



**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
EXTENSIÓN LATACUNGA**

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL
AUTOMÁTICO CON INTERFASE GRÁFICA (HMI), MEDIANTE
UN PANEL DE VISUALIZACIÓN PARA LA MÁQUINA
URDIDORA DE LA EMPRESA TEXTIL TEIMSA.**

EDISON RAÚL GUACHI TITUAÑA.

JHONATAN MAURICIO CAMACHO CURIMILMA.

**TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PREVIO LA
OBTENCIÓN DEL GRADO DE:**

INGENIERO EN ELECTROMECAÁNICA

AÑO 2012

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

CERTIFICADO

ING. FRANKLIN SILVA (DIRECTOR)

ING. FREDDY SALAZAR (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el trabajo titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO CON INTERFASE GRÁFICA (HMI), MEDIANTE UN PANEL DE VISUALIZACIÓN PARA LA MÁQUINA URDIDORA DE LA EMPRESA TEXTIL TEIMSA” realizado por los señores: JHONATAN MAURICIO CAMACHO CURIMILMA y EDISON RAÚL GUACHI TITUAÑA ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el reglamento de estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, SI recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de UN empastado y UN disco compacto.

Autorizan a los señores: JHONATAN MAURICIO CAMACHO CURIMILMA y EDISON RAÚL GUACHI TITUAÑA, que lo entregue al ING. WILSON SÁNCHEZ, en su calidad de director de carrera.

Latacunga, 12 de julio del 2012

Ing. Franklin Silva

DIRECTOR

Ing. Freddy Salazar

CODIRECTOR

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros: JHONATAN MAURICIO CAMACHO CURIMILMA
EDISON RAÚL GUACHI TITUAÑA

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO CON INTERFASE GRÁFICA (HMI), MEDIANTE UN PANEL DE VISUALIZACIÓN PARA LA MÁQUINA URDIDORA DE LA EMPRESA TEXTIL TEIMSA” ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, 12 julio del 2012.

Jhonatan Camacho

CI: 2100285424

Edison Guachi

CI: 1804067666

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Nosotros: JHONATAN MAURICIO CAMACHO CURIMILMA
EDISON RAÚL GUACHI TITUAÑA

Autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO CON INTERFASE GRÁFICA (HMI), MEDIANTE UN PANEL DE VISUALIZACIÓN PARA LA MÁQUINA URDIDORA DE LA EMPRESA TEXTIL TEIMSA” cuyo contenido, ideas y criterios son de NUESTRA exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, 12 julio del 2012.

Jhonatan Camacho

CI: 2100285424

Edison Guachi

CI: 1804067666

DEDICATORIA

A mis padres Beatriz y Amado, porque creyeron en mí y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron apoyándome en el transcurso de mi carrera, y porque el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final. Va por ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí. A mis hermanos, tíos, primos, abuelos y amigos. Gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.

Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles.

A todos, espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.

Jhonatan

AGRADECIMIENTO

A DIOS todo poderoso por ser mi creador, el motor de mi vida, por no haber dejado que me rinda en ningún momento e iluminarme para salir adelante y poder llegar al final de mi carrera, de igual manera agradezco a los docentes que me han acompañado durante el largo camino, brindándome siempre su orientación con profesionalismo ético en la adquisición de conocimientos y afianzando mi formación como estudiante Universitario.

Agradezco a mis asesores de tesis al Ingeniero Franklin Silva y Freddy Salazar por su acertada colaboración, además de agradecer a la empresa TEIMSA por abrirnos las puertas para que se haga realidad este proyecto.

A mis amigos que me brindaron su apoyo, ánimo y compañía en las diferentes etapas de mi vida.

Jhonatan

DEDICATORIA

A Dios y a la Santísima Virgen del Cisne.

Le dedico primeramente mi trabajo a Dios fue el creador de todas las cosas que me diste la oportunidad de vivir y regalarme una familia maravillosa, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarte cada día más, por ello este trabajo les dedico mi Dios y mi Santísima Virgen mi Churonita del Cisne, con toda la humildad que de mi corazón puede emanar.

A tí Madre.

*Por haberme educado y soportar mis errores. Gracias a tus consejos, por el amor que siempre me has brindado, por cultivar e inculcar ese sabio don de la responsabilidad. ¡Gracias por darme la vida!
¡Te quiero mucho!*

A tí Padre.

A quien le debo todo en la vida, le agradezco el cariño, la comprensión, la paciencia y el apoyo que me brindó para culminar mi carrera profesional y cumplir mi meta.

A mis Hermanos: Medardo, Guido y Alexandra

Porque siempre he contado con ellos para todo, gracias a la confianza que siempre nos hemos tenido; por el apoyo y amistad.

¡Va por ustedes, mi familia por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí nunca, terminare de agradecerles!

¡Gracias!

Edison

AGRADECIMIENTO

Primero y antes que nada, dar gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Agradecer hoy y siempre a mi familia por el esfuerzo realizado por ellos. El apoyo en mis estudios, de ser así no hubiese sido posible. A mis padres y demás familiares ya que me brindan el apoyo, la alegría y me dan la fortaleza necesaria para seguir adelante.

Un agradecimiento especial a nuestros docentes guías de tesis Ing. Franklín Silva e Ing Freddy Salazar , por la colaboración, paciencia, apoyo desinteresado y sobre todo por esa gran amistad que me brindaron , por escucharme y aconsejarme siempre.

Edison

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
CARÁTULA	i
CERTIFICACIÓN	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA - JHONATAN	v
AGRADECIMIENTO - JHONATAN	vi
DEDICATORIA – EDISON	vii
AGRADECIMIENTO – EDISON	viii
ÍNDICE GENERAL	ix
ÍNDICE DE CONTENIDOS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xvi
RESUMEN	xx
SUMMARY	xxi
OBJETIVO GENERAL	xxii
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	xxii
JUSTIFICACIÓN	xxiii

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I	1
FUNDAMENTO TEÓRICO.....	1
1.1.- DESCRIPCIÓN DE LA URDIDORA COMSA EXPO - 1250	1
1.1.1.- COMPONENTES DE LA MÁQUINA.....	1
1.1.2.- FUNCIONAMIENTO DEL URDIDO	6
1.2.- ÁREA ELÉCTRICA	9
1.2.1.- PROGRAMADORES LÓGICOS CONTROLABLES.....	9
1.2.2.- PLC EN COMPARACIÓN CON OTROS SISTEMAS DE CONTROL.	10
1.2.3.- ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES Y ANÁLOGICAS.....	11
a.- Salidas digitales	11
b.- Salidas análogas	12
1.2.4.- CAPACIDADES E/S EN LOS PLC MODULARES.	13
1.2.5.- PROGRAMACIÓN.....	14
1.2.6.- COMUNICACIONES.....	16
1.2.7.- CAMPOS DE APLICACIÓN.....	18
a.- Ejemplos de aplicaciones generales.	18
1.3.- SISTEMA HMI	19
1.3.1.- INTRODUCCIÓN.....	19
1.3.2.- TIPOS DE HMI.....	20
1.3.3.- SOFTWARE UTILIZADOS PARA LA PROGRAMACIÓN DE UN HMI	21
1.3.4.- SISTEMA SCADA.....	21
1.3.5.- TAREAS DE UN SOFTWARE DE SUPERVISIÓN Y CONTROL.	24
1.3.6.- FUNCIONES PRINCIPALES DEL SISTEMA SCADA.....	24
1.4.- SENSORES Y ACTUADORES.....	25
1.4.1.- INTRODUCCIÓN.....	25

1.4.2.- CLASIFICACIÓN DE LOS SENSORES.....	27
a.- Interruptores finales de carrera.	27
b.- Transductores inductivos.	27
c.- Focélulas y barreras	28
d.- Codificadores absolutos (enconder)	29
1.4.3.- ACTUADORES.....	30
a.- Actuadores eléctricos. Motores.....	30
b.- Actuadores neumáticos.	31
c.- Actuadores electromagnéticos. Relevadores y Contactores	32
CAPÍTULO II	33
2.- ESTUDIO Y REDISEÑO DEL SISTEMA.....	33
2.1.- ESTADO ANTIGUO DE LA MÁQUINA URDIDORA COMSA	33
2.2.- REDISEÑO DE LA URDIDORA COMSA EXPO 1250.	34
2.2.1.- RESEÑA DEL REDISEÑO DEL PROYECTO.....	34
2.2.2.- FUNCIONES PREVISTAS EN LA AUTOMATIZACIÓN.....	36
2.2.3.- RED DE TRANSMISIÓN DE DATOS (ADQUISICIÓN DE DATOS)	36
2.3.- REDISEÑO Y SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL TABLERO ELÉCTRICO DE POTENCIA	37
2.3.1.- REDISEÑO DEL CIRCUITO DE POTENCIA.....	38
a.- Selección de conductores.....	39
b.- Clasificación de los Dispositivos de Protección	40
c.- Cálculo de protecciones del Alimentador	41
d.- Cálculo de protecciones del Motor 30 Hp	41
2.4.- SELECCIÓN DE COMPONENTES	43
2.4.1.- SELECCIÓN DEL PLC.....	43
a.- Número de entradas y salidas requeridas del controlador.	43
b.- Costos del controlador.....	49
2.4.2.- SELECCIÓN DE HMI (INTERFASE HOMBRE-MÁQUINA).....	51

2.5.- ARQUITECTURA DE CONTROL.....	52
2.5.1.- CARACTERÍSTICAS DEL PLC	52
2.5.2.- PANTALLA TÁCTIL KTP600.....	53
2.5.3.- ALGORITMO DE PROGRAMACIÓN	54
2.6.- PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA.....	59
2.6.1.- SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN	59
a.- Configuración hardware S7-1200.....	59
b.- Configuración del programa	60
c.- Pantalla de programación.....	61
d.- Bloques de programa	62
2.6.2.- PROGRAMACIÓN DEL PLC.....	63
a.- Funcionamiento de la Faja.	65
b.- Funcionamiento del desplazamiento.....	69
c.- Funcionamiento de las púas.....	70
d.- Funcionamiento del bloqueo.....	70
e.- Funcionamiento del plegador	71
2.6.3.- COMUNICACIÓN ENTRE PLC'S.....	73
2.6.4.- PROGRAMACIÓN DEL HMI.....	76
a.- Elementos del HMI	77
b.- Visualización del HMI	78
2.7.- ADQUISICIÓN DE DATOS	87
2.7.1.- SIMATIC NET	88
2.7.2.- CONFIGURACION DEL OPC.....	89
a.- Crear un nuevo proyecto STEP 7	89
b.- Agregar un PC STATION	89
c.- Agregar un OPC server y una interface ETHERNET.	90
d.- Descargar el hardware	93
e.- Configurar la estación	93
f.- Establecer la comunicación OPC	95

g.- Adquisición de datos en Excel	96
2.8.- ANÁLISIS BENEFICIO-COSTO	98
2.8.1.- INTRODUCCIÓN	98
2.8.2.- ELABORACIÓN DEL ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO	99
2.8.3.- PROFORMA DEL COSTOS	99
a.- Inventario de los elementos.....	99
2.8.4.- ANÁLISIS ECONÓMICO.	105
2.8.5.- RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN.	105
CAPÍTULO III.....	109
3.- IMPLEMENTACIÓN, PRUEBAS Y RESULTADOS.....	109
3.1.- MONTAJE DE DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS.....	109
3.1.1.- MONTAJE DEL TABLERO DE POTENCIA	109
3.1.2.- MONTAJE DEL TABLEROS DE CONTROL.....	111
a.- Perrilla de faja (manual o automático)	113
b.- Perrilla de faja (avance y retroceso)	113
c.- Botones de desplazamiento (avance - retroceso).....	113
d.- Perrillas de púas (arriba - abajo).....	113
e.- Potenciómetro de velocidad de la faja	113
f.- Paro de emergencia	114
g.- HMI (pantalla táctil).....	114
h.- Torre luminosa	114
i.- Manómetro de presión y regulador de presión	116
j.- Contador de metraje en el plegado	116
k.- Palanca de freno	117
l.- Pulsadores de aumento y disminución de la velocidad del plegado (control mecánico)	117
m.- Pulsadores de desplazamiento de la faja.....	118
n.- Regulador de velocidad de plegado.....	118

o.- Pulsador PARO/MARCHA.....	118
p.- Interruptor general de alimentación	119
q.- Amperímetro	119
r.- Selector de manual/automático.....	119
s.- Paro de emergencia	119
3.1.3.- MONTAJE DE SENSORES Y ACTUADORES.	119
a.- Montaje del ENCODER	119
b.- Conexión de los sensores inductivos y fotocelda.	120
c.- Instalación del contador rápido físico TELEMECANIC.	121
d.- INSTALACIONES ELÉCTRICAS	122
e.- Instalaciones eléctricas de la máquina	122
3.2.- MONTAJE DE DISPOSITIVOS DE COMUNICACIÓN	123
3.2.1.- COMUNICACIÓN POR CABLE ETHERNET.....	124
3.2.2.- COMUNICACIÓN POR ROUTER INALÁMBRICO	125
3.3.- PRUEBAS	126
3.3.1.- PRUEBAS DE CONEXIONES.....	126
a.- Pruebas de conexiones eléctricas.....	126
b.- Pruebas de funcionamiento del PCL's y HMI.....	127
c.- Pruebas del variador de velocidad y calibración de velocidades	127
3.4.- PRUEBAS FINALES.....	128
3.4.1.- PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO CON CARGA.....	128
CAPÍTULO IV	130
4.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	130
4.1.- CONCLUSIONES.....	130
4.2.- RECOMENDACIONES.....	132
4.3.- BIBLIOGRAFÍA.....	133

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1.- Listado de los sensores existentes.....	26
Tabla 2.1.- Datos técnicos de los accionadores eléctricos de la urdidora.	38
Tabla 2.2.- Conductores, contactores y protecciones seleccionados según el cálculo.....	42
Tabla 2.3.- Designación entradas de los contadores rápidos de la urdidora.	44
Tabla 2.4.- Designación de las entradas digitales de la urdidora.	45
Tabla 2.5.- Designación de las salidas digitales de la urdidora.	46
Tabla 2.6.- Designación de las entradas análogas de la urdidora.....	46
Tabla 2.7.- Designación de las salidas análogas de la urdidora.	47
Tabla 2.8.- Designación entradas digitales de contadores rápidos del plegado. ..	47
Tabla 2.9.- Designación de las entradas digitales del plegado.....	48
Tabla 2.10.- Designación de las salidas digitales del plegado.	48
Tabla 2.11.- Cotización del controlador S71200 SIEMENS.	49
Tabla 2.12.- Cotización del controlador S7200 SIEMENS.	50
Tabla 2.13.- Cotización del controlador TWIDO SCHNEIDER.	50
Tabla 2.14.- Inventario de los elementos de control y potencia que posee la máquina.....	100
Tabla 2.15.- Proforma de los elementos de control	103
Tabla 2.16.- Proforma de los elementos de potencia.	104
Tabla 2.17.- Proforma del motor y variador en el plegado	105
Tabla 2.18.- Costo aproximado del urdido estándar.	106
Tabla 2.19.- Costo de la producción de los urdidos mensualmente.....	106
Tabla 3.1.- Elementos eléctricos utilizados en el tablero de la urdidora.....	110
Tabla 3.2.- Montaje de los elementos en el tablero de control.	112
Tabla 3.3.- Encoder utilizado en para el contador de metraje.....	120
Tabla 3.4.- Características el motor instalado en el plegado	122

Tabla 3.5.- Características del variador de frecuencia.	122
Tabla 3.6.- Valores de las pruebas de cortocircuito en la máquina.....	126
Tabla 3.7.- Valores de las pruebas de velocidad de la urdidora.....	128

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1. 1.- Esquema físico de la urdidora COMSA.....	2
Figura 1. 2.- Tambor o bota.	3
Figura 1. 3.- Sistema mecánico del desplazamiento de la faja cuando esta engrana.	4
Figura 1. 4.- Esquema físico de la plegadora.....	5
Figura 1. 5.- Parte de lo que representa la bancada de la plegadora.	5
Figura 1. 6.- Barra de seguridad levantada, en esta posición no es posible plegar.	6
Figura 1. 7.- Urdidora en pleno funcionamiento.....	7
Figura 1. 8.- Imagen del tablero de control del paraurdimbres.....	8
Figura 1. 9.- Imagen de la plegadora.....	8
Figura 1. 10.- PLC SIEMENS S71200.	10
Figura 1. 11.- Módulos de expansión del S71200.....	14
Figura 1. 12.- Pantalla del programador del S71200.	16
Figura 1. 13.- Comunicación PROFINET, PROFIBUS, ETHERNET, etc.	17
Figura 1. 14.- Comunicaciones del S71200.	17
Figura 1. 15.- Diagrama del HMI.	20
Figura 1. 16.- Sistema HMI/SCADA.....	22
Figura 1. 17.- Final de carrera OMRON.	27
Figura 1. 18.- Sensor capacitivo de proximidad.	28
Figura 1. 19.- Sensor fotoeléctrico de barrera.....	29
Figura 1. 20.- Encoder.....	30
Figura 1. 21.- Encoder.....	31
Figura 1. 22.- Válvula neumática.....	32
Figura 1. 23.- Relevadores y contactores.....	32
Figura 2. 1.- Parte de las borneras de la máquina urdidora.....	33
Figura 2. 2.- Apariencia del tablero eléctrico.....	34

Figura 2. 3.- Esquema en bloques del control a implementar en el proyecto.	35
Figura 2. 4.- PLC S71200 con sus respectivos módulos de expansión.....	53
Figura 2. 5.- Pantalla táctil KTP600.	54
Figura 2. 6.- Flujograma principal	55
Figura 2. 7.- Flujograma púas	56
Figura 2. 8.- Flujograma desplazamiento.....	57
Figura 2. 9.- Flujograma bota.....	58
Figura 2. 10.- Gráfica de la configuración del Hardware en el programa.....	60
Figura 2. 11.- Gráfica del menú de configuración de l sistema del STEP7 basic 10.5.	61
Figura 2. 12.- Gráfica de la pantalla de programación del STEP7 basic 10.5.	62
Figura 2. 13.- Gráfica de las diferencias entre subrutinas y bloque de datos.....	63
Figura 2. 14.- Programación del PLC, condición calibrar metraje.	64
Figura 2. 15.- Programación del PLC, función faja.	65
Figura 2. 16.- Programación del PLC, parte de la función faja.	66
Figura 2. 17.- Programación del PLC, parte de la función faja.	66
Figura 2. 18.- Programación del PLC, funcionamiento del contador.	67
Figura 2. 19.- Programación del PLC, funcionamiento de los contadores rápidos.....	68
Figura 2. 20.- Programación del PLC, funcionamiento de los comparadores.	68
Figura 2. 21.- Programación del PLC, funcionamiento del activador de velocidad lenta- rápida.....	69
Figura 2. 22.- Programación del PLC, parte del funcionamiento del desplazamiento.....	70
Figura 2. 23.- Programación del PLC, parte del programa del bloqueo.	71
Figura 2. 24.- Programación del PLC, parte del programa del plegado.....	72
Figura 2. 25.- Configuración de la dirección IP de un controlador en el software.	74
Figura 2. 26.- Configuración física que muestra el software cuando los dispositivos se encuentran interconectados.	74
Figura 2. 27.- Comando T-SENT en el software de programación.	75
Figura 2. 28.- Configuración de los comandos para la comunicación.	76
Figura 2. 29.- Ventana de presentación.....	78
Figura 2. 30.- Apariencia de la ventana de OPERACIONES.	79
Figura 2. 31.- Ventana de CONFIGURACIONES	80

Figura 2. 32.- Visualización de la opción PARAURDIMBRES	80
Figura 2. 33.- Visualización de la opción CALIBRAR.	81
Figura 2. 34.- Visualización de la opción TIEMPO DE FRENADO.	82
Figura 2. 35.- Visualización de la ventana de CONTROL DE PROCESOS.....	83
Figura 2. 36.- Visualización de la ventana de ALARMAS.....	84
Figura 2. 37.- Visualización de la ventana de CONTADORES	85
Figura 2. 38.- Visualización del mensaje de bloqueo	86
Figura 2. 39.- Pantalla bloqueada.....	86
Figura 2. 40.- Apariencia del bloqueo cuando se ha ingresado una clave incorrecta.	87
Figura 2. 41.- Adquisición de datos en diagrama de bloques.	87
Figura 2. 42.- Al iniciar el programa SIMATIC NCM NET.	88
Figura 2. 43.- Creando un proyecto en SIMATIC NCM NET.	89
Figura 2. 44.- Como agregar un PC station SIMATIC NCM NET.	90
Figura 2. 45.- Apariencia del software para el ingreso de las herramientas requeridas del SIMATIC NCM NET.....	90
Figura 2. 46.- Configuración de la IE GENERAL después de ser agregado al PC station...	91
Figura 2. 47.- Configuración de la OPC server después de ser agregado al PC station.....	92
Figura 2. 48.- Visualización de la IE GENERAL y OPC station después de ser agregados.....	92
Figura 2. 49.- Descargando el hardware configurado a la PC.....	93
Figura 2. 50.- Agregando el OPC server y el IE general al	94
Figura 2. 51.- Visualización del OPC en ONLINE.....	94
Figura 2. 52.- Variables del PLC adquiridas en el OPC SCOUT..	95
Figura 2. 53.- Estableciendo la aplicación del SIMATIC NET.	96
Figura 2. 54.- Como elegir el OPC que a sido configurado.....	97
Figura 2. 55.- Variables del OPC que pueden ser utilizadas en Excel.....	97
Figura 2. 56.- Agregando las variables del OPC a celdas especificas de Excel.....	98
Figura 3. 1.- Apariencia del tablero antes de la instalación.	109
Figura 3. 2.- Apariencia del tablero de potencia	111
Figura 3. 3.- Aspecto físico del panel operador.	112
Figura 3. 4.- Torre luminosa, luz roja encendida.....	114

Figura 3. 5.- Torre luminosa, luz amarilla encendida	115
Figura 3. 6.- Torre luminosa, luz verde encendida	115
Figura 3. 7.- Apariencia del tablero de la plegadora	116
Figura 3. 8.- Dispositivo utilizado para contar el metraje en el plegado.....	117
Figura 3. 9.- Indicador de la regulación del mecanismo que regula la	118
Figura 3. 10.- Apariencia del encoder instalado	120
Figura 3. 11.- Conexión típica de un sensor de posición inductivo.	121
Figura 3. 12.- Contador rápido instalado en el plegador.....	121
Figura 3. 13.- Variador de frecuencia instalado.....	123
Figura 3. 14.- Motor instalado para el funcionamiento del plegado	123
Figura 3. 15.- Topología de la comunicación PROFINET.	124
Figura 3. 16.- Diagrama de conexión directa utilizada para la comunicación Ethernet.....	125
Figura 3. 17.- ACCESS POINT	125
Figura 3. 18.- Control Paraurdimbres	127
Figura 3. 19.- Curva de la rampa de arranque de la faja	129
Figura 3. 20.- Curva de la rampa de arranque de la faja	129

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo el diseño e implementación de la automatización, mediante un panel de visualización del proceso de la máquina URDIDORA, en el área de hilatura, encargadas de urdir la bobina de hilo en la empresa “TEIMSA”. En un principio la máquina urdidora contaba con tres tableros de control un principal y dos secundarios, donde el operador según el número y la densidad del hilo a trabajar, determina el avance del carro porta – hilos.

El nuevo sistema de control para el proyecto se trata básicamente del control automático de avance por vuelta del carro, el sistema proporciona un control supervisorio con una interfaz de operación HMI con un panel de visualización del proceso, que se implementa en el tablero principal de control de la máquina urdidora.

El sistema cuenta con dos modos de operación un modo totalmente manual independiente del PLC y un modo de operación de forma automática por medio de la interfase gráfica HMI con una pantalla de visualización de operación del proceso de hilatura, que se ubica e implementa en el panel de control principal.

El sistema registra la producción, envía señales de eventos de alarmas y mensajes para orientar al operador de la máquina en el área de la hilatura.

El desarrollo del presente proyecto pretende dar a conocer la importancia que tiene para la empresa la automatización de una de sus máquinas para la mejora de su producción.

SUMMARY

This project aims to design and implementation of automation, using a display panel of the machine warping process, in the area of spinning, warping responsible for the winding of thread on the company "TEIMSA". At first the warping machine had three dashboards one major and two minor, where the operator depending on the number and density of the yarn to work, determines the progress of the trolley - wire.

The new control system for the project is basically automatic control of feed per revolution of the car, the system provides supervisory control with HMI operation interface with a display panel process, which is implemented in the main control board the warping machine.

The system has two modes of operation a full manual mode and independent of PLC operation mode automatically through graphical HMI interface with a display operation of the spinning process, which was located and implemented in the panel main control.

The system records production, sends out alarm events and messages to guide the operator of the machine in the spinning area.

The development of this project seeks to highlight the importance for the company to automate one of their machines to improve production.

OBJETIVO GENERAL

“DISEÑAR E IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO CON INTERFASE GRÁFICA (HMI), MEDIANTE UN PANEL DE VISUALIZACIÓN PARA LA MÁQUINA URDIDORA DE LA EMPRESA TEXTIL TEIMSA”

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Reacondicionar el sistema mecánico de la máquina urdidora.
- Diseñar el sistema Eléctrico y de potencia de la máquina.
- Seleccionar el tipo de PLC adecuado para la máquina Urdidora.
- Diseñar el programa de control que este adecuado a los requerimientos de la máquina.
- Seleccionar el tipo panel de visualización adecuado para la aplicación.
- Diseñar el programa para el panel visual que permita un fácil uso por parte del operario y supervisores.
- Seleccionar el software HMI adecuado para la aplicación según los requerimientos de la máquina.
- Desarrollar el programa HMI para el proceso.
- Realizar pruebas y resultados del correcto funcionamiento del sistema implementado en la máquina.

JUSTIFICACIÓN

La necesidad, que cada vez se vuelve más exigente los procesos de producción y manufactura, los cuales giran en torno al mejoramiento de la calidad de sus procesos para mejorar su productividad y optimizar los recursos, dirigen a las industrias modernas a la automatización de sus procesos industriales con el fin de llegar a conseguir productos de alta calidad y competitividad.

Este proyecto es importante en el área textil en el departamento de hilatura para mejorar su productividad y optimizar sus recursos debido a la disminución de pérdidas en el proceso de la máquina minimizando al máximo los paros importunados que se pueden suscitar en el proceso.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTO TEÓRICO.

1.1.- DESCRIPCIÓN DE LA URDIDORA COMSA EXPO - 1250

La urdidora consiste en una máquina utilizada para urdir bobinas de hilos (urdimbres), los cuales son ampliamente utilizados en el proceso textil, para el posterior proceso de tejido y por ende, la manufactura de tela.

Dicha máquina es capaz de producir urdimbres de todos los materiales que se conoce como:

- Hilos de filamento
- Hilos de fibra cortadas
- Monofilamentos
- Seda natural y artificial

1.1.1 COMPONENTES DE LA MÁQUINA

Los elementos que componen la máquina urdidora seccional EXPO 1250 son:

- a) Urdidora
- b) Soporte intermedio
- c) Plegadora

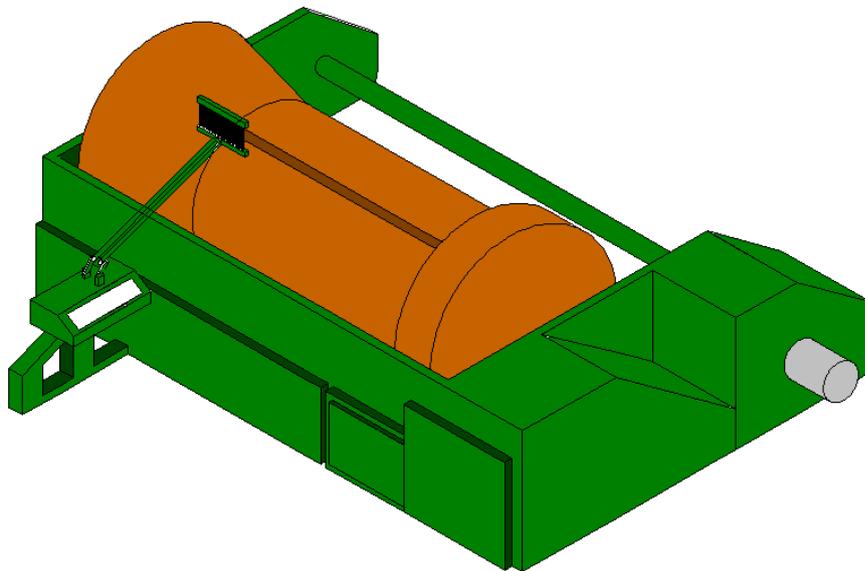
a.- URDIDORA

La urdidora está compuesta por un tambor utilizado para realizar el urdido. El proceso consiste en el giro de dicho tambor, enrollando un número determinado de hilos a desplazamientos y velocidades controladas.

Las púas es otro elemento de esta parte de la máquina, cuya función es separar los hilos en varios niveles durante el proceso. El establecimiento de dicha separación es dependiente del operario. Durante el proceso, las púas, dependiendo de la acumulación de hilo en la faja, suben automáticamente el peine, ubicándolo a un nivel correcto.

Además se integra en esta parte de la máquina la función del para-urdimbres, que es un sistema de control de roturas de hilo.

En la figura 1.1, se presenta un esquema físico de la urdidora en la cual se visualiza los elementos que la componen.



*Figura 1. 1.- Esquema físico de la urdidora COMSA.
Elaborador por: Jhonatan Camacho y Edison Guachi*

- **Elementos de la urdidora**

El tambor.- Propiamente llamado faja, el tambor es el elemento en el cual se embobina el conjunto de hilos que están siendo urdidos.

La forma del tambor es similar a una bota, como se muestra en la figura 1.2, por ello también se le conoce con dicho nombre. Posee un ángulo de 30 grados de inclinación en su inicio, por lo demás es cilíndrica.



*Figura 1. 2.- Tambor o bota.
Fuente: Máquina urdidora COMSA – TEIMSA.*

Además, posee unos agujeros ubicados en línea horizontal. Éstos son utilizados para ingresar el conjunto de hilos anudados y así iniciar el urdido.

El sistema de desplazamiento.- Comprende un mecanismo mecánico compuesto de una caja de transmisión. La misma que se utiliza para regular la velocidad de desplazamiento por medio de dos volantes.

El tornillo sin fin se acopla a la regulación de velocidad al actuar un engrane eléctrico. Dicho engrane ajusta el mecanismo de la caja de cambios con el tambor produciendo el movimiento horizontal.

En la figura 1.3 se puede apreciar el mecanismo propiamente dicho, el cual es aplicado el funcionamiento cuando la faja está en pleno funcionamiento.



Figura 1. 3.- Sistema mecánico del desplazamiento de la faja cuando esta engrana.

Fuente: Máquina urdidora COMSA – TEIMSA.

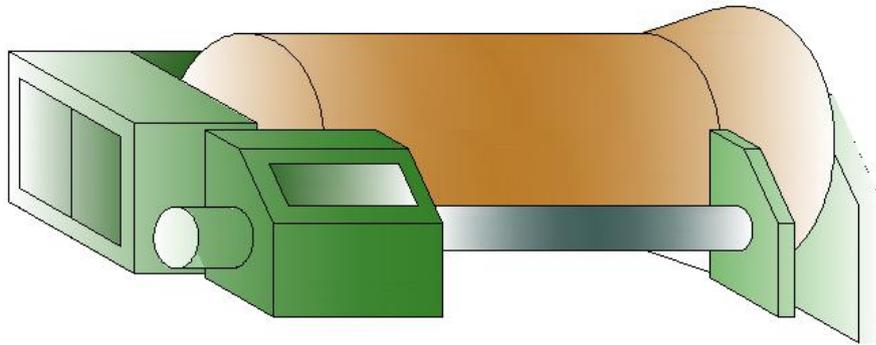
b.- SOPORTE INTERMEDIO

En este soporte se montan todos los componentes necesarios en función del material.

c.- PLEGADORA

Utilizada para trabajar con las urdimbres del urdido. En el plegado se controla la distancia total de hilo en cada urdimbre (metraje) y la tensión en la cual va a ser enrollado el hilo.

El conjunto del plegado el cual es mostrado en la figura 1.4, se encuentra en la parte posterior y forma parte de la Urdidora COMSA EXPO 1250.



*Figura 1. 4.- Esquema físico de la plegadora.
Elaborador por: Jhonatan Camacho y Edison Guachi*

- **Elementos de la plegadora**

La bancada.- La bancada es la parte de la máquina en la cual se adapta el carrete del plegador.

