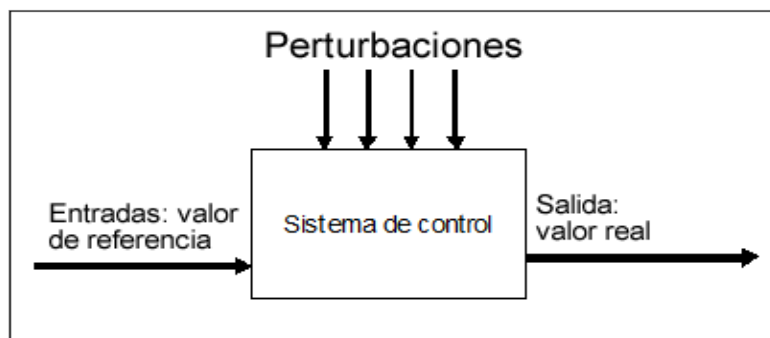


Figura 1.2 Parámetros de un sistema de control

FUENTE: [AGUINAGA A; 2011]

1.1.4 SEÑALES DIGITALES Y ANALÓGICAS

Las señales de información transmitidas entre los diferentes componentes y elementos de un sistema de control se dividen en dos tipos que son ^[4]:

- **SEÑALES ANALÓGICAS:** Son señales que pueden adquirir un número ilimitado de valores, dentro de un rango máximo y mínimo, siendo la senoide la representación más típica de la señal analógica. Son las generadas por sensores de presión, temperatura, peso, flujo de caudal, etc.
- **SEÑALES DIGITALES:** Sólo pueden adquirir uno o dos valores, “0” y “1”, porque se basan en el sistema binario de numeración. Una tecla que pulsa un interruptor NA/NC dará este valor binario “0” o “1”.

Dependiendo de cuál de estas señales o información es la predominante en un elemento, equipo o sistema de control a este se lo define como analógico o digital.

1.2 CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES

1.2.1 DEFINICIÓN:

Un autómata programable (AP) o PLC es una máquina electrónica programable diseñada para ser utilizada en un entorno industrial (hostil), que utiliza una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones orientadas al usuario, para implantar unas soluciones específicas tales como funciones lógicas, secuencias, temporizaciones, recuentos y funciones aritméticas con el fin

4 CALLONI J, (2011), “Curso Básico de Domótica” ;Editorial Alsina; Buenos Aires, pág. 5.

de controlar mediante entradas y salidas, digitales y analógicas diversos tipos de máquinas o procesos.^[5]

En la figura 1.3 se observa el esquema de un PLC.

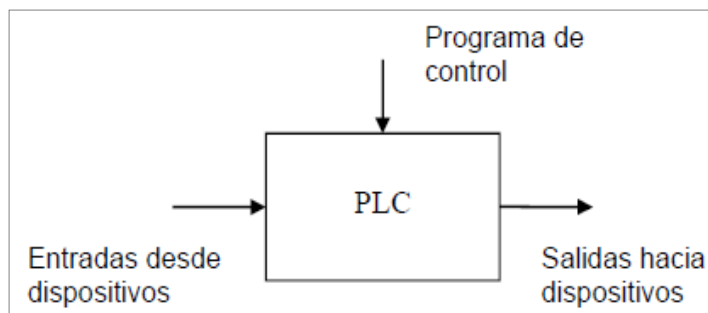


Figura 1.3 Controlador Lógico Programable

FUENTE: [AGUINAGA A; 2011]

Este tipo de procesadores se denomina lógico debido a que su programación básicamente tiene que ver con la ejecución de operaciones lógicas y de conmutación. Los dispositivos de entrada (por ejemplo, un interruptor) y los dispositivos de salida (por ejemplo, un motor), que están bajo control, se conectan al PLC; de esta manera el controlador monitorea las entradas y salidas, de acuerdo con el programa diseñado por el operador para el PLC y que éste conserva en memoria, y de esta manera se controlan máquinas o procesos. En un principio, el propósito de estos controladores fue sustituir la conexión física de relevadores de los sistemas de control lógicos y de sincronización.

Los PLC's tienen la gran ventaja de que permiten modificar un sistema de control sin tener que volver a alambrar las conexiones de los dispositivos de entrada y de salida; basta con que el operador digite en un teclado las instrucciones correspondientes. Lo anterior permite contar con un sistema flexible mediante el cual es posible controlar sistemas muy diversos entre sí, tanto en tipo como en complejidad.

Si bien los PLC's son similares a las computadoras, tienen características específicas que permiten su empleo como controladores, estos son:

- Son robustos y están diseñados para resistir vibraciones, temperatura,

humedad y ruido.

- La interfaz para las entradas y las salidas está dentro del controlador.
 - Es muy fácil programarlos, así como entender el lenguaje de programación.
- La programación básicamente consiste en operaciones de lógica y conmutación.

1.2.2 ESTRUCTURA BÁSICA

En forma general los componentes básicos de un PLC se pueden observar en la figura 1.4: [6]

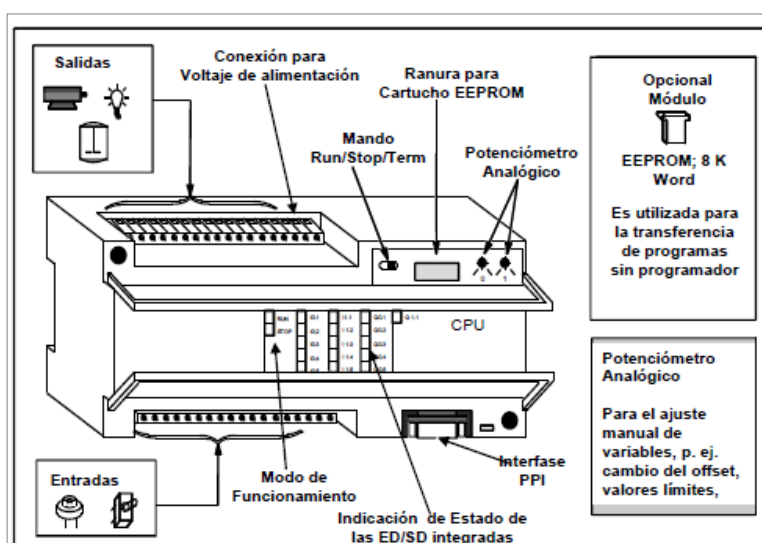


Figura 1.4 Estructura Controlador Lógico Programable

FUENTE: [AGUINAGA A; 2011]

Cada PLC incorpora una unidad central de procesamiento (CPU), la fuente de alimentación, así como entradas y salidas digitales.

- La CPU ejecuta el programa y almacena los datos para la tarea de automatización o el proceso. La CPU controla y procesa todas las operaciones dentro del PLC, toma las decisiones realizadas al control de la máquina o proceso. Durante su operación, el CPU recibe entradas de diferentes dispositivos de sensado, ejecuta decisiones lógicas, basadas en un programa almacenado en la memoria y controla los dispositivos de salida de acuerdo al resultado de la lógica programada. Cuenta con un

temporizador cuya frecuencia típica es entre 1 y 8 MHz. Esta frecuencia determina la velocidad de operación del PLC y es la fuente de temporización y sincronización de todos los elementos de sistema que lleva información y datos desde y hacia la memoria y las unidades de entrada/salida.

- La fuente de alimentación proporciona corriente a la unidad central y a los módulos de ampliación conectados. La fuente de alimentación convierte altos voltajes de corriente de línea (115V 230V CA) a bajos voltajes (5V, 15V, 24V CD) requeridos por el CPU y los módulos de entradas y salidas.
- Las entradas y salidas controlan el sistema de automatización. Los módulos de entradas y de salidas son la sección del PLC en donde sensores y actuadores son conectados y a través de los cuales el PLC monitorea y controla el proceso. Las entradas vigilan las señales de los aparatos de campo y las salidas vigilan las bombas, motores u otros dispositivos del proceso.
- La interface de comunicación permite conectar la CPU a una unidad de programación o a otros dispositivos. Algunas CPU disponen de dos o más interfaces de comunicación.
- Los diodos luminosos indican el modo de operación de la CPU (RUN o STOP), el estado de las entradas y salidas integradas, así como los posibles fallos del sistema que se hayan detectado.

Si se desea utilizar un PC como unidad de programación del PLC, se debe disponer de equipos adicionales para lograr la comunicación como son: un cable PC/PPI, un procesador de comunicaciones (CP), un cable de interface multipunto (MPI), y una tarjeta de interface multipunto (MPI).

1.2.2.1 Arquitectura interna de un PLC ^[7]

Los autómatas programables están compuestos de muchos bloques internos, dependiendo especialmente de la configuración del mismo. Sin embargo, todos se ajustan a ciertos elementos básicos, como son:

⁷ <http://es.scribd.com/doc/86293798/Introduccion-a-PLC>

- Fuente de alimentación
- Unidad central de proceso (CPU)
- Memoria ROM
- Memoria de datos RAM
- Memoria de programa (ROM, EEPROM o FLASH)
- Interfaces de Entrada y Salida

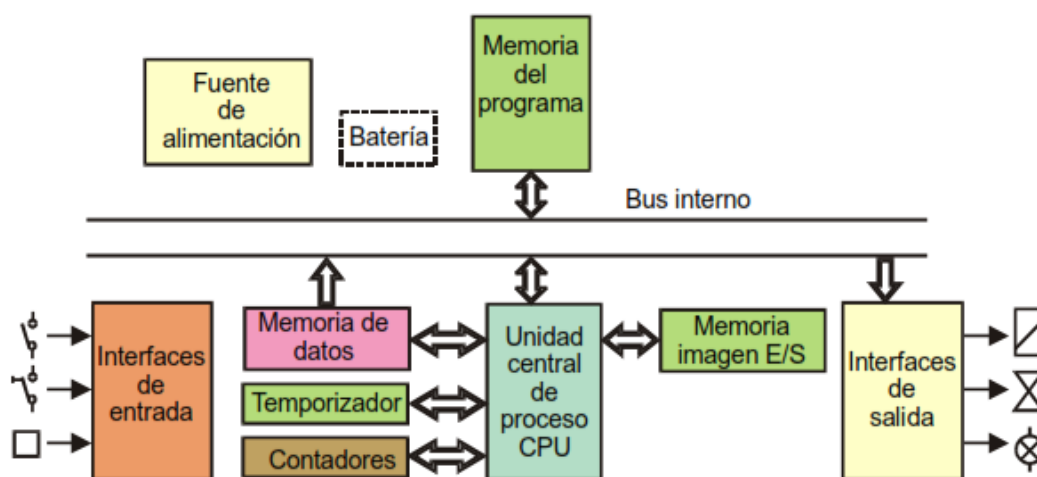


Figura 1.5 Elementos básicos del PLC ^[7]

1.2.3 OPERACIÓN CÍCLICA DEL PLC ^[8]

El PLC opera de forma cíclica, es decir una vez finalizado el recorrido completo de un programa comienza a ejecutar su primera instrucción, en la figura 1.6 se observa el ciclo de operación de un PLC. El ciclo realiza las siguientes tareas:

- Lee las entradas
- Ejecuta el programa del usuario
- Procesa las peticiones de comunicación
- Ejecuta el auto diagnóstico
- Escribe las salidas



Figura 1.6 Ciclo de operación de un PLC

FUENTE: [AGUINAGA A; 2011]

1.2.4 VENTAJAS E INCONVENIENTES ^[9]

No todos los autómatas ofrecen las mismas ventajas sobre la lógica cableada, ello es debido, principalmente, a la variedad de modelos existentes en el mercado y las innovaciones técnicas que surgen constantemente. Por tales consideraciones se menciona a las ventajas que proporciona un autómata de tipo medio.

1.2.4.1 Ventajas

Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos debido a que:

- No es necesario dibujar el esquema de contactos
- No es necesario simplificar las ecuaciones lógicas, ya que, por lo general la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
- La lista de materiales queda sensiblemente reducida, y al elaborar el presupuesto correspondiente eliminaremos parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega.
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor coste de mano de obra de la instalación.

- Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos autómatas pueden indicar y detectar averías.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.
- Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo cableado.
- Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el autómata sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

1.2.4.2 Inconvenientes

- Como inconvenientes podríamos hablar, en primer lugar, de que hace falta un programador, lo que obliga a adiestrar a uno de los técnicos en tal sentido, pero hoy en día ese inconveniente está solucionado porque las universidades ya se encargan de dicho adiestramiento.
- El coste inicial también puede ser un inconveniente.

1.2.5 FUNCIONES BÁSICAS DEL PLC ^[9]

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

Nuevas Funciones

- Redes de comunicación: Permiten establecer comunicación con otras partes de control. Las redes industriales permiten la comunicación y el intercambio de datos entre autómatas a tiempo real.

En unos cuantos milisegundos pueden enviarse telegramas e intercambiar tablas de memoria compartida.

- **Sistemas de supervisión:** También los autómatas permiten comunicarse con ordenadores provistos de programas de supervisión industrial. Esta comunicación se realiza por una red industrial o por medio de una simple conexión por el puerto serie del ordenador.
- **Control de procesos continuos:** Además de dedicarse al control de sistemas de eventos discretos los autómatas llevan incorporadas funciones que permiten el control de procesos continuos. Disponen de módulos de entrada y salida analógicas y la posibilidad de ejecutar reguladores PID que están programados en el autómata.
- **Entradas- Salidas distribuidas:** Los módulos de entrada salida no tienen porqué estar en el armario del autómata. Pueden estar distribuidos por la instalación, se comunican con la unidad central del autómata mediante un cable de red.
- **Buses de campo:** Mediante un solo cable de comunicación se pueden conectar al bus captadores y accionadores, reemplazando al cableado tradicional. El autómata consulta cíclicamente el estado de los captadores y actualiza el estado de los accionadores.

1.2.6 ALMACENAMIENTO EN LA CPU DEL PLC^[10]

La CPU almacena el estado de las entradas y salidas en determinadas áreas de la memoria. A cada área de la memoria se asigna un identificador nemotécnico.

El identificador nemotécnico para cada área de la memoria de un PLC, se presenta en la tabla 1.1:

¹⁰ BRAVO G, (2012), "*Diseño y simulación de una máquina automatizada con PLC para dividir planchas de cartón de hasta 1300 mm de ancho y 2200 mm de longitud, mediante cortes longitudinales y transversales*"; Facultad Ingeniería Mecánica, EPN, Quito, pág. 26.

Tabla 1.1 Identificador nemotécnico de cada área de la memoria de un PLC.

IDENTIFICADOR ÁREA DE LA MEMORIA	
I	Entradas
Q	Salidas
V	Entradas variables
M	Marcas especiales
S	Relés de control secuencial
T	Temporizadores
C	Contadores
AI	Entradas analógicas
AQ	Salidas analógicas
AC	Acumuladores
HC	Contadores rápidos

FUENTE: [AGUINAGAA; 2011]

Para acceder a las áreas de memoria se especifican direcciones absolutas, las que se indican de las siguientes formas:

- Bit de datos en la memoria de la CPU, lo que se denomina direccionamiento "byte. bit", donde la dirección se especifica como operando. Ejemplo: I2.3 – Corresponde el área de las entradas / dirección de byte 2 / número de bit 3.
- Formato de byte (B), palabra (W) o palabra doble (D), lo que implica asignar nombres simbólicos. Ejemplo: VW100 – Corresponde el área de memoria variable, en formato de palabra cuya dirección es 100.

1.2.7 ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES

1.2.7.1 Entradas digitales

Los módulos de entradas digitales permiten conectar al autómata sensores de tipo, todo o nada. El cable de señal del sensor se conecta a una vía de entrada del módulo. El módulo se encarga de convertir la señal que entra por la vía en una señal que es cero o uno en un bit interno de la memoria del módulo. Cada ciclo de autómata, la unidad central lee los bits de los módulos y convierte su valor en los objetos del lenguaje del autómata conocidos como entradas digitales. ^[11]

11 AGUINAGA Álvaro, (2011), "Autómatas Programables", Facultad de Ingeniería Mecánica, EPN, Quito, Págs. 19-21

Los módulos de entradas digitales trabajan con señales de tensión, por ejemplo cuando por una vía llegan 24 voltios se interpreta como un 1 y cuando llegan cero voltios se interpreta como un 0. Los módulos de entradas digitales se caracterizan por el nivel de tensión que interpretan como "uno". Los niveles de tensión estándar son 24 voltios C.C., 110 VCA, 220 VCA.

1.2.7.2 Salidas Digitales

Un módulo de salidas digitales permite al autómata programable actuar sobre los pre actuadores y actuadores que admitan órdenes del tipo todo o nada.

Periódicamente el autómata escribe el valor de los objetos conocidos en su lenguaje como salidas digitales en estos módulos. ^[12]

El valor binario de las salidas digitales (0 ó 1) se convierte en la apertura o cierre de un contacto relé interno del autómata, en el caso de módulos de salidas a relé. O bien se convierte en la presencia de 0 ó 24 voltios en una toma del bornero, en los módulos de salidas estáticos

1.2.8 ENTRADAS Y SALIDAS ANALÓGICAS

Los módulos de entradas y salidas analógicas permiten que los autómatas programables trabajen con actuadores de mando analógico y lean señales de tipo analógico. Estos módulos son la interfaz para que el autómata pueda controlar procesos continuos como son temperatura, presión, caudal, etc. ^[13]

1.2.8.1 Entradas analógicas

Los módulos de entradas analógicas convierten una magnitud analógica en un número que se deposita en una variable tipo palabra interna del autómata. Esta conversión se realiza con una precisión o resolución determinada (número de bits) y cada cierto intervalo de tiempo (periodo de muestreo).

La precisión en los módulos de entrada analógica suele ir desde los 12 a los 16 bits. A mayor número de bits más precisa será la conversión pero también más lenta. Una precisión de 14 bits es mucho más que suficiente en la mayoría de las aplicaciones industriales.

12 AGUINAGA Álvaro , (2011), "*Autómatas Programables*", Facultad de Ingeniería Mecánica, EPN, Quito, Págs. 19-21

13 AGUINAGA Álvaro , (2011), "*Autómatas Programables*", Facultad de Ingeniería Mecánica, EPN, Quito, Págs. 19-21

Los módulos de entrada analógica pueden leer tensión o intensidad. El rango de tensión o intensidad permite ajustar la vía al tipo de señal de entrada que da el sensor analógico.

Los rangos más comunes de señal que ofrecen los sensores analógicos son:

- +/- 10 voltios
- 0 – 10 voltios
- 0 – 20 mA
- 4 – 20 Ma

1.2.8.2 Salidas Analógicas

Los módulos de salida analógica permiten que el valor de una variable numérica interna del autómatas se convierta en tensión o en intensidad. Esta tensión o intensidad puede servir de referencia de mando para actuadores que admitan mando analógico, como pueden ser los variadores de velocidad, los reguladores de temperatura, los reguladores de caudal, entre otros; lo cual permite al autómatas realizar funciones de regulación y control de procesos continuos. ^[14]

La precisión en los módulos de salida analógica suele ir desde los 12 a los 14 bits, y no se presentan problemas de velocidad, dado que la conversión digital-analógica es prácticamente instantánea.

Cada salida se caracteriza por el tipo de señal suministrada, que puede ser intensidad o tensión, y por el rango.

1.2.9 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

Normalmente cada software maneja varios lenguajes de programación de entre los cuales los más importantes son: KOP (esquema de contactos) y AWL (lista de instrucciones).

1.2.9.1 Lenguaje de programación AWL

AWL que comprende un juego de operaciones nemotécnicas que representan las funciones de la CPU. Este lenguaje contiene una lista de instrucciones en el que cada línea del programa tiene una operación que utiliza una abreviatura nemotécnica para representar una función de la CPU.

Las operaciones se colocan en secuencia lógica de acuerdo a los requerimientos

14 AGUINAGA Álvaro, (2011), “Autómatas Programables”, Facultad de Ingeniería Mecánica, EPN, Quito, Págs. 23

del programa.

La programación con este tipo de lenguaje tiene las siguientes reglas:

- Cada sección de programación se divide en segmentos, cuya palabra clave es NETWORK.
- Los comentarios se escriben luego de dos barras inclinadas (//). Cada línea adicional de comentario debe comenzar así mismo con dos barras inclinadas. Finalice cada línea con pulsando Enter.
- La primera columna corresponde a la operación. La operación es una sentencia lógica.
- La segunda columna, que se separa de la anterior por un espacio en blanco, corresponde al operando. El operando es la dirección del dato sobre el que actúa la operación.
- No introduzca espacios entre el área de memoria y su dirección.
- Los nombres simbólicos deben ir entre comillas.

En la figura 1.7 se muestra un ejemplo de programación en lenguaje AWL.

```

// PROGRAMA PARA TREN TRANSPORTADOR

NETWORK
LD  "marcha 1"           // Marcha motor
AN  "paro -Em1"         // Si I0.0 esta activado (on)
= Q0.0                   // poner en marcha motor transportador

NETWORK
LD I0.1                  // paro emergencia transportador
O I0.3                   // Si paro_Em1 está activado
R Q0.0,1                 // o si paro - Em2 está activado

NETWORK MEND

MEND                     // Fin de programa

```

Figura 1.7 Ejemplo de programación en lenguaje AWL

1.2.9.2 Lenguaje de programación KOP

El lenguaje de programación KOP es un lenguaje gráfico con componentes

similares a los elementos de los esquemas de circuitos, los cuales conforman un segmento de operaciones lógicas. Los diagramas que se establecen son similares a gráficos en escalera (LADDER).

Los elementos básicos de un lenguaje KOP son:

- Contactos, que representan interruptores por los que circula la corriente cuando están cerrados.
- Bobinas, que representan a relés que se activan cuando se aplica voltaje.
- Cuadros, que representan una función que se ejecuta cuando circula corrientes.
- Segmentos, que constituyen un circuito completo. La corriente circula desde la barra de alimentación ubicada a la izquierda, pasando por los contactos cerrados para activar las bobinas o cuadros.

En la figura 1.8 se muestra un fragmento de programa en lenguajes KOP

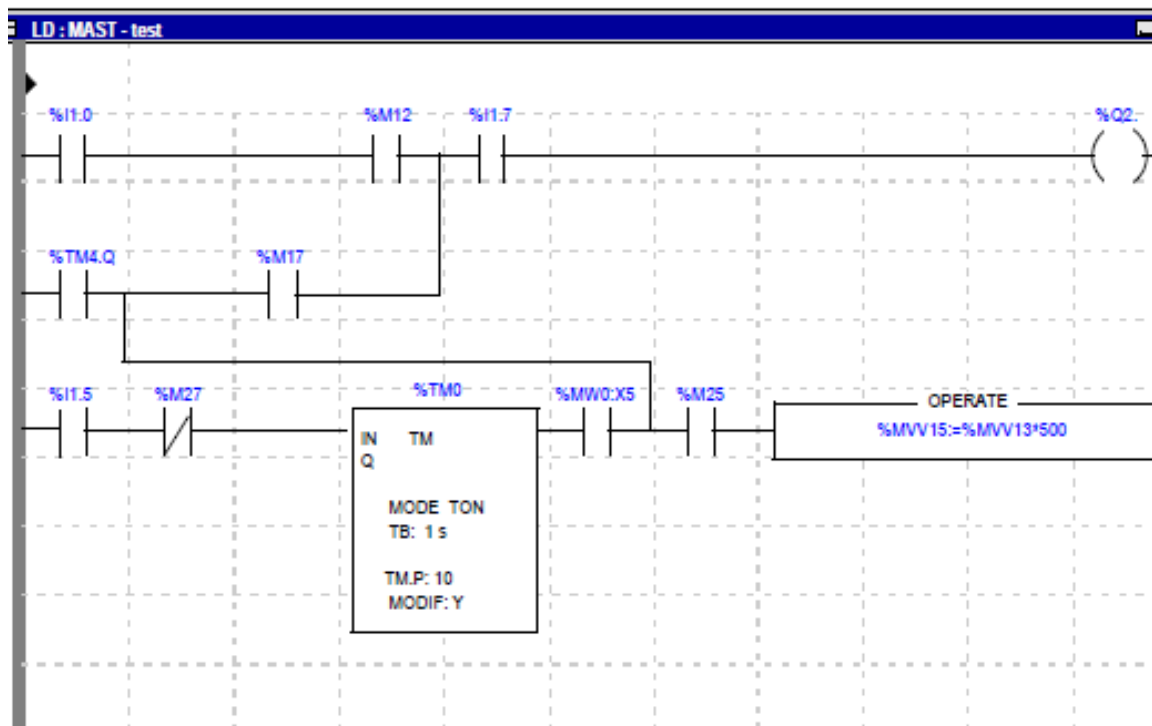


Figura 1.8 Ejemplo de programación en lenguaje KOP

1.3 SISTEMAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS

1.3.1 INTRODUCCIÓN ^[15]

Los sistemas de adquisición de datos son aplicaciones de software, diseñadas con la finalidad de controlar y supervisar procesos a distancia. Se basan en la adquisición de datos de los procesos remotos.

Este sistema envía información generada en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como hacia otros supervisores dentro de la empresa, es decir, que permite la participación de otras áreas como por ejemplo: control de calidad, supervisión, mantenimiento, etc.

Las tareas de Supervisión y Control generalmente están más relacionadas con el software SCADA, en él, el operador puede visualizar en la pantalla del computador de cada una de las estaciones remotas que conforman el sistema, los estados de ésta, las situaciones de alarma y tomar acciones físicas sobre algún equipo lejano, la comunicación se realiza mediante buses especiales o redes LAN. Todo esto se ejecuta normalmente en tiempo real, y están diseñados para dar al operador de planta la posibilidad de supervisar y controlar dichos procesos.

En la figura 1.9 se tiene un esquema típico del sistema SCADA.

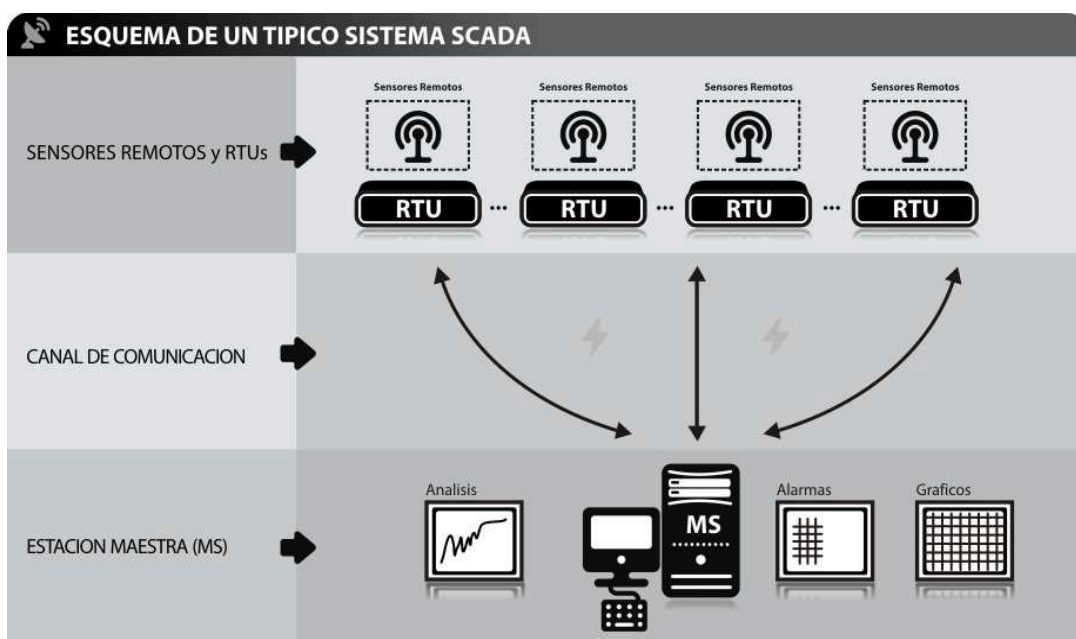


Figura 1.9 Esquema de un típico sistema SCADA ^[16]

Existen diversos tipos de sistemas SCADA dependiendo del fabricante y sobre todo de la finalidad con que se va a hacer uso del sistema, por ello antes de decidir cuál es el más adecuado hay que tener presente si cumple o no ciertos requisitos básicos:^[17]

- Todo sistema debe tener arquitectura abierta, es decir, debe permitir su crecimiento y expansión, así como deben poder adecuarse a las necesidades futuras del proceso y de la planta.
- La programación e instalación no debe presentar mayor dificultad, debe contar con interfaces gráficas que muestren un esquema básico y real del proceso
- Deben permitir la adquisición de datos de todo equipo, así como la comunicación a nivel interno y externo (redes locales y de gestión)
- Deben ser programas sencillos de instalar, sin excesivas exigencias de hardware, y fáciles de utilizar, con interfaces amigables para el usuario.

1.3.2 FUNCIONES PRINCIPALES DE UN SCADA^[18]

- *Adquisición de datos*, para recoger, procesar y almacenar la información recibida de la planta.
- *Supervisión*, para observar desde un monitor la evolución de las variables de control del proceso.
- *Control*, para modificar la evolución del proceso, actuando bien sobre los reguladores autónomos básicos (consignas, alarmas, menús, etc.) bien directamente sobre el proceso mediante las salidas conectadas.
- *Transmisión*. De información con dispositivos de campo y otros PC.
- *Base de datos*. Gestión de datos con bajos tiempos de acceso.
- *Presentación*. Representación gráfica de los datos. Interfaz del Operador o HMI (Human Machine Interface).
- *Explotación*. De los datos adquiridos para gestión de la calidad, control estadístico, gestión de la producción y gestión administrativa y financiera.

16 http://www.globalscada.com/pages/que_es_scada.html

17 <http://www.alfinal.com/Temas/sistemascada.php>

18 <http://www.alfinal.com/Temas/sistemascada.php>

1.3.3 MÓDULOS ^[19]

Los módulos del paquete SCADA que permiten estas actividades de adquisición, supervisión y control son los siguientes:

- **Módulo de configuración:** permite al usuario definir el entorno de trabajo de su SCADA, adaptándolo a la aplicación particular que se desea desarrollar.
- **Interfaz Gráfico del Operador:** proporciona al operador las funciones de control y supervisión de la planta. El proceso se representa mediante sinópticos gráficos.
- **Módulo de Proceso:** ejecuta las acciones de mando pre-programadas a partir de los valores actuales de variables leídas. La programación se realiza por medio de bloques de programa en lenguaje de alto nivel (como C, Basic, etc.).
- **Gestión de Archivo de Datos:** se encarga del almacenamiento y procesado ordenado de los datos, de forma que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a ellos.
- **Comunicación:** se encarga de la transferencia de información entre la planta y la arquitectura hardware que soporta el SCADA, y entre ésta y el resto de elementos informáticos de gestión.

1.3.4 COMPONENTES HARDWARE ^[20]

Un sistema SCADA está conformado por:

- Interfaz Operador – Máquinas: Es el entorno visual que brinda el sistema para que el operador se adapte al proceso desarrollado por la planta. Permite la interacción del ser humano con los medios tecnológicos implementados.
- Unidad Central (MTU): Conocido como Unidad Maestra. Ejecuta las acciones de mando (programadas) en base a los valores actuales de las variables medidas. La programación se realiza por medio de bloques de programa en lenguaje de alto nivel (como C, Basic, etc.). También se encarga del almacenamiento y procesado ordenado de los datos, de forma

19 <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/391/t196e.pdf?sequence=1>
 20 <http://www.galeon.com/hamd/pdf/scada.pdf>

que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a ellos.

- Unidad Remota (RTU): Lo constituye todo elemento que envía algún tipo de información a la unidad central. Es parte del proceso productivo y necesariamente se encuentra ubicada en la planta.
- Sistema de Comunicaciones: Se encarga de la transferencia de información del punto donde se realizan las operaciones, hasta el punto donde se supervisa y controla el proceso. Lo conforman los transmisores, receptores y medios de comunicación.

1.3.5 EJEMPLOS DE SOFTWARE SCADA

Algunos de los programas SCADA, o que incluyen SCADA como parte de ellos, son:

- Aimax, de Desin Instruments S.A.
- CUBE, Orsi España S.A.
- FIX, de Intellution.
- Lookout, National Instruments.
- Monitor Pro, de Schneider Electric.
- SCADA InTouch, de LOGITEK.
- SYSMAC SCS, de Omron.
- Scatt Graph 5000, de ABB.
- Labview
- WinCC, de Siemens.

CAPÍTULO 2

2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PRENSA 1000 TONELADAS

2.1 INTRODUCCIÓN

Las prensas hidráulicas se pueden incluir dentro del conjunto de máquinas herramientas destinadas a realizar procesos de conformación de material sin arranque de viruta, el proceso de compactación de la prensa hidráulica se basa en el principio de físico de Pascal.

2.2 DESCRIPCIÓN DE LA PRENSA HIDRÁULICA

2.2.1 ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

La estructura de la máquina está compuesta esencialmente de:

- Una estructura totalmente armada en chapa de acero al carbono soldada eléctricamente y tratada térmicamente para eliminar las tensiones originadas por la soldadura.
- El plato móvil se desliza sobre cuatro guías prismáticas, formadas por reglas de acero templado, rectificado y patines de material antifricción. La altura del plato móvil permite ubicar importantes guías que garantiza paralelismo entre platos.
- Un elemento que transforme la presión del aceite del circuito en fuerza de trabajo, el cilindro hidráulico.
- Un plato fijo de construcción robusto en la que se colocan las piezas o utillajes propios del diseño.
- Una mesa móvil que está unida a los cilindros de trabajo y sobre las que se colocan los utillajes necesarios para el trabajo a realizar.
- Un panel de control que reúne todos los dispositivos eléctricos que interrelacionan y controlan los elementos del sistema.
- Tablero de control, donde se disponen de todos los mandos que regulan el funcionamiento de la prensa.

2.2.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA PRENSA

MODELO: SP140496

MARCA: ROLOP

CÓDIGO PRENSA: PPr-8

En la figura 2.1 se observa la prensa de 1000 ton, marca ROLOP.



Figura 2.1 Prensa Rolop de 1000 Ton.

