



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN HOROMETRO PARA EL
CONTROL “POWER ON” DEL TORNO DMTG DEL TALLER DE
MÁQUINAS HERRAMIENTAS DE LA EMPRESA NOVACERO
S.A. PLANTA LASSO”

Trabajo de Titulación presentado para optar por el grado académico de:
INGENIERO EN ELECTRÓNICA, CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

AUTOR: EDISON PATRICIO LEMA CHICAIZA

TUTOR: ING. WILSON ARMANDO ZUÑIGA V.

Riobamba – Ecuador

2016

©2016, Edison Patricio Lema Chicaiza

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Edison Patricio Lema Chicaiza

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: la investigación: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN HOROMETRO PARA EL CONTROL “POWER ON” DEL TORNO DMTG DEL TALLER DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS DE LA EMPRESA NOVACERO S.A. PLANTA LASSO”, de responsabilidad del señor Edison Patricio Lema Chicaiza, ha sido minuciosamente revisada por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Ing. Washington Luna E. DECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA	_____	_____
Ing. Freddy Chávez V. DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, CONTROL Y REDES INDUSTRIALES	_____	_____
Ing. Wilson Zúñiga V. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	_____	_____
Ing. Marco Viteri B. MIEMBRO DEL TRIBUNAL	_____	_____
NOTA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	_____	_____

Yo, Edison Patricio Lema Chicaiza soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en el presente Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Edison Patricio Lema Chicaiza

DEDICATORIA

Es mi mayor satisfacción dedicar el presente trabajo a mi padre Hugo, ejemplo de lucha y superación, por haber tenido las palabras exactas para levantarme en las muchas caídas que tuve durante la carrera, a mi madre América por su cariño, comprensión y paciencia, a mis hermanos César y Marlon por su ayuda y cuidados que han tenido conmigo y a mi querida sobrina Fabiana por haber llegado a nuestras vidas en un momento importante como una inspiración para salir adelante.

Además, a mis tíos, tías, primos y abuelos que de una u otra forma me apoyaron y estuvieron pendiente de mí con sus buenos deseos y consejos.

Y como no dedicarlo a mi tía América y a mis abuelitos Humberto y Teresa que aunque hoy ya no están conmigo, desde el cielo me estuvieron cuidando y guiando en todo momento.

Edison

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero expresar mi agradecimiento al Ing. Guillermo Miño Gerente de la Empresa Novacero S.A. – Planta Lasso, por haberme brindado todas las facilidades para desarrollar mi Trabajo de Titulación en las instalaciones de tan prestigiosa empresa.

Agradezco al Ing. Wilson Zúñiga y al Ing. Marco Viteri, Director y Miembro del Trabajo de Titulación respectivamente, por haberme permitido recurrir a su capacidad y experiencia para encaminar con éxito el presente trabajo.

Finalmente quiero agradecer a mis padres Hugo y América, a mis hermanos César y Marlon, por su apoyo y cariño incondicional.

Edison

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

A	Amperio
AC	Corriente Alterna
DC	Corriente Directa
DB	Bloque de Datos
DI	Entrada Digital
DO	Salida Digital
E/S	Entrada y Salida
FB	Bloque de Función
FC	Función
FBD	Function Block Diagram
GRAF CET	Gráfico Funcional de Control Etapa Transición
HMI	Interfaz Humano Máquina
HSC	Contador Rápido
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional
IL	Instruction List
IP	Protocolo Internet
LabVIEW	Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench
LD	Ladder Diagram
m	Metros
mA	Miliamperios
mm	Milímetros
mV	Milivoltios
NA	Normalmente Abierto
NC	Normalmente Cerrado
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
OB	Bloque de Organización
OPC	OLE for Process Control
PLC	Controlador Lógico Programable
RPM	Revoluciones por Minuto
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
ST	Structured Text
TC	Transformador de Corriente

TIA Portal	Totally Integrated Automation Portal
V	Voltio
VAC	Voltios de Corriente Alterna
VDC	Voltios de Corriente Directa
VI	Instrumento Virtual
WEB	World Wide Web

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE TABLAS	xvii
RESUMEN.....	xviii
SUMMARY	xix
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
MARCO REFERENCIAL	2
1.1. Antecedentes	2
1.2. Formulación del Problema	4
1.3. Sistematización del Problema	4
1.4. Justificación	4
1.4.1. Justificación Teórica	4
1.4.2. Justificación Aplicativa.....	6
1.5. OBJETIVOS	7
1.5.1. Objetivo General	7
1.5.2. Objetivos Específicos.....	7
CAPÍTULO II	8
MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Máquinas Herramientas	8
2.1.1. Definición.....	8
2.1.2. El torno.....	8
2.1.2.1. Torno DMTG	8
2.1.2.2. Parámetros de torneado	9
2.2. El Horómetro.....	10
2.2.1. Definición.....	10
2.2.2. Funcionamiento.....	11

2.2.3. Tipos de horómetros.....	11
2.2.3.1. Horómetro electro-mecánico.....	11
2.2.3.2. Horómetro electrónico	12
2.2.4. Aplicaciones.....	12
2.3. Controlador Lógico Programable (PLC).....	13
2.3.1. Definición.....	13
2.3.2. Ventajas y desventajas del PLC	13
2.3.3. Lenguajes de programación de los PLCs	14
2.3.3.1. Programa y lenguaje de programación.....	14
2.3.3.2. Tipos de lenguajes de programación.....	15
2.3.3.3. Estándar IEC 61131-3	15
2.4. Simatic S7-1200.....	21
2.4.1. Definición.....	21
2.4.2. Características generales del Simatic S7-1200.....	21
2.4.3. Software de programación Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal)	23
2.4.3.1. Introducción	23
2.4.3.2. Vistas de trabajo.....	23
2.4.4. Principios básicos del PLC Simatic S7-1200	25
2.4.4.1. Partes del Simatic S7-1200	25
2.4.4.2. Estados operativos del Simatic S7-1200	25
2.4.4.3. Direccionamiento del Simatic S7-1200.....	26
2.4.4.4. Tipos de datos	27
2.4.5. Instrucciones básicas.....	27
2.4.5.1. Instrucciones lógicas con bits.....	28
2.4.5.2. Instrucciones de temporización.....	28
2.4.5.3. Instrucciones con contadores	29
2.4.5.4. Instrucciones de comparación.....	30
2.4.5.5. Instrucciones de relación de rango.....	31

2.4.5.6. Funciones matemáticas	31
2.4.5.7. Instrucciones de transferencia	36
2.4.5.8. Instrucciones de conversión	37
2.4.5.9. Instrucción CTRL_HSC	38
2.5. LabVIEW	39
2.5.1. Introducción	39
2.5.2. Aplicaciones	39
2.5.3. Beneficios	40
2.5.4. Entorno	40
2.5.4.1. Panel frontal	40
2.5.4.2. Diagrama de bloques	41
2.5.5. Tipos de datos	42
2.5.6. Tipos de variables	43
2.5.6.1. Variables locales	43
2.5.6.2. Variables globales	44
2.5.6.3. Variables compartidas	44
2.6. OPC (OLE for Process Control)	45
2.6.1. Definición	45
2.6.2. Beneficios de utilizar conectividad OPC	45
2.6.3. Arquitectura OPC	46
2.7. Sensores	47
2.7.1. Definición	47
2.7.2. Características de los sensores	47
2.7.2.1. Características estáticas	47
2.7.2.2. Características dinámicas	48
2.7.3. Señales de salida de los sensores	49
2.7.4. Sensor inductivo	50
2.7.4.1. Definición	50

2.7.4.2. Principio de funcionamiento de un sensor inductivo	50
2.7.4.3. Ventajas y desventajas del sensor inductivo	51
2.7.4.4. Aplicaciones.....	52
2.7.4.5. Sensor de proximidad inductivo AK1-AP-2H	52
2.7.5. Sensor de vibración.....	53
2.7.5.1. Definición	53
2.7.5.2. Sensor de vibración 4-162.....	53
2.8. Transformadores eléctricos de medida.....	54
2.8.1. Transformadores de corriente (TC).....	54
2.8.1.1. Transformador de corriente 100:5.....	55
2.8.2. Transformador de potencial	56
2.9. Transductores AC.....	56
2.9.1. Transductor de corriente AC Revalco 1CORIA.....	57
CAPÍTULO III.....	59
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL DISPOSITIVO.....	59
3.1. Sinopsis	59
3.2. Diagnóstico y requerimientos para realizar el proyecto.....	60
3.3. Diagrama eléctrico	61
3.4. Armado y conexión del dispositivo.....	63
3.5. Programación del PLC Simatic S7-1200	67
3.5.1. Configuración del contador rápido.....	71
3.5.2. Creación de áreas de memoria remanente.....	73
3.6. Comunicación entre el PLC Simatic S7-1200 y el software LabVIEW	75
3.6.1. Creación del Servidor OPC.....	75
3.6.2. Creación del Cliente OPC	81
3.7. Desarrollo de la aplicación HMI en LabVIEW.....	82
3.7.1. Agregar variables del PLC al Cliente OPC.....	83
3.7.1.1. Agregar variables al diagrama de bloques	84

3.7.2. Paneles Frontales de la aplicación HMI.....	85
3.7.2.1. Panel Frontal VI Menú.....	85
3.7.2.2. Panel Frontal VI Control Power On.....	86
3.7.2.3. Panel Frontal VI Registros Históricos.....	87
3.7.2.4. Panel Frontal VI Horómetros	88
3.7.2.5. Panel Frontal VI Mantenimiento.....	88
3.7.3. Diagramas de Bloques de la aplicación HMI.....	89
3.7.3.1. Diagrama de Bloques VI Menú.....	89
3.7.3.2. Diagrama de Bloques VI Control Power On.....	90
3.7.3.3. Diagrama de Bloques VI Registros Históricos	91
3.7.3.4. Diagrama de Bloques VI Horómetros.....	91
3.7.3.5. Diagrama de Bloques VI Mantenimiento.....	92
3.8. Creación de la página web para el control y monitoreo	92
CAPÍTULO IV	95
PRUEBAS Y RESULTADOS	95
4.1. Análisis y pruebas de funcionamiento	95
4.1.1. Medición y comparación de las señales	95
4.1.2. Prueba de control de los contadores de horas	97
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Panel.....	6
Figura 1-2:	Partes del Torno DMTG.....	9
Figura 2-2:	Horómetro comercial	10
Figura 3-2:	Horómetro electro-mecánico.....	12
Figura 4-2:	Horómetro electrónico	12
Figura 5-2:	Modelos PLC (Siemens AG)	13
Figura 6-2:	Elementos del lenguaje GRAFCET	16
Figura 7-2:	Programación lenguaje ST	17
Figura 8-2:	Programación lenguaje IL.....	18
Figura 9-2:	Programación lenguaje FBD.....	18
Figura 10-2:	Programación lenguaje LADDER	19
Figura 11-2:	Controlador y módulos Simatic S7-1200.....	21
Figura 12-2:	Partes de la vista del portal	24
Figura 13-2:	Partes de la vista del proyecto.....	24
Figura 14-2:	Partes del CPU 1214C	25
Figura 15-2:	Leds de estados operativos del S7-1200	26
Figura 16-2:	Panel frontal.....	41
Figura 17-2:	Diagrama de bloques.....	42
Figura 18-2:	Paleta de funciones	42
Figura 19-2:	Creación de una variable local.....	44
Figura 20-2:	Creación de una variable compartida.....	44
Figura 21-2:	Comunicación sin OPC.....	46
Figura 22-2:	Comunicación con OPC.....	46
Figura 23-2:	Partes de un sensor inductivo.....	50
Figura 24-2:	Principio de funcionamiento un sensor inductivo.....	51
Figura 25-2:	Detección movimientos giratorios	52
Figura 26-2:	Sensor inductivo AK1-AP-2H	53
Figura 27-2:	Sensor de vibración 4-162	54
Figura 28-2:	TC comercial.....	55
Figura 29-2:	Transformador de corriente relación 100:5.....	56
Figura 30-2:	Transductor de corriente AC.....	57
Figura 1-3:	Ubicación de los tubos	60

Figura 2-3:	Trayectoria final de la tubería	61
Figura 3-3:	Tablero Eléctrico del Torno DMTG (Antes)	61
Figura 4-3:	Diagrama eléctrico del dispositivo.....	62
Figura 5-3:	Tablero Eléctrico del Torno DMTG (Ahora).....	63
Figura 6-3:	Tablero para el monitoreo.....	63
Figura 7-3:	Instalación del pedestal móvil.....	64
Figura 8-3:	Instalación del tablero para el monitoreo.....	64
Figura 9-3:	Diseño del anillo en AutoCAD.....	65
Figura 10-3:	Anillo metálico.....	65
Figura 11-3:	Instalación del sensor inductivo y el anillo.....	66
Figura 12-3:	Instalación del sensor inductivo y el anillo.....	66
Figura 13-3:	Instalación del switch y conexión de cables de red.....	67
Figura 14-3:	Activación del contador HSC1	72
Figura 15-3:	Configuración de la función del contador HSC1	72
Figura 16-3:	Dirección del contador HSC1	72
Figura 17-3:	ID del contador HSC1.....	72
Figura 18-3:	DB asociado al hardware del contador HSC1.....	73
Figura 19-3:	Ruta para acceder a la tabla de variables	74
Figura 20-3:	Herramientas de la Tabla de variables estándar.....	74
Figura 21-3:	Ventana de áreas de memoria remanente.....	74
Figura 22-3:	Creación del canal del OPC	75
Figura 23-3:	Identificación (nombre) del canal del OPC.....	75
Figura 24-3:	Selección del driver del dispositivo para el canal del OPC	76
Figura 25-3:	Selección del adaptador de red del canal del OPC.....	76
Figura 26-3:	Resumen de los parámetros del canal OPC	77
Figura 27-3:	Adición de un dispositivo a la red OPC.....	77
Figura 28-3:	Asignación de un nombre al dispositivo	78
Figura 29-3:	Selección del modelo del dispositivo.....	78
Figura 30-3:	Asignación del IP del dispositivo.....	79
Figura 31-3:	Resumen de los parámetros del dispositivo	79
Figura 32-3:	Adición de etiquetas estáticas	80
Figura 33-3:	Propiedades de la etiqueta.....	80
Figura 34-3:	Etiquetas utilizadas para la HMI.....	81
Figura 35-3:	Creación del Cliente OPC.....	81
Figura 36-3:	Configuración del OPC Client I/O Server	82

Figura 37-3: Cliente OPC creado.....	82
Figura 38-3: Ruta para agregar variables compartidas	83
Figura 39-3: Propiedades de la variable compartida.....	83
Figura 40-3: Variables del OPC cargadas.....	84
Figura 41-3: Enlace de variables compartidas a controles/indicadores	85
Figura 42-3: Panel Frontal VI Menú.....	85
Figura 43-3: Panel Frontal VI Power On.....	86
Figura 44-3: Panel Frontal VI Registros Históricos	88
Figura 45-3: Panel Frontal VI Horómetros.....	88
Figura 46-3: Panel Frontal VI Mantenimiento.....	89
Figura 47-3: Diagrama de Bloques VI Menú	89
Figura 48-3: Diagrama de Bloques VI Control Power On	90
Figura 49-3: Diagrama de Bloques VI Registros Históricos	91
Figura 50-3: Diagrama de Bloques VI Horómetros.....	91
Figura 51-3: Diagrama de Bloques VI Mantenimiento	92
Figura 52-3: Selección del VI y modo de visualización.	93
Figura 53-3: Ingresar parámetros de salida HTML.	93
Figura 54-3: Guardar la nueva página web.....	94
Figura 1-4: Valores obtenidos de corriente.....	95
Figura 2-4: Medición señal de salida del transductor	96
Figura 3-4: Pantalla de registro contadores de horas	98
Figura 4-4: Pantalla principal y configuración	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Simbología lenguaje LADDER (TIA Portal)	20
Tabla 2-2:	Tipos de datos del S7-1200	27
Tabla 3-2:	Instrucciones orientadas a bits	28
Tabla 4-2:	Instrucciones con temporizadores	29
Tabla 5-2:	Instrucciones con contadores.....	30
Tabla 6-2:	Instrucciones de comparación	30
Tabla 7-2:	Instrucciones de relación de rango	31
Tabla 8-2:	Instrucción CALCULATE	32
Tabla 9-2:	Instrucciones operaciones básicas	33
Tabla 10-2:	Instrucción MOD.....	34
Tabla 11-2:	Instrucciones MIN y MAX.....	34
Tabla 12-2:	Instrucciones matemáticas de coma flotante	35
Tabla 13-2:	Instrucciones de transferencia	37
Tabla 14-2:	Instrucciones de conversión	38
Tabla 15-2:	Instrucción CTRL_HSC	39
Tabla 16-2:	Tipos de datos de LabVIEW	43
Tabla 1-4:	Valores medidos RPM.....	97

RESUMEN

Se diseñó e implementó un Horómetro para el Control “POWER ON” del Torno DMTG que permite registrar el tiempo de funcionamiento efectivo de la máquina bajo parámetros definidos. El Horómetro registra los datos (horas) si la operación (Acabado, Roscado y Desbaste) se encuentra en los rangos de Corriente, Vibración y RPM establecidos en el SET POINT. Las RPM a las que se debe realizar cada operación se establecen según el diámetro y material de la pieza a mecanizar y material de la herramienta cortante. La corriente es una condición que determina si se está maquinando o se encuentra en vacío. Además, para asegurar que en efecto se está realizando corte de la pieza se instaló un acelerómetro en la torreta del portaherramientas. Para medir la corriente del motor se implementó una etapa de acondicionamiento con el conjunto TC-Transductor; el TC entrega una señal entre 0-5A al transductor y éste la convierte a un valor entre 0-10V para ingresarla por la entrada analógica del Controlador Lógico Programable (PLC). Las RPM fueron medidas a través de un sensor inductivo que detecta las puntas del anillo acoplado al Husillo, los pulsos generados ingresan por una entrada digital del PLC y mediante un Contador Rápido habilitado con el programa TIA Portal son muestreados durante 1 segundo para obtener su equivalente en RPM. La implementación del horómetro permitió determinar efectivamente el tiempo que la máquina se encuentra con carga, estandarizar los trabajos desarrollados en el taller y obtener un indicador con relación horas/máquina trabajadas. Con el correcto acondicionamiento de las señales de control se pudo manipularlas y llevarlas a niveles que son fácilmente reconocibles por el controlador para su posterior procesamiento. Se debe agregar una función de espera para los ciclos principales, de esta forma evitamos ralentizar la aplicación y saturar la memoria del CPU.

Palabras Clave: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA> <INGENIERÍA DEL CONTROL AUTOMÁTICO> <INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA> <HORÓMETRO> <LABVIEW (SOFTWARE)> <OLE FOR PROCESS CONTROL (OPC)> <CONTADOR RÁPIDO (HSC)> <CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)>

SUMMARY

It was designed and implemented an hour meter for the “POWER ON” of the lathe DMTG that allows registering the effective functioning time of the machine under defined parameters. The hour meter records the data (hours) if the operation (finishing, threading, and roughing) is in electricity ranges, vibration, and RPM established in the SET POINT. The RPM which should perform each operation are set according to the diameter and material of the work piece and the material of the cutting tool. The electricity is a condition that determines whether if this is scheming or empty. In addition, to ensure that indeed is being done cutting the piece an accelerometer installed in the turret tool holders. To measure engine power conditioning stage with the TC-Transducer assembly was implemented; TC delivers a signal among 0-5A to the transducer and converts it to a value between 0-10V to enter it for the analog input of the Programmable Logic Controller (PLC). The RPM were measured through an inductive sensor that detects the tips coupled to the spindle ring, the pulses generated enter a digital input of the PLC and by a Fast Controller enabled with the TIA Portal program are sampled for 1 second to get its equivalent in RPM. The implementation of the hour meter allowed effectively determine how long the machine is loaded, standardize the work done in the workshop and get an indicator in relation hours/machine worked. With proper conditioning of control signals could manipulate and bring them to levels that are easily recognizable by the controller for further processing. A function waiting for the main cycles must be added, this is to avoid slowing down the application and saturate the memory of the CPU.

Keywords: <TECHNOLOGY AND ENGINEERING SCIENCES> <CONTROL ENGINEERING> <ENGINEERING AND ELECTRONIC TECHNOLOGY> <HOUR METER> <LABVIEW (SOFTWARE)> <OLE FOR PROCESS CONTROL (OPC)> <FAST COUNTER (HSC)> <PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)>

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento es una disciplina integradora que tiene como objetivo desarrollar métodos y técnicas para detección, control y ejecución de actividades que garanticen el correcto funcionamiento de las máquinas y equipos.

Es por ello que actualmente existen, se crean y se van mejorando productos o dispositivos de tipo electromecánico y electrónico como son los horómetros, totalizadores, tacómetros, velocímetros, etc., que procesan, registran y aportan información para controlar las intervenciones de mantenimiento preventivo de las máquinas y equipos.

Se conoce que los horómetros comunes y corrientes disponibles en el mercado miden únicamente el tiempo transcurrido de funcionamiento continuo de una determinada máquina o equipo sin poder diferenciar entre un trabajo con carga o simplemente en vacío.

Hace algunos años se instalaron horómetros adquiridos en el mercado en tres máquinas entre ellas el torno ECHEA para ver las horas de marcha y según este dato realizar el mantenimiento del motor, cambio de aceite y rodamientos, sin embargo los resultados no eran los deseados debido a que este instrumento no proporciona información que permita coordinar entre el estado de producción y mantenimiento.

Con la implementación del horómetro en el Torno DMTG, el departamento contará con un instrumento para identificar los trabajos efectivos con carga, obtener un indicador con relación horas/máquinas trabajadas, estandarizar los trabajos y planificar el mantenimiento al equipo.

CAPÍTULO I

MARCO REFERENCIAL

1.1. Antecedentes

Para las operaciones, procesos productivos de las empresas y variadas situaciones de la vida laboral, el manejo del tiempo es un factor de constante control para diversas situaciones de mantenimiento, prevención y precisión de actividades relacionadas con recursos como son máquinas, equipos, materiales y seres vivos (Sánchez Pérez, 2012, <http://civilgeeks.com/2012/11/14/horometro-dispositivo-digital-en-maquinarias-pesadas/>).

La tecnología que se emplea actualmente en los procesos productivos se ha convertido en un factor de alto nivel y confiabilidad. Toda empresa que se plantee mantenerse competitiva en el mercado, debe dirigir sus esfuerzos y enfocar su atención a las tareas de mantenimiento preventivo de sus máquinas y equipos (Sánchez Pérez, 2012, <http://civilgeeks.com/2012/11/14/horometro-dispositivo-digital-en-maquinarias-pesadas/>).

El mantenimiento preventivo, factor muy importante en la reducción de costos es una disciplina integradora que ha tenido un desarrollo vertiginoso en la industria y es la encargada de garantizar la disponibilidad del equipamiento de la empresa a un bajo costo. Esto significa un incremento importante de la vida útil de los equipos y sus prestaciones (Sánchez Pérez, 2012, <http://civilgeeks.com/2012/11/14/horometro-dispositivo-digital-en-maquinarias-pesadas/>).

El mantenimiento tiene como fin desarrollar métodos y técnicas para detección, control y ejecución de actividades que garanticen el correcto funcionamiento de las máquinas y equipos.

Es por ello que actualmente existen, se crean y se van mejorando una infinidad de productos o dispositivos de tipo electromecánico y electrónico como horómetros, totalizadores, tacómetros, velocímetros, etc., que procesan, registran y aportan información para controlar las intervenciones de mantenimiento preventivo de las máquinas y equipos (Sánchez Pérez, 2012, <http://civilgeeks.com/2012/11/14/horometro-dispositivo-digital-en-maquinarias-pesadas/>).

Según experiencias profesionales compartidas y conocidas, las empresas nacionales no cuentan con un dispositivo del tipo que se pretende implementar.

Se conoce que varias máquinas tienen instalados los horómetros comunes y corrientes disponibles en el mercado, los cuales son equipos micro controlados que únicamente miden el tiempo transcurrido de funcionamiento continuo de una determinada máquina o equipo, y nada más.

En todo el historial de la vida de NOVACERO S.A. no ha existido un sistema o medio para el control de la eficacia y eficiencia productiva de una máquina, especialmente en aquellas que el control de la eficiencia se lo realiza manualmente, como son las que existe en el Taller de Máquinas Herramientas.

Hace algunos años se instaló en el torno denominado ECHEA un horómetro adquirido en el mercado para controlar el tiempo de funcionamiento de dicha máquina, pero no se ha logrado ningún mejoramiento de su eficiencia productiva. Este equipo registra únicamente tiempos de marcha; ya sea que la máquina este con carga o simplemente funcionando en vacío, sin lograr medir su eficiencia productiva.

De igual manera la actitud de los operadores también ha incidido a mejorar o mantener un alto porcentaje de eficiencia de las máquinas, ya que se ha observado que algunos si demuestran interés, compromiso y actitud; pero otros le han dado poca importancia, el asunto es cumplir su trabajo sin considerar que el tiempo que se está empleando en realizar un trabajo es demasiado grande.

Todo este antecedente ha generado problemas en el Taller de Máquinas Herramientas tales como:

- Incumplimiento del plan mensual de actividades
- Retraso en la entrega de los trabajos
- Insatisfacción del cliente interno
- Pérdida de tiempo
- Alto costo de mano de obra
- Falta de atención de los operarios
- Consumo innecesario de energía eléctrica

1.2. Formulación del Problema

¿Cómo diseñar y construir un horómetro para el control “POWER ON” de un torno DMTG a partir de técnicas locales de programación y elementos de fácil acceso en el mercado?

1.3. Sistematización del Problema

- ¿Cómo realizar y registrar el conteo del tiempo de funcionamiento de una máquina en horas, minutos y segundos mediante un controlador y visualizar el tiempo transcurrido en un sistema HMI?
- ¿Cómo efectuar el control y monitoreo del tiempo del trabajo en POWER ON de la máquina?
- ¿Cómo seleccionar los elementos eléctricos y electrónicos para la fabricación del dispositivo?
- ¿Cómo mejorará la eficiencia productiva de la máquina, estandarizando en un porcentaje óptimo?
- ¿Cuál es el beneficio para los operarios y supervisores del Taller de Máquinas Herramientas de la Planta Novacero S.A.?

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación Teórica

Mediante la utilización de técnicas locales de programación, tecnologías y elementos de fácil adquisición en el mercado se plantea diseñar y construir un dispositivo que se ajuste a los requerimientos de la empresa NOVACERO S.A., en especial a los del Taller de Máquinas Herramientas.

El supervisor del Taller de Máquinas Herramientas solicita tener un control cuando la máquina se encuentre con carga, pues el rendimiento de las máquinas no es el adecuado, ya que cada operador las maneja según su criterio. Especialmente en la noche donde nadie puede asegurar que la máquina trabajó con carga o estaba únicamente encendida.

El supervisor del área está convencido que este sistema va a mejorar la eficiencia productiva de la máquina y el rendimiento de los operadores, ya que al implementar este proyecto ellos van a determinar una carga mínima a la que debe trabajar esta máquina, si la maquina está dentro del límite cuenta el tiempo de servicio con carga o conocido como “POWER ON”

Éste torno es una máquina herramienta muy eficaz y de precisión para mecanizar y realizar grabados a piezas de revolución, como cilindrado, roscado y ranurado.

Actualmente dicha máquina se encuentra trabajando ya sea con carga o simplemente funcionando en vacío, sin contar con un dispositivo que ayude a medir su eficiencia productiva.

Aprovechando el avance tecnológico y el apoyo de las experiencias vividas en cada uno de los proyectos; se busca diseñar, construir e implementar un horómetro que cuente y registre las horas de servicio de la máquina, única y exclusivamente cuando esta tenga una carga de mejor rendimiento conocido como “POWER ON”.

Para este fin se empleará un controlador, el mismo que será el cerebro de nuestro dispositivo y deberá ser programado para que sea capaz de cumplir con los requerimientos y el control deseado.

Se empleará un sistema Interfaz Humano Máquina para visualizar los resultados del tiempo transcurrido y mensajes de aviso del dispositivo.

Este proyecto tendrá dos tipos de suministro de energía para su funcionamiento; uno será mediante la red pública y el otro mediante una red de emergencia.

La red pública o energía recibida de la sub estación de la planta, será utilizada para realizar el control del registro del proceso “POWER ON” bajo tres parámetros definidos: carga mínima, carga media y carga máxima.

La red de emergencia estará formada por un banco de baterías que entrará en funcionamiento automáticamente por un corte de energía inesperado y servirá únicamente para evitar que se borre el registro en ese instante del tiempo que la máquina estaba trabajando hasta ese instante.

Para mantener siempre operativa la red de emergencia se contará con un cargador automático de baterías.

A continuación se muestra la apariencia de cómo quedaría el panel de control una vez concluido e instalado el dispositivo.

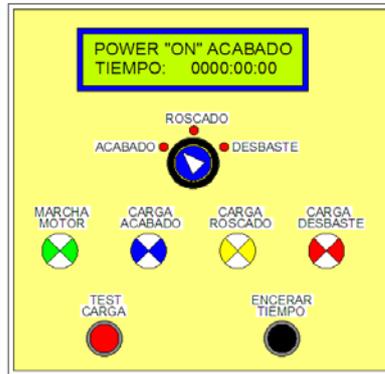


Figura 1-1: Panel
Realizado por: Edison Lema 2016

Como se puede observar el panel tendrá un selector para definir el tipo de trabajo que va a ejecutar y tendrá que aplicar manualmente la carga necesaria para lograr la eficiencia requerida, de no cumplir con la carga el contador de horas no registrará nada. Lo que significa que el operador ejecutó su trabajo pero la máquina no logró llegar a su mejor rendimiento.

Para lograr todos los objetivos planteados, la mejor respuesta se encuentra en la ACTITUD y APTITUD de los operarios u operadores.

1.4.2. Justificación Aplicativa

Mediante el empleo de técnicas locales de programación, tecnologías y elementos de fácil adquisición en el mercado se desarrollará este dispositivo que permitirá contar y registrar el tiempo de servicio con carga o conocido como "POWER ON" de una máquina. Para dicho fin se utilizará un controlador, el mismo que contendrá un programa que nos permitirá registrar el tiempo de servicio.

Con el transformador de corriente conectado a una de las líneas del motor obtendremos una señal entre 0-5A, ésta señal estará conectada al transductor el cual nos entregará una señal entre 4-20mA o entre 0-10V, la cual acondicionaremos para obtener niveles manipulables para cualquier controlador. Esta señal ingresará a nuestro controlador, será evaluada y dependiendo del valor de la señal se ejecutará nuestro programa para el registro del tiempo; si la señal no cumple con los criterios de funcionamiento del dispositivo el contador de tiempo no se ejecutará.

El tiempo de servicio registrado será mostrado en un display, en este caso un sistema Interfaz Humano Máquina. El dispositivo también contará con un sistema de advertencia y alarma para

mantenimiento preventivo de la máquina. La red de emergencia solo nos permitirá tener siempre visible y operativo el display ante un eventual corte del suministro de energía.

Con este proyecto se pretende controlar la eficiencia productiva de la máquina en tres parámetros:

- Controlar la carga efectiva en trabajos de acabado. Considerando esta carga como MÍNIMA.
- Controlar la carga efectiva en trabajos de roscado o construcción de pernos. Considerando esta carga como MEDIA.
- Controlar la carga efectiva en trabajos de corte o desbaste. Considerando esta carga como MÁXIMA.

Además, la información que se registre en el dispositivo podrá ser transmitida a un computador mediante comunicación Ethernet para que pueda ser visualizada en una página Web por el operador y/o supervisor; incluso por la gerencia.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo General

Implementar un Horómetro para el control “POWER ON” del torno DMTG en el Taller de Máquinas Herramientas de la Empresa Novacero S.A. Planta Lasso.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Realizar un análisis de los requerimientos del sistema.
- Dimensionar y seleccionar los elementos eléctricos y electrónicos que se emplearán para la construcción del dispositivo.
- Implementar una etapa de acondicionamiento de la señal de la carga del motor.
- Diseñar el sistema de control según los requerimientos.
- Implementar un HMI que permita visualizar la información y registros históricos.
- Diseñar e implementar un control mediante una página web.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Máquinas Herramientas

2.1.1. *Definición*

Una máquina herramienta es un tipo de máquina estacionaria utilizada en la industria del mecanizado para dar forma a piezas sólidas, principalmente metales (MECA FONTDE, 2015, <http://meca-fontde.com/que-es-una-maquina-herramienta/>).

Una máquina herramienta puede dar forma a materiales sólidos removiendo parte del material (torno, fresadora, amoladora, perforadora, etc.), aportando material (soldadora) o manteniendo el material (plegadoras, prensas, etc.).

2.1.2. *El torno*

El torno es la máquina herramienta más utilizada en el proceso industrial de mecanizado. Esta máquina se opera haciendo girar la pieza a mecanizar mientras una herramienta de corte es empujada en un movimiento de avance contra su superficie, la pieza va tomando forma mientras la herramienta cortante se mueve longitudinal y transversalmente respecto a su eje.

2.1.2.1. *Torno DMTG*

Es un torno de tipo paralelo que tiene la capacidad de realizar en él mismo todo tipo de trabajo de torneado, ya sea taladrado, cilindrado, refrentado, roscado, conos, ranurado, escariado, entre otros; mediante diferentes tipos de herramientas y accesorios intercambiables que se le pueden ir acoplando. La Figura 1-2 muestra las partes más importantes del torno sobre el cual se implementó el dispositivo.

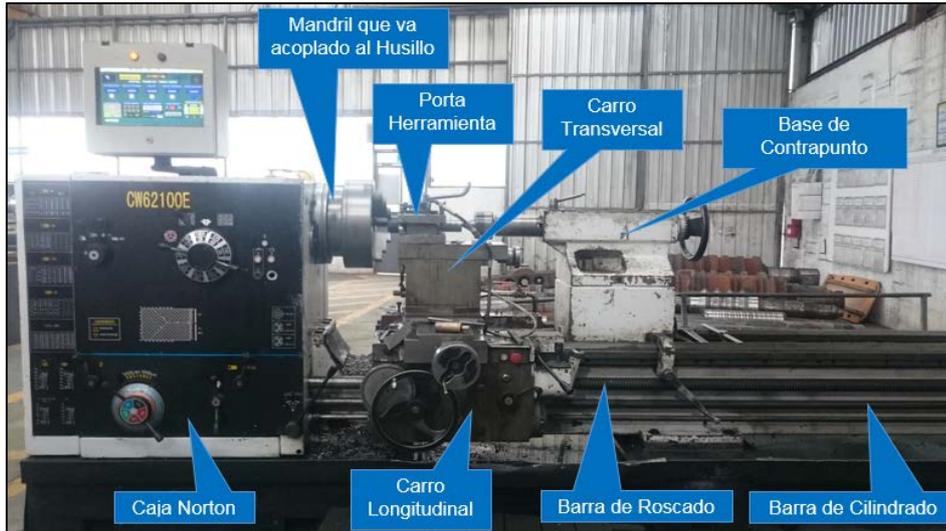


Figura 1-2: Partes del Torno DMTG
 Realizado por: Edison Lema 2016

2.1.2.2. Parámetros de torneado

El proceso de torneado tiene cuatro parámetros importantes:

- Velocidad de corte (V_c)

Se la define como la velocidad lineal en la zona que se está mecanizando. Una velocidad alta ayuda a realizar el mecanizado en menor tiempo pero el acelera el desgaste de la herramienta de corte. La velocidad de corte se expresa en metros/minuto (Barreno, 2012, <http://jjc3mecanizadonocturno.blogspot.com/p/velocidad-de-corte.html>).

Por lo general las velocidades de corte vienen establecidas en tablas de acuerdo al material de la pieza, material de herramienta de corte y tipo de trabajo u operación.

- Velocidad de rotación de la pieza (N)

Se calcula a partir de la velocidad de corte y del diámetro mayor de la pasada que se está mecanizando. Se expresa en RPM.

$$N = \frac{KV_c}{\phi\pi}$$

Donde:

N: Velocidad angular [RPM]
Ø: Diámetro de la pieza [mm]
 V_c : Velocidad de corte [mm]
K: cte.=1000

- Avance (f)

Se define como la velocidad a la que la herramienta cortante avanza sobre la superficie de la pieza que se está mecanizando. Se expresa en milímetros/revolución. El avance al igual que la velocidad de corte es un valor que viene definido en tablas.

- Profundidad de pasada

Se define como la distancia radial que abarca la herramienta cortante en cada fase del trabajo. Dicho de forma más simple, el material que se remueve en cada pasada.

2.2. El Horómetro

2.2.1. Definición

El horómetro o medidor de horas es un dispositivo encargado de registrar y medir el número de horas en que un motor o un equipo, generalmente eléctrico o mecánico ha funcionado desde la última vez que se ha inicializado el dispositivo. Son utilizados para controlar las intervenciones de mantenimiento preventivo de los equipos (Sánchez Pérez, 2012, <http://civilgeeks.com/2012/11/14/horometro-dispositivo-digital-en-maquinarias-pesadas/>).



Figura 2-2: Horómetro comercial

Fuente: http://overcontrols.com/archivos/fotos/aa00ea_lt1.jpg

El optar entre uno y otro depende de sus prestaciones y características, tales como, número de entradas y salidas, visualizador, costo, capacidad de almacenamiento y retención de datos, resistencia a factores externos y las diferentes funciones que brinden.

2.2.2. *Funcionamiento*

El horómetro es un dispositivo con o sin programación, que cuenta con un contador interno de tiempo que se va incrementando de acuerdo a la señal de entrada, la cual indica si el equipo se encuentra en funcionamiento o no. La información registrada será desplegada a través de un visualizador (Sánchez Pérez, 2012, <http://civilgeeks.com/2012/11/14/horometro-dispositivo-digital-en-maquinarias-pesadas/>).

Según el tipo y sus funcionalidades, un horómetro puede tener una o varias salidas tipo relé que se activan una vez que se haya cumplido el conteo de tiempo configurado, estas salidas son utilizadas para la activación de alarmas de tipo visual o auditiva que indican al operador que se ha cumplido el tiempo límite para la labor que es necesaria realizar. El tiempo viene expresado en horas, minutos y segundos (Sánchez Pérez, 2012, <http://civilgeeks.com/2012/11/14/horometro-dispositivo-digital-en-maquinarias-pesadas/>).

2.2.3. *Tipos de horómetros*

Actualmente en el mercado se puede encontrar horómetros de tipo: electro-mecánico y electrónico.

2.2.3.1. *Horómetro electro-mecánico*

Los horómetros (medidores de hora) de este tipo son una forma asequible de controlar el tiempo, están conectados directamente al equipo que se monitorea. Presenta el tiempo de conteo en formato de horas y pueden o no tener un pulsador para encerrar la cuenta. Los modelos vienen en alimentación continua o alterna. Su rango de visualización varía entre 0 – 99999999. Además ofrecen una alta resistencia a los golpes e impermeabilidad (EATON, s.f., <http://www.eaton.cl/conosur/ProductosSoluciones/Energia/ProductosyServicios/AutomatizacionyControl/DispositivosdeControlparaConteo/TemporizadoresyHorometros/TemporizadoresyHorometroslectromecanicos/index.htm>).



Figura 3-2: Horómetro electro-mecánico

Fuente: http://www.eaton.cl/ecm/groups/public/@pub/@electrical/documents/content/pct_361057.jpg

2.2.3.2. Horómetro electrónico

Este tipo de horómetro es una forma eficaz de supervisar el equipo debido a que tiene un sistema micro controlado que incrementa sus funciones como son: almacenamiento y retención de datos, reseteo, seteo y programación de alarmas, una serie de opciones de visualización de tiempo, entre otros. El rango de visualización de los tiempos varía de 0,1 segundos a 100.000 horas (EATON, s.f.,

<http://www.eaton.cl/conosur/ProductosSoluciones/Energia/ProductosyServicios/AutomatizacionyControl/DispositivosdeControlparaConteo/TemporizadoresyHorometros/TemporizadoresyHorometrosElectronicos/index.htm>).



Figura 4-2: Horómetro electrónico

Fuente: http://www.eaton.cl/ecm/groups/public/@pub/@electrical/documents/content/pct_361056.jpg

2.2.4. Aplicaciones

Los horómetros o medidores de hora se utilizan en aplicaciones donde se desea determinar el tiempo que lleva funcionando una máquina y así programar el mantenimiento y recambio de piezas.

2.3. Controlador Lógico Programable (PLC)

2.3.1. Definición

Un controlador lógico programable es un dispositivo que controla una máquina o un proceso y puede considerarse simplemente como una caja de control con dos filas de terminales: una para las entradas y otra para las salidas.

La NEMA (National Electrical Manufacturers Association) define al PLC como: “Un aparato electrónico operado digitalmente, que usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones para implementar funciones específicas, tales como lógica, secuenciación, registro y control de tiempos, conteo y operaciones aritméticas para controlar, a través de módulos de entrada/salida digitales (ON/OFF) o analógicos (1-5 VDC, 4-20 mA, etc.), varios tipos de máquinas o procesos” (Sánchez Murillo, 2013, <http://www.ctinmx.com/que-es-un-plc/>).



Figura 5-2: Modelos PLC (Siemens AG)

Fuente: http://artelectro.ro/nou/wp-content/uploads/2013/05/27-32_PLC_family-photo.jpg

2.3.2. Ventajas y desventajas del PLC

Ventajas:

- Fácil ampliación.
- Alta fiabilidad (robustos).
- Trabajan en condiciones adversas.
- Ocupa poco espacio en la instalación.
- Fácil mantenimiento.