Posee dos motores que permiten desplazar el eje del plegador horizontalmente, con el objetivo de instalar y centrar el carrete a la plegadora.



*Figura 1. 5.- Parte de lo que representa la bancada de la plegadora.
Fuente: Máquina urdidora COMSA – TEIMSA.*

Barra de seguridad.- La barra de seguridad se utiliza para evitar que el operario se acerque al plegador cuando la máquina está en pleno funcionamiento.

Cuando la barra esta levantada, como se muestra en la figura 1.6, no funciona el plegador, solo es posible su funcionamiento manteniendo presionado el pulsador MARCHA/PARO. Caso contrario inmediatamente se detiene el plegador.



Figura 1. 6.- Barra de seguridad levantada, en esta posición no es posible plegar.

Fuente: Máquina urdidora COMSA – TEIMSA.

Sensor de proximidad.- En el plegado existe un sensor de proximidad que desactiva la operación de la plegadora cuando este es activado. Este se ubica haciendo una horizontal en frente del rollo del plegado con el objetivo de evitar que el operador se acerque demasiado al plegador en pleno funcionamiento.

1.1.2 FUNCIONAMIENTO DEL URDIDO

a.- URDIDO

El urdido comienza con la fijación de los parámetros, estableciéndose la opción para-urdimbres cuya función ya antes mencionada es detectar la rotura de algún hilo en el proceso, lo cual el proceso de urdido automáticamente se detiene hasta corregir dicha rotura.

En las púas, se coloca los hilos que serán urdidos. La ubicación inicial dichas púas será establecida por el operario.

Después de establecer el ancho de banda y el metraje requerido y ya fijado los hilos en el tambor de la máquina se inicia el proceso de urdido. Por medio de un motor de corriente continua controlado por un variador de velocidad, se produce el giro del tambor, bobinando el grupo de hilos a dicho tambor.

Además del proceso de giro, se produce el desplazamiento del tambor tomando en cuenta el ancho de banda. Al llegar al metraje requerido, la máquina automáticamente se detiene permitiendo que el operario corte los hilos del bobinado y desplace el tambor a una nueva posición de banda para iniciar nuevamente con el proceso del urdido.

En la figura 1.7 se puede visualizar la máquina en pleno proceso de urdido.



*Figura 1. 7.- Urdidora en pleno funcionamiento.
Fuente: Máquina urdidora COMSA – TEIMSA.*

En los paraurdimbres (ver figura 1.8), se encuentran ubicados los rollos de hilos utilizados para urdir. En dicho paraurdimbres, se ubican sensores que detectan cuando el hilo se ha roto y un sistema tensor controlado por aire a presión logrando estirar los hilos urdidos y controlar si alguno se rompe.



*Figura 1. 8.- Imagen del tablero de control del paraurdimbres
Fuente: Máquina urdidora COMSA – TEIMSA.*

b.- PLEGADO

Después de realizado el urdido se continua con el plegado del hilo. En el plegado se utiliza un bobinador en el cual se coloca los hilos plegados. Por medio de un motor de corriente alterna se produce el giro del plegador controlándose la tensión del hilo por frenos neumáticos y la velocidad por un variador de frecuencia.

En la figura 1.9 se muestra la parte de la plegadora.



*Figura 1. 9.- Imagen de la plegadora.
Fuente: Máquina urdidora COMSA – TEIMSA.*

1.2.- ÁREA ELÉCTRICA

1.2.1 PROGRAMADORES LÓGICOS CONTROLABLES.

“Un autómatas programable (PLC o Programable Logic Controller) es un sistema de control basado en un microprocesador y los elementos necesarios para que este microprocesador opere de forma conveniente. Al estar basado en un microprocesador, permite que la función que el PLC realice, sea programable por cada usuario a efectos de satisfacer cada necesidad concreta de control, lo que le convierte en una herramienta sumamente útil y flexible. Su desarrollo a lo largo del tiempo ha experimentado sucesivas mejoras en el sentido de aumentar sus prestaciones que ha sido consecuencia directa del avance en la tecnología y prestaciones de los microprocesadores”^[1]

Es importante conocer las funciones genéricas que realiza un PLC entre ellas tenemos el conexionado de contactos en serie y paralelo, realización de funciones lógicas, conteos, temporizaciones, cálculos aritméticos, enclavamiento de contactos, procesamiento de señales digitales y analógicas, algoritmos PID¹ y funciones de comunicación multiprotocolo que le permitirían interconectarse con otros dispositivos. Una de las ventajas de estos equipos es que se ahorra tiempo y dinero en la elaboración de los proyectos pudiendo realizar modificaciones a su programación sin ningún costo adicional pudiendo controlar más de una máquina al mismo tiempo

Los PLC actuales como el que se muestra en la figura 1.10, pueden comunicarse con otros controladores y computadoras en redes de área local, y son una parte fundamental de los modernos sistemas de control distribuido.

¹PID = Control Proporcional Integral derivativo.



*Figura 1. 10.- PLC SIEMENS S71200.
Fuente: Catalogo Siemens S71200*

Existen varios lenguajes de programación, tradicionalmente los más utilizados son el diagrama de escalera (Lenguaje Ladder), preferido por los electricistas, lista de instrucciones y programas de estado, aunque se han incorporado lenguajes más intuitivos que permiten implementar algoritmos complejos mediante simples diagramas de flujo más fáciles de interpretar y mantener.” Un lenguaje más reciente, preferido por los informáticos y electrónicos, es el FBD² que emplea compuertas lógicas y bloques con distintas funciones conectados entre sí.

1.2.2 PLC EN COMPARACIÓN CON OTROS SISTEMAS DE CONTROL.

“La flexibilidad de los PLCs es extraordinaria, por lo tanto, cuando ya se requiere un sistema de control, se puede reprogramar con facilidad para un sistema completamente diferente. Con gabinetes de relevadores, este cambio no es factible y los gabinetes simplemente serian desechados, remplazados y recableados”^[2]

El PLC es mucho menos voluminoso y más confiable que un sistema de control de relevadores convencional, cabe recalcar que en algunas aplicaciones donde las secuencia de apertura y cierre es importante, las variaciones del tiempo pueden interrumpir errores de control.

²FBD = Diagrama en función de bloques

Resumiendo, los campos de aplicación de un PLC en procesos industriales son: Cuando los procesos de producción son cambiantes periódicamente, cuando hay procesos secuenciales, cuando la maquinaria de procesos es variable, cuando las instalaciones son de procesos complejos y amplios, cuando el chequeo de programación se centraliza en partes del proceso. Sus aplicaciones generales son las siguientes: maniobra de máquinas, maniobra de instalaciones y señalización y control.

1.2.3 ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES Y ANÁLOGICAS.

a.- Salidas digitales

Un módulo de salida digital permite al autómata programable actuar sobre los accionadores que admitan órdenes de **tipo todo o nada**. El valor binario de las salidas digitales se convierte en la apertura o cierre de un relé interno del autómata en el caso de módulos de salidas a relé.

“Son aquellas que solo pueden adoptar dos estados posibles. Al controlar una lámpara de luz con un interruptor (actuador normal) podremos mantenerla encendida o apagada cerrando o abriendo el interruptor respectivamente. Cabe recalcar que la técnica digital está desplazando a la analógica ya que ha demostrado mucho más eficiencia, lo cual se manifiesta en que:

- Ofrece mayor inmunidad al ruido.
- Proporciona elevada densidad de integración en chips semiconductores.
- Presenta mayor facilidad de acoplamiento entre subsistemas.
- Permite un diseño más sistemático.
- Garantiza un comportamiento totalmente prescindible.
- Hace posible una codificación sencilla de la información.”^[3]

Las entradas digitales varían solo entre dos estados. El PLC codifica estas señales según su amplitud en: 1 lógico para el valor de amplitud mayor, 0 lógico para el nivel de amplitud menor. Las salidas digitales son: de voltaje y de relé. Las salidas de voltaje asignan una magnitud de voltaje, que depende del fabricante, al estado 1 lógico y de 0 V al estado 0 lógico. Las salidas de relé consisten en un contacto seco que se cierra en el estado 1 y se abre en el estado 0.

b.- Salidas análogas

Los módulos de salida analógica permiten que el valor de una variable numérica interna del autómatas se convierta en tensión o intensidad. Lo que realiza es una conversión D/A, puesto que el autómatas solo trabaja con señales digitales.

“Son aquellas que controlan un dispositivo a fin de que adopte todos los valores posibles entre dos límites definidos. Se llaman continuas por que pueden pasar por todos los valores intermedios. Este es el caso cuando se controla el caudal de agua mediante un grifo que puede dejar pasar desde 0 hasta el 100% del mismo, pasando por los estados intermedios de aperturas.”^[3]

Las entradas analógicas generalmente provienen de sensores que miden el valor instantáneo de una variable física. Ejemplos de este tipo de señales son: la salida de una tacométrica, de un fotosensor o de un sensor de nivel. El valor de la señal analógica se transforma en una señal digital de tal forma que el procesador la pueda manipular.

En el caso de salidas analógicas, los valores de salida están generalmente entre 0 Vdc a 10 Vdc para las salidas de voltaje y de 4 mA a 10 mA para las de corriente, aunque estos valores varían según el fabricante. Estas señales comandan actuadores como válvulas solenoides, servomotores, etc.

1.2.4 CAPACIDADES E/S EN LOS PLC MODULARES.

Los PLC modulares tienen un limitado número de conexiones para la entrada y la salida. Normalmente, hay disponibles ampliaciones si el módulo base no tiene suficientes puertos E/S.

“Las interfaces de entrada y salida son los módulos o dispositivos del autómata programable encargados de realizar la unión o interfaz entre el proceso o planta y la CPU. En ellos se realizan una serie de acondicionados de la señal eléctrica que entra o sale del PLC.

En concreto los módulos de entrada se encargan de:

- Amplificar la señal de entrada proveniente del dispositivo sensor.
- Adaptar los niveles de tensión de dicha señal.
- Filtrar la señal
- Codificar la señal para que sea procesada de forma adecuada por la CPU.

Por otra parte, los módulos de salida se encargan de.

- Decodificar la información proveniente de la memoria imagen de salida.
- Amplificar la señal de salida decodificada.
- Adaptar los niveles de tensión de esa señal”^[1].

Alguno de los PLC actuales puede comunicarse mediante un amplio tipo de comunicaciones incluidas RS-485, coaxial, e incluso Ethernet para el control de las entradas salidas con redes a velocidades de 100 Mbps.

Los PLC usados en grandes sistemas de E/S tienen comunicaciones P2P³ entre los procesadores. Esto permite separar partes de un proceso complejo para tener controles individuales mientras se permita a los subsistemas comunicarse mediante links. Estos links son usados a menudo por dispositivos de Interfaz de usuario (HMI) ⁴ como Keypads⁵ o estaciones de trabajo basados en ordenadores personales. El número medio de entradas de un PLC es 3 veces el de salidas, tanto en analógico como en digital.

EN la figura 1.11, se puede visualizar los módulos de expansión que posee el PLC S71200.



Figura 1. 11.- Módulos de expansión del S71200.

Fuente: Catalogo Siemens S71200

1.2.5 PROGRAMACIÓN

“Hoy en día el terreno de la programación de estos equipos se ha facilitado enormemente. Por un lado, existen potentes herramientas de programación que se pueden ejecutar en entornos gráficos amigables como los de los ordenadores personales. Por otro lado han aparecido en el mercado programas de simulación que permiten ejecutar una automatización sin necesidad del equipo PLC, lo que representa una ventaja importante ya que se puede depurar un programa sin tener que parar la máquina o instalación”. ^[4]

³P2P= Peer to peer o red de pares es una red de computadoras

⁴HMI= Interface Hombre-Máquina.

Los PLC modernos pueden ser programados de muchas formas, desde la lógica de escalera hasta lenguajes de programación tradicionales como el BASIC o C. Otro método es usar la Lógica de Estados (State Logic), un lenguaje de programación de alto nivel diseñado para programas PLC basándose en los diagramas de transición de estados. Recientemente, el estándar internacional IEC 61131-3 se está volviendo muy popular.

IEC 61131-3 define cinco lenguajes de programación para los sistemas de control programables: FBD (Function Block Diagram), LD (Ladder Diagram), ST (Structured Text, similar al lenguaje de programación Pascal), IL (Instruction List) y SFC (Sequential Function Chart).

Mientras que los conceptos fundamentales de la programación del PLC son comunes a todos los fabricantes, las diferencias en el direccionamiento E/S, la organización de la memoria y el conjunto de instrucciones hace que los programas de los PLC nunca se puedan usar entre diversos fabricantes.

Un ejemplo del software de programación es el STEP Basic V10.5, utilizado para los PLC's de la categoría S71200, cuya ventana de trabajo se muestra en la figura 1.12.

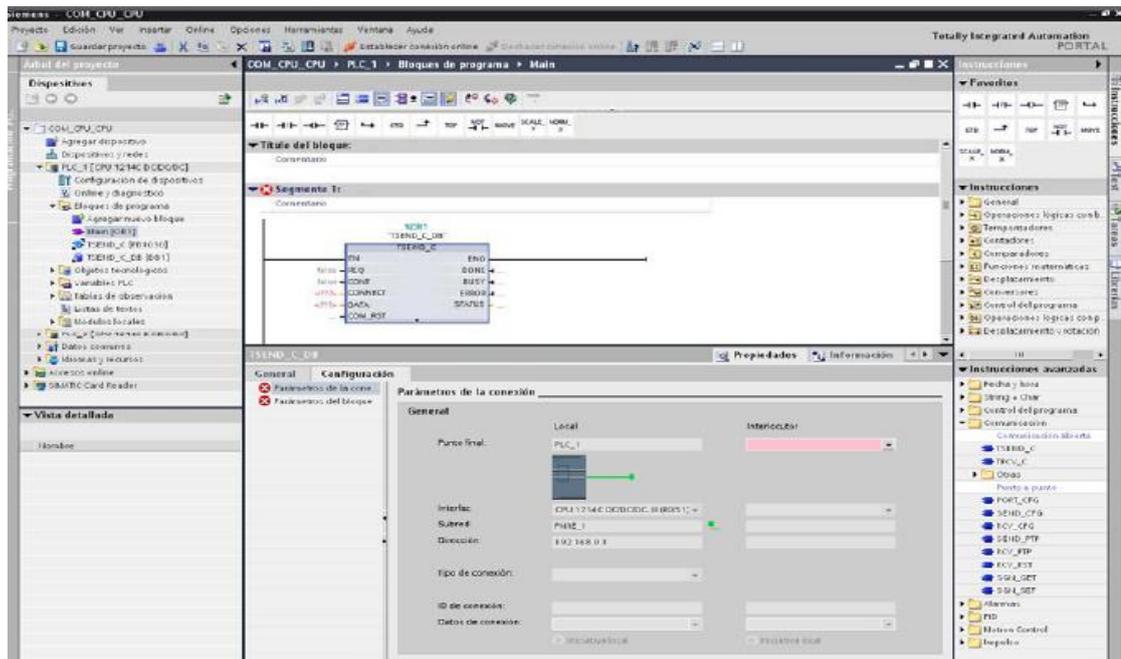


Figura 1. 12.- Pantalla del programador del S71200.
Fuente: Software STEP BASIC V10.5.

1.2.6 COMUNICACIONES

Las formas como los PLC intercambian datos con otros dispositivos son muy variadas se muestra en la figura 1.13. Típicamente un PLC puede tener integrado puertos de comunicación seriales que pueden cumplir con distintos estándares de acuerdo al fabricante. Estos puertos pueden ser de los siguientes tipos: RS-232, RS-485, RS-422, Ethernet

Sobre estos tipos de puertos de hardware las comunicaciones se establecen utilizando algún tipo de protocolo o lenguaje de comunicaciones. En esencia un protocolo de comunicaciones define la manera como los datos son empaquetados para su transmisión y como son codificados. De estos protocolos los más conocidos son: Modbus, Bus CAN, Profibus, Devicenet, Controlnet, Ethernet I/P

En la figura 1.13, muestra los diferentes conectores que se utilizan en las comunicaciones mencionadas en anteriormente.

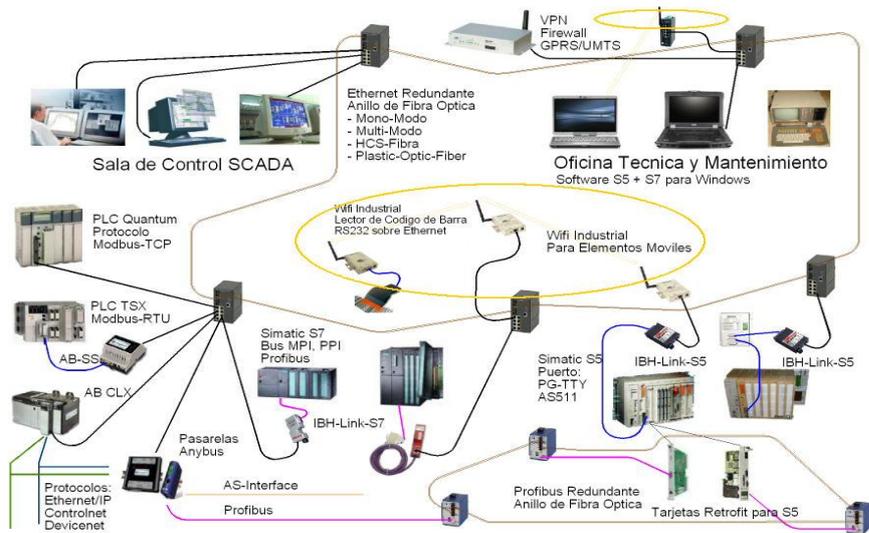


Figura 1. 13.- Comunicación PROFINET, PROFIBUS, ETHERNET, etc.

Fuente: <http://www.er-soft.com/es/noticias/instalaciones-frecuentes-de-automatas-y-redes-de-comunicacion-industrial>

En la figura 1.14 se ha elaborado un diagrama de bloques, en el cual, se detalla los software de programación necesarios, tanto para el PLC como para la pantalla táctil TP177 Micro (en este ejemplo), para la programación del HMI.

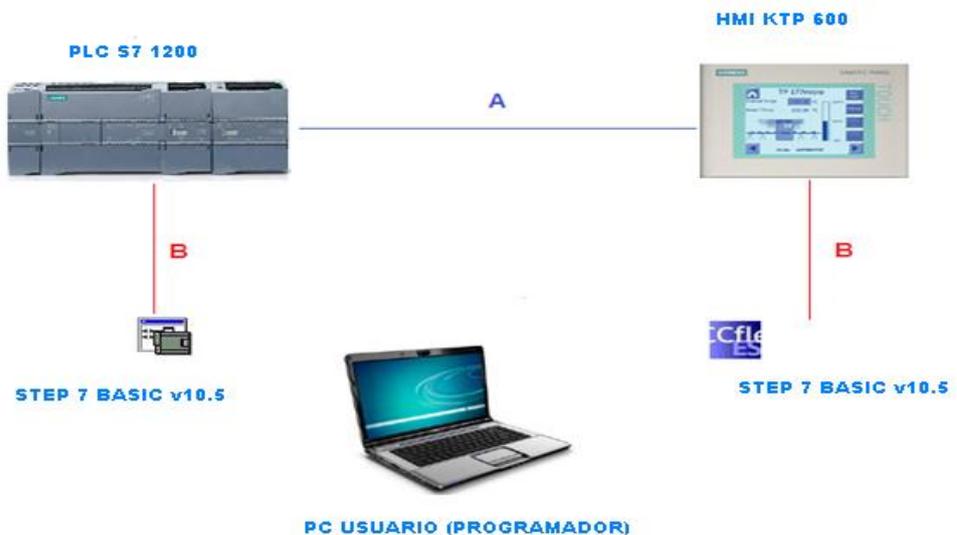


Figura 1. 14.- Comunicaciones del S71200.
Elaborador por: Jhonatan Camacho y Edison Guachi

1.2.7 CAMPOS DE APLICACIÓN.

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

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, entres otros. Por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, entre otros.

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

- a) Espacio reducido
- b) Procesos de producción periódicamente cambiantes
- c) Procesos secuenciales
- d) Maquinaria de procesos variables
- e) Instalaciones de procesos complejos y amplios

b.- Ejemplos de aplicaciones generales.

- Maniobra de máquinas
- Maquinaria industrial de plástico
- Máquinas transfer
- Maquinaria de embalajes
- Maniobra de instalaciones

- Instalación de aire acondicionado, calefacción.
- Instalaciones de seguridad
- Señalización y control:
 - Chequeo de programas
 - Señalización del estado de procesos

1.3. SISTEMA HMI

1.3.1 INTRODUCCIÓN.

HMI significa “Human Machine Interface”, es decir es el dispositivo o sistema que permite el interfaz entre la persona y la máquina. Cuando la maquina es compleja y se controla mediante un autómata programable el sistema electrónico de control debe proporcionar al usuario la posibilidad de modificar parámetros.

“Existen varias formas de realizar una unidad HMI, entre las que cabe citar los paneles de operación y las pantallas táctiles. Los paneles de operación conocidos por las siglas OP (Operation Panel), esta formados por una pantalla grafica y un conjunto de pulsadores de membrana, asociados para constituir un teclado. Ambos se controlan mediante un procesador especializado que constituye un controlador de pantalla y teclado, que se acopla al autómata programable a través del correspondiente Interfaz.”^[5]

En la figura 1.15. Se representa los dispositivos que deben tener una comunicación que entienda el HMI.”

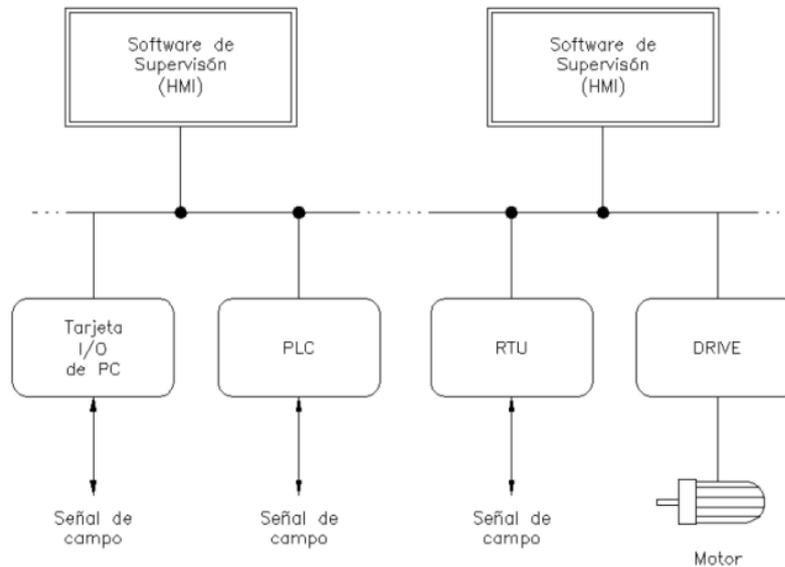


Figura 1. 15.- Diagrama del HMI.

Fuente:<http://iaci.unq.edu.ar/materias/laboratorio2/HMI/Introduccion%20HMI.pdf>

1.3.2 TIPOS DE HMI

Descontando el método tradicional, podemos distinguir básicamente de dos tipos de HMI

- a) **Terminal de Operador**, consiste en un dispositivo, generalmente construido para ser instalado en ambientes agresivos, donde pueden ser solamente de despliegues numéricos, o alfanuméricos o gráficos. Pueden ser además con pantalla sensible al tacto (touch screen).
- b) **“PC + Software**, esto constituye otra alternativa basada en un **PC** en donde se carga un **software** apropiado para la aplicación. Como PC se puede utilizar cualquiera según lo exija el proyecto, en donde existen los llamados **Industriales** (para ambientes agresivos), los de panel (**Panel PC**) que se instalan en gabinetes dando una apariencia de terminal de operador, y en general veremos muchas formas de hacer un PC, pasando por el tradicional PC de escritorio”^[6].

1.3.3 SOFTWARE UTILIZADOS PARA LA PROGRAMACIÓN DE UN HMI

Estos software permiten entre otras cosas las siguientes funciones: Interfaz gráfica de modo de poder ver el proceso e interactuar con él, registro en tiempo real e histórico de datos, manejo de alarmas. Al igual que en los terminales de operador, se requiere de una **herramienta de diseño o desarrollo**, la cual se usa para configurar la aplicación deseada, y luego debe quedar corriendo en el PC un software de **ejecución (Run Time)**.

Por otro lado, este software puede comunicarse directamente con los dispositivos externos (proceso) o bien hacerlo a través de un software especializado en la comunicación, cual es la tendencia actual.

“Los paneles o pantallas táctiles conocidos por las siglas TP (Touch Panel) utilizan una pantalla grafica que posee elementos sensores sensibles al tacto. De esta forma la pantalla realiza la función de entrada y salida y se elimina el teclado. Tanto los paneles de operación como las pantallas táctiles pueden poseer diferente característica en lo referente a las dimensiones de las pantalla, capacidad grafica de la misma, dimensiones del teclado, grado de protección ambiental o sellado IP”^[7]

1.3.4 SISTEMA SCADA

“Un sistema SCADA es una aplicación de software especialmente diseñada para funcionar sobre ordenes en el control de producción que proporciona comunicación entre los dispositivos de campo, llamada también RTU (Remote Terminal Units o unidades remotas), donde se pueden encontrar elementos autómatas programables y un centro de control o unidad central (MTU, Master Terminal Units), donde se controla el proceso de forma automática desde la pantalla de uno o varios ordenadores” ^[8].

Un SCADA involucran muchos subsistemas, por ejemplo, la adquisición de los datos puede estar a cargo de un PLC (Controlador Lógico Programable) el cual toma las señales y las envía a las estaciones remotas usando un protocolo determinado, otra forma podría ser que una computadora realice la adquisición vía un hardware especializado y luego esa información la transmite hacia un equipo de radio vía su puerto serial, y así existen muchas otras alternativas (ver figura 1.16).

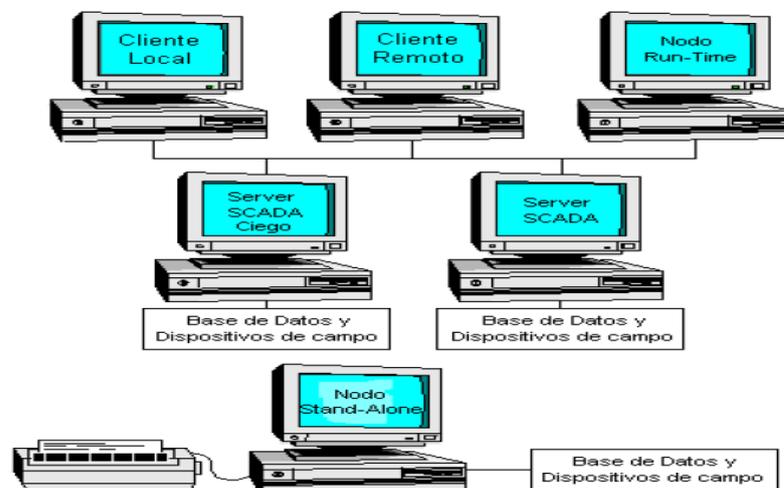


Figura 1. 16.- Sistema HMI/SCADA.

Fuente:<http://iaci.unq.edu.ar/materias/laboratorio2/HMI/Introduccion%20HMI.pdf>

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

Estos sistemas actúan sobre los dispositivos instalados en la planta, como son los controladores, autómatas, sensores, actuadores, registradores. Además permiten

controlar el proceso desde una estación remota, para ello el software brinda una interfaz gráfica que muestra el comportamiento del proceso en tiempo real.

Generalmente se vincula el software al uso de una computadora o de un PLC, la acción de control es realizada por los controladores de campo, pero la comunicación del sistema con el operador es necesariamente vía computadora. Sin embargo el operador puede gobernar el proceso en un momento dado si es necesario.

Un software SCADA debe ser capaz de ofrecer al sistema:

- Posibilidad de crear paneles de alarma, que exigen la presencia del operador para reconocer una parada o situación de alarma, con registro de incidencias.
- Generación de datos históricos de las señales de planta, que pueden ser volcados para su proceso sobre una hoja de cálculo.
- Ejecución de programas, que modifican la ley de control, o incluso anular o modificar las tareas asociadas al autómatas, bajo ciertas condiciones.
- Posibilidad de programación numérica, que permite realizar cálculos aritméticos de elevada resolución sobre la CPU del ordenador.

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

- Todo sistema debe tener arquitectura abierta, es decir, debe permitir su crecimiento y expansión, así como deben poder adecuarse a las necesidades futuras del proceso y de la planta.

- La programación e instalación no debe presentar mayor dificultad, debe contar con interfaces gráficas que muestren un esquema básico y real del proceso
- Deben permitir la adquisición de datos de todo equipo, así como la comunicación a nivel interno y externo (redes locales y de gestión)
- Deben ser programas sencillos de instalar, sin excesivas exigencias de hardware, y fáciles de utilizar, con interfaces amigables para el usuario.

1.3.4 TAREAS DE UN SOFTWARE DE SUPERVISIÓN Y CONTROL.

- Permitir una comunicación con dispositivos de campo.
- Actualizar una base de datos “dinámica” con las variables del proceso.
- Visualizar las variables mediante pantallas con objetos animados (mímicos).
- Permitir que el operador pueda enviar señales al proceso, mediante botones, controles ON/OFF, ajustes continuos con el mouse o teclado.
- Supervisar niveles de alarma y alerta/actuar en caso de que las variables excedan los límites normales.
- Almacenar los valores de las variables para análisis estadístico y/o control.
- Controlar en forma limitada ciertas variables de proceso.

1.3.5 FUNCIONES PRINCIPALES DEL SISTEMA SCADA

- a) *Supervisión remota de instalaciones y equipos:* Permite al operador conocer el estado de desempeño de las instalaciones y los equipos alojados en la planta, lo que permite dirigir las tareas de mantenimiento y estadística de fallas.
- b) *Control remoto de instalaciones y equipos:* Mediante el sistema se puede activar o desactivar los equipos remotamente (por ejemplo abrir válvulas,

activar interruptores, prender motores, etc.), de manera automática y también manual.

- c) **Procesamiento de datos:** El conjunto de datos adquiridos conforman la información que alimenta el sistema, esta información es procesada, analizada, y comparada con datos anteriores, y con datos de otros puntos de referencia, dando como resultado una información confiable y veraz.
- d) **Visualización gráfica dinámica:** El sistema es capaz de brindar imágenes en movimiento que representen el comportamiento del proceso, dándole al operador la impresión de estar presente dentro de una planta real. Estos gráficos también pueden corresponder a curvas de las señales analizadas en el tiempo.
- e) **Generación de reportes:** El sistema permite generar informes con datos estadísticos del proceso en un tiempo determinado por el operador.
- f) **Representación de señales de alarma:** A través de las señales de alarma se logra alertar al operador frente a una falla o la presencia de una condición perjudicial o fuera de lo aceptable. Estas señales pueden ser tanto visuales como sonoras.
- g) **Almacenamiento de información histórica:** Se cuenta con la opción de almacenar los datos adquiridos, esta información puede analizarse posteriormente, el tiempo de almacenamiento dependerá del operador o del autor del programa.
- h) **Programación de eventos:** Esta referido a la posibilidad de programar subprogramas que brinden automáticamente reportes, estadísticas, gráfica de curvas, activación de tareas automáticas, etc.

1.4 SENSORES Y ACTUADORES

1.4.1 INTRODUCCIÓN.

“Los sensores y actuadores son los elementos de un sistema que lo conectan con su entorno físico, excluido el usuario. La función de los sensores es obtener señales eléctricas en respuesta a magnitudes de entrada no eléctrica. La función de los actuadores es realizar una acción mecánica en respuesta a una señal de entrada, que en el caso de los actuadores eléctricos es eléctrica, pero que puede ser también neumática, hidráulica o mecánica”^[9].

Un sensor es un dispositivo que a partir de la energía del medio, proporciona una señal de salida que es función de la magnitud que se pretende medir. Se denomina sensor primario al dispositivo que transforma la magnitud física a medir en otra magnitud transducible.

Un transductor es el dispositivo que transforma una magnitud física (mecánica, térmica, magnética, eléctrica, óptica, etc.) en otra magnitud, normalmente eléctrica, en la tabla 1 se describen algunos transductores con sus magnitudes físicas.

Tabla 1.1.- Listado de los sensores existentes.