2.2.2.1 Especificaciones técnicas

Tensión de alimentación.....	24 Vca ó Vcc
Consumo.....	36 VA máximo
Corriente de salida.....	1,5 A máximo
Resistencia de carga.....	16 OHM mínimo
Sobre corriente admitida.....	100% del valor máximo
Presión hidráulica máxima de trabajo.....	240 Kg/cm ²

2.2.2.2 Datos técnicos

Fuerza máxima de prensado.....	1000 Ton.
Cilindros hidráulicos principales.....	2x500 Ton.
Fuerza de retroceso.....	50Tn.
Dimensiones de la mesa útil.....	2500x1690 mm.
Dimensiones del plato móvil.....	3200 x 1690 mm.
Recorrido del plato móvil.....	100 mm.
Abertura máxima entre mesa y plato móvil.....	1500 mm.
Fuerza total del prensa chapas.....	576 Ton.
Cilindros hidráulicos prensa chapas.....	106 Ton.
Recorrido de los cilindros prensa chapas.....	250 mm.
Cilindros hidráulicos amortiguadores.....	4 x 145 Ton.
Recorrido de amortiguación.....	50 mm.
Regulación topes superiores por tornillos.....	300 mm
Cilindros hidráulicos extractores.....	3 x 5 Ton.
Recorrido de extracción.....	150 mm.
Barreras infrarrojas de seguridad.....	2 (una en c/frente)
Consolas bi-manuales.....	2
Velocidad de aproximación del plato móvil.....	150+300 mm/seg.
Velocidad máxima de prensado hasta 420 Ton.....	26 mm/seg.
Velocidad máxima de prensado hasta 1000 Ton.....	11 mm/seg.
Velocidad de retroceso del plato móvil.....	140 a 460 mm/seg.
Potencia de motor eléctrico.....	1 x 150 HP.
Tensión de alimentación trifásica.....	440/60 Volts/Hz.
Tensión de tablero de comando.....	24 V.c.c.
Capacidad máxima bombas Rexroth Q/ variable.....	2 x 330 Lts/ min.
Presión hidráulica máxima de trabajo.....	237 bar
Peso aproximado de la máquina es de	81000 kg

La máquina está provista de elementos eléctricos cuya tensión y frecuencia de alimentación corresponden a las existentes en el país.

Tensión: trifásica 440 V \pm 10%

Frecuencia: 60 Hz.

En la tabla 2.1 se detalla los elementos eléctricos que son parte de su funcionamiento:

Tabla 2.1 Listado elementos eléctricos

NÚM.	DESCRIPCIÓN/ MODELO	CANT.	MARCA	NÚM.	DESCRIPCIÓN/ MODELO	CANT.	MARCA
1	Llave General OESA-250 A	1	ZOLODA	20	Botonera XB4- BW3545	1	TELEMECANIQUE
2	Arranque Estrella- Triángulo 3TE50-440V 60 Hz	1	SIEMENS	21	Botonera XB4- BA42	1	TELEMECANIQUE
3	Relevo Térmico 3UA62 (90-120)	1	SIEMENS	22	Botonera XB4- BJ21	1	TELEMECANIQUE
4	Interruptor Termo- magnético	1	MERLIN GERIN	23	Botonera XB4- BA51	1	TELEMECANIQUE
5	Guarda Motor GV2ME14/6-10°	1	TELEMECANI- QUE	24	Botonera XB4- BA21	2	TELEMECANIQUE
6	Contactador LCI D09	3	TELEMECANI- QUE	25	Módulo de Entra- das y Salidas TSKDMZ28DR	2	TELEMECANIQUE
7	Guarda Motor GV2ME08/2.5-4°	1	TELEMECANI- QUE	26	Sensores Inducti- vos XSIMI2 MB230	1	
8	Transformador 380-24V	1		27	Sensores Inducti- vos XSIMI2 MA230	1	
9	Interruptor Termo- magnético 2 x 6°	2	MERLIN GERIN	28	Botonera XB4- BJ53	2	TELEMECANIQUE
10	Limite de Carrera XCK M102	1	TELEMECANI- QUE	29	Módulo de Entra- das Analógicas TSKAEZ801	1	TELEMECANIQUE
11	Transformador 220-24V (100 VA)	1		30	Traductor de posición LTM-1000	1	GEFRAN
12	Transformador 440-220V (100 VA)	1		31	Módulo Salidas Analógicas TSXAEZ200	1	TELEMECANIQUE
13	Puente Rectifica- dor 35A. 100V	1		32	Acondicionador de señal DAT 402-3W	1	DATEXEL
14	Fuente Regulada ABL_6	1	TELEMECANI- QUE	33	Encoder PCEO6OUBDZ	1	IZUMI
15	Carta Proporcional SP 140.396	2	DISTEC	34	Borne Fusible GSKSI	10	ZOLODA
16	Relé RSB 2A08080	16	TELEMECANI- QUE	35	Ojo de Buey XB4-BV64	1	TELEMECANIQUE
17	Pantalla del Ope- rador XBT-F 024110	1	TELEMECANI- QUE	36	Botonera XB4- BC21	2	TELEMECANIQUE
18	PLC TSX3721000	1	TELEMECANI- QUE	37	Ficha SBB6- SPL6	2	STECK
19	Botonera XB4- BS542	4	TELEMECANI- QUE	38	Barreras Foto- eléctricas 30096C2	2	HONEYWELL

Fuente: Manual de Uso Y Mantenimiento RMP-1000

2.2.3 CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES

Entre las características más relevantes que posee la prensa para realizar su trabajo en una forma efectiva son:

a) INTERCAMBIADOR DE CALOR.

La máquina posee un intercambiador de calor aceite-agua para disipar el calor generado por los rozamientos hidráulicos y mantener la temperatura del aceite en niveles normales.

El caudal de agua a conectar (R 1 1/4") será de aproximadamente 1500 Lts/hora y deberá cumplir con condiciones de salinidad normales para evitar la obturación del intercambiador por generación de sarro.

La viscosidad aproximada del aceite es de 4,5° a 5,5° (grados ENGLER) a 50°C, los aceites recomendados son:

Hidráulico 68 (Y.P.F)
Tereso 68 (ESSO)
Tellus 68 (SHELL)

b) SISTEMA DE SEGURIDAD

Esta máquina cumple con los requisitos de seguridad exigidos en la actualidad para este tipo de maquinaria, diversos sistemas mecánico, hidráulicos, eléctricos se complementan entre sí para lograr un alto nivel de seguridad hacia el operador de la máquina.

- Sistema hidráulico: El circuito hidráulico cuenta con elementos lógicos que bloquean el descenso indeseado del plato móvil
- Sistema mecánico: Con el fin de incrementar el nivel de seguridad de la máquina, se tiene incorporado un conjunto mecánico montado en la parte superior del cabezal que traba el descenso indeseado del cabezal.
- Sistema eléctrico: Posee una barrera infrarroja de seguridad de la serie FF-SYA con una separación de 30mm entre haces infrarrojos.

La interrupción de uno o varios haces o la desconexión de la barrera, impide el funcionamiento de la prensa. En la figura 2.2 se observa la barrera infrarroja.

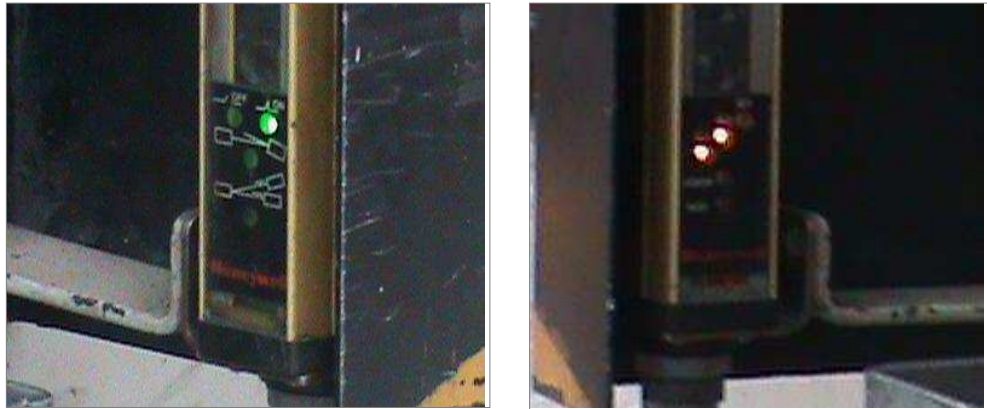


Figura 2.2 Barrera infrarroja prensa de 1000 Ton.

- Botonera Bi-manual (para comando automático)

El ciclo de inicio se realiza desde la consola de accionamiento bimanual, pulsando los dos botones de inicio del ciclo al mismo tiempo.

Un circuito de seguridad controla que el operador realice el inicio del ciclo con ambas manos y en forma simultánea, en caso contrario no comienza. Otro circuito asegura que no se repita la orden de inicio de un nuevo ciclo hasta que la máquina finalice completamente el ciclo anterior.

Ante cualquier inconveniente que se detecte después de iniciado el ciclo de trabajo, presionando la botonera de paro de emergencia (botón golpe puño ubicado en la consola de mando), la prensa detendrá inmediatamente su funcionamiento, pudiendo programarse para que los pistones retrocedan hasta el punto muerto superior.

La botonera de parada de emergencia quedará trabada como seguridad, interrumpiendo el circuito.

c) PANEL DE CONTROL

El panel de control y HMI se utiliza para controlar los movimientos de la prensa. HMI (Human Machine Interface), es el dispositivo o sistema que permite el interfaz entre la persona y la máquina.

En la figura 2.3 se pueden evidenciar el HMI propio de esta prensa.



Figura 2.3 HMI de la prensa de 1000 Ton.

En este panel se va a encontrar:

- Controlador y panel de operación

El controlador está conectado a un panel de operación que le permite al operador conocer todos los parámetros referidos al trabajo realizado, como por ejemplo:

- a) La posición del plato móvil.
- b) La presión del trabajo del mismo.
- c) El esfuerzo realizado
- d) Cambiar los valores de esfuerzo y posición.
- e) Aportar datos referidos a la producción de la máquina como contar la cantidad de piezas realizadas después de que la máquina este en automático hasta el seteo de la misma o hasta que llegue a su valor máximo de conteo (10000 piezas).

Se setea cuando este el dispositivo en manual, apagado el motor de marcha y ascenso del plato móvil y del prensa chapas simultáneamente.

- f) Aportar datos referidos al mantenimiento del equipo: horas de trabajo de la máquina, alarmas de sistema.

Estos equipos mantienen una alta inmunidad a los ruidos producidos en ambientes industriales, manteniendo repetitividad en las condiciones más severas.

- Potenciómetro lineal
Permiten una lectura muy confiable y control de repetitividad de la posición del cilindro de clavado.
- Transductor de presión
El transductor de presión cuenta con una señal definida de 0 a 10 volts, compatibles con las entradas analógicas del PLC. Permite conocer, monitorear y procesar la presión hidráulica presente en el sistema.
- Toma a tierra
Todos los elementos constitutivos de la máquina poseen conexión a tierra.
- Manual
Los movimientos de avance y retroceso se obtienen manteniendo pulsada la botonera respectiva al movimiento.
- Automática
La máquina está preparada para trabajar en ciclo continuo, controlando los sistemas periféricos de carga y descarga.

En la figura 2.4 se observa las botoneras del panel de control.



Figura 2.4 Botoneras del Panel de Control Prensa 1000 Ton.

2.3 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Debido a que esta máquina fabrica diverso productos para la línea de ensambles de la empresa (Ensamble de Rieles, Ensamble de Chasis, Ensamblados de Baldes, Pisos JII, etc.) la para no programada de la prensa de 1000 toneladas afecta a estas áreas de ensamble y por ende podría provocar un retraso en las entregas y como resultado paros en sus clientes.

Debido a las complicaciones que traería esto se tiene un plan de mantenimiento preventivo para eliminar los paros de línea, estas actividades son llevadas a cabo por parte del operador, y del área de mantenimiento. Ver tabla 2.2 y tabla 2.3.

Tabla 2.2 Actividades de Mantenimiento para el operador

ACTIVIDADES	FRECUENCIA	
	DIARIA	SEMANAL
Limpieza de la mesa	X	
Revisión de fugas de aceite	X	
Revisión de fugas de aire	X	
Lubricar guías		X
Limpieza general de la máquina		X
Revisar nivel de aceite en el tanque		X

Tabla 2.3 Actividades del área de mantenimiento

ACTIVIDADES	FRECUENCIA				SEGUN ANÁLISIS
	320	640	960	1280	
SISTEMA MECÁNICO					
Controlar nivelación de la máquina					X
Controlar fijación al piso					X
Controlar paralelismo entre plato y mesa					X
Controlar fijación de todos los cilindros				X	
Engrasar y ajustar las guías	X	X	X	X	
Engrasar cadenas y piñones del moto reductor		X		X	
SISTEMA HIDRÁULICO					
Completar el nivel de aceite del tanque	X	X	X	X	
Controlar la fijación de las mangueras hidráulicas	X	X	X	X	
Limpiar y/o sustituir los filtros de aceite del tanque		X		X	X
Controlar que no existan fugas de aceite por las mangueras.	X	X	X	X	
Cambiar de aceite y limpiar el depósito del tanque					X
Cambiar Polipack de cilindros de la mesa que presenten fuga	X	X	X	X	
Cambio de orings en bloques de válvula	X	X	X	X	
Corregir fugas de aceite del sistema hidráulico	X	X	X	X	
Reajustar abrazaderas de sujeción de tuberías	X	X	X	X	
SISTEMA ELÉCTRICO					
Revisar cables y correcto funcionamiento de las botoneras de mando	X	X	X	X	
Reajustar tornillos de los contactores				X	
Reajustar tornillos de las borneras del tablero principal				X	
Reajustar tornillos de las borneras de los tableros secundarios (plato móvil y tanque)				X	
Revisar la sujeción y funcionamiento del sensor de posición	X	X	X	X	
Revisar el funcionamiento de las barreras de seguridad	X	X	X	X	
Revisar la sujeción y funcionamiento de las electroválvulas		X			
Revisar funcionamiento de los selectores, paros de emergencia y luces piloto	X	X	X	X	
Reajustar tornillos en las borneras de los motores				X	
Revisar y/o cambiar los relés de control				X	X
SISTEMA NEUMÁTICA Y ENFRIAMIENTO					
Corregir fugas de aire en el circuito neumático	X	X	X	X	
Corregir fugas de agua en el circuito de enfriamiento	X	X	X	X	

2.4 CONTEXTO OPERACIONAL REALIZADO EN LA PRENSA

La prensa hidráulica ROLOP de 1000 toneladas tiene un periodo aproximado de trabajo de 5 años activos en la Empresa Metaltronic S.A.

Esta prensa es parte fundamental del equipo de máquinas utilizadas para la fabricación de autopartes, las mismas que son usadas en el ensamble de los productos, por los cuales la Empresa Metaltronic S.A ha liderado el campo automotriz.

Entre los productos principales que se fabrican en la prensa son:

- Riel Delantera Externa LH/RH
- Riel Delantera Interna LH/RH
- Riel Posterior Externa LH/RH
- Riel Posterior Interna LH/RH
- Bóvedas LH/RH
- Pisos Balde CS (Cabina Simple)

En la figura 2.5 se visualiza el proceso de Ensamble del Chasis (conjunto de rieles y refuerzos), que es uno de los productos finales fabricadas en la empresa.



Figura 2.5 Ensamble Chasis

En la figura 2.6 se da un ejemplo de los elementos que componen una Riel Delantera.

Ejemplo:

La Riel Delantera está compuesta por un conjunto de riel delantera exterior y otra interior y estas a su vez compuesta por refuerzos.

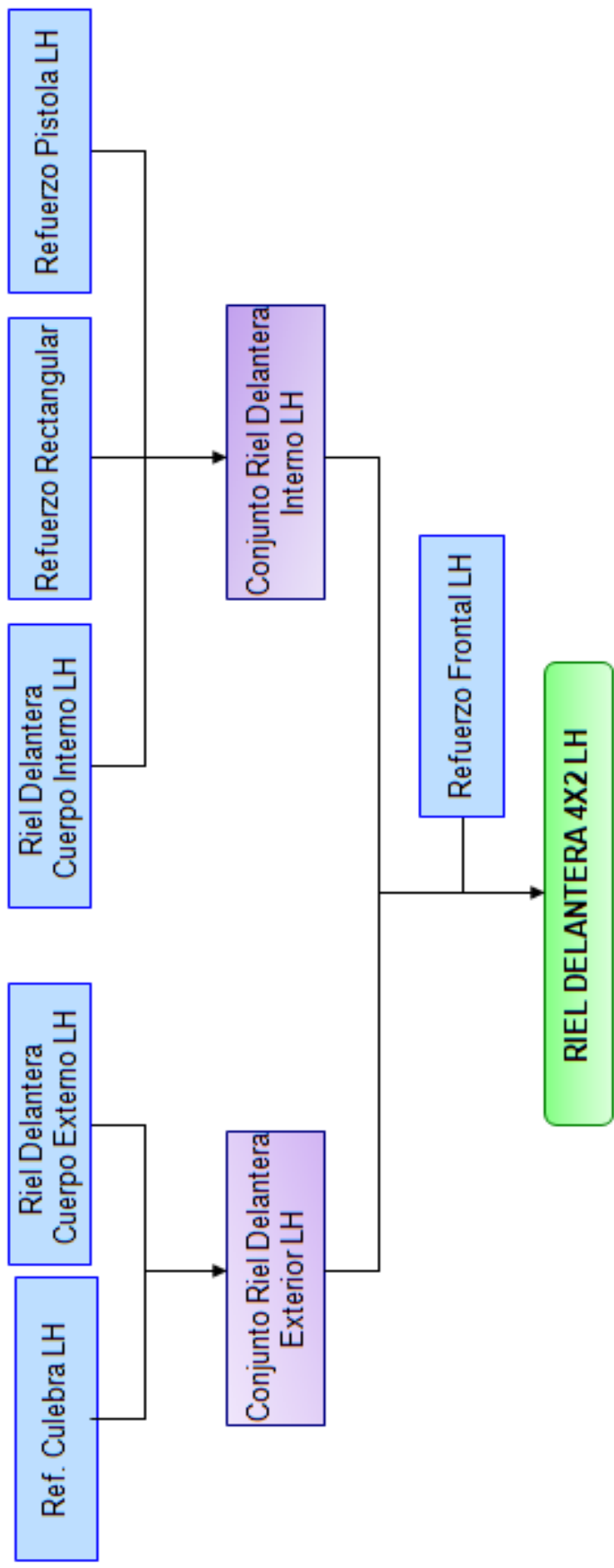


Figura 2.6 Esquema de producción Riel Delantera 4x2 LH

Para tener una mejor idea de cómo interviene la prensa de 1000 ton en este producto (Riel Delantera), se realiza un diagrama de flujo de producción de la riel. Ver figura 2.7.

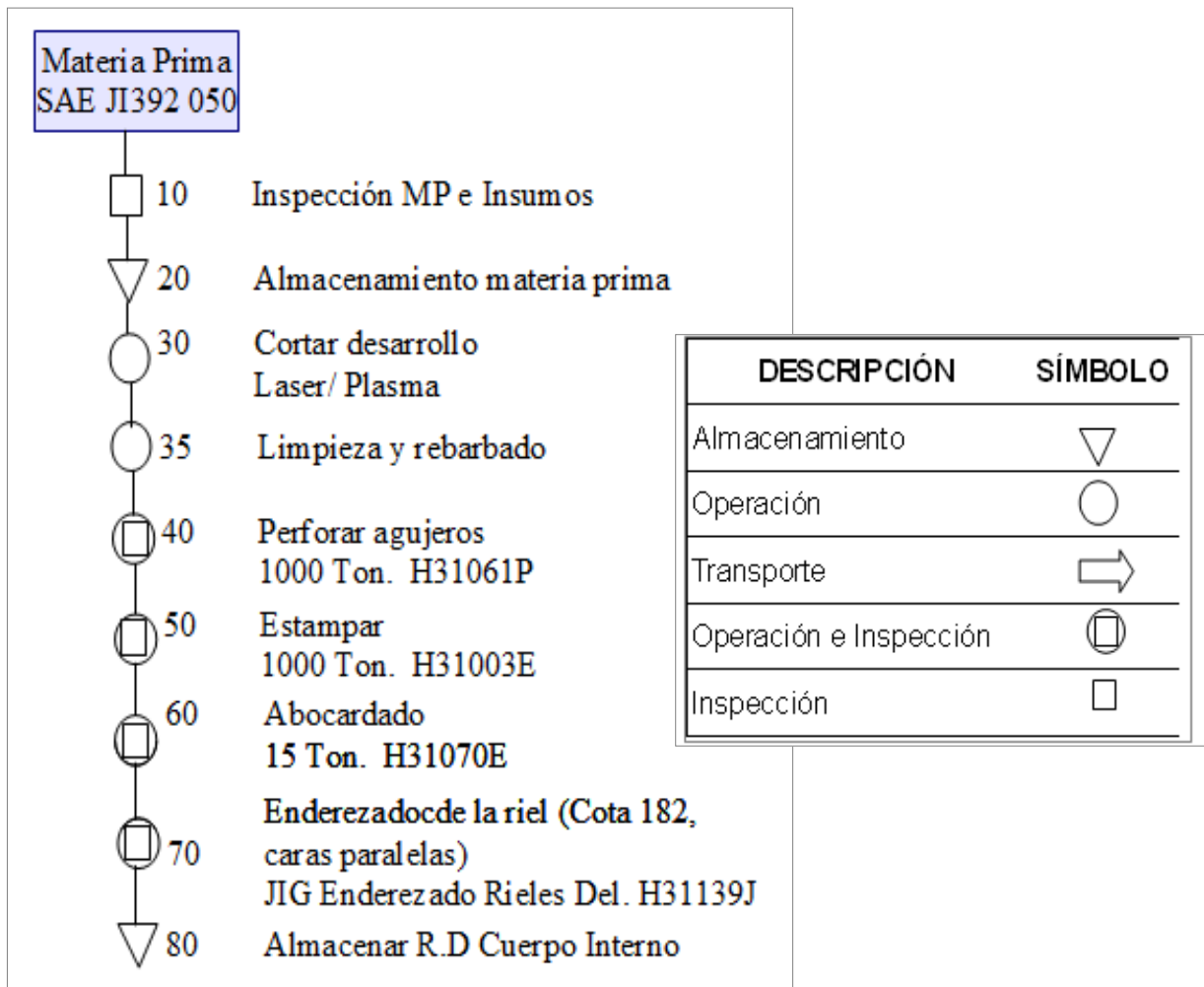


Figura 2.7 Diagrama de Flujo de Procesos Riel Delantera 4x2 LH

En este flujo de producción se evidencia que la prensa es utilizada para dos procesos en la fabricación de este producto (Riel Delantera Cuerpo Interno), perforado de agujeros y estampado.

De donde las matrices propias para estos procesos, son fabricadas en la misma empresa en el área de Ingeniería (Equipo Fabricación de Herramientales).

En la figura 2.8 se tiene un esquema de las máquinas, troqueles y jigs usadas en la fabricación de la riel delantera.

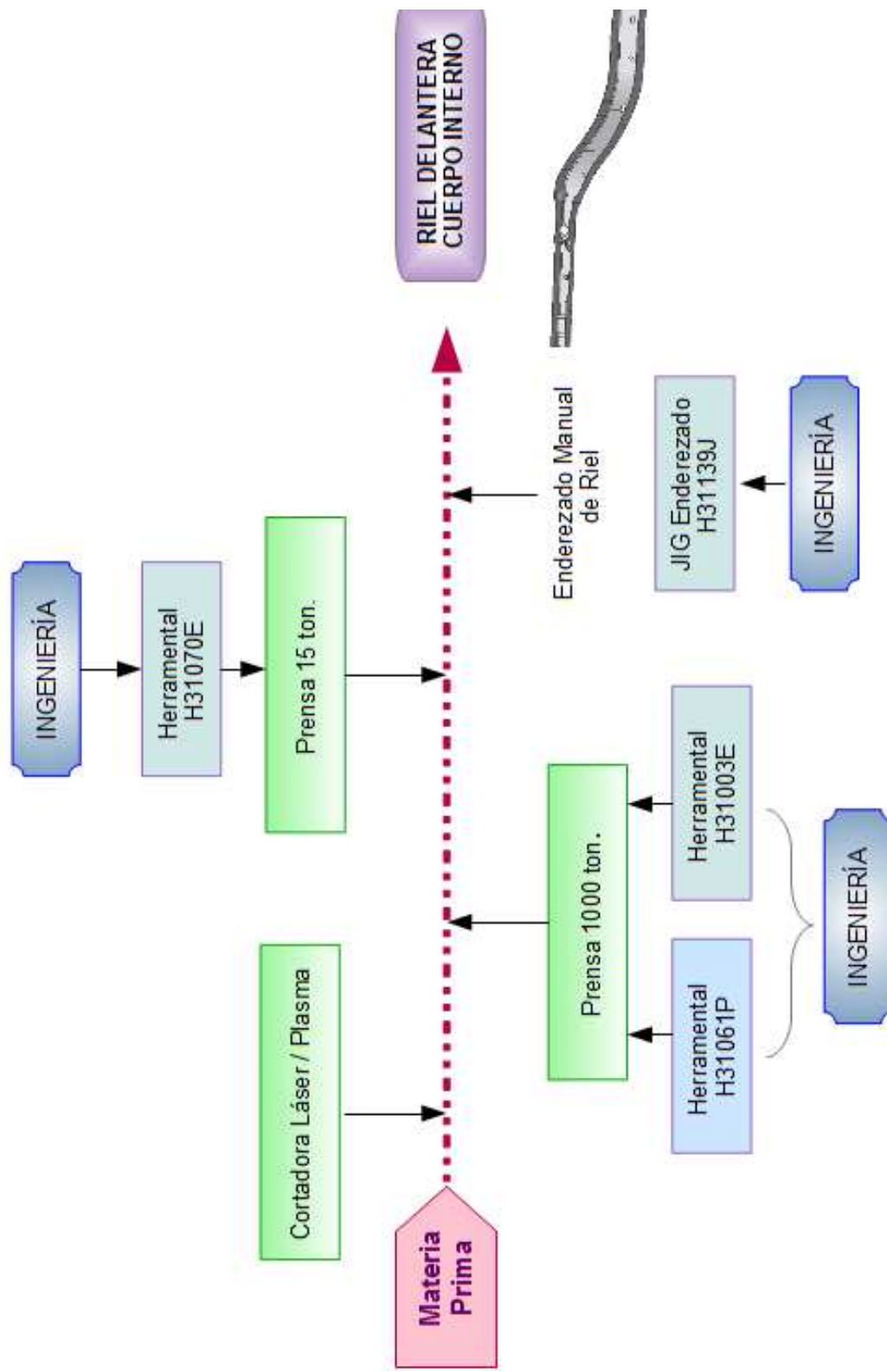


Figura 2.8 Esquema del Flujo de Procesos Riel Delantera 4x2 LH

En la tabla 2.4 se detalla todas las operaciones y partes que realiza la prensa ROLOP de 1000 toneladas:

Tabla 2.4 Operaciones realizadas en la prensa de 1000 ton.

N° OPERACIÓN	OPERACIÓN	DESCRIPCION	CONJUNTO	MATERIAL	e (mm)	TAMAÑO LOTE (u)
1001010040	EMBUTIR Y PERFORAR 2 AGUJEROS	TROQUEL DE EMBUTIDO Y PERFORADO PLATAFORMA CS	PISO BALDE CS I-190	LÁMINA ACERO SAE	1	300
5101000040	ESTAMPAR	TROQUEL DE ESTAMPADO CUERPO CENTRAL	PARACHOQUE I-190	JL392050 XLF	1	90
1102010050	EMBUTIR	EMBUTIDO BOVEDA LH	PARACHOQUE I-190 FACE LIFT	ASTM A-620 EDDS	2	1000
1101010050	EMBUTIR	EMBUTIDO BOVEDA RH	PARACHOQUE I-190 FACE LIFT		2	1000
0101010140	PERFORADO	PERFORADO RIEL DELANTERO EXTERNO LH/RH	RIEL DELANTERA LH	LÁMINA ACERO SAE JL392050 XLF	2,8	180
0101010150	ESTAMPAR	ESTAMPADO RIEL DELANTERO EXTERNO LH	RIEL DELANTERA LH		2,8	180
0102010140	PERFORADO	PERFORADO RIEL DELANTERO EXTERNO LH/RH	RIEL DELANTERA RH		2,8	180
0102010150	ESTAMPAR	ESTAMPADO RIEL DELANTERO EXTERNO RH	RIEL DELANTERA RH		2,8	180
0101020140	PERFORADO	PERFORADO RIEL DELANTERO INTERNO LH/RH	RIEL DELANTERA LH		2,8	180
0101020150	ESTAMPAR	ESTAMPADO RIEL DELANTERO INTERNO LH	RIEL DELANTERA LH		2,8	180
0102020140	PERFORADO	PERFORADO RIEL DELANTERO INTERNO LH/RH	RIEL DELANTERA RH		2,8	180
0102020150	ESTAMPAR	ESTAMPADO RIEL DELANTERO INTERNO RH	RIEL DELANTERA RH		2,8	180
0101010240	CORTE DESARROLLO Y PERFORADO 4 AG.	PERFORADO Y CORTE REFUERZO CULEBRA	RIEL DELANTERA LH		4	540
0102010240	CORTE DESARROLLO Y PERFORADO 4 AG.	PERFORADO Y CORTE REFUERZO CULEBRA	RIEL DELANTERA RH		4	540
0105010140	PERFORADO	PERFORADO RIEL POSTERIOR EXTERNO LH/RH	RIEL POSTERIOR LH		2,4	180
01050101	ESTAMPAR Y ABOCARDAR	ESTAMPADO RIEL POSTERIOR EXTERNO LH	RIEL POSTERIOR LH		2,4	180
0106010140	PERFORADO	PERFORADO RIEL POSTERIOR EXTERNO LH/RH	RIEL POSTERIOR RH		2,4	180
01060101	ESTAMPAR Y ABOCARDAR	ESTAMPADO RIEL POSTERIOR EXTERNO RH	RIEL POSTERIOR RH		2,4	180
0107010140	PERFORADO	PERFORADO RIEL POSTERIOR INTERNO LH/RH	RIEL POSTERIOR LH CS		2,6	180
01070101	ESTAMPAR	ESTAMPADO RIEL POSTERIOR INTERNO LH	RIEL POSTERIOR LH CS		2,6	180

Las operaciones más relevantes que realiza esta prensa son: estampado, perforado, embutido y corte para la fabricación de distintas piezas.

De estas, las operaciones de estampado, perforado de rieles y embutido de bóvedas se lo pueden realizar únicamente en la prensa de 1000 toneladas.

A pesar de que ya existe una prensa 1500 toneladas en la empresa, la anterior no puede ser reemplazada, debido a que estos troqueles están diseñados únicamente para las características y específicamente para la distribución de velas de esta prensa, es decir los troqueles están dispuestos de tal forma que su montaje únicamente se lo puede realizar en la prensa de 1000 ton.

Entre las características más importantes de esta prensa es el prensa chapas (colchón hidráulico) que facilita la extracción de las piezas embutidas o estampadas del troquel

En la figura 2.9 se tiene un ejemplo de un operación en donde la función del prensa chapas es fundamental en el proceso.



Figura 2.9 Prensa Hidráulica ROLOP 1000 toneladas (proceso embutido bóveda LH/RH)

Como se dijo anteriormente esta prensa tiene una distribución de velas propia de ella, en la siguiente figura se observa de una forma clara las posiciones de las velas para el proceso de embutición de bóvedas LH/RH que tiene la mesa fija.

En la figura 2.10 se visualiza la posición de las velas del proceso de embutición de bóvedas.

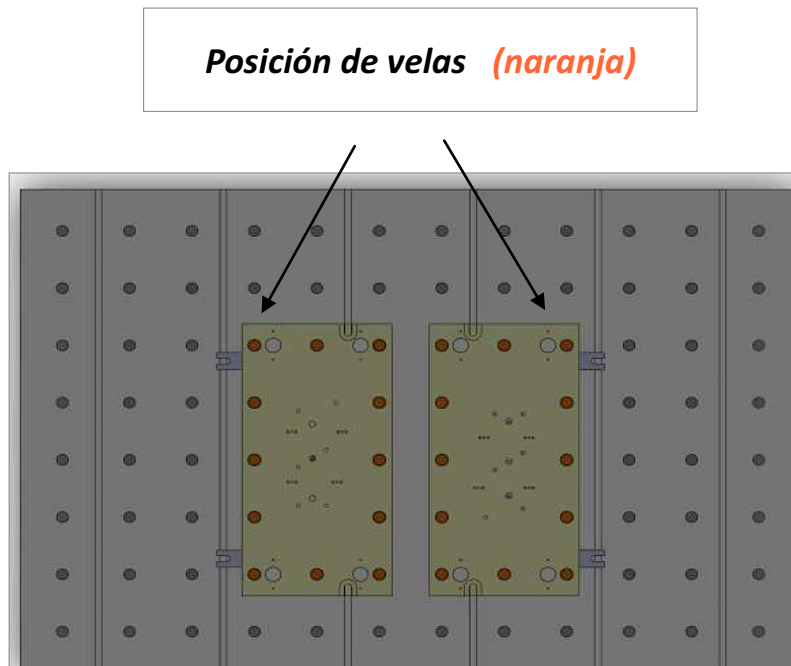


Figura 2.10 Posición de las velas del proceso embutición de Bóvedas LH/RH

En la figura 2.11 se puede observar el proceso final del montaje del Troquel de Embutición de Bóvedas con la velas.

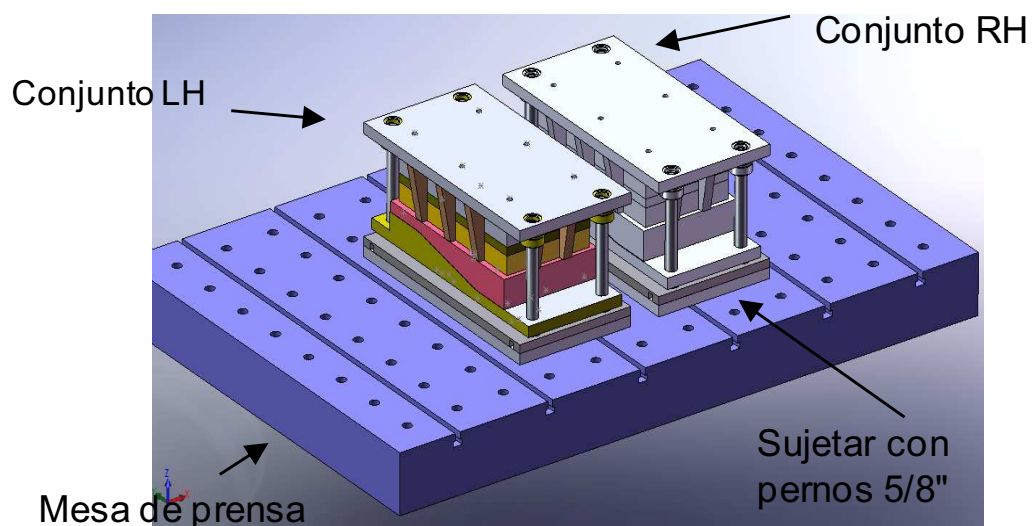


Figura 2.11 Posición de troquel Bóvedas LH/RH en la mesa de fija de la prensa

En la figura 2.12 se presenta la mesa fija de la prensa adquirida más reciente (prensa de 1500 toneladas) para que pueda constatar las diferencias físicas que existen entre una y la otra, como su forma de trabajar.