- Útil para aplicaciones donde el control es complejo.
- Perfecto para instalaciones que requieran flexibilidad, ya que al ser programable existe la posibilidad de introducir modificaciones al proyecto sin cambiar ni aumentar el cableado.
- Gran capacidad de almacenamiento en el módulo de memoria.
- Pueden de detectar e indicar posibles averías.
- Puede gobernar varias máquinas.
- Es reutilizable.
- Capacidad de comunicación con otros dispositivos (PLC, variadores, HMI, etc.)
- Por lo general la programación se basa en la lógica de contactos, lo cual resulta familiar para los técnicos eléctricos (OBSERVATORIO TECNOLÓGICO, 2007, <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/gl/component/content/article/502-monografico-lenguajes-de-programacion?start=2>).

Desventajas:

- Excesivo para instalaciones pequeñas.
- El control por PLC es más costoso en comparación al control mediante relés y contactores (MONOGRÁFICO: Lenguajes de programación – Principios básicos de PLC, 2007, (OBSERVATORIO TECNOLÓGICO, 2007, <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/gl/component/content/article/502-monografico-lenguajes-de-programacion?start=2>).

2.3.3. Lenguajes de programación de los PLCs

2.3.3.1. Programa y lenguaje de programación

Un programa es básicamente un conjunto de instrucciones, sentencias, comandos y símbolos que son reconocidos e interpretados por un PLC para ejecutar una determinada secuencia de control.

Por otra parte, el lenguaje de programación permite al usuario introducir sus programas de control dentro del PLC utilizando una sintaxis y metodología establecida, estos programas son almacenados en la memoria del autómata.

2.3.3.2. Tipos de lenguajes de programación

Cada fabricante de PLCs es el encargado de diseñar y desarrollar su propio software de programación. Independientemente del fabricante un software contiene básicamente tres lenguajes de programación de acuerdo a la norma IEC y estos son: Diagrama de Contactos, Diagrama de Funciones y Lista de Instrucciones

2.3.3.3. Estándar IEC 61131-3

En un esfuerzo por la estandarización de los Controladores Lógicos Programables la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) desarrolló el estándar IEC 61131; el mismo que en su contexto consta de cinco partes, de las cuales la IEC 61131-3 hace referencia a los lenguajes de programación de los autómatas (Medina, s.f., <http://ramonmedina.name/files/universidad/plc/plc0007.pdf>).

De estos lenguajes dos son gráficos, dos basados en texto y uno orientado a objetos para la programación de los PLCs, los cuales se citan a continuación:

- Diagrama Escalera (Ladder Diagram – LD)
- Diagrama de Bloques de Función (Function Block Diagram – FBD)
- Lista de Instrucciones (Instruction List – IL)
- Texto Estructurado (Structured Text – ST)
- Gráfico Funcional de Control Etapa Transición (GRAFCET)

a) Gráfico Funcional de Control Etapa Transición (GRAFCET)

El GRAFCET surgió en 1977 como una propuesta de Telemecanique, AFCET y ADEPA para normalizar la representación de un proceso secuencial.

El GRAFCET es una técnica eficaz para desarrollar un programa en pasos secuenciales; es decir, se emplea para la programación de procesos por secuencias.

En realidad no es un lenguaje de programación, sino más bien una forma de representar la secuencia de ejecución de los distintos bloques de un programa.

El GRAFCET es un lenguaje gráfico que consta de tres elementos: etapa, transición y arco.

- Etapa

Una etapa se representa por medio de un rectángulo en cuyo interior lleva un número que lo referencia.

A cada etapa se le asocia una acción a efectuar en el sistema cuando la etapa este activa.

- Transición

Es la separación entre etapas que se representa por un segmento o línea horizontal. A cada transición se le asocia una condición lógica.

- Arco

Une una etapa con una transición y viceversa, se representa por segmentos o líneas verticales que se orientan de arriba hacia abajo. Los arcos alternan las etapas y transiciones; es decir nunca se enlazaran directamente una etapa con otra ni una transición con otra.

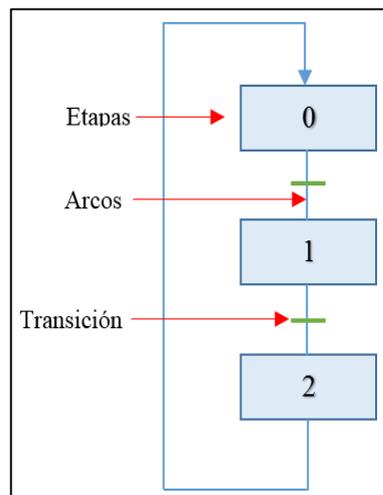


Figura 6-2: Elementos del lenguaje GRAFCET
Realizado por: Edison Lema 2016

Las etapas y transiciones se programan en cualquiera de los lenguajes normalizados según el estándar IEC 61131-3.

b) Texto Estructurado (ST)

Es un lenguaje de alto nivel basado en texto estructurado, empleado en la programación de procesos que implican cálculos y operaciones matemáticas complejas. Incluye los elementos esenciales de los lenguajes de programación modernos, incluyendo sentencias condicionales (IF-THEN-ELSE y CASE OF) y sentencias de repetición (FOR, WHILE y REPEAT) que pueden ser anidadas. Además soporta operaciones de tipo booleano (AND, OR, NOT) y datos orientados al tiempo

(UNAD, s.f.,

http://datateca.unad.edu.co/contenidos/2150512/ContenidoLinea/leccin_1633__texto_estructurado_structured_text__st.html).

```
IF... CASE... FOR... WHILE... (*...*)
OF... TO DO... DO...
2 IF #Pulsos_Segundo THEN
3   #Segundos := #Segundos + 1;
4   IF #Segundos >= 60 THEN
5     #Segundos :=0;
6     #Minutos := #Minutos + 1;
7     IF #Minutos >= 60 THEN
8       #Minutos :=0;
9       #Horas := #Horas + 1;
10    END_IF;
11  END_IF;
12 END_IF;
13 END_IF;
14
15 IF #Reset THEN
16   #Segundos :=0;
17   #Minutos :=0;
18   #Horas :=0;
19 END_IF;
```

Figura 7-2: Programación lenguaje ST
Realizado por: Edison Lema 2016

c) Lista de Instrucciones (IL)

Es un lenguaje de bajo nivel que permite optimizar el uso de memoria y el tiempo de ejecución. Se desarrolló inicialmente en Alemania y se extendió por Europa.

Es el más antiguo de los lenguajes de programación de los PLCs cuya interfaz de programación es similar al código del lenguaje ensamblador. Es el precursor del LADDER (UNAD, s.f., http://datateca.unad.edu.co/contenidos/2150512/ContenidoLinea/leccin_1634__nemnicos_o_lista_de_instrucciones_instruction_list__il.html).

```

U (
U      E      0.0
U      E      0.1
O
U      E      0.6
U      E      0.2
)
U (
O      E      0.5
O
U      E      0.4
U      E      0.3
)
=      A      2.0

```

Figura 8-2: Programación lenguaje IL

Fuente: http://wikifab.dimf.etsii.upm.es/wikifab/index.php/Imagen:07182_29.png

d) Diagrama de Bloques de Función (FBD)

Es un lenguaje gráfico que permite al usuario desarrollar programas con altos niveles de complejidad conectando bloques funcionales prediseñados. Sus instrucciones se representan mediante símbolos electrónicos o booleanos como AND (&), OR (>=), etc. (UNAD, s.f., , http://datateca.unad.edu.co/contenidos/2150512/ContenidoLinea/leccin_1632__diagrama_de_bloques_funcionales_fuccion_block_diagram__fbd.html).

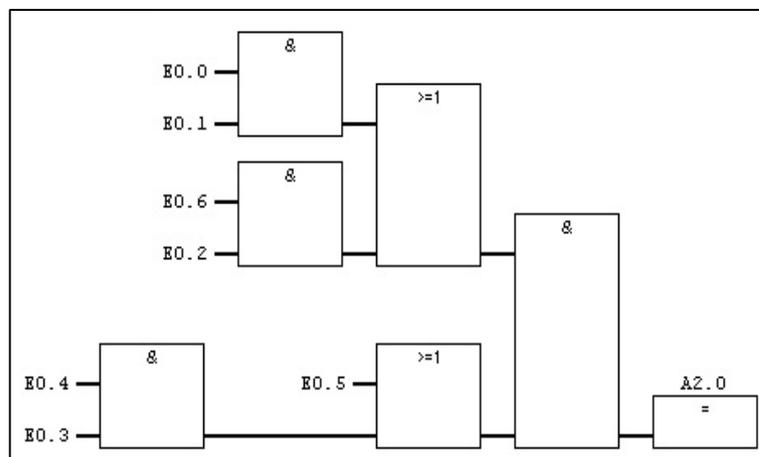


Figura 9-2: Programación lenguaje FBD

Fuente: http://wikifab.dimf.etsii.upm.es/wikifab/images/8/8c/07182_13.png

Trabajar con el diagrama de bloques de función es similar a trabajar con circuitos de puertas lógicas, la simbología empleada en ambos es equivalente.

e) Diagrama Escalera (LD)

Es de los lenguajes más antiguos desarrollado inicialmente en EEUU para representar contactos abiertos, contactos cerrados, bobinas, etc., mediante símbolos eléctricos.

También se le denomina diagrama de contactos o simplemente LADDER, debido a que está basado en los esquemas eléctricos de control clásicos con lógica de relés. La principal ventaja de este lenguaje gráfico es que los símbolos básicos vienen normalizados según las normas NEMA y son empleados por todos los fabricantes (UNAD, s.f., http://datateca.unad.edu.co/contenidos/2150512/ContenidoLinea/leccin_1635__diagrama_escalera_ladder_diagram__ld_i.html).

La Figura 10-2 muestra uno de los bloques de programación del proyecto desarrollado en lenguaje LADDER.

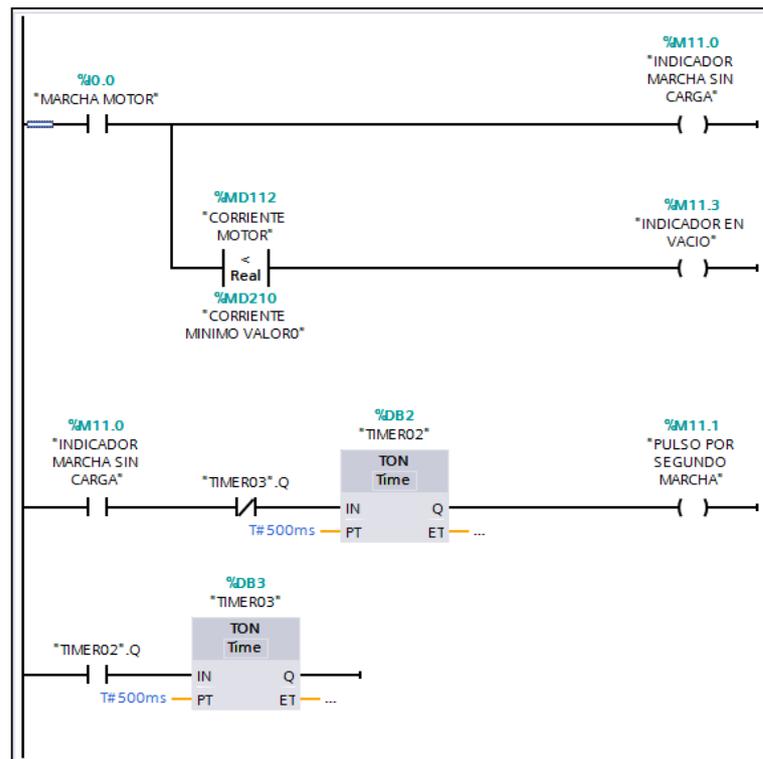


Figura 10-2: Programación lenguaje LADDER
Realizado por: Edison Lema 2016

Se le llama diagrama ESCALERA (en inglés LADDER) porque su esquema se asemeja a la una escalera, donde los rieles o líneas verticales representan la alimentación y las líneas horizontales representan los escalones, en los cuales se insertan los circuitos y bloques de control.

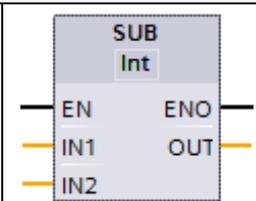
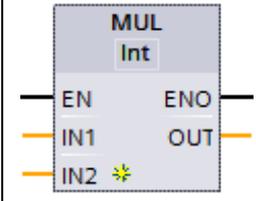
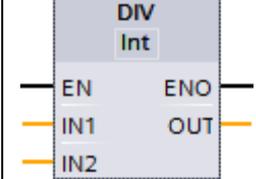
Entre las principales características que definen al lenguaje LD se pueden citar las siguientes:

- El diagrama va entre las barras o líneas de alimentación.
- A lado izquierdo se insertan los elementos de entrada (condiciones) y al derecho los de salida (acciones).
- En un escalón se pueden ingresar varios elementos de entrada y salida.
- Los elementos de entrada se pueden repetir en cualquier sección del diagrama pero la salida no, a menos que ésta sea una memoria.
- Las instrucciones que más se insertan para formar los programas son: contactos, bobinas y cuadros.
- Cada escalón puede proyectar pequeños escalones denominados ramas.

La simbología o instrucciones del lenguaje LD está normalizada para todos los controladores, lo único en lo que difieren es la apariencia de ciertos bloques como contadores, temporizadores y operadores; en la Tabla 1-2 se muestra algunos símbolos del lenguaje LD soportados por TIA Portal.

Tabla 1-2: Simbología lenguaje LADDER (TIA Portal)

Tipo	Símbolo
Contacto NA	
Contacto NC	
Bobina	
Invertir RL	
Desactivar Salida	
Activar Salida	
Igual	
Diferente	
Mayor o igual	
Menor o igual	
Sumar	

Restar	
Multiplicar	
Dividir	

Realizado por: Edison Lema 2016

2.4. Simatic S7-1200

2.4.1. Definición

El controlador modular Simatic S7-1200 forma parte de la nueva gama de productos de Siemens AG, es un PLC compacto y muy versátil para solucionar problemas sencillos de automatización y control industrial con gran precisión.



Figura 11-2: Controlador y módulos Simatic S7-1200

Fuente: http://www.construnario.com/notiweb/noticias_imagenes/42000/42818_1.jpg

2.4.2. Características generales del Simatic S7-1200

El controlador Simatic S7-1200 pone a disposición las siguientes características técnicas:

- Alta capacidad de procesamiento. Cálculo de 64 bits.
- Interfaz Ethernet/PROFINET integrado.
- Velocidad de transferencia de datos de 10 a 100Mbits/s.
- Soporta los protocolos PROFIBUS, Modbus, USS, GSM, GPRS y AS-i.
- Capacidad de ampliación:
 - Hasta 3 módulos de comunicación.
 - 1 Signal Board.
 - Módulos de señal (Max. depende del tipo de CPU)
- Entradas y Salidas integradas.
 - Entradas Digitales (DI) a 24VDC.
 - Salidas Digitales (DO) tipo relé.
 - Entradas Analógicas (AI) de voltaje.
- Contadores rápidos integrados.
- WebServer.
- Datalogging.
- Lazos PID.
- Bloques de función para control de ejes conforme a PLCopen.
- Utiliza el software STEP 7 Basic V13 para la configuración y programación del PLC y los paneles de la gama Simatic Basic Panels (SIEMENS, 2016, http://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores_modulares/controlador_basico_s71200/pages/s7-1200.aspx).

El sistema S7-1200 incorpora 5 modelos diferentes de CPU (CPU 1211C, CPU 1212C, CPU 1214C, CPU 1215C y CPU 1217C) los cuales pueden expandirse de acuerdo a las necesidades y requerimientos del usuario; de modo que la ampliación de módulos de comunicación será por el lado izquierdo del controlador mientras que la ampliación de módulos de E/S digitales y analógicas será por el lado derecho.

El CPU 1211C no tiene capacidad de ampliar módulos de señal, el CPU 1212C acepta hasta 2 módulos y los CPU 1214C, 1215C, 1217C permiten ampliarse hasta con 8 módulos de señal.

2.4.3. Software de programación Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal)

2.4.3.1. Introducción

TIA Portal o STEP7 Basic es un software de programación que proporciona un entorno amigable para desarrollar y editar programas de control basados en controladores (PLC) y dispositivos HMI de forma rápida, fácil y eficiente.

Además cuenta con herramientas que facilitan la configuración de dispositivos (PLC y HMI), periféricos, módulos de ampliación, comunicaciones por red, etc.

TIA Portal soporta tres lenguajes de programación: KOP, FUP y SCL.

- KOP (Esquema de Contactos).- Su representación se basa en los esquemas de circuitos.
- FUP (Diagrama de Funciones).- Su representación se basa en símbolos lógicos del algebra booleana.
- SCL (Lenguaje de Control Estructurado).- Su representación se basa en texto e instrucciones de alto nivel.

2.4.3.2. Vistas de trabajo

TIA Portal ofrece dos vistas para acceder fácilmente a determinadas áreas del trabajo: vista del portal y vista del proyecto.

- Vista del portal

Muestra una serie de portales con las diferentes tareas del proyecto. Cada tarea tiene asociada un grupo de acciones.

La Figura 12-2 muestra la vista del portal con sus partes más importantes: (1) Portales para las tareas, (2) Acciones asociadas al portal seleccionado, (3) Ventana de selección de la acción elegida, (4) Cambiar a vista del proyecto y (5) Proyecto abierto.

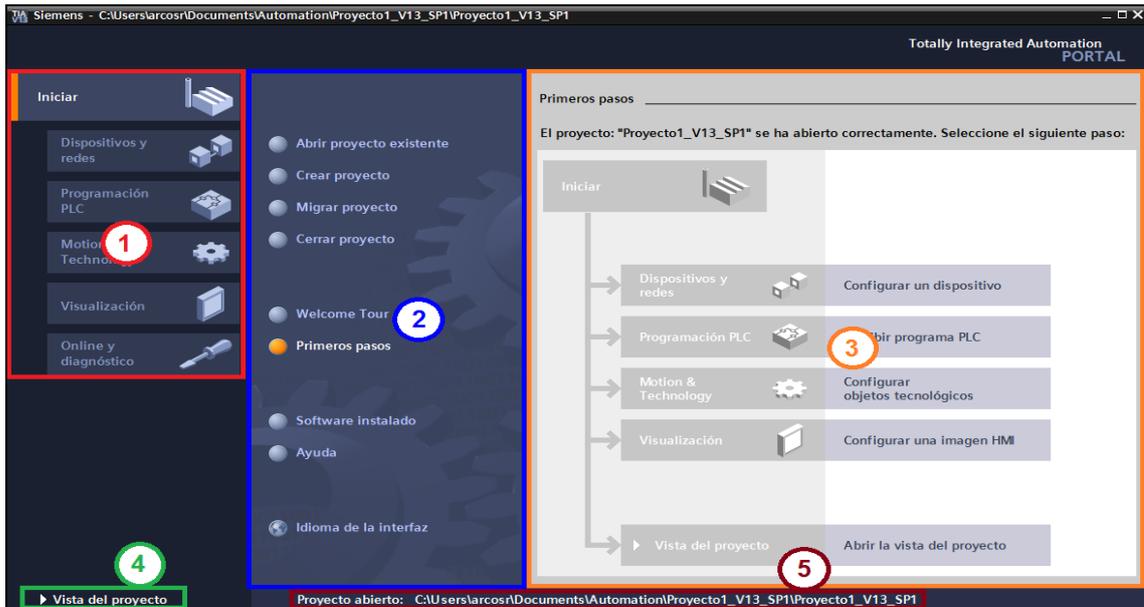


Figura 12-2: Partes de la vista del portal

Realizado por: Edison Lema 2016

- Vista del proyecto

Muestra una vista estructurada de todos los componentes del proyecto, áreas de trabajo y editores.

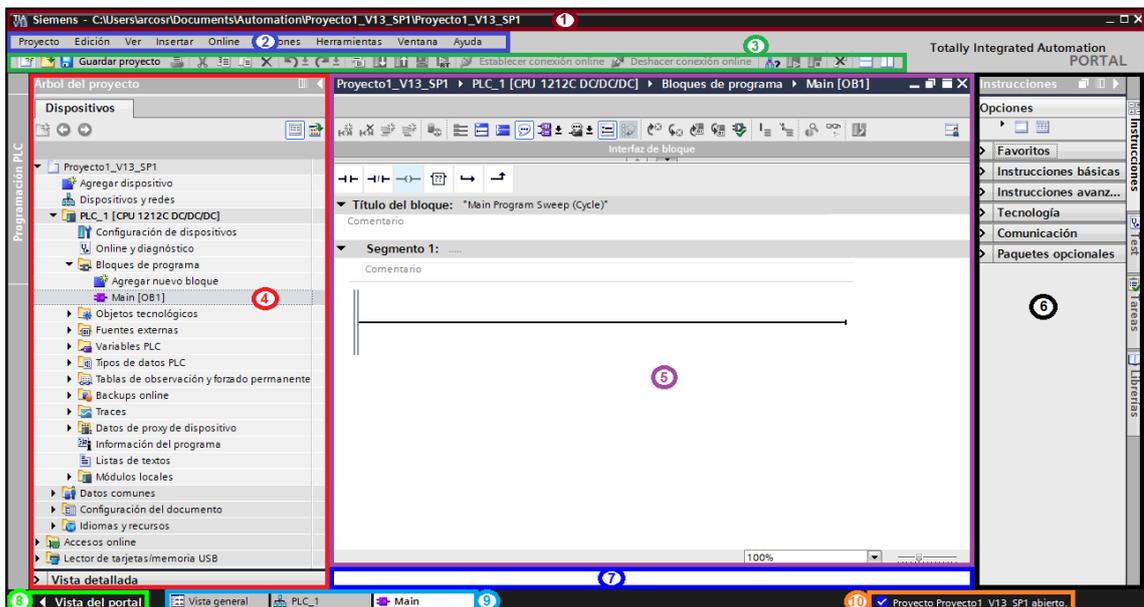


Figura 13-2: Partes de la vista del proyecto

Realizado por: Edison Lema 2016

En la Figura 13-2 se aprecia la vista del proyecto con sus partes más importantes entre las cuales destacan: las barras de título (1), menú (2), herramientas (3), árbol de proyecto (4), espacio de

trabajo (5), área de instrucciones (6), área de resultados de compilación (7), retorno a la vista del portal (8), ventanas abiertas (9), área de indicador de progreso tras la compilación (10).

2.4.4. Principios básicos del PLC Simatic S7-1200

2.4.4.1. Partes del Simatic S7-1200

De entre todos los modelos del S7-1200 se optó por utilizar el CPU 1214C, el mismo que tiene incorporado un microprocesador, (1) entrada de alimentación AC y una fuente de 24VDC integrada, (2) E/S digitales, (3) entradas analógicas integradas, (4) leds para el estado operativo del PLC y las E/S digitales integradas, (5) puerto de comunicaciones TCP/IP, (6) regleta de borneras para las conexiones, (7) ranura para insertar la Memory Card; todo esto en una carcasa compacta que en conjunto forma un potente controlador.

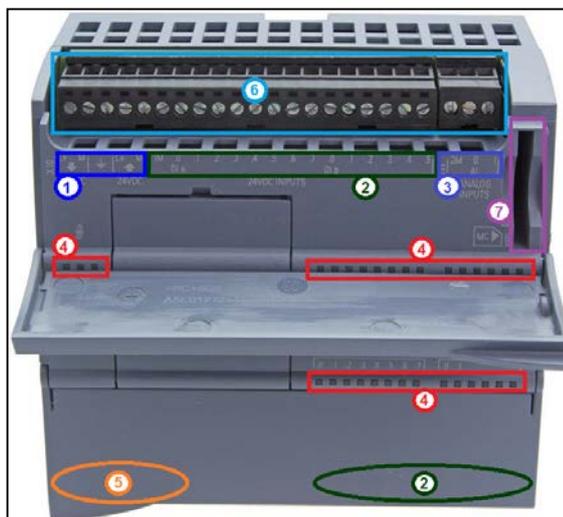


Figura 14-2: Partes del CPU 1214C
Realizado por: Edison Lema 2016

2.4.4.2. Estados operativos del Simatic S7-1200

Los estados operativos del PLC son:

- STOP (PARADA), El PLC no ejecuta el programa y se puede cargar un nuevo proyecto.
- RUN (FUNCIONAMIENTO), el programa se ejecuta cíclicamente. Durante este estado no se puede cargar ningún proyecto al PLC.
- STARTUP (ARRANQUE), el PLC efectúa un arranque.

El PLC incorpora leds de estado en la parte delantera; el led de estado RUN/STOP emite una luz amarilla para indicar el estado STOP, una luz verde para el RUN y una luz intermitente para STARTUP. El led de estado ERROR emite una luz roja para indicar que existe una avería. El led de estado MAINT deja de emitir una luz amarilla para indicar que es necesario un trabajo de mantenimiento (SIEMENS, 2012, p. 31).

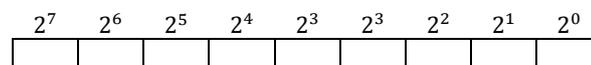


Figura 15-2: Leds de estados operativos del S7-1200
Realizado por: Edison Lema 2016

2.4.4.3. Direccionamiento del Simatic S7-1200

El direccionamiento consiste en asignar una dirección o indicación a una entrada, salida o memoria (marca) en el programa de usuario.

El bit es la unidad más pequeña de información de un sistema digital, el cual es capaz de almacenar entre dos posibles estados: 0 (Falso) y 1 (Verdadero). La CPU organiza los bits de datos en grupos, un grupo de 8 bits forma un byte. Cada bit está definido por una posición propia y una dirección específica. Cada bit tiene una dirección de byte y direcciones de bit que van del 0 al 7.



Un grupo de 2 bytes forma una palabra. Un grupo de 4 bytes forma una doble palabra.

Para el Simatic S7-1200 el direccionamiento consta de 4 elementos: %XY.Z

Donde:

% Es un indicador de dirección.

X Representa el tipo de dirección (Entrada=I, Salida=Q, M=Memoria)

- Y Representa la dirección de byte.
- Z Representa la dirección de bit.

A continuación se muestra un ejemplo del direccionamiento de una entrada, salida y memoria digital, respectivamente.

%I0.3 %Q0.4 %M0.0

2.4.4.4. Tipos de datos

Cada tipo de dato tiene asociado un tamaño y rango establecido. El controlador Simatic S7-1200 trabaja con tipos de datos que le permiten representar distintos datos numéricos; el tipo de dato a elegir dependerá de la dimensión o rango del dato que se va a almacenar.

La Tabla 2-2 muestra los diferentes tipos de datos soportados por el controlador S7-1200.

Tabla 2-2: Tipos de datos del S7-1200

Tipo de dato	Tamaño (bits)	Rango	Ejemplo
Bool	1	0,1	TRUE, FALSE, 0, 1
Byte	8	16#00 a 16#FF	16#12, 16#AB
Word	16	16#0000 a 16#FFFF	16#ABCD, 16#0001
DWord	32	16#00000000 a 16#FFFFFFFF	16#02468ACE
Char	8	16#00 a 16#FF	"A", "r", "@"
Sint	8	-128 a 127	123, -123
Int	16	-32768 a 32768	123, -123
DInt	32	-2147483648 a 2147483647	123, -123
USInt	8	0 a 255	123
UInt	16	0 a 65535	123
UDInt	32	0 a 4294967295	123
Real	32	+/-1,18x10 ⁻³⁸ a +/-3,40x10 ³⁸	123456, -3, 4, -1, 2E+12
LReal	64	+/-2,23x10 ⁻³⁰⁸ a +/-1,79x10 ³⁰⁸	123456,123456789 -1,2E+40
Time	32	T#-24d_20h_31m_23s_648ms T#24d_20h_31m_23s_647ms	a T#5m_30s 5#-2d T#1d_2h_15m_30s_45ms
String	Variable	0 a 254 caracteres en tamaño de bytes	"ABC"

Fuente: Manual SIMATIC S7 Controlador programable S7-1200

2.4.5. Instrucciones básicas

El software TIA Portal proporciona un sinnúmero de instrucciones y herramientas para la programación del Simatic S7-1200. Para el desarrollo del presente trabajo fue necesaria la utilización de instrucciones básicas tales como las orientadas a bits, temporizadores, contadores, funciones matemáticas, comparaciones, etc.

2.4.5.1. Instrucciones lógicas con bits

Las instrucciones orientadas a bits son utilizadas para procesar lógica booleana.

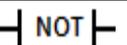
Los parámetros son: IN, OUT y M_BIT.

IN Es la dirección del bit asignado a una entrada (Para contactos).

OUT Es la dirección del bit asignado a una salida (Para bobinas).

M_BIT Es la marca en donde se almacena el estado anterior de IN (Para consultar flancos).

Tabla 3-2: Instrucciones orientadas a bits

Contactos	Símbolo	Descripción
NA		El contacto se activa (cierra) cuando el valor del bit asignado es 1.
NC		El contacto se activa (abre) cuando el valor del bit asignado es 1.
NOT		Invierte el estado de la entrada de flujo de corriente.
Negative		El contacto se activa al detectar un flanco descendente.
Positive		El contacto se activa al detectar un flanco ascendente.
Asignación		Escribe un valor en un bit de salida.
Negar Asignación		Niega el valor del bit de salida.
Reset		Pone el valor del bit de salida a 0.
Set		Pone el valor del bit de salida a 1. El bit permanecerá activo hasta recibir un Reset.

Realizado por: Edison Lema 2016

2.4.5.2. Instrucciones de temporización

Las instrucciones con temporizadores se emplean para crear retardos de tiempo con una duración predeterminada.

Los parámetros son: IN, PT, Q, ET y R.

IN Es la entrada para activar el temporizador.

PT Es la entrada para establecer un tiempo de retardo.

Q Es la salida del temporizador, se activa al cumplirse el tiempo establecido en PT.

ET Es la salida que indica el tiempo transcurrido.

R Es la entrada para inicializar el tiempo transcurrido (Sólo en TONR).

Tabla 4-2: Instrucciones con temporizadores

Temporizador	Símbolo	Descripción
Impulso	<p>The symbol for TP (On-Delay Timer) consists of a rectangular box with 'TP' at the top and 'Time' below it. On the left side, there is a horizontal line labeled 'IN'. On the right side, there is a horizontal line labeled 'Q'. Below the box, there are two horizontal lines: a top one labeled 'PT' and a bottom one labeled 'ET'.</p>	Activa la salida Q durante el tiempo programado en PT.
Retardo a la conexión	<p>The symbol for TON (On-Delay Timer) is similar to TP, with 'TON' at the top and 'Time' below it. It has an 'IN' input on the left and a 'Q' output on the right. Below the box, there are two horizontal lines: a top one labeled 'PT' and a bottom one labeled 'ET'.</p>	Retarda la activación de la salida Q por un tiempo programado en PT.
Retardo a la desconexión	<p>The symbol for TOF (Off-Delay Timer) is similar to TP, with 'TOF' at the top and 'Time' below it. It has an 'IN' input on the left and a 'Q' output on the right. Below the box, there are two horizontal lines: a top one labeled 'PT' and a bottom one labeled 'ET'.</p>	Retarda la desactivación de la salida Q por el tiempo programado en PT.
Acumulador de tiempo	<p>The symbol for TONR (Retentive On-Delay Timer) is similar to TON, with 'TONR' at the top and 'Time' below it. It has an 'IN' input on the left, a 'Q' output on the right, and an additional 'R' input on the left side below the 'IN' line. Below the box, there are two horizontal lines: a top one labeled 'PT' and a bottom one labeled 'ET'.</p>	Funciona igual que el TON con la diferencia que acumula el tiempo transcurrido a lo largo de varios periodos de temporización. El tiempo se resetea al activarse R.

Realizado por: Edison Lema 2016

2.4.5.3. Instrucciones con contadores

Las instrucciones con contadores se utilizan para el conteo de eventos internos y externos, para conservar sus datos utilizan una estructura de almacenamiento basada en DB.

Sus parámetros son: CU, CD, R, LD, PV, Q, CV, QU, QD.

- CU Entrada de contaje ascendente en incrementos de 1.
- CD Entrada de contaje descendente en decrementos de 1.
- R Inicializa el contador.
- LD Control de carga del valor predeterminado.
- PV Valor de contaje predeterminado.
- CV Valor de contaje actual.
- Q, QU, QD Salidas de los contadores.

Tabla 5-2: Instrucciones con contadores

Contador	Símbolo	Descripción
Ascendente		Se incrementa cuando el valor de CU cambia de 0 a 1. La salida Q se activa cuando $CV \geq PV$. El contador se inicializa ($CV=0$) cuando R cambia de 0 a 1.
Descendente		Se decrementa cuando el valor de CD cambia de 0 a 1. La salida Q se activa cuando $CV \leq 0$. El valor de PV se carga en CV cuando LD cambia de 0 a 1.
Ascendente / Descendente		Se incrementa/decrementa cuando el valor de CU/CD cambia de 0 a 1. QU se activa cuando $CV \geq PV$ y QD se activa cuando $CV \leq 0$. Cuando R y LD cambian de 0 a 1 ponen $CV=0$ y $CV=PV$, respectivamente.

Realizado por: Edison Lema 2016

Los contadores CTU, CTD y CTUD están limitados por la frecuencia de ejecución del OB en el que están contenidos; es decir, no son los más adecuados para el conteo de eventos con frecuencias mayores a la ejecución del OB puesto que no serían capaces de detectar todas las transiciones en sus entradas

2.4.5.4. Instrucciones de comparación

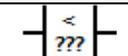
Estas instrucciones permiten comparar los valores de dos datos del mismo tipo, si la comparación es verdadera el contacto de la instrucción se activa (se cierra). Estas instrucciones cuentan con tres parámetros: IN1, IN2 y ???.

IN1, IN2 Son los valores de entrada a compararse.

??? Es el tipo de dato de los parámetros de entrada.

Tabla 6-2: Instrucciones de comparación

Tipo de relación	Símbolo	Descripción
Igual		El contacto se activa si IN1 es igual a IN2.
Diferente		El contacto se activa si IN1 es diferente a IN2.
Mayor o igual		El contacto se activa si IN1 es mayor o igual a IN2.
Menor o igual		El contacto se activa si IN1 es menor o igual a IN2.
Mayor		El contacto se activa si IN1 es mayor que IN2.

Menor		El contacto se activa si IN1 es menor que IN2.
-------	---	--

Realizado por: Edison Lema 2016

Los tipos de datos que admiten estas instrucciones son: Sint, Int, Dint, USInt, UInt, UDInt, Real, LReal, String, Char, Time, DTL y Constante.

2.4.5.5. Instrucciones de relación de rango

Comprueban si un valor de entrada se encuentra dentro o fuera de un rango de valores predeterminado. Tienen cuatro parámetros: “MIN”, “VAL”, “MAX” y “???”.

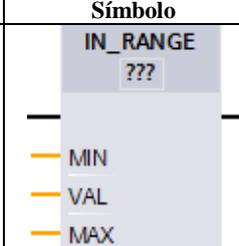
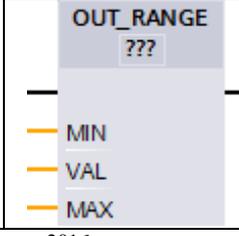
MIN Es el valor del límite inferior del rango a comparar.

MAX Es el valor del límite superior del rango a comparar.

VAL Es el valor de la entrada a comparar.

??? Es el tipo de dato de los parámetros de entrada.

Tabla 7-2: Instrucciones de relación de rango

Tipo de relación	Símbolo	Descripción
IN_RANGE		El contacto se activa si VAL se encuentra dentro del rango predeterminado. Es decir, si se cumple que: $MIN \leq VAL \leq MAX$.
OUT_RANGE		El contacto se activa si VAL se encuentra fuera del rango predeterminado. Es decir, si se cumple que: $VAL < MIN$ o $VAL > MAX$.

Realizado por: Edison Lema 2016

Los tipos de datos que admiten estas instrucciones son: Sint, Int, Dint, USInt, UInt, UDInt, Real, LReal y Constantes.

2.4.5.6. Funciones matemáticas

Las instrucciones matemáticas permiten realizar operaciones de cálculo y conversión.

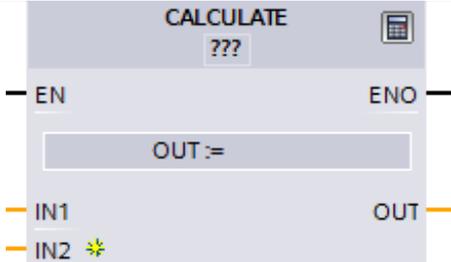
- Instrucción CALCULATE

La instrucción CALCULATE crea una función matemática de n entradas y una salida.

Los parámetros son: EN, ENO, IN1, IN2, ... INn, OUT y ???.

- EN Debe ser habilitada para ejecutar la instrucción.
- ENO Se habilita al realizarse correctamente las operaciones individuales.
- IN1, IN2, ...INn Son los valores de entrada de la función.
- OUT Es el valor de salida de la función.
- ??? Es el tipo de dato de los parámetros de entrada y salida.

Tabla 8-2: Instrucción CALCULATE

Función	Símbolo	Descripción
CALCULATE		Crea/edita una función matemática dando clic en el icono de la calculadora (esquina superior derecha). Para añadir una entrada dar clic sobre el icono de la estrella amarilla (última entrada).

Realizado por: Edison Lema 2016

Los tipos de datos que admite esta instrucción son: Sint, Int, Dint, USInt, UInt, UInt, Real, LReal, Byte, Word y DWord.

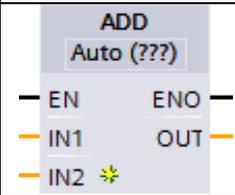
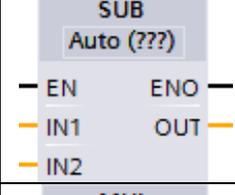
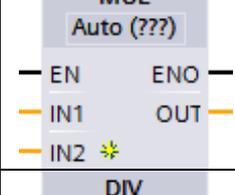
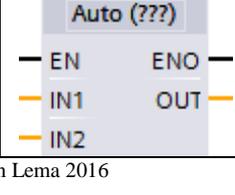
- Instrucciones para operaciones básicas

Estas instrucciones permiten realizar operaciones básicas de suma, resta, multiplicación y división.

Tienen seis parámetros: EN, ENO, IN1, IN2, OUT y ???.

- EN Debe ser habilitada para que la instrucción realice la operación indicada.
- ENO Se activa al finalizar correctamente la operación.
- IN1 Es el valor del primer operando.
- IN2 Es el valor del segundo operando.
- OUT Es el valor del resultado de la operación.
- ??? Es el tipo de dato de los parámetros de entrada y salida.

Tabla 9-2: Instrucciones operaciones básicas

Función	Símbolo	Descripción
ADD		Realiza la operación de suma entre los operandos IN1, IN2 y el resultado se deposita en OUT (IN1+IN2=OUT).
SUB		Realiza la operación de resta entre los operandos IN, IN2 y el resultado se deposita en OUT (IN1-IN2=OUT).
MUL		Realiza la operación de multiplicación entre los operandos IN1, IN2 y el resultado se deposita en OUT (IN1*IN2=OUT).
DIV		Realiza la operación de división entre los operandos IN1, IN2 y el resultado se deposita en OUT (IN1/IN2=OUT).

Realizado por: Edison Lema 2016

Aunque por defecto las cuatro instrucciones cuentan con dos entradas, las instrucciones ADD y MUL tienen la capacidad de aumentar el número de sus entradas. Para añadir una entrada dar clic sobre la estrella amarilla.

Los tipos de datos de entrada que admiten estas instrucciones son: Sint, Int, Dint, USInt, UInt, UDInt, Real, LReal y Constante. Para la salida se admiten los mismos a excepción de Constante.

- Instrucción MOD

La instrucción MOD obtiene el resto de una división, es decir; su parte decimal. Tiene seis parámetros: EN, ENO, IN1, IN2, OUT y ???.

EN Debe ser habilitada para realizar la operación con los valores de entrada.

ENO Se activa al finalizar correctamente la operación.

IN1, IN2 Es el valor del primero y segundo operando, respectivamente.

OUT Es el valor del resultado de la operación MOD.

??? Es el tipo de dato de los parámetros de entrada y salida.

Tabla 10-2: Instrucción MOD

Función	Símbolo	Descripción
MOD		El valor de IN1 se divide para IN2 y el resultado se deposita en la salida OUT.

Realizado por: Edison Lema 2016

Los tipos de datos de entrada que admite esta instrucción son: Sint, Int, Dint, USInt, UInt, UDIInt y Constante. Para la salida se admiten los mismos a excepción de Constante.

- Instrucción MIN y MAX

Las instrucciones MIN y MAX permiten determinar el menor y mayor de entre un grupo de valores. Tiene seis parámetros: EN, ENO, IN1, IN2, OUT y ???.

- EN Debe ser habilitada para realizar la operación con los valores de entrada.
- ENO Se activa al finalizar correctamente la operación.
- IN1 Es el primer valor a comparar.
- IN2 Es el segundo valor a comparar.
- OUT Es el valor del resultado de la comparación.
- ??? Es el tipo de dato de los parámetros de entrada y salida.