Magnitud Física	Transductor	Características
Posición (Lineal o Angular)	Potenciómetro	Analógico
	Encoder	Digital
	Sincro y Resolver	Analógico
Pequeños desplazamientos	Transformador diferencial	Analógico
	Galga Extensiométrica	Analógico
Velocidad (Lineal o Angular)	Dinamo tacométrica	Analógico
	Encoder	Digital
	Detector inductivo u óptico	Digital
Aceleración	Acelerómetro	Analógico
	Sensor de velocidad + calculador	Digital
Fuerza y Par	Galga Extensiométrica	Analógico
Temperatura	Termopar	Analógico
	Resistencias PT100	Analógico
	Termistores CTN	Analógico
	Termistores CTP	Todo-Nada
	Bimetales	Todo-Nada
Sensores de Presencia o Proximidad	Inductivos	Analógico o Todo-Nada
	Capacitivos	Todo-Nada
	Ópticos	Analógico o Todo-Nada

Fuente: Folleto de instrumentación y control industrial – referencia
<http://www.uhu.es/antonio.barragan>

1.4.2.- CLASIFICACIÓN DE LOS SENSORES

Existen multitud de métodos de clasificar los sensores, pero en este estudio solo se incluirán aquellos que han sido utilizados en el presente proyecto.

a.- Interruptores finales de carrera.

Sirven para determinar la posición de un objeto o de una pieza móvil. Cuando esta alcanza uno de los extremos de su movimiento (fin de carrera), cambian los contactos del interruptor.



Figura 1. 17.- Final de carrera OMROM.
Fuente: <http://www.controlindustrial.com.ar>

b.- Transductores inductivos.

“Si se trata de la corriente que circula por el propio circuito, se habla de autoinductancia. En el caso de dos circuitos distintos, se habla de inductancia mutua. Los transductores inductivos se basan en la variación de la autoinductancia o inductancia mutua entre circuitos. Dicha variación puede ser debida a cambios en el número de espiras” [10].

Este tipo de sensor por su naturaleza de operación se dedica a detectar la presencia de metales. El sensor inductivo internamente posee un circuito electrónico que genera un campo magnético, el cual esta calibrado para medir una cierta cantidad de corriente eléctrica sin la presencia de metal alguno en el campo magnético, pero cuando se le acerca un metal, el campo magnético se altera provocando que

la corriente que lo genera cambie de valor, lo que a su vez el sensor responde al sistema de control indicándole la presencia del metal.



Figura 1. 18.- Sensor capacitivo de proximidad.
Fuente: <http://www.controlindustrial.com.ar>

c.- Fococélulas y barreras

Son elementos sensores formados por un emisor de luz y una fotocélula de detección, actuando por reflexión de este haz sobre los objetos a detectar, también pueden actuar en forma de barrera y pueden detectar objetos a mayores distancias, con fuentes luminosas independientes del cabezal que sólo es receptor.

Para ambientes muy luminosos pueden estar polarizados los haces de luz, también existen de fibra óptica de forma que la detección puede llevarse a puntos inaccesibles por el propio sensor.

“Las características particulares de los detectores de proximidad ópticos respecto a otros detectores de proximidad son:

- Elevada inmunidad de perturbaciones electromagnéticas (EMI) externas.
- Distancia de detección grandes respecto a los inductivos o capacitivos se obtienen fácilmente hasta 500m en modo barrera y 5m por reflexión.
- Alta velocidad de respuesta y frecuencia de conmutación.
- Permiten la identificación de colores.
- Capaces de detectar objetos del tamaño de decimas de milímetro.”^[11]



Figura 1. 19.- Sensor fotoeléctrico de barrera
Fuente: <http://www.controlindustrial.com.ar>

d.- Codificadores absolutos (enconder)

Constan de un disco transparente con una serie de marcas opacas colocadas radialmente y equidistantes entre sí, de un sistema de iluminación y de un elemento fotorreceptor (ver figura 1.22).

El eje cuya posición se quiere medir va acoplado al disco, a medida que el eje gira se van generando pulsos en el receptor cada vez que la luz atraviese las marcas, llevando una cuenta de estos pulsos es posible conocer la posición del eje.

La resolución depende del número de marcas que se pueden poner físicamente en el disco.

El funcionamiento de un encoder absoluto es similar, pero el disco se divide en un número de sectores (potencia de 2), codificándose cada uno de ellos con un código binario (código Gray), con zonas transparentes y opacas.

La resolución es fija y viene dada por el número de anillos que posea el disco granulado.

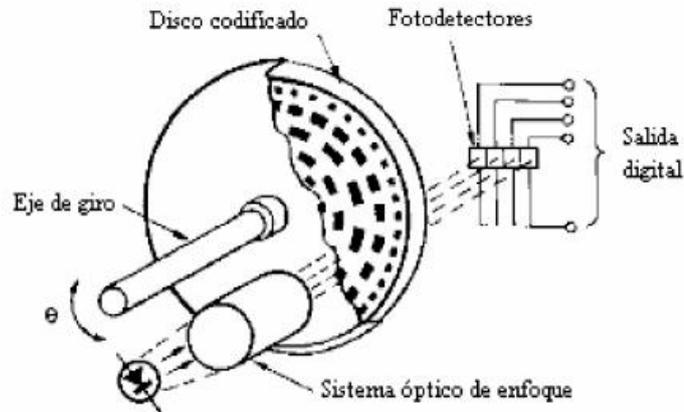


Figura 1. 20.- Encoder

Fuente: Adquisición y distribución de señales “Ramón PollásAneny”

1.4.3.- ACTUADORES

Los actuadores son elementos de control final que deben poseer la energía suficiente para vencer a las variables físicas que se están controlando, y de esta manera poder manipularlas. Los actuadores dependiendo de la fuerza que se requiere se clasifican de acuerdo a lo siguiente:

- Neumáticos
- Hidráulicos
- Eléctricos

a.- Actuadores eléctricos. Motores

“Los motores Eléctricos desempeñan un papel muy importante proporcionando potencia para distintos tipos de aplicaciones: Domesticas, comerciales e industriales. Su enorme versatilidad y economía de operación, prácticamente no puede ser igualada por ninguna otra forma de potencia para movimiento. Se estima que prácticamente los motores eléctricos se emplean en un 90% de las

aplicaciones industriales, continuidad que podría ser mayor considerando las distintas variantes que existen.”^[12]

Estos dispositivos de potencia que generan desplazamientos giratorios, y son empleados con mucha frecuencia dentro de los procesos industriales, ya sea para llenar un tanque con algún líquido, ó atornillar las piezas de un producto, ó proporcionarle movimiento a una banda transportadora, etc. Los motores eléctricos generan una fuerza fija que se encuentra por debajo del rango de 25000 N (Newtons), pero como ventaja principal se tiene la de poder controlar sus r.p.m. (revoluciones por minuto)(ver figura 1.23).



Figura 1. 21.- Encoder

Fuente: http://dc347.4shared.com/doc/-8VP_-QO/preview.html

Los actuadores eléctricos requieren de elementos contactares para que abran ó cierren la conexión de la energía eléctrica a sus terminales de alimentación (activar ó desactivar respectivamente). Se debe de tener en cuenta que estos actuadores son de naturaleza electromagnética, por lo que se deben de contemplar los respectivos dispositivos que filtren y eliminen la f.c.e.m que generan los motores cuando se desenergizan.

b.- Actuadores neumáticos.

Estos dispositivos pueden generar desplazamientos tanto lineales como giratorios, y son de los más empleados dentro de los procesos industriales, ya que se ubican en estaciones de trabajo que tienen que posicionar las distintas piezas para

maquilar algún producto, o mover de una estación a otra los productos semiconstruidos y de esta manera seguir con el proceso que se trate.

Los actuadores neumáticos requieren de válvulas de control (ver figura 1.24) para que se activen o desactiven los cilindros (para desplazamiento lineal) ó los motores (movimiento circular).

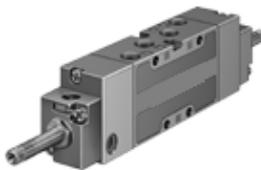


Figura 1. 22.- Válvula neumática
Fuente: <http://www.controlindustrial.com.ar>

c.- Actuadores electromagnéticos. Relevadores y Contactores

Son dispositivos que hacen las funciones de interfaces entre la etapa de control (PLC) y la etapa de potencia, pero aunque así fuera, existen relevadores que llegan a demandar una cantidad importante de corriente eléctrica, motivo por el cual tienen que considerarse por si solos como elementos de potencia. Por lo que para energizar su bobina es necesario contemplar lo relacionado a cargas electromagnéticas para que su influencia no afecte el desempeño de todo el equipo de control automático. Ver figura 1.25.

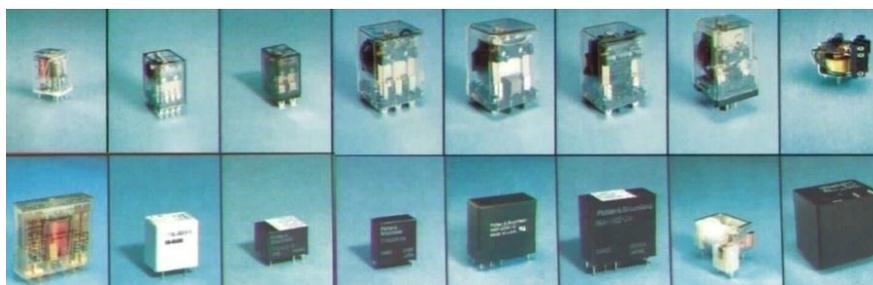


Figura 1. 23.- relevadores y contactores.

http://dc347.4shared.com/doc/-8VP_-QO/preview.html

CAPÍTULO II

2.- ESTUDIO Y REDISEÑO DEL SISTEMA

2.1.- ESTADO ANTIGUO DE LA MÁQUINA URDIDORA COMSA

La máquina urdidora presenta un sistema eléctrico anticuado, con adaptaciones eléctricas que disminuyen su confiabilidad. Dichos cambios, ha modificado el sistema de control actual, difiriendo de los planos eléctricos que posee la máquina.

En la figura 2.1 se puede observar claramente una parte del sistema eléctrico antiguo de la máquina urdidora.



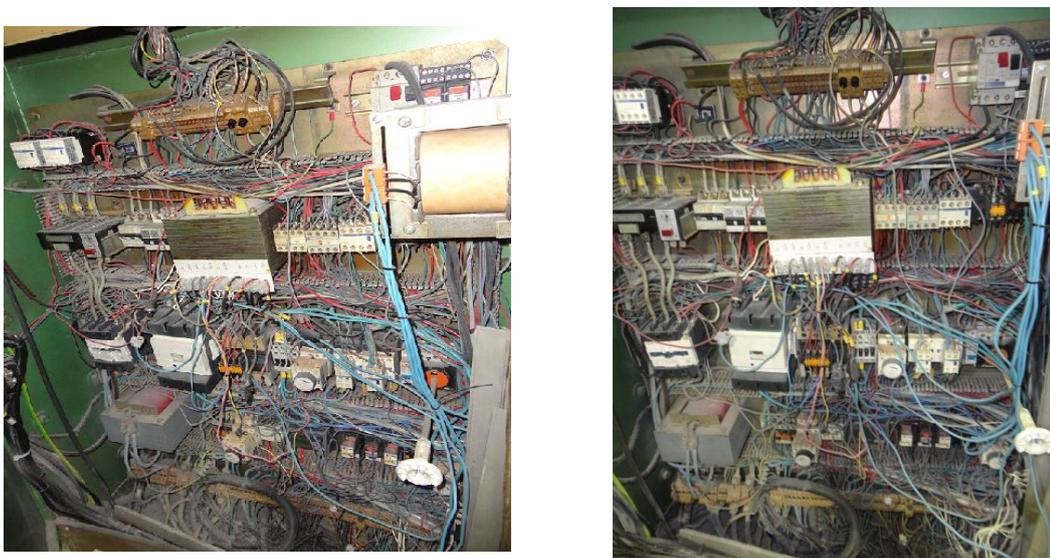
*Figura 2. 1.- Parte de las borneras y panel de control de la máquina urdidora.
Fuente: Máquina urdidora COMSA – TEIMSA.*

En el sistema de control se muestran contactores, relés, finales de carrera desgastados, debido a la larga vida y horas de trabajo, lo cual conducen a una degradación de sus componentes, produciendo las fallas frecuentes y por ende, requerimiento del mantenimiento correctivo.

Carece de un sistema de conteo de horas de trabajo, el conteo de metraje y banda se presentan, pero en un sistema obsoleto.

No posee un registro o historial de trabajo indispensable para el control de eficiencia de la máquina.

En la figura 2.2 se aprecia el estado actual del tablero eléctrico de la máquina urdidora COMSA EXPO - 1250.



*Figura 2. 2.- Apariencia del tablero eléctrico antiguo.
Fuente: Máquina urdidora COMSA – TEIMSA.*

2.2.- REDISEÑO DE LA URDIDORA COMSA EXPO 1250.

2.2.1.- RESEÑA DEL REDISEÑO DEL PROYECTO.

En la automatización, se planifica instalar un controlador lógico programable que son ampliamente utilizados en la industria. En éste, se programará un software, el cual, se encargará realizar las funciones de la máquina, disminuyendo el número de elementos de control que actualmente posee la máquina, se facilita el hallazgo de posibles fallas futuras en la circuitería y por ende, el respectivo mantenimiento correctivo.

Adicionando, se utilizará un sistema HMI⁶ con el fin de visualizar las variables y modificarlas, además de controlar el proceso por medio de botones y elementos virtuales. Así se simplificará un complicado control en uno más sencillo, interactivo, con instrucciones y de fácil manejo.

En la figura 2.3 se establece un diagrama simplificado, en el cual, se sintetiza lo que realizará en la implementación del sistema.

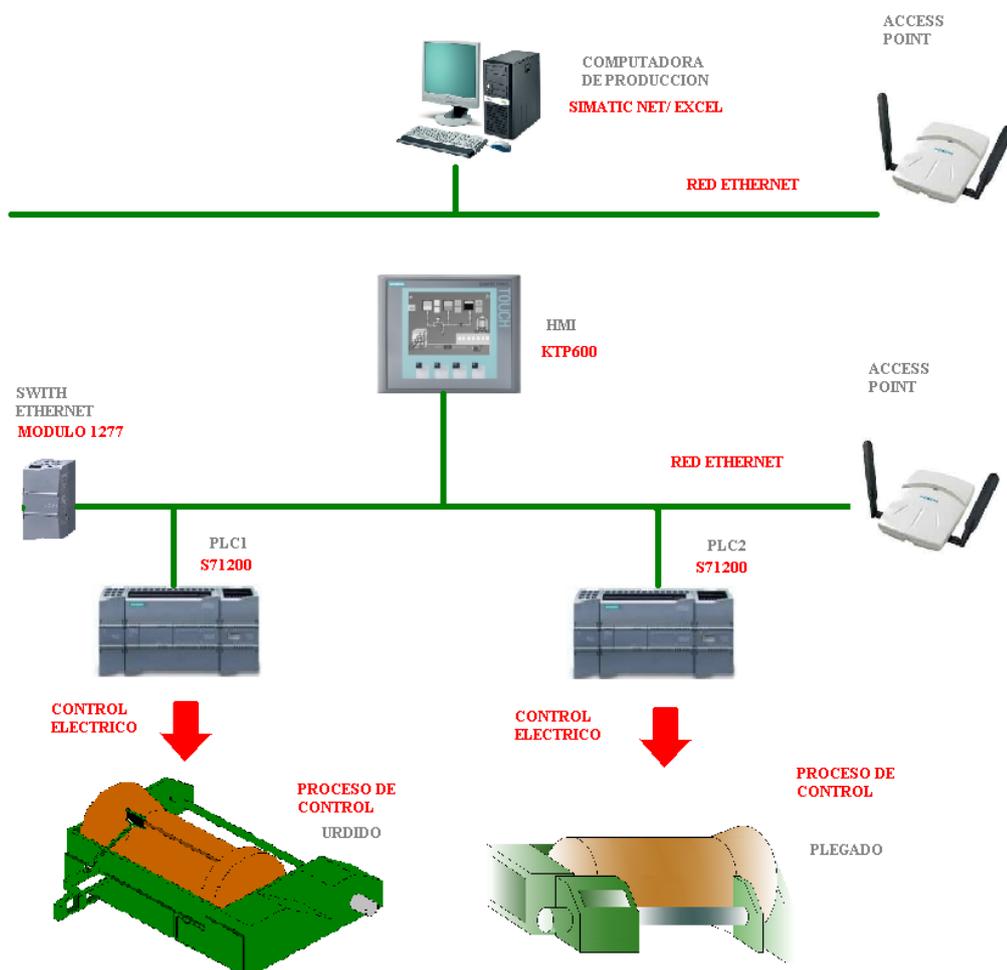


Figura 2. 3.- Esquema en bloques del control a implementar en el proyecto.
Elaborado: Jhonatan Camacho y Edison Guachi.

⁶HMI=Interface Hombre - Máquina

2.2.2.- FUNCIONES PREVISTAS EN LA AUTOMATIZACIÓN.

Para el nuevo diseño se establecieron las funciones que posee la máquina actualmente, las cuales se describen a continuación:

- Control de velocidad de giro de la faja.
- Control de desplazamiento horizontal de la faja tanto en urdido como en plegado.
- Control de velocidad de giro de plegado.
- Control de frenos y presión de aire.
- Control y visualización de metros de hilo (metraje) y metros de desplazamiento (banda).

Además de ello, se estableció las nuevas funciones que serán incorporadas en el sistema.

- Visualización de metros de hilo real en el plegado.
- Adquisición de datos de las variables del proceso a un elemento de visualización externo al medio de trabajo.
- Visualización de alarmas y ayuda en la pantalla.
- Rapidez de manejo y fácil manipulación de las variables del proceso.

2.2.3.- RED DE TRANSMISIÓN DE DATOS (ADQUISICIÓN DE DATOS)

La adquisición de las variables requeridas del proceso al departamento de producción se lo realizará por medio de una comunicación.

Para ello se realizó un estudio los protocolos de comunicación que existen en la actualidad los cuales son:

- Ethernet

- Modbus
- Profibus
- Profinet

Se optó por el medio de comunicación Ethernet, debido a que el costo es menor a los medios de comunicación anterior y a que el desempeño de la máquina no requiere un protocolo más que su comunicación.

Cabe recalcar que además de la adquisición de datos que recibirá el departamento de producción, se requerirá la comunicación entre PLC's. Esto se realiza para evitar el cableado que posee el sistema actual. Este cableado, al ser de una distancia considerable entre el control de la urdidora y la plegadora, y por mismo mecanismo que exige el desplazamiento de la máquina, provoca problemas de rotura de cable, contactos entre cables y por ende, problemas en este sistema.

Con el actual proceso se evitará dichos problemas con un solo cable de comunicación Ethernet, el cual manejará libremente el proceso.

2.3.- REDISEÑO Y SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL TABLERO ELÉCTRICO DE POTENCIA

La máquina urdidora está construida con una alimentación eléctrica de 380 VAC.

Los elementos eléctricos que posee la máquina se describen en la tabla 2.1.

Tabla 2.1.- Datos técnicos de los accionadores eléctricos de la urdidora.

N ^o	CARGA	VOLT. (V)	AMP. (A)	RPM.	FREC. (Hz)	COS Θ
1	M1 1/3 HP AC Motor de las púas	380	0,6	1750	60	0,82
1	M2 1HP AC Motor del ventilador	380	2	1750	60	0,85
1	M3 1HP AC Motor de desplazamiento	380	2	1600	60	0,82
1	M4 7CV DC Motor urdidora	220	25	1780	-	-
1	M5 30 HP AC Motor plegadora	380	65	1780	60	0,9

Los elementos de control son alimentados con un voltaje de alimentación de 220 VAC, y por medio de un transformador se adquiere un segundo voltaje de 24 VAC y un tercero por medio de una fuente AC/DC de 24 VDC. Estos voltajes de alimentación son necesarios para el control de elementos como electroválvulas, embragues eléctricos, entre otros.

En el rediseño, tomando en cuenta los valores de voltajes y potencias de cada elemento se procedió al cálculo necesario para establecer las protecciones eléctricas para cada dispositivo, así como también, el cable de alimentación, contactores y otros elementos que son requeridos para la automatización.

2.3.1.- REDISEÑO DEL CIRCUITO DE POTENCIA

Para realizar un nuevo diseño eléctrico se estableció los siguientes pasos como de mayor importancia para el proceso de repotenciación

- a. Selección de conductores.
- b. Selección de Protecciones.

c. Circuitos alimentadores para motores eléctricos.

De los resultados que se obtengan en el estudio de estos parámetros se definirá si se confirma o se cambia el calibre o el tipo de conductores, la distribución de circuitos, o las protecciones y elementos instalados actualmente.

a.- Selección de conductores.

En el diseño es necesario elegir un conductor adecuado para el funcionamiento correcto de la máquina.

“Cuando se alimenta a un motor en forma individual, la capacidad de conducción de corriente (Ampacidad) de los conductores de los circuitos derivados debe ser al menos 125% de la corriente a plena carga o nominal del motor” [13].

Sin embargo al tratarse de un tablero de potencia se tomó en cuenta el cálculo de las barras de alimentación que serán instaladas en dicho tablero y que servirá como bornera principal para todos los elementos eléctricos. Para visualizar los esquemas eléctricos de los circuitos cálculos, diríjase al ANEXO C, planos eléctricos.

a.1.- Cálculo de corriente para las barras de alimentación.

“Cuando se alimenta más de un motor la capacidad de corriente (Ampacidad) del conductor es la suma de 1,25 veces la corriente a plena carga del motor mayor mas la suma de las corrientes a plena carga del resto de los motores” [13]

Para calcular la capacidad de corriente del conductor del circuito alimentador, se tomaron en cuenta la corriente de los elementos en plena carga.

La ecuación que se describe a continuación, nos permite calcular la corriente total de un alimentador para la selección del conductor.

$$I_{TPC} = 1.25I_{MPC} + \sum I_{mpc} \quad \text{EC 2.1}$$

Donde:

I_{TPC} = Corriente total a plena carga en amperios.

I_{MPC} =Corriente a plena carga del motor mayor en amperios.

I_{mp} = Corriente a plena carga de otros motores en amperios.

Así que la corriente de alimentación para la selección del conductor será:

$$I_B = 1.25(65) + (0.6 + 2 + 2 + 25)$$

$$I_B = 110.85A$$

Entonces, se estableció que dicha corriente deberá soportar la barra de alimentación, por ende se involucró la adquisición de una barra de cobre de 125 A

a.2.- Cálculo de Calibre del conductor para Motor 30 Hp

$$I_C = 1.25I_{pc} \quad \text{Ec.2.2}$$

I_C =Corriente del conductor (Dimensionado al motor de 30 HP.)

I_C = Corriente a plena carga

$$I_C = 1.25(65)A$$

$$I_C = 81.25A$$

De acuerdo a la tabla de conductores del ANEXO A, la corriente calculada corresponde al conductor TWG calibre 3 AWG.

b.- Clasificación de los Dispositivos de Protección

Dispositivos destinados a proteger todo o parte del sistema que se presentan en la tabla 2.2, interrumpiendo el paso de corriente a las líneas de alimentación cuando

se presentan irregularidades en su funcionamiento, particularmente en sobrecargas o sobre corrientes y cortocircuitos de acuerdo con los índices de protección con la norma IEC 60947-1 en AC3.

b.1.- Cálculo de protecciones del Alimentador

El dispositivo de protección del alimentador

$$I_{AL} = 1.25(I_{PC} \text{ motor mayor}) + \sum I_{PC}(\text{otros motores}) + \text{Otras cargas} \quad \text{Ec 2.3}$$

Donde:

I_{AL} = Corriente calculada para la protección del alimentador.

$$I_{AL} = 1.25(65) + (2 + 2 + 0,6 + 25)$$

$$I_{AL} = 110,85 \text{ A}$$

De acuerdo a la tabla del ANEXO A, la protección seleccionada y comercial sería **100A – 3 Fases**

b.2.- Cálculo de protecciones del Motor 30 Hp

Al poseer un variador de velocidad, el breaker seleccionado a la corriente nominal del motor

$$I_M = I_n$$

Ec. 2.4

Donde:

I_M = Corriente calculada para la protección del motor.

I_n = Corriente nominal

$$I_M = 1 * 65$$

$$I_M = 65A$$

De acuerdo a la tabla del ANEXO A, la protección seleccionada y comercial **70A – 3 Fases**

Los cálculos de los conductores alimentadores y protecciones de los circuitos derivados se presentan de una forma simplificada en la Tabla 2.2, en donde se aplican las ecuaciones planteadas, cada uno de los circuitos con sus constantes y características.

Tabla 2.2.- Conductores, contactores y protecciones seleccionados según el cálculo.

ELEMENTO	I conductor (A)	Selección conductor X corriente	Sección mm ²	Breaker de protección Instalada	Contactador TIPO	Contactador AMPERAJE
M1	0,75	3X14	2,08	2A - 3P	3RT10 16	9
M2	1,25	3X14	2,08	4A - 3P	3RT10 16	9
M3	1,25	3X14	2,08	4A - 3P	3RT10 16	9
M4	25	2X8	8,36	25A - 2P	3RT10 34	32
M5	65	3X3	26,67	70A - 3P	3RT10 40	100
C5 (EXCITATRIZ)	6	3X14	2,08	10 A – 2P	3RT10 16	9
C5 (INVERSOR)	6	3X14	2,08	10 A – 2P	3RT10 16	9

2.4.- SELECCIÓN DE COMPONENTES

2.4.1.- SELECCIÓN DEL PLC

Para realizar la selección del PLC más adecuado y acorde a nuestras necesidades para el desarrollo del proyecto de automatización de la máquina urdidora COMSA EXPO-1250 se tomó en cuenta los siguientes aspectos:

- El ambiente de trabajo.
- El Software de programación.
- Tipo de sistema.
- Tipo de comunicación a estaciones externas.
- El número de entradas y salidas requeridas.
- Tipo de señales de sensores o transductores que se mantendrán del sistema.
- Posibles modificaciones futuras que se puedan realizar.
- Costo del equipo a utilizar y beneficios del mismo.
- Confiabilidad, robustez prestaciones del PLC a ser utilizado en la operación.

a.- Número de entradas y salidas requeridas del controlador.

Después de realizar el análisis de las funciones de la máquina Urdidora sus operaciones de urdido y plegado en sus diferentes etapas y los elementos que involucra el control de la máquina, se planteó la designación del numero entradas y el número de salidas necesarias para el desarrollo del proyecto.

A continuación se muestran detalladas las entradas y salidas digitales con sus respectiva designación utilizadas tanto para la operación de la fase de urdido

como de la fase de plegado las cuales se muestran en las siguientes tablas 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9 y 2.10.

a) LA URDIDORA

- **ENTRADAS DIGITALES**

Contadores rápidos.

Tabla 2. 3.- Designación de las entradas de los contadores rápidos de la urdidora.

DI	DESIGNACIÓN	ELEMENTO
CONTADOR RÁPIDO HSC1(METRAJE REAL)		
I0.0	Reloj	
I0.1	Sentido	
I0.3	Reset del conteo	
CONTADOR RÁPIDO HSC2(BANDA)		
I0.4	Contador ascendente	
I0.5	Contador descendente	
I0.7	Reset del conteo	
CONTADOR RÁPIDO HSC3 (METRAJE)		
I1.0	Contador ascendente	
I1.1	Contador descendente	
I1.2	Reset del conteo	

Tabla 2.4.- Designación de las entradas digitales de la urdidora.

DI	DESIGNACIÓN	ELEMENTO
I1.3	Automático	S16
I1.4	Manual	S17
I2.0	Encendido de la máquina	S0
I2.1	Final de carrera alzado púas	S1
I2.2	Final de carrera bajado púas	S2
I2.3	Final de carrera avance	S3
I2.4	Final de carrera retroceso	S4
I2.5	Selector antihorario faja	S5
I2.6	Selector horario faja	S6
I2.7	Paro de marcha	S7
I3.0	Botón avance	S8
I3.1	Botón retroceso	S9
I3.2	Paros en general	S10, S11, S12
I3.3	Paro foto celda	S13
I3.4	Pedal de marcha	S14
I3.5	Para urdimbres	S15

- **SALIDAS DIGITALES**

A continuación se detallan el número de salidas digitales utilizadas en la fase de urdido de la máquina con sus respectivas designaciones como se muestra en la siguiente tabla 2.5

Tabla 2. 5.- Designación de las salidas digitales de la urdidora.

DQ	DESIGNACIÓN	ELEMENTO
Q0.0	Motor púas arriba	C1
Q0.1	Motor púas abajo	C2
Q0.2	Motor desplazamiento avance	C3
Q0.3	Motor desplazamiento retroceso	C4
Q0.4	Motor ventilador	C5
Q0.5	Variador de velocidad	C6
Q0.6	Sentido horario motor bota/potro	C7
Q0.7	Sentido anti horario bota/potro	C8
Q1.0	Excitación potro	C9
Q1.1	Excitación bota	C10
Q2.0	Rotor potro	C11
Q2.1	Rotor bota	C12
Q2.2	Electroválvula freno	C13
Q2.3	Electroválvula Urdir-plegar	C14
Q2.4	Velocidad lenta	C15
Q2.5	Velocidad constante	C16
Q2.6	Control de velocidad urdir	C17
Q2.7	Para urdimbres	C18

- **ENTRADAS ANÁLOGAS**

Tabla 2.6.- Designación de las entradas análogas de la urdidora.

AI	DESIGNACIÓN	ELEMENTO
AIW0	Potenciómetro de velocidad urdir	R1
AIW2	Potenciómetro de velocidad plegar	R2

- **SALIDAS ANÁLOGAS**

Tabla 2.7.- Designación de las salidas análogas de la urdidora.

AQ	DESIGNACIÓN	ELEMENTO
AQW0	Señal variable al variador de velocidad	V1

b) PLEGADO

- **ENTRADAS DIGITALES**

Contadores rápidos

Tabla 2.8.- Designación de las entradas digitales de los contadores rápidos del plegado.

DI	DESIGNACIÓN	ELEMENTO
CONTADOR RÁPIDO HSC1(METRAJE REAL EN EL PLEGADO)		
I0.0	Reloj	
I0.1	Sentido	
I0.3	Reset del conteo	

Tabla 2.9.- Designación de las entradas digitales del plegado.

DI	DESIGNACIÓN	ELEMENTO
I0.2	Encendido	S20
I0.4	Aumentar velocidad plegado	S21
I0.5	Disminuir velocidad plegado	S22
I0.6	Desplazamiento bancada derecha	S23
I0.7	Desplazamiento bancada izquierda	S24
I1.0	Desplazar urdidor derecha	S25
I1.1	Desplazar urdidor izquierda	S26
I1.2	Freno 1	S27
I1.3	Freno 2	S28
I1.4	Freno 3	S29
I1.5	Encerador	S30

- **SALIDAS DIGITALES**

Tabla 2.10.- Designación de las salidas digitales del plegado.

DQ	DESIGNACIÓN	ELEMENTO
Q0.0	Contactador principal plegado	C20
Q0.1	Contactador encerado	C21
Q0.2	Contactador aumentar	C22
Q0.3	Contactador disminuir	C23
Q0.4	Contactador desplazar bancada derecha	C24
Q0.5	Contactador desplazar izquierda	C25

b.- Costos del controlador

Los costos o precios para la adquisición del PLC más adecuado es un factor que influye mucho en su selección ya que se trata de buscar un equipo con las prestaciones requeridas pero a su vez tengan un costo moderado.

Para la selección del PLC en base a sus costos se tomo referencia a 3 equipos diferentes (2 Siemens y 1Schneider) los cuales se los comparó en sus costos y beneficios como se muestran detallados a continuación.

Los controladores y visualizadores tomados en cuenta en el proceso de selección son mostrados en la tabla 2.11, 2.12 y 2.13.

a) SIEMENS

- **S71200**

Tabla 2. 11.- Cotización del controlador S71200 SIEMENS.

Nro.	ELEMENTO	COSTO
2	CPU 1214 AC/DC/Relé alimentación 110/220 VAC, incorpora 14DI a 24 VDC 10 OD tipo relé, 2 AI para voltaje, memoria 50KB, con puerto industrial Ethernet RJ45 10/100 Mbps, capacidad de expansión hasta 1 Signal Board (SB), 8 módulos de señales (SM) y 3 módulos de comunicación	1070
1	Módulo de 8 entradas y 8 salidas tipo relé	385
1	Basic Panel KTP600 PN, monocromático, pantalla táctil y 4 flechas de función con interfaz industrial Ethernet, panel para funciones básicas en aplicaciones simples y de máquina	695
1	Módulo de salidas 2 análogas	230
1	SITOP 120/240 a 24 VDC, 5A	239
Total Parcial		2619

Fuente: Catálogo de precios SIEMENS 2011.