Figura 2.12 Mesa de la prensa de 1500 toneladas

Para realizar cada operación es necesario setear diversos parámetros en el panel de control, estos depende de las características propias de cada una.

En el proceso de corte se setea la presión y la carrera del plato móvil, mientras que en las operaciones de embutición se añade el seteo del prensa chapas, que facilita la extracción de la pieza del troquel.

El ingreso de información a la máquina se realiza manualmente a través de la pantalla del operador, esto se lo realiza únicamente cuando la máquina está en manual, en la tabla 2.5 se detalla las teclas usadas para ingresar información al panel de control.

Tabla 2.5 Tecla para ingresar información al panel de control

PARÁMETROS	TECLA
PARAMETROS PLATO MÓVIL	F3
PRENSACHAPAS	F5

Como cada proceso tiene distintas características de parámetros de la máquina, en la tabla 2.6 se tiene una lista de operaciones realizadas en la prensa con sus respectivas características del plato móvil y presan chapas según corresponda.

Tabla 2.6 Listado operaciones con las características del plato móvil y prensa chapa

N° PARTE	OPERACIÓN	PLATO MÓVIL								PRENSACHAPAS							
		ASCENSO MÁXIMO (mm)	FRENO DESCENSO (mm)	DESCENSO MÁXIMO (mm)	PRESIÓN MÁXIMA (Bar)	TOPE MECÁNICO (mm)	RETARDO EXTRACTOR (ds)	TIEMPO EXTRACCIÓN (s)	TIEMPO ASCENSO LENTO(s)	PRESIÓN (Bar)	CAMBIO PRESIÓN N1 (mm BAR)	CAMBIO PRESIÓN N2 (mm BAR)	CAMBIO PRESIÓN N3 (mm BAR)	DESCENSO MÁXIMO (mm BAR)			
10010100	EMBUTIR Y PERFORAR 2 AGUJEROS	500	550	782	220		5	5	5	195	736	170	-	-	-	-	-
51010000	ESTAMPAR																
1010101	ESTAMPAR	70	210	344	70		25	5	5	40	250	25	280	10	310	5	344
01020101	PERFORADO	650	-	858-864	95	830	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01010101	PERFORADO	650	-	858-864	95	830	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01020101	ESTAMPAR	70	210	344	70		25	5	5	40	250	25	280	10	310	5	344
01010201	PERFORADO	650	820	855	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01020201	PERFORADO	650	820	855	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01010201	ESTAMPAR	100	260	390	70	-	25	5	5	30	300	30	330	5	360	5	390
01020201	ESTAMPAR	100	260	390	70	-	25	5	5	30	300	30	330	5	360	5	390
01010102	CORTE DE-SARROLLO Y PERFORADO 4 AG.	500	720	780	115-120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01020102	CORTE DE-SARROLLO Y PERFORADO 4 AG.	500	720	780	115-120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01050101	ESTAMPAR Y ABOCARDAR	550	750	864	70		-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-
01050101	PERFORADO	600	-	860	100	810	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-
01060101	PERFORADO	600	-	860	100	810	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-
01060101	ESTAMPAR Y ABOCARDAR	550	750	864	70		-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-
01070101	PERFORADO	600	810	855	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01080101	PERFORADO	600	810	855	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01050201	PERFORADO	600	810	855	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01060201	PERFORADO	600	810	855	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01080101	ESTAMPAR	550	725	835	70		-	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-
01060201	ESTAMPAR	550	725	835	70		-	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-
01070101	ESTAMPAR	550	725	836	70		-	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-
01050201	ESTAMPAR	550	725	836	70		-	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-

PLATO MÓVIL

- Presión máxima: Valor máximo de presión, esta varía según la operación.
- Descenso máximo: Distancia máximo de descenso.
- Freno descenso: Distancia a la cual empieza a frenar el plato móvil.
- Ascenso máximo: Distancia máxima que puede subir el plato móvil.
- Retardo extractor: Tiempo que se demora en ejecutar la orden.
- Tiempo de descenso lento: Tiempo en que se demora en realizar la operación luego de aplicar el freno de descenso.

El tiempo varía según la operación que realiza.

Ejemplo: Corte, embutición, perforación, etc.

Nota: Origen de coordenadas es el punto muerto superior del plato móvil.

PRENSACHAPAS:

- Presión inicial: Presión inicial con la empieza a trabajar el prensa chapas.
- Cambio de presión N1, N2, N3: Según varié la posición del plato móvil (N1, N2, N3 valores ya específicos), la presión en el prensa chapas cambia.
- Descenso máximo: Distancia máxima que puede descender el prensa chapas

Cada operación tiene un número de parte y un código de proceso estandarizado la cual ayuda a controlar el proceso productivo de cada pieza.

Esta información será usada para identificar cada proceso en el diseño a realizarse posteriormente.

CAPÍTULO 3

3 AUTOMATIZACIÓN

La automatización consiste en dotar al sistema de los dispositivos que le permite operar por sí mismo. Para conseguir esta automatización será necesario contar con una serie de sensores o captadores capaces de registrar las condiciones del entorno y de funcionamiento interno.

Las señales procedentes de esos captadores habrán de ser analizadas por un órgano de control que, basándose en esa información y en una serie de consignas o parámetros que definen el funcionamiento deseado, sea capaz de activar unos accionadores o dispositivos capaces de actuar sobre el proceso. ^[21]

3.1 DISPOSITIVOS DE ENTRADA AL PLC

Son aquellos que proporcionan a la unidad de control del automatismo la información que necesita para activar, desactivar o regular el funcionamiento de los periféricos de salida. Estos dispositivos transmiten información mediante señales que pueden ser de diferente naturaleza: ^[21]

- Luz.
- Eléctrica: interruptor.
- Neumáticos: botón hidráulico.
- Magnético.

Además de sus 16 entradas mostradas en la Figura 3.1 el PLC posee dos módulos adicionales de entradas un módulo digital y otro analógico.

Para entender de forma más clara se muestra en las figuras 3.2, y 3.3 los diagramas de los módulos de conexiones de entradas digital y analógica que posee el PLC instalado en la prensa de 1000 toneladas.

21 GARCIA A, (2005), “*El control automático en la industria*”, Edición de la Universidad de Castilla, Ecuador, Cuenca, pág. 21

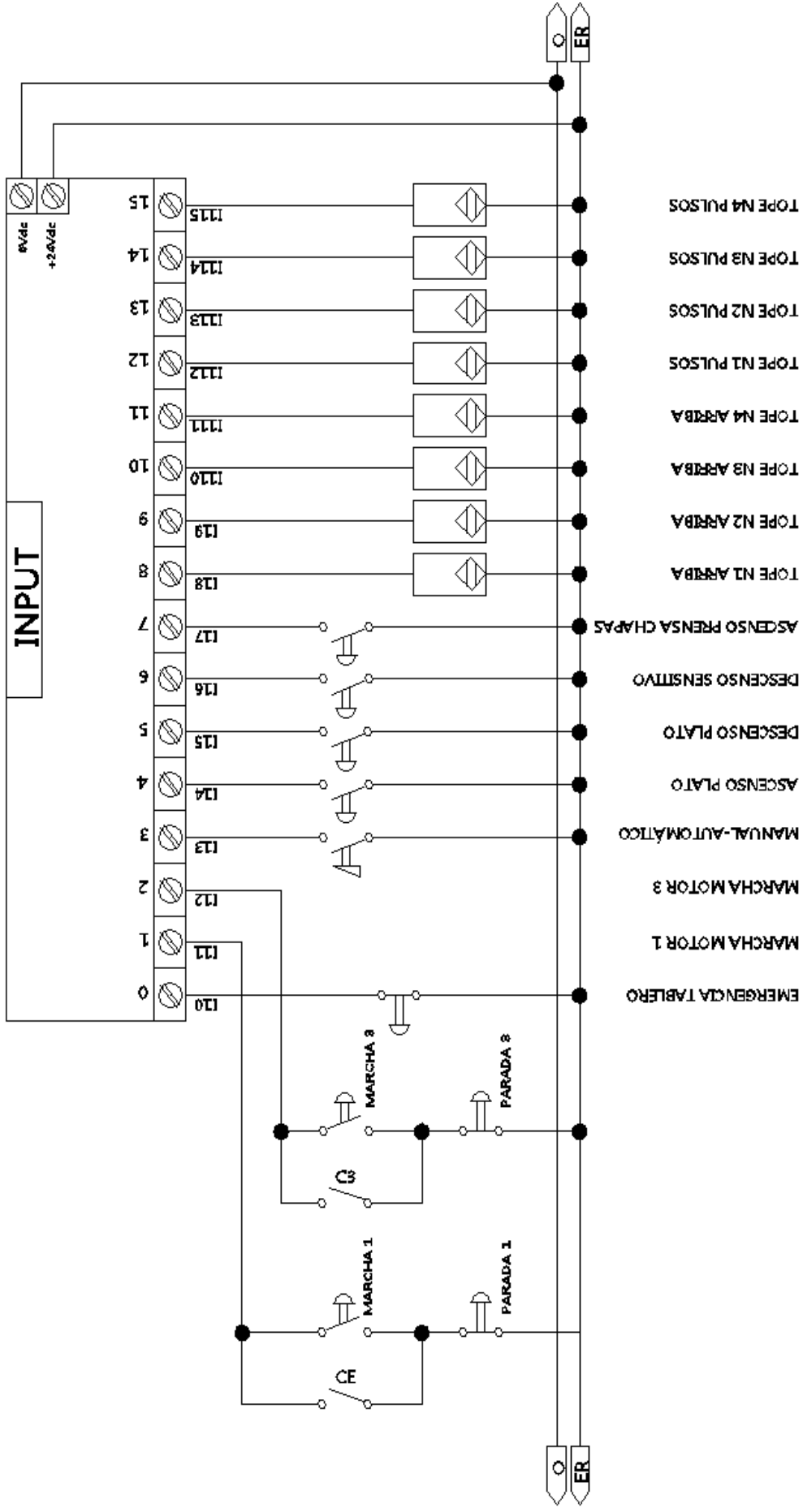


Figura 3.1 Conexiones de entradas digitales del PLC

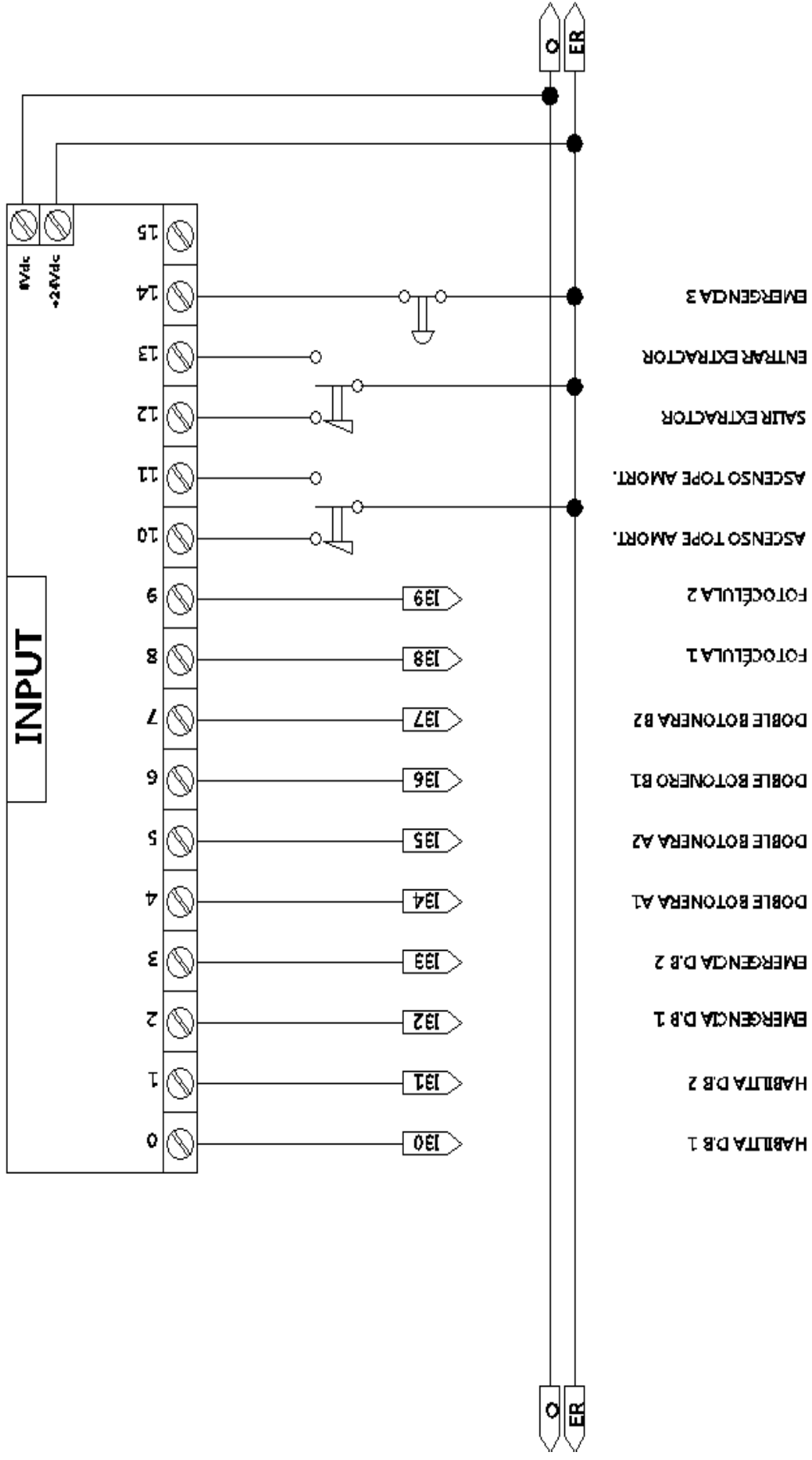


Figura 3.2 Conexiones del módulo de entradas digitales del PLC

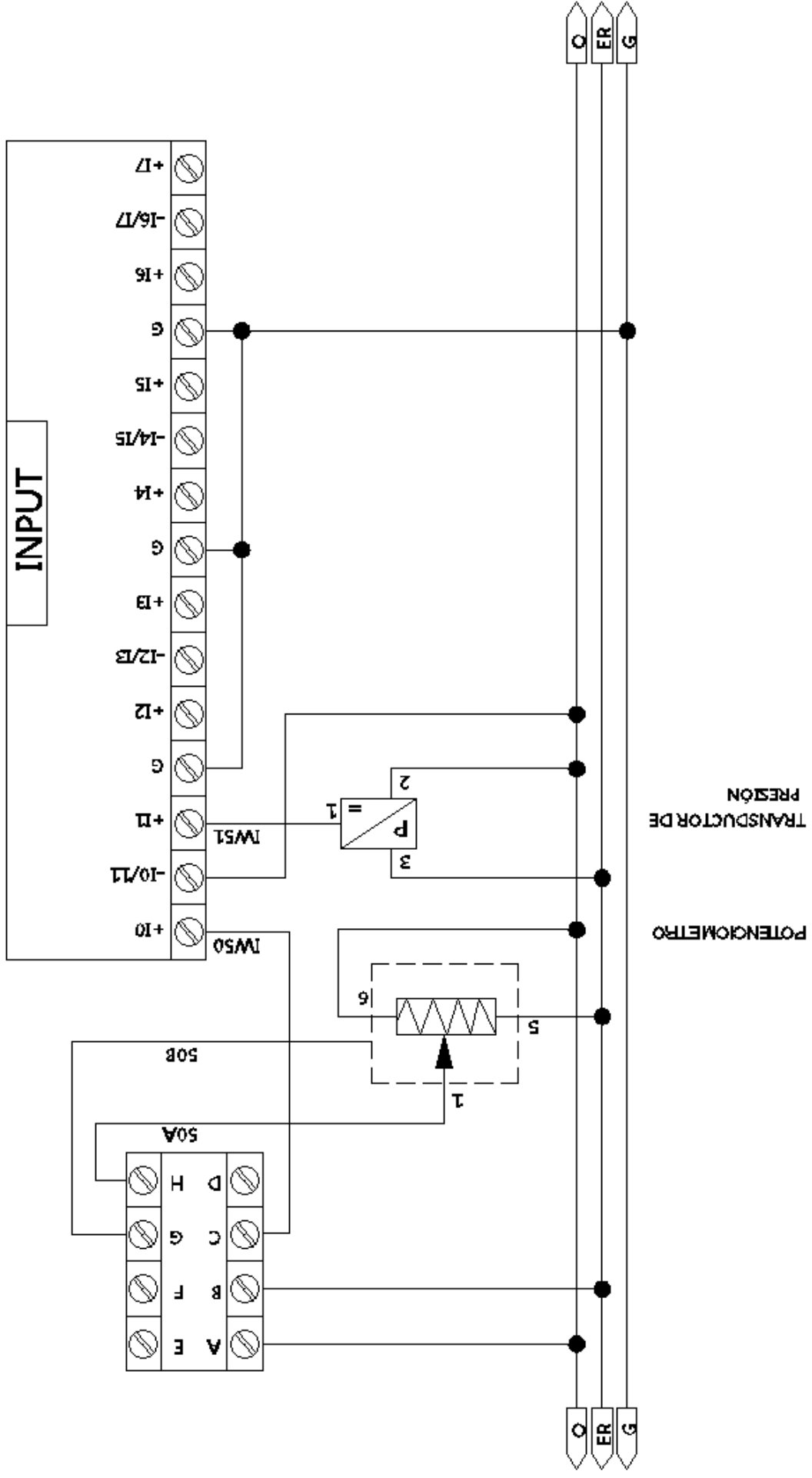


Figura 3.3 Conexiones del módulo de entradas analógicas del PLC

Todos los botones que intervienen en la puesta en marcha y los mandos a distancia son dispositivos de entrada. También hay periféricos de entrada capaces de detectar la variación de diferentes magnitudes (presión, volumen, temperatura etc.) y comunicarlas a la unidad de control. Estos dispositivos se llaman sensores que transforman un fenómeno físico en una señal eléctrica.

En las tablas 3.1 y 3.2 se definen el tipo de entradas que se están utilizando actualmente.

Tabla 3.1 Entradas Digitales

Nº	COD. PROGRAM.	OPERACIÓN DE ENTRADA	TIPO	SEÑAL ENTREGADA PARA
1	I1.0	Emergencia Tablero	Pulsador	Apagado total por riesgo
2	I1.1	Marcha motor 1	Pulsador	Encendido motor 1
3	I1.2	Marcha motor 2	Pulsador	Encendido motor 3
4	I1.3	Manual – Automático	Interruptor selector	Cambia de Automático a Manual
5	I1.4	Ascenso Plato	Pulsador	Ascenso plato en Manual
6	I1.5	Descenso Plato	Pulsador	Descenso plato móvil aplicando freno
7	I1.6	Descenso Sensitivo	Pulsador	Descenso plato móvil sin aplicar freno
8	I1.7	Asenso Prensa chapas	Pulsador	Ascenso prensa chapas
9	I1.8	Tope N1 arriba	Sensor Inductivo	Puesta a cero registro Encoder
10	I1.9	Tope N2 arriba	Sensor Inductivo	Puesta a cero registro Encoder
11	I1.10	Tope N3 arriba	Sensor Inductivo	Puesta a cero registro Encoder
12	I1.11	Tope N4 arriba	Sensor Inductivo	Puesta a cero registro Encoder
13	I1.12	Tope N1 Pulsos	Sensor Inductivo	Registro movimiento topes mecánicos
14	I1.13	Tope N2 Pulsos	Sensor Inductivo	Registro movimiento topes mecánicos
15	I1.14	Tope N3 Pulsos	Sensor Inductivo	Registro movimiento topes mecánicos
16	I1.15	Tope N4 Pulsos	Sensor Inductivo	Registro movimiento topes mecánicos
17	I3.0	Habilita DB1	Sensor Inductivo	Registro de descenso
18	I3.1	Habilita DB2	Sensor Inductivo	Registro de descenso
19	I3.2	Emergencia DB1	Pulsador	Apagado total por riesgo
20	I3.3	Emergencia DB2	Pulsador	Apagado total por riesgo
21	I3.4	Doble botonera A1	Pulsador	Descenso plato en Automático
22	I3.5	Doble botonera A2	Pulsador	Descenso plato en Automático
23	I3.6	Doble botonera B1	Pulsador	Descenso plato en Automático
24	I3.7	Doble botonera B2	Pulsador	Descenso plato en Automático
25	I3.8	Fotocélula 1	Barrera Refléx	Freno de descenso
26	I3.9	Fotocélula 2	Barrera Refléx	Freno de descenso
27	I3.10	Ascenso tope amort.	Interruptor doble vía	Ascenso tope mecánico
28	I3.11	Descenso tope amort.	Interruptor doble vía	Descenso tope mecánico
29	I3.12	Salir extractor	Interruptor doble vía	Avance extractor
30	I3.13	Entrar extractor	Interruptor doble vía	Retorno extractor
31	I3.14	Emergencia 3	Pulsador	Apagado total por riesgo

D.B: Doble Botonera

Tabla 3.2 Entradas Analógicas

N. º	CODIGO PROGRAMA- CIÓN	ELEMENTO DE ENTRADA	TIPO	SEÑAL ENTREGADA PA- RA
1	IW50	Potenciómetro	Potencióme- tro lineal	Lectura de posición
2	IW51	Transductor pre- sión	Sensor o transductor de presión	Lectura de presión

3.2 DISPOSITIVOS DE SALIDA DEL PLC

Los actuadores son dispositivos que realizan funciones y tareas concretas cuando reciben la señal del sistema de control.

Existe varios tipos de actuadores, a continuación se habla de algunos de ellos:

- Actuadores mecánicos: son dispositivos que utilizan energía mecánica para su funcionamiento. En función de la fuente de energía utilizada pueden ser neumáticos o hidráulicos.
- Actuadores neumáticos: funcionan mediante la energía mecánica que les proporcionan el aire comprimido. Los actuadores neumáticos se utilizan para transmitir pequeños esfuerzos a altas velocidades.
- Actuadores hidráulicos: aprovechan la propiedad que tienen los líquidos de transmitir presión de manera uniforme a lo largo de todo el fluido cuando son comprimidos.

En la figura 3.4, 3.5, 3.6 se muestran los diagramas de conexiones de salidas digitales y dos módulos de salida, uno de salidas digitales y otra de salidas analógicas que posee el PLC instalado en la prensa de 1000 toneladas.

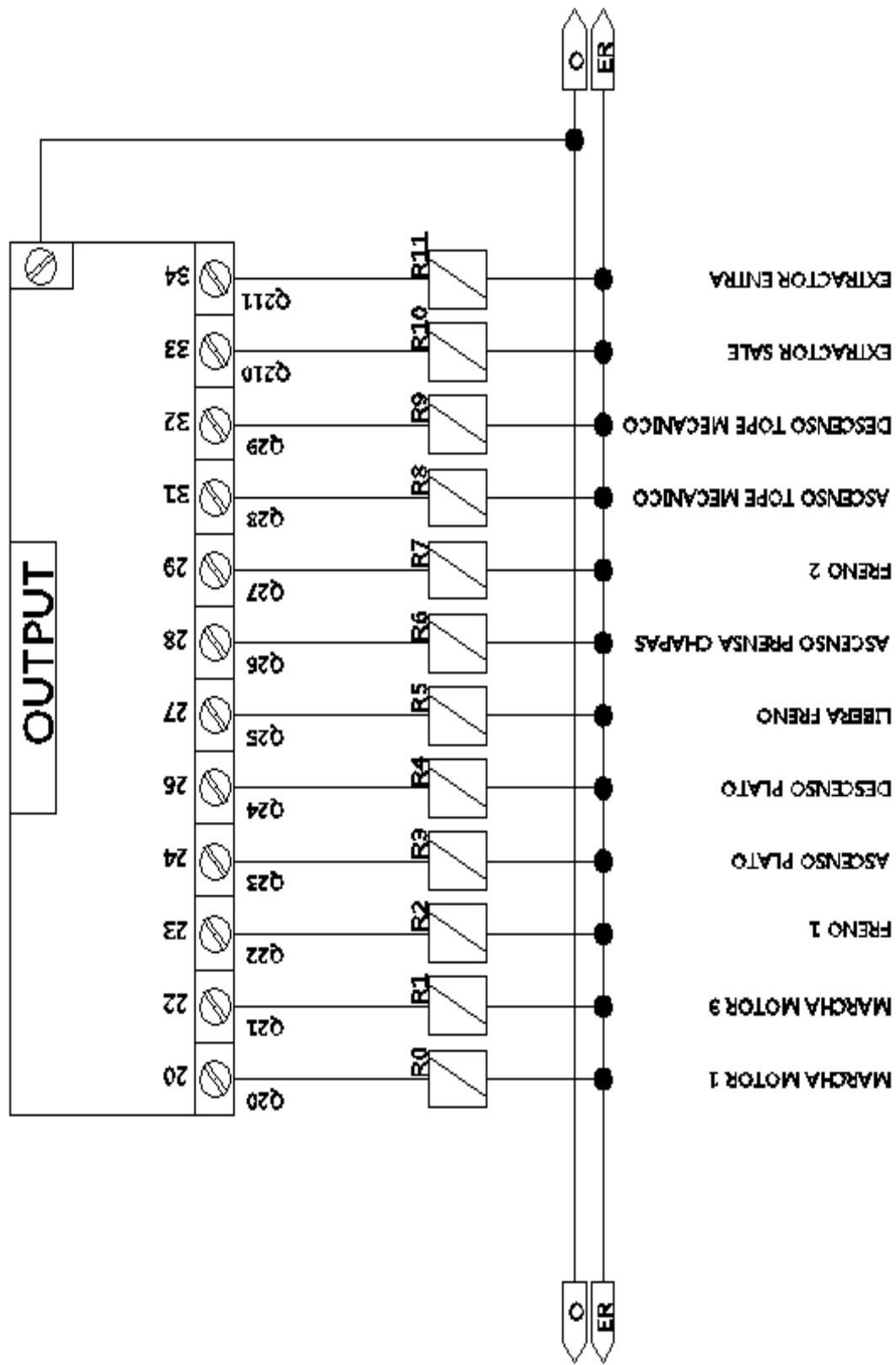


Figura 3.4 Conexiones de salidas analógicas del PLC

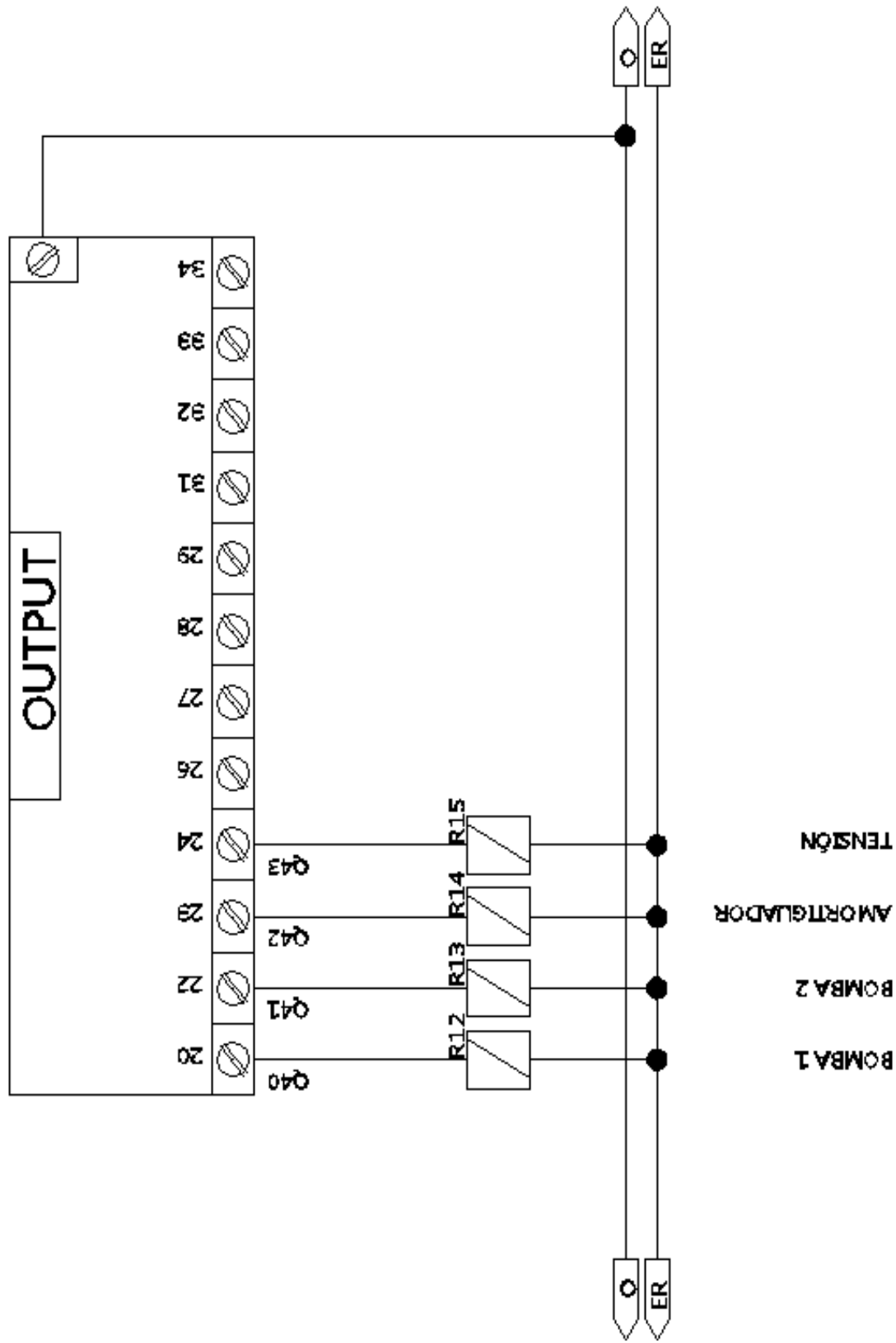


Figura 3.5 Conexiones de salidas digitales del PLC

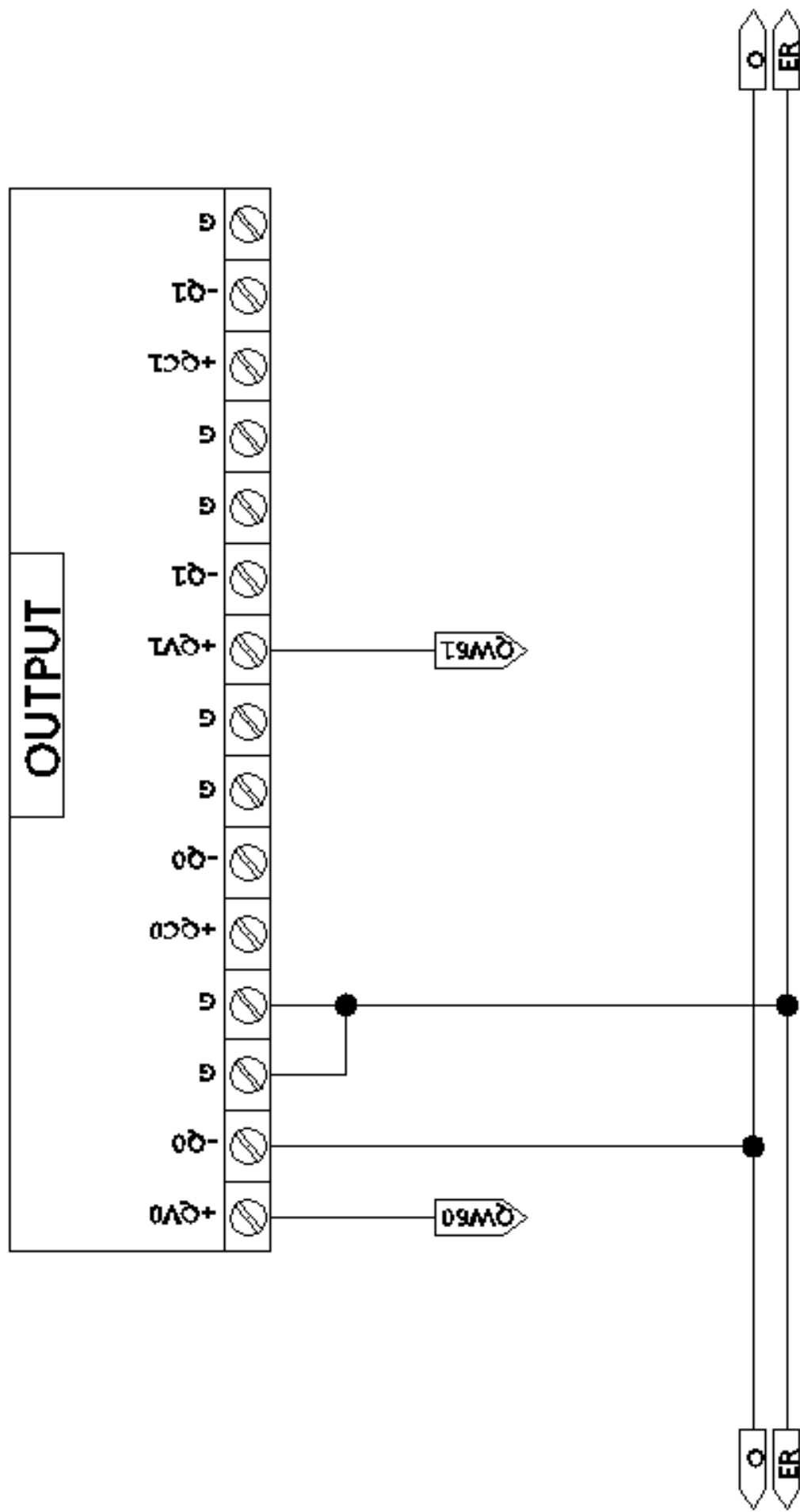


Figura 3.6 Conexiones de salidas analógicas del PLC

Las salidas del PLC transmiten las respuestas del controlador hacia los actuadores correspondientes, una vez que éste procesa las señales de entrada y ejecuta lo que dicta la programación. En la tabla 3.3 se detalla las salidas digitales y tabla 3.4 salidas analógicas usadas en el programa.