Tabla 11-2: Instrucciones MIN y MAX

Función	Símbolo	Descripción
MIN		Compara el valor de IN1 y IN2 y asigna el valor menor a OUT.
MAX		Compara el valor de IN1 y IN2 asigna el valor mayor a OUT.

Realizado por: Edison Lema 2016

Ambas instrucciones tienen por defecto dos entradas y una salida pero se pueden extender a 32 entradas. Para añadir una entrada dar clic sobre la estrella amarilla.

Los tipos de datos de entrada que admiten estas instrucciones son: Sint, Int, Dint, USInt, UInt, UDIInt, Real, LReal y Constante. Para la salida se admiten los mismos a excepción de Constante.

- Instrucciones matemáticas con coma flotante

Las instrucciones en coma flotante sirven para desarrollar operaciones matemáticas utilizando los tipos de datos Real o LReal. Los parámetros son: EN, ENO, IN, OUT y ???.

EN Debe ser habilitada para realizar la operación con el/los valor/valores de entrada.

ENO Se activa al finalizar correctamente la operación.

IN Es el valor de la entrada.

IN1 Es el valor del primer operando (EXPT).

IN2 Es el valor del segundo operando (EXPT).

OUT Es el valor del resultado de la operación.

??? Es el tipo de dato de los parámetros de entrada y salida.

Tabla 12-2: Instrucciones matemáticas de coma flotante

Función	Símbolo	Descripción
SQR		Calcula el cuadrado de la entrada IN y almacena el resultado en la salida OUT.
SQRT		Calcula la raíz cuadrada de la entrada IN y almacena el resultado en la salida OUT.
LN		Calcula el logaritmo natural de la entrada IN y almacena el resultado en la salida OUT.
EXP		Calcula el exponencial de la entrada IN y almacena el resultado en la salida OUT.
EXPT		Eleva el valor de IN1 al exponente IN2 y almacena el resultado en la salida OUT.
FRAC		Determina los decimales de la entrada IN y almacena el resultado en la salida OUT.

SIN		Calcula el valor seno de la entrada IN y almacena el resultado en la salida OUT.
ASIN		Calcula el valor arcoseno de la entrada IN y almacena el resultado en la salida OUT.
COS		Calcula el valor coseno de la entrada IN y almacena el resultado en la salida OUT.
ACOS		Calcula el valor arcocoseno de la entrada IN y almacena el resultado en la salida OUT.
TAN		Calcula el valor tangente de la entrada IN y almacena el resultado en la salida OUT.
ATAN		Calcula el valor arcotangente de la entrada IN y almacena el resultado en la salida OUT.

Realizado por: Edison Lema 2016

Los tipos de datos de entrada que admiten estas instrucciones son: Real, LReal y Constante para IN, IN1. Sint, Int, Dint, USInt, UInt, UDIInt, Real, LReal y Constante para IN2. Para la salida admiten Real y LReal

2.4.5.7. Instrucciones de transferencia

Las instrucciones de transferencia permiten copiar elementos de datos en otra dirección de memoria y convertir un tipo de dato en otro.

Los parámetros son: EN, ENO, IN, COUNT y OUT.

EN Debe ser habilitada para realizar la operación con el/los valor/valores de entrada.

ENO Se activa al finalizar correctamente la operación.

IN Es el valor de la entrada.

COUNT Indica el número de elementos a copiar (MOVE_BLK y UMOVE_BLK).

OUT Es el valor copiado de la entrada.

Tabla 13-2: Instrucciones de transferencia

Función	Símbolo	Descripción
MOVE		Copia el valor del operando de la entrada IN en el operando de salida OUT.
MOVE_BLK		Copia el contenido de un área de memoria en otra.
UMOVE_BLK		Copia el contenido de un área de memoria sin interrupciones en otra.

Realizado por: Edison Lema 2016

La instrucción MOVE tiene por defecto una entrada y una salida pero se puede aumentar el número de salidas; es decir copiar el dato de entrada a más salidas. Para añadir una salida dar clic sobre la estrella amarilla.

Los tipos de datos de entrada que admite esta instrucción son: Sint, Int, Dint, USInt, UInt, UDIInt, Real, LReal, Byte, Word, DWord, Char, Array, Struct, DTL, Time y Constante. Para la salida se admiten los mismos a excepción de Constante

2.4.5.8. Instrucciones de conversión

Las instrucciones de conversión permiten redondear y pasar un número de un formato otro.

Los parámetros son: EN, ENO, IN, OUT y ???.

- EN Debe ser habilitada para realizar la conversión del valor de entrada.
- ENO Se activa al finalizar correctamente la conversión.
- IN Es el valor de la entrada.
- OUT Es el valor de entrada convertido a otro tipo de dato.
- ??? Es el tipo de dato de los parámetros de entrada y salida.

Tabla 14-2: Instrucciones de conversión

Función	Símbolo	Descripción
CONV		Convierte un elemento de un tipo de dato a otro.
ROUND		Convierte un número real a entero. El número se redondea al entero más cercano.
TRUNC		Convierte un número real a entero. La parte decimal del número real se trunca a cero.
CEIL		Convierte un número real a entero. La parte decimal del número real se redondea al número entero mayor.
FLOOR		Convierte un número real a entero. La parte decimal del número real se redondea al siguiente número entero menor.

Realizado por: Edison Lema 2016

2.4.5.9. Instrucción CTRL_HSC

Los Contadores Rápidos (HSC, High Speed Counter) facilitan el conteo de los eventos que se producen mucho más rápido que la frecuencia de ejecución de un OB.

La instrucción CTRL_HSC permite controlar los contadores rápidos, uno de los recursos incorporados en el Simatic S7-1200, cargando para ello valores nuevos en los contadores.

Cuenta con los siguientes parámetros: EN, ENO, HSC, DIR, CV, RV, PERIOD, NEW_DIR, NEW_CV, NEW_RV, NEW_PERIOD, BUSY y STATUS.

- EN Debe ser habilitada para ejecutar el contador rápido.
- ENO Se activa al finalizar correctamente la operación.
- HSC Identificador del hardware del contador rápido.
- DIR Entrada de habilitación de un nuevo sentido de conteo.
- CV Entrada de habilitación de un nuevo valor de conteo.
- RV Entrada de habilitación de un nuevo valor de referencia.

PERIOD	Entrada de habitación de un nuevo periodo de medición de frecuencia.
NEW_DIR	Si es DIR es TRUE se carga el sentido de conteo actual (1=adelante y -1=atrás).
NEW_CV	Si es CV es TRUE se carga el valor de conteo actual.
NEW_RV	Si es RV es TRUE se carga el valor referencia actual.
NEW_PERIODS	Si PERIOD es TRUE se carga el periodo de medición de frecuencia actual.
BUSY	Indica el estado de ejecución.
STATUS	Indica el estado de la operación.

Tabla 15-2: Instrucción CTRL_HSC

Función	Símbolo	Descripción	
CTRL_HSC	CTRL_HSC	Parametriza y controla los contadores rápidos soportados por el S7-1200.	
	EN		ENO
	HSC		BUSY
	DIR		STATUS
	CV		
	RV		
	PERIOD		
	NEW_DIR		
	NEW_CV		
	NEW_RV		
	NEW_PERIOD		

Realizado por: Edison Lema 2016

2.5. LabVIEW

2.5.1. Introducción

LabVIEW es el acrónimo de Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench. Es un lenguaje y a la vez un entorno de programación gráfica en el que se pueden crear aplicaciones de forma rápida y sencilla (Lajara Vizcaíno & Pelegrí Sebastián, 2007, p. 3).

LabVIEW es un lenguaje de programación gráfica (G) que utiliza un modelo de flujo de datos en lugar de líneas secuenciales de código de texto, lo que le permite escribir código funcional utilizando un diseño visual que se asemeja a su proceso de pensamiento (National Instrument, 2016, <http://www.ni.com/labview/esa/>).

2.5.2. Aplicaciones

- Adquisición de datos y procesamiento de señales.
- Control de instrumentos.

- Automatización de sistemas.
- Desarrollo de sistemas embebidos de monitoreo y control.
- Registro de datos y generación de reportes.

2.5.3. Beneficios

- Reduce la complejidad.
- Permite la integración con cualquier tipo de hardware.
- Facilita el desarrollo de interfaces de usuario personalizadas.
- Cuenta con una amplia gama de herramientas para el análisis y procesamiento de señales.
- Ofrece una potente ejecución de hilos múltiples.
- Permite registrar, presentar y compartir resultados.
- Posee su propio servidor para publicar datos en la web.

2.5.4. Entorno

Las aplicaciones desarrolladas en LabVIEW se denominan instrumentos virtuales o VIs, la razón se debe a que su apariencia y operación son similares instrumentos físicos como osciloscopios y multímetros (National Instrument, 2014, <http://www.ni.com/getting-started/labview-basics/esa/environment>).

Al momento de crear un nuevo VI se puede identificar dos ventanas principales: la del panel frontal y la del diagrama de bloques.

2.5.4.1. Panel frontal

El panel frontal permite realizar la presentación que el usuario final verá, en él se colocan todos los diferentes elementos que permiten el intercambio de información entre el programa y la persona que ejecutará la aplicación (Ramírez & Felipe, 2014, p. 8).



Figura 16-2: Panel frontal
Realizado por: Edison Lema 2016

- Controles e indicadores

Se encuentran disponibles en el panel frontal y básicamente se utilizan para diseñar la interfaz de usuario. Pueden ser utilizados en un panel frontal como un medio para transmitir entradas y recibir salidas cuando se llama al VI desde otro diagrama de bloques. Los controles definen las entradas y los indicadores muestran las salidas de la interfaz de usuario (National Instrument, 2014, <http://www.ni.com/getting-started/labview-basics/esa/environment>).

Los botones, perillas, deslizadores y secuencias son controles permiten simular los señales de entrada de los instrumentos y enviar datos/información al diagrama de bloques del VI. Las gráficas, tablas, leds y secuencias de estado son indicadores que simulan las señales de salida de los instrumentos y muestran los datos generados en el diagrama de bloques (National Instrument, 2014, <http://www.ni.com/getting-started/labview-basics/esa/environment>).

2.5.4.2. Diagrama de bloques

El diagrama de bloques contiene el código del programa. Por medio del lenguaje gráfico se dibuja el algoritmo que procesa la información que se adquiere por medio del panel frontal (Ramírez & Felipe, 2014, p. 8).

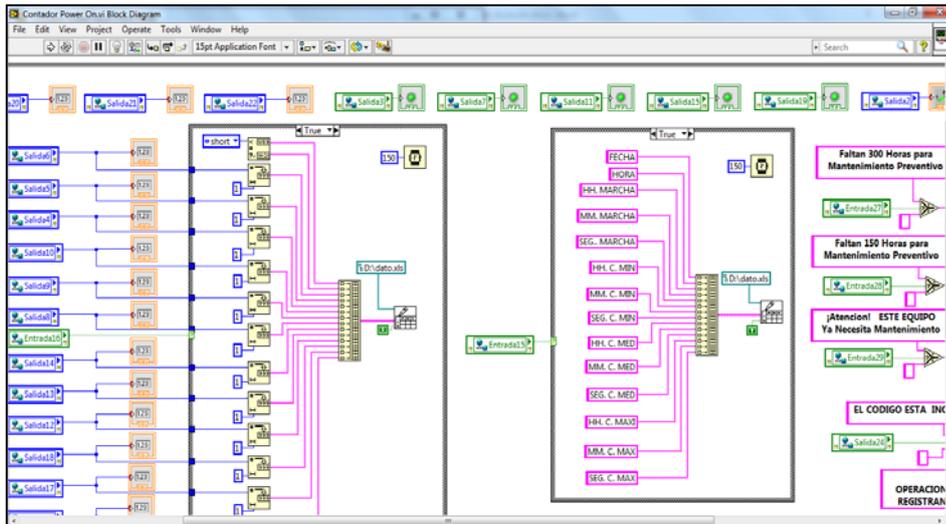


Figura 17-2: Diagrama de bloques
Realizado por: Edison Lema 2016

- Paleta de funciones

Contiene VIs, funciones y constantes para dar forma al diagrama de bloques.

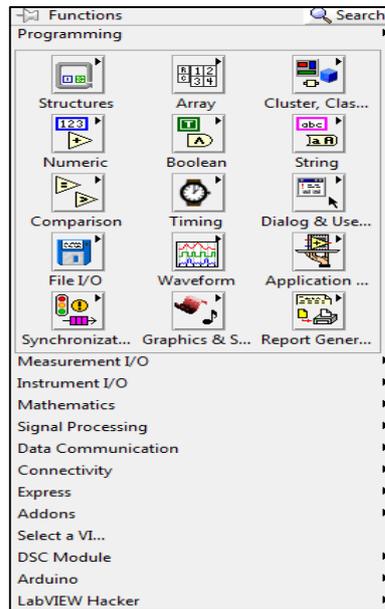


Figura 18-2: Paleta de funciones
Fuente: Software LabVIEW

2.5.5. Tipos de datos

En la Tabla 16-2 se resumen los diferentes tipos de datos que maneja el entorno LabVIEW.

Tabla 16-2: Tipos de datos de LabVIEW

Tipo de datos	Descripción	Símbolo
Cadena de caracteres	Es una secuencia de caracteres ASCII que permite la combinación de letras, caracteres y números.	
Númericos	Representan datos numéricos como números de punto flotante y punto fijo, números enteros con y sin signo y números complejos. Los datos de precisión doble, simple y complejos son representados con el color naranja, mientras que todos los enteros son representados con el color azul.	
Booleano	Es un tipo de dato que admite dos posibles valores: TRUE (Verdadero) o FALSE (Falso)	
Array	Es un grupo ordenado de elementos del mismo tipo de dato.	
Cluster	Es un grupo de elementos que admite todo tipo de dato.	
Dinámico	Es un tipo de dato que convierte datos booleanos o numéricos de punto flotante a arreglos.	

Realizado por: Edison Lema 2016

2.5.6. Tipos de variables

Normalmente, para la transmisión de un dato desde un control hacia un indicador se usan los cables, pero existen ocasiones en las que no se puede acceder directamente al cableado por software debido a que los subdiagramas trabajan en paralelo o los controles/indicadores sobre los cuales queremos escribir/leer se encuentran en otro VI, para solucionar este inconveniente LabVIEW hace uso de tres tipos de variables: locales, globales y compartidas.

2.5.6.1. Variables locales

Para enviar un dato desde un control hacia un indicador normalmente se usan cables pero en ocasiones existen bucles funcionando en paralelo y no es posible escribir en un control o leer un indicador, es allí donde se utilizan las variables locales.

Las variables locales están asociadas a los controles e indicadores que se encuentran en el Panel Frontal de un VI y su alcance está limitado a ese VI; es decir no se puede utilizar este tipo de variables para hacer referencia a un objeto que este fuera de su VI de origen.

Para crear una variable local hay que dar clic derecho sobre el control o indicador, seleccionar Create y clic en Local Variable. Se puede crear la variable tanto del panel frontal como del diagrama de bloques.

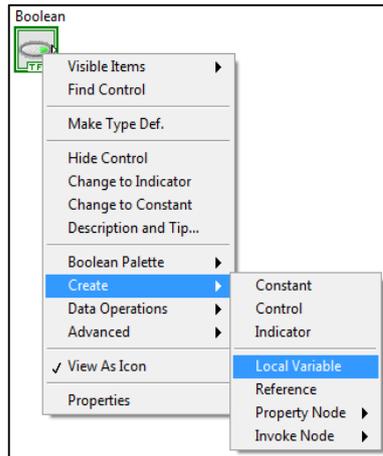


Figura 19-2: Creación de una variable local
Realizado por: Edison Lema 2016

2.5.6.2. Variables globales

Las variables globales permiten la transmisión de información entre los diferentes VIs de una misma máquina; es decir se puede utilizar este tipo de variables cuando el valor de un dato debe ser manipulado por múltiples VIs. Las variables globales son como un VI sin código, al abrir la variable hay que colocar en su panel frontal el control o indicador cuyo valor se desee compartir con los distintos VIs que hagan referencia a la variable.

Para crear una variable global dar clic derecho en cualquier parte del diagrama de bloques, ir a Structures y clic en Global Variable. De esta forma también se crea una variable local.

2.5.6.3. Variables compartidas

Las variables globales transmiten información de los diferentes VIs de una misma máquina con otra máquina conectada en red; es decir por medio de este tipo de variable se pueden compartir los datos por la red. Las variables compartidas se crean dentro de una librería de un proyecto, para crear una dar clic derecho sobre la librería, ir a New y clic en Variable.

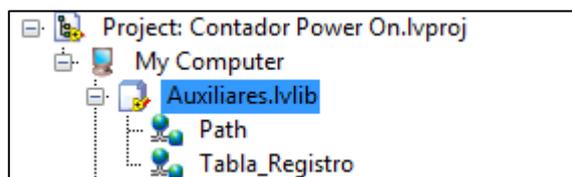


Figura 20-2: Creación de una variable compartida
Realizado por: Edison Lema 2016

Una variable compartida puede tener formato numérico, booleano, cadena, etc. Puede ser configurada desde sus propiedades. Para usar una variable compartida hay que arrastrarla al diagrama de bloques y configurarla en modo de lectura o escritura.

Una forma rápida de crear una variable local, global o compartida es presionar la combinación Ctrl + Barra espaciadora y en la barra de búsqueda Quick Drop escribir: Local Variable, Global Variable o Shared Variable.

2.6. OPC (OLE for Process Control)

2.6.1. Definición

El OPC (OLE for Process Control – OLE para Control de Procesos) es un estándar abierto de comunicación de redes industriales basado en tecnología Microsoft, que permite compartir fácilmente datos (escritura/lectura) entre dispositivos de campo (PLCs, Variadores de frecuencia, etc.) y aplicaciones (SCADA, HMI, etc.) a través de una red de forma bidireccional (Villajulca, 2010, <http://www.instrumentacionycontrol.net/cursos-libres/automatizacion/curso-supervision-procesos-por-computadora/item/242-el-est%C3%A1ndar-de-comunicaciones-industriales-ole-for-process-control-opc.html>).

OPC es un estándar de comunicación industrial utilizado para acceder y compartir información entre dispositivos, controladores y aplicaciones sin la necesidad de disponer de los drivers específicos proporcionados por el fabricante y/o desarrollador.

Hoy en día la mayoría de empresas dedicadas a la automatización y control industrial, tienen incorporado en sus productos el estándar OPC; entre ellas SIEMENS, ALLEN BRADLEY, OMRON, SCHNEIDER, ABB, WAGO, etc.

2.6.2. Beneficios de utilizar conectividad OPC

- Una aplicación Cliente OPC se puede comunicar libremente con cualquier Servidor OPC que se encuentre en la red sin necesidad de un driver propietario.
- Una aplicación Cliente OPC se puede comunicar a múltiples Servidores OPC; es decir, no hay un límite en el número de conexiones que se pueden establecer.
- El estándar OPC se ha extendido tanto que actualmente existe un Servidor OPC disponible para cada dispositivo existente en el mercado (Darek Kominek & P. Eng. Alberta, 2009,

http://www.infopl.net/files/documentacion/comunicaciones/infopl_net_guia_para_entender_la_tecnologia_opc.pdf).

2.6.3. *Arquitectura OPC*

El diseño de una comunicación OPC incluye básicamente dos elementos llamados Servidor OPC y Cliente OPC los cuales tienen una relación Maestro/Esclavo; el Servidor OPC es el traductor o interprete entre el OPC y los protocolos específicos de los dispositivos mientras que el Cliente OPC es el que lee y escribe los datos al OPC (Darek Kominek & P. Eng. Alberta, 2009, http://www.infopl.net/files/documentacion/comunicaciones/infopl_net_guia_para_entender_la_tecnologia_opc.pdf)

Para realizar la comunicación entre 4 dispositivos y 3 aplicaciones sin utilizar OPC cada aplicación necesitaría de los drivers propietarios de los 4 dispositivos.

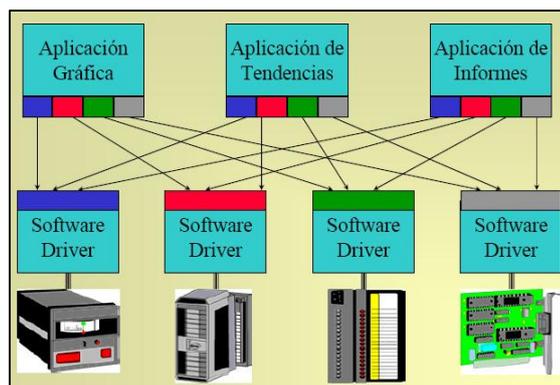


Figura 21-2: Comunicación sin OPC

Fuente: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7c/PROBLEOPC.JPG>

En cambio, para comunicar los mismos 4 dispositivos con las 3 aplicaciones utilizando OPC solo se necesitaría de una aplicación cliente OPC.

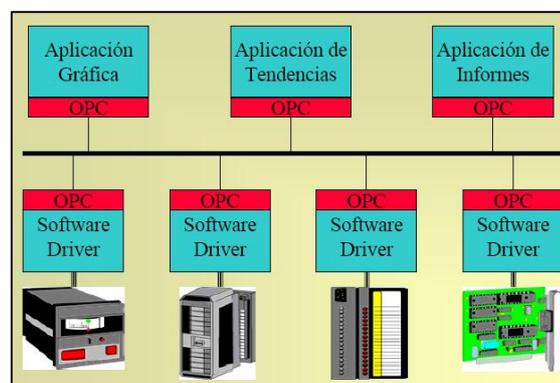


Figura 22-2: Comunicación con OPC

Fuente: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/aa/SOLUCIOPC.JPG>

2.7. Sensores

2.7.1. Definición

Un sensor es un dispositivo que transforma una variable física (temperatura, distancia, presión, fuerza, flujo, velocidad, peso, nivel, caudal, etc.) en una variable de naturaleza diferente, normalmente eléctrica.

Los sensores son dispositivos que operan por contacto físico (final de carrera, sensor de vibración, sensor de fuerza, etc.) y sin contacto físico (inductivos, capacitivos, resistivos, piezoeléctricos, piezorresistivos, infrarrojos, ultrasónicos, magnéticos, etc.)

Los sensores permiten la comunicación del mundo físico con los sistemas de medición y control, tanto eléctricos como electrónicos y se utilizan en todo tipo de proceso industrial y no industrial con propósitos de monitoreo, medición, control y procesamiento.

2.7.2. Características de los sensores

Un sensor presenta características estáticas y dinámicas.

2.7.2.1. Características estáticas

Describen el comportamiento y las prestaciones del sensor bajo condiciones ambientales normales y cuando la variable a medir cambia lentamente.

- Campo de medida

Conjunto de valores que puede tomar la señal de entrada y que están comprendidos entre el valor mínimo y máximo detectable por el sensor.

- Resolución

Es el mínimo cambio en la entrada que puede ser detectado a la salida.

- Precisión

Variación máxima entre la salida real obtenida y la salida teórica como patrón para el sensor.

- Repetitividad

Máxima variación entre los valores de salida obtenidos al medir varias veces la misma entrada con el mismo sensor y bajo las mismas condiciones.

- Linealidad

Cercanía de la curva de calibración del sensor a una línea recta.

- Sensibilidad

Variación producida en la señal de salida ante una variación en la señal de entrada.

- Histéresis

Máxima diferencia en la salida cuando los valores de la entrada se aproximan de forma creciente y luego de forma decreciente.

- Exactitud

Diferencia entre la salida real y el valor teórico de dicha salida.

2.7.2.2. *Características dinámicas*

Describen el comportamiento del sensor en régimen transitorio.

- Velocidad de respuesta

Capacidad del sensor para que la señal de salida siga sin retraso las variaciones de la señal de entrada.

- Respuesta en frecuencia

Capacidad del sensor para seguir las variaciones de la señal de entrada a medida que aumenta la frecuencia.

- Estabilidad

Desviación en la salida del sensor al variar parámetros exteriores distintos del que se pretende medir.

2.7.3. Señales de salida de los sensores

- Tipo A

Salida por interrupción o señal de salida binaria. Ejemplos: Sensores de proximidad, nivel, proximidad, bimetálicos, inductivos, capacitivos, etc.

- Tipo B

Salida por tren de pulsos. Ejemplos: Sensores incrementales de longitud y rotativos.

- Tipo C

Salidas analógicas que carecen de etapa de amplificación y conversión electrónica cuya señal de salida es muy débil, normalmente en el orden de los mV. Al ser señales muy pequeñas necesitan circuitería adicional para ser manipuladas. Ejemplos: Sensores piezoeléctricos, piezorresistivos, PT-100, termocuplas, etc.

- Tipo D

Salidas analógicas que incorporan una etapa de amplificación y conversión electrónica cuya señal de salida puede evaluarse inmediatamente. Ejemplos: 0-10V, -5V-5V, 1-5V, 0-20mA, 4-20mA.

2.7.4. Sensor inductivo

2.7.4.1. Definición

Son sensores que están diseñados para detectar la presencia o ausencia de objetos metálicos sin tener contacto físico.

2.7.4.2. Principio de funcionamiento de un sensor inductivo

Los sensores inductivos están compuestos por una bobina de alambre, un oscilador, un circuito detector y un circuito de salida, tal como se muestra en la Figura 23-2.

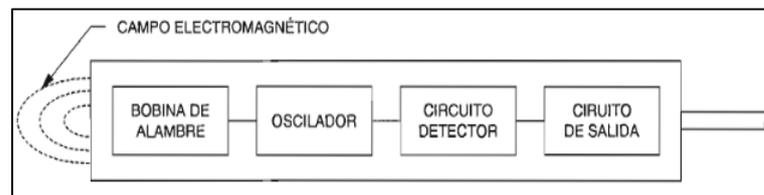


Figura 23-2: Partes de un sensor inductivo

Fuente: <http://biblio3.url.edu.gt/Publi/Libros/2013/ManualesIng/FluidosySensores-O.pdf>

El oscilador produce un voltaje de alta frecuencia que se aplica a la bobina de alambre para producir un campo electromagnético, cuando un objeto metálico entra al campo magnético se inducen corrientes de Eddy en el objeto que provocan una pérdida de energía y una reducción en la magnitud de oscilaciones, el oscilador se detiene cuando esta pérdida es significativa.

El circuito detector convierte la señal de salida AC proveniente del oscilador a un voltaje DC, cuando este voltaje está por debajo del nivel de operación el circuito de salida conmuta al estado encendido y si está por encima del nivel de liberación el circuito de salida conmuta al estado apagado.

La distancia de detección de un sensor inductivo varía de 1 a 20 mm y depende del tamaño de la bobina y la composición del objeto a detectar.

El principio de funcionamiento del sensor inductivo se muestra en la Figura 24-2.

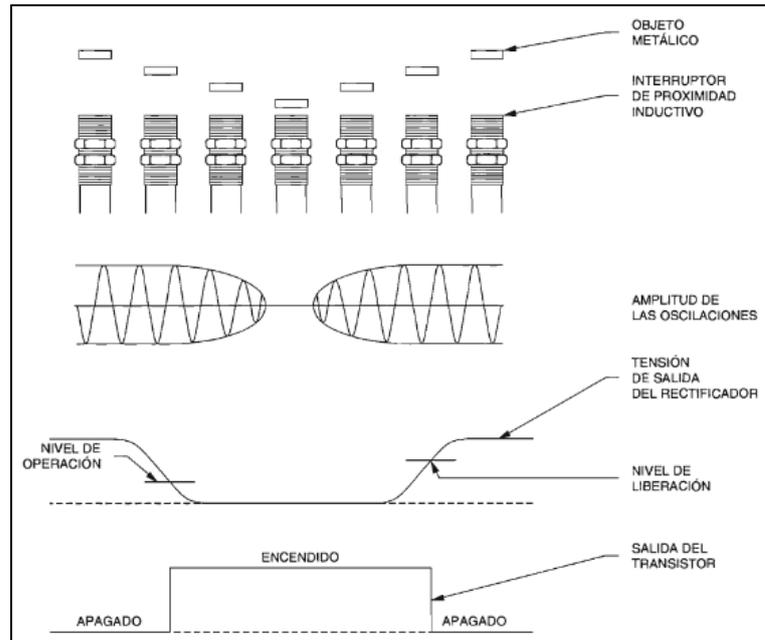


Figura 24-2: Principio de funcionamiento un sensor inductivo
Fuente: <http://biblio3.url.edu.gt/Publi/Libros/2013/ManualesIng/FluidosySensores-O.pdf>

2.7.4.3. Ventajas y desventajas del sensor inductivo

Ventajas:

- No necesita entrar en contacto físico con el objeto a detectar.
- Alta frecuencia de conmutación.
- No existe desgaste por conmutaciones ya que no cuenta con partes móviles.
- Número ilimitado de ciclos de conmutación.
- Tienen una larga vida útil.
- No les afectan factores como polvo, humedad y vibraciones.
- Indicador LED incorporado para visualizar las detecciones (conmutaciones).
- Los más modernos vienen con protección ante cortocircuitos.

Desventajas:

- Detectan únicamente objetos metálicos.
- Pueden ser afectados por campos electromagnéticos intensos.
- El margen de operación es corto en comparación con otros sensores.

2.7.4.4. Aplicaciones

Los campos de aplicación de los sensores inductivos son: máquinas textiles, líneas transportadoras, sistema de transporte, equipos de empaquetado y paletizado, industria automotriz, alimentaria, cerámica, de construcción, etc.; donde cumplen funciones tales como:

- Detección movimientos giratorios.
- Detección de bordes.
- Conteo de elementos.
- Rotura de brocas.
- Medición de distancias.
- Medición de velocidad de rotación.
- Discriminación de materiales.
- Posición y formas de objetos.

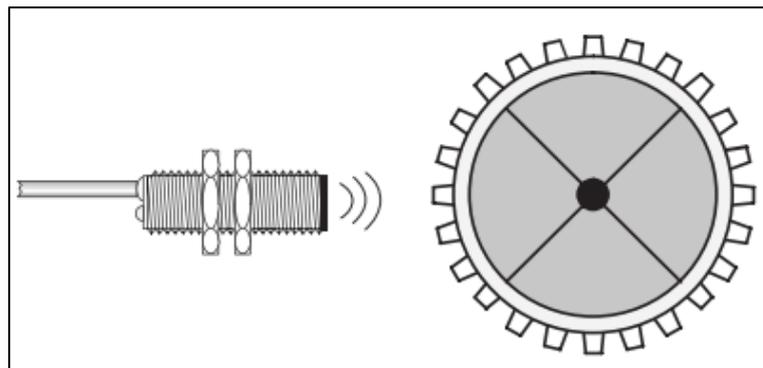


Figura 25-2: Detección movimientos giratorios

Fuente: http://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/094342_leseprobe_es.pdf

2.7.4.5. Sensor de proximidad inductivo AK1-AP-2H

a) Descripción

Reacciona cuando se le aproxima un objeto metálico, sin necesidad de entrar en contacto con él.



Figura 26-2: Sensor inductivo AK1-AP-2H

Fuente: http://www.automationdirect.com/images/products/medium/m_ak1ap2h.jpg

b) Especificaciones

- Dimensiones: Ø18 mm x 50 mm.
- Distancia de nominal de sensado: 8 mm.
- Frecuencia de conmutación: 300 Hz.
- Voltaje de funcionamiento: 10 – 30VDC.
- Temperatura de operación: -25°C a +70°C.
- Salida eléctrica: PNP.

2.7.5. Sensor de vibración

2.7.5.1. Definición

Es un sensor que mide la vibración producida sobre un cuerpo y entrega una señal eléctrica proporcional a esta variación física.

2.7.5.2. Sensor de vibración 4-162

a) Descripción

Es un acelerómetro industrial compacto y sellado herméticamente que mide la vibración producida sobre un objeto y genera una señal eléctrica proporcional al nivel de vibración.



Figura 27-2: Sensor de vibración 4-162

Fuente: Datasheet Vibration Sensor/Transmitter 4-162 Accelerometers

b) Especificaciones

- Salida: 4 – 20mA.
- Linealidad: Menos del 5% a 10 Hz – 1000 Hz.
- Voltaje de funcionamiento: 18 – 30VDC.
- Temperatura de operación: -40°C a +85°C.
- Sellado: Soldado, hermético.
- Rango: 50g.
- Construcción: Caja de acero inoxidable y aislado eléctricamente de las conexiones internas.

2.8. Transformadores eléctricos de medida

Son dispositivos que permiten reducir grandes valores de corriente o voltaje a valores más pequeños que se puedan medir con seguridad, además de proporcionar una etapa de aislamiento entre el equipo primario y los instrumentos de medida.

Los transformadores de medida se clasifican en:

- Transformador de Corriente.
- Transformador de Potencial.

2.8.1. Transformadores de corriente (TC)

Los transformadores de corriente son dispositivos que se utilizan para tomar muestras de corriente eléctrica de una línea y reducirla a niveles más seguros y medibles. Algunos modelos de TCs protegen a los instrumentos al ocurrir cortocircuitos.



Figura 28-2: TC comercial

Fuente: http://img.directindustry.es/images_di/photo-g/40394-2842627.jpg

El devanado secundario está enrollado alrededor de un anillo ferromagnético y el devanado primario está formado por un conductor que pasa dentro del anillo. El anillo recoge una pequeña muestra del flujo magnético generado en la línea primaria, induciendo una tensión que hace circular una corriente por la bobina secundaria (ENDESA EDUCA, 2014, http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/conceptos-basicos/funcionamiento-de-los-transformadores).

Los TCs normalmente proporcionan una corriente entre 0-1A y 0-5A en el lado secundario, proporcional a la corriente medida en el lado primario. Algunas de las relaciones de corriente entre el primario y secundario comercialmente disponibles son: 30/5, 50/5, 100/5, 200/5, 300/5, 400/5, 500/5, 600/5, 800/5, 1500/5, 2000/5, 3000/5, 10000/5.

Cada TC tiene incorporado un amperímetro graduado entre 0A y el máximo valor de corriente admisible en el primario para la medición.

2.8.1.1. Transformador de corriente 100:5

a) Descripción

Utilizado para medir corrientes fuertes. Reduce la señal de corriente AC de 100-5A en forma proporcional y analógica. Además cuenta con terminales de tornillo para fácil conexión.



Figura 29-2: Transformador de corriente relación 100:5
Fuente: http://img.directindustry.es/images_di/photo-g/9092-9973014.jpg

b) Características

- Entrada y salida AC.
- Analógico.
- Montaje: Insertable.
- Proporción: 100:5.
- Rango Corriente Entrada: 0 – 100A.
- Rango Corriente Salida: 0 – 5A.
- Frecuencia: 60 Hz.
- Temperatura de Operación: -30°C a +65°C.

2.8.2. Transformador de potencial

Es un dispositivo de formado por un devanado primario de alta tensión y un devanado secundario de baja tensión. Su objetivo es facilitar una muestra del primero para que pueda ser medida por los diferentes aparatos e instrumentos de protección o medida (ENDESA EDUCA, 2014, http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/conceptos-basicos/funcionamiento-de-los-transformadores).

2.9. Transductores AC

Los transductores o convertidores de señal alterna aíslan y convierten la tensión o intensidad alterna senoidal proveniente del consumo de motores, resistencias calefactoras, sistemas de alumbrado, control de energía; en una señal proporcional y estandarizada de tensión e intensidad.

Incorporan una técnica exclusiva de filtrado que proporciona una respuesta rápida con muy bajo rizado.

Los transductores de corriente AC son dispositivos que convierten señales de corriente alterna a señales de voltaje o corriente continua. Normalmente estos dispositivos tienen una salida multirango que van de 0 – 5V, 0 – 10V, 0 – 20mA y 4 – 20mA.

2.9.1. Transductor de corriente AC Revalco ICORIA

a) Descripción

El transductor es un dispositivo que mide un parámetro eléctrico en particular y mediante circuitería electrónica es convertido a una señal DC, la cual es directamente proporcional a la entrada.

El transductor Revalco de la serie ICORIA convierte señales de corriente alterna de 1-5A a salidas DC multirango proporcionales de 0 – 1/5/10V, 0 – 1/5/10/20mA y 4 – 20mA.



Figura 30-2: Transductor de corriente AC

Fuente: <http://www.revalcointernational.it/eng/?product=current-transducers>

Para seleccionar la salida del transductor y por ende los terminales a utilizar, se deben ajustar los dipswitch que se encuentran bajo la tapa lateral del dispositivo (Ver Anexo D).

b) Características

- Alimentación: 230 VAC.
- Valores Nominales de Entrada: 1A, 5A AC.

- Valores Nominales de Salida (Seleccionable): 1 – 5 – 10 VDC y 1 – 5 – 10 – 20 – 4/40mA DC.
- Resistencia de Carga: 700 Ω .
- Rango de Medida: 0 – In.
- Frecuencia de Operación: 50/60 Hz.
- Clase de Exactitud: 0.5.
- Sobrecarga: Permanente: 2 In e Instantánea: 10 In por 1s.
- Tiempo de Respuesta: ≤ 300 ms.
- Temperatura de Operación: 0°C a +55°C.
- Dimensión: Módulo 3 DIN.
- Peso: 0,27 Kg.

CAPÍTULO III

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL DISPOSITIVO

3.1. Sinopsis

El Horómetro consta de las siguientes partes o etapas:

- Etapa de Entrada

En esta etapa se realiza la lectura de tres magnitudes: corriente, RPM y vibración.

La primera señal proviene de una de las líneas del motor, ésta señal es acondicionada para que sea procesada por el controlador (PLC).

La segunda señal proviene de un sensor inductivo instalado en la parte lateral del Torno, el sensor detecta los pulsos generados sobre un anillo metálico de 18 puntas acoplado al Husillo.

Mientras que la tercera señal proviene de un acelerómetro instalado en la torreta del portaherramientas para detectar el corte.

- Etapa de Control

En esta etapa es donde se desarrolla toda la programación del dispositivo, se evalúan las señales de entrada, se registra y almacena el tiempo de funcionamiento efectivo (POWER ON) de la máquina a través de unos contadores internos que están programados para que se incrementen automáticamente según los rangos que se establezcan.

- Etapa de Salida

En esta etapa los valores de los contadores de horas (representados en horas, minutos y segundos), corriente y RPM son visualizados por una HMI desarrollada en LabVIEW y también a través de una página Web.

3.2. Diagnóstico y requerimientos para realizar el proyecto

Luego recibir una inducción sobre el funcionamiento del torno DMTG, revisar el tablero eléctrico y el espacio de trabajo del mismo fueron necesarias las siguientes acciones:

Con el fin de atravesar dos cables de red Ethernet (uno de respaldo) y un cable VGA de 25 m. c/u para comunicar el PLC con un computador y conectar a éste un monitor adicional, fue necesaria la instalación de una tubería formada por dos tubos metálicos de 70 mm. de diámetro (de 5.4 y 2 m. de longitud, respectivamente) y dos mangueras metálicas flexibles de 65 mm. de diámetro (de 0.5 y 1 m. de longitud, respectivamente) para que los cables no sean expuestos ni interrumpan el paso de los operadores.

El primero de los tubos fue insertado fácilmente al pie del torno CNC Sunlike 2, mientras que para instalar el segundo fue necesario picar el piso a una distancia 3 metros desde el borde del torno DMTG hasta el borde del tablero del Sunlike 2 y posteriormente enterrarlo; la ubicación de los tubos se aprecia en la Figura 1-3.



Figura 1-3: Ubicación de los tubos
Realizado por: Edison Lema 2016

Para completar la trayectoria de la tubería también fue necesario picar el piso desde la esquina inferior derecha del torno CNC Sunlike 2 hasta una canaleta subterránea cercana. La tubería se completó uniendo los tubos con las mangueras y reconstruyendo el piso, quedando definida su trayectoria tal como se aprecia en la Figura 2-3.

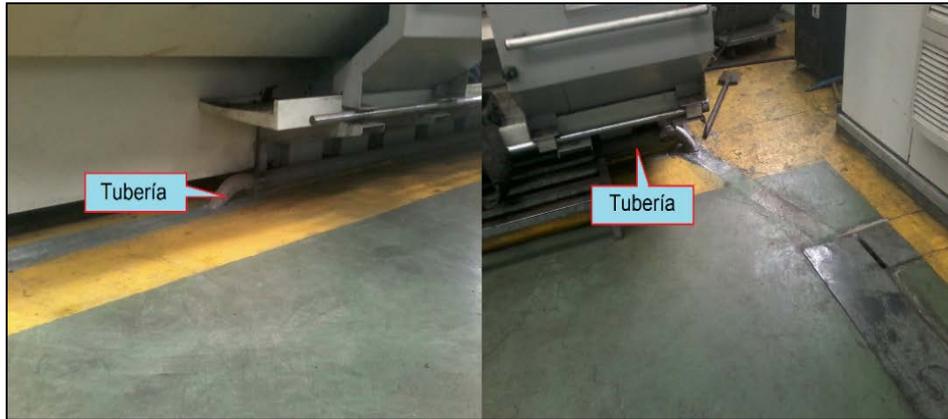


Figura 2-3: Trayectoria final de la tubería
Realizado por: Edison Lema 2016

En lo que respecta al armado y montaje del tablero, se optó por modificar la posición de algunos elementos del tablero eléctrico del torno mostrado en la Figura 3-3, de manera que se pueda instalar en el mismo tablero el resto de elementos necesarios para el desarrollo del proyecto.



Figura 3-3: Tablero Eléctrico del Torno DMTG (Antes)
Fuente: Taller Máquinas Herramientas NOVACERO – Planta Lasso

3.3. Diagrama eléctrico

La Figura 4-3 muestra el diagrama eléctrico del dispositivo, en la misma se aprecia claramente la disposición y conexiones de cada uno de los elementos para la alimentación, protección, acondicionamiento, sensado y para una salida de tipo visual y auditiva.