- **S7200**

Tabla 2. 12.- Cotización del controlador S7200 SIEMENS.

Nro.	ELEMENTO	COSTO
2	CPU 224 XPAC/DC/Relé, alimentación 110/220 VAC, incluye 14 DI a 24 VDC, 10 DO tipo relé, memoria 12KB, con 2 puertos Rs485 capacidad para 7 módulos, 2 AI y 1 AO.	1370
1	Módulo de salidas de 8 DO tipo relé	145
2	Módulo para conectar el S7200 a una red Ethernet	1430
1	TP177 micro 6" pantalla táctil monocromática, PPI.	545
1	SITOP 120/240 a 24 VDC.	239
Total Parcial		3729

Fuente: Catálogo de precios SIEMENS 2011.

b) SCHNEIDER

Tabla 2.13.- Cotización del controlador TWIDO SCHNEIDER.

Nro.	ELEMENTO	COSTO
2	PLC TWIDO alimentación 110-240VAC 14 entradas digitales, 10 salidas tipo relé con capacidad a 4 módulos de expansión	689,92
2	Módulo de comunicación Ethernet	530,38
1	Fuente de 24VDC a 5 A	274,26
1	Módulo de 16 entradas digitales y 8 salidas tipo relé	242,08
1	Módulo de 4 entradas análogas y 2 salidas análogas 0-10V o 4-20mA	363,83
1	Pantalla magelis monocromática 5.7"	600
Total Parcial		2700,47

Fuente: Catálogo de precios SCHNEIDER 2011.

Los controladores son de marca SIEMENS, uno de los mejores del mercado por su confiabilidad, funciones que presenta y robustez.

Finalmente el CPU seleccionado una vez hecho el análisis de sus prestaciones y comparación entre los 3 quipos es el 1214 de la categoría de los S71200 de Siemens, que viene a ser un PLC actualizado y moderno, nuevo el mercado ecuatoriano, con menos de un año de lanzamiento, pocas empresas poseen dicho PLC a pesar de ser nuevo sus costos de adquisición en comparación con los otros es de menor precio alrededor de unos \$ 2.700 pero con muchas prestaciones y beneficios.

Las funciones que posee el PLC S71200 abarcan y son suficientes para las funciones de la máquina urdidora a automatizar, además de poseer un protocolo ETHERNET ya integrado en el mismo CPU, que será necesario para la implementación del protocolo de comunicación que se utilizará para el registro de datos de la máquina, uno de los objetivos perseguidos en el proyecto. Los demás elementos vienen a ser parte del CPU que serán necesarios para su implementación.

2.4.2.- SELECCIÓN DE HMI (INTERFASE HOMBRE-MÁQUINA)

Para la selección del visualizador HMI se determinó el ambiente de trabajo, la facilidad de manejo del equipo, el medio de comunicación con el PLC y su costo. Tomando en cuenta estos aspectos se selecciono el visualizador KTP600 de Siemens KTP600 monocromática, es decir, gráficos de visualización en escalas grises, la pantalla táctil seleccionada para el desarrollo del presente proyecta presenta las siguientes características:

- Tiene incluido comunicación Ethernet.
- Bajo costo en comparación de otros dispositivos táctiles.

- Rápida adquisición de datos (10ms por ciclo)
- Posee 5 botones de membrana que facilita su uso y operación.
- Al ser pantalla táctil, se puede diseñar un entorno el cual exista visualizadores y controladores, eliminando botones físicos y disminuyendo la complejidad del sistema.
- Tiene un grado de IP 65 robusta a golpes y al medio que se desempeña el trabajo.
- Pequeño, de fácil instalación y puede ser configurado para visualización tanto vertical como horizontal (portafolio).
- Fue diseñado específicamente para los S71200 y el software de dicha pantalla viene incluido en el del programador del PLC.

Cabe recalcar que, si después es requerido implementar más funciones en la máquina, solo se requerirá reprogramar el software de control y de visualización, con facilitando así una nueva implementación evitando incrementar botones u otros elementos de control.

2.5.- ARQUITECTURA DE CONTROL

2.5.1.- CARACTERÍSTICAS DEL PLC.

El controlador S71200

El controlador SIMATIC S7-1200 es un dispositivo electrónico industrial modular, compacto y de aplicación versátil: una inversión segura, idónea para una completa gama de aplicaciones. Un diseño escalable y flexible, una interfaz de comunicación a la altura de las máximas exigencias de la industria, y toda una gama de elementos tecnológicos potentes e integrados hacen de este controlador un componente clave en soluciones completas de automatización (ver figura 2.4).



Figura 2. 4.- PLC S71200 con sus respectivos módulos de expansión.

Fuente: Catálogo de productos, S71200

Las características que presenta este nuevo controlador son:

- Diseño escalable y flexible mejora el espacio en lugares de instalación.
- Comunicación Industrial con interfaz profinet incluida hace posible la comunicación del PLC hasta con 16 conexiones Ethernet con los protocolos TCP/IP nativo, ISO-TCP y comunicaciones S7.
- Mayor memoria de hasta 50 KB con capacidad de integrarse memoria de 2MB externa y 2KB de memoria remanente, mejorando la capacidad de su antecesor S7200.
- Mayor módulos de expansión, hasta 8 módulos con el CPU S71214c, tres módulos de comunicación y dos módulos SB (signalboard).
- Funciones tecnológicas integradas mejora su aplicación con mayor número de funciones como son hasta 5 contadores rápidos, 16 comandos PID, dos salidas de alta frecuencia de reacción para aplicaciones PWM y FTO, etc.
- Software de fácil manejo y siguiendo la ideología de programación del S7300 y S7400.

2.5.2.- PANTALLA TÁCTIL KTP600

De fácil manejo y comunicación, la pantalla táctil KT600 es una excelente elección en procesos de automatización (ver figura 2.5).



*Figura 2. 5.- Pantalla táctil KTP600.
Fuente: Catálogo de productos, S71200*

Las características de la pantalla táctil KTP600 se muestran a continuación:

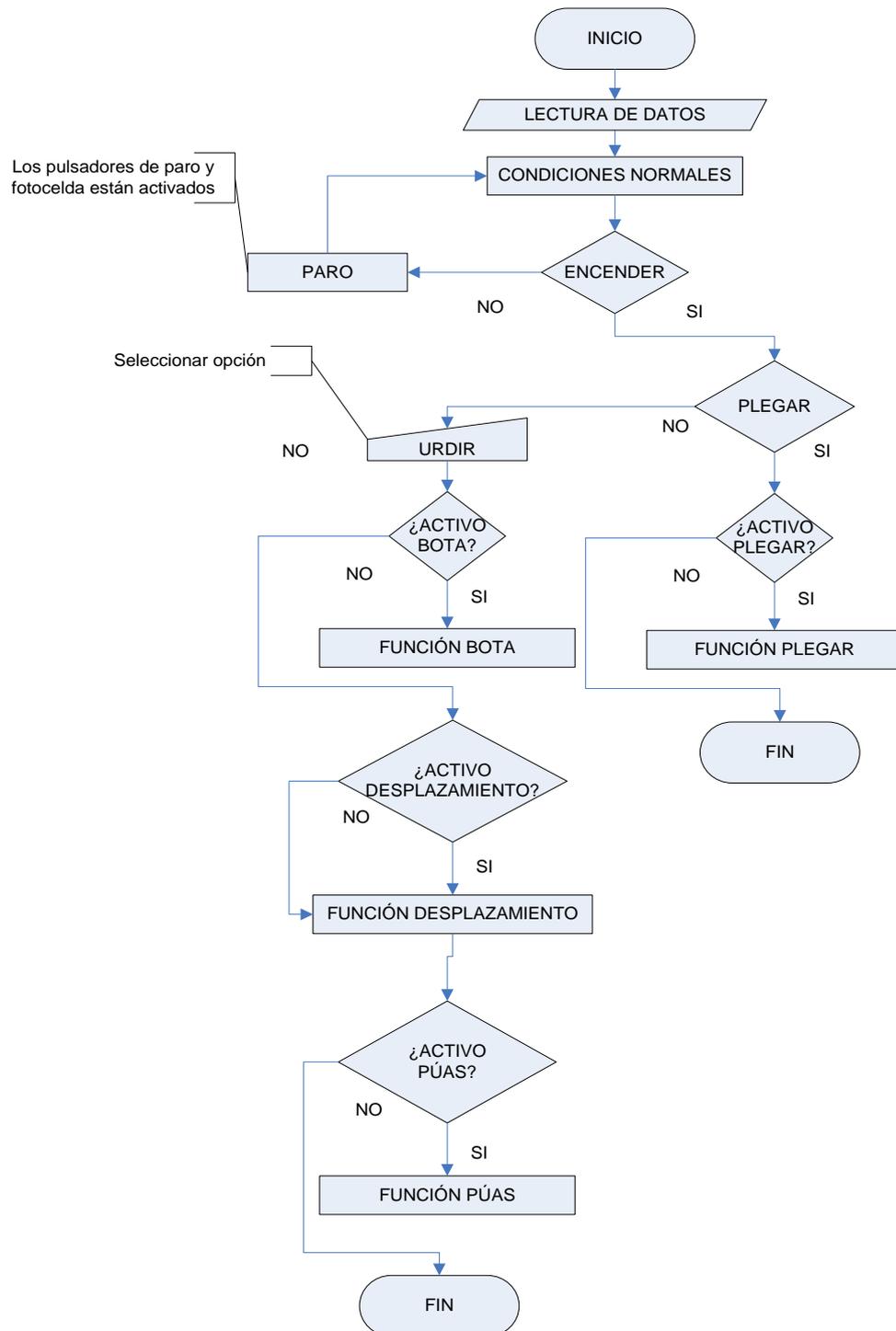
- Pantalla totalmente táctil que incluye 5 botones de membrana para su fácil operación.
- Interface profinet incluida.
- Diseño robusto y que ahorra espacio, con un grado de protección IP65 son ideales en ambientes industriales pudiendo instalarse de manera vertical u horizontal.
- Funciones ideales como manejo de recetas, diagramas de curva y gráficos vectoriales.
- Software de comunicación STEP 7 BASIC. V10.5 incluyéndose también para la programación del PLC S71200.

2.5.3.- ALGORITMO DE PROGRAMACIÓN

Los algoritmos de programación se establecieron según las funciones de la máquina, el proceso y el orden subsecuente en el cual se realizan.

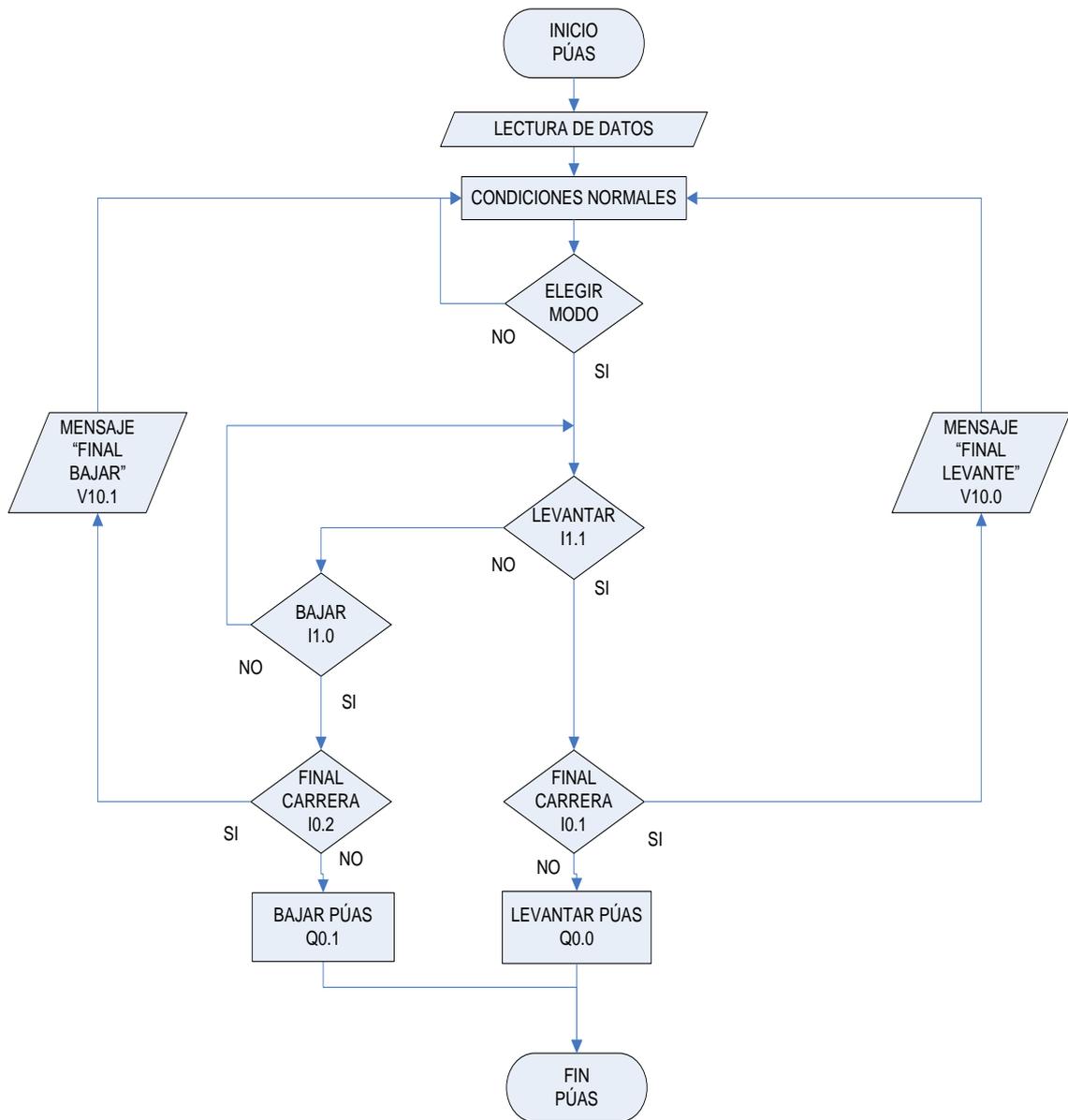
En las figuras 2.6, 2.7, 2.8 y 2.9 se presentan los flujogramas de control que serán implementados en el PLC para su respectiva programación.

- FLUJOGRAMA PRINCIPAL



*Figura 2. 6.- Flujograma principal
Elaborado: Jhonatan Camacho y Edison Guachi.*

- FLUJOGRAMA PÚAS



*Figura 2. 7.- Flujograma púas
Elaborado: Jhonatan Camacho y Edison Guachi.*

- FLUJOGRAMA DESPLAZAMIENTO

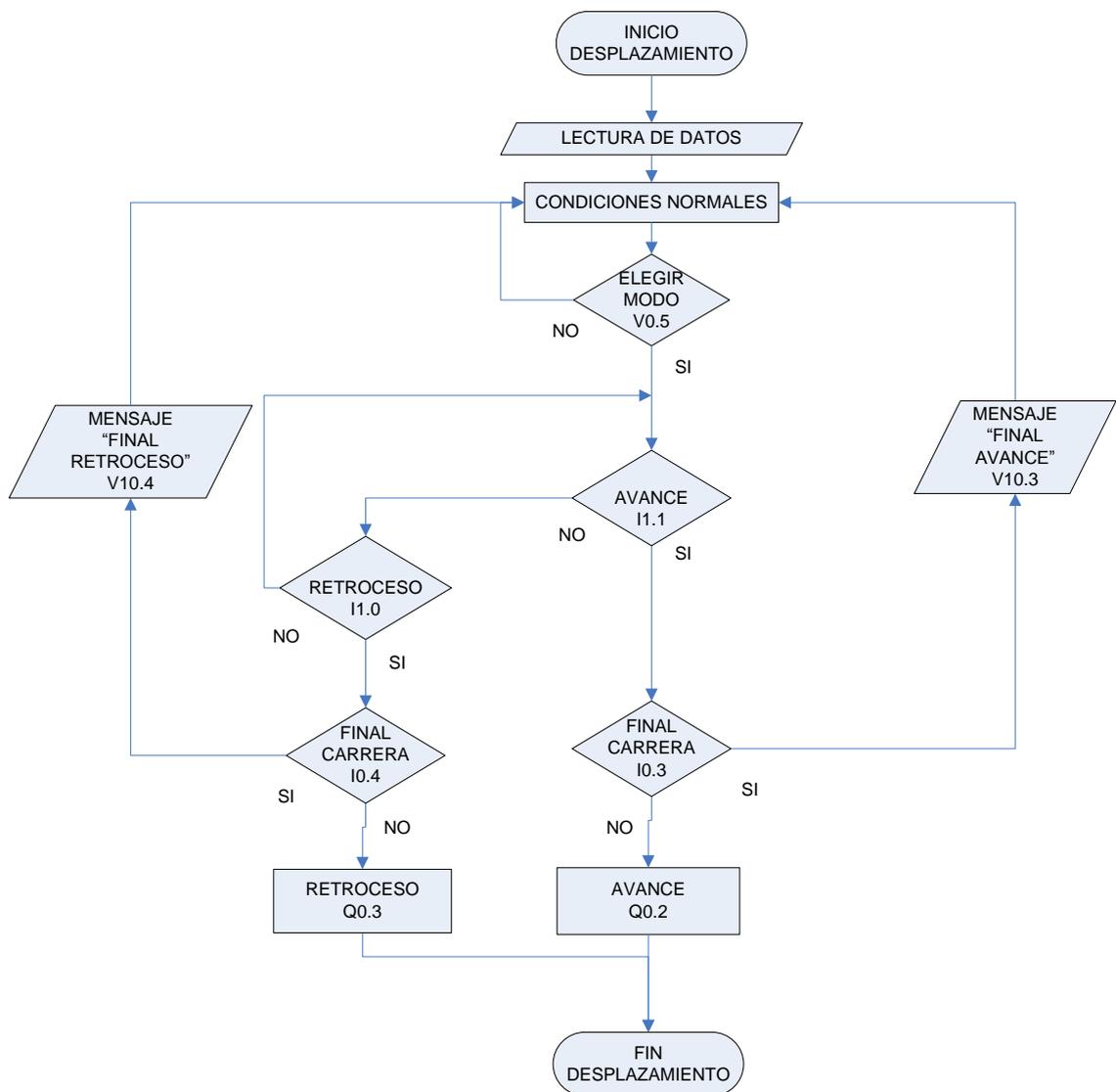


Figura 2. 8.- Flujograma desplazamiento
 Elaborado: Jhonatan Camacho y Edison Guachi.

- FLUJOGRAMA BOTA

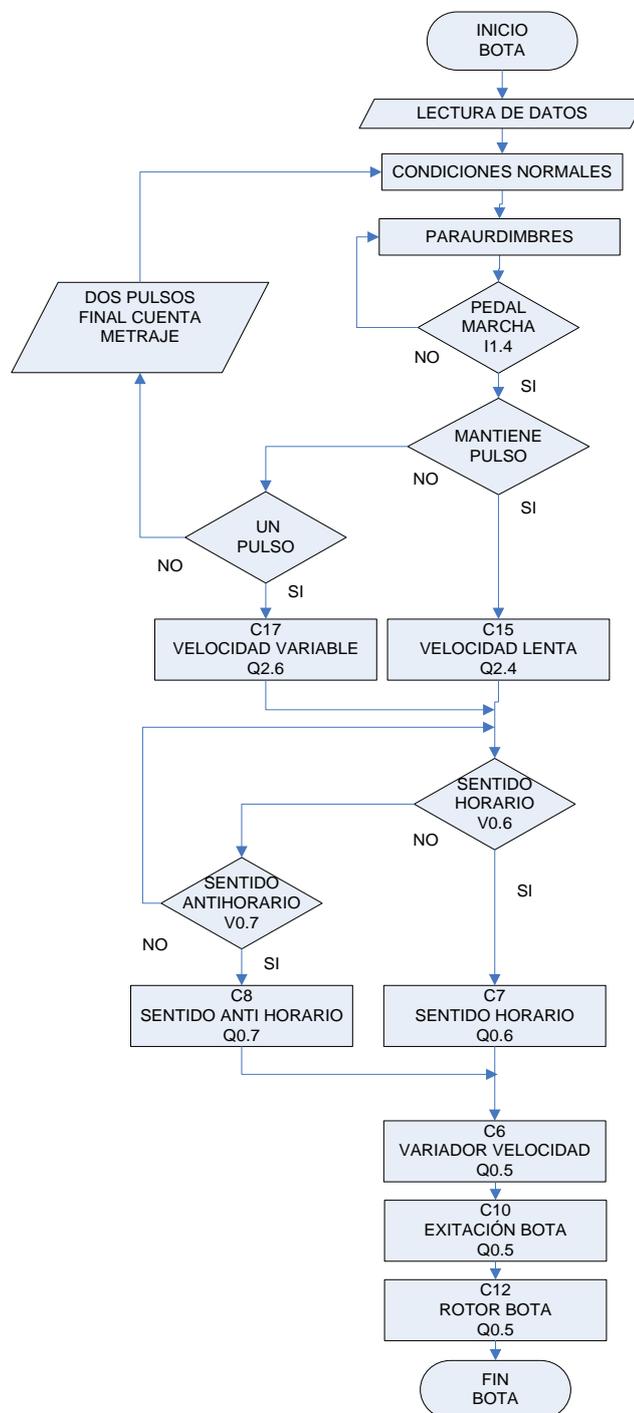


Figura 2. 9.- Flujograma bota
Elaborado: Jhonatan Camacho y Edison Guachi.

2.6.- PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA

2.6.1.- SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN

Para programar tanto el S71200 y la pantalla táctil KTP600 fue necesario utilizar el software de programación STEP 7 BASIC V10.5 en el cual existen variaciones a sus antecesores programadores.

- Soporta KOP y FUP, pero no AWL.
- Incluye WinCC Basic para configurar paneles de operador HMI Basic.
- No requiere stick de licencia USB separado. El software se activa automáticamente al instalarlo.
- La primera versión no ofrece ninguna función de exportación/importación de proyectos S7-1200.
- Para desplazar archivos de proyecto de un PC a otro, utilice el Windows Explorer y PKZIP para copiar el árbol de directorios con los archivos de proyecto.

a.- Configuración hardware S7-1200

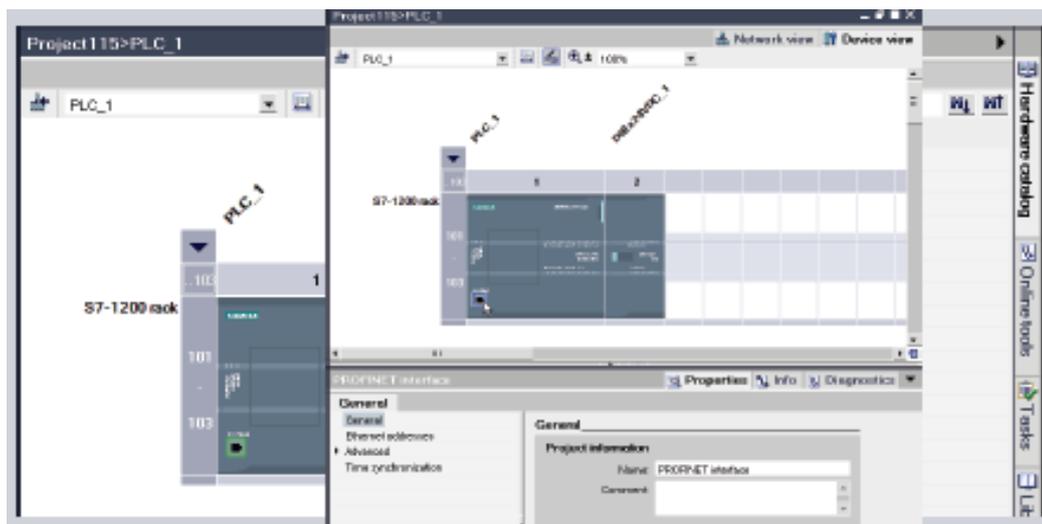
STEP 7 Basic utiliza una configuración gráfica que permite crear una imagen del hardware actual.

Los módulos hardware se seleccionan de un catálogo de hardware y se arrastran a un rack.

Una vez configurada la imagen del sistema hardware, haga clic en un elemento de la imagen del sistema para configurar la página de “Propiedades” del elemento de hardware seleccionado.

Se selecciona el conector PROFINET de la CPU en la imagen de la CPU para ajustar las propiedades de la dirección IP.

Con el comando “Cargar” se transfiere una nueva configuración hardware a la CPU de destino como se muestra en la figura 2.10.



*Figura 2. 10.- Gráfica de la configuración del Hardware en el programa.
Fuente: Software Step Basic V10.5*

b.- Configuración del programa

Al iniciar el programa, se despliega una ventana la cual nos permite elegir opciones como: “Configurar dispositivos”, “crear un programa PLC” o “configurar una imagen HMI” como se puede apreciar en la figura 2.11.

La configuración de dispositivos nos permite establecer parámetros como: conexiones, tipos de operaciones (PID, PWM, FTO, HC), etc.

Para crear un nuevo sistema de programación se elige “crear un programa PLC”. En esta opción, se muestra todos los PLC’s que han sido configurados y sus

respectivos bloques de datos. Al seleccionar un nuevo PLC, será necesaria la respectiva configuración del hardware.

Para crear una interface hombre-máquina, se utiliza la opción “configurar una imagen HMI” la cual, se puede crear ventanas, botones, imágenes, etc., y todo lo necesario para realizar una interface según las exigencias que requiera el programador.

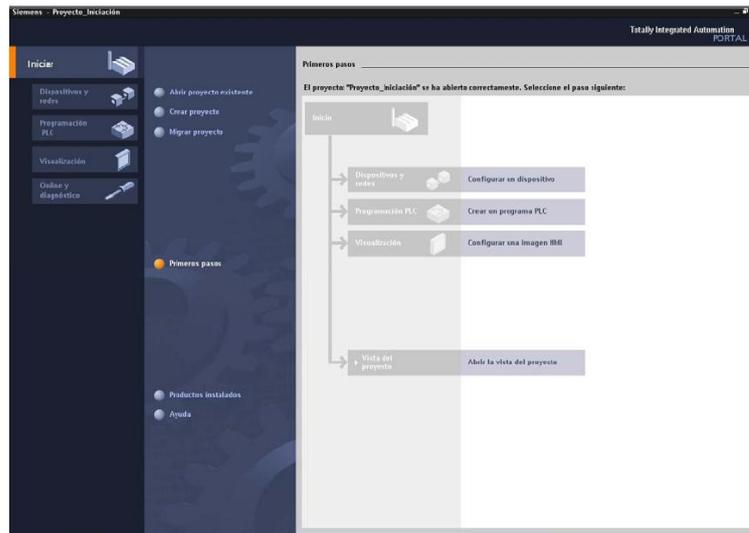


Figura 2. 11.- Gráfica del menú de configuración de l sistema del STEP7 BASIC 10.5.

Fuente: Software Step Basic V10.5

c.- Pantalla de programación

La pantalla de programación del STEP7 Basic v10.5 posee herramientas como: barra de instrucciones, ventana de instrucciones avanzadas, barra de navegación, ventana de programación, etc. (ver figura 2.12).

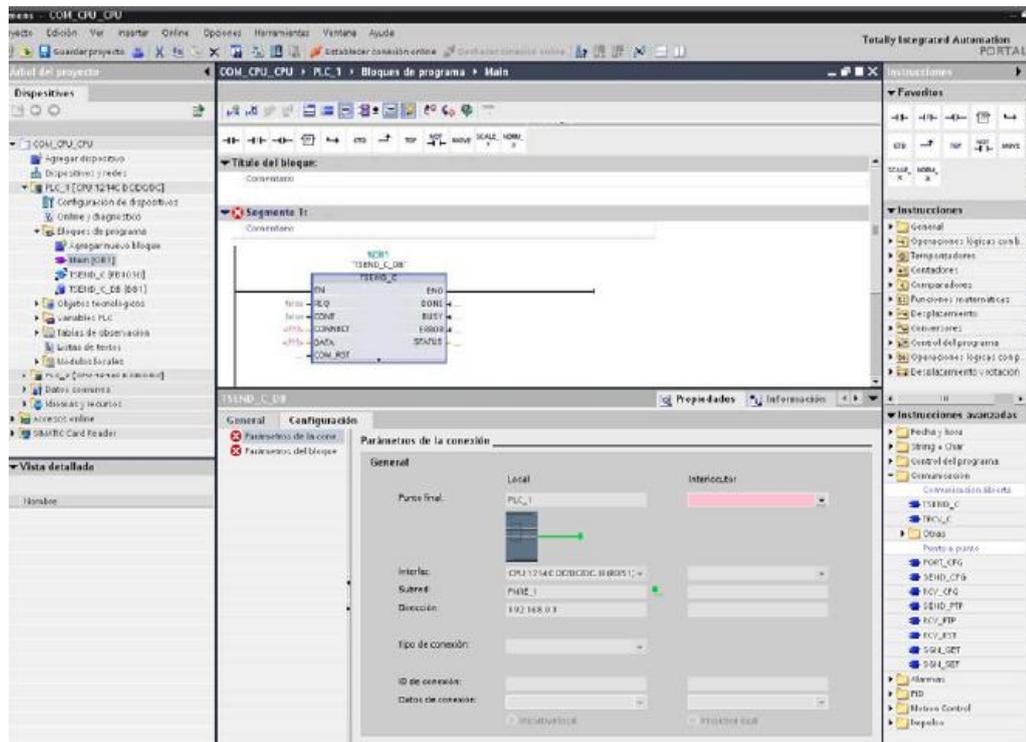


Figura 2. 12.- Gráfica de la pantalla de programación del STEP7 BASIC 10.5.
Fuente: Software Step Basic V10.5

Las instrucciones de programación son similares a los antecesores programadores S7. Sin embargo posee mejoras tales como: temporizadores en escala de milésimas de segundo, tipo de datos USInt, UInt y UDint cuyos valores enteros pueden llegar hasta los 4294967295, valores que resultan necesarios para no desbordar ni requerir la utilización de direccionamientos indirectos, y otras herramientas.

c.- Bloques de programa

A diferencia del S7200, este controlador utiliza un principio de distribución de programa similar al S7300 y S7400. Es decir, utiliza bloques de programa, eliminando las subrutinas. Las diferencias son mostradas en la figura 2.13.

Los bloques de programa son elementos de organización el cual maneja un programa del controlador.

En el S71200 existen diferentes bloques de programa como son:

- Bloques de organización
- Función
- Bloque de función
- Bloque de datos

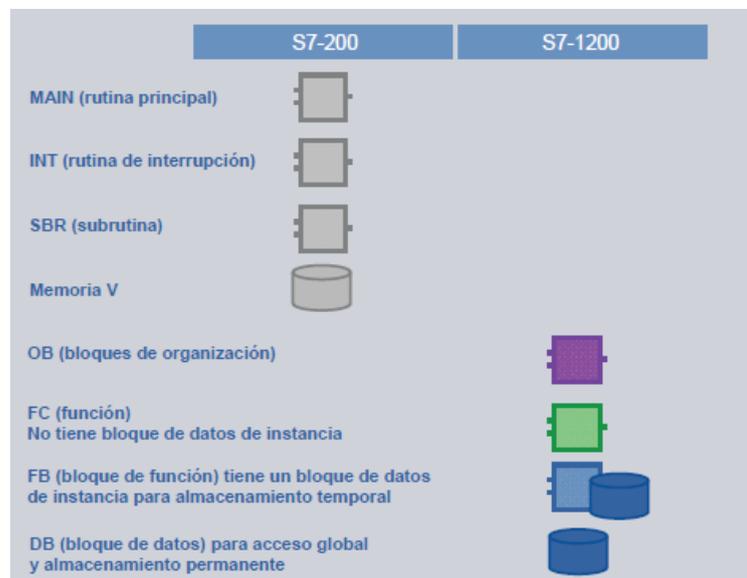


Figura 2. 13.- Gráfica de las diferencias entre subrutinas y bloque de datos.
Fuente: Manual- diferencias entre PLC S71200 y S7200.

2.6.2.- PROGRAMACIÓN DEL PLC

En la programación del PLC se estimó las funciones de la máquina las cuales son: desplazamiento, bota y púas, las cuales se ubicaron cada una de ellas en un bloque de programa.