Tabla 3.3 Salidas Digitales

Nº	CODIGO PROGRAM.	OPERACIÓN DE CONTROL	TIPO	ACTUA SOBRE
1	Q2.0	Marcha motor 1	Relé	Arranque estrella-triángulo (contactor estrella, contactor triángulo, contactor lineal) 220 V
2	Q2.1	Marcha motor 3	Relé	Contacto y luz marcha motor 220 V
3	Q2.2	Freno 1	Relé	Electroválvulas
4	Q2.3	Ascenso plato	Relé	Electroválvulas
5	Q2.4	Descenso plato	Relé	Electroválvulas
6	Q2.5	Libera freno	Relé	Electroválvulas
7	Q2.6	Ascenso prensa chapa	Relé	Electroválvulas
8	Q2.7	Freno 2	Relé	Electroválvulas
9	Q2.8	Ascenso tope mecánico	Relé	Contacto
10	Q2.9	Descenso tope mecánico	Relé	Contacto
11	Q2.10	Extractor sale	Relé	Electroválvulas
12	Q2.11	Extractor entra	Relé	Electroválvulas
13	Q4.0	Bomba 1	Relé	Electroválvulas
14	Q4.1	Bomba 2	Relé	Electroválvulas
15	Q4.2	Amortiguador	Relé	Electroválvulas
16	Q4.3	Tensión	Ojo de buey	

Tabla 3.4 Salidas Analógicas

Nº	CODIGO PROGRAM.	OPERACIÓN DE CONTROL	TIPO	ACTUA SOBRE
1	QW60			
2	QW61	Regular la presión en las velas	Tarjeta proporcional digital	Válvula proporcional principal

3.3 SENSORES ACTUADORES Y PRE ACTUADORES SELECCIONADOS

Los sensores, actuadores y pre actuadores se han seleccionado en base a los dispositivos de entrada y salida del PLC mostrados en los diagrama de conexiones anteriores.

Las señales que generan los sensores y que posteriormente llegan al micro controlador del PLC por medio de los módulos de entrada, contienen la información de cómo se encuentran los parámetros físicos del proceso de producción, mientras que la señal que se hace llegar a los actuadores por la mediación de los módulos de salida, alberga la información de activación del elemento de potencia que modificará el valor de la variable física que también está presente en el proceso industrial. En la figura 3.7 se tiene los elementos usados para la automatización.

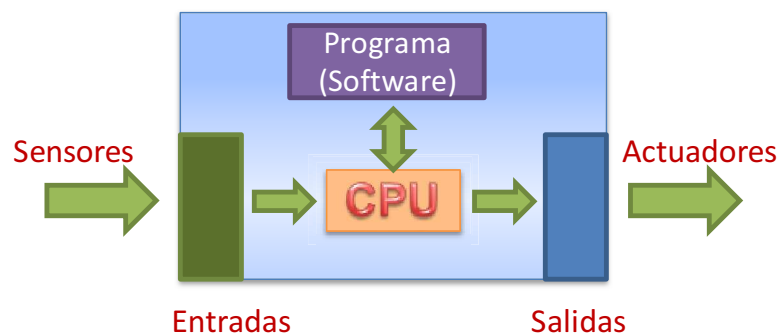


Figura 3.7 Elementos para la automatización ^[22]

3.3.1 SENSORES SELECCIONADOS

Para realizar un análisis de los sensores que actúan en esta programación es necesario realizar una descripción del funcionamiento de cada elemento.

3.3.1.1 Especificación de los elementos de entrada

- a) **Pulsadores:** Elemento que permite el paso o interrupción de la corriente mientras es accionado. Cuando ya no se actúa sobre él vuelve a su posición de reposo. Puede ser el contacto normalmente cerrado en reposo NC, o con

el contacto normalmente abierto NA.

Consta del botón pulsador; una lámina conductora que establece contacto con los dos terminales al oprimir el botón y un muelle que hace recobrar a la lámina su posición primitiva al cesar la presión sobre el botón pulsador. [23]

En la figura 3.8 se tiene el esquema de un pulsador.

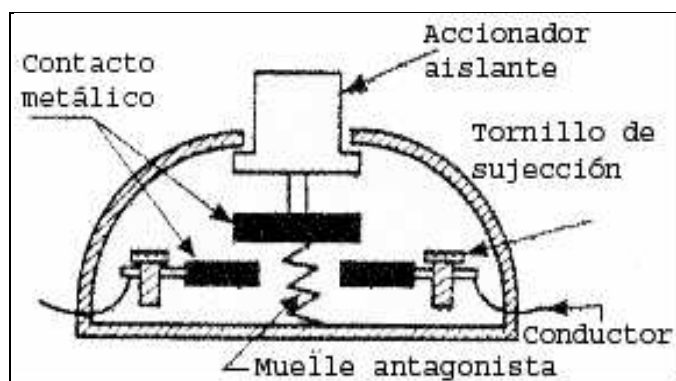


Figura 3.8 Esquema de un pulsador [24]

En la tabla 3.5 se tiene los pulsadores seleccionados.

Tabla 3.5 Selección de pulsadores

REFERENCIA	CANT.	TIPO DE CONTACTO	TIPO DE PULSADOR	COLOR	APLICACIÓN
XB4-BS542	4	NC	Girar para desenclavar	Rojo	Paro de emergencia (2 en botonera manual, 1 en tablero, 1 sobre la prensa para mantenimiento)
XB4-BW3545	2	NA, NC	Led Integrado	Amarillo	Pone en marcha motor 1, marcha motor 3
XB4-BA42	1	NC	Rasante	Rojo	Parada motor 1 y parada motor 3
XB4-BA51	1	NA	Rasante	Amarillo	Ascenso del plato móvil
XB4-BA21	3	NA	Rasante	Negro	Descenso plato móvil Descenso sensitivo plato móvil Prensachapas Ascenso-Descenso
XB4-BC21	4	NA	De seta Ø40	Negro	Descenso plato móvil desde las botoneras manuales en estado automático

23 <http://www.publsoft.net/~watos/pulsador.htm>

24 <http://www.schneider-electric.cl/documents/local/cap05.pdf>

b) Interruptor selector: Su función es para seleccionar que dispositivo electrónico o eléctrico va a funcionar se utiliza por lo regular para seleccionar una posición en manual o automático.

Cuando una persona selecciona en la posición de manual el aparato eléctrico funcionara en manual ya sea una bomba eléctrica sumergible, un pistón hidráulico accionado por una válvula eléctrica por solenoide etc.

Pero cuando una persona selecciona en modo automático este funcionara en modo automático la bomba abastecerá de agua o cualquier liquido según su aplicación en modo automático. ^[25] Ver figura 3.9.



Figura 3.9 Interruptor selector ^[25]

Existen varios tipos de selectores de acuerdo a número de posiciones, selectores de dos, de tres, de cuatro posiciones etc. En este caso utilizamos dos tipos de selectores:

- De dos posiciones

El selector seleccionado es el XB4-BJ21 MARCA: TELEMECANIQUE ^[26]

Características:

Tiene dos tipos de posiciones fijas, por lo regular para poner en un circuito eléctrico el **normalmente cerrado** se utiliza para el modo manual y el modo **normalmente abierto** se utiliza para el modo automático.

Cantidad: 1

Tipo de contacto: NA

Uso: Da la opción de escoger la forma de trabajar, en estado automático o estado manual.



²⁵ <http://publicalpha.com/interruptor-selector/>

²⁶ <http://www.schneider-electric.cl/documents/local/cap05.pdf>

- De tres posiciones

El selector seleccionado es el XB4-BJ53 MARCA: TELEMECANIQUE

Características:

Número de posiciones: tres

Tipo: con vuelta al centro

Cantidad: 1

Tipo de contacto: 2 NA



c) **Sensor inductivo:** ^[27] Los sensores de proximidad inductivos incorporan una bobina electromagnética la cual es usada para detectar la presencia de un objeto metálico conductor. Este tipo de sensor ignora objetos no metálicos. Ver figura 3.10.

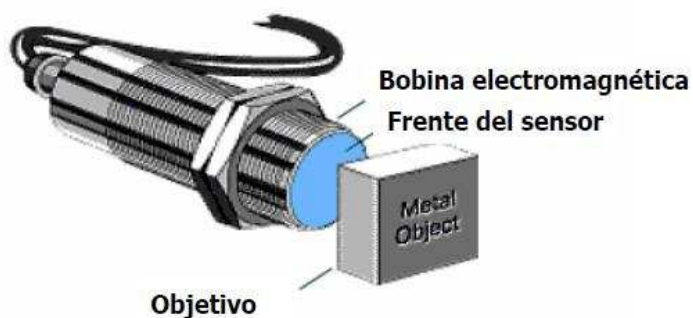


Figura 3.10 Sensor Inductivo ^[27]

Son de gran utilización en la industria, tanto para aplicaciones de posicionamiento como para detectar la presencia o ausencia de objetos metálicos en un determinado contexto: detección de paso, de atasco, de codificación y conteo.

Los sensores inductivos usados para detectar el posicionamiento del plato móvil son:

- Sensor XS1M12MA230 marca TELEMECANIQUE (Ver figura 3.11).
- Sensor XS1M12MB230 marca TELEMECANIQUE.



Figura 3.11 Sensor Inductivo XS1M12MA230 [28]

Las especificaciones técnicas de ambos sensores inductivos seleccionados se ven en la tabla 3.6.

Tabla 3.6 Especificaciones de los sensores inductivos seleccionados

ESPECIFICACIÓN	
Tipo de sensor	De proximidad inductivo tubular
LARGO (pulg.)	1,97
Tipo de tensión	AC/DC
Rango de voltaje	20-264
Tipo de circuito	2 hilos
Distancia de detención (mm)	2
Escudo	Si
Frecuencia de operación (HZ)	25AC/4000DC
TEMPERATURA RANGO (°F)	-13 A 176
Máx. De carga (mA)	200
Característica especial	Indicador LED

d) **Sensores de barrera fotoeléctrica:** Las barreras tipo emisor-receptor están compuestas de dos partes, un componente que emite el haz de luz, y otro componente que lo recibe. Se establece un área de detección donde el objeto a detectar es reconocido cuando el mismo interrumpe el haz de luz. Debido a que el modo de operación de esta clase de sensores se basa en la interrupción del haz de luz, la detección no se ve afectada por el color, la textura o el brillo del objeto a detectar. Ver figura 3.12

Estos sensores operan de una manera precisa cuando el emisor y el receptor se encuentran alineados. ^[29]



Figura 3.12 Barrera fotoeléctrica

El sistema instalado es de Marca Honeywell 30096c2, está diseñado bajo el principio de autocontrol dinámico que garantiza la detección inmediata de cualquier avería.

El emisor y receptor van montados sobre la mesa de trabajo de la máquina una en cada frente.

e) **Encoder:** Es un transductor rotativo que transforma un movimiento angular en una serie de impulsos digitales. Estos impulsos generados puede ser utilizados para controlar los desplazamientos de tipo angular o de tipo lineal, si se asocian a cremalleras o a husillos. Las señales eléctricas de de rotación pueden ser elaboradas mediante controles numéricos (CNC), Controladores Lógicos Programables (PLC), sistemas de control, etc. El sistema de lectura se basa en la rotación de un disco graduado con un reticulado radial formado por líneas opacas, alternadas con espacios

transparentes. ^[30] Ver figura 3.13.

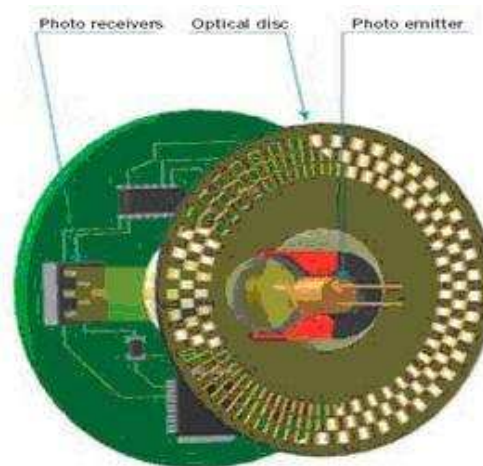


Figura 3.13 Encoder ^[31]

El encoder seleccionado es PLE060UBDZ de marca IZUMI

- f) **Potenciómetro lineal ó transductor de posición:** Un potenciómetro es un transductor electromecánico que convierte energía mecánica en energía eléctrica, ver figura 3.14. La entrada del dispositivo es una forma de desplazamiento mecánico. Cuando se aplica un voltaje a través de las terminales fijas del potenciómetro, el voltaje de salida, que se mide entre la terminal variable y tierra, es proporcional al desplazamiento de entrada. ^[32]



Figura 3.14 Potenciómetro lineal ^[32]

El potenciómetro lineal usado en la programa es GEFRAN LTM-1000 de origen Italiano, presenta robustez mecánica y facilidad de montaje, permitiendo la

30 <http://facultad.bayamon.inter.edu/arincon/encoderIncrementales.pdf>

31 <http://ycoamedicionesindustriales.blogspot.com/2007/06/sensores-digitales.html>

32 KUO B, Sistema de Control Automático, México, Prentice-Hall Hispanoamericana S.A.,1996, pág. 160

fijación externa sobre la estructura de la máquina.

Permite la lectura muy confiable y control de repetitividad de la posición del cilindro de clavado.

g) Transductor de presión: Los sensores de presión o transductores de presión son elementos que transforman la magnitud física de presión o fuerza por unidad de superficie en otra magnitud eléctrica que será la que emplearemos en los equipos de automatización o adquisición estándar, ver figura 3.15. Los rangos de medida son muy amplios, desde unas milésimas de bar hasta los miles de bar. En la práctica generalmente estos transductores constan de dos etapas, la primera convierte una presión en un desplazamiento y la segunda convierte el desplazamiento en un voltaje. La conversión mecánica de una presión en un desplazamiento se obtiene, normalmente, con un dispositivo llamado diafragma, el cual consiste en un disco de algún material adecuado fijado en su periferia. El fluido bajo presión se encuentra en contacto con una de las caras del diafragma deformándose de manera proporcional a la presión ejercida. ^[33]



Figura 3.15 Transductor de presión ^[33]

El transductor de presión usado en el programa cuenta con una señal definida de 0 a 10V, compatibles con las entradas analógicas del PLC, este elemento tiene gran robustez, facilidad de montaje y permite conocer, monitorear y procesar la presión hidráulica en el sistema.

3.3.2 ACTUADORES SELECCIONADOS

Después que se ha hecho el procesamiento de las señales de entrada y se han tomado decisiones, el PLC envía señales a los actuadores ya sean digitales o analógicos.

Para realizar un análisis de los actuadores seleccionados es necesario de la misma manera conocer las características y funciones de los mismos.

3.3.2.1 Especificación de los elementos de salida

a) **Relé:** Un relé es un interruptor accionado por un electroimán.

Está formado por una barra de hierro dulce, llamada núcleo, rodeada por una bobina de hilo de cobre, ver figura 3.16. Al pasar una corriente eléctrica por la bobina el núcleo de hierro se magnetiza por efecto del campo magnético producido por la bobina, convirtiéndose en un imán tanto más potente cuanto mayor sea la intensidad de la corriente y el número de vueltas de la bobina. Al abrir de nuevo el interruptor y dejar de pasar corriente por la bobina, desaparece el campo magnético y el núcleo deja de ser un imán.

Cuando no pasa corriente por la bobina el contacto móvil está tocando a uno de los contactos fijos. En el momento que pasa corriente por la bobina, el núcleo atrae al inducido, el cual empuja al contacto móvil hasta que toca al otro contacto fijo (el de la derecha).^[34]

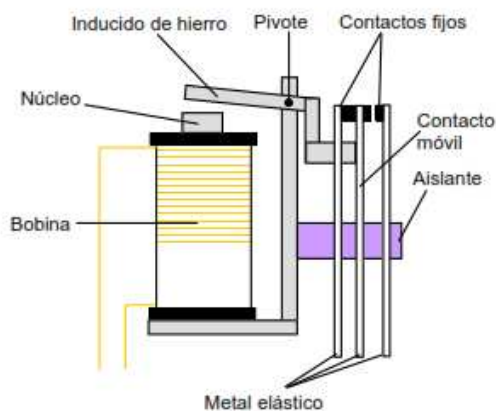


Figura 3.16 Relé ^[34]

El relé usado en la programación es el **RSB 2A08080** marca: TELEMECANIQUE ^[35]

- Altura 15mm, el convencional 55 mm de alto
- Tiempo de Respuesta: 12 ms (Vca), 9ms (Vcd)
- Temperatura (funcionamiento): -40...+85(Vcd); -40.....+70 (Vca)
- Tiempo de vida: Mayor o igual a 30 millones de ciclos de maniobras, el convencional 5 millones de operaciones
- Peso: 10 gramos, el convencional 81 gramos



b) **Ojo de buey:** Piloto luminoso para lámpara

El ojo de buey seleccionado es el XB4-BV64 marca TELEMECANIQUE

Piloto luminoso para lámpara BA 9s (lámpara no suministrada)

Alimentación directa $\leq 250V$

Color rojo

Uso: Indica que la máquina está alimentada.



Figura 3.17 Ojo de buey XB4-BV64 ^[36]

c) **Contactador:** Un contactador es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. En la figura 3.18 se tiene un contactador telemecanique.

35 <http://www.electricidadlynch.com.ar/reletelemecaniquesseries.htm>

36 <http://www.schneider-electric.cl/documents/local/cap05.pdf>



Figura 3.18 Contactor Telemecanique ^[37]

Los contactores seleccionados son de la misma marca Telemecanique **LC1 D09** y se tienen en la tabla 3.7.

Tabla 3.7 Características del contactor LC1 D09

Modelo	Corriente nominal Ue ≤ 440 VAC3 A	Potencia nominal AC3 Motor trifásico 0 ≤ 40 °					
		220/440V	380/400V	400V	500V	600/690V	1000V
		KW	KW	KW	KW	KW	KW
LC1-D09 (CJX2-D09)	9	2.2	4	4	5.5	5.5	-
LC1-D12 (CJX2-D12)	12	3	5.5	5.5	7.5	7.5	-
LC1-D18 (CJX2-D18)	18	4	7.5	9	10	10	-

Aplicación:

LC1 Contactor de CA de la serie es conveniente para usar en los circuitos de la tensión nominal de hasta 660V AC 50Hz o 60Hz, corriente nominal de hasta 95A, para hacer y cortar frecuentemente la salida y el control del motor de corriente alterna. En combinación con el bloque de contacto auxiliar, retardo de tiempo y contactor de la máquina de enclavamiento, estrella-triángulo. Con el relé térmico, se combinan en el arrancador electromagnético. El contactor se produce según la norma IEC 60947-4.

³⁷ <http://www.raisingem.com/LC1-D-ac-contactor/LC1-D09-telemecanique-contactor.html>

- d) **Electroválvula:** Una electroválvula es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el flujo de un fluido (por impulsos eléctricos) a través de un conducto como puede ser una tubería. En la figura 3.19 se visualiza un esquema de una electroválvula.

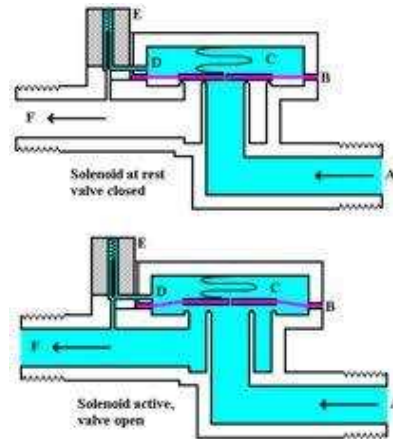


Figura 3.19 Esquema de una electroválvula ^[38]

CAPÍTULO 4

4 PROGRAMACIÓN DE LOS CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES

4.1 ESPECIFICACIÓN DEL PLC

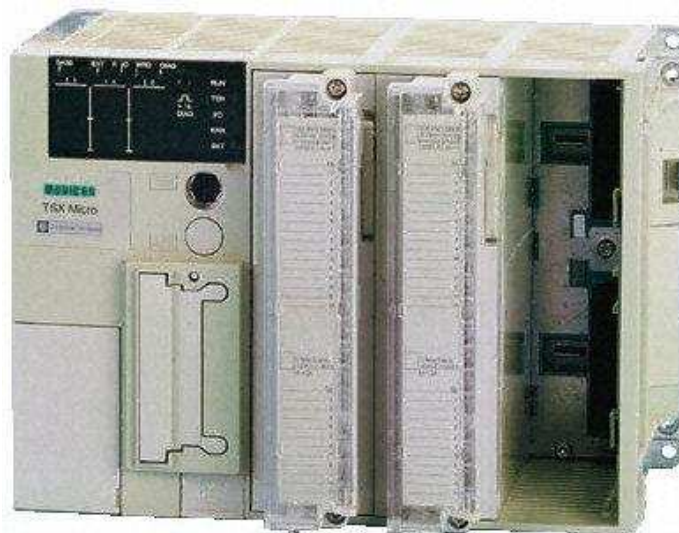


Figura 4.1 PLC MODICON TSX MicroTelemecanique ^[39]

Fabricante: Telemecanique Schneider

El PLC usado para control de la prensa es el PLC MODICON TSX Micro Telemecanique, serie TSX3721000, ver figura 4.1.

El PLC TSX37-21 es un autómata modular, dado que no incorporan módulos de E/S de serie, permiten una configuración libre al usuario multiplicando sus posibilidades mediante el rack extensible opcional. Las versiones 21 incorporan dos puertos de comunicaciones para diálogo operador (modbus, unitelway ó ASCII) y dos ranuras para la extensión de memoria y/o una tarjeta de comunicaciones (modbus plus, fipway, MODEM, etc).

A este PLC se ha incorporado 4 módulos, (2 de entrada y 2 de salida), las cuales corresponden a las necesidades de la programación, en la tabla 4.1 se detalla cada una de ellas.

39 <http://cl.rsdelivers.com/product/telemecanique/tsx3721001/modicon-micro-plc-tsx37-21-9i-o-240vac/2811981.aspx>

Tabla 4.1 Módulos de entrada/ salida TELEMECANIQUE

DESCRIPCIÓN	MODELO	CANT.	# ENTRADAS	# SALIDAS
Módulo de entradas y salidas digitales	TSKDMZ28DR	2	16	12
Módulo de entradas analógicas	TSKAEZ801	1	8	--
Módulo de salidas analógicas	TSXAEZ200	1	--	2

Fuente: Manual unos RPM-1000

En búsqueda de disminuir costos para la posterior implementación del sistema SCADA se ha decidido seguir usando el mismo hardware original de la programación.

En la figura 4.2 se visualiza el PLC instalado en la prensa.

**Figura 4.2** PLC Telemecanique instalado en la prensa

Este PLC ha sido seleccionado en base a las necesidades presentes en la programación como son, el número de entradas y salidas. En la figura 4.3 se observa las características del PLC TSX37-21.

Basic TSX 37 21/22 PLC configurations (3 slots available)					
Power supply	Integrated memories		Integrated functions	Reference	Weight kg
	RAM	Flash EPROM			
= 24 V	20 Kwords	5 Kwords	–	TSX 37 21 101	1.720
			8 analog inputs 0-10 V 1 analog output 0-10 V 1 Up/down counter 10 kHz 1 counter 10 kHz	TSX 37 22 101	1.750
~ 100...240 V	20 Kwords	15 Kwords	–	TSX 37 21 001	1.720
			8 analog inputs 0-10 V 1 analog output 0-10 V 1 Up/down counter 10 kHz 1 counter 10 kHz	TSX 37 22 001	1.750

Figura 4.3 Características del PLC TSX37-21^[40]

4.2 PL7 JUNIOR V4.5

El software utilizado para la programación de la prensa de 1000 toneladas es el PL7 Junior V4.5. Este software permite la programación de todas las CPU's TSX-Micro y TSX Premium (TSX57). En la figura 4.4 se observa lo dicho anteriormente.

Compatible Modicon platforms	Premium CPUs P	–	TSX P57 1● TSX P57 2● TSX P57 3● TSX P57 4●	TSX P57 1● TSX P57 2● TSX P57 3● TSX P57 4●
	TSX Micro PLCs M	TSX 37 05/08/10/21/22	TSX 37 05/08/10/21/22	TSX 37 05/08/10/21/22
Software name	PL7 Micro	PL7 Junior	PL7 Pro	
Unity Pro software type	TLX CD● PL7M ●44M	TLX CD● PL7J ●44M	TLX CD● PL7J ●44P	

Figura 4.4 Compatibilidad del PLC con el Software PL7^[41]

Este software tiene la posibilidad de acceder a la función Protección del programa, permitiendo la protección global de la aplicación y protección de las secciones. Esta función permite garantizar la protección de la misma en modo lectura y escritura.^[42]

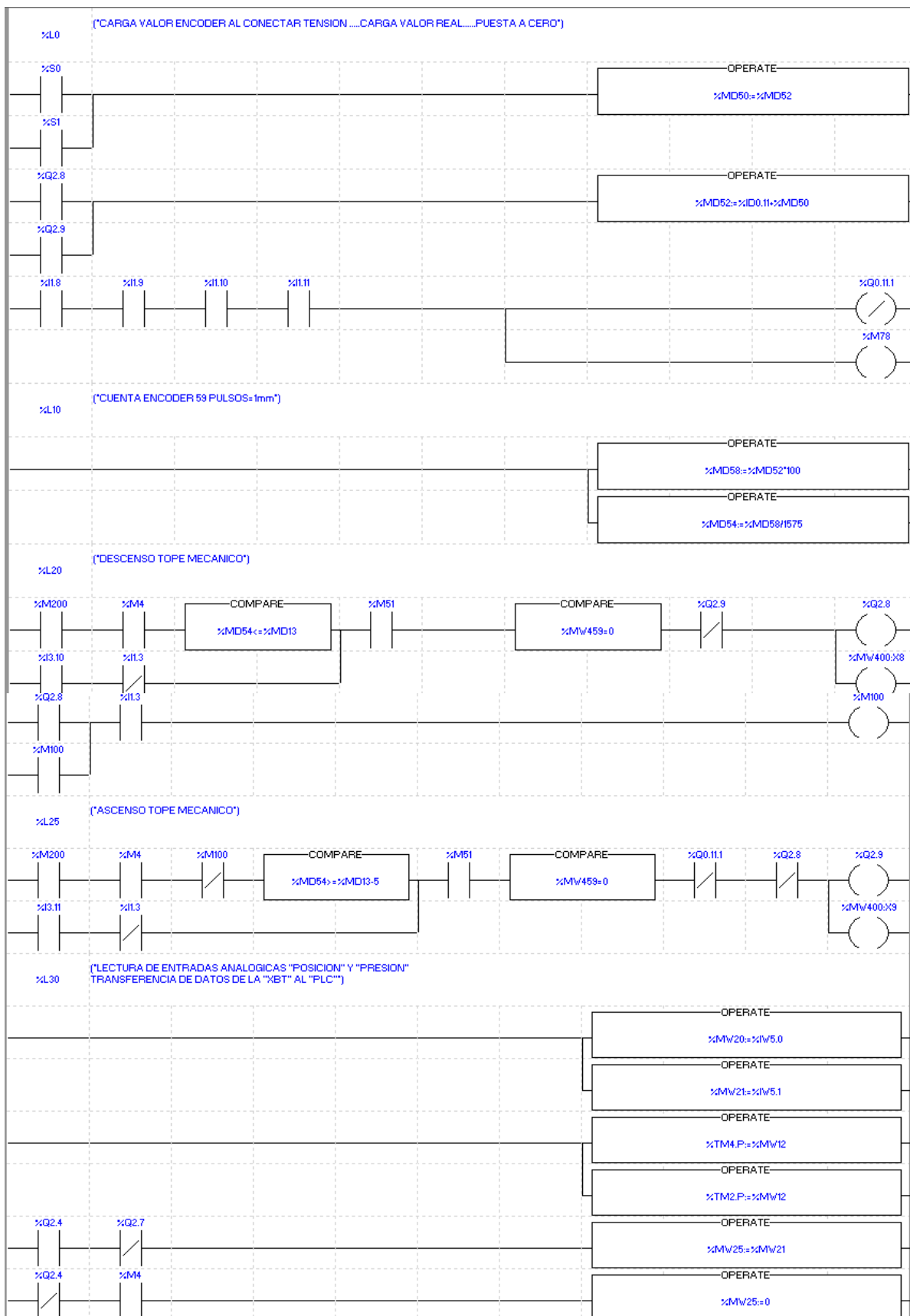
40 <http://static.schneider-electric.us/docs/Automation%20Products/MKTED204012EN.pdf>

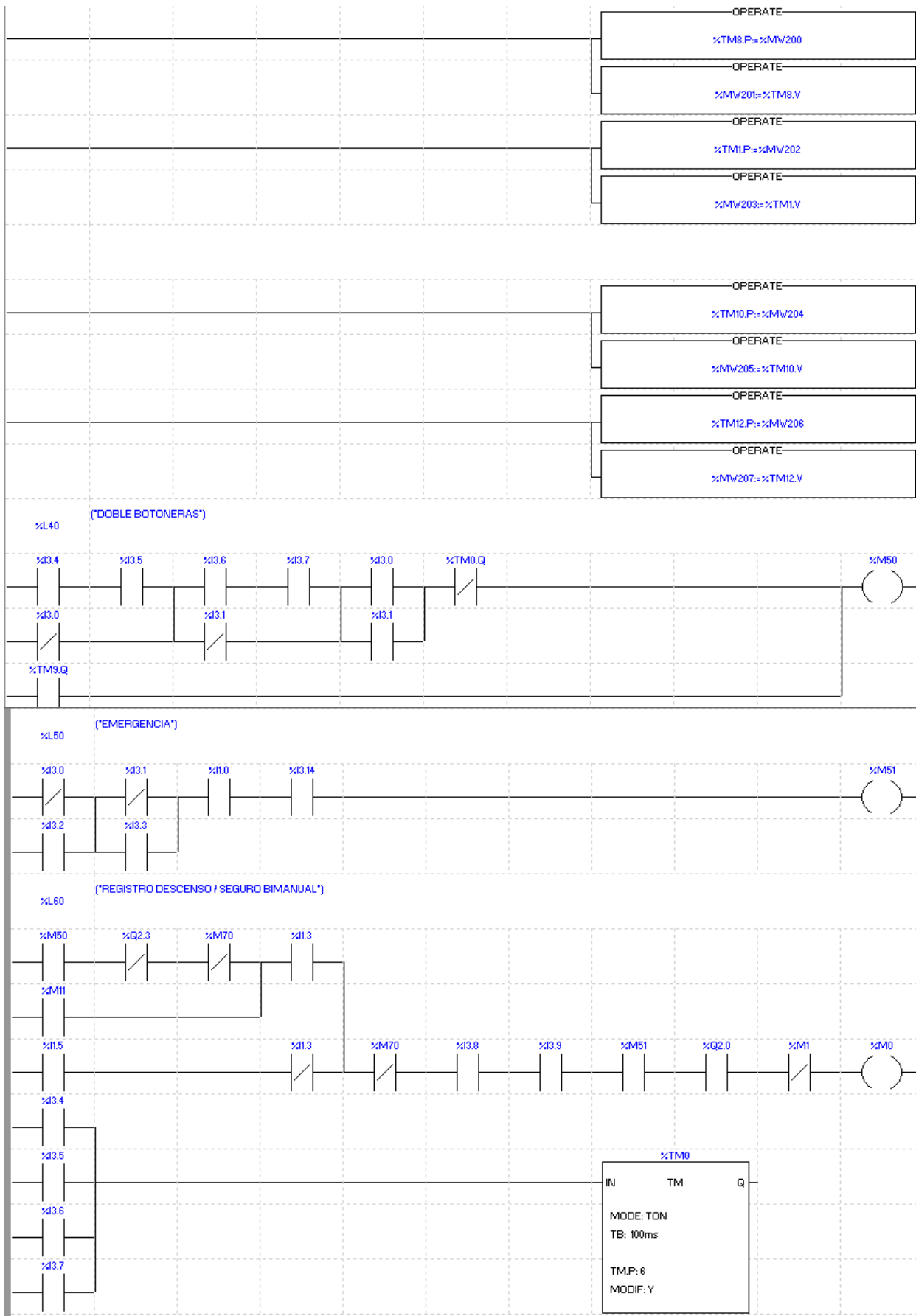
41 http://www.schneider-electric.cl/sites/chile/es/soporte/faq/faq_main.page?page=content&country=CL&lang=es&locale=es_ES&id=FA144220&redirect=true

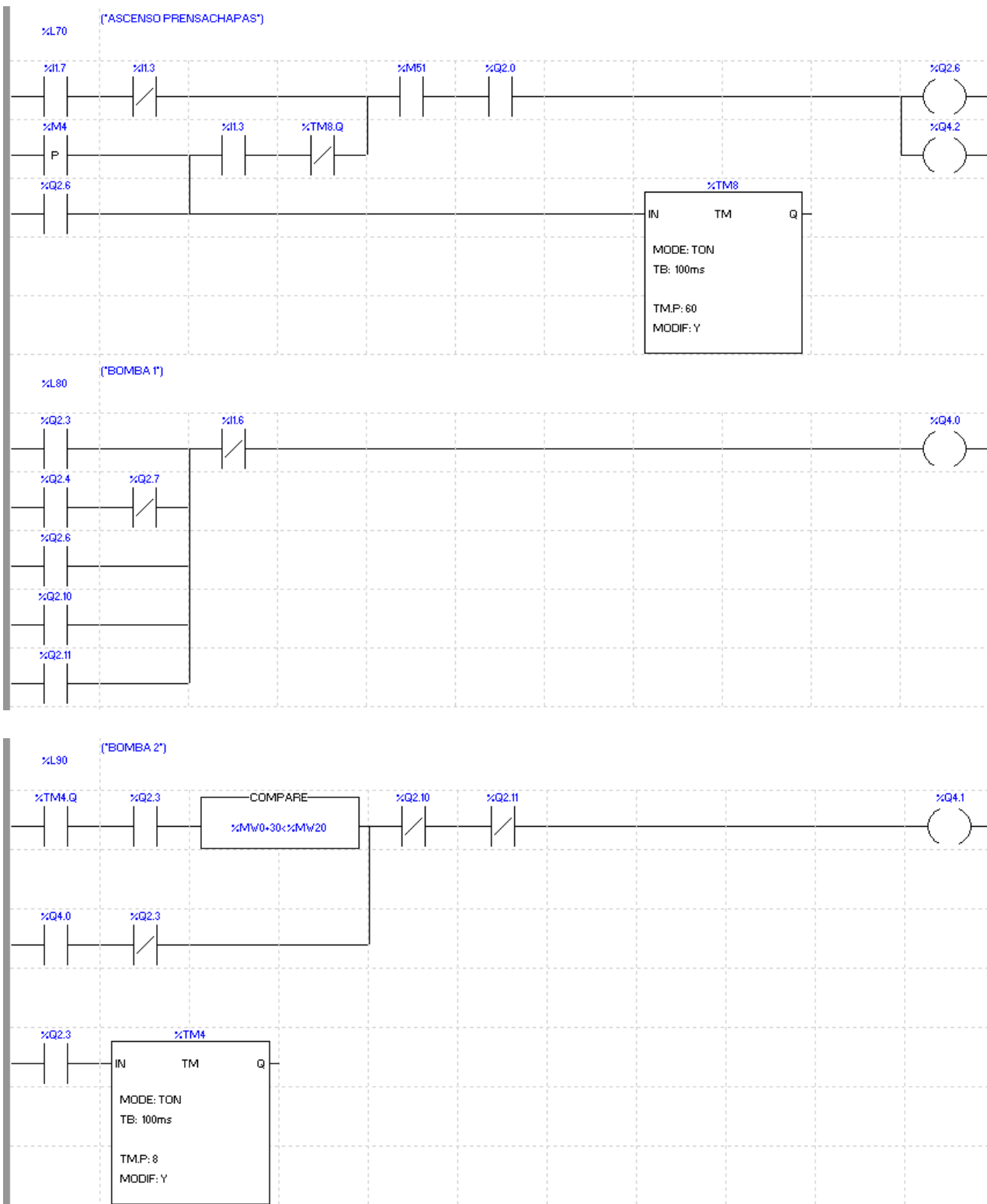
42 <http://www.automatas.org/schneider/pl7.htm>