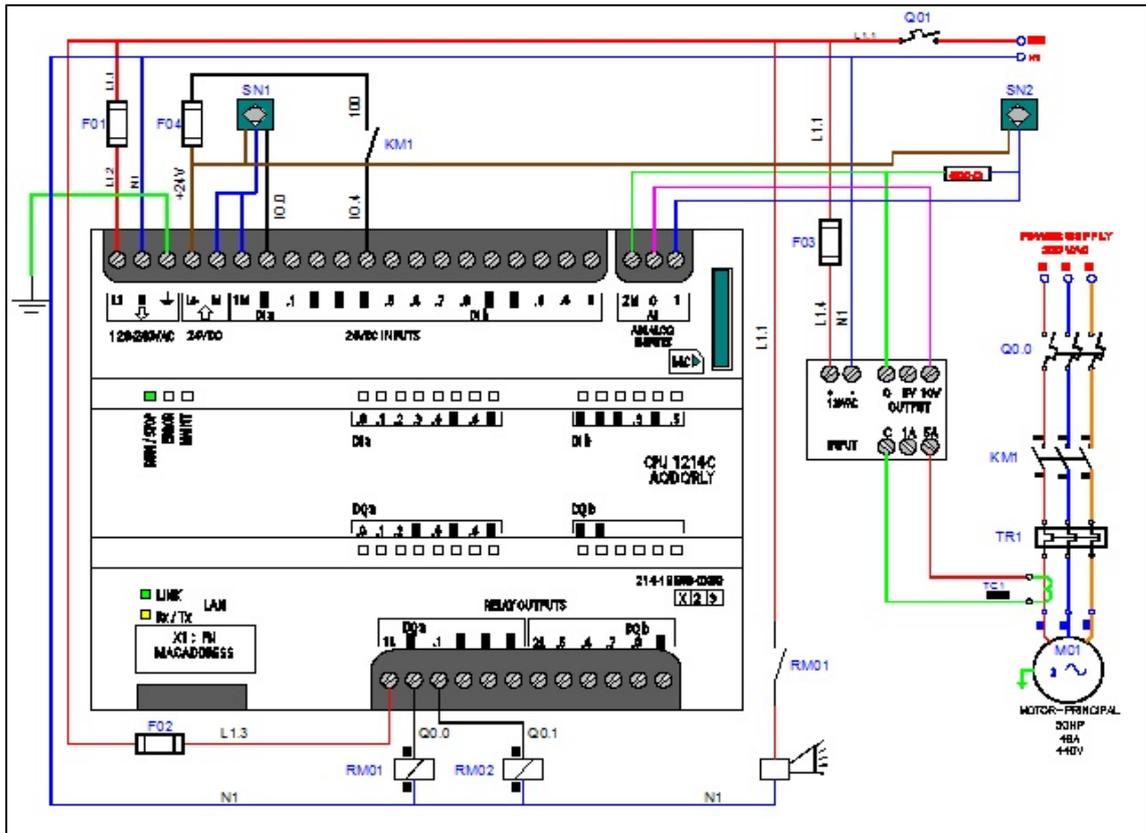


Figura 4-3: Diagrama eléctrico del dispositivo

Realizado por: Edison Lema 2016

En base al diagrama se puede notar que a través del TC01 se obtiene la señal de corriente del motor, la misma que es convertida en una señal de voltaje mediante el transductor de corriente AC para que sea leída por la entrada analógica (AI0) del PLC; para el sensor de vibración SN2 se instaló una resistencia de 500Ω entre sus terminales para leer la señal de corriente por la segunda entrada analógica (AI1), todo esto forma parte del acondicionamiento de las señales.

El TC es de relación 100:5, el transductor está calibrado para que pueda recibir una señal entre 0-5A y proporcionar una salida entre 0-10V que es ingresada al PLC por la entrada analógica 0.

También se utilizó un sensor inductivo SN1 para detectar los pulsos generados por el movimiento del anillo. El sensor proporciona una señal de salida entre 0V y +24V (OFF y ON, respectivamente), los cuales son niveles de voltaje que se pueden ingresar directamente a la entrada I0.0 del PLC.

La salida (visual y auditiva) es activada por la salida Q0.0 a través del contacto NO de un relé RM01.

Los fusibles: F01, F02, F03, F04 protegerán al controlador y traductor contra cortocircuitos.

3.4. Armado y conexión del dispositivo

Se procedió a colocar un nuevo riel din de 48 cm. de longitud en la parte superior del tablero, de manera que éste pueda albergar a las protecciones, el PLC y el transductor. El TC en cambio fue colocado en la parte inferior izquierda del tablero (bajo el Breaker Trifásico), quedando modificado el tablero eléctrico tal como se muestra en la Figura 5-3.

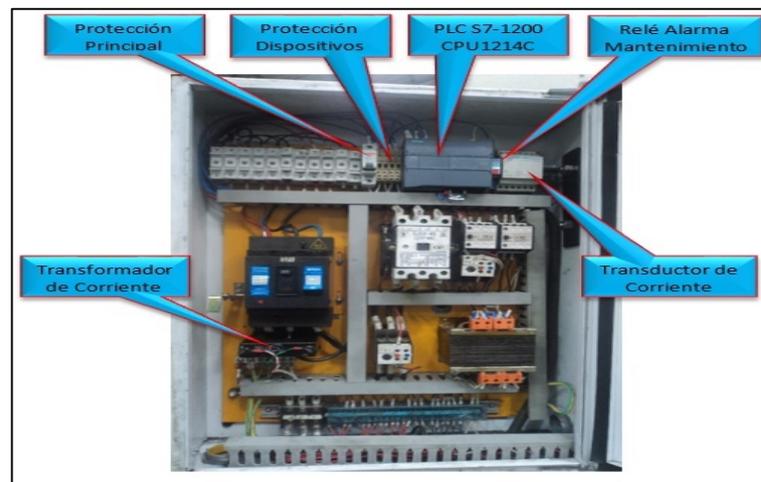


Figura 5-3: Tablero Eléctrico del Torno DMTG (Ahora)
Realizado por: Edison Lema 2016

Las conexiones se realizaron en base al plano eléctrico mostrado en el aparatado anterior.

En cuanto al tablero para el monitoreo, éste tuvo que ser adecuado para instalar un monitor de 20 pulgadas, un piloto normal (amarillo) y un piloto intermitente (con una sirena incluida) para las alarmas de mantenimiento, los resultados de esta modificación se muestran en la Figura 6-3.



Figura 6-3: Tablero para el monitoreo
Realizado por: Edison Lema 2016

Luego se procede a instalar un pedestal móvil que además funcionará como soporte para el tablero, la ubicación del mismo se muestra en la Figura 7-3.



Figura 7-3: Instalación del pedestal móvil
Realizado por: Edison Lema 2016

Una vez instalado el pedestal se colocó y aseguró el tablero de monitoreo sobre la base, además se colocó una manguera entre el soporte y el tablero eléctrico del torno con el propósito de atravesar los cables para la alimentación del monitor y la conexión de los pilotos, el resultado de esta instalación se aprecia en la Figura 8-3.



Figura 8-3: Instalación del tablero para el monitoreo
Realizado por: Edison Lema 2016

Para medir las RPM se diseñó un anillo de 18 puntas en el software AutoCAD, el diseño se aprecia en la Figura 9-3.

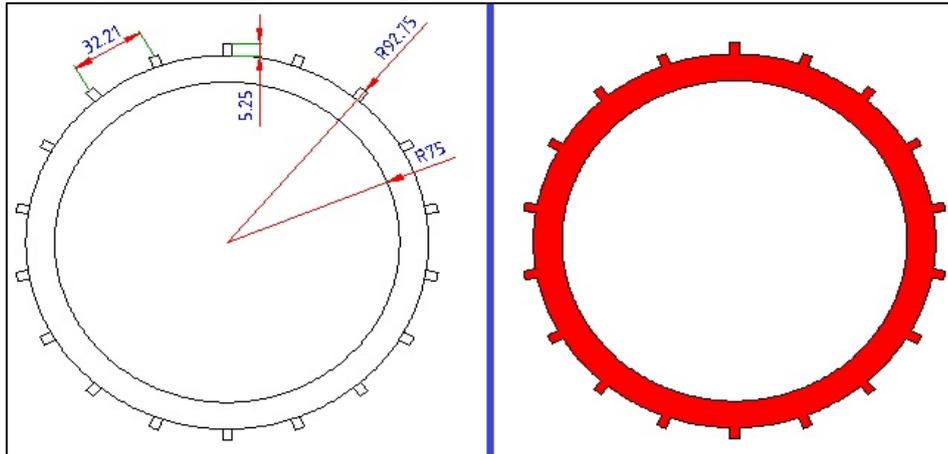


Figura 9-3: Diseño del anillo en AutoCAD
 Realizado por: Edison Lema 2016

La fórmula empleada para determinar el número de puntas para el anillo es:

$$\#Puntas = \frac{D * \pi}{P}$$

$$\#Puntas = \frac{185,5 * \pi}{32,21} = \approx 18$$

Donde:

#Puntas Número de puntas del anillo.

D Diámetro del anillo.

P Paso estimado entre las puntas (Mayor al diámetro del lente del sensor)

Se procede a mecanizar esta pieza en una plancha circular con el torno Monarch mientras que las puntas fueron realizadas en la fresadora, la pieza final se muestra en la Figura 10-3.



Figura 10-3: Anillo metálico
 Realizado por: Edison Lema 2016

El sensor inductivo y el anillo fueron instalados en la parte lateral del torno, la Figura 11-3 muestra la ubicación del sensor y el acoplamiento del anillo al mecanismo del torno.

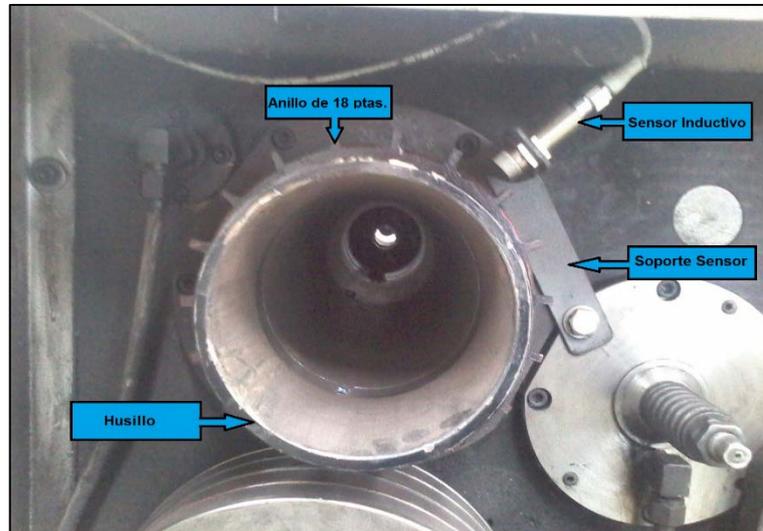


Figura 11-3: Instalación del sensor inductivo y el anillo
Realizado por: Edison Lema 2016

Para asegurar el efecto del corte se instaló un sensor de vibración también conocido como acelerómetro industrial en la torreta del portaherramientas, tal como se muestra en la Figura 12-3.



Figura 12-3: Instalación del sensor inductivo y el anillo
Realizado por: Edison Lema 2016

Finalmente, se colocó el Switch en la parte lateral del escritorio del supervisor y se atravesaron los cables de red y VGA por la tubería para terminar las conexiones, ver la Figura 12-3.

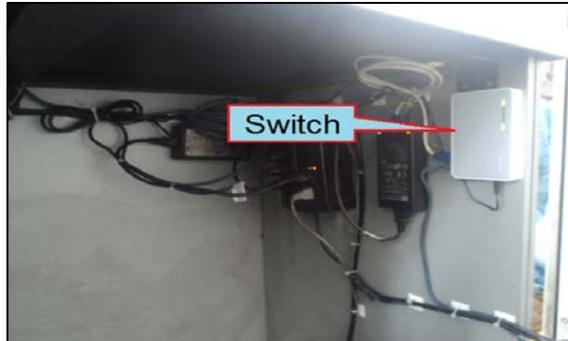


Figura 13-3: Instalación del switch y conexión de cables de red
Realizado por: Edison Lema 2016

3.5. Programación del PLC y el HMI

3.5. Programación del PLC Simatic S7-1200

En primer lugar debemos configurar la dirección Ethernet de nuestro PLC, las siguientes direcciones fueron proporcionadas por el Administrador de Sistemas de Novacero Planta Lasso.

Dirección IP: 192.168.5.57
Masc. subred: 255.255.255.0
Dirección del router: 192.168.5.6

Según los requerimientos de nuestra aplicación se optó por una programación modular, cuyos bloques se describen a continuación:

Bloque de Función 1: RELOJ_CONTADOR [FB1]

Este bloque es el generador del contador de horas, cuenta con los siguientes parámetros:

- Entrada: Habilita la rutina del contador de horas.
- Pulsos_Segundo: Esta entrada recibe el tren de pulsos que proviene de los diferentes bloques de los contadores.
- Reset: Cuando ésta entrada se pone a TRUE (1 lógico) las variables de almacenamiento (Segundos, Minutos y Horas) se reinician a 0.

- Horas, Minutos y Segundos: Como sus nombres claramente lo indican, almacenan las horas, minutos y segundos del contador de horas, respectivamente.

Función 1: CONTADOR SIN CARGA [FC1]

El código de esta FC activa un indicador en la pantalla y genera pulsos de 1 segundo mientras la señal de marcha del motor esta activada, poniendo en ejecución un FB “RELOJ_CONTADOR”.

Los datos del DB “CONTADOR MARCHA VACÍO” se reinician cuando se ingresa la Clave de Acceso y se acciona el botón Borrar desde la HMI.

Función 2: ESCALAMIENTO [FC2]

Esta FC realiza la operación de normalización también conocida como escalamiento de la señal de carga del motor para que los valores numéricos obtenidos coincidan con la magnitud física que se está midiendo, para este escalamiento se recurrió a la utilización de modelos y operaciones matemáticas proporcionadas en la Ayuda de SIEMENS

Función 3: CONTADOR CARGA MÍNIMA [FC3]

El código de esta FC activa un indicador en la pantalla cuando el motor este encendido y los valores de corriente y RPM se encuentren en los rangos establecidos para carga mínima, además genera pulsos de 1 segundo mientras se cumplan las condiciones anteriores, poniendo en ejecución un FB “RELOJ_CONTADOR”.

Los datos del DB “CONT. CARGA MÍNIMA” se reinician cuando se ingresa la Clave de Acceso y se acciona el botón Borrar desde la HMI. Además, a través de esta FC se lee la referencia de corriente y RPM desde la HMI.

Función 4: CORRIENTE CARGA MOTOR [FC4]

Esta FC utiliza la función de escalamiento para realizar la lectura de la señal de carga del motor y entregar a la salida su valor correspondiente en Amperios.

Función 5: CONTADOR CARGA MEDIA [FC5]

El código de esta FC activa un indicador en la pantalla cuando el motor este encendido y los valores de corriente y RPM se encuentren en los rangos establecidos para carga media, además genera pulsos de 1 segundo mientras se cumplan las condiciones anteriores, poniendo en ejecución un FB “RELOJ_CONTADOR”.

Los datos del DB “CONTADOR_CARGA_MEDIA” se reinician cuando se ingresa la Clave de Acceso y se acciona el botón Borrar desde la HMI. Además, a través de esta FC se lee la referencia de corriente y RPM desde la HMI.

Función 6: CONTADOR CARGA MÁXIMA [FC6]

El código de esta FC activa un indicador en la pantalla cuando el motor este encendido y los valores de corriente y RPM se encuentren en los rangos establecidos para carga máxima, además genera pulsos de 1 segundo mientras se cumplan las condiciones anteriores, poniendo en ejecución un FB “RELOJ_CONTADOR”.

Los datos del DB “CONTADOR CARGA MÁXIMA” se reinician cuando se ingresa la Clave de Acceso y se acciona el botón Borrar desde la HMI. Además, a través de esta FC se lee la referencia de corriente y RPM desde la HMI.

Función 7: GUARDAR DATOS [FC7]

El código de esta FC permite grabar el encabezado de la hoja de Excel así como el registro de horas de trabajo con carga, bajo el cumplimiento de ciertas condiciones. Además tiene un control que evita que tanto el encabezado como los datos de almacenamiento se dupliquen.

Función 8: CÓDIGOS DE ACCESO [FC8]

El código de esta FC permite incluir una restricción previa a las opciones de guardado y borrado de datos, para acceder a estas opciones se debe ingresar correctamente la clave de seguridad. En este bloque se desarrolló un algoritmo que permite detectar si la clave ingresada cumple con la secuencia y el número de dígitos correcto.

Función 9: CONTADOR MANTENIMIENTO [FC9]

El código de esta FC genera un tren de pulsos de 1 segundo sincronizado con la señal de marcha del motor que pone en ejecución el FB “RELOJ_CONTADOR”.

El tiempo transcurrido se compara con el tiempo (horas) ingresado desde la HMI. Al cumplirse el tiempo estimado para el mantenimiento se mostrará un mensaje de aviso en la HMI acompañado por el sonido de una sirena.

Los datos del DB “HORAS MANTENIMIENTO” se reinician al presionar el botón NEW MANT desde la HMI. Además, este bloque cuenta con un código que le permite realizar un Test de Mantenimiento que simule el comportamiento de las alarmas y mensajes previos al mantenimiento de la máquina.

Función 10: INGRESO DATOS HMI [FC10]

El código de esta FC recibe los valores ingresados desde el SET POINT de la HMI. Al no existir una instrucción compatible para poder enviar valores de coma flotante desde LabVIEW al OPC, fue necesario descomponer el SET POINT en valores enteros para luego procesarlos y obtener la referencia completa.

Función 11: RPM CONTADOR RÁPIDO [FC11]

Desde el software TIA Portal se habilitó un contador rápido del PLC S7-1200 para medir las revoluciones del husillo; en esta función se desarrolló un programa para leer los pulsos detectados por un sensor inductivo durante un segundo de muestreo y expresar un resultado en Hz, que posteriormente mediante una regla de tres simple sería transformado en RPM.

Función 12: CONTADOR MANTENIMIENTO ACEITE [FC12]

El código de esta FC genera un tren de pulsos de 1 segundo sincronizado con la señal de marcha del motor que pone en ejecución el FB “RELOJ_CONTADOR”.

Los datos del DB “HORAS CAMBIO DE ACEITE” se reinician al presionar el botón NEW MANT desde la HMI (Se permitirá el reinicio únicamente cuando se haya cumplido el tiempo estimado para el cambio de aceite).

Función 13: CONTADOR MANTENIMIENTO BANDAS [FC13]

El código de esta FC genera un tren de pulsos de 1 segundo sincronizado con la señal de marcha del motor que pone en ejecución el FB “RELOJ_CONTADOR”.

Los datos del DB “HORAS CAMBIO DE BANDAS” se reinician al presionar el botón NEW MANT desde la HMI (El reinicio se permitirá cuando se haya cumplido el tiempo estimado para el cambio de bandas).

Función 14: CONTADOR MANTENIMIENTO RODAMIENTOS [FC14]

El código de esta FC genera un tren de pulsos de 1 segundo sincronizado con la señal de marcha del motor que pone en ejecución el FB “RELOJ_CONTADOR”.

Los datos del DB “HORAS CAMBIO RODAMIENTOS” se reinician al presionar el botón NEW MANT desde la HMI (Se permitirá el reinicio únicamente cuando se haya cumplido el tiempo estimado para el cambio de rodamientos).

NOTA: El código de cada bloque de programación se presenta en el Anexo I.

3.5.1. Configuración del contador rápido

Dentro del árbol del proyecto, dar clic derecho sobre la pestaña CONTADOR [CPU 1214C] y dar clic en Abrir para acceder a las propiedades del PLC. En la ventana de propiedades desplegamos la pestaña de Contadores Rápidos (HSC) y seleccionamos el HSC1.

Las opciones que nos interesa configurar son General y Función, ya que el resto de opciones vienen configuradas por defecto.

En la opción General, activar la casilla de verificación: “Activar este contador rápido”.

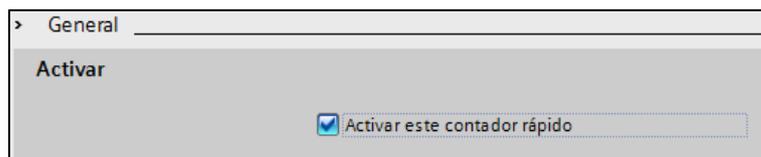


Figura 14-3: Activación del contador HSC1

Realizado por: Edison Lema 2016

En la opción Función, realizar la siguiente configuración.

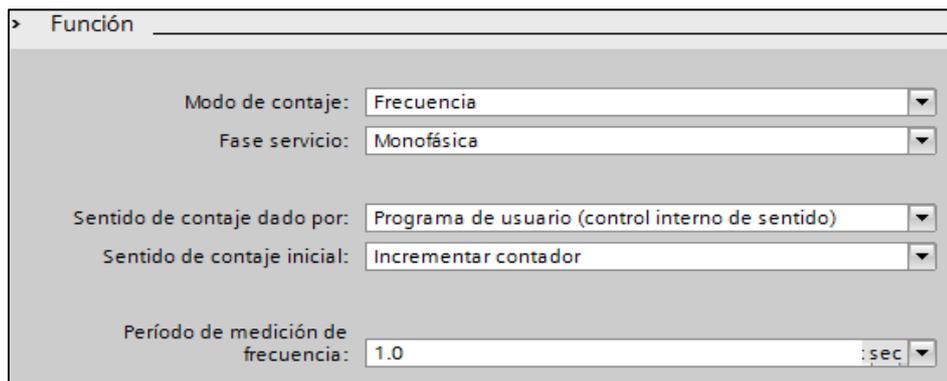


Figura 15-3: Configuración de la función del contador HSC1

Realizado por: Edison Lema 2016

En la opción Direcciones E/S, la dirección del HSC1 viene por defecto.



Figura 16-3: Dirección del contador HSC1

Realizado por: Edison Lema 2016

En la opción ID de hardware, por defecto el contador trae la ID 257.

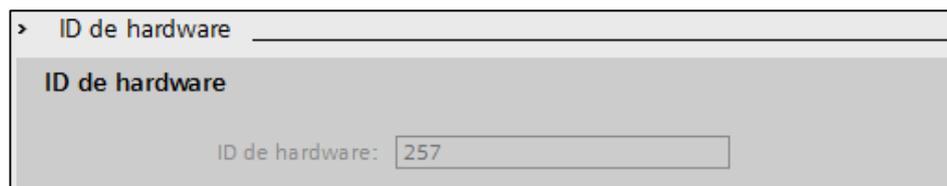


Figura 17-3: ID del contador HSC1

Realizado por: Edison Lema 2016

En las Task Cards desplegamos la pestaña Tecnología y arrastramos la instrucción CTRL_HSC hacia un segmento de programación. A continuación nos aparece una ventana para crear el DB correspondiente, damos un nombre (“CONTADOR_RPM”) y clic en Aceptar.

En el parámetro HSC del bloque del contador escribimos el ID del HSC1, 257. Este bloque medirá la frecuencia de los pulsos cada segundo y el valor se almacenará en la dirección ID1000.

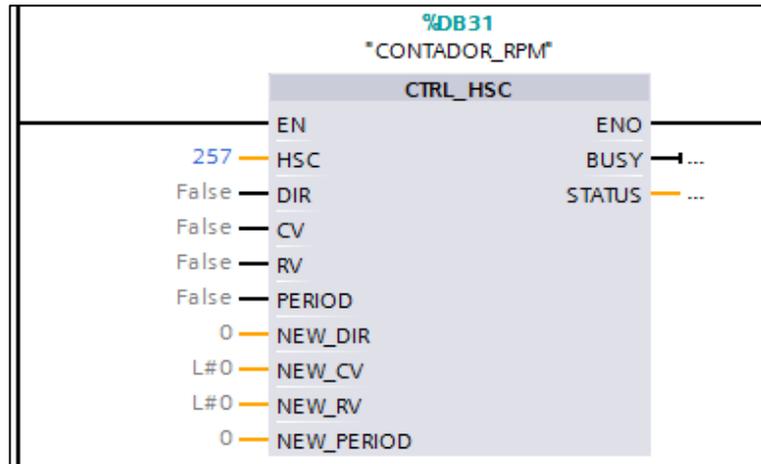


Figura 18-3: DB asociado al hardware del contador HSC1
Realizado por: Edison Lema 2016

NOTA: La programación que le precede se encuentra incluida en el Anexo I.

3.5.2. Creación de áreas de memoria remanente

El S7-1200 incluye áreas de memoria remanente que permiten almacenar y respaldar la información ante fallas o cortes de energía eléctrica.

Para crear o habilitar las áreas de memoria remanente en el PLC se procede de la siguiente manera: En el Árbol del proyecto, desplegamos las pestañas CONTADOR POWER ON CPU 1214C, CONTADOR [CPU 1214C AC/DC/RLY], Variables PLC y damos doble clic en “Tabla de variables estándar” (también se puede hacer desde Mostrar todas las variables).

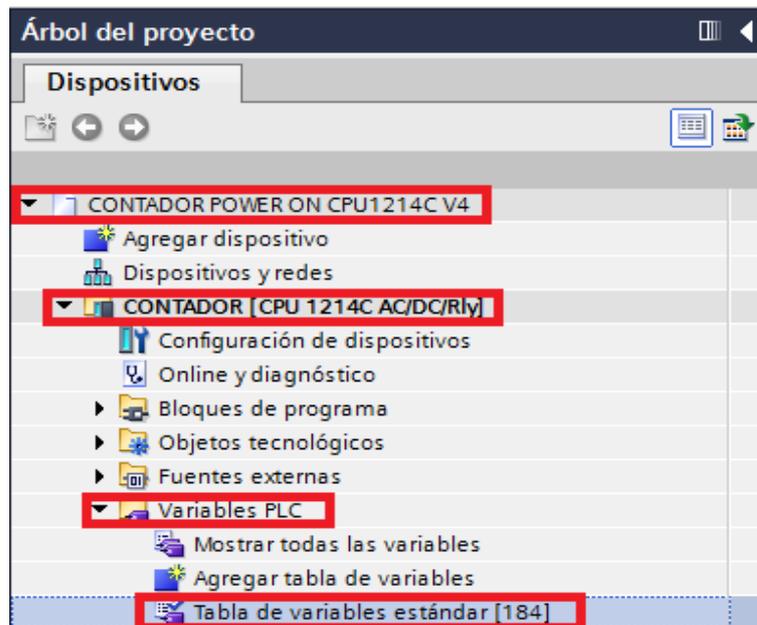


Figura 19-3: Ruta para acceder a la tabla de variables
 Realizado por: Edison Lema 2016

En la esquina superior izquierda de la ventana de Tabla de variables estándar, seleccionarnos la herramienta Remanencia .



Figura 20-3: Herramientas de la Tabla de variables estándar
 Realizado por: Edison Lema 2016

En la ventana de Memoria remanente, escribir el número del byte hasta el cual se desea que exista remanencia y clic en Aceptar. En este caso hasta el 324 (si se desea eliminar la remanencia se pondrá 0). Para el Simatic S7-1200 no se puede crear áreas de memoria remanente para temporizadores y contadores.

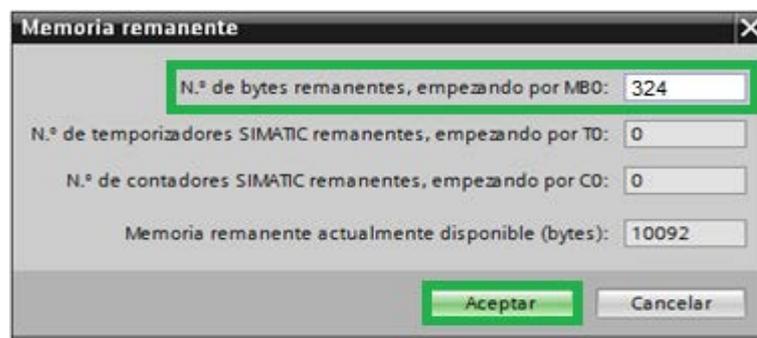


Figura 21-3: Ventana de áreas de memoria remanente
 Realizado por: Edison Lema 2016

3.6. Comunicación entre el PLC Simatic S7-1200 y el software LabVIEW

Para poder realizar la comunicación entre el PLC S7-1200 y LabVIEW, deben estar instalado el complemento OPC Servers de LabVIEW.

3.6.1. Creación del Servidor OPC

Paso 1: Ingresar a OPC Servers Configuration (La forma más rápida es ir al inicio rápido de Windows y digitar el nombre) y hacer clic sobre [Click to add a channel](#).

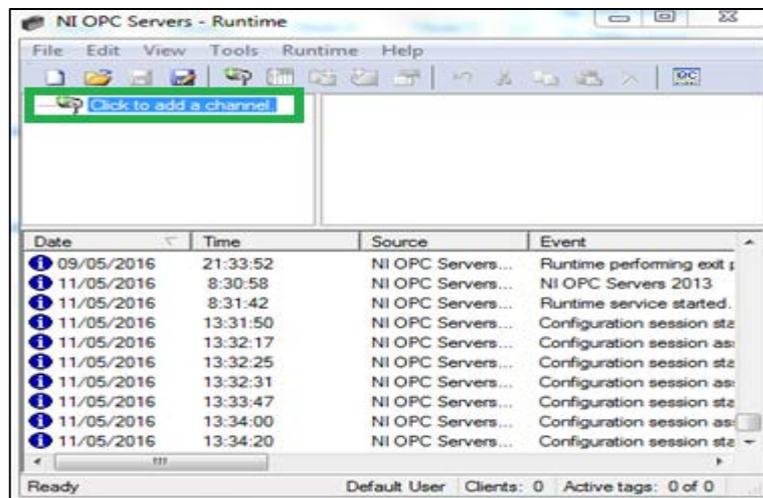


Figura 22-3: Creación del canal del OPC
Realizado por: Edison Lema 2016

Paso 2: Asignar un nombre al canal, en este caso es “SIEMENS” y clic en Siguiente.



Figura 23-3: Identificación (nombre) del canal del OPC
Realizado por: Edison Lema 2016

Paso 3: Seleccionar en la pestaña Device driver: “Siemens TCP/IP Ethernet” y clic en Siguiente.

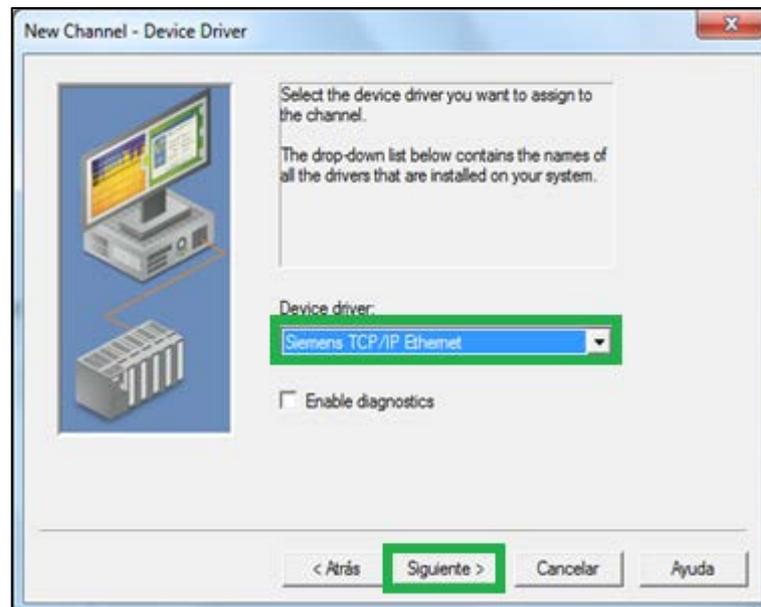


Figura 24-3: Selección del driver del dispositivo para el canal del OPC
Realizado por: Edison Lema 2016

Paso 4: Seleccionar el adaptador de red para la comunicación PLC-PC, en este caso es “Dell Wireless 170... [192.168.1.7]” y clic en Siguiente.

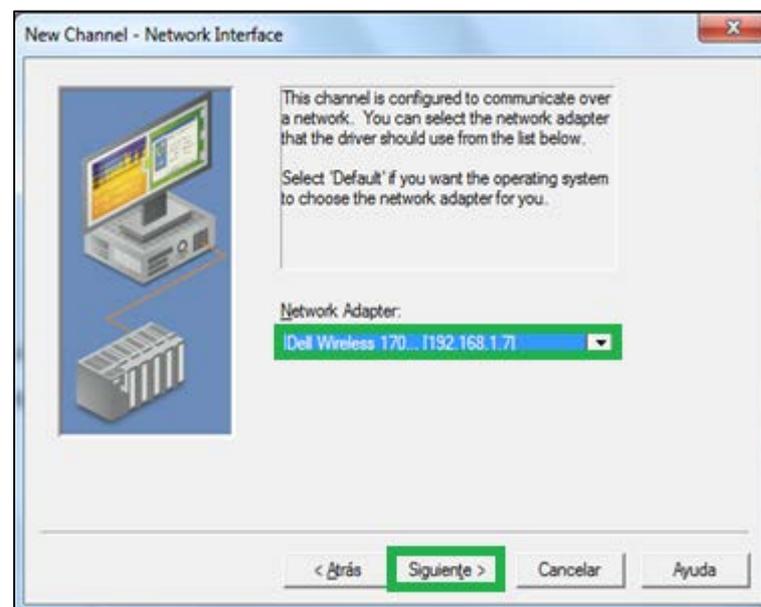


Figura 25-3: Selección del adaptador de red del canal del OPC
Realizado por: Edison Lema 2016

Paso 5, Paso 6 y Paso 7: En estas ventanas no se configura nada, avanzar dando clic en Siguiente.

Paso 7: Se obtiene una ventana con el resumen de la configuración del nuevo canal de comunicación OPC, clic en Finalizar.

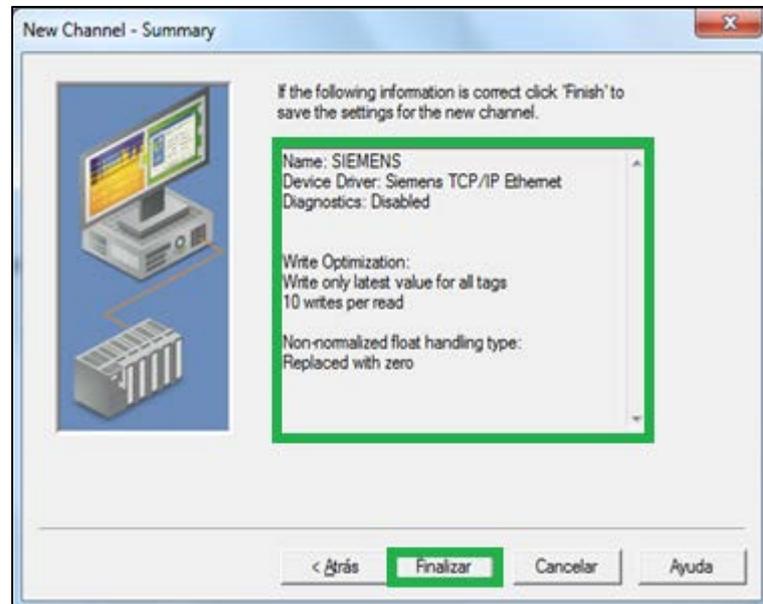


Figura 26-3: Resumen de los parámetros del canal OPC
Realizado por: Edison Lema 2016

Paso 8: Hacer clic sobre [Click to add a device](#) para añadir un dispositivo a la red.

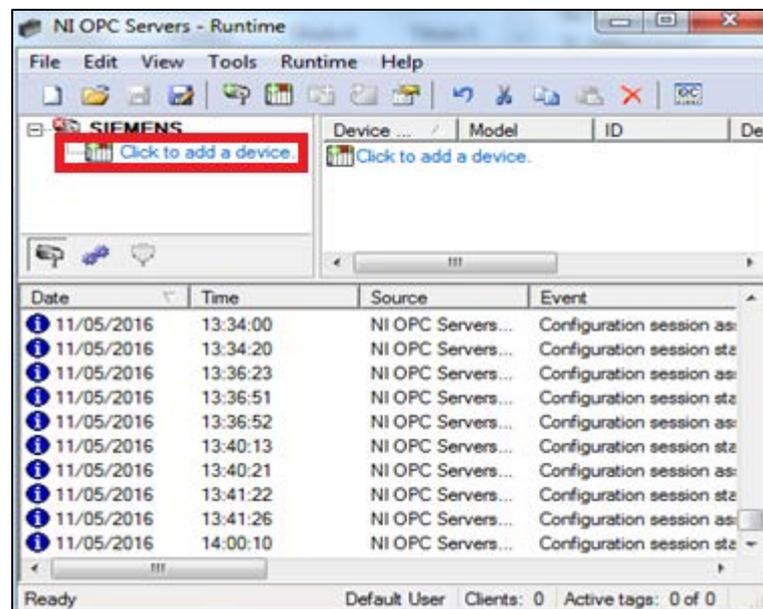


Figura 27-3: Adición de un dispositivo a la red OPC
Realizado por: Edison Lema 2016

Paso 9: Asignar un nombre al dispositivo, en este caso es "CPU-1212C" y clic en Siguiente.

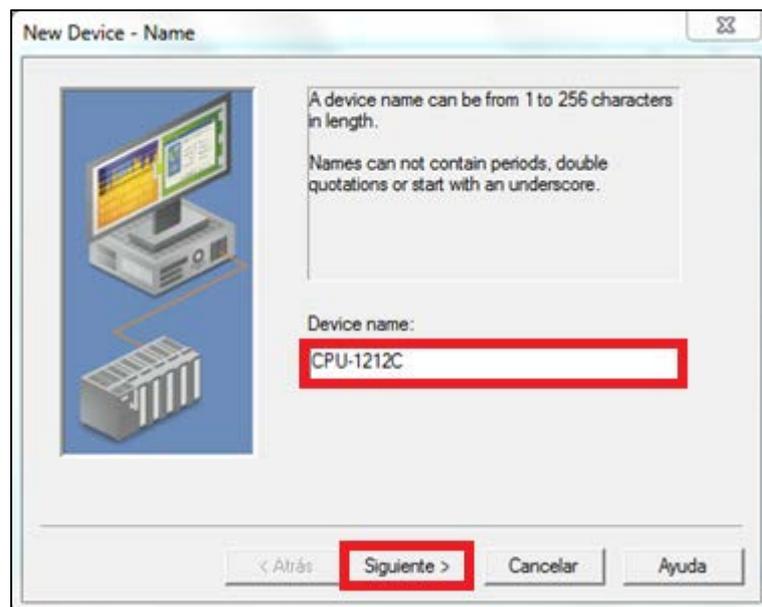


Figura 28-3: Asignación de un nombre al dispositivo

Realizado por: Edison Lema 2016

Paso 10: Buscar el modelo del PLC en la pestaña Device model: en este caso es el “S7-1200” y clic en Siguiete.

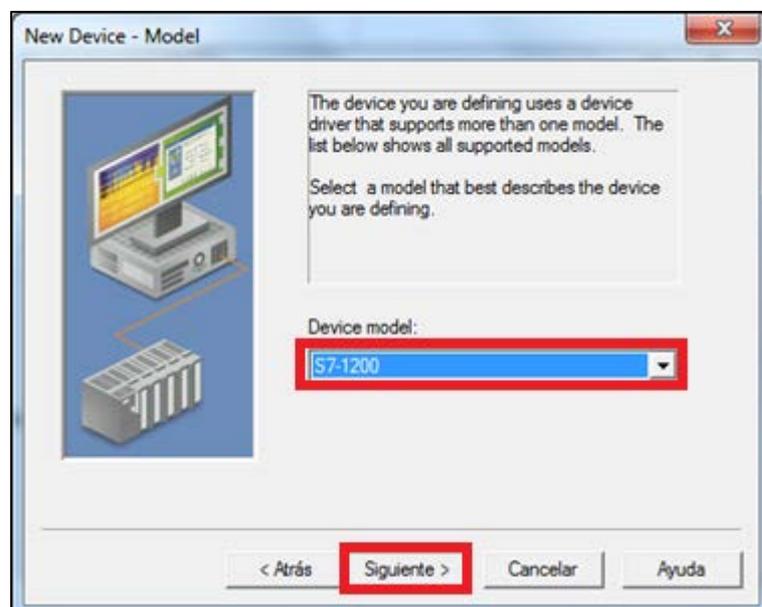


Figura 29-3: Selección del modelo del dispositivo

Realizado por: Edison Lema 2016

Paso 11: Poner la dirección IP del PLC, en este caso es la dirección proporcionada por el Administrador de Sistemas “192.168.5.57” y clic en Siguiete.