Además, el programa se basa en condiciones de funcionamiento para la activación de cada proceso de la máquina. Estas condiciones son primordiales y de gran

ayuda para la simulación de la pantalla táctil. Además se filtrar cualquier tipo de falla de programación y por ende, el correcto funcionamiento del mismo.

Las condiciones de funcionamiento que se establecieron para la programación fueron:

- Condición paro.
- Condición alarma
- Condición normal
- Condición manual
- Condición automático
- Condición faja
- Condición púas
- Condición desplazamiento
- Condición para urdimbres

En la figura 2.14 se puede observar una de las condiciones establecidas en la programación.

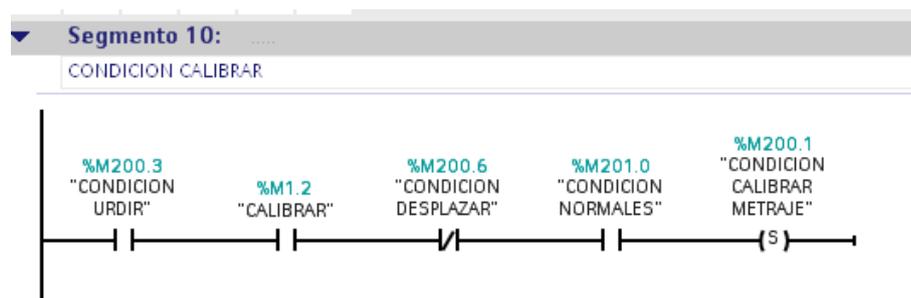


Figura 2. 14.- Programación del PLC, condición calibrar metraje.
Elaborado: Jhonatan Camacho y Edison Guachi.

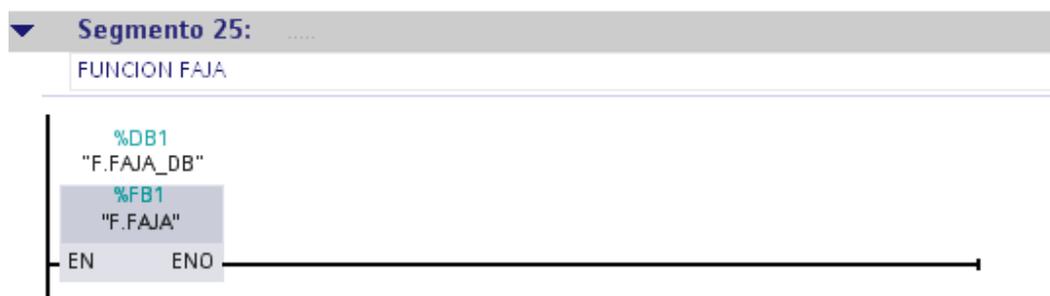
Dependiendo de la condición que se esté cumpliendo en el programa, el programador accionará o bloqueará las salidas y así, se producirá el funcionamiento de la máquina.

a.- Funcionamiento de la Faja.

El ciclo inicia con la confirmación de activación de la memoria M 2.5 para la función de urdido.

Ya en el ciclo del urdido, el controlador verifica que las entradas I3.2, que fue configurado como paro, estén con una señal de 1. Si es así, se confirmará que se encuentre la máquina en condiciones normales.

La entrada I0.2 se utiliza para elegir el modo MANUAL o AUTOMÁTICO. De estar en el primer modo mencionado, el contador C1 que se muestra en la figura 2.15, no podrá incrementar su valor a 1, y por las condiciones de comparación, no se mantiene activada la función FAJA.



*Figura 2. 15.- Programación del PLC, función faja.
Elaborado: Jhonatan Camacho y Edison Guachi.*

Al momento de recibir una señal de 1 lógico la entrada I1.5 del pedal de marcha faja, el controlador entiende las condiciones de restricciones y envía una señal de 1 a las salidas Q0.6 o Q0.7 a Q1.1 enviando 220 VDC para la excitación del motor de la faja, Q3.5 para la alimentación del variador de velocidad y Q3.7 para la alimentación del motor, con la regulación del voltaje proporcionando por el mencionado variador.

En la figura 2.16 se puede apreciar parte de la programación de la función faja.

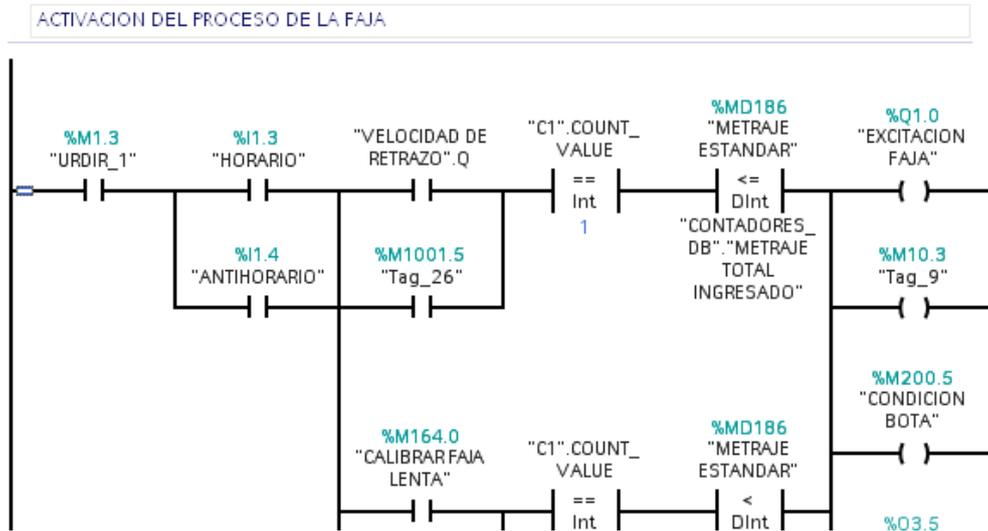


Figura 2. 16.- Programación del PLC, parte de la función faja.
Elaborado: Jhonatan Camacho y Edison Guachi.

Además, envía una señal a la salida Q3.2 como se muestra en la figura 2.17, para enviar 24 VDC al embrague de desplazamiento y por medio del sistema de transmisión mecánico se desplazará la faja automáticamente.

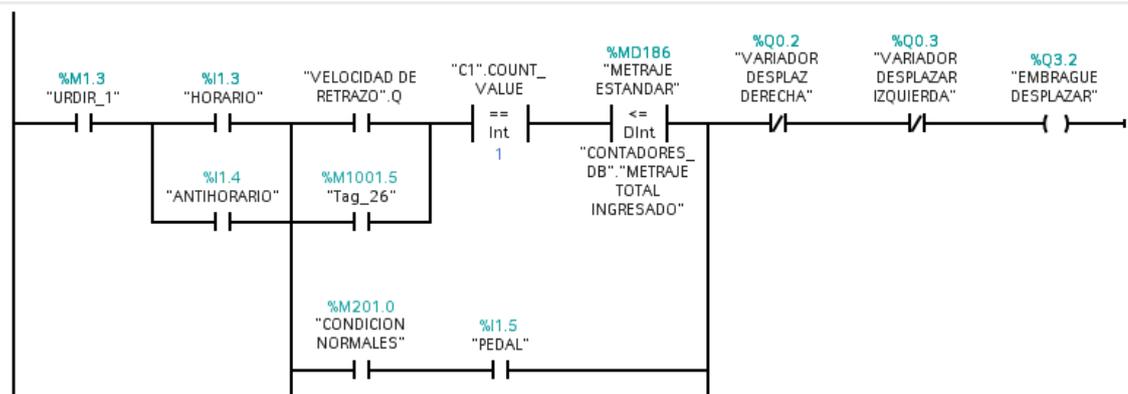
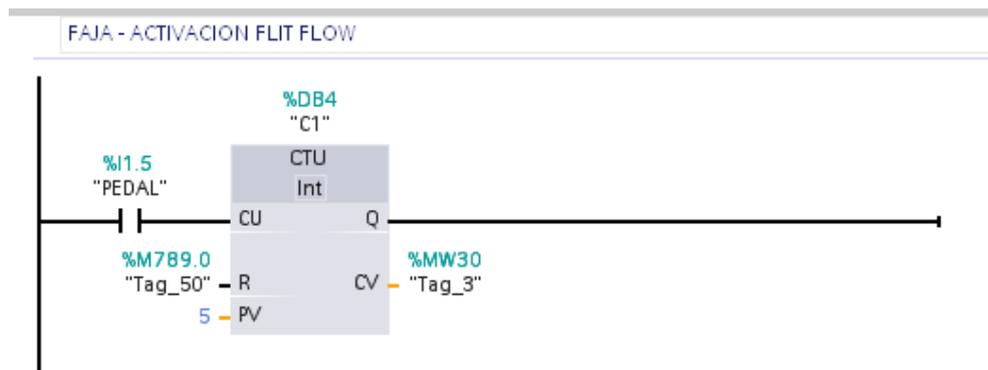


Figura 2. 17.- Programación del PLC, parte de la función faja.
Elaborado: Jhonatan Camacho y Edison Guachi.

Al soltar el pedal de marcha toda la operación se detiene. Esto solo en modo MANUAL.

En modo AUTOMÁTICO, se permite el funcionamiento del contador C1 que se puede observar en la figura 2.18, el cual, al recibir la señal de la entrada I1.5, produce el conteo de 1 e inicia la faja en modo automático, conservando el funcionamiento de la faja sin necesidad de mantener pulsado el pedal.



*Figura 2. 18.- Programación del PLC, funcionamiento del contador.
Elaborado: Jhonatan Camacho y Edison Guachi.*

En modo automático la faja solo se detendrá al recibir un segundo pulso de la entrada I1.5. El contador recibe un nuevo conteo de 2, esto iguala a un comparador el cual activa una memoria M5.1 de reset contador 1 y el contador se mantiene en 0 deteniendo todo el proceso.

Además de esto, la idea de mantener la faja en modo automático es que alcanzado un valor establecido de metraje por el operario, la faja se detenga. Para esto, se colocó tres contadores rápidos HSC, uno para la el conteo de la faja, otro para el metraje y otro para la calibración.

La función que cumplen los HSC es contar por medio de una señal de ingreso a las entradas I1.0 o I1.1 proporcionada por un encoder. Pero al ser una señal de frecuencia elevada, es necesaria la utilización de los dichos contadores rápidos.

En el CPU S71205c se puede configurar 6 contadores rápidos, para éste caso solo se requirió de tres. Su disposición se muestra en la figura 2.19.

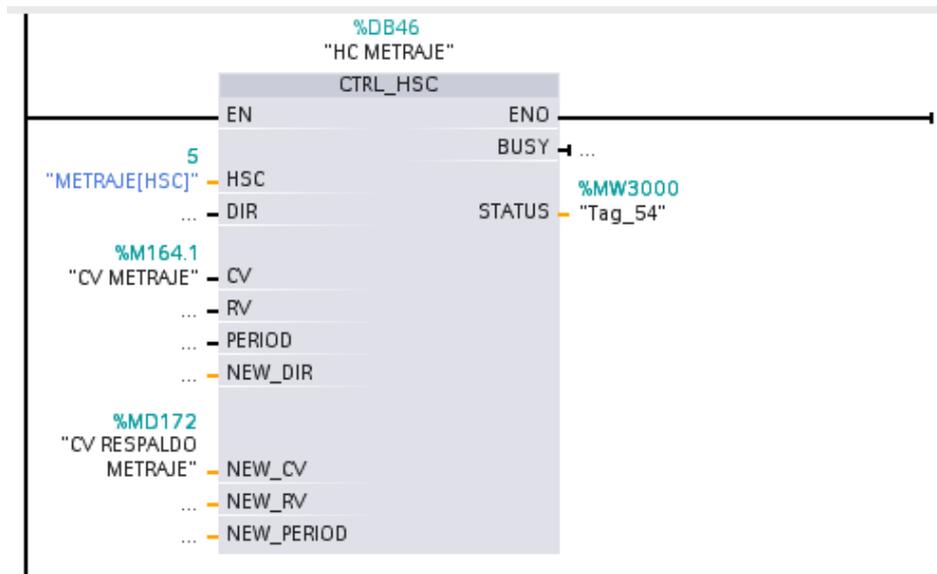


Figura 2. 19.- Programación del PLC, funcionamiento de los contadores rápidos.
Elaborado: Jhonatan Camacho y Edison Guachi.

Los valores de conteo son guardados en las entradas I1000, I1004, I1008, y así respectivamente.

Con los valores de los contadores y los establecidos por el operario por medio de HMI en las memorias MD120, MD124, se realiza una comparación. Al cumplirse la comparación (ver figura 2.20), ésta detiene el funcionamiento de la faja.

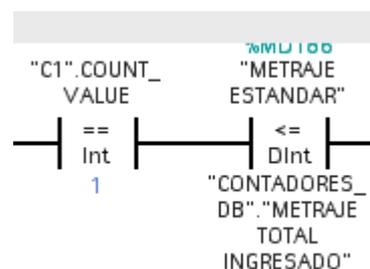


Figura 2. 20.- Programación del PLC, funcionamiento de los comparadores.
Elaborado: Jhonatan Camacho y Edison Guachi.

El establecimiento de la velocidad lo realiza la salida Q3.1, la cual por medio de un relé, controla la señal de los potenciómetros de velocidad lenta y velocidad variable. Al mantener el pulso del pedal I1.5 la salida Q3.1 no se activa, enviando

un voltaje de control al variador del potenciómetro de velocidad lenta. Pero al soltar el pedal, el contador C1 proporciona la condición faja automática, y se envía la señal de 1 en la salida Q3.1, cambiando el control del variador al potenciómetro de velocidad variable, esto solo en automático, caso contrario, la faja se detiene.

En la figura 2.21 se puede observar parte de la programación explicada.

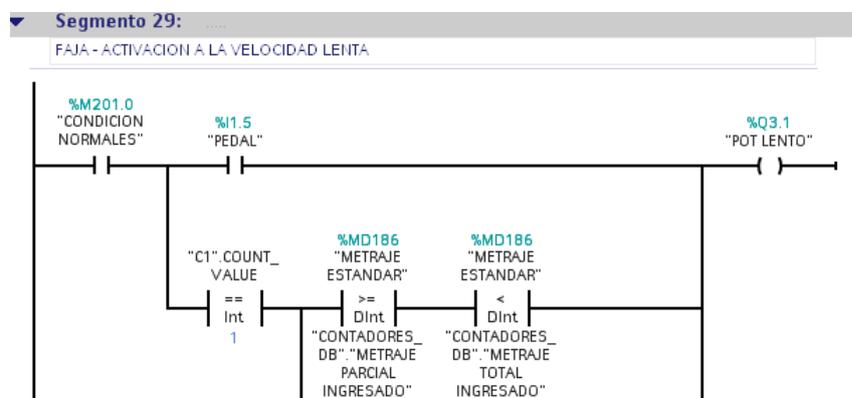


Figura 2. 21.- Programación del PLC, funcionamiento del activador de velocidad lenta-rápida.

Elaborado: Jhonatan Camacho y Edison Guachi.

b.- Funcionamiento del desplazamiento.

Para el funcionamiento del desplazamiento de la faja, se debe activar el botón virtual que se encuentra en la pantalla táctil direccionado con la memoria M0.2. Con esta señal y en condiciones normales se procede al desplazamiento de la faja.

Para la activación, se utilizará dos botones fijos en el tablero de control, desplazamiento derecha e izquierda. Estos botones configurados en las entradas del programador I2.1 e I3.4, permiten la activación del desplazamiento por medio del control de la salida Q0.0 para enviar alimentación de 380 VAC al variador de frecuencia del motor de desplazamiento. La salida Q0.2 determina la dirección

derecha, Q0.3 determina el desplazamiento izquierda y Q0. 2 determina la velocidad lenta de desplazamiento.

En la figura 2.22, se muestra parte de la programación del control de desplazamiento.

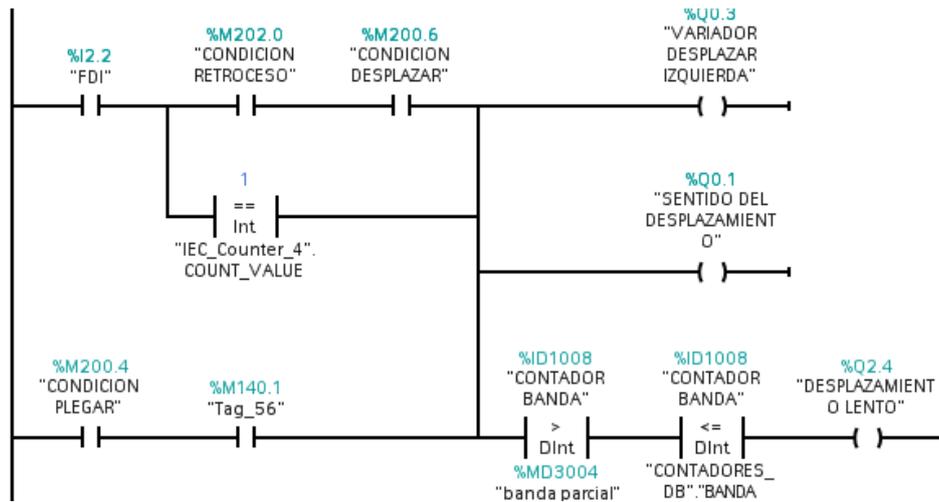


Figura 2. 22.- Programación del PLC, parte del funcionamiento del desplazamiento.

Elaborado: Jhonatan Camacho y Edison Guachi.

c.- Funcionamiento de las púas.

Activando el botón virtual del HMI perteneciente a la memoria M0.4, se accede a la condición de las púas. Las púas se activan con las perrillas de arriba y abajo.

d.- Funcionamiento del bloqueo.

Para mayor seguridad en el control de la máquina, se programó una opción, la cual accede a la activación de un bloqueo del HMI.

La programación del bloqueo establece condiciones entre la pantalla táctil y el PLC, y con esta opción se evita la manipulación de cualquier elemento de control del mencionado HMI.

En la figura 2.23 se puede apreciar parte de la programación de la función bloqueo.

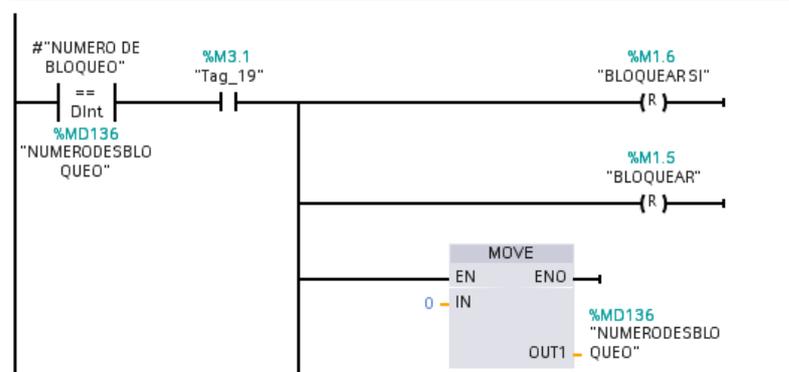


Figura 2. 23.- Programación del PLC, parte del programa del bloqueo.
Elaborado: Jhonatan Camacho y Edison Guachi.

e.- Funcionamiento del plegador

El plegador viene a ser el otro componente de la máquina y es controlado por un segundo controlador, su programación fue configurada de la siguiente manera:

Por medio de la entrada digital I0.4, se accede al accionamiento del plegador. El controlador entiende a dicha entrada como un activador similar al pedal del urdido. Pulsado dicho botón se envía una señal de activación a una memoria de dato bit M140.0 que se muestra en la figura 2.24, el cual es enviado por medio de la comunicación al PLC del urdido.

Este PLC, recibe la orden del bit de control y pone en funcionamiento por medio de la salida Q3.7 al contactor del plegador alimentando al variador de frecuencia y por medio de éste, al motor del plegador.

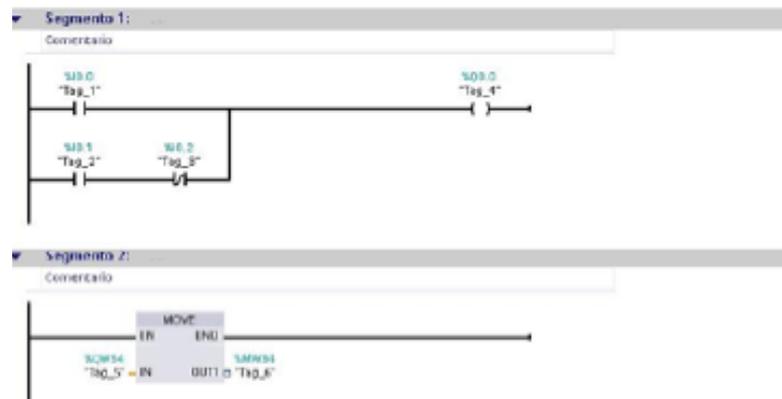


Figura 2. 24.- Programación del PLC, parte del programa del plegado.
Elaborado: Jhonatan Camacho y Edison Guachi.

Los frenos, que son regulados en el plegador, son dependientes de las entradas I0.7, I1.0, I1, las cuales se activan por medio de la palanca de freno. Su función a diferencia del urdido, elegir cuantas zapatas estarán activadas al momento de plegar. Si esta en 0, ninguna funciona, con I0.7 se activa una zapata, con I0.7 y I1.0 se activan dos, y con I0.7, I1.0 y I1.1 se activan tres.

En la programación se controla estos valores por medio de las memorias M141.0, M141.1 y M141.2 las cuales, son enviadas por medio de la comunicación entre PLC's a la urdidora, la cual realiza la tarea prevista por medio de las salidas Q2.0, Q2.1 y Q2.2.

La función del desplazamiento de la faja también se aplica en el plegado, con el objetivo de desplazar y calibrar la posición de la bota antes del plegado. Para ello, se cumplen las condiciones de desplazamiento utilizando las memorias M142.0 y M142.1, que al igual que los frenos, se realiza una similar comunicación y funcionamiento.

El paro de emergencia esencial en el plegado, se opera por medio de la entrada I0.5 para el pulsador PARO, I0.6 para el sensor inductivo de barrera y I0.2 para la fotocélula de paro. Las señales procesadas en el programa, son enviadas por medio de la comunicación Ethernet, en la memoria de bit M143.0. Como en todas

las funciones el PLC, del urdido se encargará detener la máquina al activar un paro.

2.6.3.- COMUNICACIÓN ENTRE PLC'S

La comunicación entre PLC's se realiza en aspecto físico por medio de la interface ETHERNET que poseen dichos PLC y en aspecto de programación, con los comandos T-SENT Y T-RECV.

La función T-SENT Y T.RECV permite enviar datos de bit, byte, Word, etc, dependiendo su configuración, entre programadores S7. Su función, comunicar por medio de dichos datos entre PLC's, para el actual programa se utilizó estos comandos para controlar algunos procesos desde el PLC2 (PLC plegadora) al PLC1 (PLC urdidora).

Por ejemplo para el desplazamiento de la faja, solo es capaz de realizarlo el PLC1 debido a que dicho PLC tiene control de los accionadores, en este ejemplo del motor de desplazamiento, el cual se encuentra en la parte del urdido de la máquina. Con la comunicación, el PLC1 entenderá las necesidades de las funciones del plegado por medio del PLC2., y realizará las operaciones debidas para el funcionamiento.

Para establecer la comunicación entre estos dispositivos se realizó lo siguiente:

- **Configuración de direcciones IP**

Es necesario configurar la dirección IP de cada dispositivo para su comunicación. Para ello, en el programa del PLC, en el "interfaz de PROFINET" como se muestra en la figura 2.25, permite configurar ambos dispositivo de red por medio de una dirección IP.

Como por ejemplo:

Dirección IP: 192.168.0.1

Mascara de Subred: 255.255.255.0

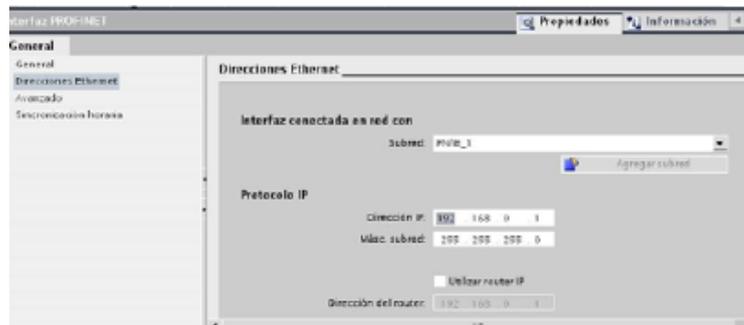


Figura 2. 25.- Configuración de la dirección IP de un controlador en el software.
Fuente: Software Step Basic V10.5

Esto se realiza para los dos controladores, por supuesto, difiriendo la dirección IP, ya que dos o más dispositivos no pueden tener la misma dirección.

- **Conexión de los dispositivos a una Subred**

En “Dispositivos y Redes” dentro del árbol del proyecto deben ser conectados los dos CPUs, para esto, se enlaza ambos dispositivos a una misma subred, en este caso fue PN/IE 1, la cual es interconectada a las CPU’s por una red de Ethernet.

En la figura 2.26, se puede apreciar cómo se puede configurar la comunicación por medio de una subred en el programa STEP Basic v10.5.

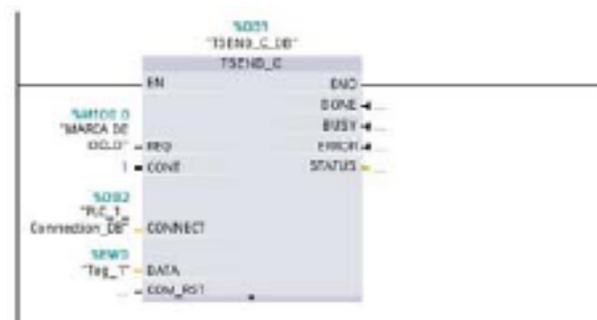


Figura 2. 26.- Configuración física que muestra el software cuando los dispositivos se encuentran interconectados.
Fuente: Software Step Basic V10.5

- **Configuración de los comandos de comunicación T-SENT y T-RECV en la programación.**

Los comandos T-SENT y T-RECV son los elementos del software que nos permiten la comunicación entre ambos dispositivos, pero es necesaria su configuración.

En la figura 2.27 se aprecia el comando T-SENT, las variables que utiliza y los bloques de datos necesarios.



*Figura 2. 27.- Comando T-SENT en el software de programación.
Elaborado: Jhonatan Camacho y Edison Guachi.*

Para establecer una comunicación correcta, se utiliza en un controlador el comando T-SENT, el cual enviará los datos al otro controlador, el cual, los recibirá por medio del comando T-RECV.

Para la configuración de estos comandos, es necesario determinar ciertos parámetros, como se puede ver en la figura 2.28. Las variables más destacadas son:

REQ: Inicia la petición, con un flanco ascendente.

CONT: El valor '0' es deshacer la conexión y el '1' es mantener la conexión.

CONNECT: Seleccionamos el **DB** que te genera que es donde irán los parámetros de la conexión.

DATA: Son los datos que queremos enviar.



*Figura 2. 28.- Configuración de los comandos para la comunicación.
Fuente: Software Step Basic V10.5*

Al final, la configuración de estos parámetros dependerá del programador y su necesidad.

En la programación de este proyecto, se utilizó el comando T-SENT en el PLC1 para enviar la confirmación de la activación del plegador. El PLC2 lo entenderá por medio del comando T-RECV, y pondrá en marcha las funciones del plegado.

En el PLC2 se utilizó otro T-SENT, para enviar las condiciones de los frenos, paro de emergencia, marcha y desplazamiento de la faja. El PLC1 interpretará estas condiciones por medio de su respectivo comando T-RECV y realizará las activaciones respectivas.

2.6.4.- PROGRAMACIÓN DEL HMI

Para la programación del HMI se utilizó el mismo software que fue utilizado para el PLC. Para ello, se programó una visualización conformada por imágenes o ventanas, en las cuales, se pueden navegar y visualizar los elementos necesarios tanto para la visualización como para el control.

a.- Elementos del HMI



Los botones virtuales al igual que un botón físico cumplen la función de activar o desactivar un proceso al momento de pulsarlo.

Son configurables en cuando a la dirección de bit de activación, tipo de accionamiento, color, tipo de fuente y tamaño.



La ventana de numeración permite la visualización y/o la introducción de valores al proceso.

Para ingresar valores numéricos por esta ventana, solo es necesario pulsar en la zona de la ventana. Al hacerlo, aparecerá un teclado numérico, en el cual se podrá manipular dichos valores, y después ingresarlos.

De igual manera que los botones, se pueden direccionar a memorias tanto Byte, Word, doble Word, etc. este valor por medio de la comunicación es adquirido por el PLC.



Son simplemente imágenes que se han añadido al entorno para facilitar la utilización al operario.

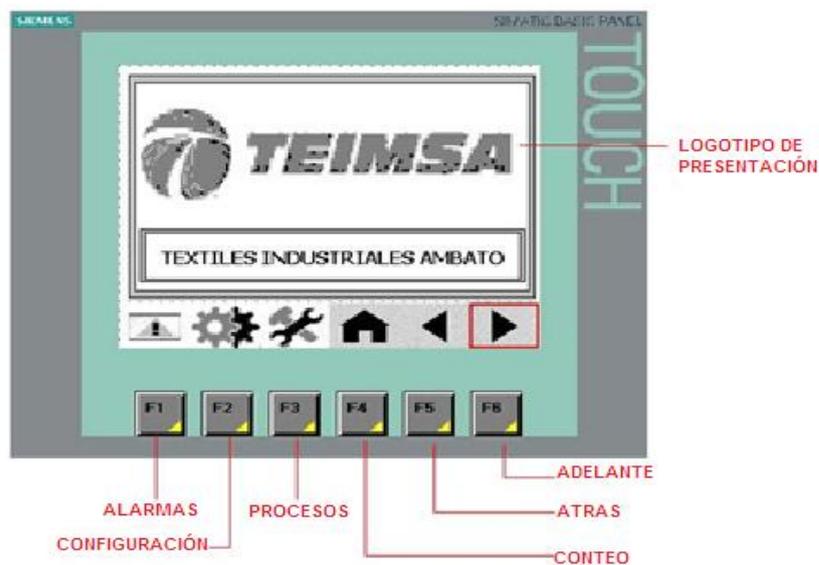
La representación animada como visibilidad, apariencia, movilidad, etc. dependerá de la programación del PLC del operario.

b.- Visualización del HMI

La programación del HMI fue configurada y diseñada por la necesidad del operario y buscando la facilidad del mismo. Al finalizar la configuración del entorno, quedó conformado de la siguiente forma:

- **VENTANA DE PRESENTACIÓN**

Se ubicó una ventana de presentación en la cual, aparece la pantalla de presentación con el logo de la empresa TEIMSA, como se puede ver en la figura 2.29.



*Figura 2. 29.- Ventana de presentación
Fuente: Software Step Basic V10.5*

Además de el logo de la empresa, en esta ventana se puede observar la clave de bloqueo de la pantalla.

- **VENTANA DE OPERACIONES**

En la ventana de OPERACIONES se pueden observar dos botones, los cuales se utilizan para elegir la opción URDIR o PLEGAR.

En la figura 2.30, aparece como fue programada la ventana de Operaciones.



*Figura 2. 30.- Apariencia de la ventana de OPERACIONES.
Fuente: Software Step Basic V10.5*

-  **VENTANA DE CONFIGURACIONES**

CONFIGURACIONES es una ventana en la cual, se indica las opciones necesarias que se deben configurar antes del urdido.

Las funciones que realiza la máquina son visualizadas en esta ventana, como se muestra en la figura 2.31, además de poseer otros elementos los cuales son claves para un correcto urdido.



*Figura 2. 31.- Ventana DE CONFIGURACIONES
Fuente: Software Step Basic V10.5*

Las opciones a configurar son:

❖ **PARAURDIMBRES**

La opción PARAURDIMBRES hace referencia a la activación de la función paraurdimbres. Para ello se utiliza dos botones como se muestra en la figura 2.32, para la habilitación de esta opción.



*Figura 2. 32.- Visualización de la opción PARAURDIMBRES
Fuente: Software Step Basic V10.5*

❖ **CALIBRACIÓN**

La opción calibración no es más que hacer referencia la operación de urdido, pero difiere en un aspecto, permite la medición del METRAJE REAL, y no del METRAJE ESTIMADO.