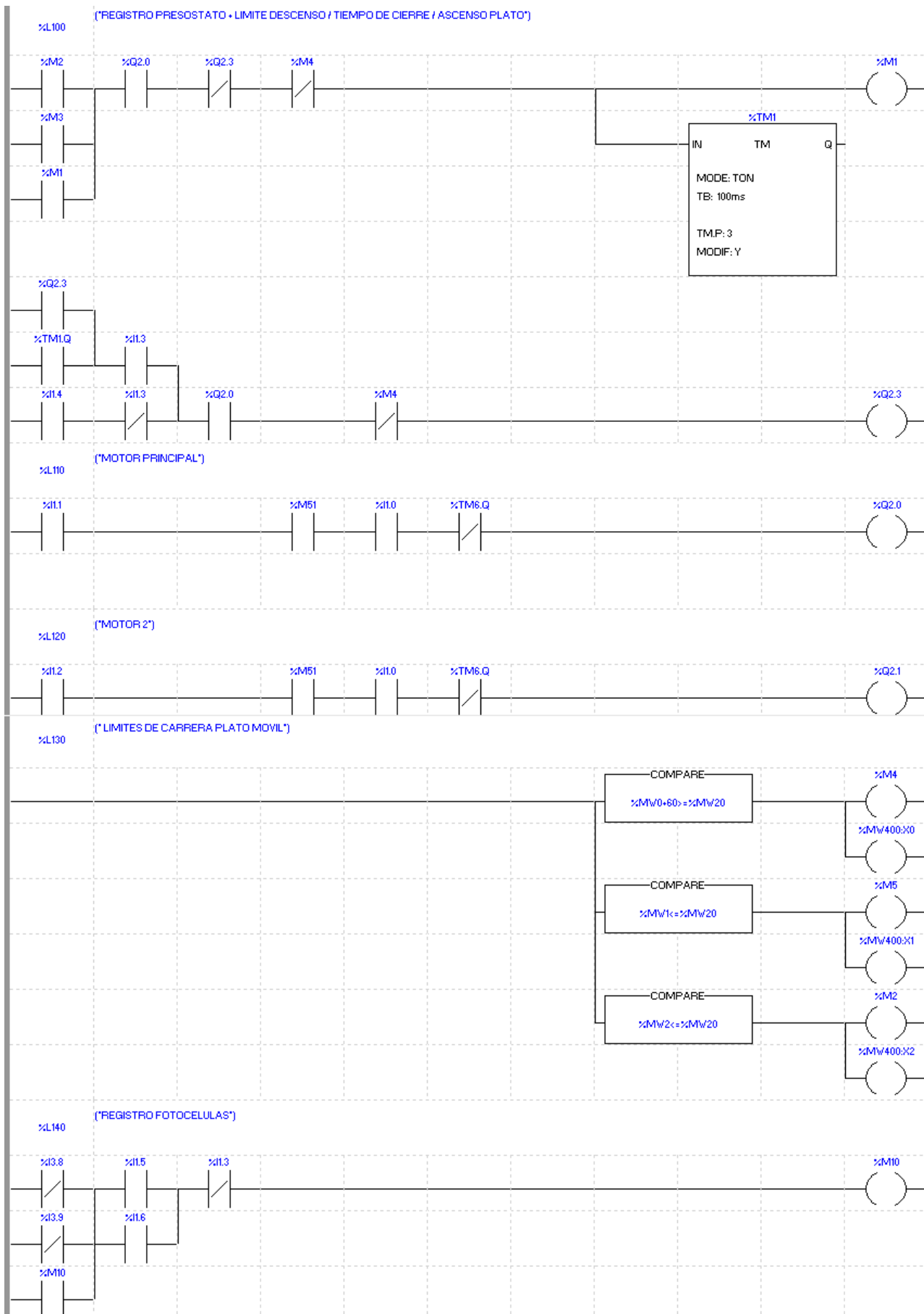
4.3 LENGUAJE LADDER DE LA PROGRAMACIÓN

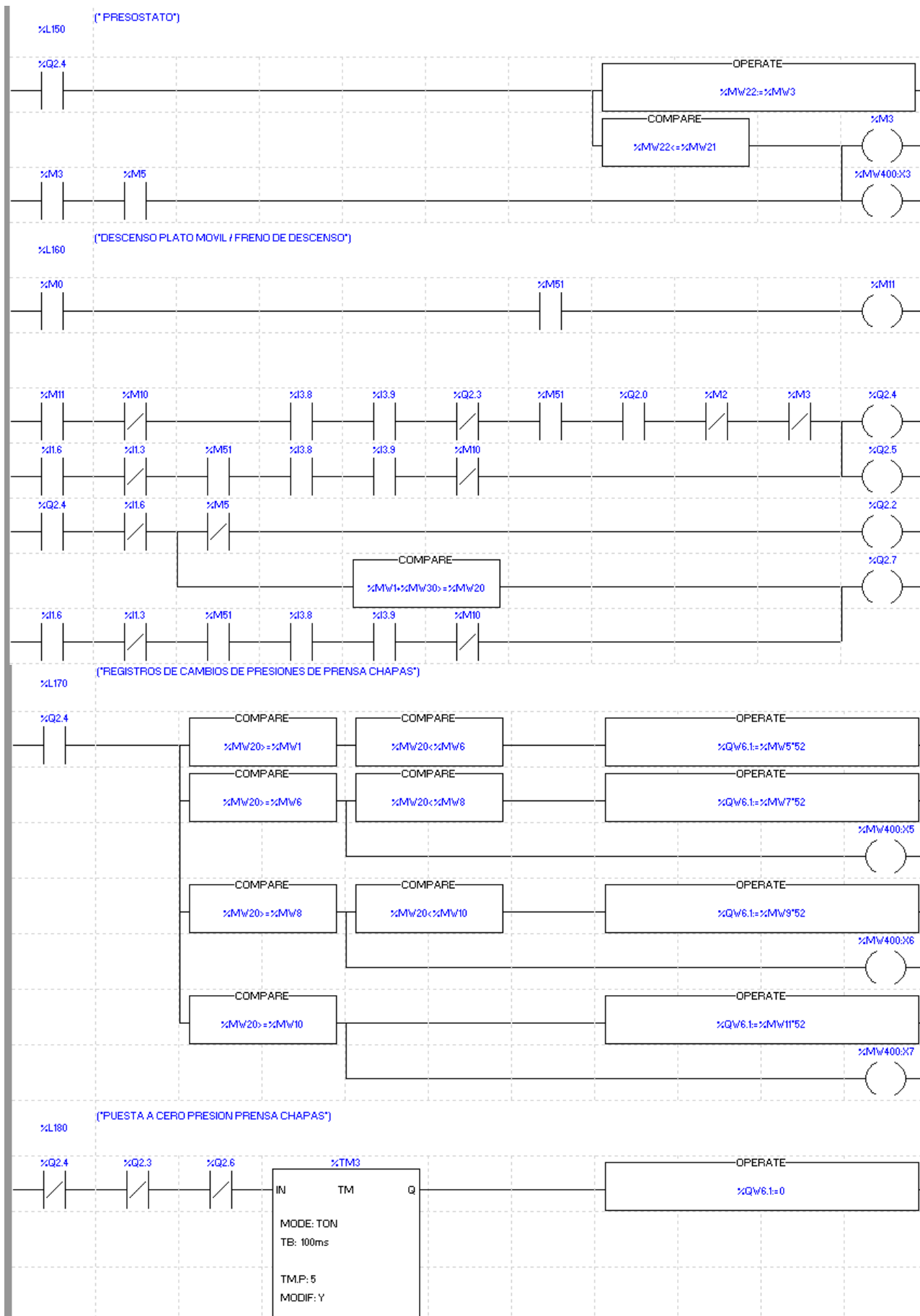
En la figura 4.5 se observa las líneas de programación realizada en el PL7 Junior.

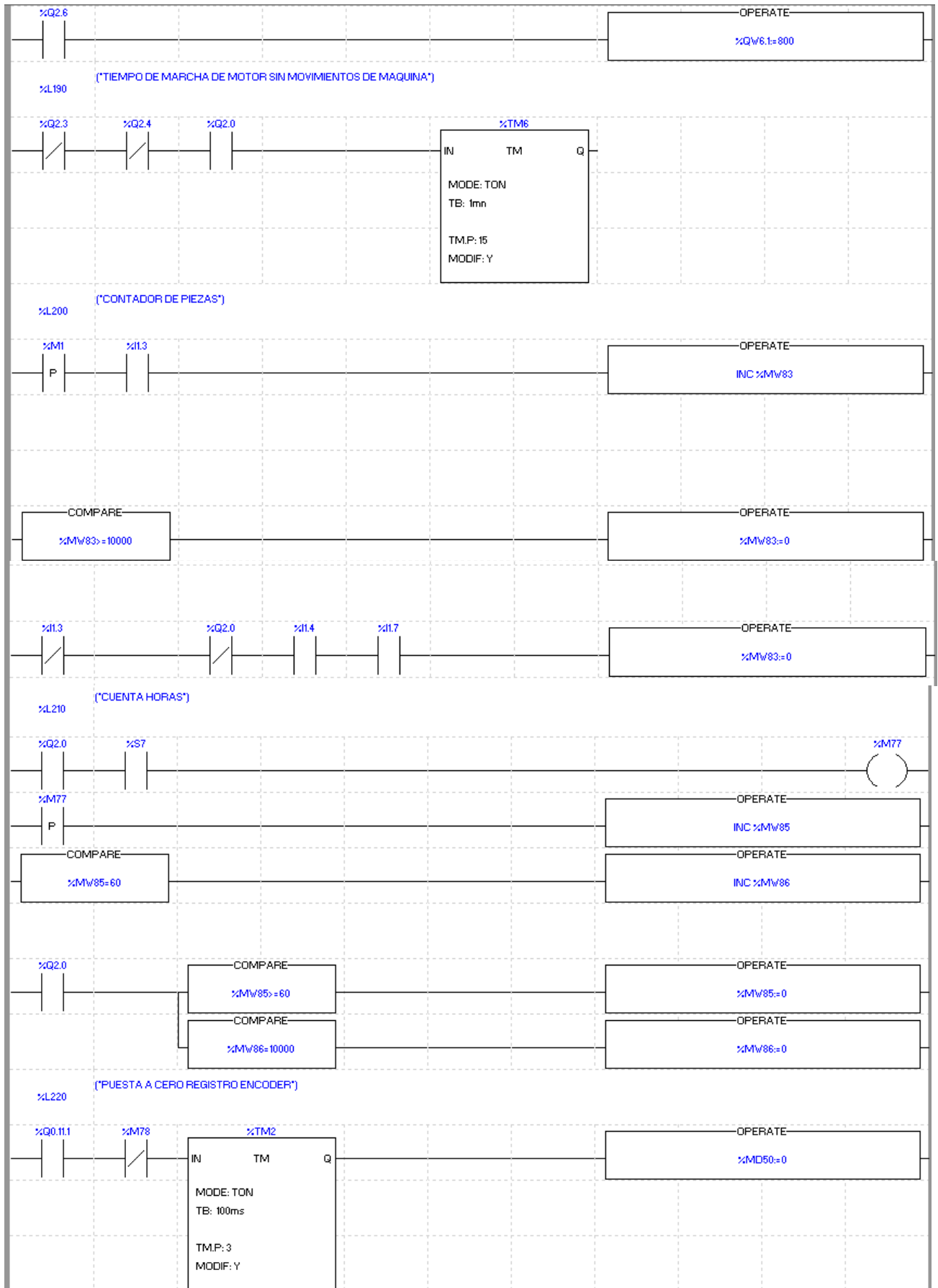


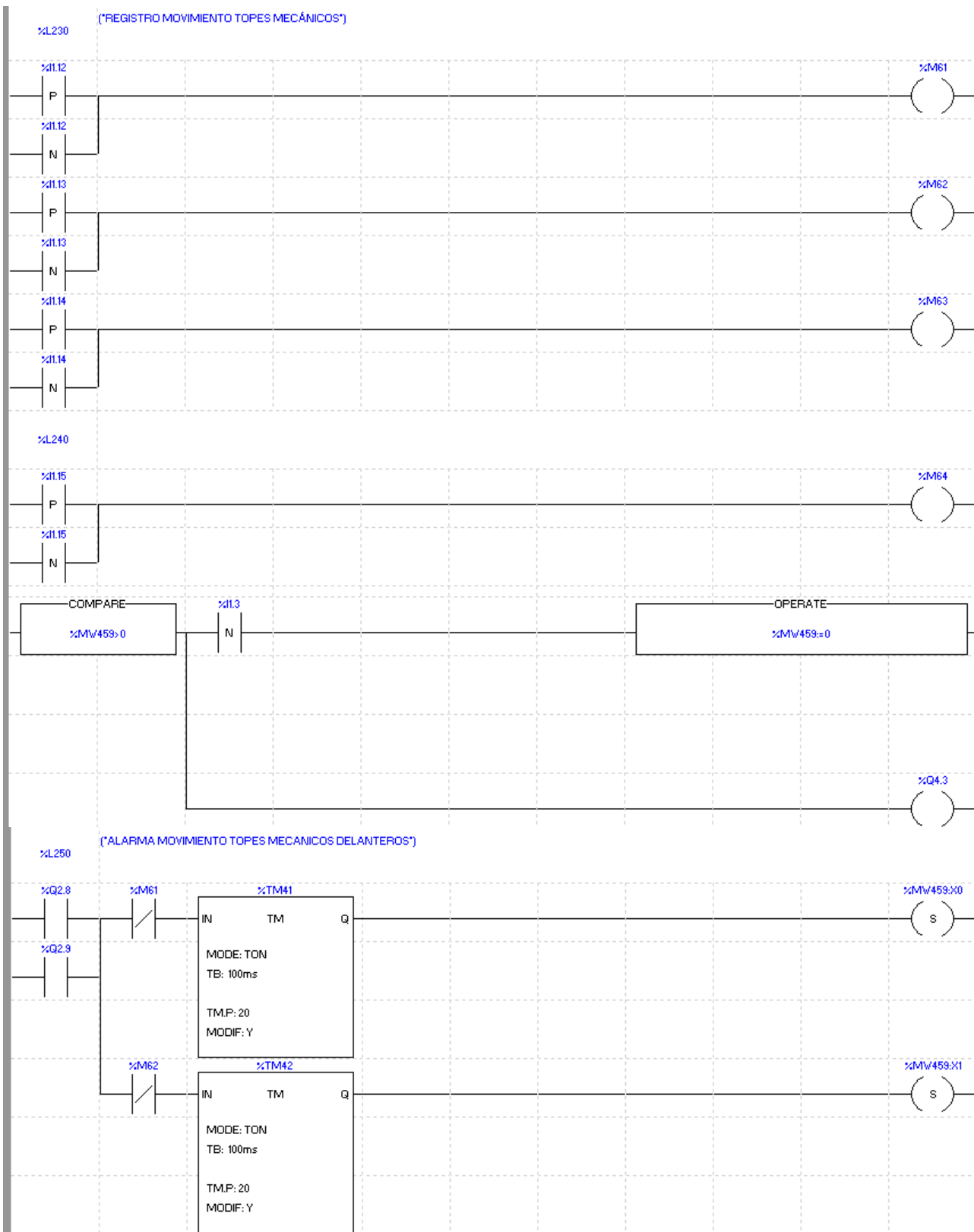


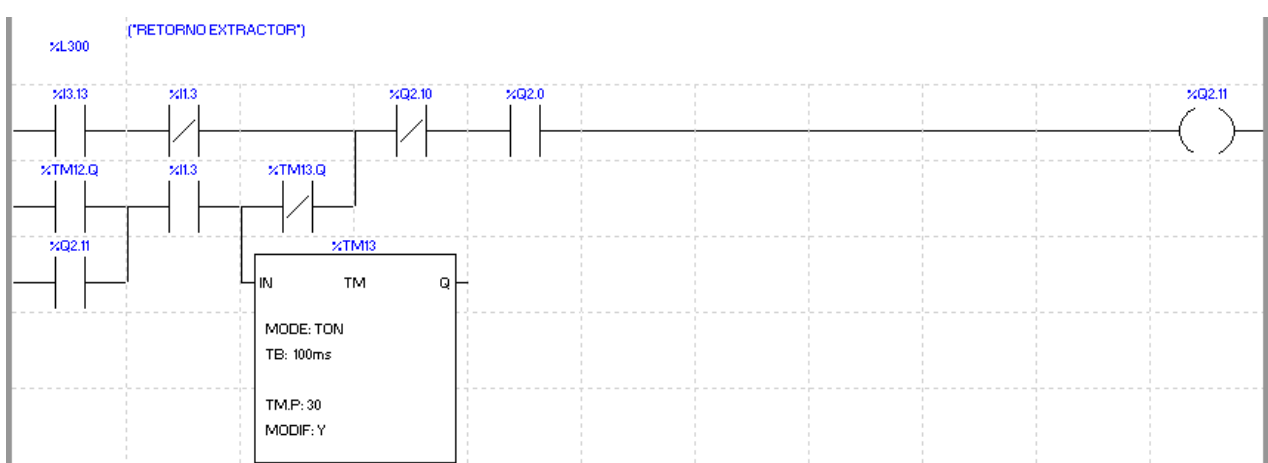
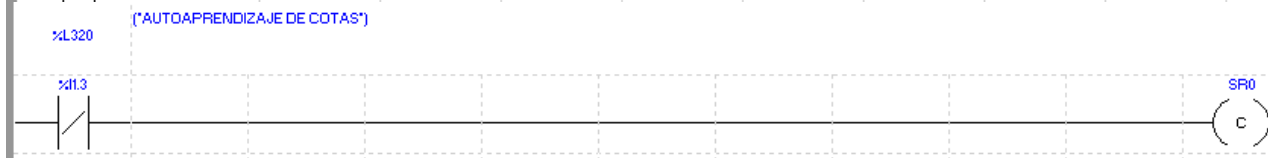
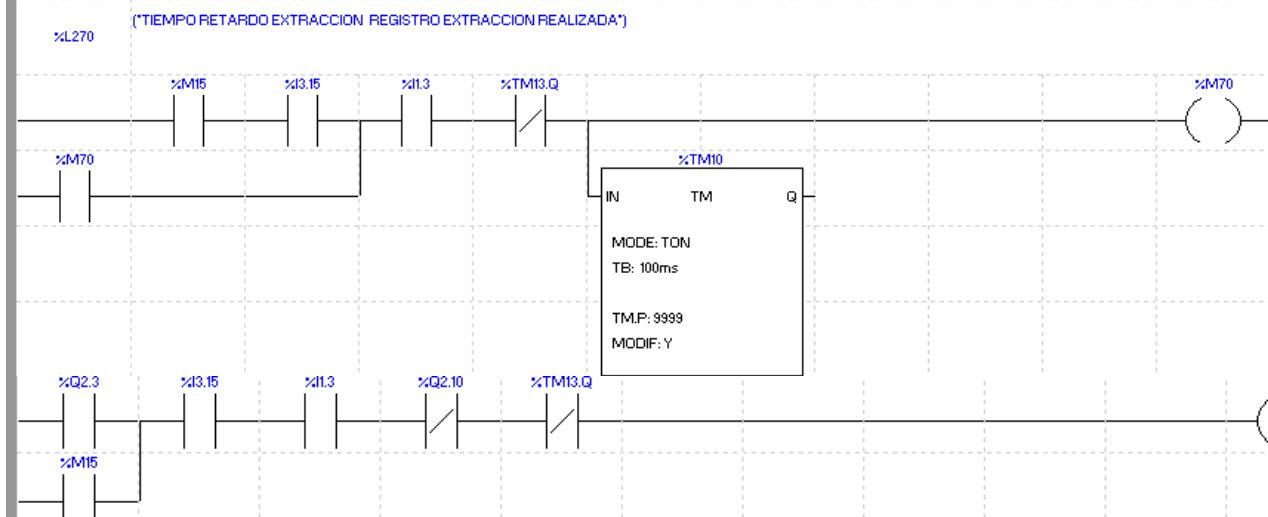
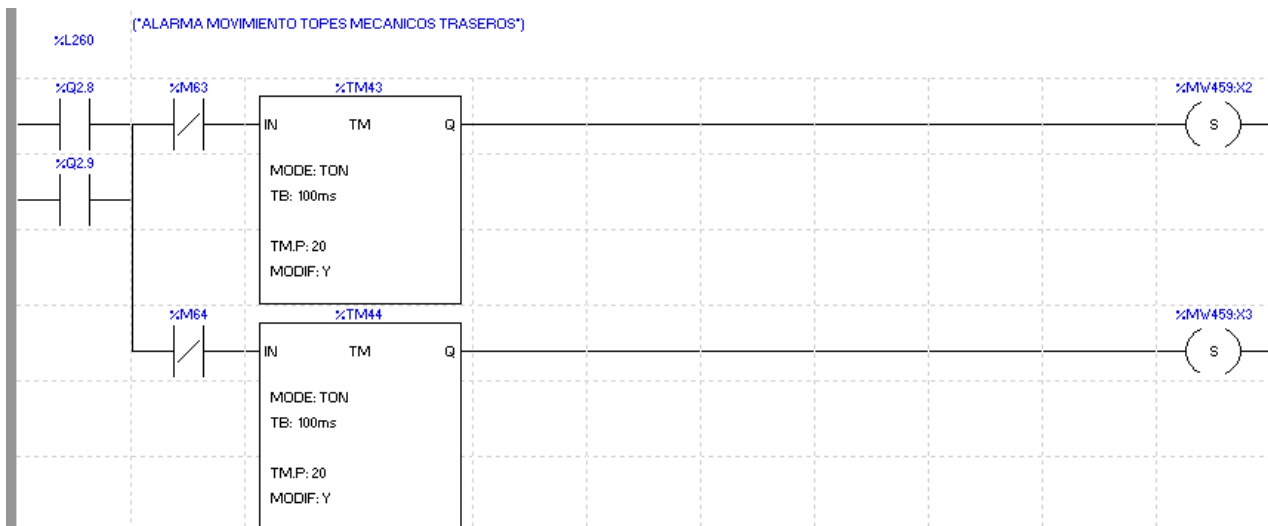












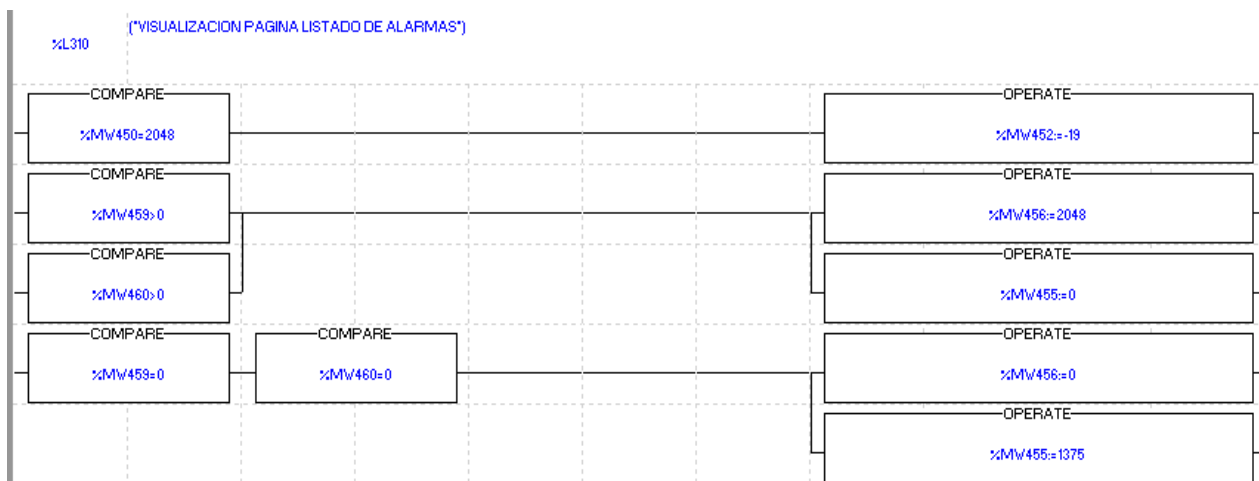


Figura 4.5 Compatibilidad del PLC con el Software PL7

4.4 ANÁLISIS DEL PROGRAMA DEL PLC (ALGORITMO)

LECTURA DE ENTRADAS ANALÓGICAS “POSICIÓN” Y “PRESIÓN”
TRANSFERENCIA DE DATOS DE LA PANTALLA DEL OPERADOR (XBT) AL PLC.

El valor de la señal de entrada analógica IM5.0 (traductor de posición) es igual a MW20 (valor de posición que se lee en la pantalla del operador).

El valor de la señal de entrada analógica IW5.1 (Transductor de presión) es igual a MW21 (Valor de presión que se lee en la pantalla del operador)

EMERGENCIA (M51)

Hay cuatro pulsadores por emergencia; 2 en las botoneras bimanuales (**I3.2**, **I3.3**), 1 en panel de control (**I1.0**), y otro sobre la presa (control para el mantenimiento de la máquina **I3.14**).

La señal de entrada de cualquiera de estos pulsadores es guardada en la memoria **M51**. Esta información es utilizada en lo posterior para paros de emergencia.

MOTOR PRINCIPAL

Para encender el motor principal se pulsa sobre **I1.1** ubicado en el panel principal. Las señales provenientes de **M51** (Emergencia), **I1.0** y (Emergencia tablero) impiden su encendido o lo apagan en el caso de ya estar funcionando. El tiempo de marcha del motor sin movimiento de la máquina depende de un Timer **TM6**.

TIEMPO DE MARCHA DE MOTOR SIN MOVIMIENTO DE MÁQUINA

El timer TM6 se activa cuando el PLC manda la señal de encendido del motor principal tiempo de duración 10 seg.

MOTOR 3

La señal de entrada es dada por **I1.2** y de la misma manera que para el motor principal, las señales provenientes de **M51** (Emergencia), **I1.0** y (Emergencia tablero) impiden su encendido o lo apagan en el caso de ya estar funcionando y el tiempo de marcha del motor sin movimiento de la máquina depende de un Timer **TM6**.

LIMITE DE CARRERA PLATO MÓVIL

Hay tres valores de los límites de carrera del plato móvil:

- Limite de ascenso (punto muerto superior): se compara el valor seteado de la altura máxima en el panel de control del plato móvil **MW0**, con el que se lee en la pantalla **MW20** (valor medido) en el transcurso del desplazamiento del mismo.
 $MW0 \geq MW20$ esta información es almacenada en la memoria **M4**.
- Limite de freno: se compara el valor seteado de la distancia máxima a la cual el plato móvil empieza a frenar **MW1**, con el que se lee en la pantalla **MW20**.
 $MW1 \geq MW20$ esta información es almacenada en la memoria **M5**.
- Limite de descenso (punto muerto inferior): se compara el valor seteado de la altura mínima del plato móvil **MW2**, con el que se lee en la pantalla **MW20**.
 $MW1 \geq MW20$ esta información es almacenada en la memoria **M2**.

Nota: El valor MW20 se mide a través de un transductor de posición.

LECTURA DE ENTRADAS ANALÓGICAS “POSICIÓN” Y “PRESIÓN”, TRANSFERENCIA DE DATOS DE LA XBT AL PLC.

- La entrada analógica **IW50** (información obtenida por un potenciómetro ó un transductor de posición) es almacenada su valor en la memoria **MW20**.

- La entrada analógica IW51 (información obtenida por transductor de presión) es almacenada su valor en la memoria **MW21**.
- Cuando desciende el plato móvil **Q2.4** aplicado el freno 2 **Q2.7** el valor obtenido por el transductor de presión **MW21** es igual al valor **MW25**.
- Cuando se activa la **M4** (limite de ascenso) el valor de **MW25** es igual a cero.

REGISTRO FOTOCÉLULAS

En el descenso del plato móvil I1.5 o descenso sensitivo del plato I1.6 (descenso sin freno que amortigüe el golpe) en estado manual I1.3 si una de las dos señales (haz de luz) o las dos son interrumpidas, emiten una señal que es guardada en una memoria **M10**.

PRESOSTATO Ó INTERRUPTOR DE PRESIÓN

Al descender el plato móvil, el valor seteado de la presión **MW3** en el panel de control, se guarda en una memoria **MW22**, este valor luego es comparado con la lectura de la presión en el panel de control (valor obtenido del transductor de presión). $MW22 \leq MW21$, es decir si el valor medido excede la presión máxima seteada se activa la memoria M3.

El enclavamiento puede interrumpirse por la activación de la memoria M5 (Limite de freno del plato móvil).

DESCENSO DEL PLATO MÓVIL/ FRENO DE DESCENSO

Al activar el registro de descenso M0 se guarda en la memoria **M11**, esta señal puede ser cortada por emergencia M51.

Al estar en marcha el motor 1 y activarse la memoria M11 se activa Q2.4 (Descenso de plato móvil), dependiendo que la señal no se corte por emergencia, por el registro de fotocélulas, por activación del presostato. También se puede activar el descenso del plato móvil en forma manual con la activación de la señal de entrada I1.6 (Descenso sensitivo).

A la misma vez que se activa el descenso del plato móvil se activa Q2.5 (libera freno).

Q2.5 también activa:

- Q2.2 (Freno 1) la cual puede ser interrumpida por la activación del descenso sensitivo o por emergencia.
- Q2.4 (Freno 2) esta puede desactivarse por la activación del descenso sensitivo o cuando el valor de posición que se lee en la pantalla \geq sea igual al valor de posición del límite de freno del plato móvil. También se activa en estado manual activada por el descenso sensitivo y desactivada por emergencia o por cortar la señal de continuidad en la fotocélula 1 o fotocélula 2.

REGISTRO DE CAMBIOS DE PRESIONES DE PRENSA CHAPAS

El cambio de presión del prensa chapas se realiza en base a tres posiciones del mismo N1 (MW6), N2 (MW8), N3 (MW10).

Al descender el plato móvil se compara lo siguiente:

- N1: El valor de la posición del plato móvil que se ve en el pantalla del operador MW20 debe ser mayor o igual al valor del límite de freno del mismo MW1 y MW20 debe ser menor a valor de N1 seteado en la pantalla del operador. Con esta señal se activa la operación, presión del valor seteado en el plato móvil debe ser igual a la presión leída del prensa chapas.
- N2: El valor de la posición del plato móvil que se ve en el pantalla del operador MW20 debe ser mayor o igual al valor N1 **MW6** y MW20 debe ser menor a valor de N2 **MW8** seteado en la pantalla del operador. Con esta señal se activa la operación, presión del valor seteado en el plato móvil debe ser igual a la presión leída del prensa chapas.
- N3: El valor de la posición del plato móvil que se ve en el pantalla del operador MW20 debe ser mayor o igual al valor N2 **MW8** y MW20 debe ser menor a valor de N3 **MW10** seteado en la pantalla del operador. Con esta señal se activa la operación, presión del valor seteado en el plato móvil debe ser igual a la presión leída del prensa chapas.
- Descenso máximo: El valor de la posición del plato móvil debe ser mayor o igual al valor de N3, con esta señal se activa la operación, presión del

valor seteado en el plato móvil debe ser igual a la presión leída del prensa chapas.

PUESTA A CERO PRESIÓN PRENSA CHAPAS

El valor de la presión del prensa chapas se cero cuando no está activado: el descenso y ascenso del plato móvil y el ascenso del prensa chapas, luego de activarse un timer TM3 por 100 ms.

El valor de la presión del prensa chapas es 800 cuando se activa el ascenso del prensa chapas.

REGISTRO DESCENSO/ SEGURO BIMANUAL

Cualquiera de las señales de entrada al PLC dada por las botoneras bimanuales izquierda-derecha (I3.4, I3.5, I3.6, I3.7) activa el timer **TM0** (100 ms)

DOBLE BOTONERA

- Al presionar una de las dos botoneras bimanuales (I3.4 y I3.5) ó (I3.6 y I3.7) y con la activación del Timer **TM0**, esta información guarda en la memoria **M50**.
- Otro camino para guardar información en la memoria **M50** es por medio del la activación del timer **TM9**.

REGISTRO PRESOSTATO + LIMITE DESCENSO/ TIEMPO DE CIERRE/ ASCENSO PLATO

El registro del presostato M1 puede activarse por el límite de descenso del plato móvil M2 o por el presostato M3, al estar en marcha el motor principal Q2.3, no estar activado el ascenso del plato móvil y luego de un tiempo de 100ms **TM1**.

ASCENSO TOPE MECÁNICO

El proceso de ascenso del tope mecánico se lo puede realizar en estado automático y en estado manual

- En estado automático, al activarse la M4 (Límite de ascenso del plato móvil) y al comparar la posición del tope mecánico con el valor seteado del mismo en la máquina, se emite una señal de salida del PLC (**MD54**≤**MD13**),

encendiéndose un led, esta señal puede interrumpirse por motivo de activación de la memoria M51 (Emergencia).

- En estado manual se activa solamente con pulsar sobre **I3.10** (ascenso tope mecánico) y de la misma manera ésta puede interrumpirse por activación de la memoria M51 (Emergencia)

La activación de **Q2.8** en estado automático es guardada en una memoria **M100**, con enclavamiento, la cual es usada posteriormente para la desactivación de Q2.9 (Descenso tope mecánico)

DESCENSO TOPE MECÁNICO

El proceso de descenso del tope mecánico de la misma manera se lo puede realizar en estado automático y en estado manual

- En estado automático, al activarse la M4 (Límite de ascenso del plato móvil) y al comparar la posición del tope mecánico con el valor seteado del mismo en la máquina, se emite una señal de salida del PLC (**MD54≤MD13**), encendiéndose un led, esta señal puede interrumpirse por motivo de activación de la memoria M51 (Emergencia) y por la activación de la memoria M100.
- En estado manual se activa solamente con pulsar sobre **I3.11** (descenso tope mecánico) y de la misma manera ésta puede interrumpirse por activación de la memoria M51 (Emergencia).

ASCENSO PRENSACHAPAS

- Se activa con la señal de entrada ascenso del prensa chapas **I1.7** en estado manual.
- En estado automático se activa con la memoria M4 (límite de ascenso) y con la memoria **M15** (registro de extracción realizada)

Estas dos formas de enviar señal para la activación de **Q2.6** (Ascenso del prensa chapas) y **Q4.2** (Amortiguador) dependen de no cortar la señal por emergencia M51 y por el encendido del motor principal (Q2.0). Luego de activarse Q2.6 (Ascenso del prensa chapas) se activará un timer TM8 (100ms).