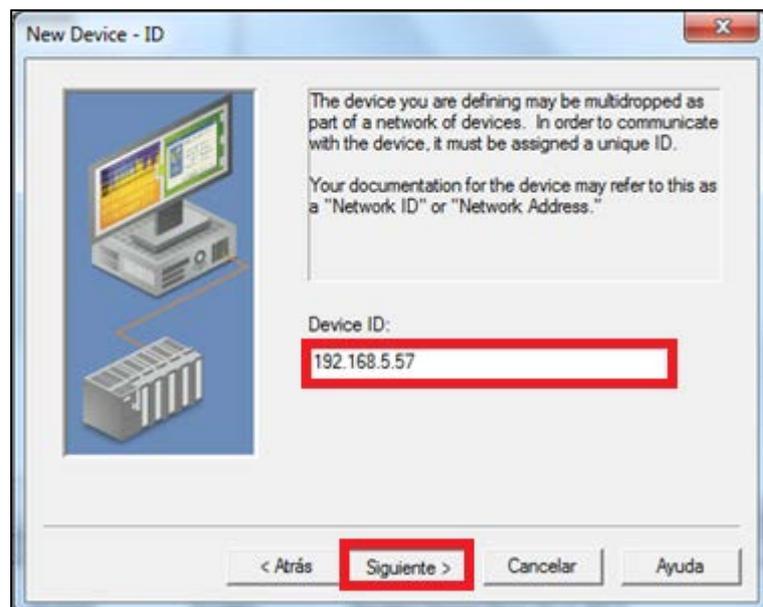


Figura 30-3: Asignación del IP del dispositivo

Realizado por: Edison Lema 2016

Paso 12, Paso 13, Paso 14, Paso 15, Paso 16, Paso 17: En estas ventanas no se configura nada, solo clic en Siguiente para avanzar.

Paso 18: Aparece el resumen de la configuración del nuevo dispositivo, clic en Finalizar.

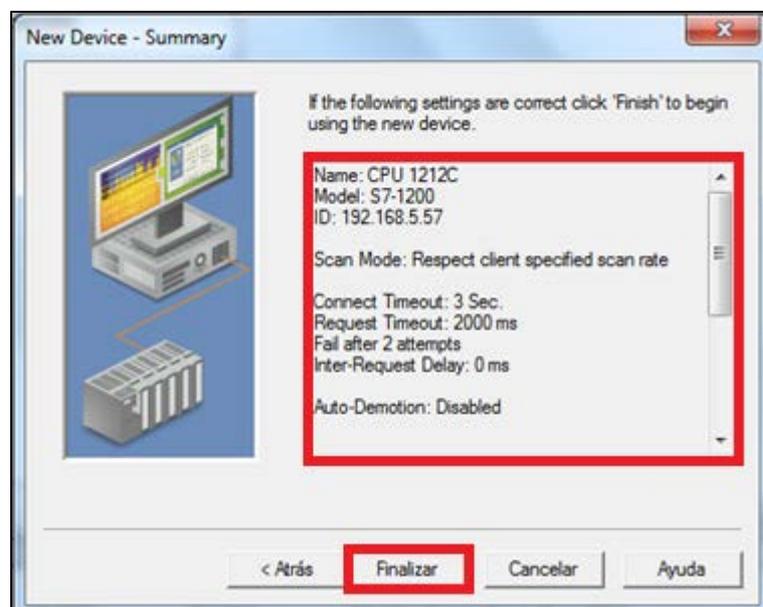


Figura 31-3: Resumen de los parámetros del dispositivo

Realizado por: Edison Lema 2016

Paso 19: Para añadir las variables del PLC al OPC Server dar clic sobre [Click to add a static tag](#). Tags are not required, but are browsable by OPC clients.

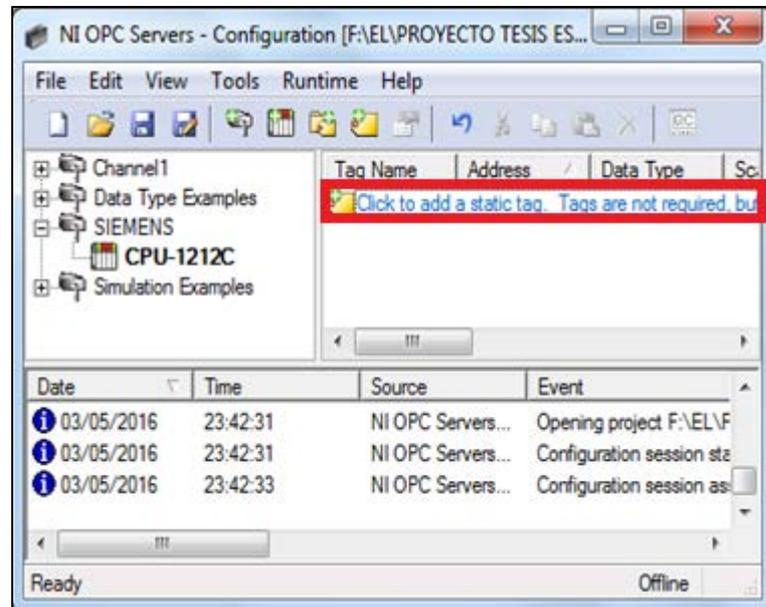


Figura 32-3: Adición de etiquetas estáticas
Realizado por: Edison Lema 2016

Paso 20: Asignar un nombre, la dirección de la memoria del programa con la cual se va a enlazar la Tag (etiqueta) y una descripción. Pulsar sobre para que identifique automáticamente el tipo de dato y clic en Aceptar.

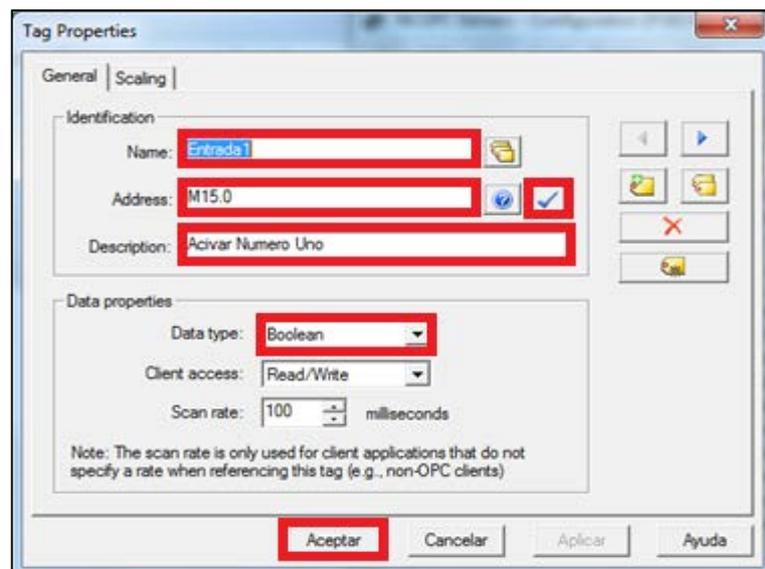


Figura 33-3: Propiedades de la etiqueta
Realizado por: Edison Lema 2016

NOTA: Éste último paso se lo realizó varias veces hasta cargar y enlazar todas las variables que se van a utilizar, hay que identificar bien cuales son datos de tipo Boolean, Word, DWord y Float.

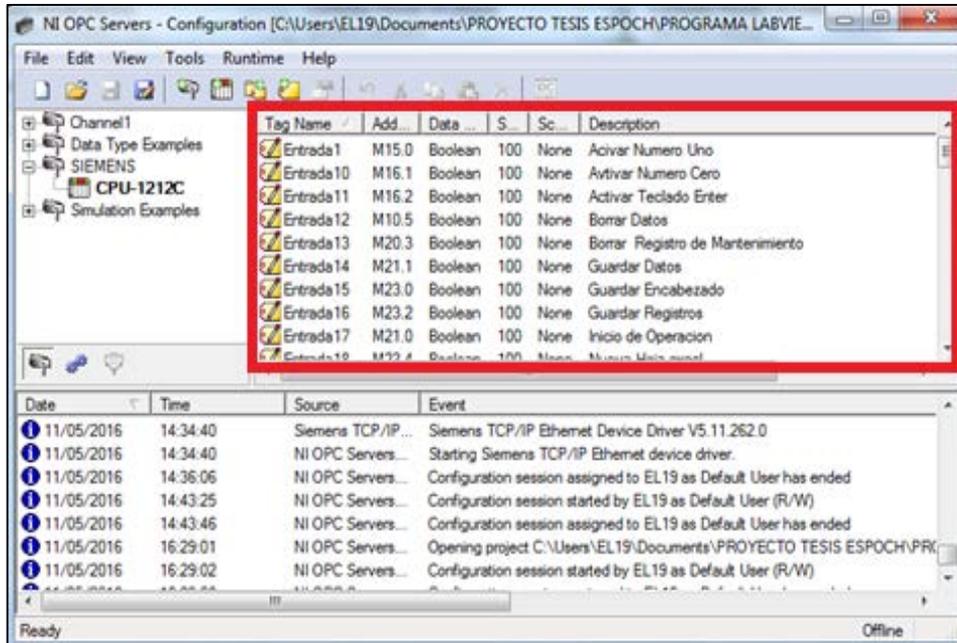


Figura 34-3: Etiquetas utilizadas para la HMI
Realizado por: Edison Lema 2016

3.6.2. Creación del Cliente OPC

Paso 1: Abrir LabVIEW y crear un nuevo proyecto, clic derecho en My Computer, ir a New y clic en I/O Server. Seleccionar OPC Client y clic en Continue...

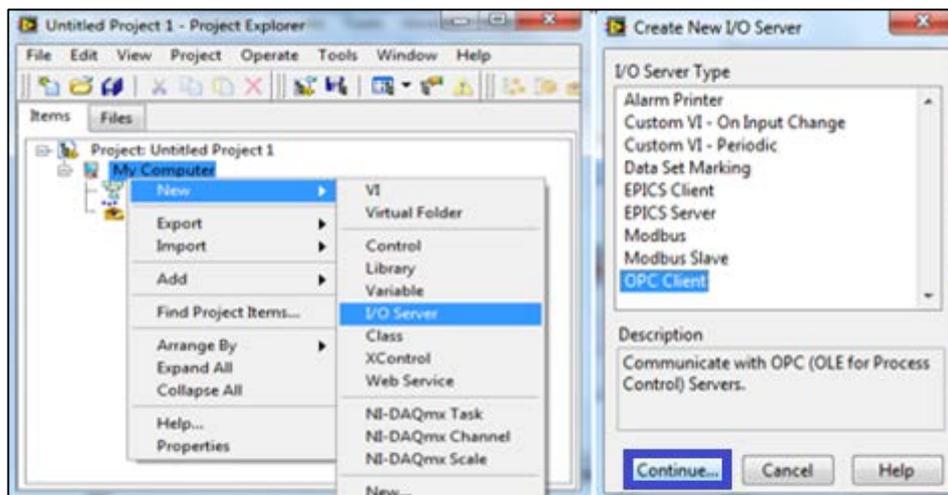


Figura 35-3: Creación del Cliente OPC
Realizado por: Edison Lema 2016

Paso 2: Seleccionar el servidor OPC registrado en LabVIEW, en este caso es “National Instrument. NIOPCServers.V5” y cambiar el valor de la tasa de actualización a 100 ms, clic en OK. En el siguiente aviso también clic en OK.

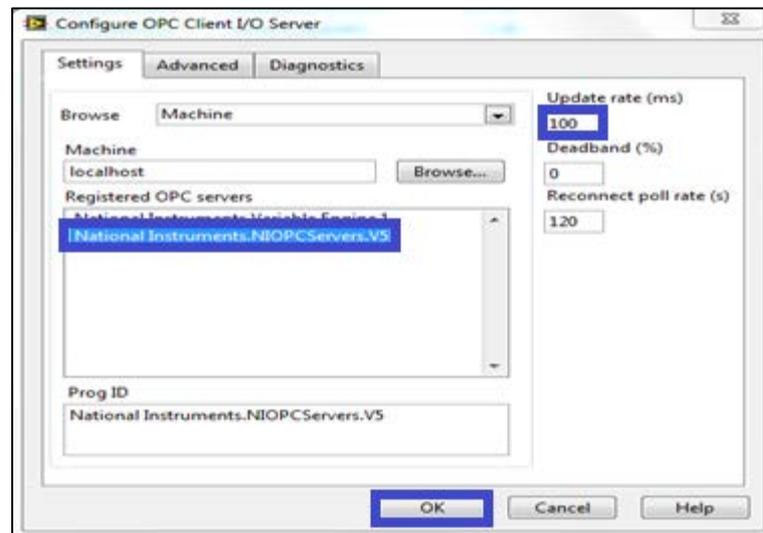


Figura 36-3: Configuración del OPC Client I/O Server
Realizado por: Edison Lema 2016

Paso 3: El Cliente OPC aparece creado en el proyecto, con el nombre de “OPC1” por defecto (puede cambiarse el nombre, pero en este se lo deja tal como aparece)

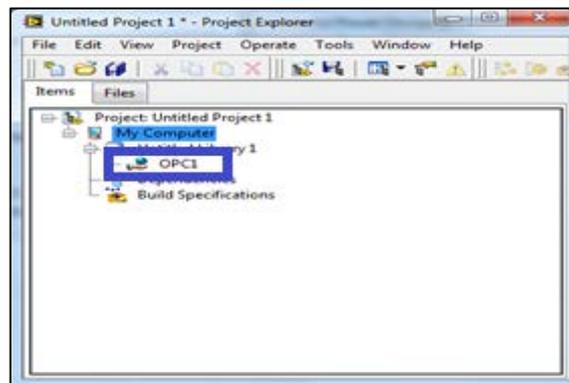


Figura 37-3: Cliente OPC creado
Realizado por: Edison Lema 2016

3.7. Desarrollo de la aplicación HMI en LabVIEW

En vista de toda la información que se debía visualizar: 5 contadores de horas (c/u con horas, minutos y segundos), indicadores, registros históricos, ingreso de tiempos para el mantenimiento

de algunos accesorios del torno, etc.; se optó por desarrollar un Panel Principal con un menú desplegable para poder navegar entre diferentes paneles frontales.

Los paneles frontales junto con sus diagramas de bloques se los describe a continuación:

3.7.1. Agregar variables del PLC al Cliente OPC

Paso 1: Clic derecho en Contador Power On.lvproj (Este es el nombre con el que se ha guardado el proyecto), ir a New y clic en Variable.

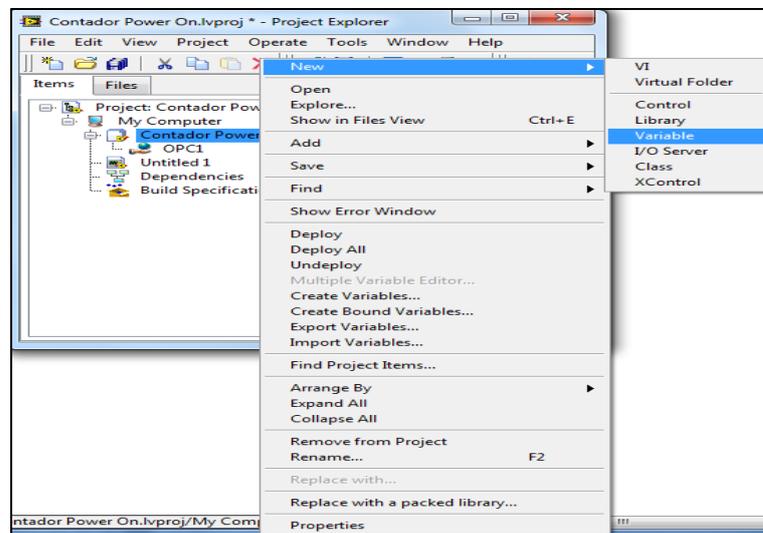


Figura 38-3: Ruta para agregar variables compartidas
Realizado por: Edison Lema 2016

Paso 2: Asignar un nombre para la variable compartida, activar la pestaña “Enable Aliasing” para habilitar la búsqueda de las variables (memorias) del PLC y clic en Browse...

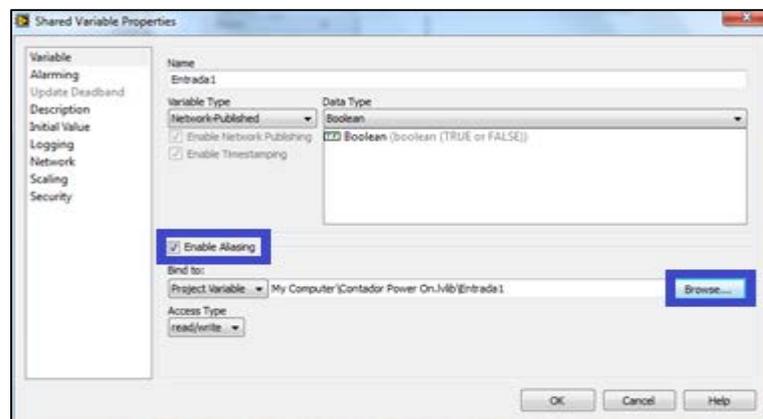


Figura 39-3: Propiedades de la variable compartida
Realizado por: Edison Lema 2016

Paso 3: En la siguiente ventana desplegar  My Computer , desplegar  Contador Power On.lvlib , desplegar  OPC1 , desplegar  SIEMENS , desplegar  CPU-1212C ; aparecen todas las variables creadas en el OPC. Seleccionamos la variable, clic en OK y clic en OK.

NOTA: Éste último paso se lo realizó varias veces hasta cargar al árbol del proyecto todas las variables que se van a utilizar en el diagrama de bloques para desarrollar la HMI.

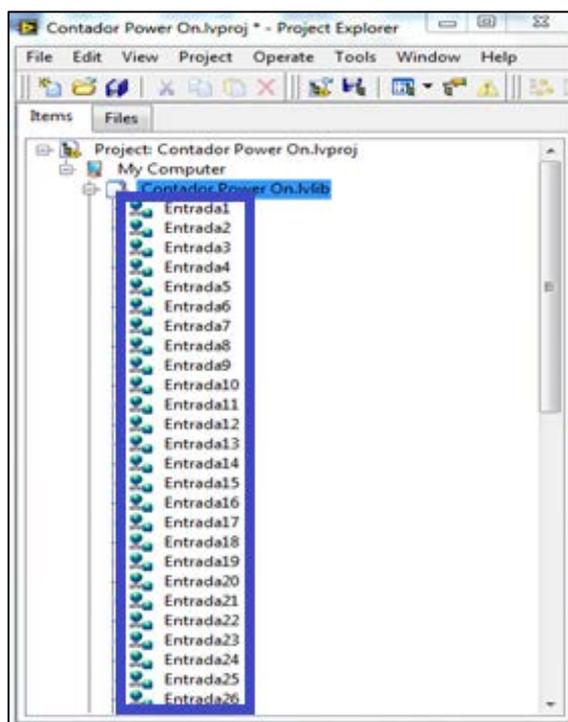


Figura 40-3: Variables del OPC cargadas
Realizado por: Edison Lema 2016

3.7.1.1. Agregar variables al diagrama de bloques

Clic derecho sobre el control o indicador, ir a Create, ir a Shared Variable Node, ir a My Computer, ir a Contador Power On.lvlib y seleccionar la variable que se necesita.

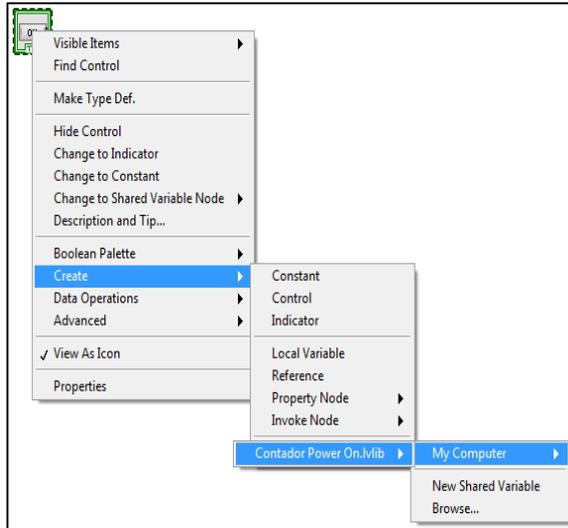


Figura 41-3: Enlace de variables compartidas a controles/indicadores
Realizado por: Edison Lema 2016

NOTA: Otra forma más rápida de agregar la variable es arrastlarla desde el árbol de proyecto hasta el diagrama de bloques.

3.7.2. Paneles Frontales de la aplicación HMI

3.7.2.1. Panel Frontal VI Menú

La Figura 42-3 muestra el panel frontal del VI Menú.



Figura 42-3: Panel Frontal VI Menú
Realizado por: Edison Lema 2016

(a) PANEL: La herramienta utilizada es el Subpanel, los paneles frontales de los diferentes VIs que se vayan llamando desde el menú desplegable se irán insertando y mostrando en este panel.

- (b) MENÚ: El control utilizado es un Menu Ring, en este control se encuentran en listados los nombres de los VIs con los que se va a interactuar: Control Power On, Registros Históricos, Horómetros y Mantenimiento.
- (c) CERRAR: El control utilizado es un Pushbutton, permite cerrar toda la aplicación incluyendo al resto de los VIs llamados durante la ejecución.

3.7.2.2. Panel Frontal VI Control Power On

En la Figura 43-3 se muestra el panel frontal del VI Control Power On.



Figura 43-3: Panel Frontal VI Power On

Realizado por: Edison Lema 2016

- (a) HORÓMETRO TIEMPO MARCHA MOTOR: Muestra el tiempo de funcionamiento continuo del motor; es decir, el tiempo que se encuentre encendido.
- (b) HORÓMETRO “POWER ON” CARGA MÍNIMA: Muestra el tiempo de funcionamiento en trabajos de acabado. El contador se activa cuando la corriente y las RPM están en el rango establecido en el SET POINT para Carga Mínima.
- (c) HORÓMETRO “POWER ON” CARGA MEDIA: Muestra el tiempo de funcionamiento en trabajos de roscado. El contador se activa cuando la corriente y las RPM están en el rango establecido en el SET POINT para Carga Media.
- (d) HORÓMETRO “POWER ON” CARGA MÁXIMA: Muestra el tiempo de funcionamiento en trabajos de corte o desbaste. El contador se activa cuando la corriente y las RPM están en el rango establecido en el SET POINT para Carga Máxima.
- (e) HORÓMETRO DE MANTENIMIENTO: Muestra el tiempo total de funcionamiento continuo del motor hasta su fecha programada de mantenimiento.
- (f) PILOTOS: Son indicadores que se activan según el contador de horas que esté en funcionamiento.

- (g) **AMPERÍMETRO VIRTUAL:** Muestra el valor analógico de la corriente que se está midiendo en la línea del motor. También tiene incorporados dos displays para visualizar Corriente y RPM.
- (h) **TECLADO DE CÓDIGO DE SEGURIDAD:** Por medio de este teclado se ingresa un código para acceder a las opciones de guardado y borrado de la información generada.
- (i) **PANEL INSTRUCCIÓN DE REGISTRO:** En este subpanel se muestran las instrucciones que se deben seguir para respaldar los datos, además de un par de mensajes que informan si clave ingresada fue correcta o no y si los datos fueron guardados correctamente.
- (j) **OPERADOR:** Es un menú desplegable que cuenta con los nombres de los operadores del Taller, estos nombres son importados desde un archivo .txt.
- (k) **GUARDAR:** Este botón permite guardar la información registrada por los horómetros en una hoja de registro personal de EXCEL y en la misma HMI.
- (l) **BORRAR:** Este botón elimina la información registrada en los horómetros durante el turno y resetea el estado de los números ingresados en el teclado.
- (m) **O. Trabajo:** En este cuadro de texto cada operador debe ingresar la orden de trabajo que está realizando.
- (n) **SELECTOR CONTROL OPERACIÓN:** Al seleccionar INICIO TURNO los datos se irán registrando caso contrario no se registrarán aunque cumplan con los rangos fijados en el SET POINT.
- (o) **DISPLAY OPERACIÓN:** Muestra mensaje indicando el estado de la operación y el registro de datos.
- (p) **DISPLAY MANTENIMIENTO:** Muestra mensajes de texto informando que se ha cumplido el tiempo de mantenimiento programado.
- (q) **SET POINTS VIBRACIÓN:** Permiten ingresar los valores en vibración para Carga Mínima, Media y Máxima.
- (r) **SET POINTS RPM:** Permiten ingresar los valores en RPM para Carga Mínima, Media y Máxima.
- (s) **NEW MANT, TEST MANT, NEW REG:** Estos botones permiten organizar un nuevo mantenimiento y borrar los datos actuales, simular el comportamiento de las alarmas y mensajes previo al mantenimiento, habilitar la creación de un nuevo encabezado en la misma hoja de EXCEL, respectivamente.

3.7.2.3. *Panel Frontal VI Registros Históricos*

En la Figura 44-3 se muestra el panel frontal del VI Registros Históricos.



Figura 46-3: Panel Frontal VI Mantenimiento
 Realizado por: Edison Lema 2016

En esta pantalla se ingresa el tiempo estimado para realizar un mantenimiento al equipo en general, cambiar el aceite, cambiar las bandas y cambiar los rodamientos.

- (a) Cuadro para el ingreso del periodo de mantenimiento.
- (b) Display del tiempo transcurrido.

3.7.3. Diagramas de Bloques de la aplicación HMI

3.7.3.1. Diagrama de Bloques VI Menú

En la Figura 47-3 se muestra el diagrama de bloques del VI Menú.

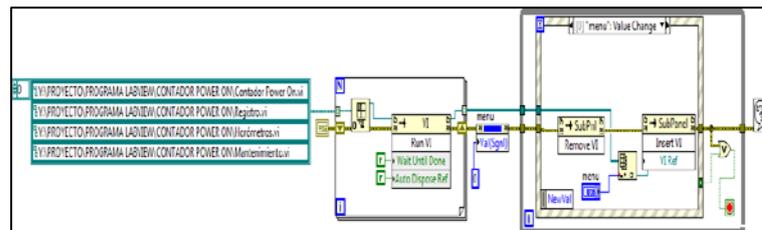


Figura 47-3: Diagrama de Bloques VI Menú
 Realizado por: Edison Lema 2016

El código del diagrama mostrado almacena las ubicaciones de los diferentes VI de un Arreglo de Direcciones (Array Paths) a través de la estructura For Loop, los corre y los va mostrando en el Subpanel con la propiedad Value/MenuRing según el orden en el que fueron almacenados con la estructura For.

Además de la estructura While Loop que ejecuta el código principal, se utilizó la estructura Event para atender a un evento prioritario ya sea para cambiar de pantalla o para salir de la aplicación.

3.7.3.2. Diagrama de Bloques VI Control Power On

En la Figura 48-3 se muestra el diagrama de bloques del VI Control Power On.

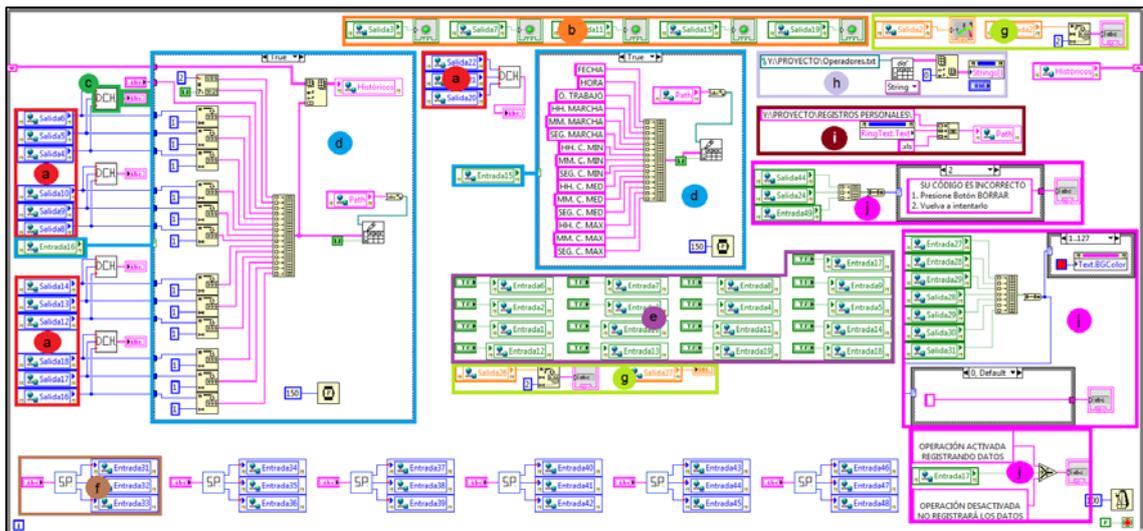


Figura 48-3: Diagrama de Bloques VI Control Power On

Realizado por: Edison Lema 2016

- (a) Transmiten las salidas (horas, minutos y segundos de los contadores de horas) del PLC.
- (b) Son las salidas booleanas del PLC, las cuales activan los indicadores (LEDs) de cada horómetro que se está ejecutando.
- (c) El subVI creado DCH sirve para unir los valores (horas, minutos y segundos) de los horómetros y mostrarlos en un solo display.
- (d) Estructuras Case que al momento de ser ejecutadas almacenan en una hoja de Excel las etiquetas y los valores de los contadores de horas. Además todos los registros generados se almacenan en la variable compartida Históricos.
- (e) Entradas booleanas del PLC que permiten ingresar los valores del TECLADO DE CÓDIGO DE SEGURIDAD, los estados de los botones CONFIRMAR, GUARDAR, BORRAR, INICIO OPERACIÓN, NEW MANT, TEST y NEW REG.
- (f) El subVI creado SP permite ingresar la referencia de corriente y RPM, estos valores se descomponen en 3 números enteros que al llegar al PLC se reconstruyen para formar la referencia original.

- (g) Salidas del PLC que muestran los valores de corriente y RPM medidos.
- (h) Código que permite importar los nombres de los operadores y mostrarlos como las opciones de un menú desplegable.
- (i) Código que permite unir el nombre del operador a una dirección y formato de salida para guardar los registros.
- (j) Códigos que permiten mostrar mensajes de aviso en el panel.

3.7.3.3. Diagrama de Bloques VI Registros Históricos

En la Figura 49-3 se muestra el diagrama de bloques del VI Registros Históricos.



Figura 49-3: Diagrama de Bloques VI Registros Históricos
Realizado por: Edison Lema 2016

El código del presente diagrama es bastante simple, lo que realiza es mostrar los valores contenidos en la variable *Historicos* a un control *Table* llamado *Registros*.

3.7.3.4. Diagrama de Bloques VI Horómetros

En la Figura 50-3 se muestra el diagrama de bloques del VI Horómetros.

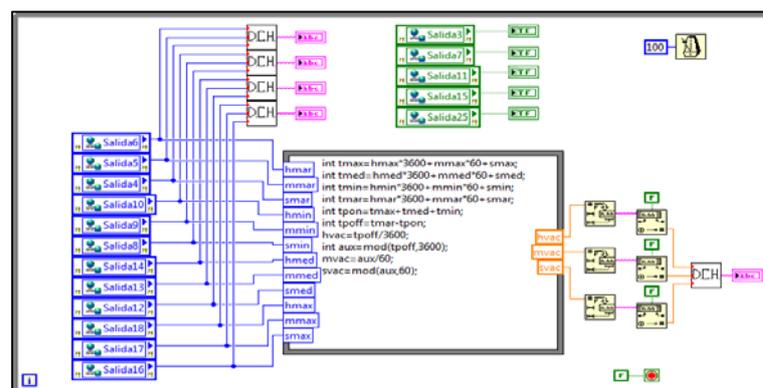


Figura 50-3: Diagrama de Bloques VI Horómetros
Realizado por: Edison Lema 2016

Es similar al diagrama del VI Control Power On, en esta ocasión para no crear un bloque DB adicional para registrar el tiempo de vacío se optó por expresar el tiempo total de POWER ON y

el tiempo de marcha en segundos y lógicamente la diferencia será el tiempo que la maquina estuvo trabajando en vacío.

El subVI DCH permite mostrar los resultados en solo display y los controles booleanos indican los horómetros que se encuentran en funcionamiento.

3.7.3.5. Diagrama de Bloques VI Mantenimiento

En la Figura 51-3 se muestra el diagrama de bloques del VI Mantenimiento.

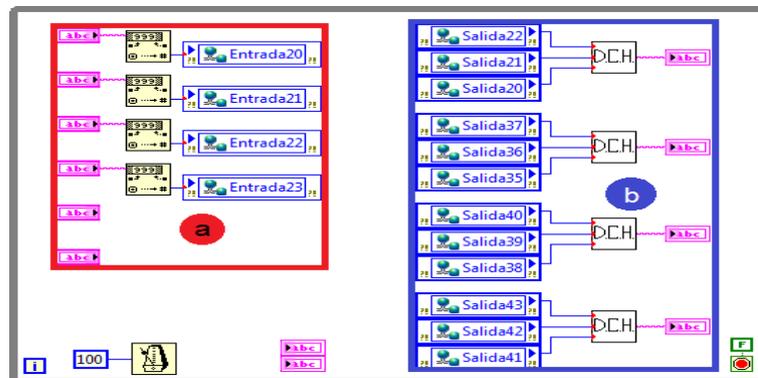


Figura 51-3: Diagrama de Bloques VI Mantenimiento
Realizado por: Edison Lema 2016

- (a) Código que permite ingresar el valor de las horas estimadas para el mantenimiento en un cuadro de texto para luego transformarlo a formato entero y enviarlo al PLC.
- (b) Horas, minutos y segundos del tiempo transcurrido antes del mantenimiento, el cual se visualiza en solo display gracias al subVI DCH.

3.8. Creación de la página web para el control y monitoreo

Desarrollada la aplicación en LabVIEW se procede a realizar un control de forma remota mediante una página web, esto se lo realiza utilizando el mismo servidor web de LabVIEW y utilizando la herramienta Web Publishing incorporada en el mismo.

El procedimiento para crear y/o publicar la página se lo describe a continuación:

Ir a la barra de menú de LabVIEW, abrir la pestaña Tool y clic en la herramienta Options. En la ventana Category (izquierda) seleccionar Web Server y pestañar la opción “Allow Remote Panel Server”.

Terminada la aplicación HMI ir a la barra de Menú, abrir la pestaña Tools y seleccionar “Web Publishing”. A continuación nos aparecerá un asistente con los pasos necesarios para crear la página.

Seleccionar el VI a publicar, la forma de publicación (control) y clic en Next.

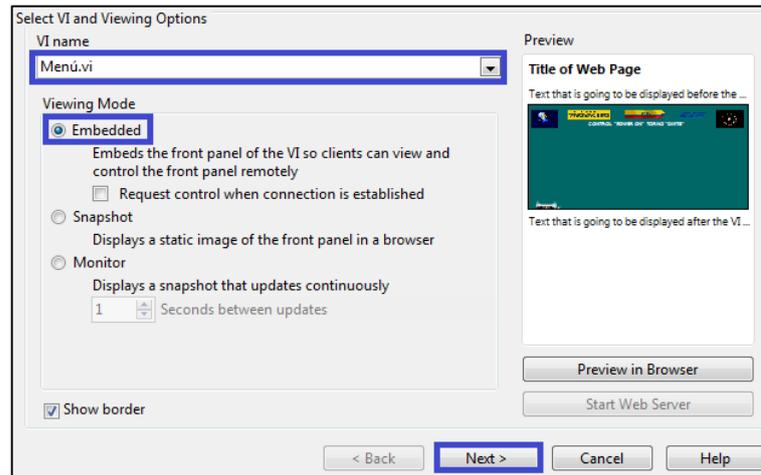


Figura 52-3: Selección del VI y modo de visualización.
Realizado por: Edison Lema 2016

Ingresar un título, encabezado y pie para la página web y clic en Next.

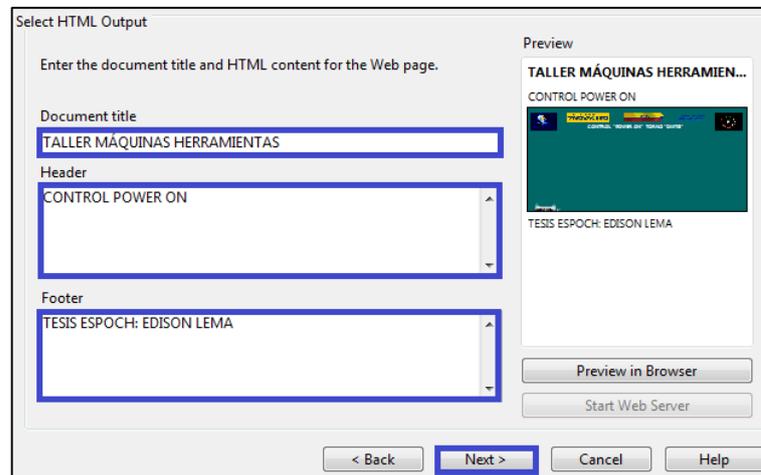


Figura 53-3: Ingresar parámetros de salida HTML.
Realizado por: Edison Lema 2016

Finalmente, asignar un nombre para nuestra página web y clic en Save to Disk. Automáticamente se generará una dirección URL.

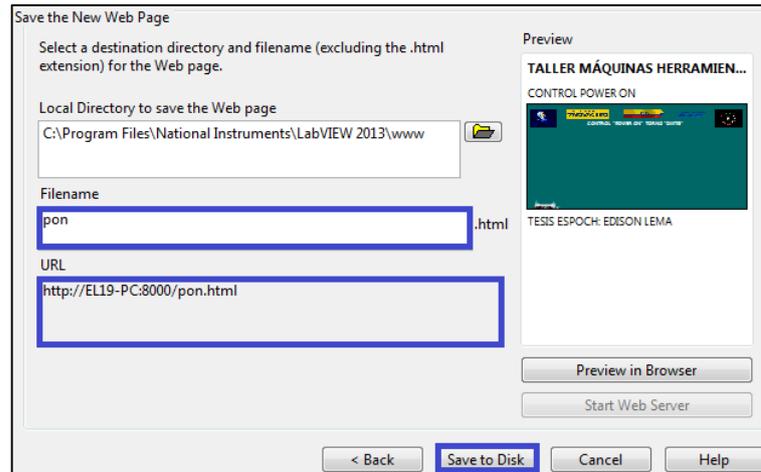


Figura 54-3: Guardar la nueva página web.
Realizado por: Edison Lema 2016

Para llamar al control de forma remota, ingresar al navegador Internet Explorer y llamarlo de cualquiera de estas tres formas:

- <http://localhost:8000/pon.html> (Sólo desde la computadora del servidor)
- <http://EL19-PC:8000/pon.html> (Desde cualquier computadora conectada a la red)
- <http://192.168.5.72:8000/pon.html> (Desde cualquier computadora conectada a la red)

CAPÍTULO IV

PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1. Análisis y pruebas de funcionamiento

Una vez finalizada la implementación del horómetro en el torno, se procede a realizar las pruebas de funcionamiento respectivas.

4.1.1. Medición y comparación de las señales

Las señales que servirán como parámetro de control para los contadores de horas son corriente, aceleración y RPM.

La corriente o señal de carga del motor se obtuvo con el conjunto TC-Transductor (posteriormente fue escalada en el PLC) y su valor fue comprobado mediante una pinza amperimétrica.

El TC es de relación 100:5; es decir por cada 100A en la entrada habrá 5A en la salida. Entonces se obtiene una señal analógica de 0-5A que mediante el transductor se convierte en señal de voltaje con rango de 0-10V.

La Figura 1-4 muestra los valores obtenidos por el PLC y la pinza amperimétrica.

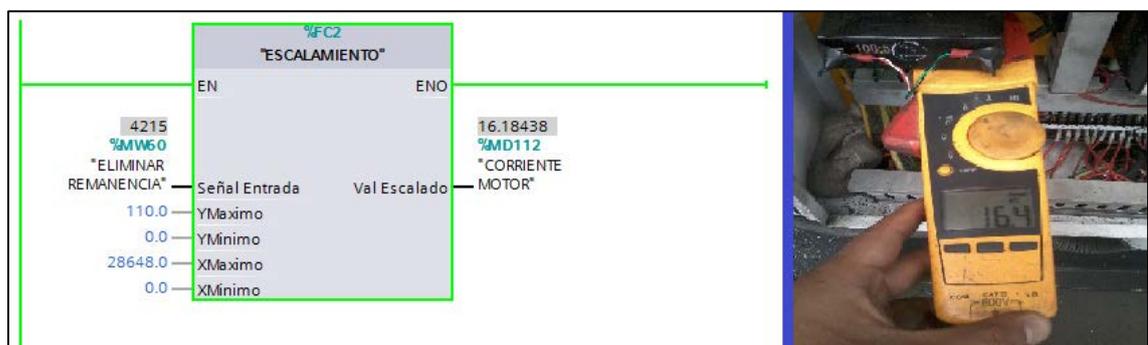


Figura 1-4: Valores obtenidos de corriente

Realizado por: Edison Lema 2016

Estos valores se pueden corroborar midiendo la salida del transductor.

$$I = \frac{100 * 1.6}{10} = 16A$$



Figura 2-4: Medición señal de salida del transductor
Realizado por: Edison Lema 2016

La velocidad del husillo (RPM) se obtuvo acoplando el anillo metálico de 18 puntas al mecanismo del torno, exactamente alrededor del husillo. El sensor y su soporte fueron instalados estratégicamente para detectar las puntas del anillo durante los giros, los pulsos ingresan al PLC y son capturados cada segundo.

Las RPM se obtienen aplicando la siguiente ecuación:

$$RPM = \frac{NP * 60}{PA}$$

Donde:

- RPM Velocidad del husillo.
- NP Número de pulsos detectados en 1 s.
- 60 Contante para obtener las revoluciones por minuto.
- PA Número de puntas del anillo (18).

Para comparar este valor obtenido por el PLC se utilizó un instrumento de gran precisión, el tacómetro digital con tecnología láser.