METRAJE ESTIMADO._ Es el metraje que aparece en los contadores y el cual, se trabaja siempre cuando se realiza un urdido. Este valor hace referencia a la longitud del hilo en metros, pero al basarse su conteo en un ancho constante de la faja, el cual viene a ser un valor incorrecto, es tomado en cuenta como un parámetro estándar, pero nunca correcto.

METRAJE REAL._ El metraje real es el que aparece en el contador de calibrar y solo aparece cuando se elige la opción calibrar. Este valor (ver figura 2.33) es obtenido por medio de un sensor que mide el hilo cuando se realiza el urdido, y es la longitud más acertada a la real.

Al elegir esta opción, se accede a **CALIBRAR** la longitud correcta del hilo cuando se realiza el urdido.



*Figura 2. 33.- Visualización de la opción CALIBRAR.
Fuente: Software Step Basic V10.5*

❖ **TIEMPO DE FRENADO**

El tiempo de frenado consiste en el tiempo el cual la faja realiza la transición de velocidad rápida a velocidad lenta para terminar un urdido trabajando en automático. Este tiempo de frenado viene a ser indispensable debido a que la faja, al cambiar la velocidad de giro de rápida a lenta la misma inercia le imposibilita reducir la velocidad y por ende, sobrepasa el valor del metraje establecido. Un tiempo de frenado adecuado como aparece en la figura 2.34, hace que la faja frene lo suficiente para disminuir su velocidad.



*Figura 2. 34.- Visualización de la opción TIEMPO DE FRENADO.
Fuente: Software Step Basic V10.5*

-  **VENTANA DE PROCESOS**

En la ventana de procesos se elige las funciones que se puede realizar.

Estas son:

- ❖ **PÚAS**

El proceso PÚAS se utiliza para levantar y bajar un elemento del mismo nombre, con ayuda de dos perillas, al activar este proceso permanece remanente siempre este proceso y activo para la manipulación.

- ❖ **DESPLAZAMIENTO**

El proceso DESPLAZAMIENTO es utilizado para realizar un avance y retroceso horizontal de la faja, necesario para los operarios tanto para la correcta colocación de la nueva faja o para cualquier otra operación.

En la figura 2.35, se puede visualizar todos los elementos que posee la ventada de PROCESOS, los cuales, son detalladamente explicados.

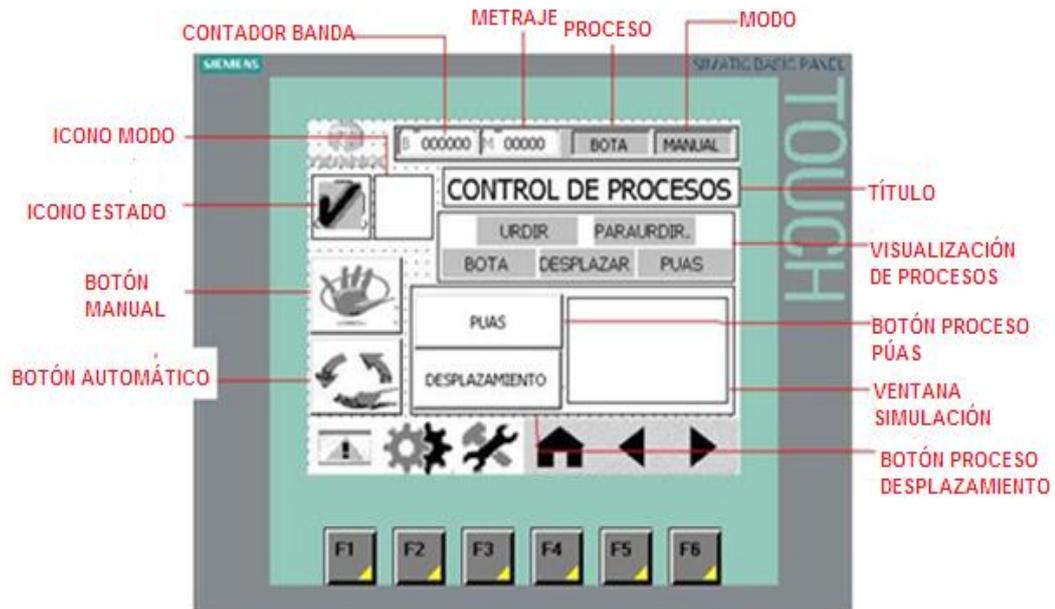


Figura 2. 35.- Visualización de la ventana de CONTROL DE PROCESOS.
Fuente: Software Step Basic V10.5

Además de los procesos de desplazamiento y púas, se puede seleccionar dos mandos de operación; manual, automático, los cuales son de fácil elección y según la necesidad y decisión del operario en utilizarlos.

❖ MANDO MANUAL

El mando manual es utilizado para realizar los procesos de desplazamiento y púas dependientes de la activación del operario. Es decir, mientras permanezca pulsado el botón avance/ retroceso para desplazamiento o las perrillas subir/ bajar para las púas.

❖ MANDO AUTOMÁTICO

Difiere en el mando manual ya que, al pulsar el botón avance/ retroceso para desplazamiento o las perillas subir/ bajar para las púas la función se realiza sola sin necesidad de tener pulsado el botón. Deteniéndose solamente cuando el operario nuevamente vuelve a pulsar el mismo botón que provoco la activación.

• VENTANA DE ALARMAS

En la ventana ALARMAS, se puede observar las alarmas que aparezcan en el proceso así como la posible ayuda disponible para su posible corrección.

Cuando aparece una alarma, en la ventana que se muestra en la figura 2.36, aparecerá un texto que indique el tipo de alarma, el número, la fecha y la hora.



*Figura 2. 36.- Visualización de la ventana de ALARMAS.
Fuente: Software Step Basic V10.5*

• 0.12 VENTANA DE CONTADORES

La ventana CONTADORES permite visualizar los valores de BANDA Y METRAJE, tanto actuales como establecidos.

METRAJE ACTUAL.- Es el valor del metraje en ese instante del proceso.

METRAJE ESTABLECIDO.- ES el valor del metraje deseado por el operario, después de cumplir dicho valor si la faja esta operando se detiene automáticamente.

BANDA ACTUAL.- Es el valor de la banda en ese instante del proceso.

BANDA ESTABLECIDA.- Es el valor de la banda deseado por el operario, después de cumplir dicho valor si se esta operando el desplazamiento, se detiene automáticamente.

En la figura 2.37 se puede apreciar la ventana de CONTADORES con todos los elementos que se han programado.

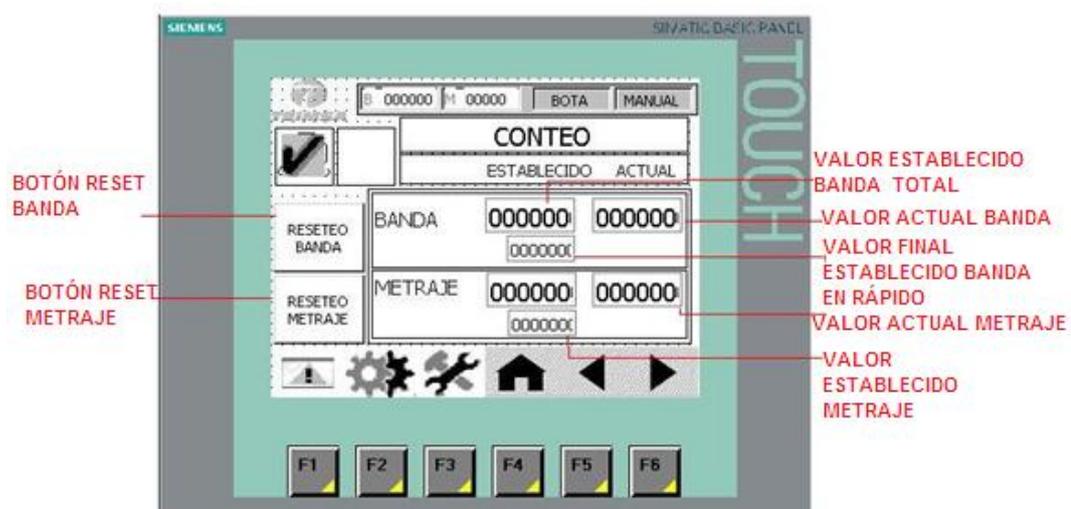


Figura 2. 37.- Visualización de la ventana de CONTADORES

Fuente: Software Step Basic V10.5

- **BLOQUEAR PANTALLA**

Como se dice esta opción, se utiliza para bloquear la pantalla, y su utilidad radica en que ninguna persona ajena a la empresa acceda al control de la máquina.

A continuación en la figuras 2.38. 2.39 y 2.40 se puede observar en secuencia, como esta configurada la opción bloquear.



Figura 2. 38.- Visualización del mensaje de bloqueo
 Fuente: Software Step Basic V10.5

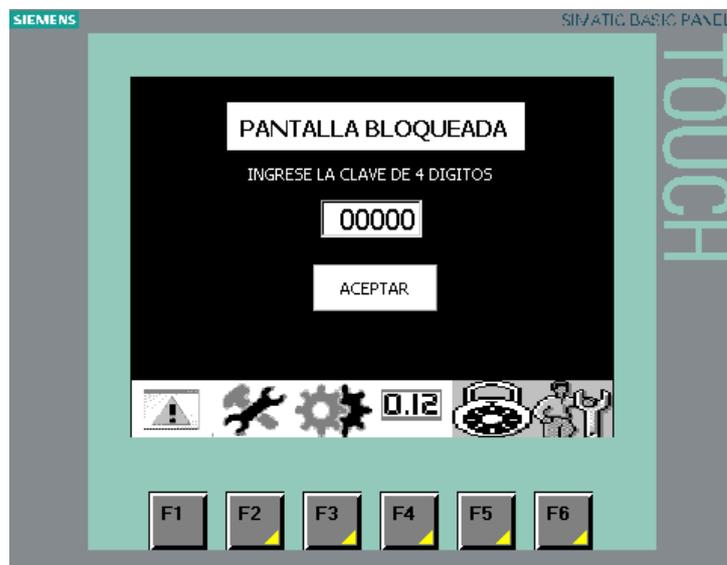


Figura 2. 39.- Pantalla bloqueada.
 Fuente: Software Step Basic V10.5



Figura 2. 40.- Apariencia del bloqueo cuando se ha ingresado una clave incorrecta.
 Fuente: Software Step Basic V10.5

2.7.- ADQUISICIÓN DE DATOS

Para la adquisición de datos, se utilizó el software de programación SIMATIC NET, el cual servirá como un OPC, adquiriendo los datos del controlador al PC.

En la figura 2.41, aparece un diagrama de bloques que será implementado para la adquisición de datos.

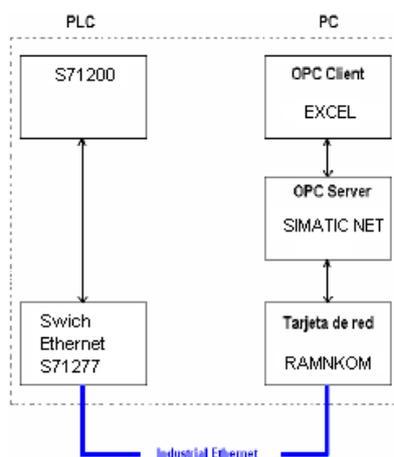


Figura 2. 41.- Adquisición de datos en diagrama de bloques.
 Elaborado: Jhonatan Camacho y Edison Guachi.

Los datos ya adquiridos en el PC se utilizarán el software de office EXCEL, el cual servirá para visualizar los datos de una manera acorde al supervisor.

2.7.1.- SIMATIC NET

SIMATIC NCM PC es una variante de STEP 7 desarrollada especialmente para la configuración de PC. Ofrece toda la funcionalidad de STEP 7 para equipos PC.

SIMATIC NCM PC es la herramienta central para configurar los servicios de comunicación de su equipo PC. Los datos de configuración creados con esta herramienta deben cargarse en el equipo PC o exportarse a éste. De este modo se establece la disponibilidad del equipo PC para la comunicación.

SIMATIC NCM PC y STEP 7 son compatibles entre sí.

- Los proyectos que haya creado con SIMATIC NCM PC se pueden abrir y editar en cualquier momento con STEP 7 y el Administrador SIMATIC. Ahí dispondrá de las funciones adicionales para la programación y configuración de los equipos S7.
- Los proyectos que haya creado con STEP 7 o con el Administrador SIMATIC se pueden abrir en cualquier momento en SIMATIC NCM PC. Los equipos PC creados se pueden editar o también es posible crear nuevos equipos PC. Para estos equipos PC se pueden configurar enlaces de comunicación con los equipos S7 ya creados (ver figura 2.42).



Figura 2. 42.- Al iniciar el programa SIMATIC NCM NET.
Fuente: Software SIMATIC NET

2.7.2.- CONFIGURACIÓN DEL OPC

Para establecer un OPC por medio del SIMATIC NET, es necesario realizar la configuración de una estación PC. Para lo cual se hace lo siguiente:

a.- Crear un nuevo proyecto STEP 7

Ejecutando el software SIMATIC NCM NET se crea un nuevo proyecto el cual será utilizado para la creación del OPC (ver figura 2.43.).

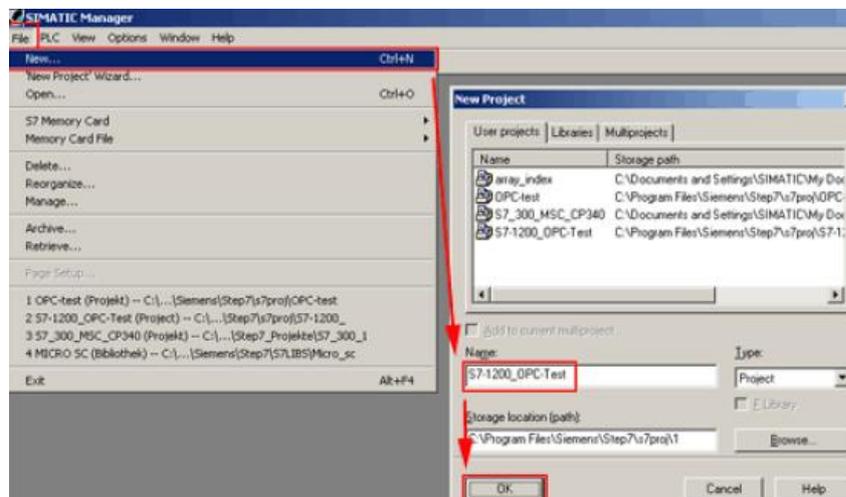


Figura 2. 43.- Creando un proyecto en SIMATIC NCM NET.
Fuente: Software SIMATIC NET

b.- Agregar un PC STATION

Ya creado el proyecto, se agrega un PC STATION, este elemento nos servirá para realizar una OPC por medio del PC (ver figura 2.44.).

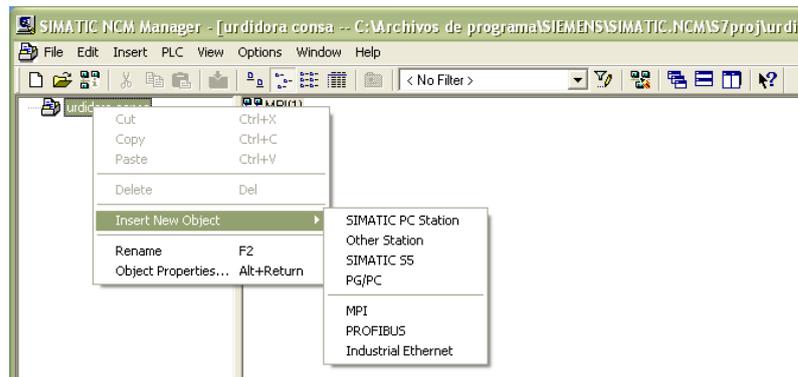


Figura 2. 44.- Como agregar un PC station SIMATIC NCM NET.
Fuente: Software SIMATIC NET

c.- Agregar un OPC server y una interface ETHERNET.

En la estación OC se puede agregar objetos como se puede apreciar en la figura 2.45, en este proyecto se utilizó dos elementos, un OPC server y una interface ETHERNET. El OPC server es necesario para la interpretación entre el controlador y el PLC y la interface ETHERNET, establece parámetros típicos de comunicación.

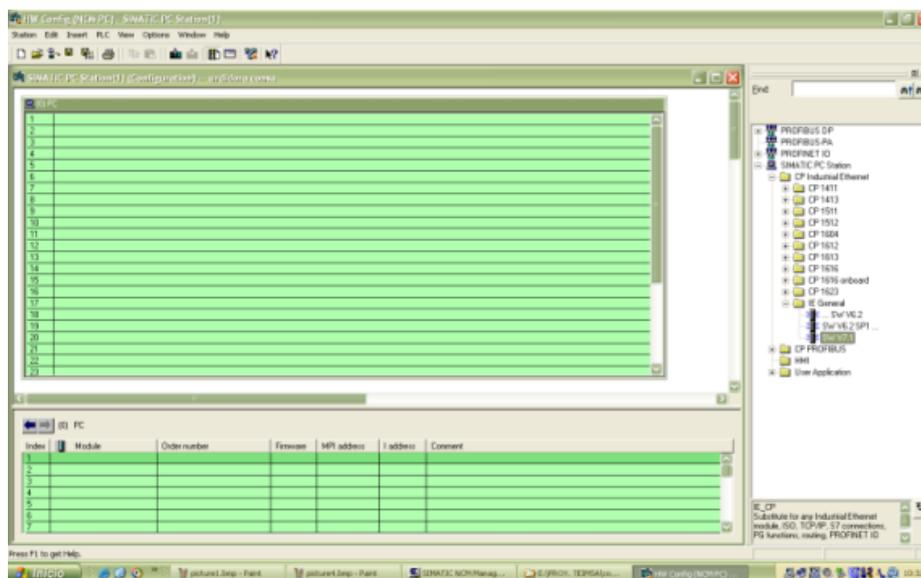


Figura 2. 45.- Apariencia del software para el ingreso de las herramientas requeridas del SIMATIC NCM NET.
Fuente: Software SIMATIC NET

El ingreso de dichos elementos en el software es interpretado en casilleros, la cual son agregados de una lista de dispositivos que posee el software para la configuración.

Al añadir una interface ETHERNET es necesario configurar los parámetros como dirección MAC, dirección IP, etc. Para el actual proyecto se estableció una dirección IP 192.168.1.202 para el PC (ver figura 2.46).

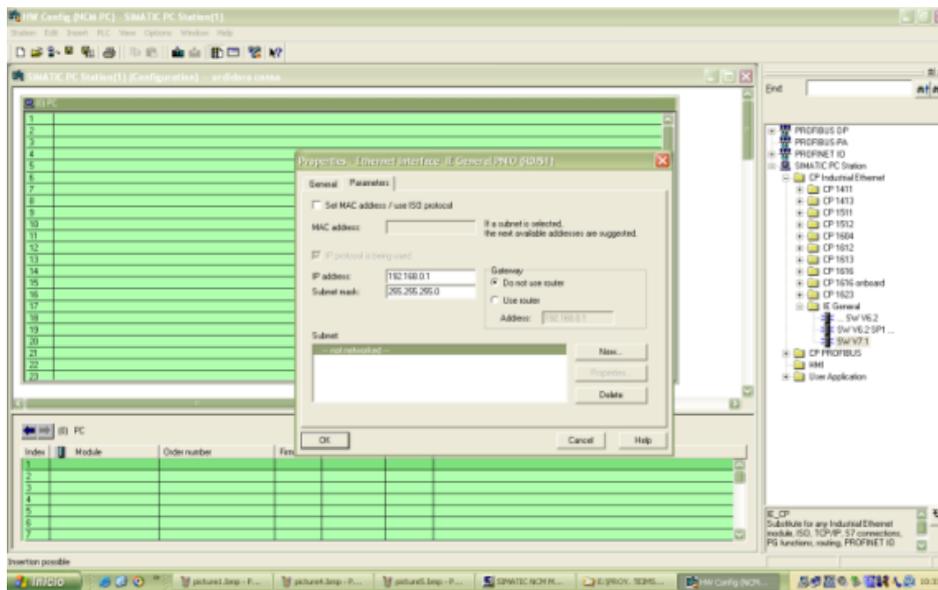


Figura 2. 46.- Configuración de la IE GENERAL después de ser agregado al PC station.

Fuente: Software SIMATIC NET

Al añadir una interface ETHERNET es necesario configurar los parámetros como dirección MAC, dirección IP, etc. En la adquisición de la urdidora, se estableció una dirección IP 192.168.1.202 para el PC.

En cuanto al OPC server se configura el lenguaje que interpretara, el ciclo de adquisición de datos, los bloques de datos simbólicos, etc. Para este caso, se utilizo el lenguaje S7, con ciclo de adquisición de datos de 30 seg., y un bloque de datos simbólico (ver figura 2.47).

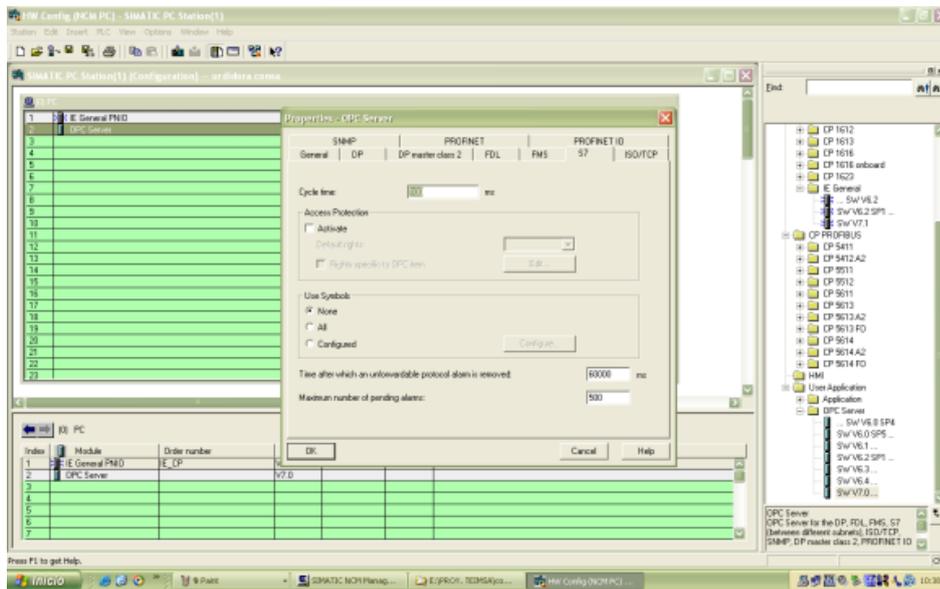


Figura 2. 47.- Configuración de la OPC server después de ser agregado al PC station.

Fuente: Software SIMATIC NET

Ambos elementos ya configurados se pueden visualizar en el software de programación de la PC station (ver figura 2.48).

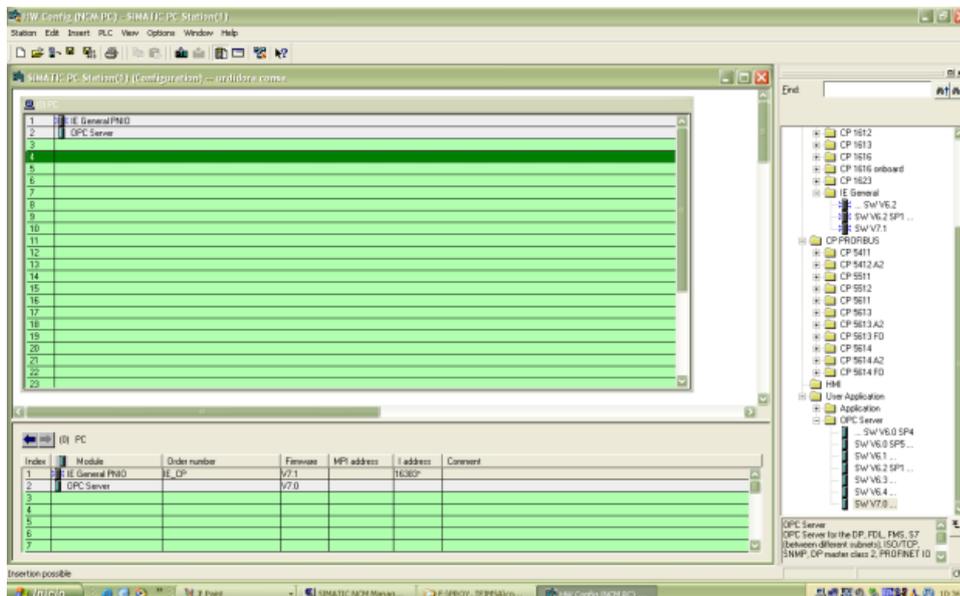


Figura 2. 48.- Visualización de la IE GENERAL y OPC station después de ser agregados.

Fuente: Software SIMATIC NET

d.- Descargar el hardware

Ya ingresados los elementos para el PC station, es necesario descargar el hardware de dichos elementos en el PC los cual, se lo realiza con el icono descargar. Se elige los elementos y se acepta la opción (ver figura 2.49).

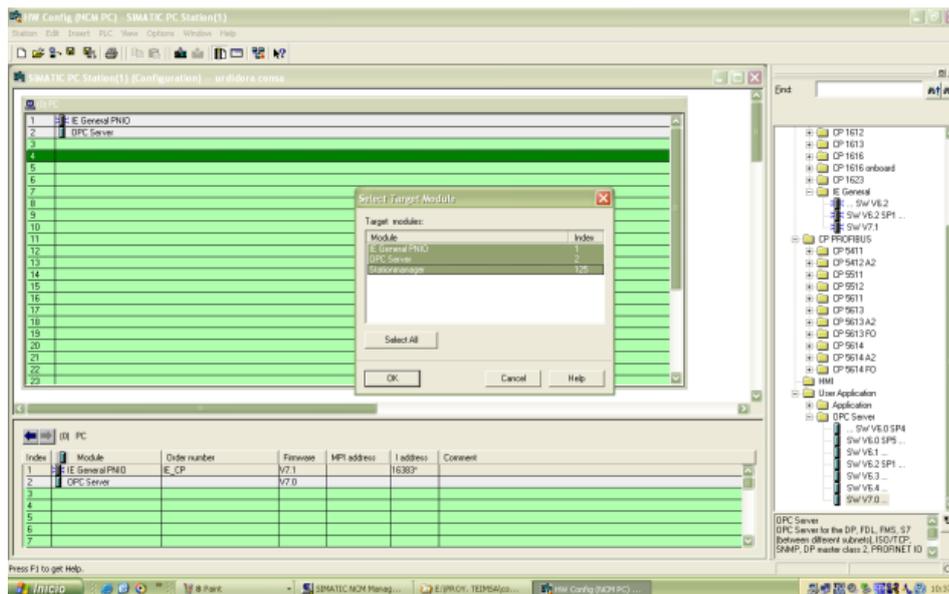


Figura 2. 49.- Descargando el hardware configurado a la PC.
Fuente: Software SIMATIC NET

e.- Configurar la estación

En el software STATION CONFIGURATION EDITOR se ingresa la interface IE general y el OPC server que fueron configurados anteriormente con el objetivo de poner en marcha u “online” a los elementos (ver figuras 2.50 y 2.51).

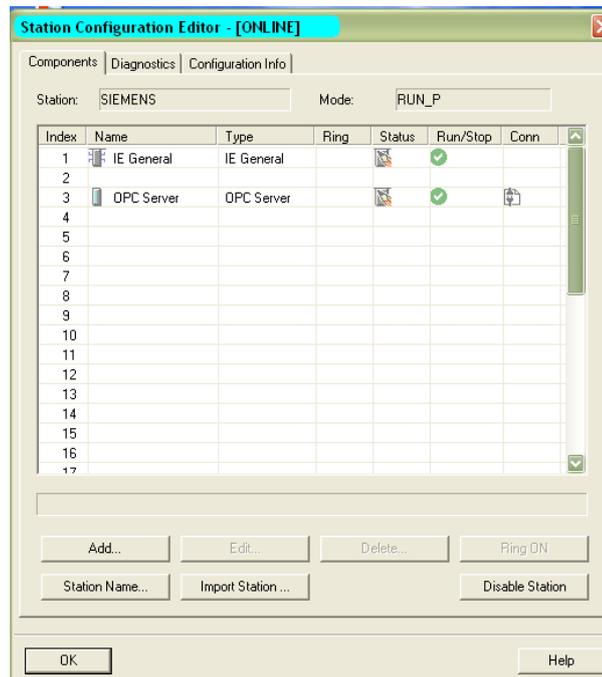


Figura 2. 50.- Agregando el OPC server y el IE general al STATION CONFIGURATION.
Fuente: Software SIMATIC NET

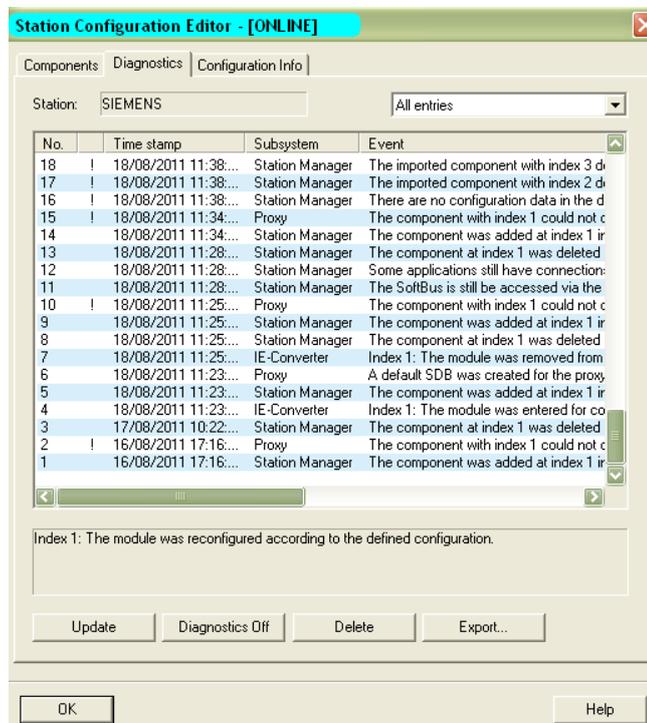


Figura 2. 51.- Visualización del OPC en ONLINE.
Fuente: Software SIMATIC NET

f.- Establecer la comunicación OPC

En el software OPC SCOUT se puede configurar y establecer las variables que se desean adquirir del PLC al PC (ver figura 2.52).

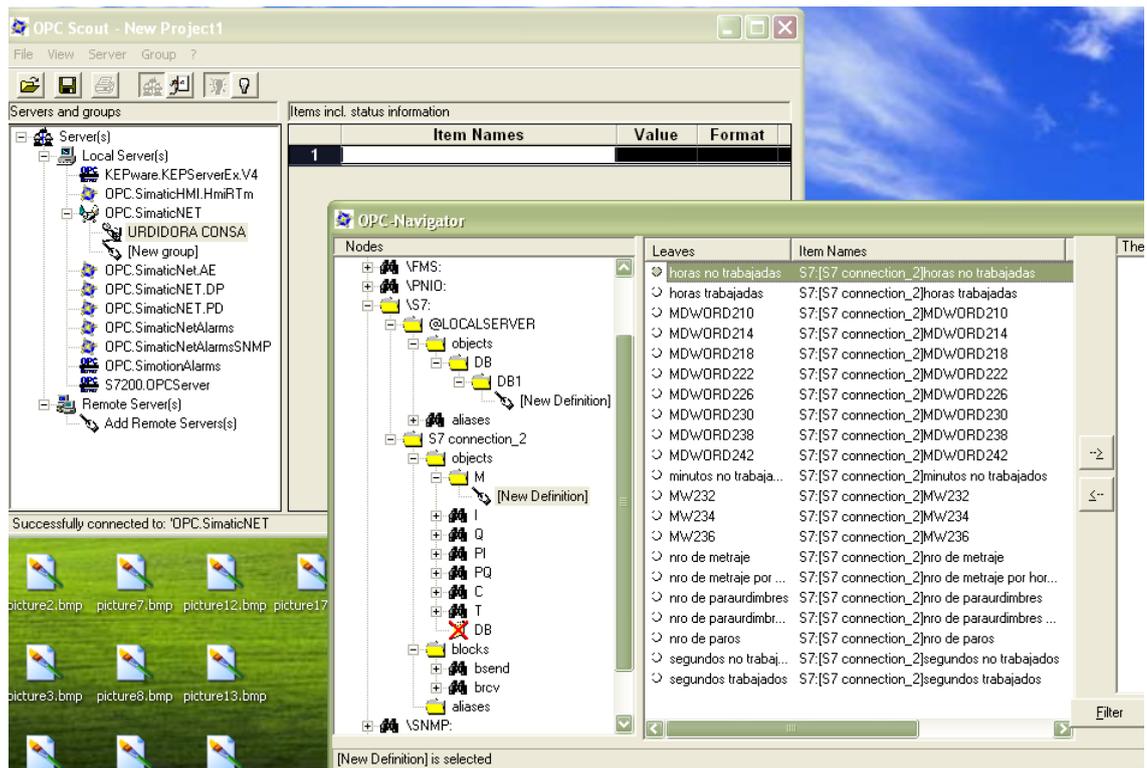


Figura 2. 52.- Variables del PLC adquiridas en el OPC SCOUT..
Fuente: Software SIMATIC NET

Para lo requerido en este proyecto se adquirió los siguientes parámetros:

- Horómetro
- Horas no trabajadas
- Número de paros
- Número de paraurdimbres
- Metraje trabajado por hora
- Metraje trabajada por día

Estos parámetros ya programados en el PLC1, son adquiridos en la OPC SCOUT y serán mostrados en una hoja de EXCEL.

g.- Adquisición de datos en Excel

En el caso de la adquisición de datos, se utilizará a Excel como cliente, como objetivo de obtener una disposición de valores de fácil visualización y manejo para la persona que supervise dichos valores

Para establecer la conexión de los parámetros del PC SCOUT a Excel se realizó lo siguiente:

- Por medio del cuadro de controles se configura a Excel como diseño, y con las herramientas del cuadro de controles se accedió a la aplicación de del SIMATIC NET (ver figura 2.53).