CONTADOR DE PIEZAS

Al activarse M1 (descenso del plato móvil que se desactiva en el ascenso del mismo) como flanco positivo y en estado automático cuenta la pieza **MW83**.

Para poner en cero el contador de piezas se tiene dos opciones:

- Cuando MW83 sea mayor o igual a 10000 piezas, MW83 se vuelve igual a cero.
- En estado manual pulsando al mismo tiempo I1.4 (Ascenso plato) y I1.7 (Ascenso prensa chapas).

CUENTA HORAS

El cuenta horas se activa al ponerse en marcha el motor principal 1, ésta información es guardada en un memoria **M77**, el conteo se realiza en minutos y en horas.

- En minutos **MW85**, cuando se activa M77.
- Cuando MW85= 60 minutos se activa **MW86** (Cuenta en horas).

Los dos contadores (horas y minutos) se ponen en cero cuando:

- MW85 (cuenta minutos) sea ≥ 60 .
- MW86 (cuenta horas) sea igual 10000 horas.

REGISTRO DE MOVIMIENTO TOPES MECÁNICOS

Se realiza con detecciones de flanco positivo y negativo de los topes N1, N2, N3 y N4 pulsos.

El contacto Detectar flanco positivo permite que la corriente circule durante un ciclo cada vez que se produce un cambio de 0 a 1 (de "off" a "on").

El contacto detectar flanco negativo permite que la corriente circule durante un ciclo cada vez que se produce un cambio de 1 a 0 (de "on" a "off").

- La detección de flanco positivo o negativo de la señal de entrada **I1.12** *Tope N1 Pulsos* activa la memoria M61
- La detección de flanco positivo o negativo de la señal de entrada **I1.13** *Tope N2 Pulsos* activa la memoria M62
- La detección de flanco positivo o negativo de la señal de entrada **I1.14** *Tope N3 Pulsos* activa la memoria M64
- La detección de flanco positivo o negativo de la señal de entrada **I1.15**

Tope N4 Pulsos activa la memoria M65

- Si **MW459>0** se activa el led ó lámpara **Q4.3**, y en estado manual **MW459=0**

ALARMA MOVIMIENTO TOPES MECÁNICOS DELANTEROS

Se activa con el descenso o ascenso del tope mecánico, que a la vez activan dos timers.

- TM41, el cual se desactiva por la activación del M61.
- TM42, el cual se desactiva por la activación del M62.

ALARMA MOVIMIENTO TOPES MECÁNICOS TRASEROS

Se activa con el descenso o ascenso del tope mecánico, que a la vez activan dos timers.

- TM43, el cual se desactiva por la activación del M63.
- TM44, el cual se desactiva por la activación del M64.

TIEMPO RETARDO EXTRACCIÓN REGISTRO EXTRACCIÓN REALIZADA.

La memoria **M15**, se activa en estado automático cuando el plato móvil desciende, activado I3.15 (Extractor SI), hasta que la señal se corte por la activación del timer TM13 (retorno extracción).

Con la activación de M15, en estado automático, activado la entrada I3.15 se activa el timer TM10 por un tiempo de 100 ms guardando la señal en una memoria **M70** con enclavamiento.

AVANCE EXTRACTOR

El avance extractor **Q2.10** puede activarse en estado manual o estado automático.

- En estado manual se activa al activar la señal de entrada I3.12
- En estado automático al activarse el Timer TM10 se activa un timer **TM11** por 100ms.

Ambos dependen de la activación de la señal de entrada I3.15 (Extractor Si) cuando en Motor 1 está encendido.

TIEMPO EXTRACTOR ADELANTE

En estado automático, activada la memoria M70 y el timer TM11 se activa un timer **TM12**, toda esta información es almacenada en la memoria **M71**.

RETORNO EXTRACTOR

Q2.11 puede activarse en estado automático o en estado manual:

- En estado manual y activando la señal de entrada entrar extractor I3.13
- En estado automático y activado el timer TM12 se activa el timer **TM13** por 100 ms.

Ambos caminos dependen de que esté en marcha el motor 1 y no se desactiva por energizar Q2.10 (Extractor sale).

CAPÍTULO 5

5 DISEÑO DEL SISTEMA SCADA

5.1 SELECCIÓN DEL SISTEMA SCADA

Hay multitud de productos SCADA en el mercado, los cuales se pueden dividir en dos grupos:

- a) Específico de cada fabricante, sólo funciona con sus productos (SCS de Omron, CXSupervisor de Omron, WinCC de Siemens, etc.)
- b) Genérico, válido para productos de varios fabricantes. Necesita de software adicional para la realización de las comunicaciones (InTouch, LabView, etc.)

Al trabajar con un PLC y un software de programación que no tienen un sistema SCADA propio de su fabricante, es necesario optar por sistema SCADA genérico. A continuación se realiza una breve descripción de dos tipos de SCADAS genéricos.

5.1.1 INTOUCH ^[43]

Mediante el uso de InTouch, puede crear potentes aplicaciones completas que aprovechan las características clave de Microsoft Windows, incluidos los controles ActiveX, OLE, gráficos, la creación de redes y mucho más. InTouch también se puede ampliar mediante la adición de ActiveX personalizado los controles, los objetos genéricos, y la creación de extensiones QuickScript InTouch.

InTouch se compone de tres grandes programas, el Administrador de aplicaciones InTouch, Window Maker y Window Viewer. InTouch también incluye los diagnósticos programa de Wonderware Logger.

5.1.2 LABVIEW ^[44]

LabVIEW es un entorno de programación destinado al desarrollo de aplicaciones, similar a los sistemas de desarrollo comerciales que utilizan el *lenguaje C* o *BASIC*. Sin embargo, LabVIEW se diferencia de dichos programas en un importante

⁴³ http://www.docentes.utonet.edu.bo/xtapiag/wp-content/uploads/TUTORIAL_DE_INTOUCH_ULTIMO.pdf

⁴⁴ http://www.gte.us.es/ASIGN/IE_4T/Tutorial%20de%20Labview.pdf

aspecto: los citados lenguajes de programación se basan en líneas de texto para crear el código fuente del programa, mientras que LabVIEW emplea la programación gráfica o *lenguaje G* para crear programas basados en diagramas de bloques.

Para el empleo de LabVIEW no se requiere gran experiencia en programación, ya que se emplean iconos, términos e ideas familiares a científicos e ingenieros, y se apoya sobre símbolos gráficos en lugar de lenguaje escrito para construir las aplicaciones. Por ello resulta mucho más intuitivo que el resto de lenguajes de programación convencionales.

LabVIEW posee extensas librerías de funciones y subrutinas. Además de las funciones básicas de todo lenguaje de programación, LabVIEW incluye librerías específicas para la adquisición de datos, control de instrumentación VXI, GPIB y comunicación serie, análisis presentación y guardado de datos.

LabVIEW también proporciona potentes herramientas que facilitan la depuración de los programas.

Realizando el análisis entre estos dos tipos de Scadas se prosigue a elegir al Scada Labview

5.2 LABVIEW

5.2.1 INTRODUCCIÓN

Labview (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) es un lenguaje de programación gráfico para el diseño de sistemas de adquisición de datos, instrumentación y control. Labview permite diseñar interfaces de usuario mediante una consola interactivo basado en software. Usted puede diseñar especificando su sistema funcional, su diagrama de bloques o una notación de diseño de ingeniería. Labview es a la vez compatible con herramientas de desarrollo similares y puede trabajar con programas de otra área de aplicación, como por ejemplo Matlab, Excel. Tiene la ventaja de que permite una fácil integración con hardware, específicamente con tarjetas de medición, adquisición y procesamiento de datos (incluyendo adquisición de imágenes). ^[45]

45 <http://perso.wanadoo.es/jovilve/tutoriales/016tutorlabview.pdf>

5.2.2 VENTAJAS DEL EMPLEO DE LABVIEW

Las ventajas que proporciona el empleo de Labview se resumen en las siguientes^[46]:

- Se reduce el tiempo de desarrollo de las aplicaciones al menos de 4 a 10 veces, ya que es muy intuitivo y fácil de aprender.
- Dota de gran flexibilidad al sistema, permitiendo cambios y actualizaciones tanto del hardware como del software.
- Para el empleo de Labview no se requiere gran experiencia en programación, ya que se emplean iconos, términos e ideas familiares a científicos e ingenieros, y se apoya sobre símbolos gráficos en lugar de lenguaje escrito para construir las aplicaciones. Por ello resulta mucho más intuitivo que el resto de lenguajes de programación convencionales.
- Da la posibilidad a los usuarios de crear soluciones completas y complejas.
- Con un único sistema de desarrollo se integran las funciones de adquisición, análisis y presentación de datos.
- El sistema está dotado de un compilador gráfico para lograr la máxima velocidad de ejecución posible.
- Tiene la posibilidad de incorporar aplicaciones escritas en otros lenguajes.

5.2.3 PARTES DEL LABVIEW

Un programa creado en Labview es llamado como Instrumento Virtual (VI) porque su apariencia y funcionamiento imitan los de un instrumento real.

Sin embargo son análogos a las funciones creadas con los lenguajes de programación convencionales. Los VIs tienen una parte interactiva con el usuario y otra parte de código fuente, y aceptan parámetros procedentes de otros VIs.

Todos los VIs constan de tres partes, un panel frontal, un diagrama de bloques y paletas que contienen las opciones que se emplean para crear y modificar los VIs.^[47]

46 http://www.gte.us.es/ASIGN/IE_4T/Tutorial%20de%20Labview.pdf

47 <http://www.esi2.us.es/~asun/LCPC06/TutorialLabview.pdf>

- a) **Panel frontal:** Se trata de la interfaz gráfica del VI con el usuario. Esta interfaz recoge las entradas procedentes del usuario y representa las salidas proporcionadas por el programa. Aquí es donde están ubicados todos los indicadores y controles que el usuario podrá ver cuando el programa este en funcionamiento. Por ejemplo botones, perillas, potenciómetros, gráficas, etc. En la figura 5.1 se observa el panel frontal.

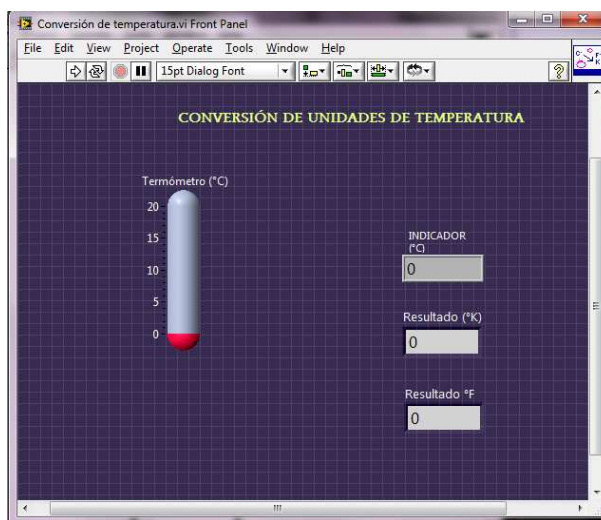


Figura 5.1 Panel frontal del Labview

- b) **Diagrama de bloques** ^[48]: El diagrama de bloques constituye el código fuente del VI. En el diagrama de bloques es donde se realiza la implementación del programa del VI para controlar o realizar cualquier procesado de las entradas y salidas que se crearon en el panel frontal. En la figura 5.2 se observa el diagrama de bloques del Labview.

El diagrama de bloques incluye funciones y estructuras integradas en las librerías que incorpora Labview. En el lenguaje G las funciones y las estructuras son nodos elementales. Son análogas a los operadores o librerías de funciones de los lenguajes convencionales.

Los controles e indicadores que se colocaron previamente en el Panel Frontal, se a materializan en el diagrama de bloques mediante los terminales.

⁴⁸ http://www.gte.us.es/ASIGN/IE_4T/Tutorial%20de%20Labview.pdf

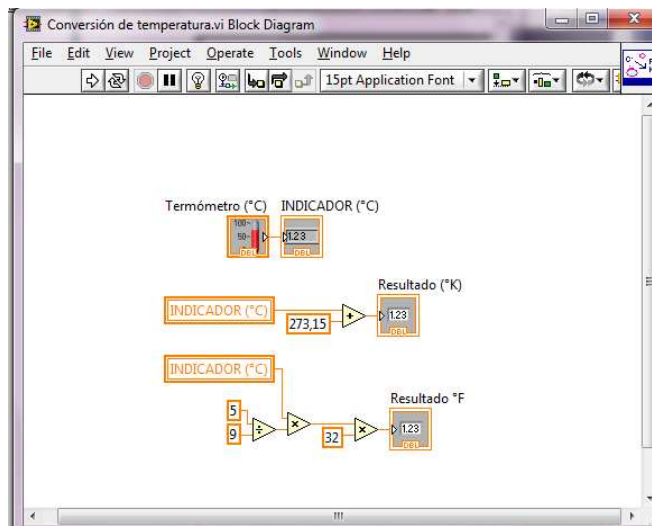


Figura 5.2 Diagrama de bloques del Labview

El diagrama de bloques se construye conectando los distintos objetos entre sí, como si de un circuito se tratara. Los cables unen terminales de entrada y salida con los objetos correspondientes, y por ellos fluyen los datos.

- c) **Paletas:** Las paletas de Labview proporcionan las herramientas que se requieren para crear y modificar tanto el panel frontal como el diagrama de bloques.

Existen las siguientes paletas:

- Paleta de controles: Se utiliza únicamente en el *panel frontal*. Contiene todos los *controles* e *indicadores* que se emplearán para crear la interfaz del VI con el usuario.
- Paleta de funciones: Se emplea en el diseño del *diagrama de bloques*. La *paleta de funciones* contiene todos los objetos que se emplean en la implementación del programa del VI, ya sean *funciones* aritméticas, de entrada/salida de señales, entrada/salida de datos a fichero, adquisición de señales, temporización de la ejecución del programa.
- Paleta de herramientas: Se emplea tanto en el *panel frontal* como en el *diagrama de bloques*. Contiene las herramientas necesarias para editar y depurar los objetos tanto del *panel frontal* como del *diagrama de bloques*.

En la figura 5.3 se observa la paleta de control, paleta de funciones y paleta de herramientas.

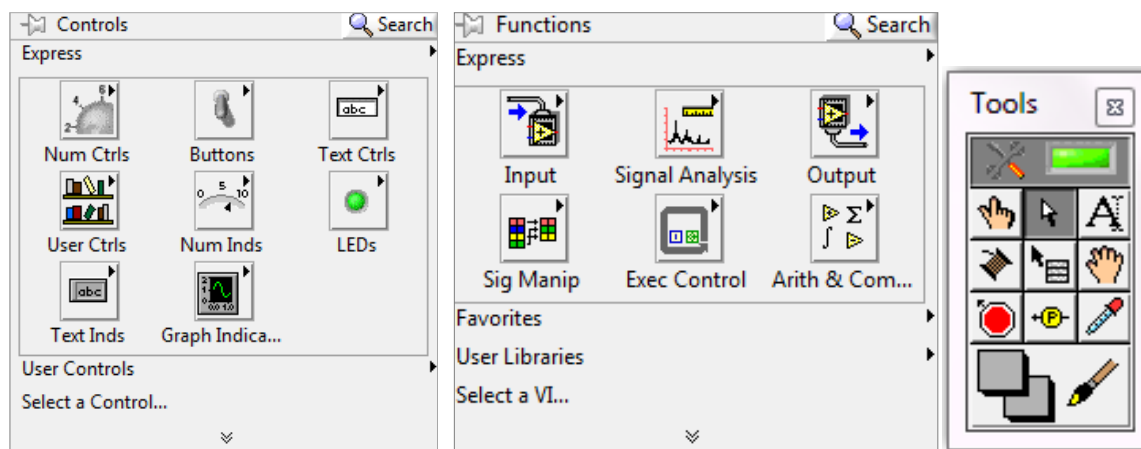


Figura 5.3 Paletas del Labview

5.3 DISEÑO DEL SISTEMA SCADA

En los capítulos anteriores se ha analizado el trabajo que realiza la prensa de 1000 toneladas, ahora es necesario realizar un análisis de la información que voy a obtener a través del este sistema SCADA a diseñar.

5.3.1 INDICADOR DEL SISTEMA SCADA

Hay varios indicadores que se puede obtener de la información resultante de este sistema, como son:

- Evaluación del trabajo entre los operarios de primer y segundo turno.
- Tiempo promedio de mantenimiento
- Análisis del OEE

A continuación se empezará a describir uno de esos indicadores, como ejemplo de uso de la base de datos a obtener.

OEE es un indicador de eficiencia de máquinas o procesos de manufactura que consideran los distintos subcomponentes que afectan a estos procesos, estos son; Disponibilidad, Rendimiento y Calidad.

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Eficiencia} \times \text{Calidad}$$

Ecuación (5-1)

Del sistema a diseñarse se va a obtener los siguientes datos:

5.3.1.1 Disponibilidad

Es el tiempo real de la máquina produciendo. En la figura 5.4 se tiene un esquema del cálculo de la disponibilidad de la máquina.

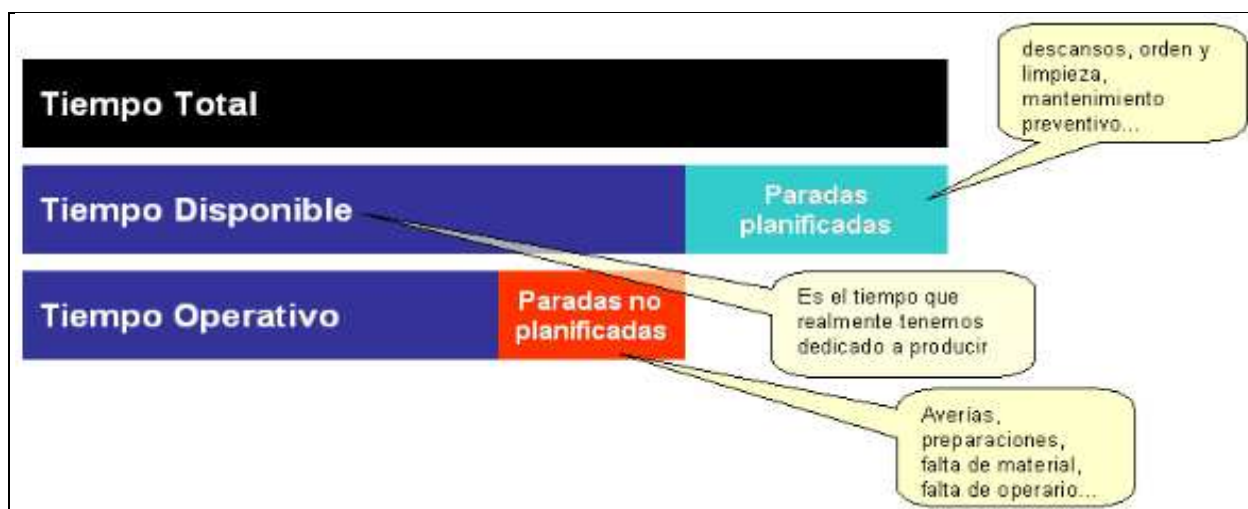


Figura 5.4 Disponibilidad de la máquina ^[49]

$$\text{Disponibilidad (\%)} = \frac{\text{Tiempo Operativo}}{\text{Tiempo Disponible}} \times 100 \quad \text{Ecuación (5-2)}$$

El *Tiempo Disponible* es el tiempo total de producción (8 horas) menos el tiempo en paros planificados, el valor de este tiempo se obtendrá en un Reloj General, ver figura 5.5.

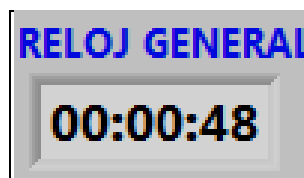


Figura 5.5 Reloj del tiempo disponible

Las pérdidas ó paradas planeadas constituyen el tiempo que no está programado para producción directa sino para otras actividades relacionadas con el funcionamiento de la organización.

⁴⁹ <http://leanroots.com/OEE.html>

En la figura 5.6 se tiene ejemplos de pérdidas planeadas.

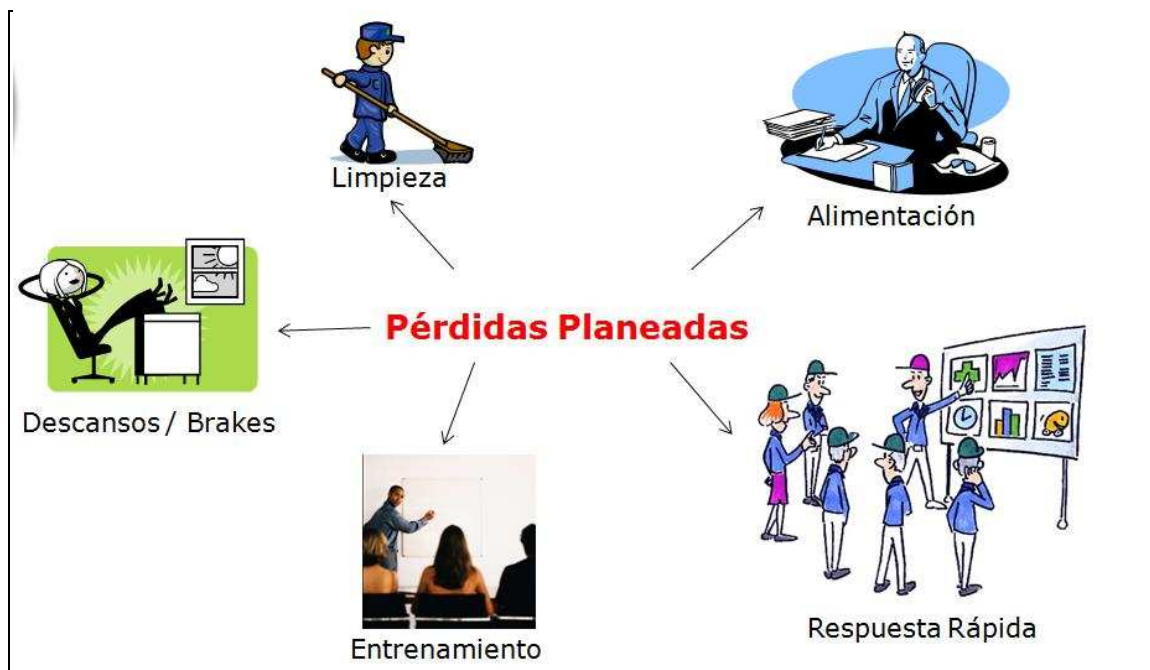


Figura 5.6 Pérdidas planificadas

Para poder conocer el tiempo operativo de la máquina es necesario conocer los motivos o razones de los paros no planificados, esto puede obtenerse de la información histórica de la máquina. En la tabla 5.1 se tiene las causas de las paradas no planificadas.

Tabla 5.1 Causas de las paradas no planificadas

CAUSA	FUENTE
Disponibilidad material proveedores	Material
Falta materia prima (no se tiene MP en bodega)	Material
Disponibilidad de MP cortada (Cizallas)	Material
Daños instalaciones (Neumática, eléctricas, etc)	Mantenimiento
Arreglo de troqueles durante la operación	Herramental

El tiempo de paro no planificado se lo va a obtener a través de un reloj de paro. En la figura 5.7 se observa el reloj de paros no planificados.



Figura 5.7 Reloj del tiempo de paro no planificado

Para obtener el *Tiempo Operativo* es necesario restar del Reloj General el tiempo de Paro.

5.3.1.2 Eficiencia

En la figura 5.8 se tiene un esquema del cálculo de la eficiencia de la máquina.



Figura 5.8 Eficiencia de la máquina ^[49]

$$Eficiencia (\%) = \frac{Producción\ total\ real}{Producción\ teórica\ en\ el\ Tiempo\ Operativo} \times 100 \quad Ecuación\ (5-3)$$

La diferencia de estos dos tiempos puede darse por las siguientes razones:

- a) Pérdida por trabajo sin carga y paros menores (ineficiencia)

Son pérdidas que pueden ser consideradas insignificantes, sin embargo lo importante no es la duración de las paradas; lo que importa en realidad es la frecuencia.

- Mal diseño del herramental
- Materiales defectuosos
- Sobrecarga del equipo
- Entrenamiento

b) Pérdida por velocidad reducida: Son pérdidas que se presentan debido a que el equipo no puede producir a la velocidad de diseño.

- Sobre calentamiento, vibraciones, problemas de lubricación.
- Equipo no puede dar la calidad necesaria del producto.

El valor de este *tiempo total real* se lo va a obtener tomando el tiempo de producción; es decir cuando ya se realizó la puesta a punto de la máquina (montaje correcto del troquel y haber realizado pruebas de los parámetros de producción). En la figura 5.9 se observa el reloj de producción.

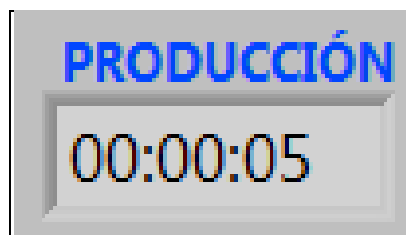


Figura 5.9 Reloj del tiempo real de producción

5.3.1.3 Calidad

Producción sin defectos generada, los defectos pueden ser por:

- Defectos en el proceso y tratamiento
- Pérdidas por puesta en marcha.

En la figura 5.10 se observa un esquema del cálculo de la calidad que brinda la máquina.

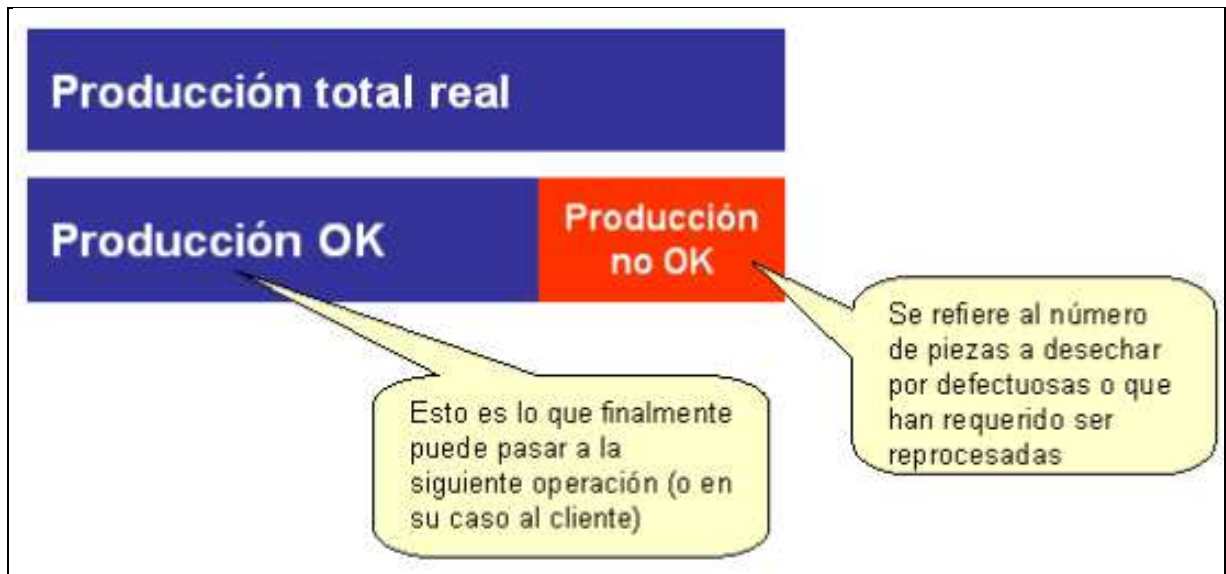


Figura 5.10 Calidad que brinda la máquina ^[49]

$$Calidad (\%) = \frac{\text{Producto OK}}{\text{Producto total real}} \times 100 \quad \text{Ecuación (5-4)}$$

El diseño del SCADA brinda un contador de piezas, este brindará la información del número de piezas fabricadas por cada operación. En la figura 5.11 se observa el contador de piezas.

El diseño únicamente va a contar las piezas producidas ya sea de buena o mala calidad, el número de cuantas piezas NO OK se obtienen de forma manualmente posteriormente en la base de datos, debido a que estos valores son evaluados por el Líder y Supervisor del área de Fabricación.



Figura 5.11 Contador de piezas

En la figura 5.12 se observa el esquema la eficiencia general de la máquina

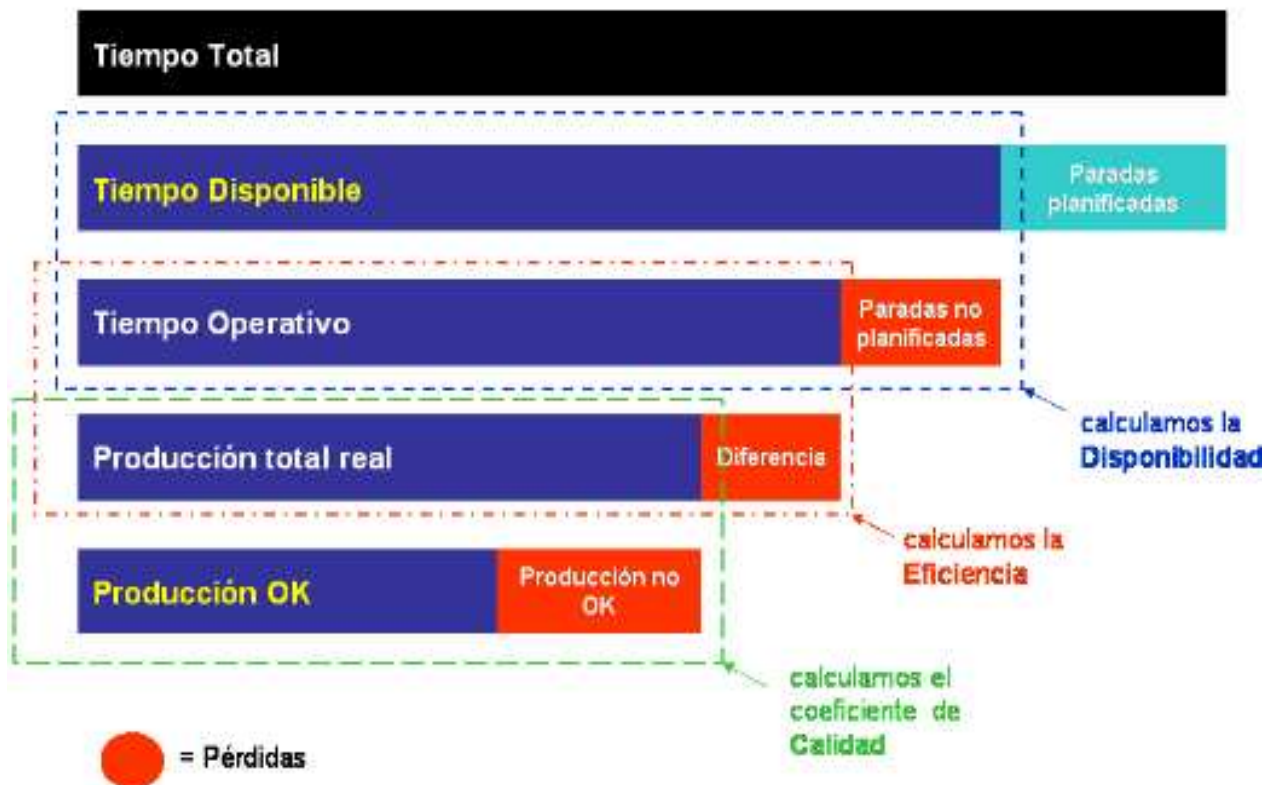


Figura 5.12 Esquema de la Eficiencia General de la máquina (OEE) ^[49]

El OEE es una herramienta útil para identificar oportunidades de mejora, evaluar los procesos de nuestros medios y compararlos con otros similares.

Lo importante es saber con el OEE cuáles son las debilidades de nuestros medios para mejorarlos.

Un OEE del 85% se puede considerar bueno, mientras que un OEE del 60% puede considerarse como un mal resultado. ^[49]

CAPÍTULO 6

6 PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA SCADA

Antes de realizar un análisis del programa realizado, se procede dar una explicación de cada parte de este sistema.

6.1 PARTES DEL SISTEMA SCADA DISEÑADO

En la figura 6.1 se observa la pantalla frontal del sistema SCADA diseñado, con todas sus partes.



Figura 6.1 Pantalla Frontal sistema SCADA

El programa está compuesto de 15 partes entre controladores e indicadores, en la tabla 6.1 se detalla cada una de ellas.

Tabla 6.1 Descripción de las partes del sistema SCADA

N°	DESCRIPCIÓN
1	Sistema Infrarrojo
2	Ilustrador de la posición del plato móvil.
3	Led, se enciende cada vez que el plato móvil desciende
4	Selector de estado de la prensa (Manual – Automático)
5	Lista de Operaciones realizadas en la prensa.
6	Lista de posibles paros no programados de la máquina.
7	Contador de piezas fabricadas en la prensa, solo cuenta en estado automático.
8	Guardar los datos adquiridos en el Excel.
9	Tiempo de producción de cada operación. (los tiempos son independientes de cada operación)
10	Reloj general, cuenta en tiempo de uso de la máquina
11	Reloj del tiempo que esta parada la máquina (los tiempos son independiente de cada motivo de paro)
12	Master Off, apaga el programa
13	Señal de entrada para que descienda el plato móvil. La aplicación varía del estado automático al estado manual de la prensa.
14	Señal de entrada para que ascienda el plato móvil. La aplicación varía del estado automático al estado manual de la prensa.
15	Gráfica del número de piezas fabricadas en la prensa y el tiempo que se demora en cada proceso.

Los controladores representan a la señal de entrada, mientras que los indicadores son las señales de salida del sistema SCADA.

6.2 SEÑALES DE ENTRADAS Y SALIDAS

6.2.1 SEÑALES DE ENTRADAS

Las señales de entrada de este sistema SCADA son obtenidas de dos maneras:

- a) Ingreso manual: El operador envía la información.
 - De la lista de operaciones, el operador escoge la actividad productiva que está realizando en ese momento.
 - De la lista de paros no programados, el operador escoge la razón por la cual está parada la máquina. En la figura 6.2 se observa el menú ring de paros y operaciones realizadas en la prensa.

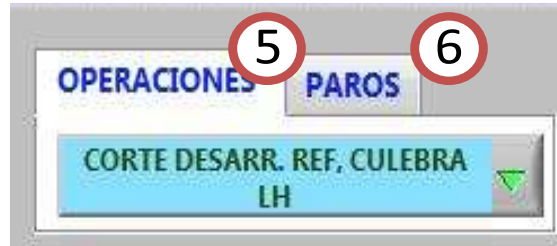


Figura 6.2 Menú Ring de paros y operaciones realizadas en la prensa

En el capítulo 2 se tiene todas las partes y operaciones que se realizan actualmente en esta prensa, como modo de simulación se escogió únicamente 13 operaciones.