La siguiente tabla resume las mediciones obtenidas por el PLC y el tacómetro.

Tabla 1-4: Valores medidos RPM

RPM PALANCA	RPM PLC	RPM TACÓMETRO	ERROR
9	8	8,7	0,7
11	10	11,1	1,1
15	15	14,9	0,1
20	20	20,2	0,2
26	25	26,1	1,1
35	35	35	0
48	48	48,2	0,2
62	60	62,1	2,1
83	83	83,3	0,3
115	115	115	0
149	148	148,5	0,5
199	200	198,8	1,2
269	270	269,3	0,7
348	350	347,5	2,5
465	466	464,5	1,5
637	639	637,2	1,8
823	823	823,1	0,1

Realizado por: Edison Lema 2016

4.1.2. Prueba de control de los contadores de horas

Los contadores de horas registran el tiempo de trabajo efectivo también conocido como POWER ON siempre y cuando las operaciones de Desbaste, Roscado y Acabado se ejecuten bajo los parámetros (Aceleración y RPM) predeterminados.

Para que el horómetro entre en funcionamiento debe cumplir dos condiciones:

- 1) La máquina debe encontrarse maquinando o trabajando con carga
- 2) El torno debe maquinar bajo las RPM recomendadas.

Las RPM a las que se debe mecanizar una pieza dependen del material y diámetro de la pieza a maquinar y del material de la herramienta de corte.

La fórmula empleada para calcular las RPM necesarias para realizar el trabajo es:

$$N = \frac{KV_c}{\phi\pi}$$

N es la incógnita, K es una constante de valor 1000, \emptyset es el diámetro de la pieza a mecanizar, π es una constante conocida y V_c es la velocidad de corte, el cual es un valor que viene en tablas y depende del material de la pieza y la herramienta.

Una vez calculado el valor de las RPM recomendadas, este será comparado con la gama de velocidades disponible en la palanca del torno y de no existir esa velocidad se utiliza la que se aproxime al inmediato superior o inferior.

De no cumplir con una de estas condiciones el horómetro no funcionará.

A continuación se muestra el registro de los contadores de horas, se realizó un trabajo de Desbaste en función de los parámetros descritos anteriormente donde la velocidad recomendada fue 83 RPM. El registro de POWER OFF se debe a que durante la operación hubo transiciones sobre partes huecas y para realizar cambios y movimientos del carro no se apagó la máquina sino que la dejaban en neutro, lo que demuestra que si no se trabaja bajo los parámetros determinados el trabajo no se registrará.



Figura 3-4: Pantalla de registro contadores de horas
Realizado por: Edison Lema 2016

En la Figura 4-4 se muestra los parámetros de configuración para la operación de desbaste, considerado como CARGA MÁXIMA.



Figura 4-4: Pantalla principal y configuración
 Realizado por: Edison Lema 2016

CONCLUSIONES

- Los elementos utilizados para la implementación del horómetro tuvieron que ser seleccionados según los parámetros de la placa de características del motor del torno y para que cumplan con los requerimientos planteados para el sistema.
- Fue necesario acondicionar las señales de control para manipular y llevar dichas señales a niveles que son fácilmente reconocibles por el controlador para su posterior procesamiento.
- El sistema HMI desarrollado en LabVIEW constituye una forma amigable de interacción del horómetro con el usuario, para monitorear el tiempo de trabajo del torno con carga y acceder a los registros históricos generados porque se puede hacer ampliaciones proyectadas para otras máquinas.
- El software LabVIEW posee su propio Servidor Web que permite desarrollar una página web utilizando la herramienta incorporada “Web Publishing” para realizar el control y monitoreo de la aplicación en forma remota desde cualquier máquina conectada a la red.
- El sistema desarrollado puede ser implementado para otras máquinas dentro de la empresa, fijando los parámetros sobre los cuales el PLC hará registro.
- Los datos que se obtuvieron con la aplicación se guardan en un archivo Excel para verificar históricamente el tiempo de trabajo del torno con diferentes operaciones.
- Debido a que el neutro tomado de la estructura metálica proporcionaba un voltaje monofásico flotante se optó por tomar la referencia de la instalación eléctrica del torno CNC Sunlike 2. Generalmente el neutro tomado de las estructuras no garantiza el buen funcionamiento de los equipos.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda comprobar el funcionamiento y la configuración de cada uno de los dispositivos antes de su implementación, así como el programa de control en base a la simulación y forzado de las señales de entrada.
- Usar software que se encuentre actualizado ya que las nuevas versiones vienen corregidas y con herramientas mejoradas que ayudan a solucionar fácilmente los problemas planteados. No es necesario que las versiones de los software empleados sean las mismas, sin embargo LabVIEW y sus complementos si deben estar en las mismas versiones para evitar problemas de compatibilidad.
- Antes de iniciar el control desde la página web primero hay que asegurarse que la aplicación desarrollada en LabVIEW se encuentre en ejecución o cargada en memoria, de lo contrario la aplicación no se cargará en la página web.
- Instalar el complemento LVRTE2013min en los computadores que no tengan instalado LabVIEW para leer y manejar los controles del Panel Frontal desde la página web, ya que dichos controles son objetos desconocidos para el navegador.
- Se debe agregar una función de espera para los ciclos principales, de esta forma evitamos ralentizar la aplicación y saturar la memoria del CPU.
- La habilitación de las áreas de memoria remanente es una buena solución para las aplicaciones en las que se requiera almacenar y respaldar la información ante fallas o cortes de energía eléctrica, ya que el acceder frecuentemente a la memoria EEPROM del PLC provocaría que éste se averíe.
- La máquina trabaja con altos niveles de voltaje por lo que es recomendable asegurarse de la ausencia de tensión en el tablero para proceder a las actividades de mantenimiento o de revisión.

BIBLIOGRAFÍA

BARRENO, M. *TERCERO MECANIZADO: VELOCIDAD DE CORTE* [blog]. 2012. [Consulta: 15 Julio 2016]. Disponible en: <http://jjc3mecanizadonocturno.blogspot.com/p/velocidad-de-corte.html>

CONCHA, P. *Tipos y Aplicaciones de Transformadores* [en línea]. s.f.. [Consulta: 27 Abril 2016]. Disponible en: <http://patricioconcha.ubb.cl/transformadores/tipos.htm>

CONTROL REAL ESPAÑOL. *Sensores. Definición y características - Control Real Español* [en línea]. 2015. [Consulta: 26 Junio 2016]. Disponible en: <http://controlreal.com/es/sensores-definicion-y-caracteristicas/>

DAREK KOMINEK & P. ENG ALBERTA. *OPC: ¿De qué se trata, y cómo funciona? "Guía para entender la Tecnología OPC"* [en línea]. Canada: Matrikon Inc, 2009. [Consulta: 27 Abril 2016]. Disponible en: http://www.infopl.net/files/documentacion/comunicaciones/infopl_net_guia_para_entender_la_tecnologia_opc.pdf

EATON. *Temporizadores y Horómetros Electromecánicos* [en línea]. s.f.. [Consulta: 15 Abril 2016]. Disponible en: <http://www.eaton.cl/conosur/ProductosSoluciones/Energia/ProductosyServicios/AutomatizacionyControl/DispositivosdeControlparaConteo/TemporizadoresyHorometros/TemporizadoresyHorometroslectromecanicos/index.htm>

EATON. *Temporizadores y Horómetros Electrónicos* [en línea]. s.f.. [Consulta: 15 Abril 2016]. Disponible en: <http://www.eaton.cl/conosur/ProductosSoluciones/Energia/ProductosyServicios/AutomatizacionyControl/DispositivosdeControlparaConteo/TemporizadoresyHorometros/TemporizadoresyHorometrosElectronicos/index.htm>

ENDESA EDUCA. *Funcionamiento de los transformadores* [en línea]. 2015. [Consulta: 27 Abril 2016]. Disponible en: http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/conceptos-basicos/funcionamiento-de-los-transformadores

LAB-VOLT. *Flúidos Sensores* [en línea]. Quebec - Canada: Lab-Volt Ltda., 2001. [Consulta: 10 Junio 2016]. Disponible en: <http://biblio3.url.edu.gt/Publi/Libros/2013/ManualesIng/FluidosySensores-O.pdf>

LAJARA VIZCAÍNO, J. R., & PELEGRÍ SEBASTIÁ, J. *LabVIEW Entorno gráfico de programación*. México D.F.-México: Alfaomega, 2007, pp. 3-4, pp. 76-79.

MECA FONTDE. *¿Qué es una máquina-herramienta?* [en línea]. Barcelona, 2015. [Consulta: 15 Julio 2016]. Disponible en: <http://meca-fontde.com/que-es-una-maquina-herramienta/>

MEDINA, R. *Estándar de Lenguajes de Programación IEC1131* [en línea]. s.f.. [Consulta: 22 Abril 2016]. Disponible en: <http://ramonmedina.name/files/universidad/plc/plc0007.pdf>

NATIONAL INSTRUMENT. *1. Entorno NI LabVIEW - National Instrument* [en línea]. 2014. [Consulta: 22 Abril 2016]. Disponible en: <http://www.ni.com/academic/students/learnlabview/esa/environment.htm>

NATIONAL INSTRUMENT. *5. Tipos de Datos y Estructuras - National Instrument* [en línea]. 2014. [Consulta: 22 Abril 2016]. Disponible en: <http://www.ni.com/academic/students/learnlabview/esa/datatypes.htm>

NATIONAL INSTRUMENT. *Fundamentos del Entorno de LabVIEW - National Instrument* [en línea]. 2014. [Consulta: 22 Abril 2016]. Disponible en: Obtenido de <http://www.ni.com/getting-started/labview-basics/esa/environment>

NATIONAL INSTRUMENT. *Software de Desarrollo de Sistemas NI LabVIEW - National Instrument* [en línea]. 2016. [Consulta: 10 Agosto de 2016]. Disponible en: <http://www.ni.com/labview/esa/>

OBSERVATORIO TECNOLÓGICO. *Mongráfico: Lenguajes de programación* [en línea]. 2007. [Consulta: 19 Abril 2016]. Disponible en: <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/ca/component/content/article/502-monograficolenguajes-de-programacion?showall=1>

OBSERVATORIO TECNOLÓGICO. *Monográfico: Lenguajes de programación – Principios básicos de PLC* [en línea]. 2007. [Consulta: 19 Abril 2016]. Disponible en: <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/gl/component/content/article/502-monografico-lenguajes-de-programacion?start=2>

RAMÍREZ, A., & FELIPE, Á. *Control por PC Introducción a LabVIEW*. México: Centro Nacional de Actualización Docente, 2014, p. 8.

SÁNCHEZ MURILLO, A. E. *PLC* [en línea]. (2013). [Consulta: 19 Abril 2016]. Disponible en: <http://www.ctinmx.com/que-es-un-plc/>

SÁNCHEZ PÉREZ, N. L. *Horómetro - Dispositivo Digital en Maquinarias Pesadas* [en línea]. Aragua-Venezuela: Universidad Nacional Experimental Politécnica de las Fuerzas Armadas, 2012. [Consulta: 14 Abril 2016]. Disponible en: <http://civilgeeks.com/2012/11/14/horometro-dispositivo-digital-en-maquinarias-pesadas/>

SIEMENS. *Manual SIMATIC S7 Controlador programable S7-1200* [en línea]. Nürnberg-Alemania: SIEMENS AG, 2009. [Consulta: 14 Abril 2016]. Disponible en: <http://docslide.us/documents/s71200systemmanuales-eses-esp.pdf.html>

SIEMENS. *Módulo TIA Portal 010-010 Iniciación a la programación de SIMATIC S7-1200* [en línea]. SIEMENS AG, 2012. [Consulta: 21 Abril 2016]. Disponible en: https://w3.siemens.com/mcms/sce/de/fortbildungen/ausbildungsunterlagen/tia-portal_module/tabcardseiten/Documents/SCE_ES_010-010_R1209_Startup_S7-1200.pdf

SIEMENS. *SIMATIC S7 - 1200 - Industria – Siemens* [en línea]. SIEMENS AG, 2016. [Consulta: 21 Abril 2016]. Disponible en: http://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores_modulares/controlador_basico_s71200/pages/s7-1200.aspx

UNAD. *Lección 16.3.2 – Diagrama de bloques funcionales (Function block diagram – FBD)* [en línea]. s.f.. [Consulta: 20 Abril 2016]. Disponible en: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/2150512/ContenidoLinea/leccin_1632__diagrama_de_bloques_funcionales_function_block_diagram__fbd.html

UNAD. *Lección 16.3.3 – Texto estructurado (Structured text – ST)* [en línea]. s.f.. [Consulta: 20 Abril 2016]. Disponible en: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/2150512/ContenidoLinea/leccin_1633__texto_estructurado_structured_text__st.html

UNAD. *Lección 16.3.4 – Nemónicos o lista de Instrucciones (Instruction list – IL)* [en línea]. s.f.. [Consulta: 20 Abril 2016]. Disponible en: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/2150512/ContenidoLinea/leccin_1634__nemnicos_o_lista_de_instrucciones_instruction_list__il.html

UNAD. *Lección 16.3.5 – Diagrama Escalera (Ladder Diagram – LD) I* [en línea]. s.f.. [Consulta: 20 Abril 2016]. Disponible en: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/2150512/ContenidoLinea/leccin_1635__diagrama_escalera_ladder_diagram__ld_i.html

VILLAJULCA, J. C. *El estándar de comunicaciones industriales: Ole For Process Control OPC* [en línea]. InstrumentaciónControl.net, 2010. [Consulta: 30 Abril 2016]. Disponible en: <http://www.instrumentacionycontrol.net/cursos-libres/automatizacion/curso-supervision-procesos-por-computadora/item/242-el-est%C3%A1ndar-de-comunicaciones-industriales-ole-for-process-control-opc.html>

ANEXOS

Anexo A: Datos Técnicos del S7-1200

© Siemens AG 2013

SIMATIC S7-1200

Módulos centrales

CPU 1214C

3

Sinopsis



- La CPU compacta de alto rendimiento
- Con 24 entradas/salidas integradas
- Ampliable con:
 - 1 Signal Board (SB) o Communication Board (CB)
 - 8 Signal Modules (SM)
 - Máx. 3 módulos de comunicaciones (CM)

Datos técnicos

	6ES7 214-1BG31-0XB0 CPU 1214C AC/DC/relé	6ES7 214-1AG31-0XB0 CPU 1214C DC/DC/DC	6ES7 214-1HG31-0XB0 CPU 1214C DC/DC/relé
Información general			
Ingeniería con			
• Paquete de programación	STEP 7 V11.0 SP2 o superior	STEP 7 V11.0 SP2 o superior	STEP 7 V11.0 SP2 o superior
Tensión de alimentación			
24 V DC		Si	Si
120 V AC	Si		
230 V AC	Si		
Alimentación de sensores			
Alimentación de sensores 24 V			
• 24 V	Rango permitido: 20,4 a 28,8 V	Rango permitido: 20,4 a 28,8 V	Rango permitido: 20,4 a 28,8 V
Pérdidas			
Pérdidas, tip.	14 W	12 W	12 W
Memoria			
Memoria de trabajo			
• integrada	75 kbyte	75 kbyte	75 kbyte
Memoria de carga			
• integrada	4 Mbyte	4 Mbyte	4 Mbyte
Respaldo			
• sin pila	Si	Si	Si
Tiempos de ejecución de la CPU			
para operaciones de bits, tip.	0,085 µs; /instrucción	0,085 µs; /instrucción	0,085 µs; /instrucción
para operaciones de palabras, tip.	1,7 µs; /instrucción	1,7 µs; /instrucción	1,7 µs; /instrucción
para aritmética en coma flotante, tip.	2,5 µs; /instrucción	2,5 µs; /instrucción	2,5 µs; /instrucción
Áreas de datos y su remanencia			
Marcas			
• Cantidad, máx.	8 kbyte; Tamaño del área de marcas	8 kbyte; Tamaño del área de marcas	8 kbyte; Tamaño del área de marcas
Área de direcciones			
Imagen del proceso			
• Entradas, configurables	1 kbyte	1 kbyte	1 kbyte
• Salidas, configurables	1 kbyte	1 kbyte	1 kbyte
Hora			
Reloj			
• Reloj por hardware (reloj tiempo real)	Si	Si	Si

3/12
Siemens ST 70 · 2013

SIMATIC S7-1200

Módulos centrales

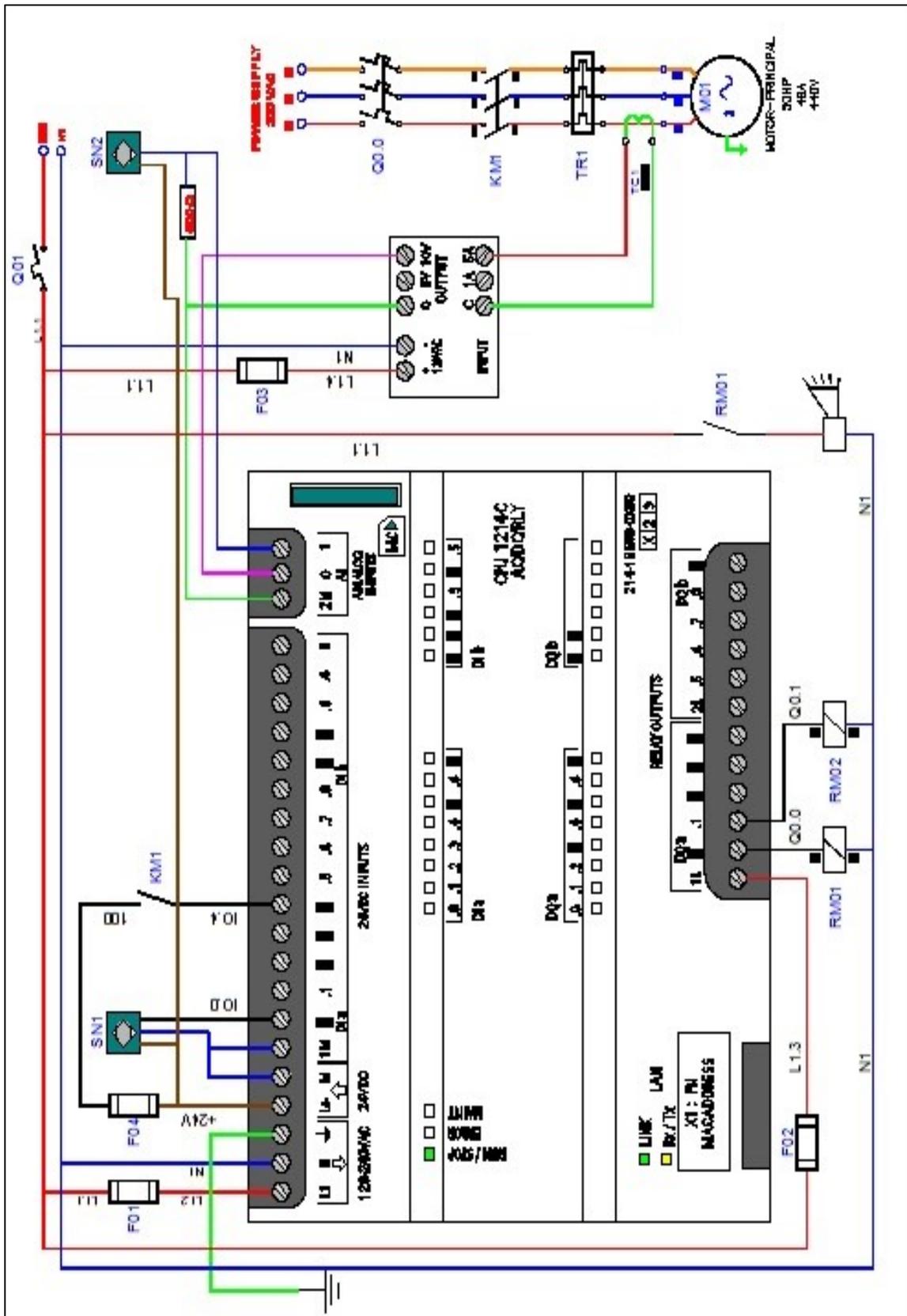
CPU 1214C

3

Datos técnicos (continuación)

	6ES7 214-1BG31-0XB0 CPU 1214C AC/DC/relé	6ES7 214-1AG31-0XB0 CPU 1214C DC/DC/DC	6ES7 214-1HG31-0XB0 CPU 1214C DC/DC/relé
Entradas digitales			
Cantidad/entradas binarias	14; integrada	14; integrada	14; integrada
• De ellas, entradas usable para funciones tecnológicas	6; HSC (High Speed Counting)	6; HSC (High Speed Counting)	6; HSC (High Speed Counting)
Salidas digitales			
Número/salidas binarias	10; Relé	10	10; Relé
• De ellas, salidas rápidas		4; Salida de tren de impulsos 100 kHz	
Entradas analógicas			
Canales integrados (AI)	2; 0 a 10 V	2; 0 a 10 V	2; 0 a 10 V
Rangos de entrada			
• Tensión	Si	Si	Si
1. Interfaz			
Tipo de interfaz	PROFINET	PROFINET	PROFINET
Norma física			
	Ethernet	Ethernet	Ethernet
Funcionalidad			
• PROFINET IO-Controller	Si	Si	Si
Funciones de comunicación			
Comunicación S7			
• Soporta servidor iPAR	Si	Si	Si
Comunicación IE abierta			
• TCP/IP	Si	Si	Si
• ISO-on-TCP (RFC1006)	Si	Si	Si
• UDP	Si	Si	Si
servidores web			
• Soporta servidor iPAR	Si	Si	Si
Funciones integradas			
Nº de contadores	6	6	6
Frecuencia de contaje (contadores), máx.	100 kHz	100 kHz	100 kHz
Frecuencímetro	Si	Si	Si
Posicionamiento en lazo abierto	Si	Si	Si
Regulador PID	Si	Si	Si
Nº de entradas de alarma	4	4	4
Nº de salidas de impulsos		2	
Frecuencia límite (impulsos)		100 kHz	
Condiciones ambientales			
Temperatura de empleo			
• mín.	-20 °C	-20 °C	-20 °C
• máx.	60 °C	60 °C	60 °C
Configuración			
programación			
• Lenguaje de programación			
- KOP	Si	Si	Si
- FUP	Si	Si	Si
- SCL	Si	Si	Si
Dimensiones			
Anchura	110 mm	110 mm	110 mm
Altura	100 mm	100 mm	100 mm
Profundidad	75 mm	75 mm	75 mm
Peso			
Peso, aprox.	455 g	415 g	435 g

Anexo B: Diagrama Eléctrico en AutoCAD



Accessories



Model 183 Multiplier



File # E91015

- Reduces high AC Voltage Signals down to 150 VAC
- Reduces high DC Voltage signals down to 500 μ ADC
- Accuracy $\pm 1\%$

Ordering Information

DC Volts - 2000 Ohms/Volt

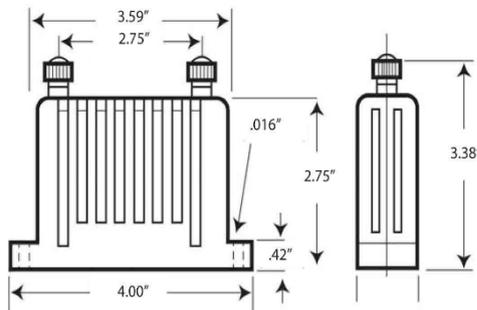
Used only with Simpson DC Volt analog panel meters or with 0-2 mA DC digital panel meters. Digital units will need to be recalibrated when a multiplier is used.

Range	Multiplier Resistance M Ω	Meter Sensitivity DC μ A	Catalog Number
0-500	1	500	08552
0-1000	2	500	08554
0-2000	4	500	08557
0-4000	8	500	08560
0-5000	10	500	08561

AC Volts - 166 Ohms/Volt

Used only with Simpson AC Volt, iron vane analog panel meters or with a 0-200 VAC digital meter using an external 25K Ω /1W resistor across the inputs.

Range	Impedance Ω @ 60 Hz	Voltage Reduced	Voltage Drop	Catalog Number
0-500	58,333	350	150	08562
0-600	75,000	450	150	08563
0-750	100,000	600	150	08564
0-1000	141,666	850	150	08565



Current Transducers

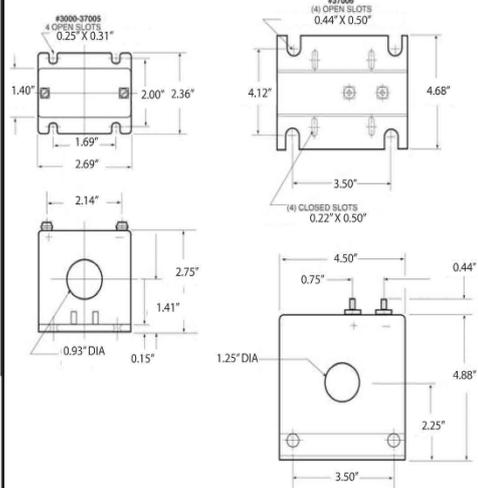
- Reduces AC current signals down to 4-20 DCmA
- Screw terminals for easy connection
- Operates on 24V DC power

Specifications

Accuracy:	$\pm 0.5\%$ F.S. Max
Frequency:	60Hz
Insulation Class:	600V
Max. Output:	30DCmA
Temp. Effect:	
Accuracy:	$\pm 0.04\%/^{\circ}$ C
Operating:	-30 $^{\circ}$ C to +65 $^{\circ}$ C
Storage:	-55 $^{\circ}$ C to +85 $^{\circ}$ C
Supply Voltage:	24 DCV $\pm 10\%$
Weight:	1.5lb (680.39kg)



Dimensions



Ordering Information

Input Current Range(ACA)	Output Current Range(DCmA)	Catalog Number
0-5 A	4-20mA	37000
0-50 A	4-20mA	37001
0-75 A	4-20mA	37002
0-100 A	4-20mA	37003
0-150 A	4-20mA	37004
0-200 A	4-20mA	37005
0-300 A	4-20mA	37006

Anexo D: Transductor Revalco 1CORIA

MEASUREMENT TRANSDUCERS

CURRENT TRANSDUCERS

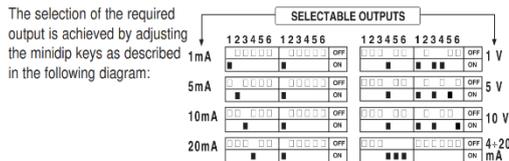
SELF SUPPLIED

	1CORIAA5 20	1CORIAA1 20	1CORIAA5 10	1CORIAA1 10	
- NOMINAL INPUT VALUES	5A	1A	5A	1A	
- NOMINAL OUTPUT VALUES	20 mA CC	20 mA CC	10 V CC	10 V CC	
- RESISTIVE LOAD	300Ω	300Ω	>10kΩ	>10kΩ	
- MEASURING RANGE			0 ÷ In		
- ACCURACY CLASS			1		
- OVERLOAD		Permanent: 1,2 In	Instantaneous: 10 In for 1 sec.		
- RESPONSE TIME			≤ 300 ms		
- ALTERNATED RESIDUAL			≤ 2%		
- OPERATING FREQUENCY			50/60 Hz		
- BURDEN			3 VA		
- GALVANIC SEPARATION BETWEEN INPUTS AND OUTPUTS		2kV for 1min at 50Hz			
- OPERATING TEMPERATURE		0 °C ÷ +55 °C			
- INPUT WAVE FORM		OS			
- DIMENSIONS / WEIGHT kg.		2 DIN modules / 0,25			
- Different technical characteristic can be considered, under specific requests					

EXTERNAL POWER SUPPLY

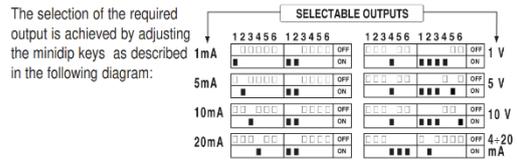
	1CORIA - AC	1CORIC - DC
- AUXILIARY SUPPLY (separate)		230V AC standard
- NOMINAL INPUT VALUES	1A and 5A present on the same transducer	60 mV standard
- NOMINAL OUTPUT VALUES (selectable)	1 - 5 - 10 VDC and 1 - 5 - 10 - 20 - 4/20 mA DC	
- RESISTIVE LOAD	700Ω	
- MEASURING RANGE	0 ÷ In	
- ACCURACY CLASS	0,5	
- OVERLOAD	Permanent: 2 In	Instantaneous: 10 In for 1 sec.
- RESPONSE TIME		≤ 300 ms
- ALTERNATED RESIDUAL		≤ 1%
- OPERATING FREQUENCY	50/60 Hz	
- BURDEN	current circuit: ≤ 0,8 VA - power supply: ≤ 4VA	power supply: 4VA
- GALVANIC SEPARATION BETWEEN INPUTS AND OUTPUTS	<ul style="list-style-type: none"> insulation between inputs, outputs, power supply insulation between the all circuits and earth 	
- OPERATING TEMPERATURE		2kV for 1min at 50Hz 4kV for 1min at 50Hz 0 °C ÷ +55 °C
- INPUT WAVE FORM	OS	
- DIMENSIONS / WEIGHT Kg.	3 DIN modules / 0,27	6 DIN modules / 0,50
- Different technical characteristic can be considered, under specific requests		

1CORIA



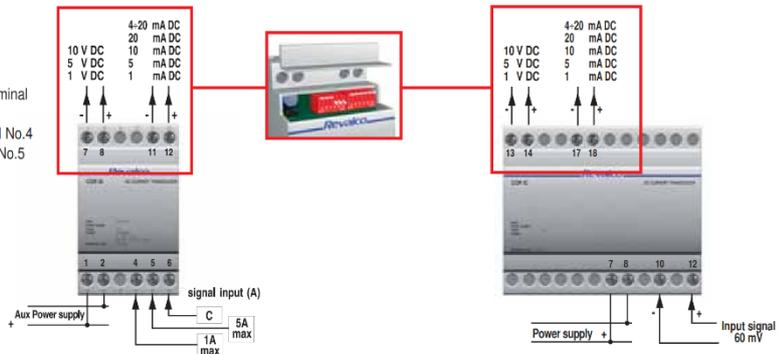
Where a Voltage output is required connection is by terminal Nos, 7 and 8 and for Current output connect to terminals Nos, 11 and 12.

1CORIC



Where a Voltage output is required connection is by terminal Nos, 13 and 14 for Current output connect to terminal Nos, 17 and 18.

Input terminal selection
Input connection is achieved by using Terminal C (No.6) for the common. Then for an Input of 1 Amp select terminal No.4 and for an Input of 5 Amp select terminal No.5 (as shown in the diagram)



Anexo E: Sensor Inductivo AK1-AP-2H

IMO

M18 Inductive DC Proximity Switch

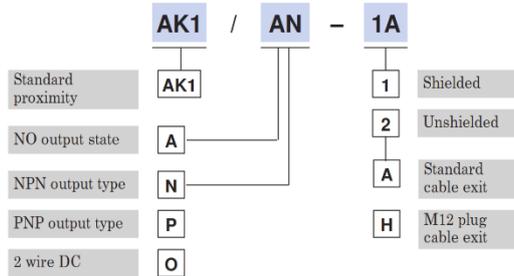
AK1

Compact inductive proximity switch for DC operation

- ø18 x 50mm
- Shielded and unshielded models
- IP67 nickel-plated brass housing
- 2 wire DC
- Short-circuit protection
- LED status indicator 360° visible
- Additional cable exit options available
- Nominal sensing range shielded 5mm
- Unshielded 8mm
- Long distance shielded 8mm
- Unshielded 14mm

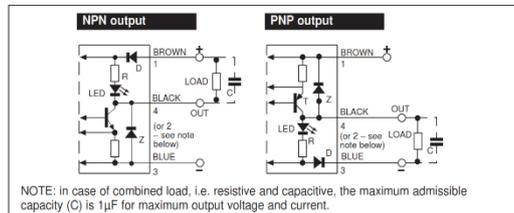


Options and ordering codes



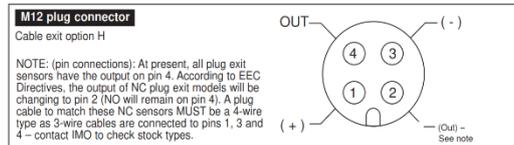
PRICE INFORMATION AND ORDERING

Output circuit–wiring connections



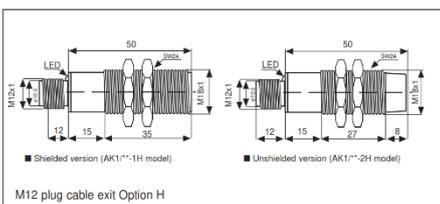
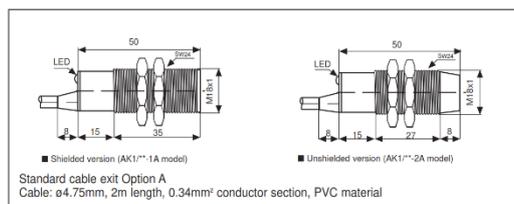
Normally closed output types
UL approved models
Other cable options:
Right angle cable
Customised cables
Please contact IMO for price and availability

Plug-pin connections



Please see – Full specification page 321
Mounting brackets page 330
Connector leads page 332

Dimensions (mm)



ANEXO F: Sensor de Vibración 4-162

4-162 Vibration Sensor/Transmitter

Performance Specifications

Output:	4-20 mA proportional to 0-0.5, 0-1, 0-2 in/sec RMS (0-15, 0-25 or 0-50 mm/sec RMS)
Linearity:	Less than 5% at 10 Hz - 1000 Hz (ISO2372 recommended frequencies)
Supply Voltage:	18-30 Volts DC
Cross Axis Sensitivity:	Less than 5%
Frequency Response:	2.5 Hz to 2500 Hz \pm 3dB
Temperature Range	
Operational:	-40°F to +185°F (-40°C to +85°C)
Storage:	-67°F to +250°F (-55°C to +124°C)
Environmental Sealing:	Welded, Hermetic
Temperature Sensitivity:	0.05% per °C
Range:	50 g peak
Mounting Torque:	2 to 5 ft. lbs.
Mounting:	1/4 - 28 Stud (included)
Construction:	Stainless steel case, electrically isolated from internal connections, up to 500 VAC
Weight w/out Cable:	3.2 oz.

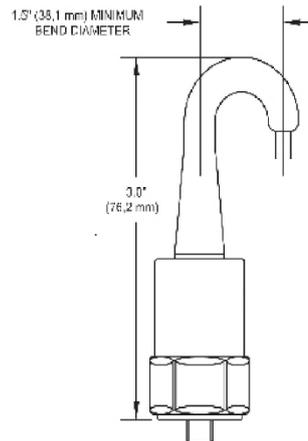
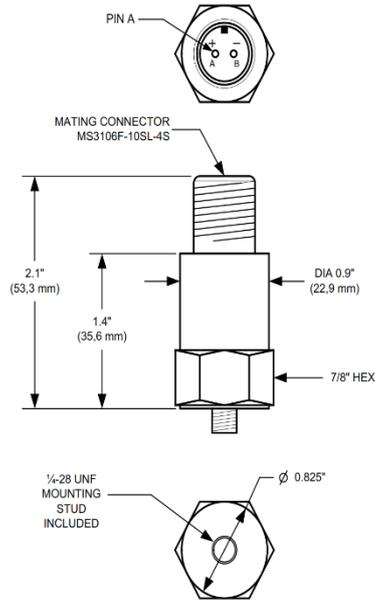
Optional Accessories

1. Mating Connector P/N 619571-1004
2. Cable assembly P/N 780400-91-XXXX (XXXX indicates length in inches e.g.: 10 ft cable = 120 inches is P/N 780400-91-0120). Assembly includes mating connector to prepared wire.

Ordering Information

Mating connectors and cable assemblies are not furnished and must be ordered separately. In keeping with CEC's policy of continuing product improvement, specifications may be changed without notice. See table below for type numbers and available configurations.