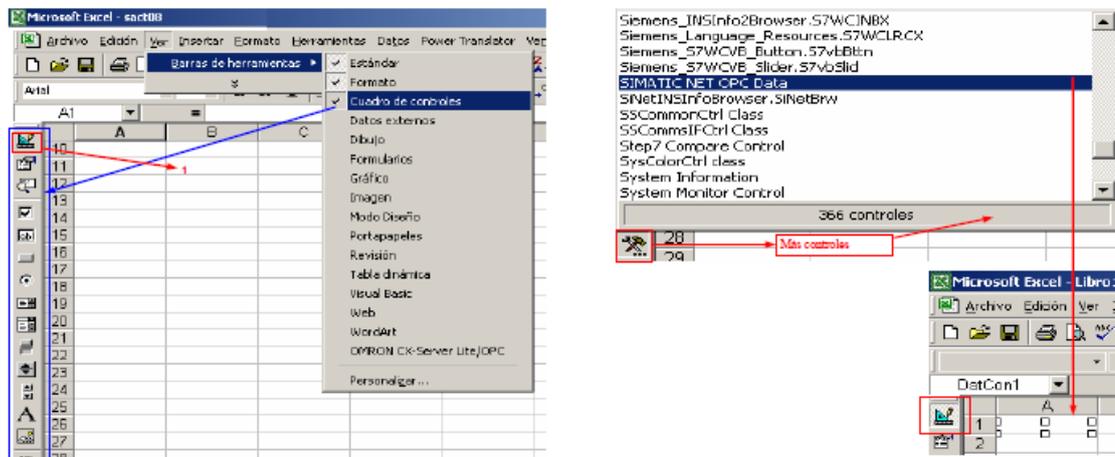


Figura 2. 53.- Estableciendo la aplicación del SIMATIC NET.
Fuente: Software SIMATIC NET

Después de ello, se accede a los datos establecidos en el SIMATIC NET, por medio de los objetos SIMATIC NET OPC data, donde primero es necesario configurar el OPC utilizado (ver figura 2.54).

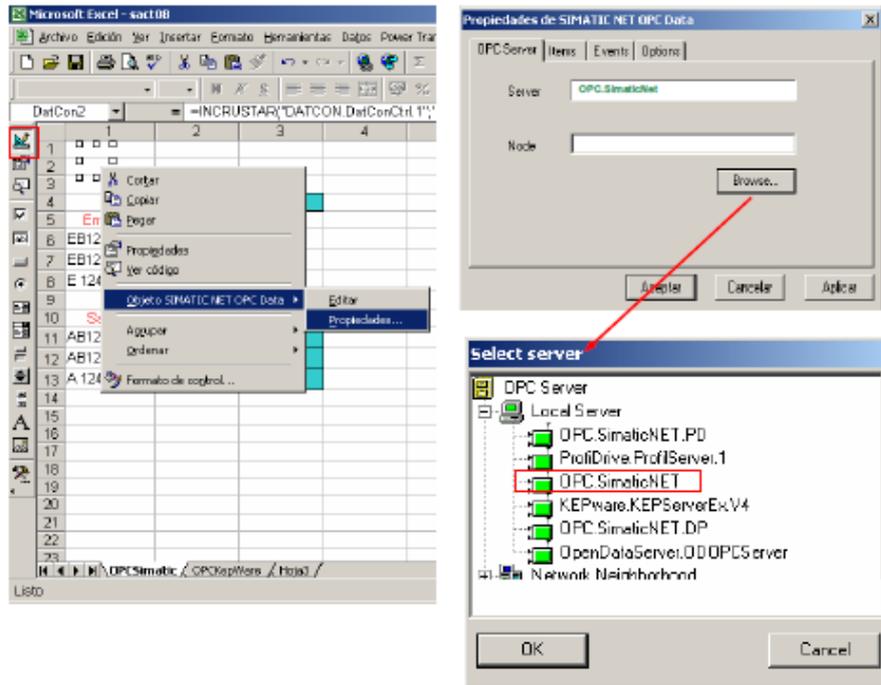


Figura 2. 54.- Como elegir el OPC que a sido configurado.
Fuente: Software SIMATIC NET

En propiedades del OPC SIMATIC NET data ya se puede observar los elementos que posee dicho OPC, y por ende su manejo a Excel (ver figura 2.55).

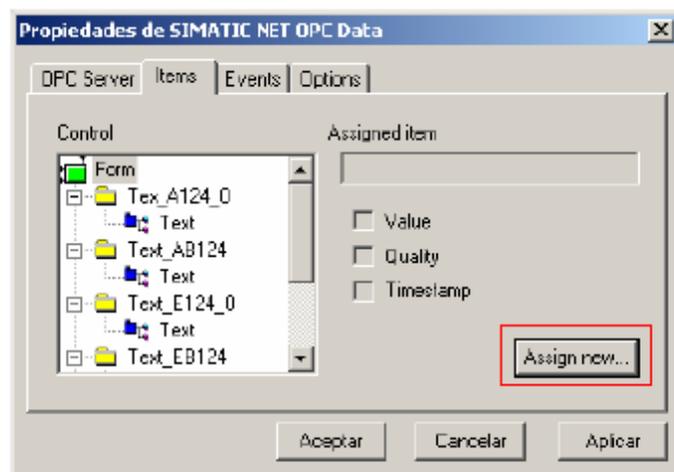


Figura 2. 55.- Variables del OPC que pueden ser utilizadas en Excel.
Fuente: Software SIMATIC NET

Por último, se direcciona los parámetros adquiridos en el OPC SIMATIC NET a las celdas de Excel que el programador crea conveniente (ver figura 2.56).

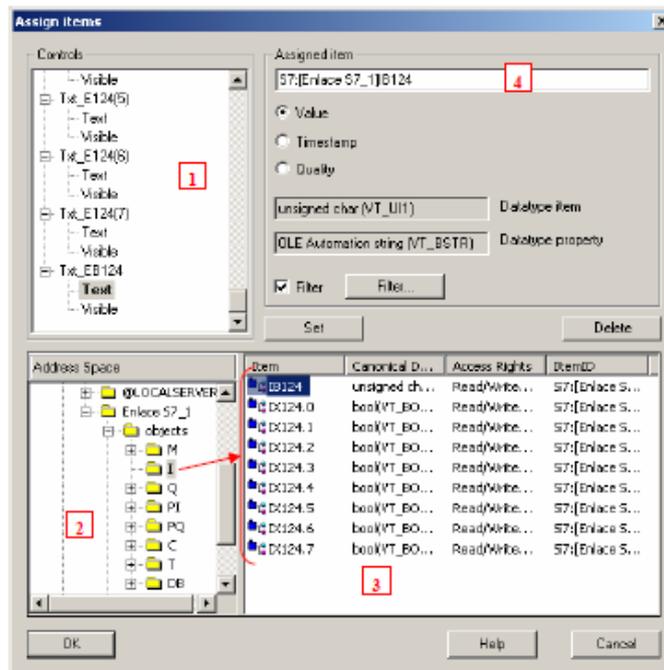


Figura 2. 56.- Agregando las variables del OPC a celdas específicas de Excel.

Fuente: Software SIMATIC NET

2.8.- ANÁLISIS BENEFICIO-COSTO

2.8.1.- INTRODUCCIÓN

El Análisis Costo / Beneficio es el proceso de colocar cifras en dólares en los diferentes costos y beneficios de una actividad. Al utilizarlo, se estimar el impacto financiero acumulado de lo que queremos lograr.

El Análisis Costo / Beneficio en definitiva compara los costos y beneficios de las diferentes decisiones.

2.8.2.- ELABORACIÓN DEL ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO

El Análisis de Costo / Beneficio involucra los siguientes 4 pasos:

- Llevar a cabo una lluvia de ideas o reunir datos provenientes de factores importantes relacionados con cada una de sus decisiones.
- Determinar los costos relacionados con cada factor. Algunos costos, como la mano de obra, serán exactos mientras que otros deberán ser estimados.
- Sumar los costos totales para cada decisión propuesta.
- Determinar los beneficios en dólares para cada decisión.

2.8.3.- PROFORMA DEL COSTOS

Para la realización de la proforma de costos, primero es necesario establecer los elementos necesarios para la automatización, ya que hay otros elementos que ya posee la máquina y funcionalmente son útiles y podrían utilizarse en el proyecto.

a.- Inventario de los elementos

En la tabla 2.14 muestra los elementos de control y potencia que serán retirados y los que serán empleados en la automatización de la máquina urdidora.

Tabla 2.14.- Inventario de los elementos de control y potencia que posee la máquina.

<u>LISTADO ACTUAL DE CONTROL DE LA MÁQUINA</u>	Utilizado	No utilizado
Relé de potencia para protección térmica		X
Magneto térmico Tripolar		X
Magneto térmico Bipolar		X
Magneto térmico Bipolar		X
Auto transformador	X	
Doble contactor seleccionador		X
Inversor Desplazamiento		X
Puente rectificador embrague	X	
Contactador ventilador		X
Contactador principal		X
Contactador motor bota		X
Motor potro	X	
Puente rectificador excitación	X	
<u>LISTADO ACTUAL DE CONTROL DE LA MÁQUINA</u>	Utilizado	No utilizado
Inversor motores		X
Impedancia motor bota	X	
Potenciómetro velocidad lenta	X	
Contactador marcha lenta		X
Contactador puesta en marcha		X
Relé de enclavamiento		X
Circuito puesta en marcha		X
Circuito para urdimbres		X
Contactador final metraje		X
Contactador temporizador metraje		X
Relé temporizador alzado peine		X

Interruptor cuenta trozos		X
Piloto cuenta trozos		X
Piloto final de carrera		X
Piloto desplazamiento banda		X
Pulsador alzado púas		X
Pulsador desplazamiento		X
Pulsador retroceso bota		X
Pulsador desplazamiento automático		X
Pulsador paro	X	
Cuenta trozos	X	
Pulsador cuenta a 0 metraje		X
Pulsador puesta a cero banda		X
Pulsador alzado púas		X
Interruptor automático		X
Pulsador avance bota		X
Final de carrera puesta en marcha	X	
Inversor alzado peine		X
Puente rectificador embrague	X	
Potenciómetro velocidad constate bota	X	
Motor alzado peine 1/8 CV	X	
Embrague 24vDC	X	
Final de carrera	X	
Piloto desplazamiento banda		X
Piloto para-urdimbres		X
Piloto tambor		X
Piloto motor bota		X
Piloto plegar		X
Piloto final de carrera desplazamiento		X
Piloto metraje		X

<u>LISTADO ACTUAL DE CONTROL DE LA</u> <u>MÁQUINA</u>	Utilizado	No utilizado
Interruptor para-urdimbres		X
Potenciómetro velocidad	X	
Amperímetro		X
Interruptor selector urdir plegar		X
Piloto final de carrera desplazamiento		X
Programador contador digital banda		X
Programador contador digital metraje		X
Motor bota	X	
Motor desplazamiento	X	
Motor ventilador	X	
Emisor de impulsos metraje		X
Finales de carrera	X	
Emisor de impulsos banda		
Finales de carrera	X	
Embrague husillo		
Electroválvula urdir-plegar	X	
Electroválvula freno	X	
Finales de carrera desplazamiento	X	
Interruptor general		X
Relé inteligente LOGO		X
Variador de velocidad	X	

En total son 24 de los 75 elementos que se mantendrán en la máquina debido a ser elementos actuadores como motores, embragues, entre otros o que todavía pueden ser operables por no sufrir desgaste como los variadores de velocidades.

Agregando los elementos que se requerirá en la automatización que son 21, serán en total 45, reduciendo los elementos electromecánicos que posee la máquina en un 40%.

En la tabla 2.15, 2.16 y 2.17, se enlistan los elementos que serán utilizados en la automatización.

- **Dispositivos de control**

Urdidora

Tabla 2.15.- Proforma de los elementos de control

Nro.	<u>ELEMENTO</u>	VALOR
2	CPU 1214 AC/DC/Relé alimentación 110/220 VAC, incorpora 14DI a 24 VDC 10 OD tipo relé, 2 AI para voltaje, memoria 50KB, con puerto industrial Ethernet RJ45 10/100 Mbps, capacidad de expansión hasta 1 signal Board (SB), 8 módulos de señales (SM) y 3 módulos de comunicación.	1070
1	Modulo de 8 entradas y 8 salidas tipo relé	385
1	Basic Panel KTP600 PN, monocromático, pantalla táctil y 4 flechas de función con interfaz industrial Ethernet, panel para funciones básicas en aplicaciones simples y de máquina	695
1	Modulo de salidas 2 análogas	230
1	SITOP 120/240 a 24 VDC, 5A	239
Total Parcial		2619

- **Dispositivos de potencia**

Tabla 2.16.- Proforma de los elementos de potencia.

Nro.	<u>ELEMENTO</u>	VALOR UNIDAD	VALOR TOTAL
1	Disyuntor tripolar de 6 A a 380 VAC	29,05	29,05
1	Disyuntor tripolar de 100A a 240 VDC	49,50	49,50
1	Disyuntor bipolar de 20A a 240 VDC	13,28	13,28
1	Disyuntor bipolar de 10A a 380 VDC	13,28	13,28
2	Fusibles para el control	8,75	17,5
1	Contactores -Motor (3/4CV) tripolar 380 VAC con bobina de 24 VAC	19,47	19,47
1	Contactores Motor (1CV) tripolar 380 VAC con bobina de 24 VAC	19,47	19,47
2	Contactores motor FAJA (7,5CV) bipolar 240 VDC con bobina de 24 VAC	24,65	49,3
2	Contactores motor alzado(1/2CV) bobina de 24 VAC	19,47	38,94
22	Relés o relevadores 2NA/2NC con contactos bobina de 24VAC	20	440
2	Accinador dos posiciones con llave de seguridad	29,92	59,84
2	Pulsador verde NA verde	9,76	19,52
1	Pulsador tipo hongo	16,78	16,78
1	Transformador de 380V/24VAC, 0,5 KVA	120	120
2	Elementos restantes, cable, canaletas, rieles dim, borneras etc.	200	200
		Total	1105,93

- **Dispositivos de potencia para el plegador**

Tabla 2. 17.- Proforma del motor y variador en el plegado

Nro.	ELEMENTO	VALOR UNIDAD	VALOR TOTAL
1	Variador de frecuencia GT120 para un motor de 40 HP	2200	2200
1	Motor de 30 HP 380VAC	1300	1300
		Total	3500

Tiempo del montaje de los elementos es de aproximadamente de 2 meses, el costo total de los materiales es 7224,93 Dólares americanos.

IVA 12% = 866.99 Dólares

COSTO TOTAL = 8091,92 Dólares

2.8.4.- ANÁLISIS ECONÓMICO.

Bajo un análisis económico de la empresa, se determina la automatización de la máquina debido a que se garantiza la fiabilidad en el trabajo además de incrementar su productividad.

En la automatización se considera además que los elementos instalados serán de garantía de un año y por ende no necesitaran ser remplazados a corto o mediano plazo, recibiendo un ahorro económico en cuanto a mantenimiento correctivo.

2.8.5.-RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN.

La urdidora producía un aproximado de 6 urdidos en dos jornadas diarias de 8 horas.

En la tabla 2.18y 2.19 se detalla el costo del urdido con hilo y en si su producción. Además de establecer los valores de los salarios de los urdidores, costo energético de la máquina y gastos de mantenimiento los cuales su costo mensual viene a ser un gasto adicional para la empresa.

Tabla 2.18.- Costo aproximado del urdido estándar.

N°	DESCRIPCIÓN	COSTO CON HILO (Dólares)	Costo de la producción (Dólares)
1	URDIDO DE LONA	6000	500

Tabla 2.19.- Costo de la producción de los urdidos mensualmente.

N°	DESCRIPCIÓN	INVERSIÓN MENSUAL (dólares)
1	2 URDIDORES Y DOS AYUDANTES (dos jornadas de 8 horas en un día)	1320,00
2	COSTO ENERGÉTICO	580,00
3	COSTOS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO	200,00
TOTAL		1100,00

La producción de la máquina se incrementaría en un valor diario de 6 a 8 urdidos, debido al cambio del motor en el plegador.

El porcentaje del incremento diario de la producción sería:

$$INCREMENTO(PROD.)\% = \left(\frac{8}{6} - 1\right) * 100 = 25\% \text{ Ec.2.5}$$

Al 25% diario de incremento se le valorará en un mes de producción, eliminando el costo de los salarios de los operarios, que se reduce ya que por el mismo tiempo de trabajo se incrementa la productividad

$$AHORRO (operarios) = 1320,00 * 0.25 = 330,00 \text{ (Dólares)}$$

Además, debido al incremento de la producción, existe las posibilidades de que se elimine horas extras que existen por incrementarse la producción por fechas picos o envíos atrasados. En esto se considerará un 20 % más al valor del salario de los operarios.

El ahorro en cuanto al primer egreso es de 594,00 dólares mensuales.

El costo energético se reduciría debido a que el motor instalado es de alto rendimiento además de considerar que al poseer un variador de frecuencia los picos de arranque de corriente se han eliminado.

Para ello, se estimo que la reducción de consto energético sería el 25% al costo anterior, entonces:

$$AHORRO (Energético) = 580,00 * 0,25 = 145,00 \text{ (Dólares)}$$

El ahorro en cuanto al segundo egreso es de 100,00 dólares mensuales.

En el tercer egreso se elimina al considerarse el mantenimiento correctivo, el cual no existirá en la máquina, pero en mayor periodo.

El ahorro en cuanto al tercer egreso es de 200,00 dólares mensuales.

Con estos parámetros se realizará un análisis de la recuperación en un tiempo determinado.

$$\text{TIEMPO DE RECUPERACIÓN} = 809192 / (200 + 145 + 594)$$

Ec.2.6

$$\text{TIEMPO DE RECUPERACIÓN} = \mathbf{8,62 \text{ (Meses)}}$$

Esto quiere decir, que en aproximadamente en 9 meses se recuperaría la inversión de la automatización de la máquina.

Entre los beneficios de la automatización están en proporcionar herramientas de colaboración que incrementen la productividad, los cuales podrán brindar una producción más eficiente y efectiva, con una tecnología mejorada que le permitirá contribuir al desarrollo del país, reducir tiempo y por lo tanto, ahorros económicos a la empresa.

CAPÍTULO III

3.- IMPLEMENTACIÓN, PRUEBAS Y RESULTADOS

3.1.- MONTAJE DE DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS

3.1.1.- MONTAJE DEL TABLERO DE POTENCIA

En el montaje de los tableros de potencia se utilizó elementos como rieles dim, canaletas, borneras y demás elementos necesarios para la constitución de dicho tablero.

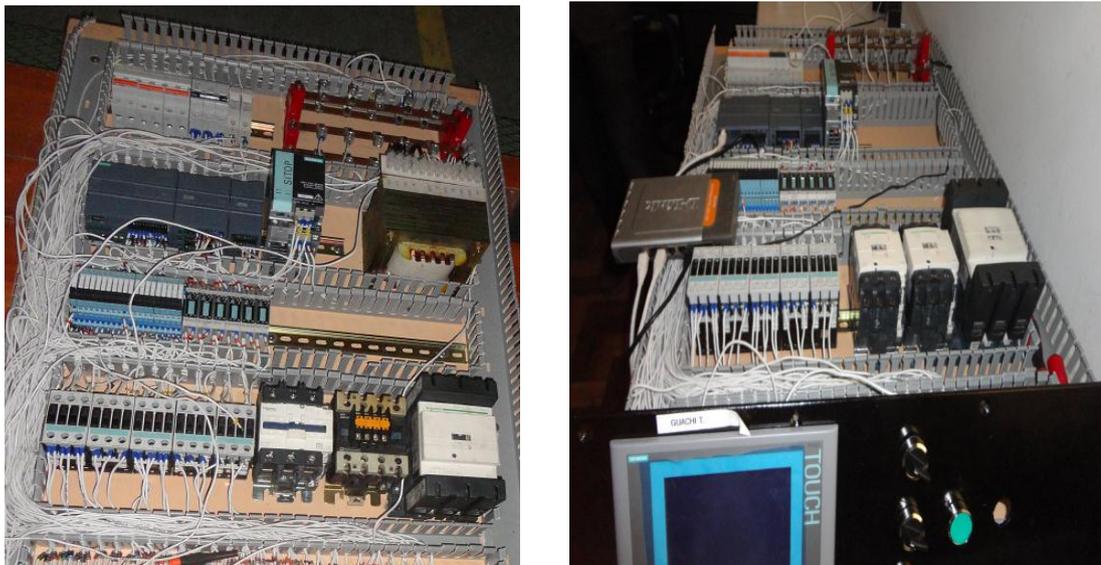


Figura 3. 1.- Apariencia del tablero antes de la instalación.

Fuente: Laboratorio de electrónica - TEIMSA

Los elementos montados en el tablero de potencia son enlistados en la tabla 3.1.

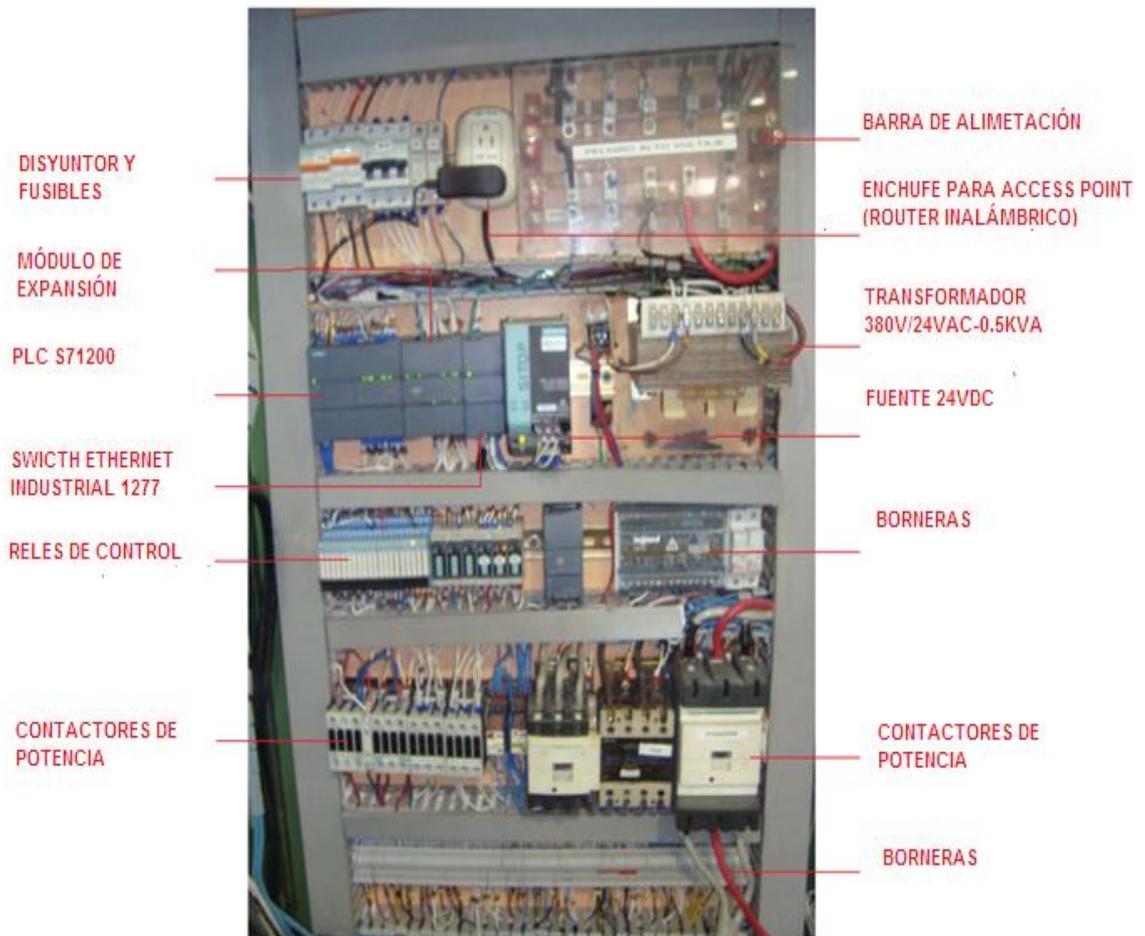
- *Tablero urdidora*

Tabla 3. 1.- Elementos eléctricos utilizados en el tablero de la urdidora.

<i>Nro.</i>	<i>ELEMENTOS</i>	<i>DESIGNACIÓN EN PLANOS ELÉCTRICOS</i>	<i>DATOS TÉCNICOS</i>
1	Disyuntor	F1	63 A tripolar
1	Disyuntor	F2	20 A bipolar
1	Disyuntor	F3	10 A bipolar
1	Fusible	F4	5 A
1	Fusible	F5	5 A
4	Contactores	KM1, KM2, KM8, KM10	10 A tripolar
1	Contactador	KM3	60 A tripolar
1	Contactador	KM6	32 A Bipolar
1	Contactador	KM5	80 A Bipolar
20	Relés de control	C1-C20	1NA/1NC bobina de 24 VDC
2	Rectificadores	-	40 y 30 A respectivamente
1	Transformador	T1	0.5 KVA, 240VCA/24VCA
1	Fuente SITOP	T2	5A, 240VCA/24VDC
1	Programador lógico	PLC1	S71200 AC/DC/relay
1	Módulo de expansión	SB1	DC/DC 16 DI/16DQ
1	Swich Ethernet industrial	-	4 puertos
1	Router inalámbrico	-	ACCESS POINT

Según los planos que se muestran en el ANEXO D, se incorporaron los elementos en el tablero de potencia con sus debidas protecciones, estética y numeraciones.

En la figura 3.2, describe con detalle todos los elementos que constituyen el tablero de potencia ya instalado en la máquina urdidora COMSA. Cada elemento, fue seleccionado e implementado según el rediseño planteado en el capítulo 2, y la adquisición se pudo lograr con la ayuda de TEIMSA, la cual, costeo el precio.



*Figura 3. 2.- Apariencia del tablero de potencia
Fuente: Tablero en la máquina Urdidora COMSA*

Se reinstalaron los respectivos sensores inductivos de posición, sensores de protección fotoeléctricos, finales de carrera, pulsadores y pedal de control para la operación, así como el cableado eléctrico para los módulos externos como son, el control de Paraurdimbres y el tablero de control.

3.1.2.- MONTAJE DEL TABLEROS DE CONTROL

El tablero de control cuenta con la pantalla táctil KTP600, perillas de manejo de faja (sentido y modo) así como pulsadores y un potenciómetro que regula la velocidad de la faja.

Los elementos que fueron instalados se enlistan en la tabla 3.3.

Tabla 3. 2.- Montaje de los elementos en el tablero de control.

<i>Nro.</i>	<i>ELEMENTOS</i>	<i>DESIGNACIÓN EN PLANOS ELÉCTRICOS</i>	<i>DATOS TÉCNICOS</i>
1	Contactor	KM1	10 A tripular
1	Rectificador	-	20 A bipolar
1	Disyuntor	F3	10 A tripular
1	Pantalla táctil	-	KTP600 monocromática
2	Pulsadores	S14-S15	-
1	Pulsador Paro	S7	-
2	Manija tres posiciones	S8-S9	-
1	Potenciómetro	P2	5Kohm

Con la construcción de una base nueva para el panel operador, se procedió a instalar cada uno de los componentes.

La ubicación de los elementos se muestra en la figura 3.3.



Figura 3. 3.- Aspecto físico del panel operador.
Fuente: Máquina urdidora COMSA EXPO 1250

a.- Perrilla de faja (manual o automático)

Este selector permite la activación de dos modos de operación de la faja MANUAL o AUTOMÁTICO.

b.- Perrilla de faja (avance y retroceso)

Con este selector podemos escoger la opción avance, para que gire la faja en sentido horario y cumpla la función de urdir, o retroceso, para que gire en sentido antihorario retirando lo fajado.

c.- Botones de desplazamiento (avance - retroceso)

Los pulsadores de desplazamiento se utilizan en la función desplazamiento. Pulsando el botón derecho la faja se desplaza en avance, con el otro botón es retroceso.

d.- Perrillas de púas (arriba - abajo)

Con estas perrillas, al girar cada una de ellas cumple la función de subir y bajar respectivamente las púas.

e.- Potenciómetro de velocidad de la faja

El potenciómetro consta de un nivel mínimo de velocidad y un nivel máximo, al ser manipulado, es capaz de regular la velocidad de la faja en el mando automático.

f.- Paro de emergencia

El pulsador tipo hongo es capaz de detener toda operación que esté realizando la máquina en pleno proceso. Como su nombre lo indica, se utiliza cuando al existir alguna emergencia y sea necesario parar la máquina en ese instante.

g.- HMI (pantalla táctil)

Los datos y demás elementos de control son utilizados manipulando la pantalla táctil, llamado también HMI.

h.- Torre luminosa

La torre luminosa entrará en funcionamiento dependiendo de la operación que se esté realizando.

La luz roja se encenderá cuando exista un paro de emergencia activándose tanto en el urdido como en el plegado (ver figura 3.4).



*Figura 3. 4.- Torre luminosa, luz roja encendida
Fuente: Máquina urdidora COMSA*

La luz amarilla se enciende cuando surge una alarma, más aplicada en esta máquina sería cuando se activa la opción paraurdimbres, es decir, un hilo roto mientras se faja (ver figura 3.5).



Figura 3. 5.- Torre luminosa, luz amarilla encendida
Fuente: Máquina urdidora COMSA

La luz verde se enciende cuando la máquina está encendida y en condiciones normales para su correcto funcionamiento (ver figura 3.6).



Figura 3. 6.- Torre luminosa, luz verde encendida
Fuente: Máquina urdidora COMSA

Para el tablero de la plegadora, se incorporó un PLC S71200, el cual por medio de comunicación Ethernet TCP/IP se comunica con el PLC de la urdidora.

Este PLC podrá controlar el accionamiento del motor de la plegadora, pulsadores de paro, sensores inductivos y fotoeléctricos de protección, y por medio de la comunicación ETHERNET se ejecuta las funciones de desplazamiento manual de la faja y automático, así como el accionamiento de los frenos.

En la figura 3.7, se muestra los elementos que posee el tablero de control del plegador.



*Figura 3. 7.- Apariencia del tablero de la plegadora
Fuente: Máquina urdidora COMSA*

i.- Manómetro de presión y regulador de presión

Este manómetro indica la presión que existe en las zapatas, necesario para poder regular la presión de los frenos.

Con el regulador de presión, se determina la presión de los frenos, cuya regulación es a criterio del operador.

j.- Contador de metraje en el plegado

El contador incorporado en la automatización, es utilizado para determinar el número de metraje en el plegado lo más exacto posible. Esto se lo realiza con un dispositivo tipo rueda que se ubica en el plegado (ver figura 3.8).



*Figura 3. 8.- Dispositivo utilizado para contar el metraje en el plegado.
Fuente: Máquina urdidora COMSA*

k.- Palanca de freno

La palanca de freno se utiliza para activar o desactivar el número de zapatas. Cuando se ubica en la posición 0 se desactiva todas las zapatas de los frenos y la faja se mueve libremente.