A la vez en el capítulo anterior se puede encontrar los posibles motivos de paros no planificados presentes actualmente en la prensa.

- b) A través del PLC: Estas señales son obtenidas del PLC por medio de una Tarjeta de Adquisición de Datos ó a su vez por comunicación serial.

La opción del método de comunicación del PLC con el LABVIEW queda abierta, para que el usuario escoja de acuerdo a las características de uso y posterior implementación.

Pese a que las señales de ascenso y descenso del plato móvil son emitidas de forma manual desde el operador, estas señales se obtienen desde el PLC.

Otras señales obtenida del PLC son: Estado del trabajo de la máquina (Manual- Automático)

En estado manual el operador puede ascender (13) o descender (12) el plato móvil, como él disponga, pero en estado automático únicamente con pulsar sobre la opción descenso (12), el plato móvil desciende y automáticamente ascenderá.

En la figura 6.3 se observa los pulsadores de ascenso, descenso y un selector de estado manual-automático.



Figura 6.3 Señales de entradas desde el PLC

6.2.2 SEÑALES DE SALIDAS

6.2.2.1 Contador de Tiempo

Se tiene tres contadores de tiempos.

- Producción: Cuenta el tiempo de producción únicamente en estado automático. Los tiempos de producción de cada operación son independientes unos de otros.
- Reloj General: Cuenta el tiempo disponible de producción de la máquina, es decir fuera de las paradas planificadas.
- Paro: Cuenta el tiempo de paro únicamente cuando la máquina está en estado automático, de la misma manera que en el reloj de producción los tiempos son independientes unos de otros.

En la figura 6.4 se observa el contador de tiempo (producción, reloj general y paro).



Figura 6.4 Contador de tiempos

6.2.2.2 Contador de Piezas

El contador de piezas se activa únicamente cuando el plato móvil desciende en estado automático, este valor es independiente de cada operación.

En la figura 6.5 se observa el contador de piezas fabricadas en la prensa.



Figura 6.5 Contador de piezas

El número de piezas será graficado en un Waveform chart, a la vez en este mismo cuadro será graficados los distintos tiempos de producción. En la figura 6.6 se observa el graficador del contador de piezas y tiempos de producción.

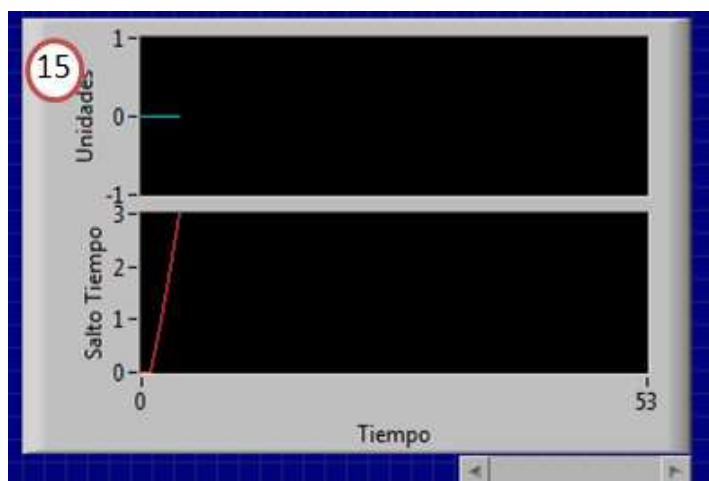


Figura 6.6 Graficador del contador de piezas y tiempos de producción

6.2.2.3 Alarmas y Paros por Emergencia.

En este sistema SCADA se ha implementado dos paros:

- Sistema de barrera infrarroja: la interrupción de uno o varios de los haces impide el funcionamiento de la prensa, paro por emergencia.
- Pulsador (STOP) premeditado.

En la figura 6.7 se visualiza los controladores de emergencia.



Figura 6.7 Paros de emergencia

La alarma implementada en este software se ha instalado en el tiempo excesivo de paro no planificado. La cual emite señales visuales y auditivas cuando ya se ha sobrepasado del tiempo límite tolerado. En la figura 6.8 se observa la alarma con sirena por paros no planificados.

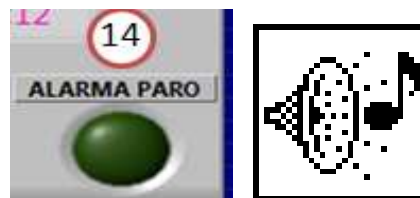


Figura 6.8 Alarma de paro con sirena.

6.2.2.4 Ilustración de la Posición del Plato Móvil

Para una representación más clara de la posición del plato móvil se ha optado por representarle a través de un termómetro, el origen de coordenadas está la parte superior del plato, con una longitud de desplazamiento de 150 cm (dato obtenido de las especificaciones técnicas de la prensa). Ver figura 6.9.



Figura 6.9 Plato móvil.

6.3 ANÁLISIS DE LA PROGRAMACIÓN

El estado de la máquina Manual- Automático es representado por un controlador Booleano el cual controla el programa a través de un Estructura Case, dentro de esta estructura se ha realizado casi toda la programación, a excepción del Reloj General, Paros y la creación del documento que almacenará los datos.

6.3.1 PROGRAMACIÓN DEL ASCENSO Y DESCENSO DEL PLATO MÓVIL

Como el inicio de coordenadas está en la parte superior del plato móvil, al pulsar sobre DESCENSO primero el plato móvil desciende 150 cm y automáticamente en secuencia sube hasta el punto muerto superior, esto es en estado automático. Simultáneamente a esto se enciende un led que indica este descenso.

En la figura 6.10 se observa la programación del ascenso y descenso del plato móvil en estado automático.

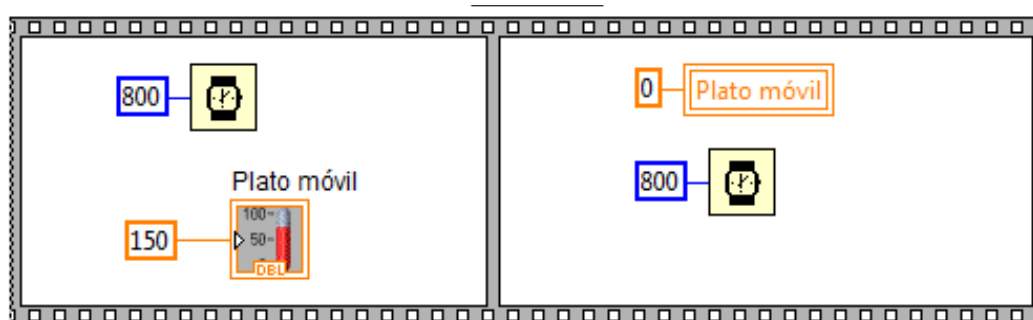


Figura 6.10 Programación del ascenso y descenso en estado automático.

En estado manual la programación es distinta, al pulsar sobre DESCENSO el plato móvil baja de la misma manera 150 cm pero no vuelve a subir hasta que se pulse sobre ASCENSO.

En la figura 6.11 se observa la programación del ascenso y descenso del plato móvil en estado manual.

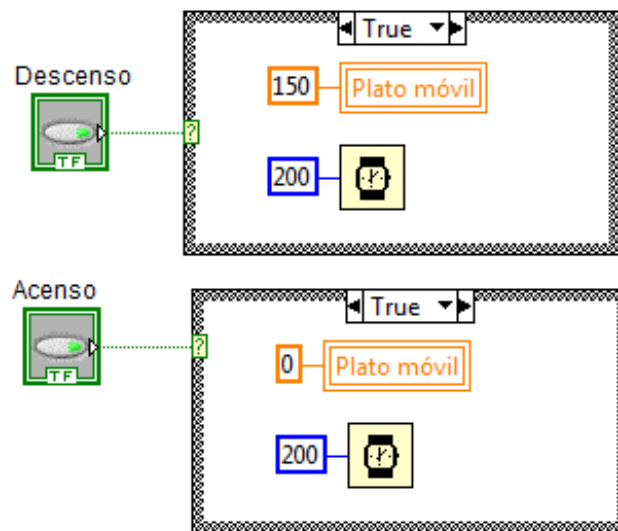


Figura 6.11 Programación del ascenso y descenso en estado manual.

6.3.2 PROGRAMACIÓN DEL CONTADOR DE TIEMPOS

Como se dijo antes el RELOJ GENERAL está programado fuera de esta Estructura Case. El conteo de este tiempo se realiza a través de una resta entre los tiempos antes y después de la programación, como se puede observar en la figura 6.12.

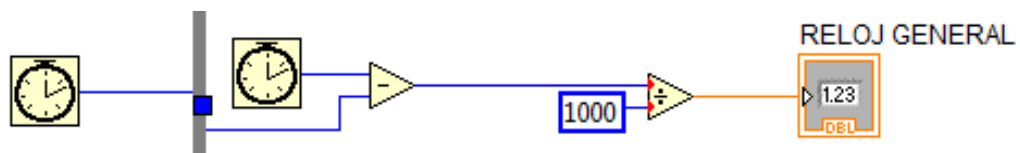


Figura 6.12 Programación del Reloj General.

El reloj de PRODUCCIÓN es continuo, se activa en estado automático y cuando se selecciona la pestaña OPERACIONES. Este reloj es independiente por cada operación, como se puede observar en la figura 6.13.

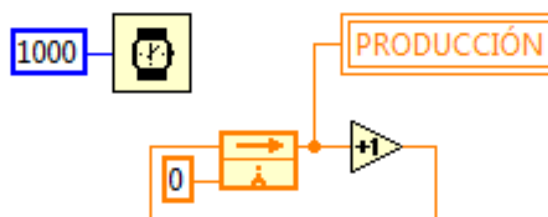


Figura 6.13 Programación del reloj de Producción.

El reloj de PARO tiene similitud con la programación anterior, de la misma manera se activa solo en estado automático y cuando se selecciona la pestaña PAROS, como se puede observar en la figura 6.14.

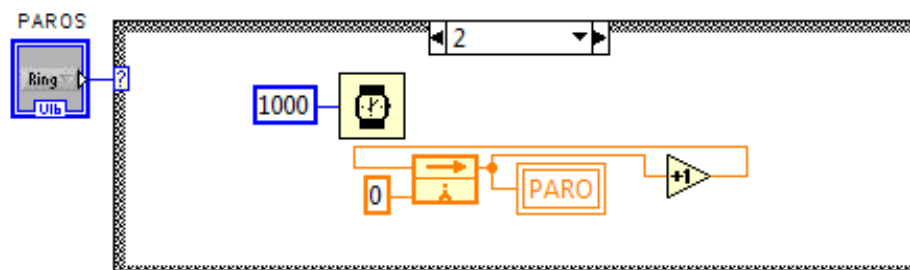


Figura 6.14 Programación del reloj de Paros.

6.3.3 PROGRAMACIÓN DEL CONTADOR DE NÚMERO DE PIEZAS

Dentro de la programación de la pestaña OPERACIONES se tiene un contador de piezas, este se activa en estado automático cada vez que se pulsa sobre ASCENSO. Se utiliza una fórmula de $y=x+1$ para que cada vez que reciba la señal se suma en uno al valor anterior. En la figura 6.15 se muestra la programación del conteo del número de piezas.

Esta programación se repite para cada operación de la lista planteada, con esto el contador de piezas será independiente para cada operación.

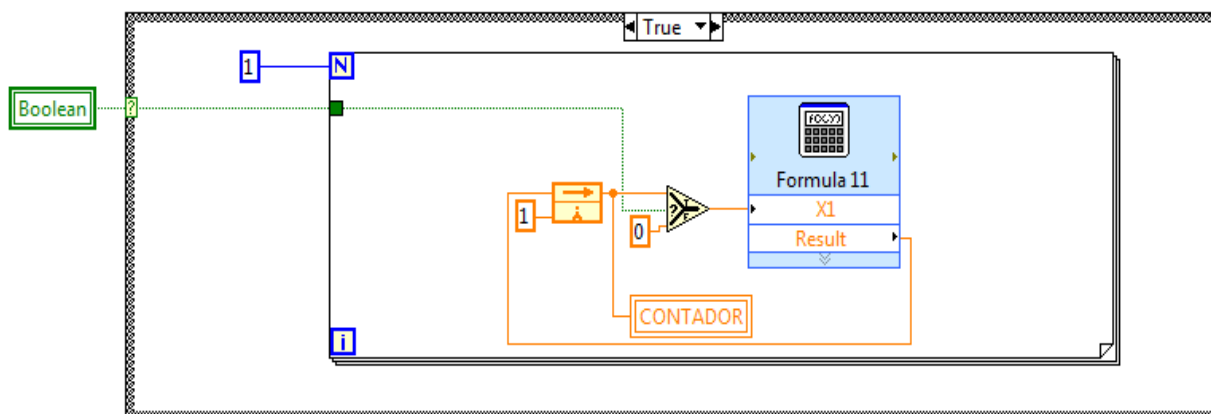


Figura 6.15 Programación del contador de piezas.

El valor del número de piezas y del tiempo de producción son representados directamente en un gráfico, su programación no es nada compleja como se puede ver en la figura 6.16.

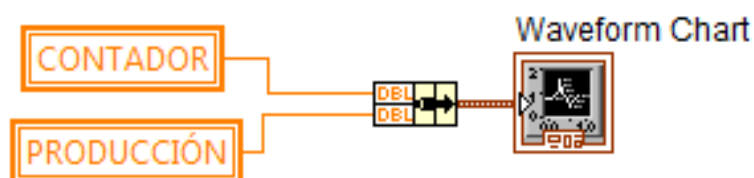


Figura 6.16 Programación del graficador de número de piezas y tiempos de producción

6.3.4 PROGRAMACIÓN DE ALARMAS Y PAROS DE EMERGENCIA.

El paro de este sistema viene controlado por un Estructura While al pulsar sobre STOP el sistema SCADA se detiene, como se observa en la figura 6.17.

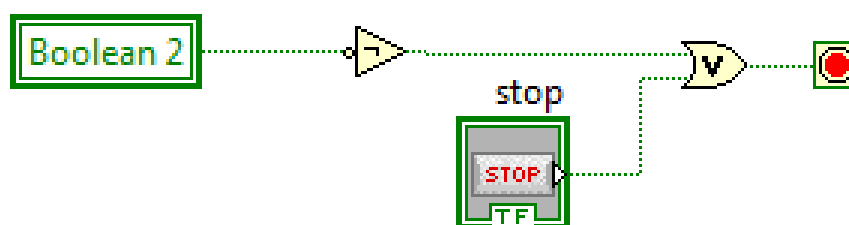


Figura 6.17 Programación del paro del sistema

Dentro de las emergencias se ha incluido una parte propia que tiene instalada actualmente la prensa, una barrera infrarroja. Al cortar una o más haces de esta barrera, el sistema se detiene, evitando posibles accidentes que ya han sido parte de la historia productiva de esta prensa.

Dos leds representa a esta barrera infrarroja, al pulsar sobre EMERGENCIA se apagan los leds (ver figura 6.18), y esta señal será enviada automáticamente al paro sistema (ver figura 6.17).

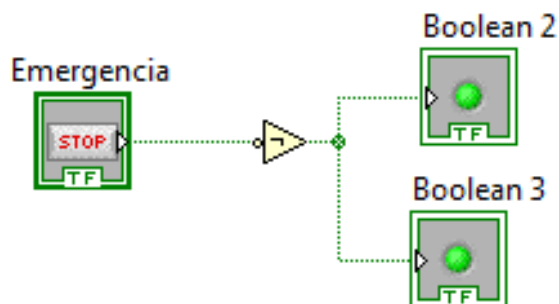


Figura 6.18 Programación del paro por emergencia del sistema

La alarma diseñada en este sistema se encuentra dentro de la programación de la pestaña PAROS. Inicialmente la alarma estará de forma no visible, cuando el valor del tiempo supera los 8 segundos la alarma se hace visible, y si el tiempo de paro sobrepasa a los 16 segundos la alarma se activa de forma visual y auditiva, como se observa en la figura 6.19.

Estos rangos de tiempos pueden ser modificados según el análisis correspondiente a esta alarma.

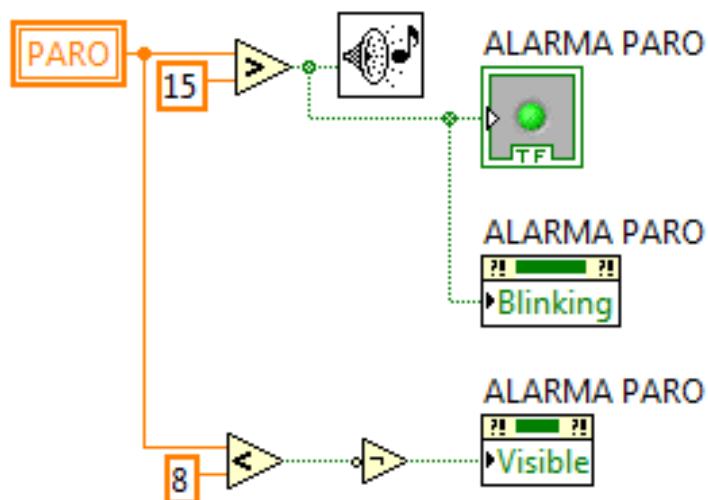


Figura 6.19 Programación de la alarma de paro.

6.3.5 PROGRAMACIÓN DE LA BASE DE DATOS EN UN DOCUMENTO EXCEL.

Al iniciar la simulación aparece un cuadro de diálogo que pide que seleccione la dirección del archivo que se va a crear, el nombre que se tiene como defecto en este diseño es *Base datos*, como se observa en la figura 6.20. Si se desea cambiar este nombre al momento de guardarlo, no ocurrirá ningún problema.

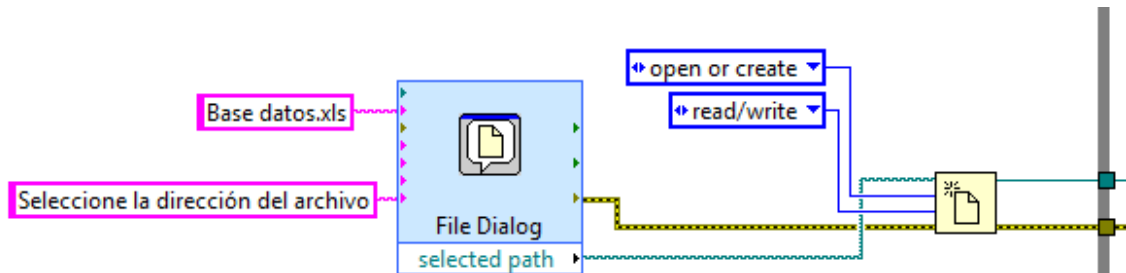


Figura 6.20 Programación de la creación de la base de datos

La información que se almacena en esta base de datos es obtenida directamente de los contadores de tiempos y contador de piezas. A la vez se incluye un dato adicional a estas, la fecha en tiempo real a la simulación, que ocupará la primera columna del documento como se puede observar en la figura 6.21.

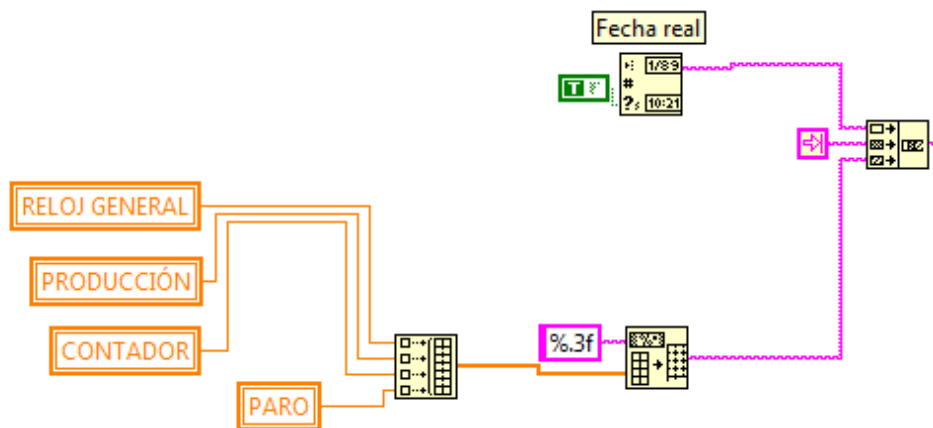


Figura 6.21 Programación de los datos guardados en el archivo.

En busca de obtener una base de datos con información clara y ordenada, se decide colocar un título en cada columna, en la siguiente figura se evidencia una programación sencilla en la que el diseñador coloca manualmente los nombres de los títulos. Esta información se escribe solo una vez en el documento al inicio de la simulación, esto es porque el valor de i siempre va a ir de cero en adelante, y

solamente una vez $i \leq 0$, como se observa en la figura 6.22.

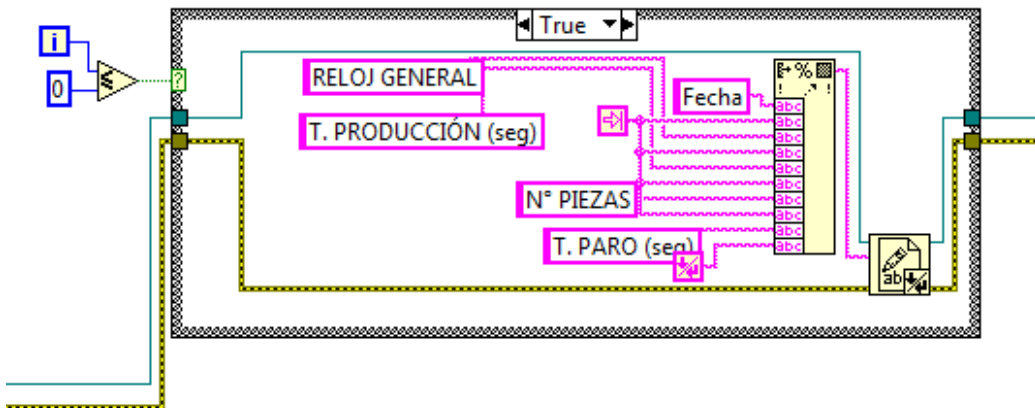


Figura 6.22 Programación de los títulos de cada columna.

Como modo de prueba se ha programado que la información sea guardada en el archivo cada 2 segundos, como se ve en la figura 6.23, esta frecuencia puede ser cambiada según las necesidades del usuario.

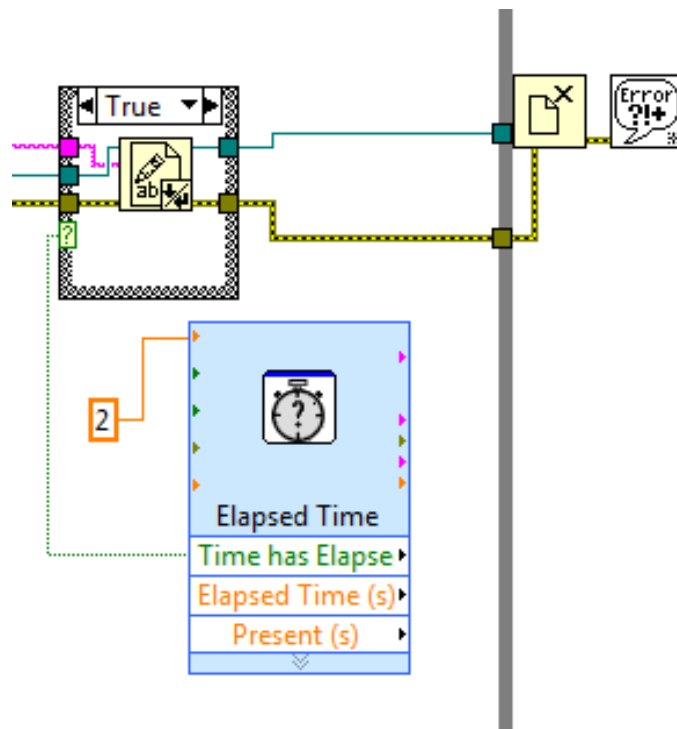


Figura 6.23 Programación de la frecuencia de los datos a guardar

En la figura 6.24 se observa un diagrama de flujo propio de esta programación.

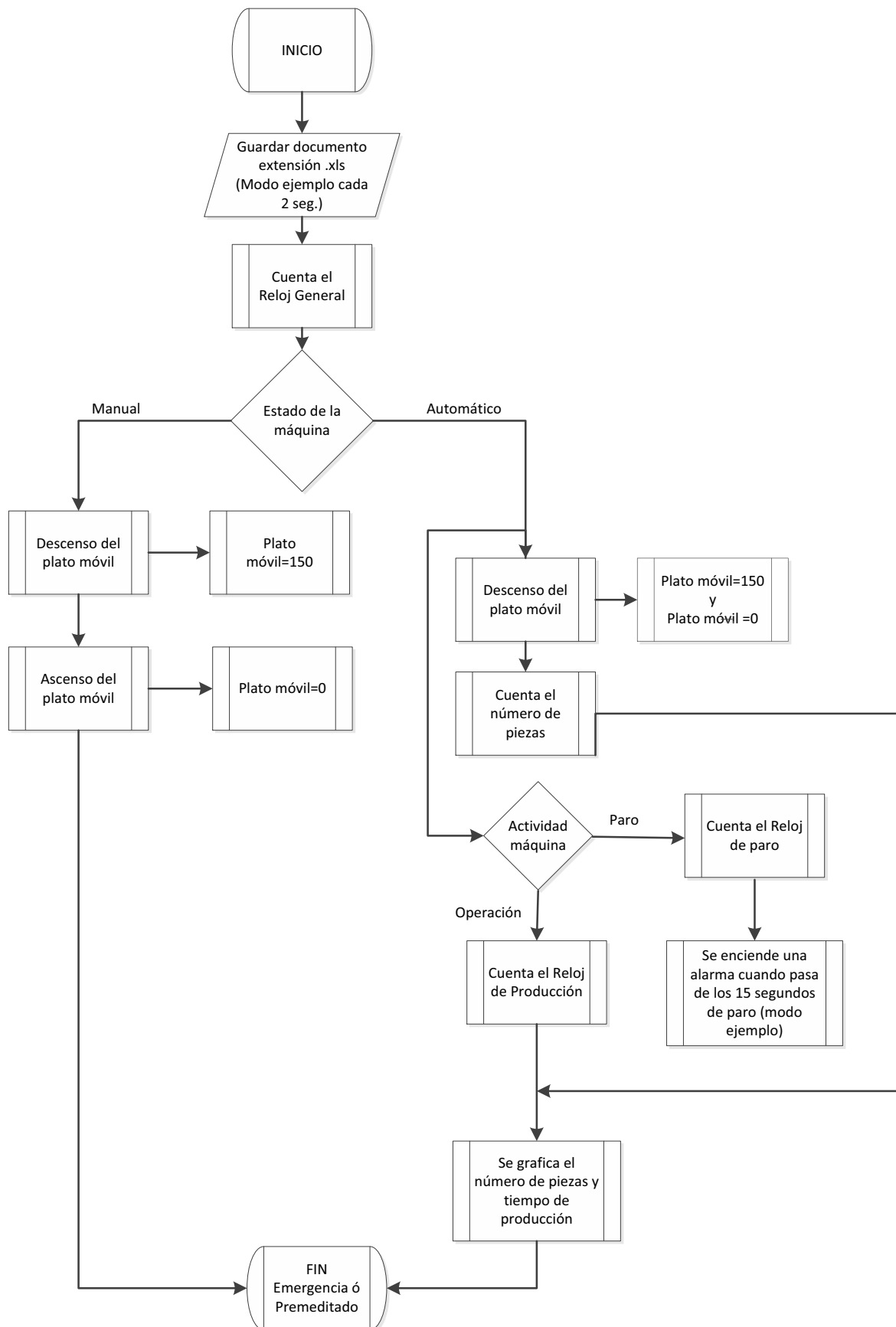


Figura 6.24 Diagrama de flujo de la programación del Sistema SCADA

CAPÍTULO 7

7 COMPROBACIÓN Y SIMULACIÓN

7.1 MANEJO DEL SISTEMA SCADA

El SCADA diseñado posee un interface gráfico amigable para el usuario y es fácil de utilizar, a continuación se detallará los pasos a seguir para su uso.

PASO 1

La simulación empieza mostrando la siguiente pantalla de presentación (ver figura 7.1), para continuar con la presentación se pulsa en INICIO. Caso contrario si se desea cancelar la aplicación se pulsa en PARO.



Figura 7.1 Pantalla de presentación

La siguiente pantalla en mostrarse será la pantalla frontal de sistema SCADA (ver figura 7.2), en esta pantalla se muestra todos los controladores e indicadores que el usuario podrá ver cuando se empiece a correr el programa.

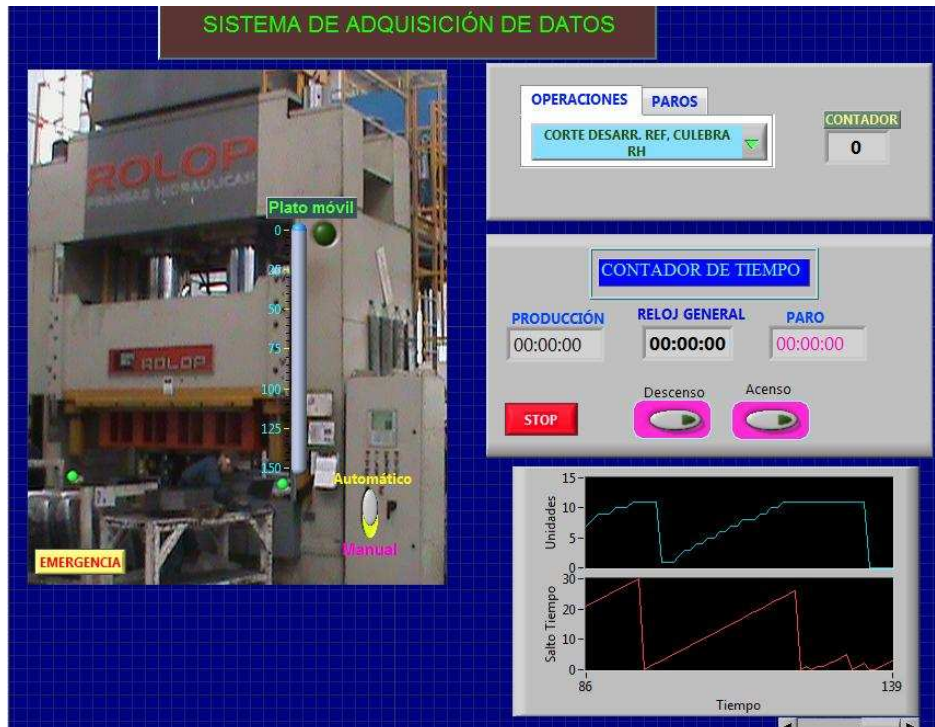


Figura 7.2 Pantalla de frontal del diseño

PASO 2

Una vez enlazado, el programa automáticamente despliega una ventana para guardar un archivo, con el nombre y dirección que el usuario desee, en este archivo se almacenará toda la información de tiempos y números de piezas resultado del proceso productivo en la prensa.

Al momento de dar el nombre al archivo es necesario darle una extensión .xls para que este pueda guardarse en un documento Excel (ver figura 7.3), caso contrario se guardará en un Bloc de Notas.

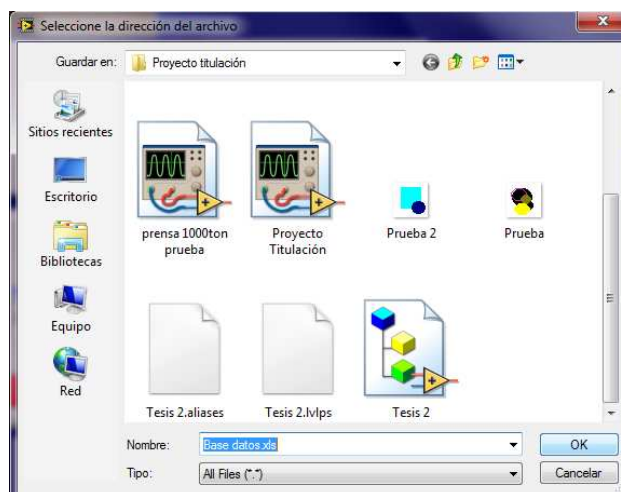


Figura 7.3 Guardando el archivo en formato .xls

PASO 3

Toda la información que se obtiene del proceso productivo es guardada en esta base de datos hasta que se detiene la simulación pulsando sobre STOP.

En el capítulo anterior ya se explicó la función de cada una de las partes de este sistema SCADA, ahora se detallará sobre la base de datos adquirida de esta aplicación.

7.2 BASE DE DATOS DEL SISTEMA SCADA

La información se guarda cada dos minutos, y estos datos son: Fecha, Reloj General, Tiempo de Producción, N° de piezas y Tiempo de paro, por cada operación o tipo de paro.

En la tabla 7.1 se puede evidenciar los datos que se obtuvieron en una prueba realizada siguiendo los pasos anteriores.

Se corrió el programa cuando la prensa está en estado manual (reloj de producción y de paro no corren) luego pasa al estado automático y empieza a contar el tiempo de producción de una operación, se selecciona varias veces diferentes operaciones y paros.