Type	Output	Connection
4-162-1001	0-0.5 ips RMS	Top Connector
4-162-1002	0-1 ips RMS	Top Connector
4-162-1003	0-2 ips RMS	Top Connector
4-162-2001-01	0-0.5 ips RMS	Integral 10 ft. cable
4-162-2002-01	0-1 ips RMS	Integral 10 ft. cable
4-162-2003-01	0-2 ips RMS	integral 10 ft. cable



Anexo G: Programa TIA PORTAL V13 (Lenguaje Ladder y SCL)

Totally Integrated Automation Portal							
Main [OB1]							
Main Propiedades							
General							
Nombre	Main	Número	1	Tipo	OB	Idioma	KOP
Numeración	automática						
Información							
Título	CONTROL POWER ON TORNO DMTG TALLER MÁQUINAS HERRAMIENTAS	Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada					
Nombre			Tipo de datos			Valor predet.	
Temp							
Constant							
Segmento 1: MARCHA MOTOR							
Segmento 2: CÓDIGOS CLAVE DE SEGURIDAD							
Segmento 3: CONTADOR DE HORAS DE MARCHA CON CARGA MÁXIMA							
Segmento 4: CONTADOR DE HORAS DE MARCHA CON CARGA MEDIA							
Segmento 5: CONTADOR DE HORAS DE MARCHA CON CARGA MÍNIMA							
Segmento 6: CONTADOR HORAS DE MANTENIMIENTO GENERAL							
Segmento 7: CONTADOR HORAS DE MANTENIMIENTO ACEITE							
Segmento 8: CONTADOR HORAS DE MANTENIMIENTO BANDAS							

Totally Integrated Automation Portal		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 30%; height: 30px;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center; width: 20%;"> <small>%FC13</small> "CONTADOR MANTENIMIENTO BANDAS" </div> <div style="border: 1px solid black; width: 30%; height: 30px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 15%; text-align: center;"> <small>EN</small> ————— <small>ENO</small> </div> </div>		
Segmento 9: CONTADOR HORAS DE MANTENIMIENTO RODAMIENTOS		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 30%; height: 30px;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center; width: 20%;"> <small>%FC14</small> "CONTADOR MANTENIMIENTO RODAMIENTOS" </div> <div style="border: 1px solid black; width: 30%; height: 30px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 15%; text-align: center;"> <small>EN</small> ————— <small>ENO</small> </div> </div>		
Segmento 10: CONTADOR DE HORAS DE MARCHA SIN CARGA		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 30%; height: 30px;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center; width: 20%;"> <small>%FC1</small> "CONTADOR SIN CARGA" </div> <div style="border: 1px solid black; width: 30%; height: 30px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 15%; text-align: center;"> <small>EN</small> ————— <small>ENO</small> </div> </div>		
Segmento 11: CONTROL DE CONSUMO CORRIENTE DEL MOTOR		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 30%; height: 30px;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center; width: 20%;"> <small>%FC4</small> "CORRIENTE CARGA MOTOR" </div> <div style="border: 1px solid black; width: 30%; height: 30px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 15%; text-align: center;"> <small>EN</small> ————— <small>ENO</small> </div> </div>		
Segmento 12: GUARDAR DATOS POWER ON EN EXCEL		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 30%; height: 30px;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center; width: 20%;"> <small>%FC7</small> "GUARDAR DATOS" </div> <div style="border: 1px solid black; width: 30%; height: 30px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 15%; text-align: center;"> <small>EN</small> ————— <small>ENO</small> </div> </div>		
Segmento 13: LECTURA DE LAS RPM CON EL CONTADOR RÁPIDO		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 30%; height: 30px;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center; width: 20%;"> <small>%FC11</small> "RPM CONTADOR RAPIDO" </div> <div style="border: 1px solid black; width: 30%; height: 30px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 15%; text-align: center;"> <small>EN</small> ————— <small>ENO</small> </div> </div>		
Segmento 14: CONTROL DE APAGADO DEL MOTOR		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 30%; height: 30px;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center; width: 20%;"> <small>%FC15</small> "CONTROL APAGADO" </div> <div style="border: 1px solid black; width: 30%; height: 30px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 15%; text-align: center;"> <small>EN</small> ————— <small>ENO</small> </div> </div>		

Totally Integrated Automation Portal							
RELOG_CONTADOR [FB1]							
RELOG_CONTADOR Propiedades							
General							
Nombre	RELOG_CONTADOR	Número	1	Tipo	FB	Idioma	SCL
Numeración	automática						
Información							
Título		Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada					
Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia				
▼ Input							
Entrada	Bool	false	No remanente				
Pulsos_Segundo	Bool	false	No remanente				
Reset	Bool	false	No remanente				
▼ Output							
Segundos	DInt	0	Remanente				
Minutos	DInt	0	Remanente				
Horas	DInt	0	Remanente				
InOut							
Static							
Temp							
Constant							
<pre> 0001 IF #Entrada THEN 0002 IF #Pulsos_Segundo THEN 0003 #Segundos := #Segundos + 1; 0004 IF #Segundos >= 60 THEN 0005 #Segundos :=0; 0006 #Minutos := #Minutos + 1; 0007 IF #Minutos >= 60 THEN 0008 #Minutos :=0; 0009 #Horas := #Horas + 1; 0010 END_IF; 0011 END_IF; 0012 END_IF; 0013 END_IF; 0014 0015 IF #Reset THEN 0016 #Segundos :=0; 0017 #Minutos :=0; 0018 #Horas :=0; 0019 END_IF; 0020 </pre>							

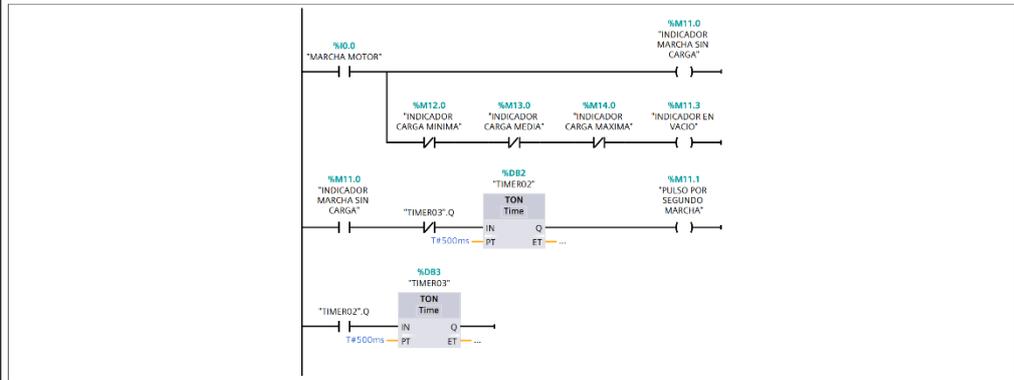
CONTADOR SIN CARGA [FC1]

CONTADOR SIN CARGA Propiedades

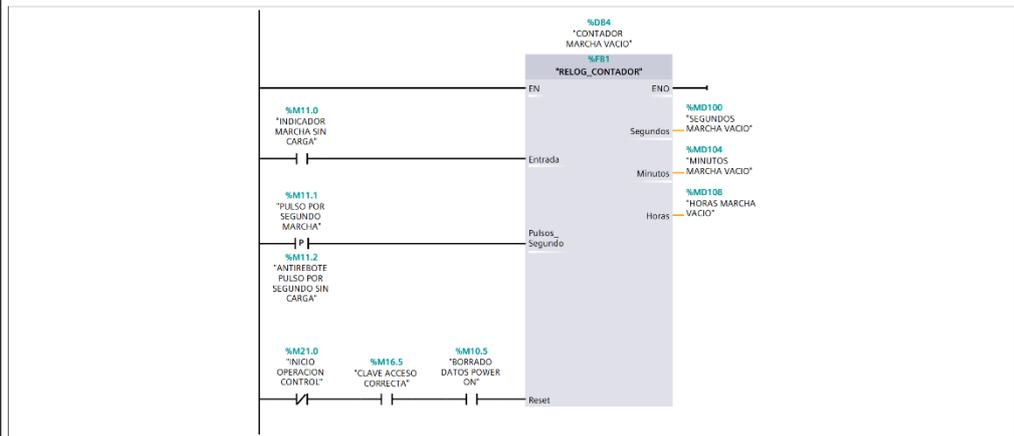
General							
Nombre	CONTADOR SIN CARGA	Número	1	Tipo	FC	Idioma	KOP
Numeración	automática						
Información							
Título	CONTADOR DE HORAS MARCHA MOTOR	Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada					

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.
Input		
Output		
InOut		
Temp		
Constant		
▼ Return		
CONTADOR SIN CARGA	Void	

Segmento 1: GENERADOR DE PULSO



Segmento 2: CONTADOR DE HORAS



ESCALAMIENTO [FC2]

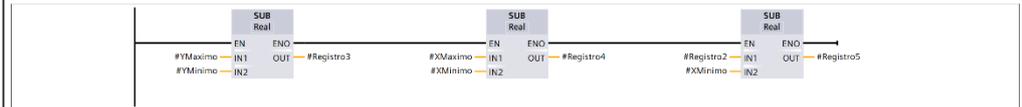
ESCALAMIENTO Propiedades							
General							
Nombre	ESCALAMIENTO	Número	2	Tipo	FC	Idioma	KOP
Numeración	automática						
Información							
Título	ESCALADO SEÑAL	Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada					

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.
▼ Input		
Señal Entrada	Int	
YMaximo	Real	
YMinimo	Real	
XMaximo	Real	
XMinimo	Real	
▼ Output		
Val Escalado	Real	
InOut		
▼ Temp		
Registro1	DInt	
Registro2	Real	
Registro3	Real	
Registro4	Real	
Registro5	Real	
Registro6	Real	
Registro7	Real	
Constant		
▼ Return		
ESCALAMIENTO	Void	

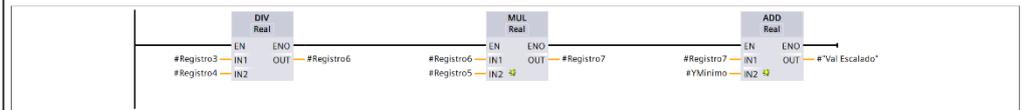
Segmento 1: PROCESO DE CONVERSIÓN



Segmento 2: PROCESO OPERACIÓN RESTAS



Segmento 3: OPERACIÓN DE DIVISIÓN, MULTIPLICACIÓN, Y SUMA

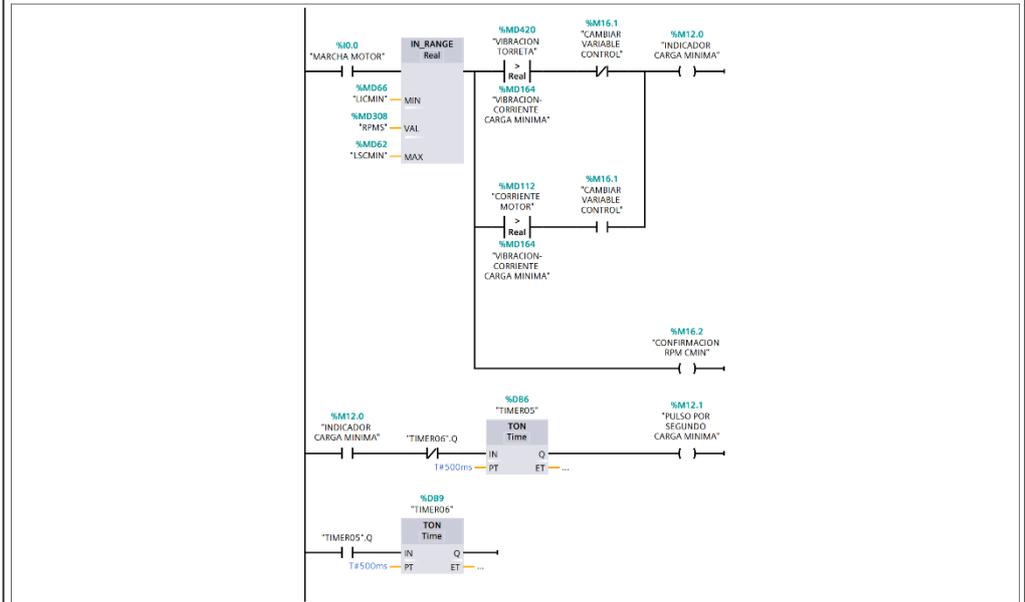


CONTADOR CARGA MINIMA [FC3]

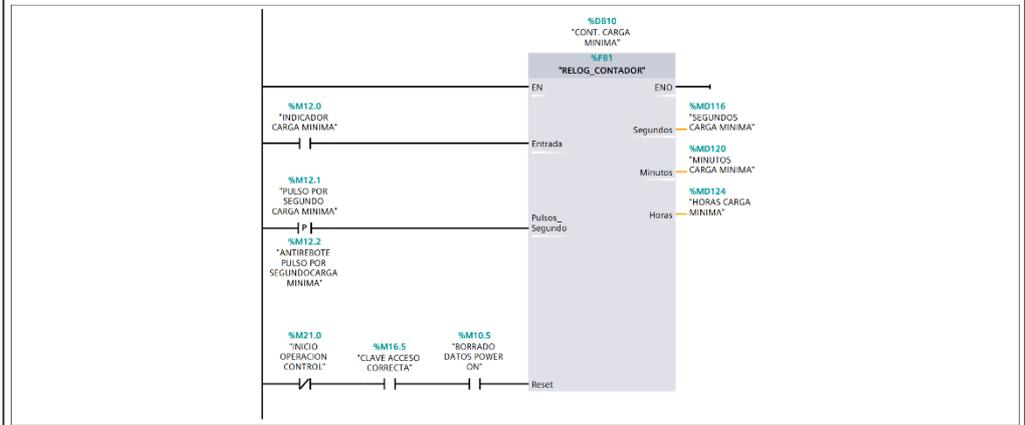
CONTADOR CARGA MINIMA Propiedades							
General							
Nombre	CONTADOR CARGA MINIMA	Número	3	Tipo	FC	Idioma	KOP
Numeración	automática						
Información							
Título	CONTADOR DE HORAS CON MOTOR A CARGA MÍNIMA	Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada					

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.
Input		
Output		
InOut		
Temp		
Constant		
Return		
CONTADOR CARGA MINIMA	Void	

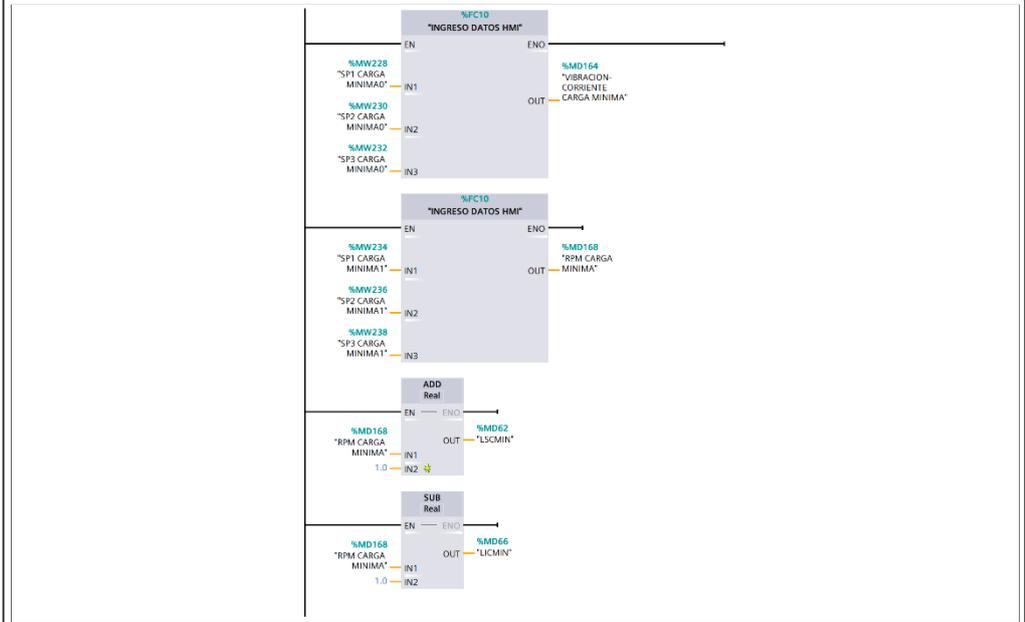
Segmento 1: GENERADOR DE PULSO CARGA MÍNIMA



Segmento 2: CONTADOR HORAS CARGA MÍNIMA



Segmento 3: INGRESAR VALOR DE CORRIENTE DESDE HMI



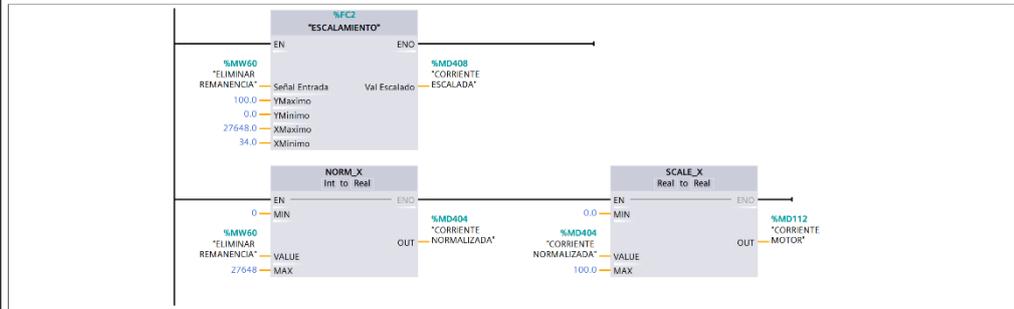
CORRIENTE CARGA MOTOR [FC4]

CORRIENTE CARGA MOTOR Propiedades

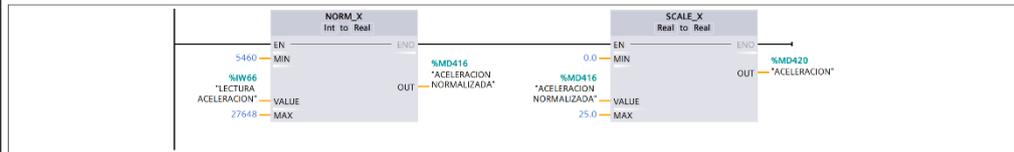
General							
Nombre	CORRIENTE CARGA MOTOR	Número	4	Tipo	FC	Idioma	KOP
Numeración	automática						
Información							
Título	LECTURA CORRIENTE MOTOR	Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada					

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.
Input		
Output		
InOut		
Temp		
Constant		
Return		
CORRIENTE CARGA MOTOR	Void	

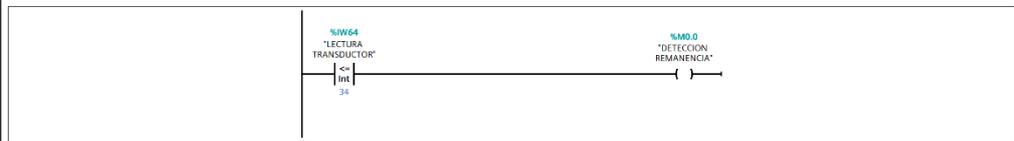
Segmento 1: LECTURA CORRIENTE



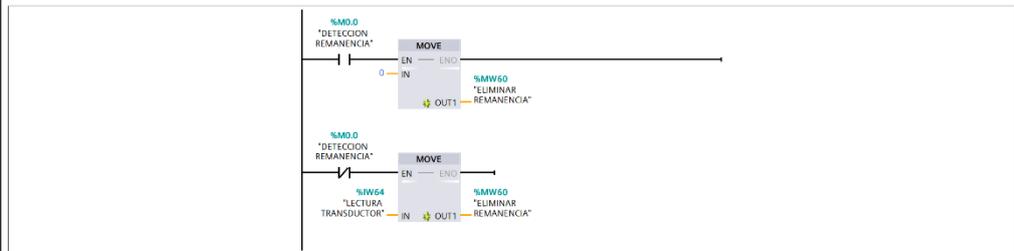
Segmento 2: CONTROL DE ACELERACIÓN



Segmento 3: CONDICIÓN AUXILIAR PARA DETECTAR REMANENCIA



Segmento 4: ELIMINACIÓN REMANENCIA

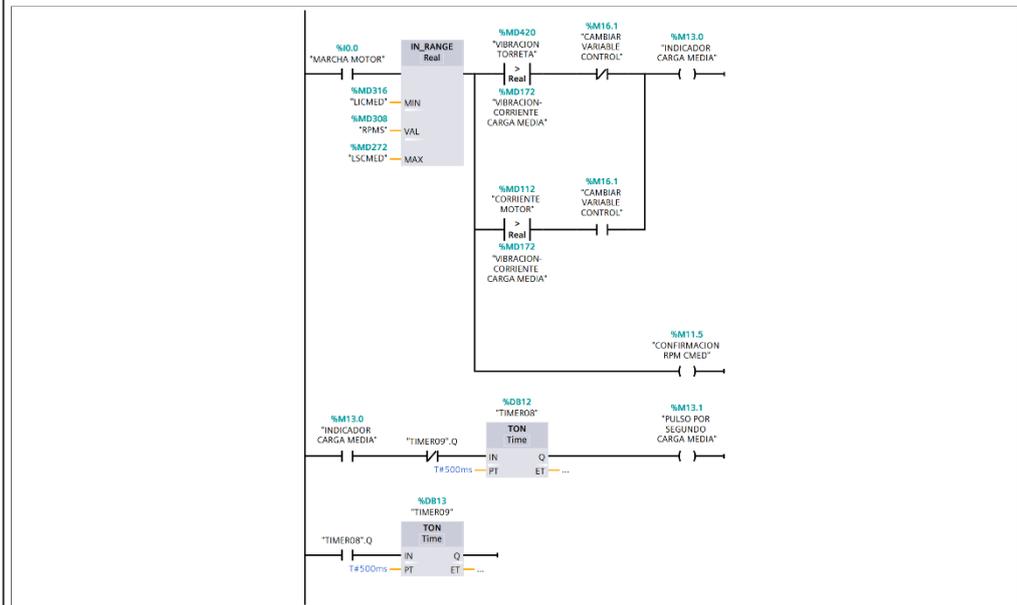


CONTADOR CARGA MEDIA [FC5]

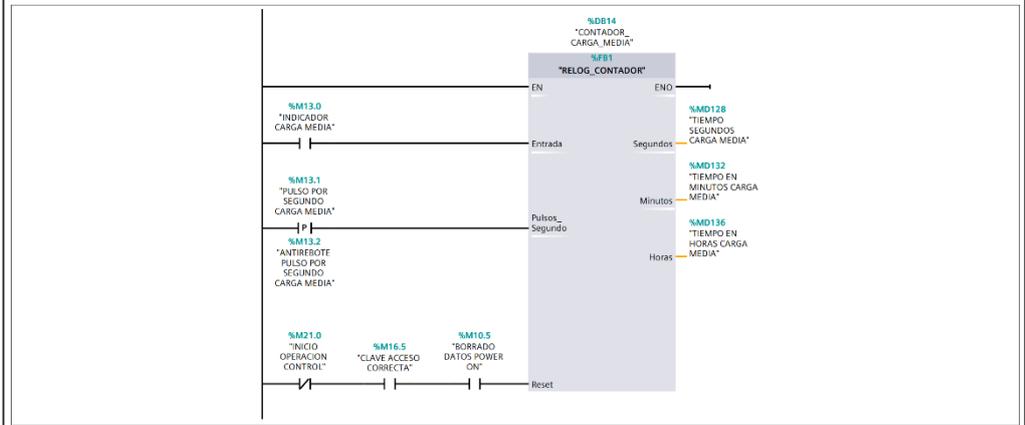
CONTADOR CARGA MEDIA Propiedades							
General							
Nombre	CONTADOR CARGA MEDIA	Número	5	Tipo	FC	Idioma	KOP
Numeración	automática						
Información							
Título	CONTADOR DE HORAS CON MOTOR A CARGA MEDIA	Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada					

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.
Input		
Output		
InOut		
Temp		
Constant		
▼ Return		
CONTADOR CARGA MEDIA	Void	

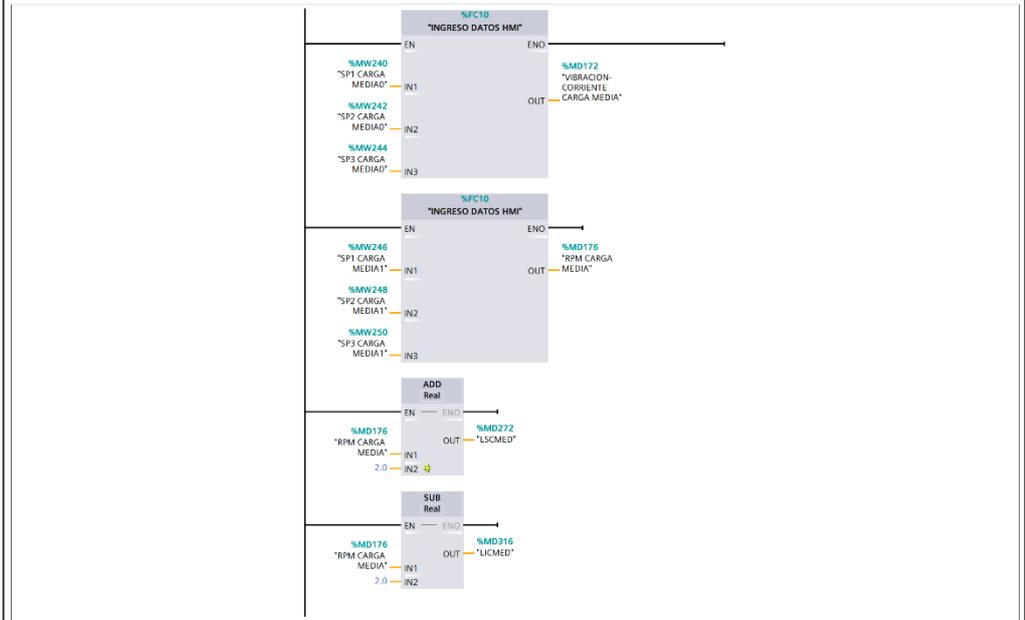
Segmento 1: GENERADOR DE PULSO CARGA MEDIA



Segmento 2: CONTADOR HORAS CARGA MEDIA



Segmento 3: INGRESAR REFERENCIA CORRIENTE DESDE HMI



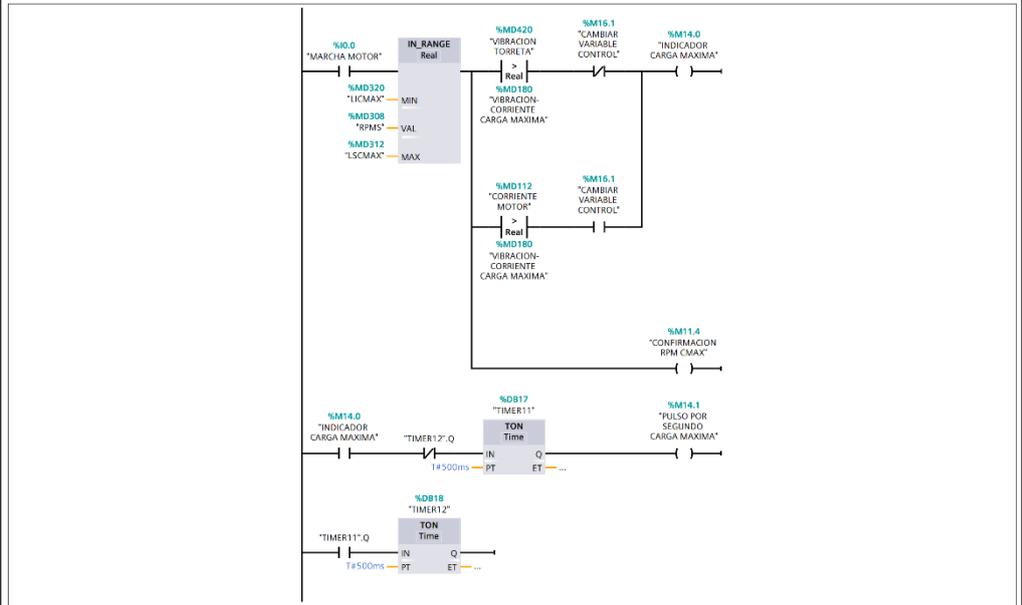
CONTADOR CARGA MAXIMA [FC6]

CONTADOR CARGA MAXIMA Propiedades

General							
Nombre	CONTADOR CARGA MAXIMA	Número	6	Tipo	FC	Idioma	KOP
Numeración	automática						
Información							
Título	CONTADOR DE HORAS CON MOTOR A CARGA MÁXIMA	Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada					

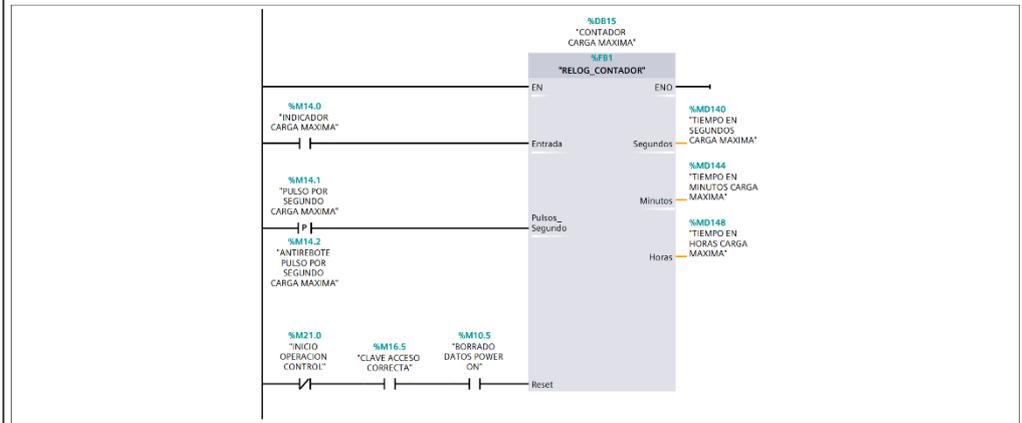
Nombre	Tipo de datos	Valor predet.
Input		
Output		
InOut		
Temp		
Constant		
Return		
CONTADOR CARGA MAXIMA	Void	

Segmento 1: GENERADOR DE PULSO CARGA MÁXIMA

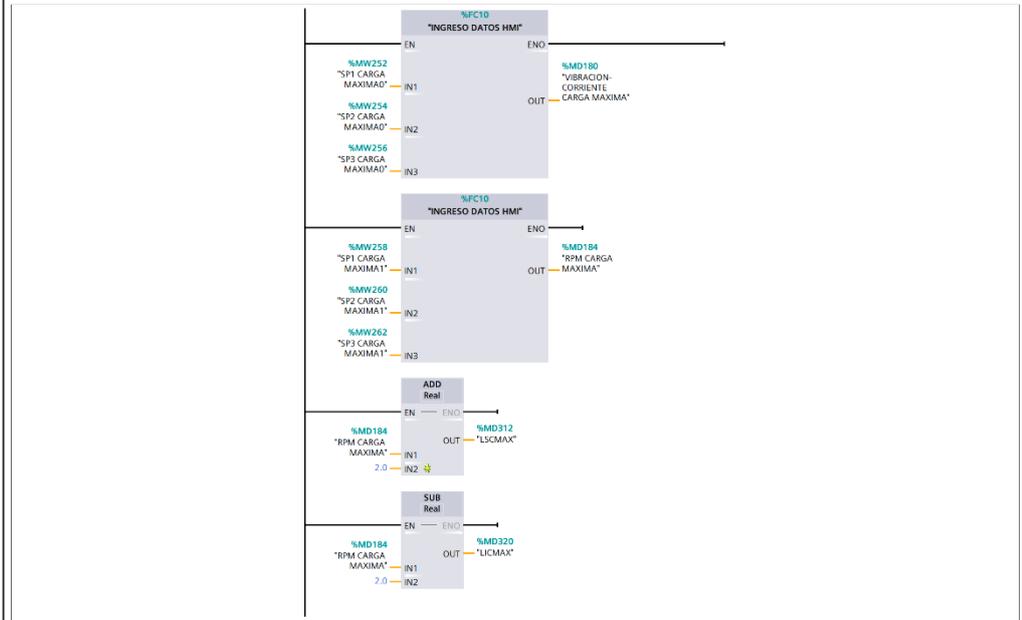


Segmento 2: CONTADOR HORAS CARGA MÁXIMA





Segmento 3: INGRESAR VALOR DE CORRIENTE DESDE HMI



GUARDAR DATOS [FC7]

GUARDAR DATOS Propiedades

General

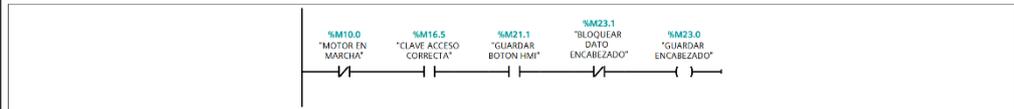
Nombre	GUARDAR DATOS	Número	7	Tipo	FC	Idioma	KOP
--------	---------------	--------	---	------	----	--------	-----

Información

Título	GUARDAR DATOS POWER ON	Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada					

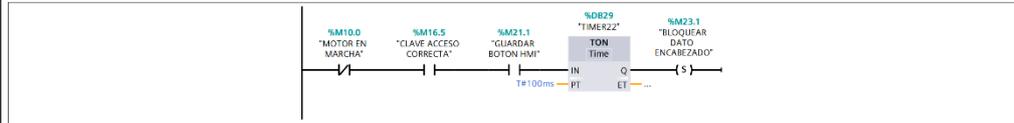
Nombre	Tipo de datos	Valor predet.
Input		
Output		
InOut		
Temp		
Constant		
Return		
GUARDAR DATOS	Void	

Segmento 1: GUARDAR ENCABEZADO EN HOJA DE EXCEL



Segmento 2: BLOQUEO GUARDAR NUEVO ENCABEZADO EN HOJA DE EXCEL

EVITA LA CREACIÓN DE UN NUEVO ENCABEZADO CADA VEZ QUE SE GUARDEN LOS DATOS



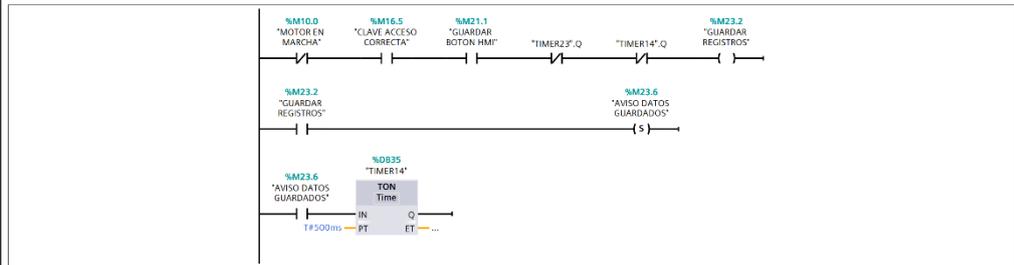
Segmento 3: HABILITAR CREACIÓN NUEVO ENCABEZADO EN HOJA DE EXCEL

PERMITE CREAR UN NUEVO ENCABEZADO EN LA SIGUIENTE OPERACIÓN DE GUARDAR DATOS



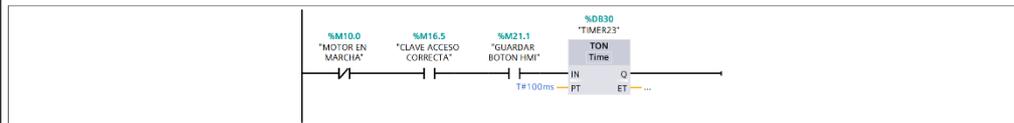
Segmento 4: GUARDAR REGISTRO HORAS MÁQUINA CON CARGA

GUARDA EL REGISTRO AL TEMINAR EL TURNO, INGRESAR LA CLAVE Y PRESIONAR GUARDAR DESDE HMI

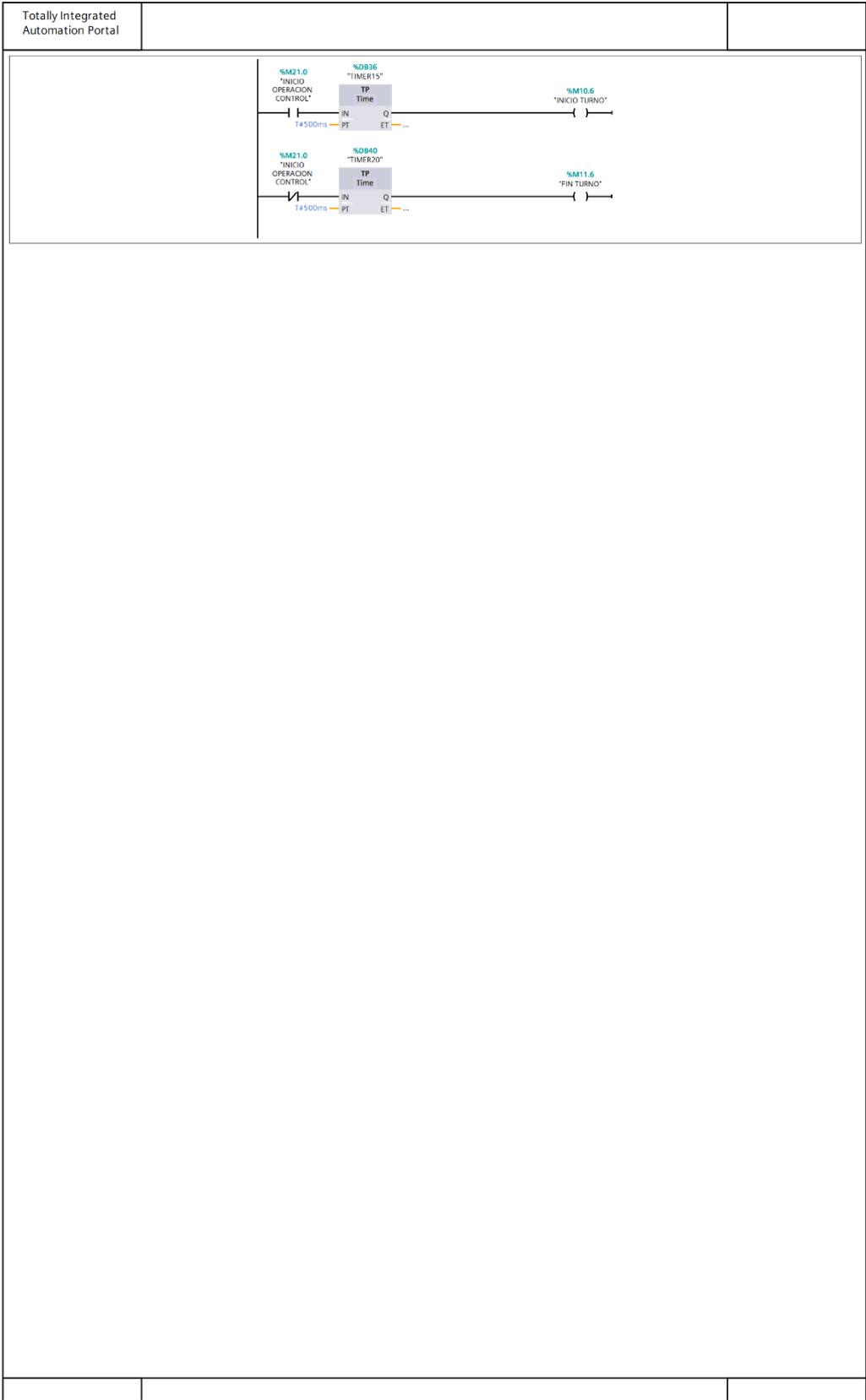


Segmento 5: BLOQUEO GUARDAR DATOS REPETIDOS

EVITA QUE DURANTE LA PULSACIÓN DEL BOTÓN GUARDAR SE ALMACENE MÁS DE UN REGISTRO



Segmento 6: PULSO PARA GUARDAR HORA INICIO DEL TURNO



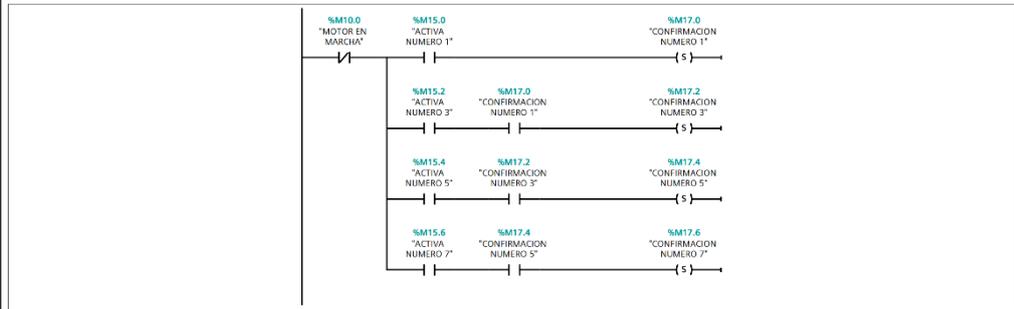
CODIGOS DE ACCESO [FC8]

CODIGOS DE ACCESO Propiedades

General							
Nombre	CODIGOS DE ACCESO	Número	8	Tipo	FC	Idioma	KOP
Numeración	automática						
Información							
Título	CÓDIGOS DE SEGURIDAD PARA ACCESO	Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada					

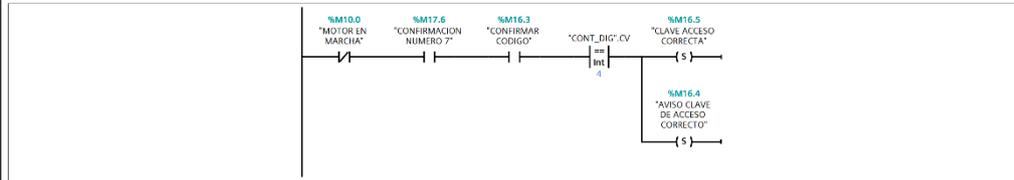
Nombre	Tipo de datos	Valor predet.
Input		
Output		
InOut		
Temp		
Constant		
Return		
▼ Return	CODIGOS DE ACCESO	Void

Segmento 1: INGRESO CÓDIGO 1-3-5-7 (4 D.)