Tabla 7.1 Especificaciones de los sensores inductivos seleccionados

FECHA	RELOJ GENERAL	T. PRODUCCIÓN (seg)	N° PIEZAS	T. PARO (seg)
28/09/2012	3,9	0	0	0
28/09/2012	5,9	0	0	0
28/09/2012	7,6	0	0	0
Embutir y perforar 2 agujeros				
28/09/2012	9,6	2	0	0
28/09/2012	11,6	4	0	0
28/09/2012	13,6	6	0	0
28/09/2012	15,6	8	0	0
28/09/2012	17,6	10	0	0
28/09/2012	19,6	12	1	0
28/09/2012	22,2	14	2	0
28/09/2012	24,8	16	3	0
28/09/2012	28,0	18	5	0
28/09/2012	31,2	20	7	0
28/09/2012	34,4	22	9	0

28/09/2012	37,0	24	10	0
28/09/2012	39,6	26	11	0
28/09/2012	42,2	28	12	0
28/09/2012	44,8	30	13	0
28/09/2012	47,4	32	14	0
Embutir bóveda				
28/09/2012	52,0	1	0	0
28/09/2012	54,0	3	0	0
28/09/2012	56,6	5	1	0
28/09/2012	59,2	7	2	0
28/09/2012	61,8	9	4	0
28/09/2012	64,4	11	5	0
28/09/2012	67,6	13	6	0
28/09/2012	70,2	15	7	0
28/09/2012	72,8	17	9	0
28/09/2012	76,0	19	10	0
Estampado Cuerpo Ext. Riel Delant. RH				
28/09/2012	78,0	1	0	0
28/09/2012	80,6	3	1	0
28/09/2012	82,6	5	1	0
28/09/2012	84,6	6	1	0
Por mantenimiento				
28/09/2012	86,6	6	1	2
28/09/2012	88,6	6	1	4
28/09/2012	90,6	6	1	6
28/09/2012	92,6	6	1	8
28/09/2012	94,6	6	1	10
28/09/2012	96,6	6	1	12
28/09/2012	98,6	6	1	14
28/09/2012	100,6	6	1	16
Por cambio Herramental				
28/09/2012	102,6	6	1	1
28/09/2012	104,6	6	1	3
28/09/2012	106,6	6	1	5
28/09/2012	108,6	6	1	7
28/09/2012	110,6	6	1	9
28/09/2012	113,6	6	1	12
28/09/2012	115,6	6	1	14
28/09/2012	117,6	6	1	15
28/09/2012	119,6	6	1	15
Estampado Cuerpo Int. Riel Delant. RH				
28/09/2012	121,6	2	0	15
28/09/2012	123,6	4	0	15
28/09/2012	125,6	6	1	15

28/09/2012	127,6	8	1	15
28/09/2012	129,6	10	1	15
28/09/2012	132,2	12	2	15
28/09/2012	134,8	14	3	15
28/09/2012	137,4	16	4	15
28/09/2012	140,0	18	5	15
28/09/2012	143,2	20	6	15
28/09/2012	145,8	22	8	15
28/09/2012	149,0	24	9	15
28/09/2012	151,0	26	10	15
28/09/2012	153,6	28	10	15
28/09/2012	156,6	30	11	15
Cortes Desarr. Ref. Culebra RH				
28/09/2012	158,2	1	1	15
28/09/2012	160,2	3	1	15
28/09/2012	162,8	5	1	15
28/09/2012	165,4	7	3	15
28/09/2012	168,0	9	4	15
28/09/2012	170,6	11	5	15
28/09/2012	173,2	13	6	15
28/09/2012	175,8	15	7	15
28/09/2012	178,4	17	8	15
28/09/2012	181,0	19	8	15
28/09/2012	183,6	21	9	15
28/09/2012	186,2	23	10	15
28/09/2012	188,8	25	11	15

Esta base de datos puede ser unificada en reportes y gráficos usados para análisis de los cuellos de botella en la producción y en lo posterior la toma de decisiones, para la mejora continua.

En la figura 7.4 y 7.4 se presenta un ejemplo de reportes gráficos que se puede obtener de la base de datos obtenida de la Tabla 7.1.

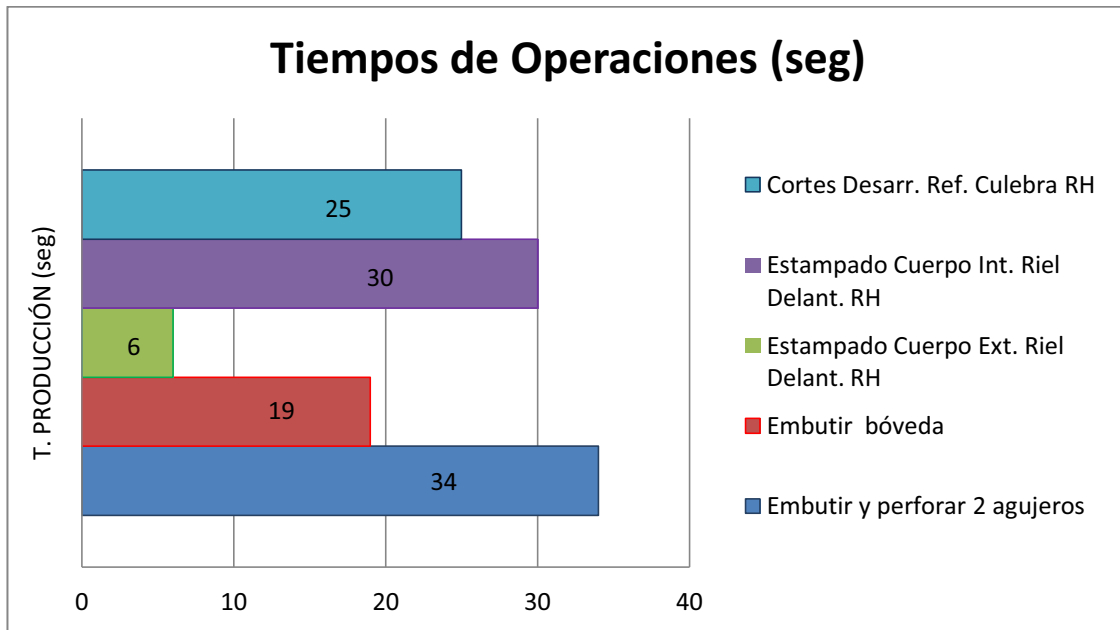


Figura 7.4 Gráfico estadístico de Tiempos de Operaciones.

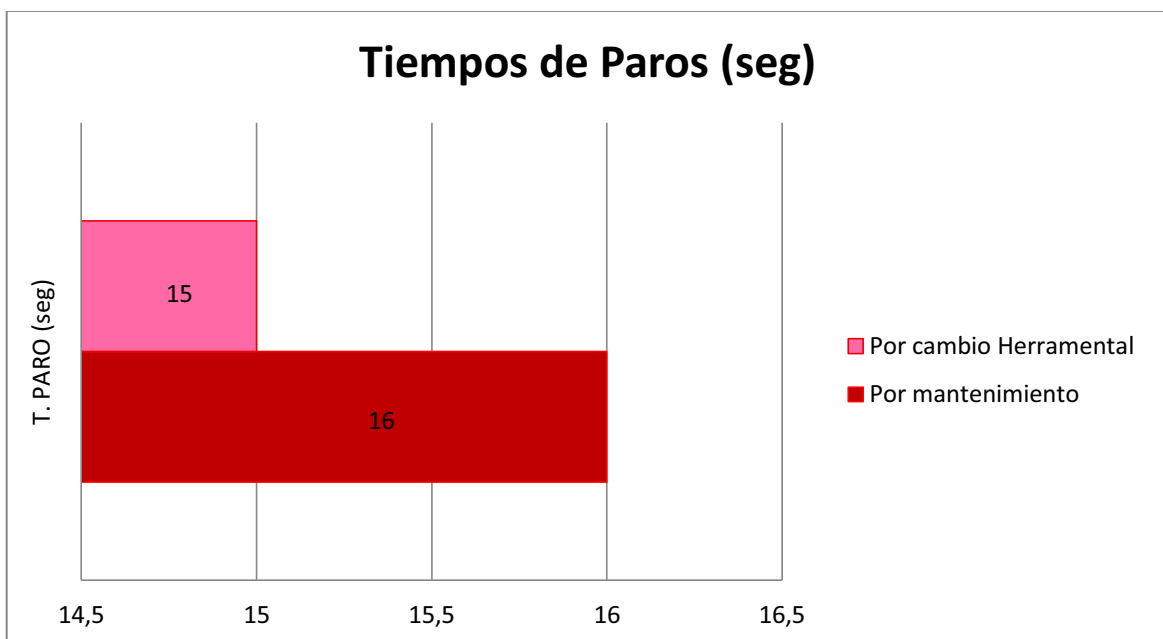


Figura 7.5 Gráfico estadístico de Tiempos de Paros.

Siguiendo con el ejemplo del indicador OEE se procede a calcular este valor con los datos de la tabla 7.1 obtenidos.

$$T. \text{paro} = 15 + 16 = 31 \text{ seg}$$

$$T. \text{disponible} = 188,8 \text{ seg}$$

$$T. \text{operativo} = 188,8 - 31 = 157,8 \text{ seg}$$

Aplicando la ecuación 5.2

$$Disponibilidad (\%) = \frac{157,8}{188,8} \times 100 = 86,6$$

El tiempo de producción total real se lo obtiene del Reloj de Producción.

$$T. producción total real = 32 + 19 + 6 + 20 + 30 + 25 = 132 \text{ seg}$$

Aplicando la ecuación 5.3

$$Eficiencia(\%) = \frac{132}{157,8} \times 100 = 83,65$$

El número de piezas fabricadas se puede obtener de la suma de las piezas de cada operación.

$$Producción total = 14 + 10 + 1 + 11 + 11 = 47 \text{ piezas}$$

Si decimos que de estas 47 piezas se obtuvieron 6 piezas NO OK.

Aplicando la ecuación 5.4

$$Calidad(\%) = \frac{41}{47} \times 100 = 87,2$$

Aplicando la ecuación 5.1 el índice obtenido será:

$$OEE = 86,6 \times 83,65 \times 87,2$$

$$OEE = 63,17\% \text{ valor bajo}$$

7.3 COMUNICACIÓN CON EL PLC

En una comunicación deben existir tres elementos necesariamente:

- Un medio de transmisión, sobre el cual se envían los mensajes
- Un equipo emisor que puede ser el MTU
- Un equipo receptor que se puede asociar a los RTU's.

7.3.1 MEDIO DE TRANSMISIÓN

7.3.1.1 Comunicación serial

LABVIEW nos brinda el driver NI VISA para la comunicación, en el cual podemos encontrar: VISA Configure Serial Port, VISA Write, VISA Read y VISA Close. VISA es una librería desarrollada por varios fabricantes que proporcionan un software estándar para la lectura y escritura en instrumentación.

Para tener acceso al puerto serial usando LABVIEW se debe iniciar una sesión VISA, (ver figura 7.5). La configuración del tipo de comunicación serial se hace con "VISA configure serial port", que se puede encontrar en Functions >> Instrument I/O >> Serial >> VISA configure serial port.^[50]

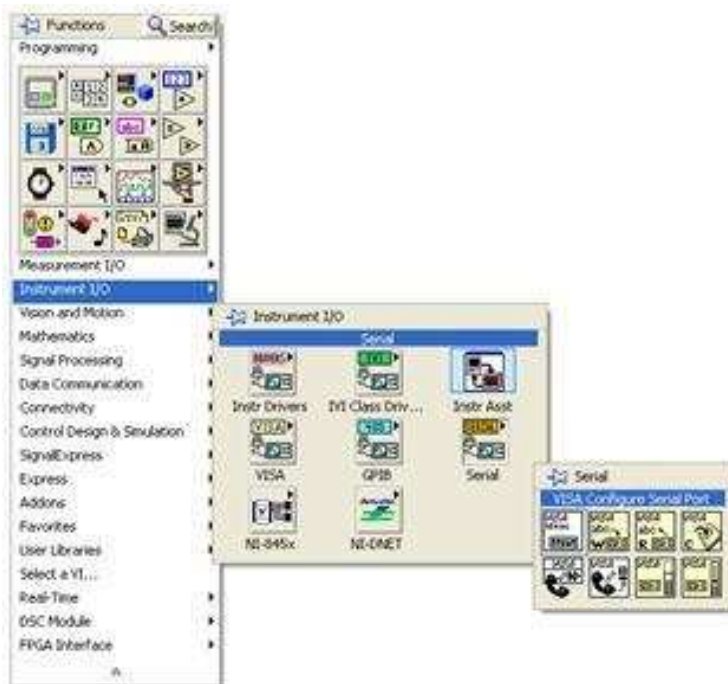


Figura 7.6 Paleta de Funciones de VISA ^[50]

⁵⁰ <http://www.ni.com/white-paper/7907/es>

Hardware necesario

- Una computadora con al menos un puerto serial tipo RS232.
- Un cable de conexión serial (terminales tipo hembra).
- Un micro controlador previamente programado para leer y escribir a puerto serial.

La comunicación serial es popular porque la mayoría de las computadoras tienen uno o dos puertos seriales. Una limitación de la comunicación serial, es que un puerto serial solo puede comunicarse con un dispositivo. En la figura 7.6 se observa un esquema de la comunicación entre el PLC y computador con un cable serial RS-232.

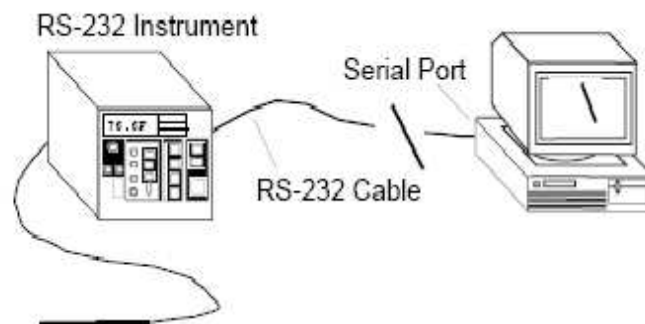


Figura 7.7 Comunicación Serial RS-232 Computador con un PLC ^[51]

7.3.1.2 Tarjeta de Adquisición de Datos (DAQ)

El hardware DAQ actúa como la interfaz entre una PC y señales del mundo exterior. Funciona principalmente como un dispositivo que digitaliza señales analógicas entrantes para que una PC pueda interpretarlas, un esquema de su comunicación se observa en la figura 7.7.



Figura 7.8 Función de un hardware DAQ ^[52]

⁵¹ <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/154/3/Capitulo%202.pdf>

Los tres componentes clave de un dispositivo DAQ usado para medir una señal son: ^[52]

- Circuito de acondicionamiento de señales
- Convertidor analógico-digital (ADC)
- Un bus de PC.

A continuación se detalla cada uno:

- **Acondicionamiento de Señales:** Las señales de los sensores o del mundo exterior pueden ser ruidosas o demasiado peligrosas para medirse directamente. El circuito de acondicionamiento de señales manipula una señal de tal forma que es apropiado para entrada a un ADC. Este circuito puede incluir amplificación, atenuación, filtrado y aislamiento.
- **Convertidor Analógico Digital (ADC):** Las señales analógicas de los sensores deben ser convertidas en digitales antes de ser manipuladas por el equipo digital como una PC. Un ADC es un chip que proporciona una representación digital de una señal analógica en un instante de tiempo. En la práctica, las señales analógicas varían continuamente con el tiempo y un ADC realiza "muestras" periódicas de la señal a una razón predefinida. Estas muestras son transferidas a una PC a través de un bus, donde la señal original es reconstruida desde las muestras en software.
- **Bus de la PC:** Los dispositivos DAQ se conectan a una PC a través de una ranura o puerto. El bus de la PC sirve como la interfaz de comunicación entre el dispositivo DAQ y la PC para pasar instrucciones y datos medidos. Los dispositivos DAQ se ofrecen en los buses de PC más comunes, incluyendo USB, PCI, PCI Express y Ethernet. Recientemente, los dispositivos DAQ han llegado a estar disponibles para Wi-Fi para comunicación inalámbrica.

⁵² <http://www.ni.com/data-acquisition/what-is/esa/>

7.3.2 EQUIPO EMISOR MTU

Ejecuta las acciones programadas en base a los valores actuales de las variables medidas. La programación se realiza por medio de bloques de programa en lenguaje de alto nivel (como C, Basic, etc.). También se encarga del almacenamiento y procesado ordenado de los datos, de forma que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a ellos.

En muchos casos el MTU debe enviar información a otros sistemas o computadoras. Estas conexiones pueden ser directas y dedicadas o en la forma de una red LAN

Normalmente el MTU cuenta con equipos auxiliares como impresoras y memorias de almacenamiento, las cuales son también parte del conjunto MTU. En la figura 7.8 se observa un esquema del equipo emisor MTU.

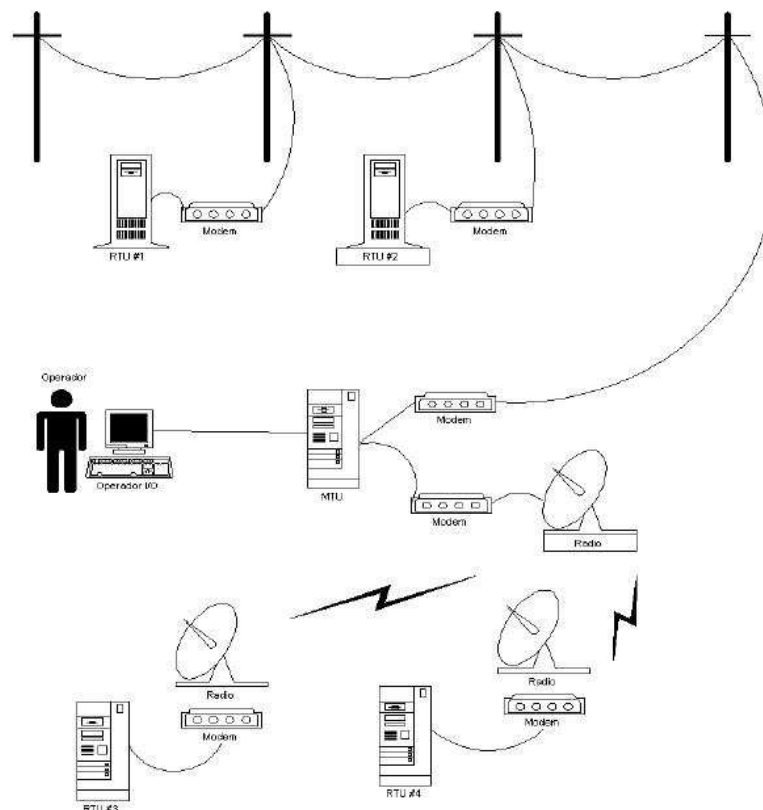


Figura 7.9 Esquema del equipo emisor MTU ^[53]

⁵³ <http://es.scribd.com/doc/52211392/SISTEMAS-SCADA>

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- La mezcla de software de distintos fabricantes aumenta la dificultad en la comunicación y adicionalmente a esto aumenta el costo en la implementación, debido a que es necesario contar con implementos adicionales para su funcionamiento.
- La base de datos obtenida por este sistema SCADA cumple con los objetivos específicos planteados inicialmente, debido a que la información obtenida facilita la supervisión del funcionamiento de la prensa.
- El sistema diseñado brinda una herramienta consistente para evaluar la eficacia de las máquinas, identificar sus falencias y enfocar esfuerzos de mejoramiento de una manera directa.
- El sistema SCADA además brinda una herramienta de control y supervisión del sistema productivo, permitiendo visualizar y escuchar a tiempo real alarmas para el control oportuno a los problemas ocurridos en la máquina.
- La información documentada permite realizar informes con datos reales del estado productivo de la máquina para gestiones ó incluso evaluar el trabajo los operarios de un turno al otro.
- Este sistema SCADA reemplaza a sistemas manuales poco confiables de recolección de datos de producción.

RECOMENDACIONES

- En un sistema de control el uso de software de distintos fabricantes dificulta las conexiones entre sí, es por eso que es necesario en lo posible trabajar con dispositivos de una misma casa fabricante.
- Para una posterior implementación de este sistema SCADA es necesario que se analice la comunicación a usarse entre PC y el PLC, de acuerdo a las características propias del usuario.
- Con los resultados obtenidos en este proyecto se puede abrir un nuevo tema de tesis la implementación del mismo, debido a que será necesario aplicar conocimientos de comunicaciones y redes.

- El archivo a generarse en donde se guardará los datos, debe tener la extensión .xls para que la información sea guardada en un documento Excel compatible con el programa.
- Cada vez que se active este sistema se recomienda dar nombres diferentes al archivo, de esta manera se evitará que la nueva información almacenada se sobre escriba a los datos anteriores obtenidos.
- Para mayor control del trabajo de las máquinas se podría ampliar la extensión del SCADA a todas las prensas del área de fabricación, ya que por principio general tienen el mismo funcionamiento. Esto ayudaría a realizar las mejoras continuas a nivel global en la empresa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGUINAGA Álvaro, (2011), *“Autómatas Programables”*, Facultad de Ingeniería Mecánica, EPN, Quito.
2. Manual de Uso Y Mantenimiento RMP-1000
3. Schneider Electric, *“Unidades de mando y señalización Telemecanique”*, Capítulo 5.
4. L.A.BRYAN E.A BRYAN, (1988) *“Programmable Controllers”*, Segunda Edición, USA, Atlanta
5. INDUSTRIAL CONTROL SYSTEM, (2006), *“Basics of PLC Programming”*, Segunda Edición, USA.
6. CALLONI J, (2011), *“Curso Básico de Domótica”*, Editorial Alsina; Buenos Aires
7. BRAVO G, (2012), *“Diseño y simulación de una máquina automatizada con PLC para dividir planchas de cartón de hasta 1300 mm de ancho y 2200 mm de longitud, mediante cortes longitudinales y transversales”*, Escuela Politécnica Nacional, EPN, Quito.
8. HERRERA L, VÁSQUEZ E, (2011), *“Diseño, programación e instalación de un sistema de control de supervisión de datos de un Horno Lindberg para el Laboratorio de Tratamiento Térmicos”*, Escuela Politécnica Nacional, EPN, Quito.
9. GARCIA A, (2005), *“El control automático en la industria”*, Edición de la Universidad de Castilla, Ecuador, Cuenca.
10. KUO B, (1996), *“Sistema de Control Automático”*, Prentice-Hall Hispanoamericana S.A, México.

PÁGINAS WEB

1. <http://es.scribd.com/doc/86293798/Introduccion-a-PLC>
2. http://www.grupomaser.com/PAG_Cursos/Auto/auto2/auto2/PAGINA%20PRINCIPAL/PLC/plc.htm
3. <http://www.galeon.com/hamd/pdf/scada.pdf>
4. http://www.globalscada.com/pages/que_es_scada.html
5. <http://www.alfinal.com/Temas/sistemascada.php>

6. <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/391/t196e.pdf?sequence=1>
7. <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r73348.PDF>
8. <http://www.publysoft.net/~watios/pulsador.htm>
9. <http://www.schneider-electric.cl/documents/local/cap05.pdf>
10. <http://publicalpha.com/interruptor-selector/>
11. http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_fotoel%C3%A9ctrico
12. <http://facultad.bayamon.inter.edu/arincon/encoderIncrementales.pdf>
13. <http://ycoamedicionesindustriales.blogspot.com/2007/06/sensores-digitales.html>
14. http://www.sensing.es/Transductores_de_presion_Cm.htm
15. <http://platea.pntic.mec.es/~pcastela/tecno/documentos/apuntes/rele.pdf>
16. <http://www.electricidadlynch.com.ar/releletemecaniqueseriers.htm>
17. <http://www.raisingem.com/LC1-D-ac-contactor/LC1-D09-telemecanique-contactor.html>
18. <http://es.wikipedia.org/wiki/Electrov%C3%A1lvula>
19. <http://cl.rsdelivers.com/product/telemecanique/tsx3721001/modicon-micro-plc-tsx37-21-9i-o-240vac/2811981.aspx>
20. <http://static.schneider-electric.us/docs/Automation%20Products/MKTED204012EN.pdf>
21. <http://www.automatas.org/schneider/pl7.htm>
22. http://www.docentes.utonet.edu.bo/xtapiag/wp-content/uploads/TUTORIAL_DE_INTOUCH_ULTIMO.pdf
23. <http://perso.wanadoo.es/jovilve/tutoriales/016tutorlabview.pdf>
24. http://www.gte.us.es/ASIGN/IE_4T/Tutorial%20de%20Labview.pdf
25. <http://www.esi2.us.es/~asun/LCPC06/TutorialLabview.pdf>
26. <http://leanroots.com/OEE.html>
27. <http://www.ni.com/white-paper/7907/es>
28. <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/154/3/Capitulo%202.pdf>
29. <http://www.ni.com/data-acquisition/what-is/esa/>
30. <http://es.scribd.com/doc/52211392/SISTEMAS-SCADA>

ANEXOS





ANEXO 3.1 Característica de pulsadores marca TELEMECANIQUE

Pulsadores							
Forma de la cabeza	Tipo de pulsador	Tipo de contacto		Marcado	Color del pulsador	Referencia	Peso
		"NA"	"NC"				
	Rasante	1	-	-	Negro	XB4-BA21 (ZB4-BZ101 + ZB4-BA2)	0,080
					Verde	XB4-BA31 (ZB4-BZ101 + ZB4-BA3)	0,080
					Amarillo	XB4-BA51 (ZB4-BZ101 + ZB4-BA5)	0,080
					Azul	XB4-BA61 (ZB4-BZ101 + ZB4-BA6)	0,080
		-	1	-	Rojo	XB4-BA42 (ZB4-BZ102 + ZB4-BA4)	0,080
	Rasante	1	-	"I" (blanco)	Verde	XB4-BA3311 (ZB4-BZ101 + ZB4-BA331)	0,080
	Rasante	-	1	"O" (blanco)	Rojo	XB4-BA4322 (ZB4-BZ102 + ZB4-BA432)	0,080
	Rasante	1	-	↑ (negro)	Blanco	XB4-BA3341 (1) (ZB4-BZ101 + ZB4-BA334)	0,080
	Rasante	1	-	↑ (blanco)	Negro	XB4-BA3351 (1) (ZB4-BZ101 + ZB4-BA335)	0,080
	Rasante con capuchón de silicona transparente (color determinado por el pulsador)	1	-	-	Negro	XB4-BP21 (ZB4-BZ101 + ZB4-BP2)	0,082
					Verde	XB4-BP31 (ZB4-BZ101 + ZB4-BP3)	0,082
					Amarillo	XB4-BP51 (ZB4-BZ101 + ZB4-BP5)	0,082
					Azul	XB4-BP61 (ZB4-BZ101 + ZB4-BP6)	0,082
		-	1	-	Rojo	XB4-BP42 (ZB4-BZ102 + ZB4-BP4)	0,082
	Saliente	-	1	-	Rojo	XB4-BL42 (ZB4-BZ102 + ZB4-BL4)	0,081
	De seta Ø 40	1	-	-	Negro	XB4-BC21 (ZB4-BZ101 + ZB4-BC2)	0,122
Pulsadores dobles							
Forma de la cabeza	Designación	Tipo de contacto		Grado de protección	Referencia	Peso	
		"NA"	"NC"				
	1 pulsador rasante verde (marcado "I") 1 pulsador saliente rojo (marcado "O")	1	1	IP 40	XB4-BL845 (ZB4-BZ105 + ZB4-BL8434)	0,106	
				IP 66	XB4-BL945 (ZB4-BZ105 + ZB4-BL9434)	0,111	

(1) Placa suministrada sin montar. Se puede montar en las 4 posiciones: ↑, ↓, ←, →.

Componga usted mismo otros productos utilizando los subconjuntos cuerpo + cabeza: ver las páginas 5/12 a 5/18

Parada de emergencia Ø 40 color rojo contra fraude


Forma de la cabeza	Tipo de pulsador	Tipo de contacto		Referencia	Peso
		"NA"	"NC"		
					kg
		1	1	XB4-BT845 (ZB4-BZ105 + ZB4-BT84)	0,136
		1	1	XB4-BS8445 (ZB4-BZ105 + ZB4-BS844)	0,130
		1	1	XB4-BS9445 (ZB4-BZ105 + ZB4-BS944)	0,170

XB4-BT42



XB4-BS142

Pulsadores "de seta" Paro de emergencia Ø 40 color rojo

Forma de la cabeza	Tipo de pulsador	Tipo de contacto		Referencia	Peso
		"NA"	"NC"		
					kg
		-	1	XB4-BT42 (ZB4-BZ102 + ZB4-BT4)	0,125
		-	1	XB4-BS542 (ZB4-BZ102 + ZB4-BS54)	0,118
		-	1	XB4-BS142 (ZB4-BZ102 + ZB4-BS14)	0,133

XB4-BS542

Selectores

Forma de la cabeza	Dispositivo de control	Tipo de contacto		Número y tipo de posiciones (1)	Referencia	Peso
		"NA"	"NC"			
						kg
		1	-	2 fijas	XB4-BD21 (ZB4-BZ101 + ZB4-BD2)	0,095
		1	1	2 fijas	XB4-BD25 (ZB4-BZ105 + ZB4-BD2)	0,105
		2	-	3 fijas	XB4-BD33 (ZB4-BZ103 + ZB4-BD3)	0,105
				3 con vuelta al centro	XB4-BD53 (ZB4-BZ103 + ZB4-BD5)	0,105
		1	-	2 fijas	XB4-BJ21 (ZB4-BZ101 + ZB4-BJ2)	0,096
		2	-	3 fijas	XB4-BJ33 (ZB4-BZ103 + ZB4-BJ3)	0,105
				3 con vuelta al centro	XB4-BJ53 (ZB4-BZ103 + ZB4-BJ5)	0,105
		1	-	2 fijas	XB4-BG21 (ZB4-BZ101 + ZB4-BG2)	0,117
					XB4-BG41 (ZB4-BZ101 + ZB4-BG4)	0,117
				2 con vuelta a la izquierda	XB4-BG61 (ZB4-BZ101 + ZB4-BG6)	0,117
		2	-	3 fijas	XB4-BG03 (ZB4-BZ103 + ZB4-BG0)	0,127

XB4-BD33



XB4-BJ33



XB4-BG33

B

Schneider
Electric

(1) El símbolo indica la posición de extracción de la llave.

XB4-BG33
(ZB4-BZ103 + ZB4-BG3) 0,127

5/923

ANEXO 4.1 Características del PLC TSX37-21

Referencias

Plataforma de automatización
Micro

Autómatas TSX 37-05/08/10/21/22



TSX 37 05/10 028DR1

Configuraciones básicas TSX 37-05/08 (1 emplazamiento disponible)

Alimentación	Memorias integradas RAM	Flash EPROM	Módulos de E/S TON integradas Tipo	Conexión	Referencia (1)	Peso kg
~ 100...240 V	11 K pal. + memoria de datos	12 K pal.	1 módulo de 16 E	Mediante bornero con tornillos (suministrado)	TSX 37 05 028DR1	2,370
			12 S relé			
			2 módulos de 16 E 24 V, 12 S relé	Mediante bornero con tornillos (suministrado)	TSX 37 08 056DR1	2,720



TSX 37 08 056 DR1

Configuraciones básicas TSX 37-10 (1 emplazamiento disponible)

Alimentación	Memorias integradas RAM	Flash EPROM	Módulos de E/S TON integradas Tipo	Conexión	Referencia (1)	Peso kg
= 24 V	14 K pal. + memoria de datos	15 K pal.	16 E 24 V 12 S, estáticas 0,5 A	Por bornero con tornillo (suministrado)	TSX 37 10 128DT1	1,870
			16 E 24 V 12 S de relé	Mediante bornero con tornillos (suministrado)	TSX 37 10 128DR1	1,900
			16 E 24 V 12 S, estáticas 0,5 A	Mediante conector tipo HE 10	TSX 37 10 128DTK1	1,740
			32 E 24 V 32 S, estáticas 0,4 A	Mediante conector tipo HE 10	TSX 37 10 164DTK1	1,820
~ 100...24 V	14 K pal. + memoria de datos	15 K pal.	16 E ~ 115 V 12 S relé	Mediante bornero con tornillos (suministrado)	TSX 37 10 028AR1	1,910
			16 E 24 V 12 S relé	Mediante bornero con tornillos (suministrado)	TSX 37 10 028DR1	1,910



TSX 37 10 164DTK1

Configuraciones básicas TSX 37-21/22 (3 emplazamientos disponibles)

Alimentación	Memorias integradas RAM	Flash EPROM	Funciones integradas	Referencia (1)	Peso kg
= 24 V	20 K pal. + memoria de datos	5 K pal.	-	TSX 37 21 101	1,720
			8 entradas analógicas 0-10 V 1 salida analógica 0-10 V 1 contador/descontador 10 kHz. 1 contador 10 kHz	TSX 37 22 101	1,750
~ 100...24 V	20 K pal. + memoria de datos	5 K pal.	-	TSX 37 21 001	1,720
			8 entradas analógicas 0-10 V 1 salida analógica 0-10 V 1 contador/descontador 10 kHz. 1 contador 10 kHz	TSX 37 22 101	1,750



TSX 37 22 001



TSX RKZ 02

Minirack de extensión

Capacidad	Utilización	Número máximo	Referencia	Peso kg
2 emplazamientos (es decir, 4 posiciones)	Autómatas TSX 37-10/21/22	1 minirack por automático	TSX RKZ 02	0,630


Documentación

Manual de instalación de las bases y los módulos Micro

Ver la página 3/2

(1) Producto suministrado con instrucciones de uso en: francés, inglés, alemán, español e italiano.

ANEXO 4.2 Compatibilidad del PLC con el Software PL7



Chile | [Cambiar De País](#) | [Global Website](#) | [Inicio](#) | [Mapa del sitio](#) | [Contacto](#)

Soluciones
Productos y Servicios
Soporte
Clientes
Empresa

Preguntas Frecuentes - FAQs (Frequently Asked Questions)

[Inicio](#) > [Inicio](#) > [Soporte](#) > [FAQ - Preguntas Frecuentes](#)

¿Cuál es la diferencia entre las versiones del software de programación PL7 (Micro, Junior y Pro)?

El software de programación PL7 Micro permite la programación de todas las CPU's TSX-Micro(TSX37), PL7 Junior permite la programación de todas las CPU's TSX-Micro y TSX Premium (TSX57). PL7 Pro cuenta con las mismas funciones que PL7 Junior, la diferencia está en que este ofrece al usuario la posibilidad de crear sus propios bloques de función (DFB) y poder diseñar HMI por cada aplicación o programa de PLC asociado al proceso.

Soporte adicional

- [➤ Crear una consulta de soporte](#)
- [➤ Ayuda de Preguntas Frecuentes](#)

Déjenos su comentario

- [➤ Nosotras valoramos su opinión](#)

Languages	Instruction List (IL)	M	P - M	M
	Ladder (LD)	M	P - M	P - M
	Structured Text (ST)	M	P - M	P - M
	Grafcet (SFC)	M	P - M	P - M
	Grafcet with macro-steps (SFC)		P	P
Programming services	Multitask programming (master, fast and event-triggered)	M	P - M	P - M
	Functional view and function modules			P
	DFB editor			P
	Use of DFB instances		P	P
	EF function libraries	M	P - M	P - M
	Configurable control loops	M	P - M	P - M
	User-definable control loops		P (TSX P57 2e/3e/4e)	P (TSX P57 2e/3e/4e)
	Warm Standby PLC redundancy system			P (TSX P57 3S3/4S3M)
	System diagnostics	M	P - M	P - M
	Application diagnostics			P - M
Debugging and display services	Step by step execution, breakpoint	M	P - M	P - M
	Runtime screens			P - M
	Diagnostic viewers			P - M
Other services	PL7 2 application converters	M	P - M	P - M
	PL7 3 and Orphee application converters		P - M	P - M
	Utilities for updating PLC operating systems	M	P - M	P - M
	Communication drivers for Windows 2000/XP	M	P - M	P - M
Compatible Modicon platforms	Premium CPUs ▶	–	TSX P57 1● TSX P57 2● TSX P57 3● TSX P57 4●	TSX P57 1● TSX P57 2● TSX P57 3● TSX P57 4●
	TSX Micro PLCs ▶	TSX 37 05/08/10/21/22	TSX 37 05/08/10/21/22	TSX 37 05/08/10/21/22
Software name		PL7 Micro	PL7 Junior	PL7 Pro
Unity Pro software type		TLX CD● PL7M ●44M	TLX CD● PL7J ●44M	TLX CD● PL7J ●44P