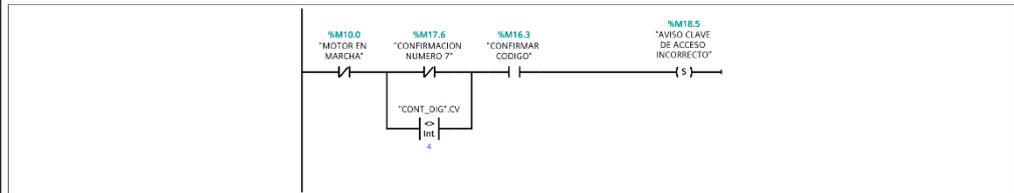
Segmento 2: CLAVE ACCESO CORRECTO

ES CORRECTA AL CUMPLIR CON LA SECUENCIA Y NÚMERO DE DÍGITOS DEL CÓDIGO



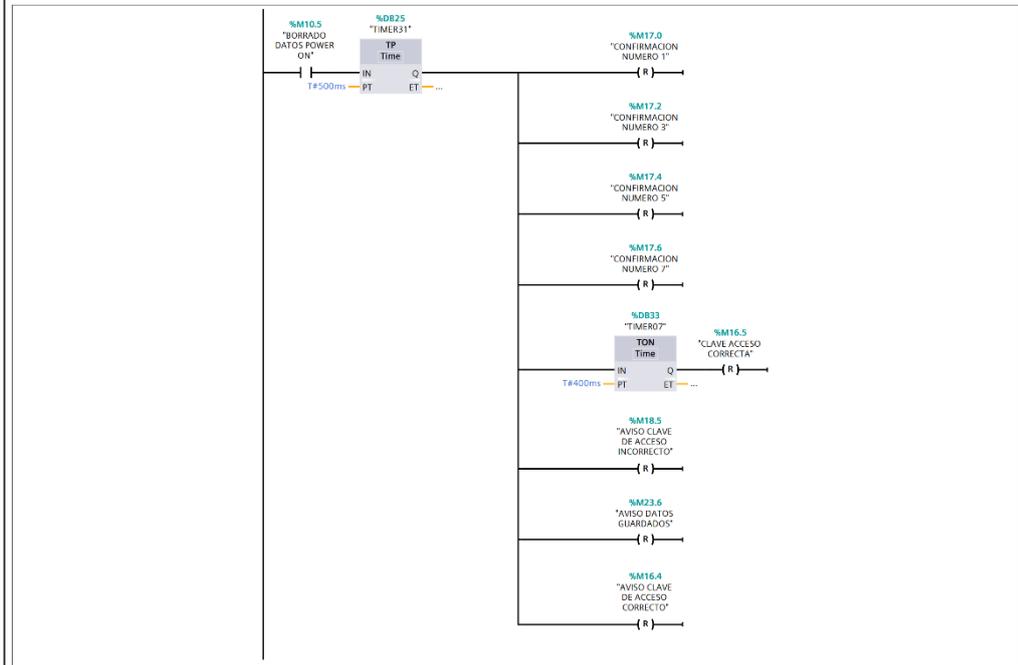
Segmento 3: CLAVE ACCESO INCORRECTO

ES INCORRECTA SI NO CUMPLE CON LAS CONDICIONES ANTERIORES

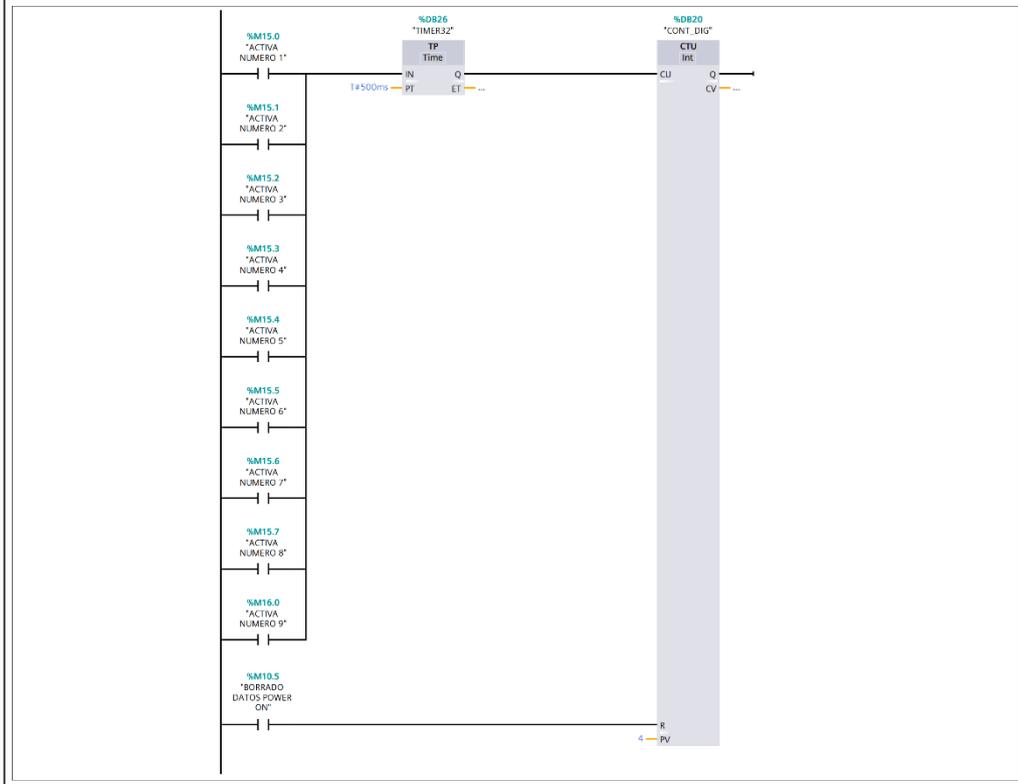


Segmento 4: RESET CÓDIGO DE ACCESO

INICIALIZA LAS ACCIONES QUE SE HAYAN REALIZADO ANTERIORMENTE



Segmento 5: CONTADOR INGRESO NÚMERO DE DÍGITOS
 DETERMINA EL NÚMERO DE DÍGITOS PRESIONADOS EN EL TECLADO

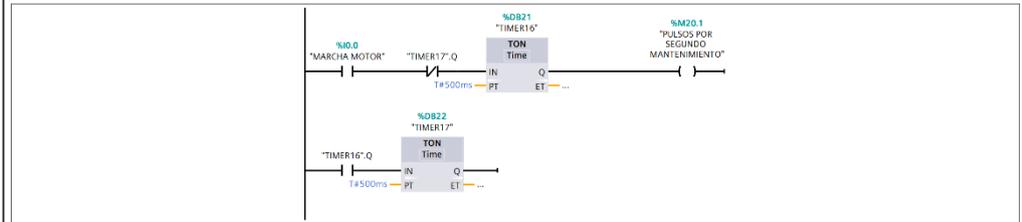


CONTADOR MANTENIMIENTO [FC9]

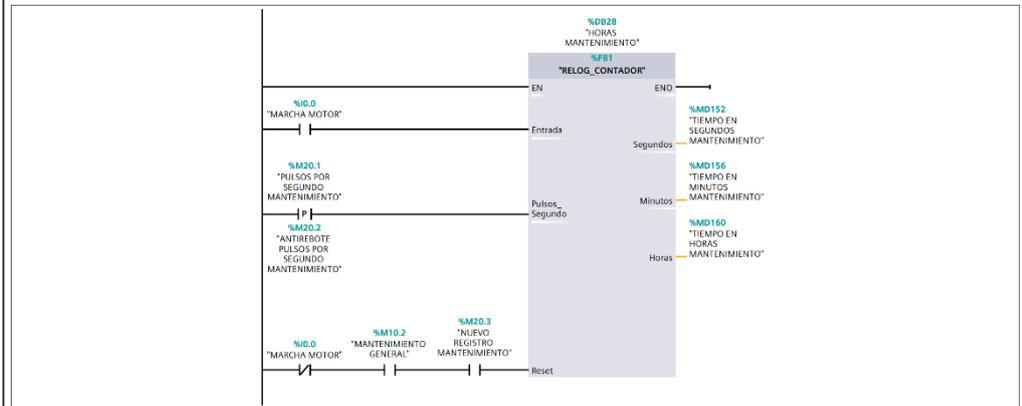
CONTADOR MANTENIMIENTO Propiedades							
General							
Nombre	CONTADOR MANTENIMIENTO	Número	9	Tipo	FC	Idioma	KOP
Numeración	automática						
Información							
Título	CONTADOR HORAS PARA MANTENIMIENTO DE MÁQUINA	Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada					

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.
Input		
Output		
InOut		
Temp		
Constant		
Return		
CONTADOR MANTENIMIENTO	Void	

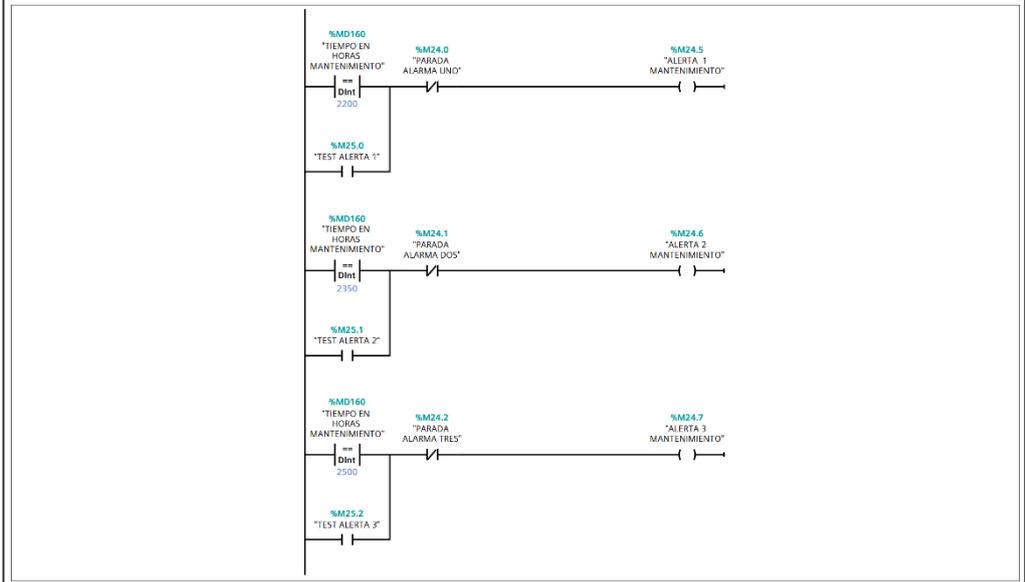
Segmento 1: GENERADOR DE PULSO HORAS PARA MANTENIMIENTO



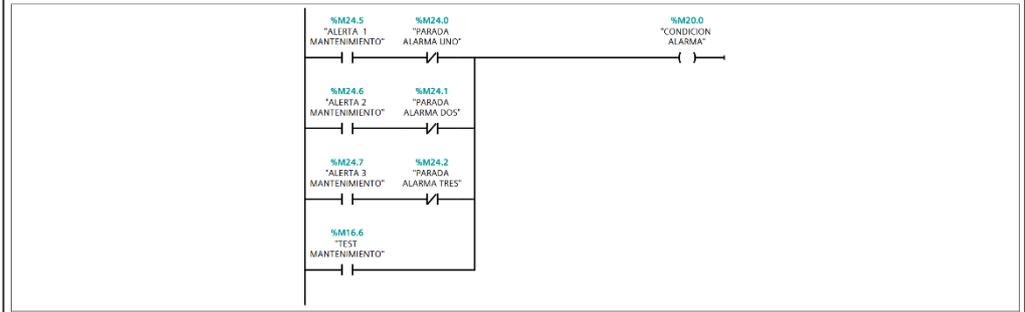
Segmento 2: CONTADOR DE HORAS PARA MANTENIMIENTO



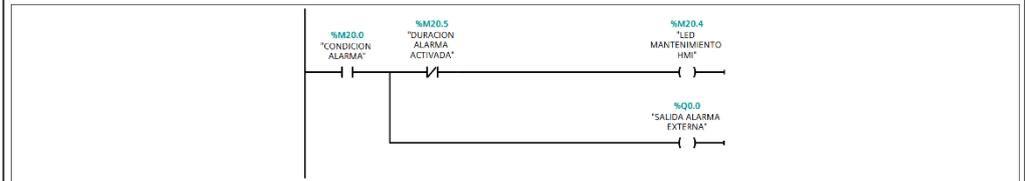
Segmento 3: ALERTA INGRESO A FECHA DE MANTENIMIENTO



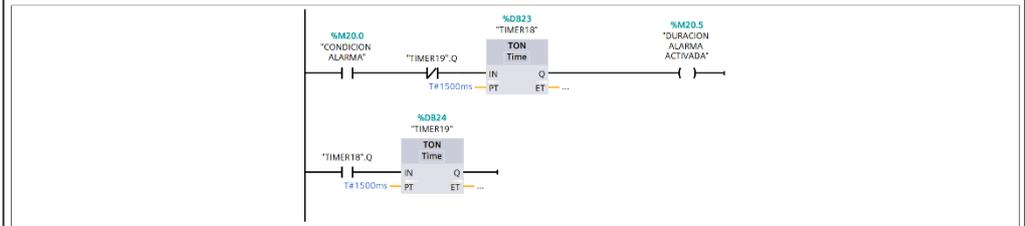
Segmento 4: CONDICI3N ALARMA MANTENIMIENTO M3QUINA

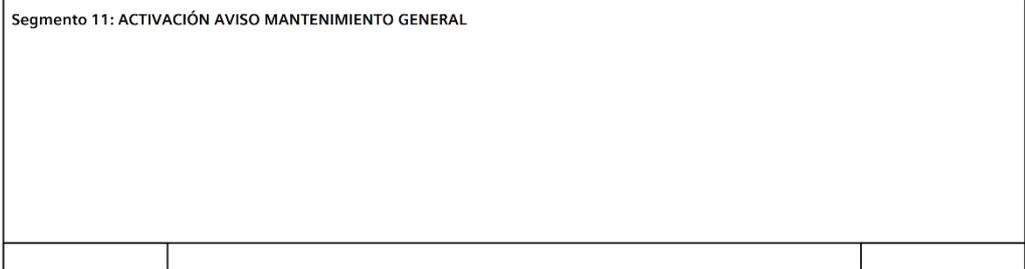
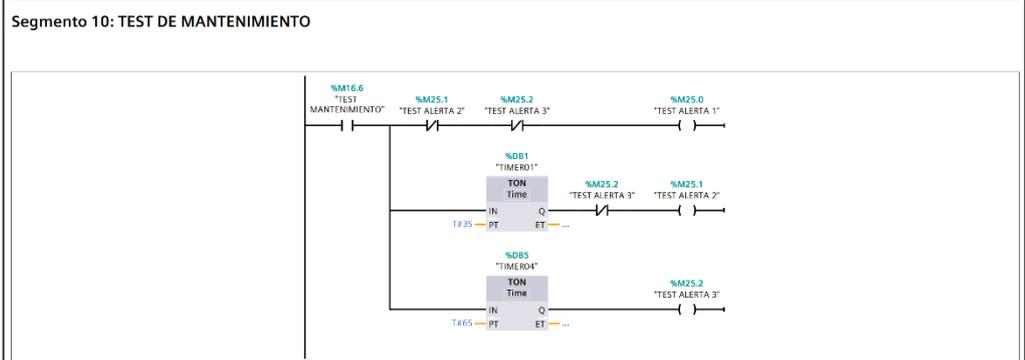
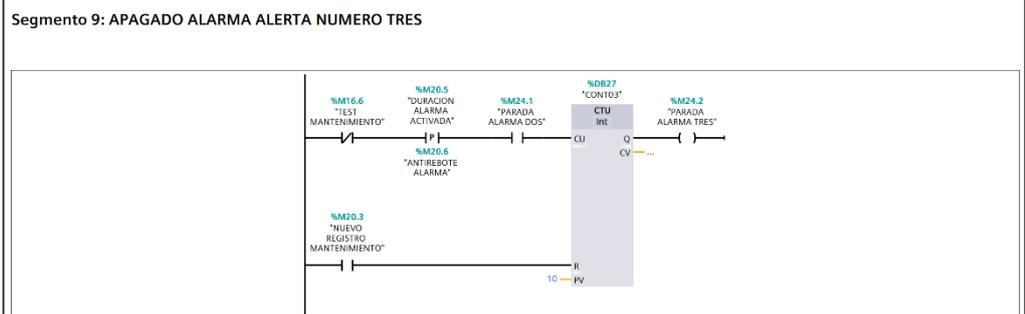
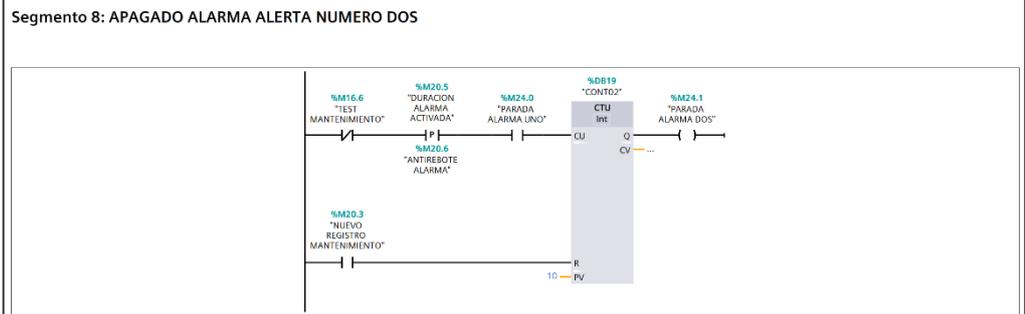
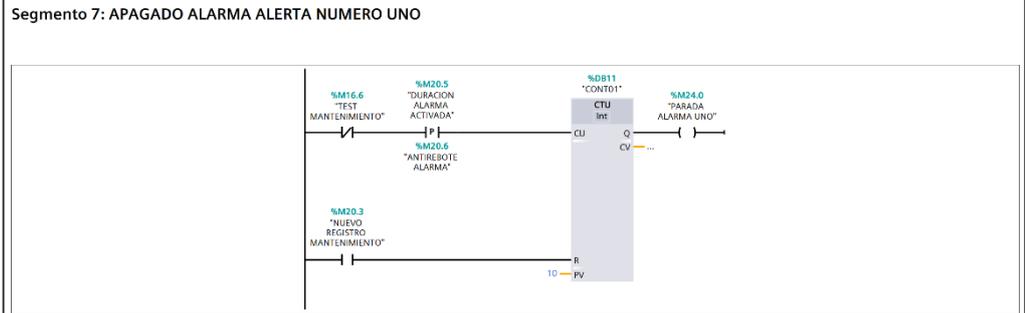


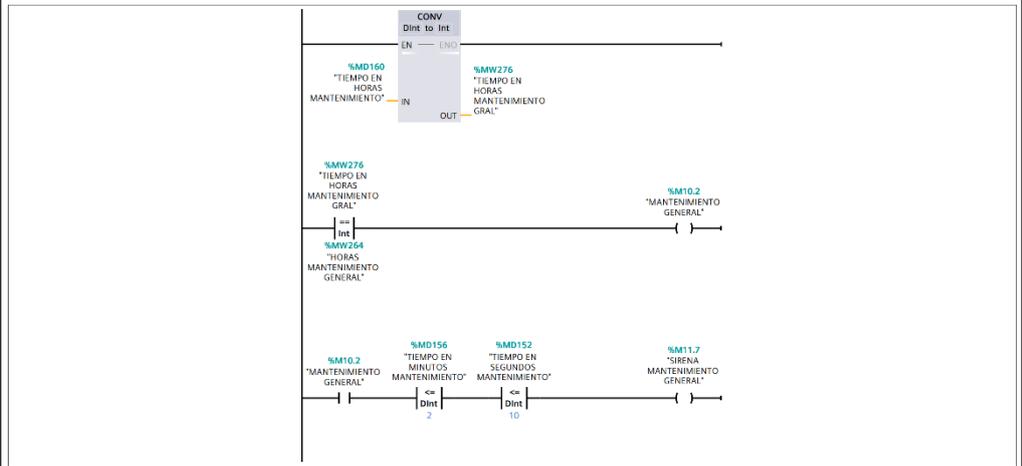
Segmento 5: SALIDA ALARMA HMI Y EXTERNA



Segmento 6: INDICADOR LED REGISTRO HORAS DE MANTENIMIENTO







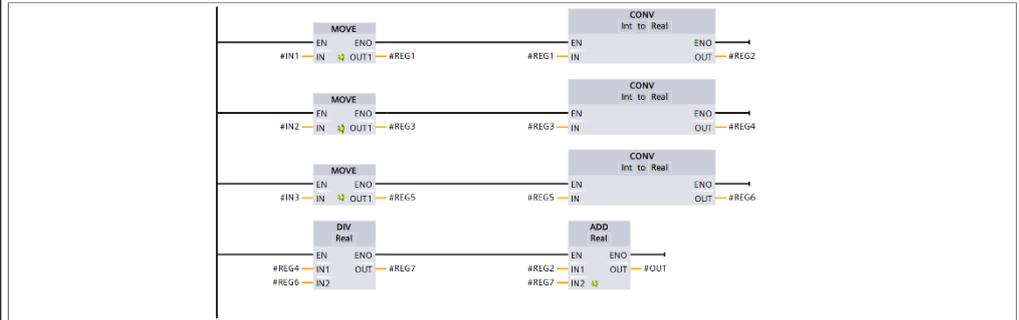
INGRESO DATOS HMI [FC10]

INGRESO DATOS HMI Propiedades

General							
Nombre	INGRESO DATOS HMI	Número	10	Tipo	FC	Idioma	KOP
Numeración	automática						
Información							
Título	INGRESO DE SP	Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada					

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.
▼ Input		
IN1	Word	
IN2	Word	
IN3	Word	
▼ Output		
OUT	Real	
InOut		
▼ Temp		
REG1	Word	
REG2	Real	
REG3	Word	
REG4	Real	
REG5	Word	
REG6	Real	
REG7	Real	
Constant		
▼ Return		
INGRESO DATOS HMI	Void	

Segmento 1: OPERACIÓN DE CONVERSIÓN SP



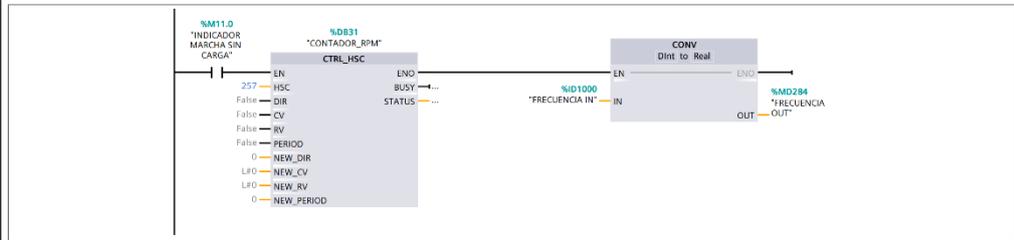
RPM CONTADOR RAPIDO [FC11]

RPM CONTADOR RAPIDO Propiedades

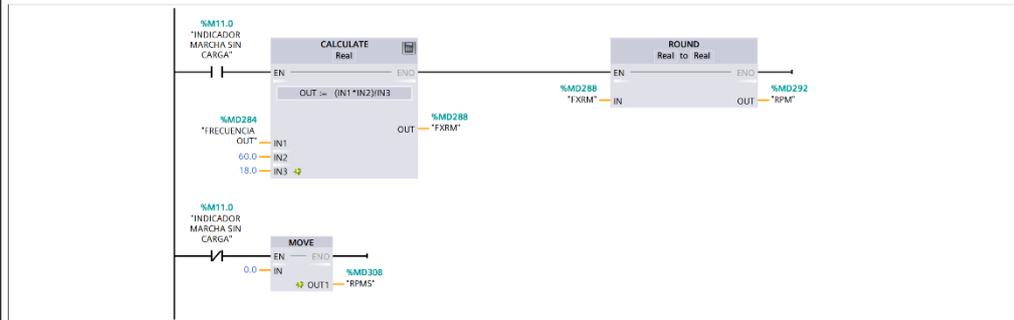
General							
Nombre	RPM CONTADOR RAPIDO	Número	11	Tipo	FC	Idioma	KOP
Numeración	automática						
Información							
Título	LECTURA DE LAS RPM	Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada					

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.
Input		
Output		
InOut		
Temp		
Constant		
Return		
RPM CONTADOR RAPIDO	Void	

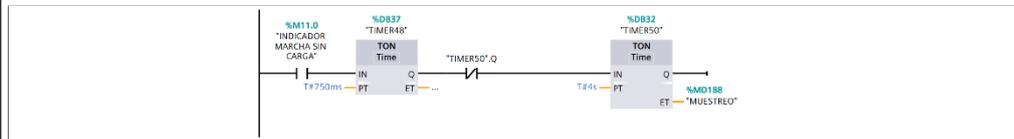
Segmento 1: CONFIGURACIÓN CONTADOR RÁPIDO



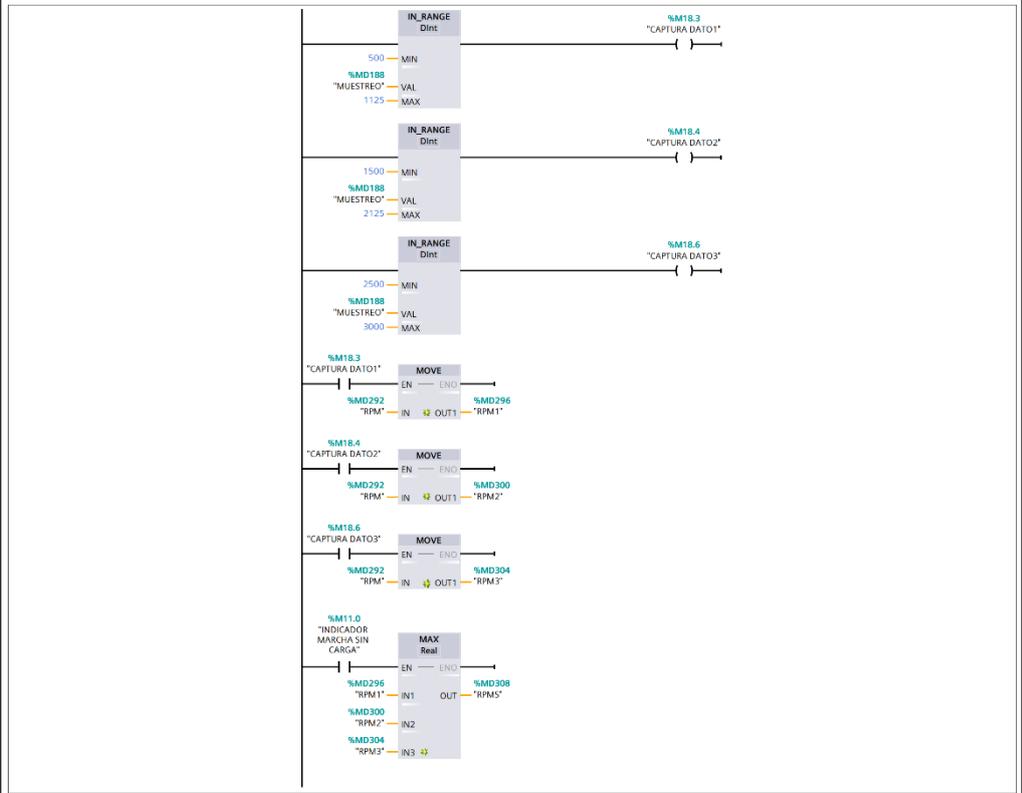
Segmento 2: CONVERSIÓN DE HZ A RPM



Segmento 3: RETARDO PARA GENERADOR



Segmento 4: ADQUISICIÓN DE DATOS CADA SEGUNDO DURANTE 3 SEGUNDOS

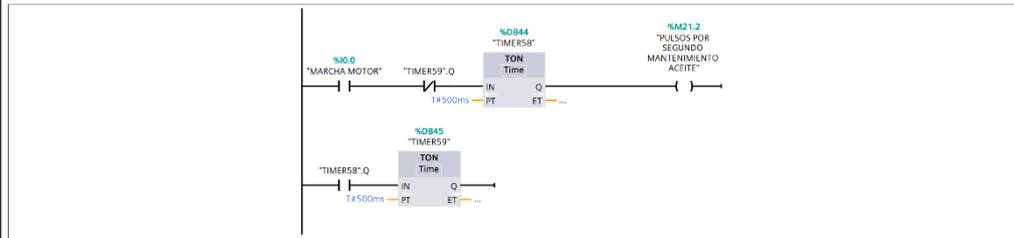


CONTADOR MANTENIMIENTO ACEITE [FC12]

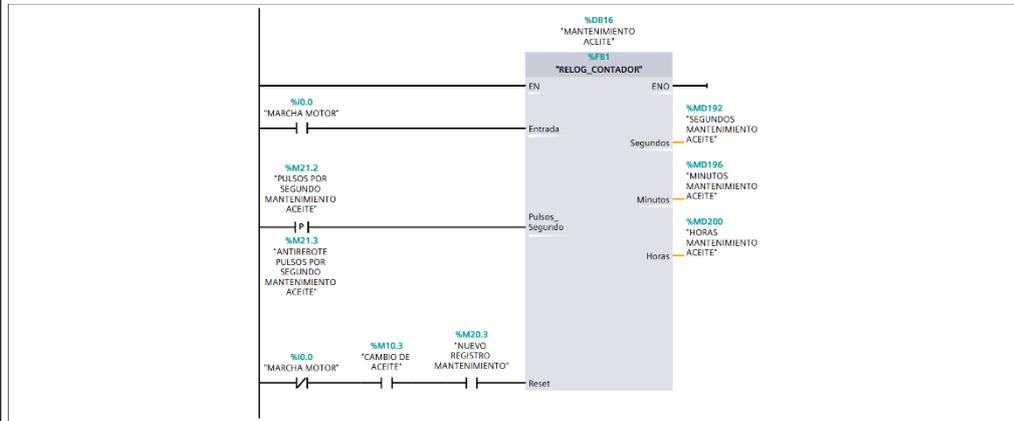
CONTADOR MANTENIMIENTO ACEITE Propiedades							
General							
Nombre	CONTADOR MANTENIMIENTO ACEITE	Número	12	Tipo	FC	Idioma	KOP
Numeración	automática						
Información							
Título	CONTADOR HORAS CAMBIO DE ACEITE	Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada					

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.
Input		
Output		
InOut		
Temp		
Constant		
Return		
CONTADOR MANTENIMIENTO ACEITE	Void	

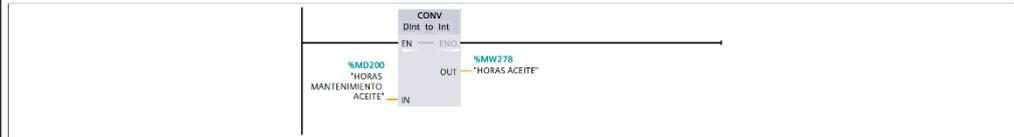
Segmento 1: GENERADOR DE PULSO HORAS PARA CAMBIO DE ACEITE



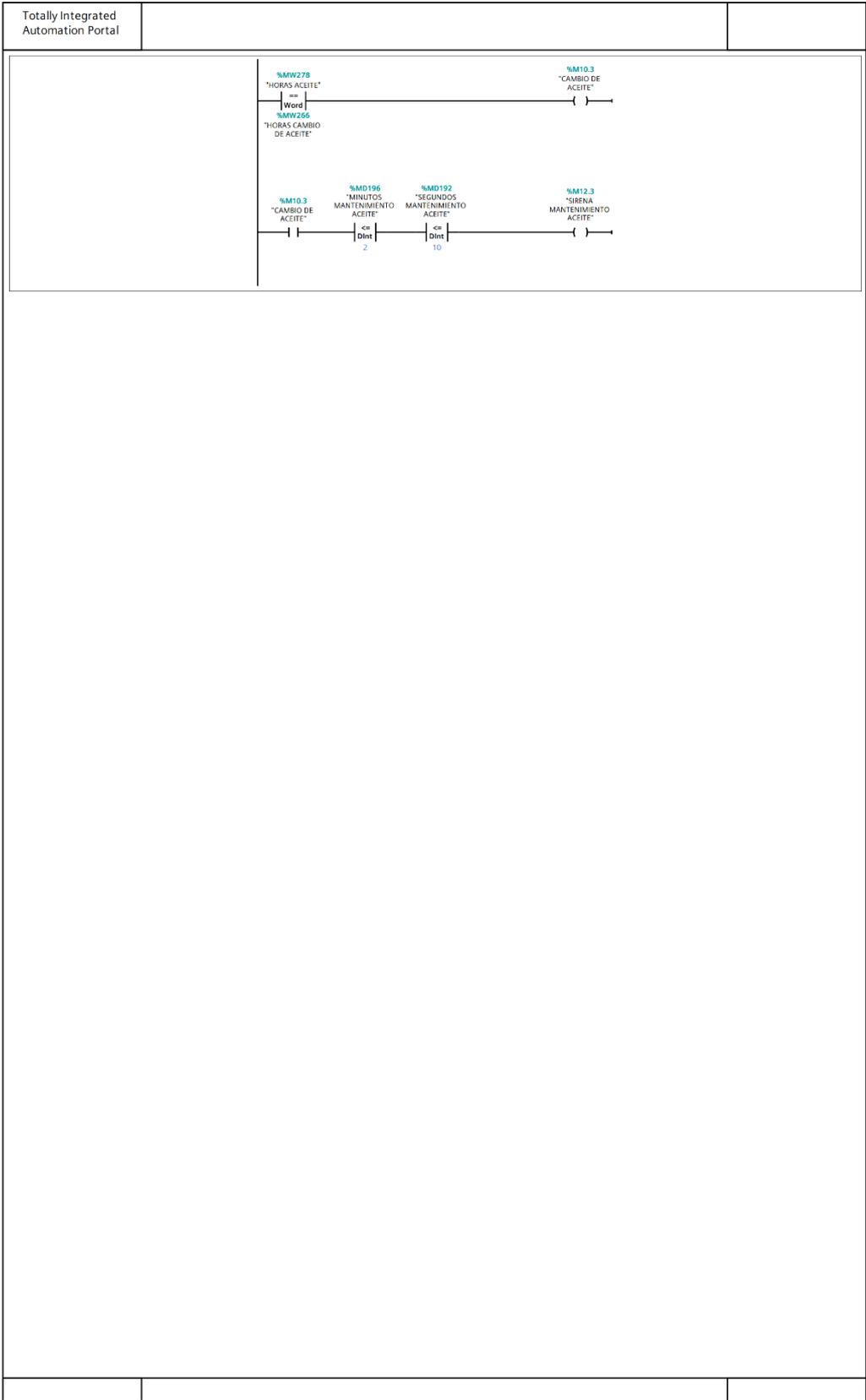
Segmento 2: CONTADOR CAMBIO DE ACEITE



Segmento 3: CONVERSIÓN DATO DOBLE ENTERO A ENTERO



Segmento 4: ACTIVACIÓN AVISO CAMBIO DE ACEITE

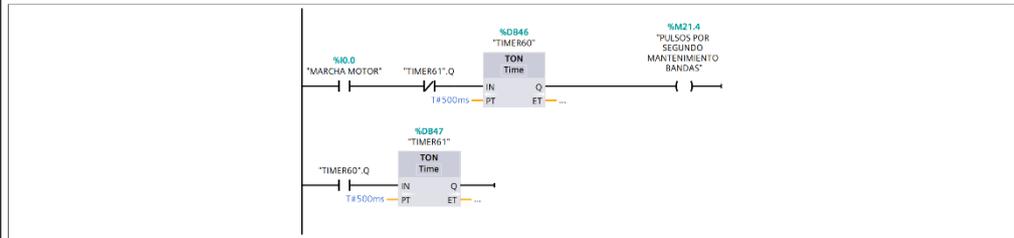


CONTADOR MANTENIMIENTO BANDAS [FC13]

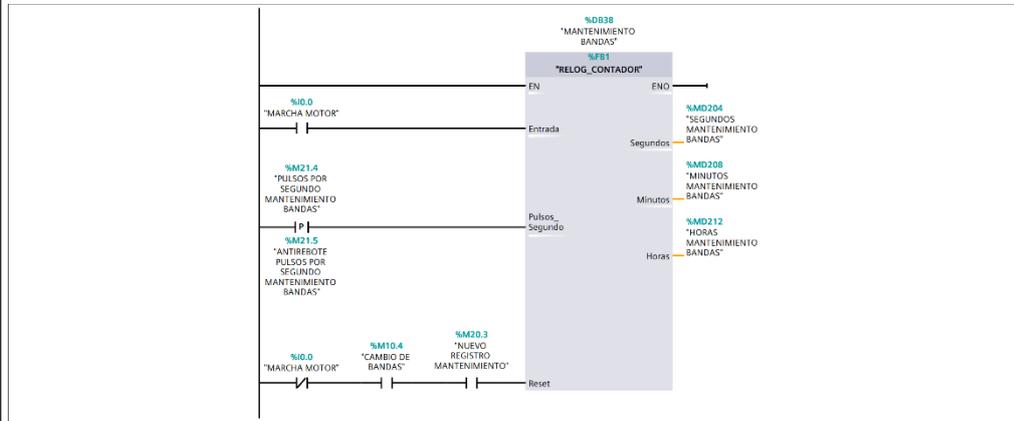
CONTADOR MANTENIMIENTO BANDAS Propiedades							
General							
Nombre	CONTADOR MANTENIMIENTO BANDAS	Número	13	Tipo	FC	Idioma	KOP
Numeración	automática						
Información							
Título	CONTADOR HORAS CAMBIO DE BANDAS	Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada					

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.
Input		
Output		
InOut		
Temp		
Constant		
Return		
CONTADOR MANTENIMIENTO BANDAS	Void	

Segmento 1: GENERADOR DE PULSO HORAS PARA CAMBIO DE BANDAS



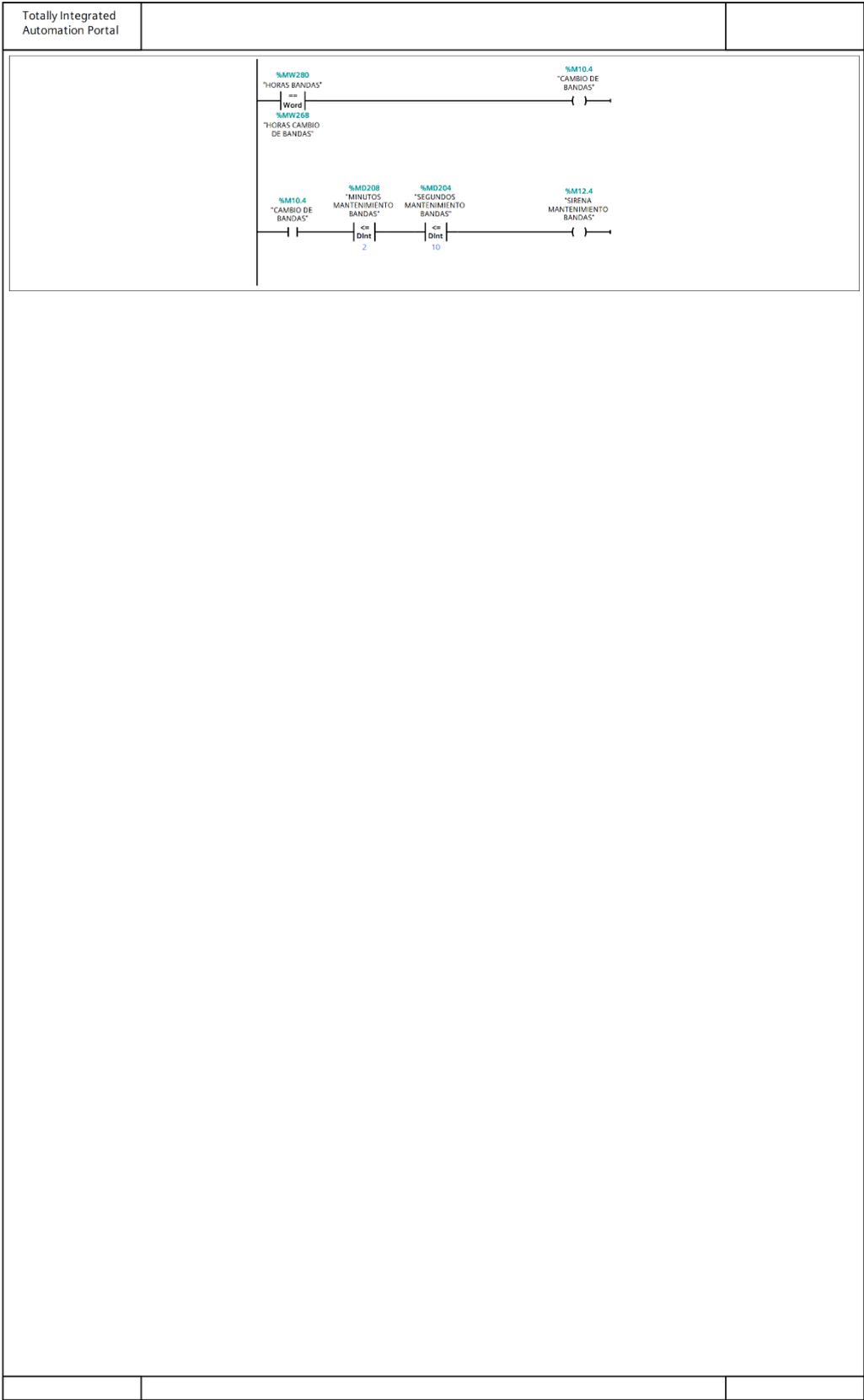
Segmento 2: CONTADOR CAMBIO DE BANDAS



Segmento 3: CONVERSIÓN DE DOBLE ENTERO A ENTERO



Segmento 4: ACTIVACIÓN AVISO CAMBIO DE BANDAS



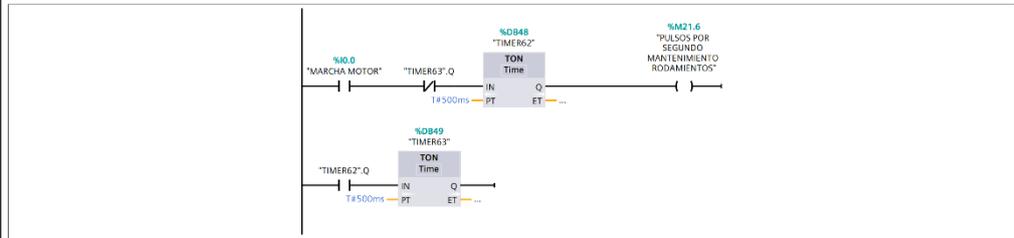
CONTADOR MANTENIMIENTO RODAMIENTOS [FC14]

CONTADOR MANTENIMIENTO RODAMIENTOS Propiedades

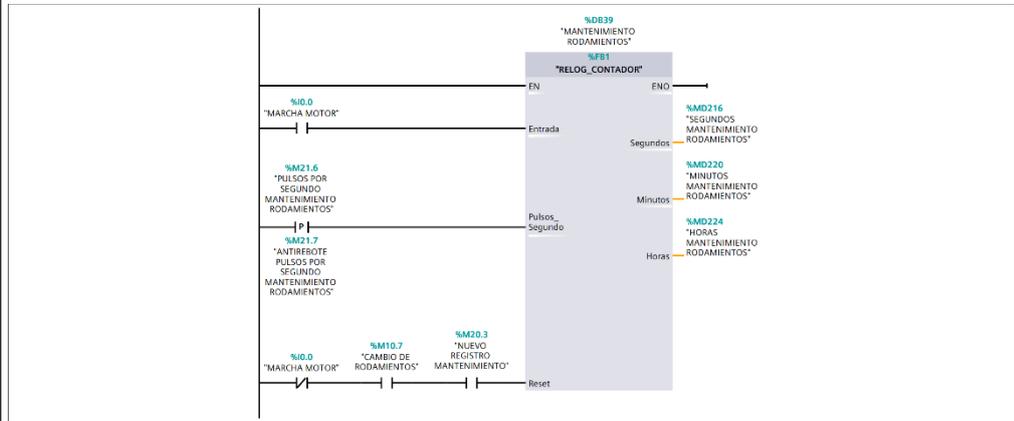
General							
Nombre	CONTADOR MANTENIMIENTO RODAMIENTOS	Número	14	Tipo	FC	Idioma	KOP
Numeración	automática						
Información							
Título	CONTADOR HORAS CAMBIO DE RODAMIENTOS	Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada					

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.
Input		
Output		
InOut		
Temp		
Constant		
Return		
CONTADOR MANTENIMIENTO RODAMIENTOS	Void	

Segmento 1: GENERADOR DE PULSO HORAS PARA CAMBIO DE RODAMIENTOS



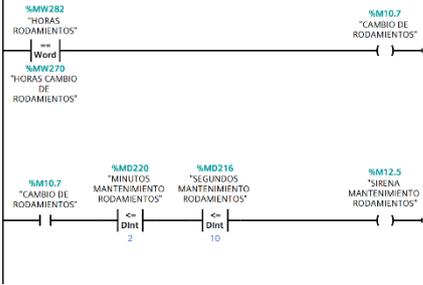
Segmento 2: CONTADOR CAMBIO DE RODAMIENTOS



Segmento 3: CONVERSIÓN DE DOBLE ENTERO A ENTERO



Segmento 4: ACTIVACIÓN AVISO CAMBIO RODAMIENTOS



CONTROL APAGADO [FC15]

CONTROL APAGADO Propiedades							
General							
Nombre	CONTROL APAGADO	Número	15	Tipo	FC	Idioma	KOP
Numeración	automática						
Información							
Título	CONTROL PARA APAGADO AUTOMÁTICO MOTOR	Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada					

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.
Input		
Output		
InOut		
Temp		
Constant		
▼ Return		
CONTROL APAGADO	Void	

Segmento 1: CONDICIÓN DE ARRANQUE SEGÚN RPM



Segmento 2: APAGADO AUTOMÁTICO SI NO CUMPLE CON EL PARÁMETRO ESTABLECIDO DE RPM