- Cuando se ubica en la posición 1 se activa una zapata de los frenos.
- Cuando se ubica en la posición 2 se activan dos zapatas de los frenos.
- Cuando se ubica en la posición 3 se activan las tres zapatas de los frenos.
- Su manipulación y la operación necesaria es decisión del operario.

l.- Pulsadores de aumento y disminución de la velocidad del plegado (control mecánico)

Estos pulsadores permiten el control de la velocidad de giro de la plegadora, diferenciando en un aspecto al regulador de velocidad, el control es mecánico. Esto se realiza para incrementar el torque de la plegadora disminuyendo su velocidad por un sistema de engranes que realiza la transición.

La regulación es mostrada por un indicador que aparece en la parte superior del tablero de la plegadora (ver figura 3.9), con un valor de 0 a 14.



Figura 3. 9.- Indicador de la regulación del mecanismo que regula la velocidad de plegar.

Fuente: Máquina urdidora COMSA

m.- Pulsadores de desplazamiento de la faja

Estos pulsadores realizan la función de desplazar a la faja en avance y retroceso al igual que en el urdido. Esta aplicación se realiza para que el operario pueda regular la posición de la faja antes de plegar.

n.- Regulador de velocidad de plegado

No es más que un potenciómetro, que permite regular la velocidad de giro del plegado por medio de un variador de frecuencia, el cual dependiendo de la medida varía la velocidad de un motor de 30HP que se utiliza para el plegado.

o.- Pulsador PARO/MARCHA

Este pulsador es utilizado para la activación o desactivación del plegado. Al ser pulsado una vez, se activa el giro del plegado y al ser nuevamente pulsado, este se desactiva.

p.- Interruptor general de alimentación

Se utiliza este interruptor para energizar al plegado.

q.- Amperímetro

Indica la corriente consumida por el motor en pleno proceso del plegado. Este amperímetro que fue instalado en la automatización, es muy utilizado para evitar el exceder la corriente de operación del motor.

r.- Selector de manual/automático

La función del selector es escoger las opciones manual o automático del control mecánico de giro del plegado.

MANUAL.- Se controla por los pulsadores aumentar y disminuir.

AUTOMÁTICO.- Se reduce la velocidad automáticamente de la velocidad del plegado por medio del sistema mecánico de engaños ayudado de un sensor.

s.- Paro de emergencia

Al pulsar este botón se produce un paro inmediato de las operaciones del plegado. Mientras permanezca en esta operación no se podrá operar la máquina.

3.1.3.- MONTAJE DE SENSORES Y ACTUADORES.

a.- Montaje del encoder

Para un conteo exacto y de mayor confiabilidad en el metraje de hilo, se cambió de sensor contador inductivo por un encoder (ver figura 3.10).

El encoder montado presenta algunas características que son mostradas en la tabla 3.3.

Tabla 3. 3.- Encoder utilizado en para el contador de metraje

<u>ELEMENTO</u>	<u>DATOS TÉCNICOS</u>
ENCODER	Alimentación 5-30 VDC, salida para contador de cuadratura con 360 pulsos por vuelta.



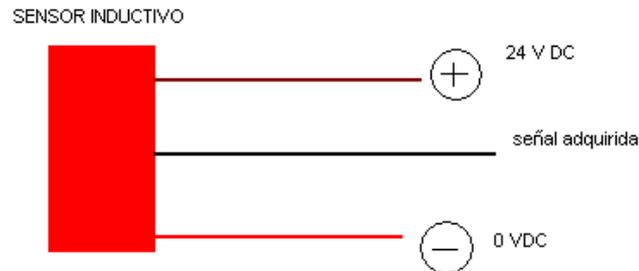
Figura 3. 10.- Apariencia del encoder instalado
Fuente: Máquina urdidora COMSA

Cabe recalcar que dicho sensor siempre presenta problemas de conteo cuando su instalación es la incorrecta. Al ser de un conteo de 360 pulsos por vuelta, el ruido es uno de los factores que se pueden presentar. Para ello, fue necesario utilizar cable UTP apantallado para su instalación, y colocar las conexiones a tierra.

b.- Conexión de los sensores inductivos y fotocelda.

La conexión de los sensores inductivos tanto de contaje en la banda y de protección en la barra del plegado requirió un cambio de conexión. Además, la fotocelda como dispositivo de protección fue montada en la parte del urdido para evitar posibles accidentes para el operario cuando la máquina este en pleno funcionamiento.

El esquema de a conexión esta visualizado en la figura 3.11. Por lo general, es estándar.



*Figura 3. 11.- Conexión típica de un sensor de posición inductivo.
Elaborado: Jhonatan Camacho y Edison Guachi.*

c.- Instalación del contador rápido físico TELEMECANIC.

Para obtener el metraje en el plegado se instaló un contador rápido de la marca TELEMECANIC (ver figura 3.12). Un encoder incorporado en un mecanismo que ya fue explicado anteriormente, provee la señal censada al contador.

Este mecanismo al iniciar el plegado gira y por medio de la revolución de la rueda, se mide la longitud del hilo. Esta señal por medio del encoder es recibida y el contador el cual fue configurado con una escala de conteo de 0.0017 a 1, trasformando los pulsos del encoder en metros.



*Figura 3. 12.- Contador rápido instalado en el plegador.
Fuente: Máquina urdidora COMSA*

3.1.3.- INSTALACIONES ELÉCTRICAS

a.- Instalaciones eléctricas de la máquina

Se utilizó el cable AWG N° 1/0 para la instalación del motor de la plegadora, ya establecido en el capítulo II. Debido al cambio de potencia, se realizó una nueva acometida.

El motor instalado en el plegado tiene algunas características que son mostrados en la tabla 3.4.

Tabla 3. 4.- Características el motor instalado en el plegado

<u>ELEMENTO</u>	<u>DATOS TÉCNICOS</u>
MOTOR SIEMENS	Alimentación 380 VAC trifásico, potencia 30HP

Para instalar el motor, se realizó algunas modificaciones como la acometida, el soporte y la necesidad de la construcción de un acole acorde al nuevo diámetro del eje del rotor.

Después de la instalación del motor, se procedió a la instalación de variador de frecuencia. Las características de dicho variador se presentan en la tabla 3.5.

Tabla 3. 5.- Características del variador de frecuencia.

<u>ELEMENTO</u>	<u>DATOS TÉCNICOS</u>
VARIADOR DE FRECUENCIA GT 120	Alimentación 380 VAC

Este variador de frecuencia GT 120 que posee un control vectorial, el cual, maneja un control PID con la ayuda un ENCODER como retroalimentador.

Dicho encoder, se instaló en el rotor del motor, con el objetivo de obtener una velocidad variable en el plegado exacta sin importar la carga.

En las figuras 3.13 y 3.14 se puede observar el variador de velocidad GT120 y el motor SIEMENS.



*Figura 3. 13.- Variador de frecuencia instalado
Fuente: Máquina urdidora COMSA*



*Figura 3. 14.- Motor instalado para el funcionamiento del plegado
incorporado con un encoder.*

Fuente: Máquina urdidora COMSA

3.2.- MONTAJE DE DISPOSITIVOS DE COMUNICACIÓN

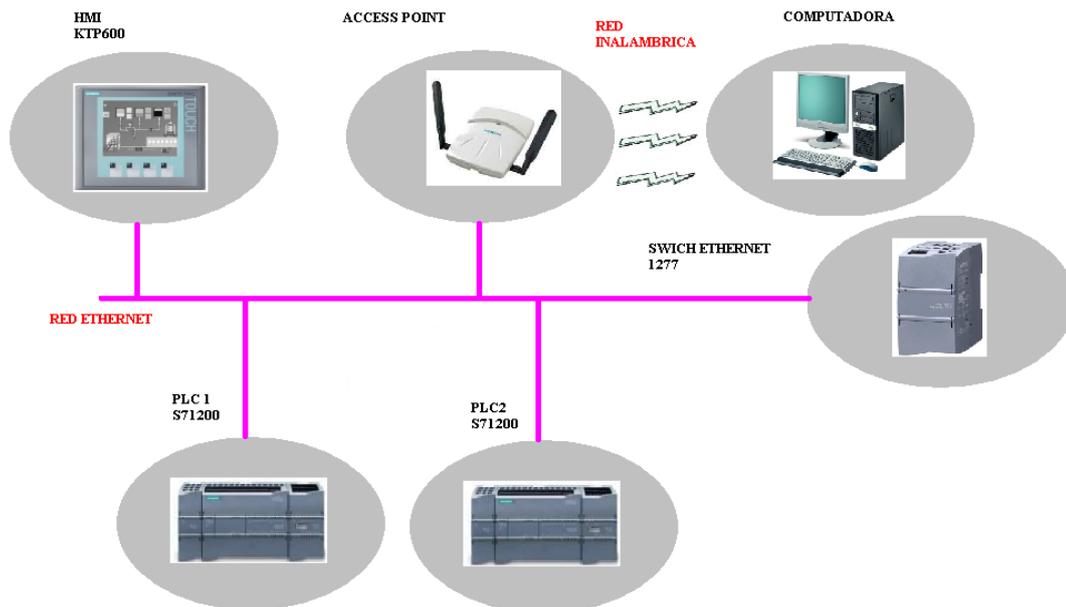
La implementación de la comunicación fue de dos formas:

- Por cable UTP apantallado Ethernet.
- Por router inalámbrico.

3.2.1.- COMUNICACIÓN POR CABLE ETHERNET

Por medio de un cable Ethernet se establece la interconexión PROFINET entre dos PLC y el HMI. Entre PLC's se realiza la comunicación por TCP/IP por medio de los comandos TSENT y TRCB los cuales ya fueron mencionados anteriormente. El switch inalámbrico industrial de SIEMENS 1277 fue necesario para dicha comunicación, el cual fue instalado en el tablero de la urdidora.

La topología de red se muestra en la figura 3.15.



*Figura 3. 15.- Topología de la comunicación PROFINET.
Elaborado: Jhonatan Camacho y Edison Guachi.*

Los terminales de conexión son los conectores RJ45.

El tipo de conexión de la red ETHERNET fue directa. En la figura 3.16 se muestra dicha conexión.

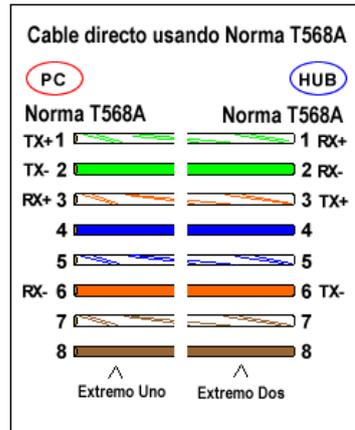


Figura 3. 16.- Diagrama de conexión directa utilizada para la comunicación Ethernet.

Fuente: <http://www.aie.cl/files/comites/ca/comunicacion>

Se comprobó por medio de un instrumento de red industrial, la continuidad se conectó al puerto y se estableció la comunicación.

3.2.2.- COMUNICACIÓN POR ROUTER INALÁMBRICO

La comunicación por router inalámbrico fue necesaria por la imposibilidad de realizar una conexión por cable UTP en las instalaciones de la empresa, el suelo es de concreto sólido y las paredes de igual manera con un espesor de 15 cm, por lo cual, se instalaron ACCESS POINT `s (ver figura 3.17), tanto en la máquina como en el modem de producción con la dirección IP 192.168.1.202.

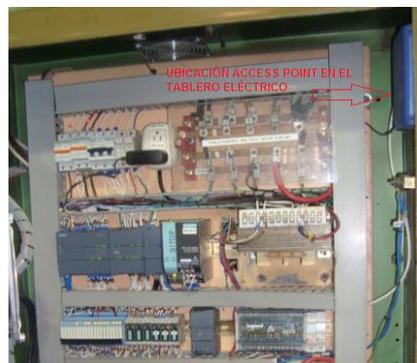


Figura 3. 17.- ACCESS POINT
Fuente: Máquina urdidora COMSA

Con una señal inalámbrica, los parámetros requeridos son enviados desde la máquina hacia el modem, y estos, enviados hacia una computadora en el departamento de producción.

El OPC SIMATIC NET establece la adquisición de datos, y con la ayuda del programa de Office EXCEL se los muestra en tiempo real.

Los pasos para la conexión se explica en el capítulo II.

3.3.- PRUEBAS

3.3.1.- PRUEBAS DE CONEXIONES.

a.- Pruebas de conexiones eléctricas.

Después de las conexiones se realizaron las pruebas eléctricas, como son pruebas de cortocircuito y conexiones a tierra de los actuadores.

Las pruebas de cortocircuito y conexiones a tierra consistieron en verificar por medio de un megger, la existencia de posibles fallas tanto a tierra como entre fases de la máquina.

Las pruebas dieron como resultado los siguientes valores que se muestran en la tabla 3.6.

Tabla 3. 6.- Valores de las pruebas de cortocircuito en la máquina

<i>Nro. PRUEBA</i>	<i>PRUEBAS DE CONTACTOS</i>	<i>VALOR (Ohmiaje M ohm)</i>	<i>RESUTADO</i>
1	Entre fase 1 y tierra	3.2	correcto
2	Entre fase 2 y tierra	2.6	correcto
3	Entre fase 3 y tierra	1.8	correcto

Los valores de aislamiento al ser sumamente altos, se estableció que no existen posibles cortocircuitos en el sistema.

b.- Pruebas de funcionamiento del PCL y HMI.

Con la seguridad de tener un programa confiable para la simulación del accionamiento, antes de armarlo, se energizó a la máquina, se revisó todas las señales de los sensores inductivos, fotoeléctricos, ENCODER, finales de carrera, etc., y botones de control.

Se verificó si existía comunicación entre el HMI - PLC y entre PLC - PLC, por medio de señales de control del HMI y accionamientos desde el PLC de la plegadora hacia el PLC de la urdidora.

Para la adaptación del paraurdimbres(ver figura 3.18) en el nuevo sistema de control, se interpretó las señales eléctricas y se integró en la programación del PLC.

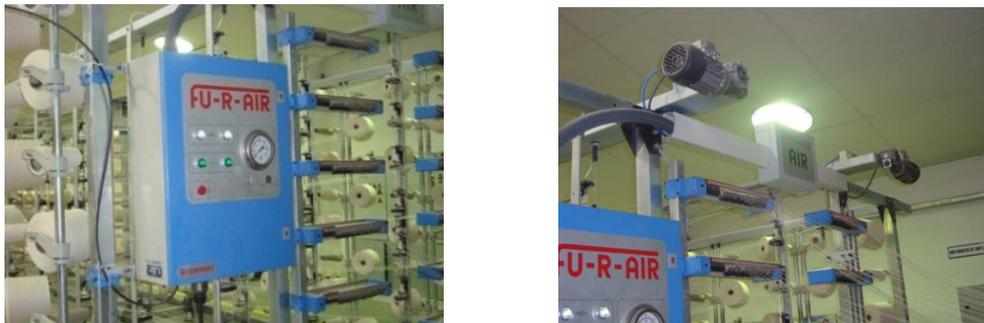


Figura 3. 18.- Control Paraurdimbres

Fuente: Máquina urdidora COMSA

c.- Pruebas del variador de velocidad y calibración de velocidades

Con el respectivo control de la máquina se activó los disyuntores de potencia y se realizaron pruebas de funcionamiento de la máquina.

Al poseer dos velocidades de operación, lenta y controlable, se hicieron pruebas para establecer la velocidad lenta correcta que requiere el operario. Los datos mostrados en la tabla 3.7 establecieron la velocidad correcta para el operario,

estableciendo el último valor como estándar, ya que los operarios los vieron acorde a lo que se requiere para su operación:

Tabla 3. 7.- Valores de las pruebas de velocidad de la urdidora

<i>Nro. PRUEBA</i>	<i>VELOCIDAD (tacómetro RPM)</i>	<i>VALOR DEL POT (Ohmiaje Kohm)</i>	<i>Corriente establecida (variador A)</i>
1	48	2.8	12
2	40	2.4	10.8
3	28	1.9	10.3
4	12	0.9	10.2
5	10	0.8	10.2

3.4.- PRUEBAS FINALES

3.4.1.- PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO CON CARGA

Para las pruebas de funcionamiento, primero se operó la máquina en vacío, se revisó el correcto funcionamiento del paraurdimbres frente a una rotura de hilo, y se manejó a sus dos velocidades, el avance tanto manual como automático de la máquina y la operación de urdido, la coherencia del conteo del sensor frente al metraje, y el conteo de la banda. En el plegado se revisó la activación del motor, los frenos y el desplazamiento de la faja tanto manual como automático.

Después de establecer que la máquina funciona correctamente, se inició el urdido de hilos.

En este periodo, se realizó un análisis del desarrollo del motor de la urdidora y la corriente.

Al poseer el variador un regulador limitador de velocidad y rampa ascendente de velocidad, se calibró con el criterio de tener una corriente mínima en la rampa de arranque.

En las figuras 3.19 se observa las curvas de arranque del motor de la urdidora. A pesar de poseer una rampa ascendente en el arranque, se analizó posibilidades de mejorar este arranque.

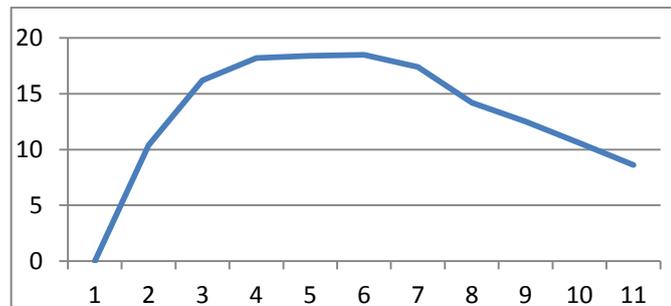


Figura 3. 19.- Curva de la rampa de arranque de la faja

En la figura 3.20, después de modificar factores como el tiempo de arranque y limitador de velocidad en el variador de velocidad, se puede observar que se mejoró la curva de arranque.

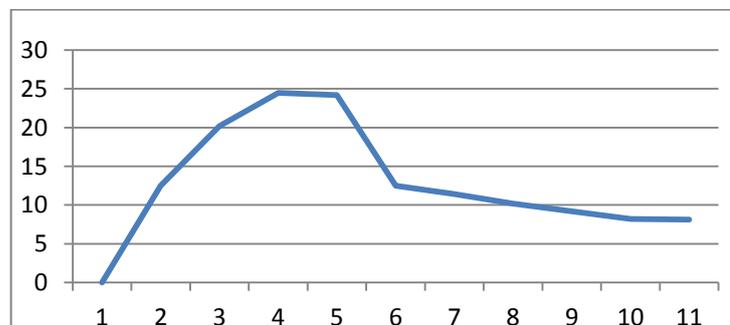


Figura 3. 20.- Curva de la rampa de arranque de la faja

En la plegadora se observó el desarrollo del motor con el variador de frecuencia. Al poseer un arranque controlado no existió pico de voltaje y la velocidad del plegado se incrementó.

La comunicación se consolidó por medio de dos router inalámbricos, los cuales envían los datos ubicados en la DB38 (base de datos) del PLC, a la computadora de procesos, en la cual se puede observar en tiempo real los valores establecidos para su posterior análisis.

CAPÍTULO IV

4.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.- CONCLUSIONES

- Los terminales HMI y el controlador PLC, han evolucionado vertiginosamente para contribuir favorablemente al sistema autónomo de control de procesos y máquinas, por la cual, el sistema implementado contribuye no solo para el mejoramiento tecnológico de la empresa TEIMSA, sino como un logro más para la ESPE Latacunga.
- El diseño e implementación de un sistema HMI sencillo, de fácil manejo, con la capacidad de adaptarse a la operación del trabajador, mejoró el área de trabajo, la rapidez de operación y la apariencia de la misma máquina.
- El variador de frecuencia necesita para entrar en servicio, ajustes de parametrización importantes, como son, la tensión y corriente del motor, estos ajustes deben ser configurados en el convertidor de frecuencia antes de su utilización.
- El software de programación STEP BASIC V10.5, es de fácil manejo y programación, con ciertas diferencias que las anteriores versiones, por lo cual, es necesario la configuración del hardware y conocer ampliamente el manejo de bloques de datos para su manipulación.

- Con la comunicación ETHERNET en la máquina urdidora, se deja implantado la posibilidad de una instalación SCADA entre las máquinas operativas de la empresa. La implementación dependerá de la empresa y se deja saber como un objetivo concluido en el proyecto.
- Los BASIC táctil fue diseñado y creado por SIMENS, para el PLC S7 1200, sin embargo, al poseer comunicación PROFINET, existe la posibilidad de adaptarse con otro tipo de autómeta.
- La implementación de sensores en la máquina como encoder o sensores inductivos, corrigió la precisión del urdido, así como, las respectivas seguridades que debía poseer la máquina y que se perseguía en los objetivos.
- Con la implantación de un horómetro, se logró la implementación de controles de mantenimiento, y con un sistema de adquisición de datos, se implantó un registro para mejorar la productividad del sistema.
- La implantación de un variador de frecuencia G120, con un motor AC SIEMENS en el plegado es una gran ventaja en la máquina, no solo por controlar la eficiencia y los arranques del motor, sino que, al incrementar la velocidad del plegado, disminuye el tiempo de trabajo y mejora en la producción.
- Se implementó protecciones tanto para la programación del PLC y el HMI, como en la parte electrónica, tablero de control (fusibles, breakers, guardamotors). Esto nos ayuda a proteger el sistema como en el software y hardware de la máquina urdidora COMSA, minimizado los problemas de operación y asegurando su correcto funcionamiento.

4.2.- RECOMENDACIONES

- Realizar un reconocimiento técnico de las personas que serán encargadas de la reparación de la urdidora, para su familiarización y facilidad de reparación por posibles fallas en el futuro.

- Implantar un plan de mantenimiento preventivo en la máquina urdidora COMSA EXPO-1250, para evitar posibles fallas en el futuro y paros en su producción los cuales generan pérdidas para la empresa.

- Revisar el manual de operaciones de la urdidora cuando en la misma se produzca un mal funcionamiento o un desperfecto ya que en dicho manual se encuentran sus posibles fallas de funcionamiento con sus respectivas soluciones al problema.

- Tener presente las indicaciones de seguridad y advertencia contenidas en el manual de operaciones antes de poner en funcionamiento la urdidora o para cualquier reparación del nuevo sistema.

- Tener cuidado al manipular el tablero eléctrico tanto en la sección del urdido como en el plegado por parte del operario o al momento de realizar una posible modificación futura en dicho tablero a fin de evitar posibles accidentes.

- Revisar periódicamente y dar mantenimiento al router inalámbrico ya que el mismo se encuentra ubicado en un lugar con alta contaminación de pelusas (área telares) y polvos los cuales podrían impedir la comunicación de datos con el departamento de producción el cual monitorea la urdidora.

4.3.- BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

- [1] Joan Domingo Peña. “Introducción a los Automatas Programables”. Editorial UOC, Aragón. Primera Edición. 2003. PAGES 101,102
- [2] Joan Domingo Peña. “Introducción a los Automatas Programables”. Editorial UOC, Aragón. Primera Edición. 2003. PAGES 166
- [3] José Angulo Usategui, Juan Carlos, Hernández, Mikel Etxebarria Isuskiza. “Electrónica Digital y Programable”. Editorial Copyright. España. Primera edición. 2007.
- [4] Juan Pérez Cruz, Manuel Pineda Sánchez. “Automatización de maniobras industriales mediante autómatas Programables” Editorial UPV, Valencia. 2006. pgs. 46,46
- [5] Enrique Mandado Pérez, Jorge Marcos Acebedo, Celso Fernández Silva, José Quiroga.: “Autómatas Programables Entorno y Aplicaciones”. Editorial Thomson, México, 2005. pg 103
- [6] Enrique Harper: “El ABC de la instrumentación en el control de procesos Industriales”. Editorial Limusa, México, 2004.pgs. 93,94
- [7] Enrique Mandado Pérez, Jorge Marcos Acebedo, Celso Fernández Silva, José Quiroga. “Autómatas Programables y Sistemas de Automatización” Editorial Marcombo, Barcelona España. Segunda Edición, 2009. Pg 67
- [8] Aquilino Rodríguez Penin. “Sistemas SCADA” Editorial Marcombo, Ediciones Técnicas 2007. Barcelona España. 2007. pgs 9-10
- [9] Ramón Pallás Areny: “Adquisición y Distribución de Señales”. Editorial Marcombo, Barcelona España, 1993.pgs 86,87.

- [10] José Mompin Poblet. “Introducción a la Bioingeniería” Editorial. Marcombo, Barcelona España, 1988.pg 63,64
- [11] Josep Balcells, José Luis Romeral. “Autómatas Programables” Editorial Marcombo, Barcelona España, 1997.pg 119
- [12] Enrique Harper. “El ABC de las Maquinas Eléctricas, II Motores de Corriente Alterna” Editorial Limusa, México, 2007. pgs. 275,276
- [13] Gilberto Enríquez Harper. “El ABC del alumbrado y las Instalaciones Eléctricas en baja tensión”. Editorial Limusa. México. Primera Edición 1987.pg 26

MANUALES Y DOCUMENTACIÓN TÉCNICA:

- SIEMENS. (2008). SIMATIC S7-200. Manual del Usuario. Versión en Español. Impreso en Alemania.
- SIEMENS. (2008). WinCC 2008 Compact/ Estándar/ Advanced Manual del Usuario. Versión en Español. Impreso en Alemania.
- SIEMENS. (2005). SINAMICS G120 Variador de frecuencia. Instrucciones de Uso. Versión en Español. Impreso en Alemania.
- SIEMENS. (2007). OP 73micro, TP 177micro. Instrucciones de Servicio. Versión en Español. Impreso en Alemania.
- SIEMENS. (2007). SIMATIC TP 177 micro. Documentación técnica y preliminar. Versión en Inglés. Impreso en Alemania.
- SIEMENS. (2004). Fuentes de alimentación Logo Power. Documentación Técnica. Versión en Español. Impreso en Alemania.

ENLACES WEB

- Wikipedia La Enciclopedia Libre. Automatización industrial. Recuperado el 20 de enero del 2012.
http://es.wikipedia.org/wiki/Automatizaci%C3%B3n_industrial.html

- Wikipedia La Enciclopedia Libre. Laboratorio. Recuperado el 21 de enero del 2012 de <http://es.wikipedia.org/wiki/laboratorio.html>

- Wikipedia La Enciclopedia Libre. Automatización Industrial. Recuperado el 13 de febrero del 2012.
http://es.wikipedia.org/wiki/Automatizaci%C3%B3n_industrial

- Entresistemas. Control de la producción, Recuperado el 14 de febrero del 2012 de <http://www.entresistemas.es/aplicacion/automatizacion.php>

- ER-SOFT, S.A. Nacario Alejandro. Autómatas y comunicaciones industriales. recuperado el 22 de febrero del 2012.
<http://www.er-soft.com/es/noticias/instalaciones-frecuentes-de-automatas-y-redes-de-comunicacion-industrial>

ANEXOS

ANEXO A	TABLA DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS	A1
---------	---------------------------------	----

Tabla A.1 Conductores Eléctricos

INTENSIDAD DE CORRIENTE ADMISIBLE PARA CONDUCTORES DE COBRE (Secciones AWG)								
AISLADOS TEMPERATURA DE SERVICIO: 60° 75° 90°C								
SECCION	SECCION	GRUPO A			GRUPO B			DESNUDO
		TEMPERATURA DE SERVICIO			TEMPERATURA DE SERVICIO			
Nominal (mm) ²	AWG	60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C	
0,32	22	3	3					
0,51	20	5	5					
0,82	18	7,5	7,5					
1,31	16	10	10					
2,08	14	15	15	25	20	20	30	
3,31	12	20	20	30	25	25	40	
5,26	10	30	30	40	40	40	55	
8,36	8	40	45	50	55	65	70	90
13,30	6	55	65	70	80	95	100	130
21,15	4	70	85	90	105	125	135	150
26,67	3	80	100	105	120	145	155	200
33,62	2	95	115	120	140	170	180	230
42,41	1	110	130	140	165	195	210	270
53,49	1/0	125	150	155	195	230	245	310
67,42	2/0	145	175	185	225	265	285	360
85,01	3/0	165	200	210	260	310	330	420
107,2	4/0	195	230	235	300	360	385	490
127	250 MCM	215	255	270	340	405	425	540
152,0	300 MCM	240	285	300	375	445	480	610
177,3	350 MCM	260	310	325	420	505	530	670
202,7	400 MCM	280	355	360	455	545	575	730
253,4	500 MCM	320	380	405	515	620	660	840
304	600 MCM	355	420	455	475	690	740	
354,7	700 MCM	385	460		630	755		
380	750 MCM	400	475	500	655	785	845	
405,4	800 MCM	410	490		680	815		
456	900 MCM	435	520		730	870		
506,7	1000 MCM	455	545	585	780	925	1000	
633,4	1250 MCM	495	590		890	1065		
760,1	1500 MCM	520	625		980	1175		
886,7	1750 MCM	545	650		1070	1280		
1013	2000 MCM	560	665		1155	1385		

ANEXO A	TABLA DE INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS EN EL MERCADO	A2
---------	--	----

Tabla A.2 Interruptores Termomagnéticos Tipos ED2, QJ2, CQD, ED4

Tabla de selección				
Marco	Corriente nominal A	Rango de disparo instantáneo		Interruptor tipo completo
		mínimo	máximo	
ED2 3 polos 240 V.c.a.	15 20 30 40 50 60 70 100			ED23B015 ED23B020 ED23B030 ED23B040 ED23B050 ED23B060 ED23B070 ED23B100
QJ2 3 polos 240 V.c.a.	70 100 150 200 225			QJ23B070 QJ23B100 QJ23B150 QJ23B200 QJ23B225
CQD 3 polos 220/440 V.c.a.	15 20 30 40 50 70 100			CQD315 CQD320 CQD330 CQD340 CQD350 CQD370 CQD3100
ED4, 3 polos 240/480Vc.a.	15 20 30 40 50 70 100 125			ED43B015 ED43B020 ED43B030 ED43B040 ED43B050 ED43B070 ED43B100 ED43B125

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B1
---------	-----------------------	----

1 DESCRIPCIÓN DE LA URDIDORA COMSA EXPO - 1250

1.1. LA MÁQUINA URDIDORA COMSAT EXPO 1250

La urdidora consiste en una máquina utilizada para urdir bobinas de hilos (urdimbres), los cuales son ampliamente utilizados en el proceso textil, para el posterior proceso de tejido y por ende la manufactura de tela.

Dicha máquina es capaz de producir urdimbres de todos los materiales que se conoce como:

- Hilos de filamento
- Hilos de fibra cortadas
- Monofilamentos
- Seda natural y artificial
- Fibras de aramida

1.1.1 COMPONENTES DE LA MÁQUINA

Los elementos que componen la máquina urdidora seccional EXPO 1250 son:

- La urdidora propiamente dicha
- El soporte intermedio
- La plegadora

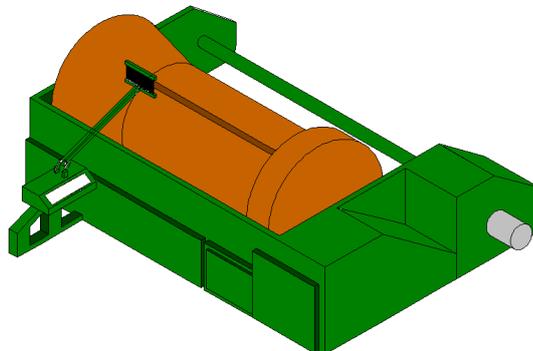


Figura B.1 Esquema físico de la urdidora COMSAT.

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B2
---------	-----------------------	----

- **URDIDORA**

Consiste en un tambor en su parte general, en el cual se produce la parte del urdido. Dicho tambor produce una faja por medio del giro del mismo a un desplazamiento y velocidades controladas.

Las púas es otro elemento de esta parte de la máquina, cuya función es separar los hilos en varios niveles durante el proceso. El establecimiento de dicha separación es dependiente del operario. En el proceso las púas sube automáticamente el peine, para determinar el nivel necesario dependiendo de la acumulación de hilo en la faja.

Además se integra en esta parte de la máquina la función del para-urdimbres, que es un sistema de control de roturas de hilo.

- **SOPORTE INTERMEDIOS**

En este soporte se montan todos los componentes necesarios en función del material.

- **PLEGADORA**

Es la indicada para trabajar con las urdimbres con el diámetro del rollo utilizado para el plegado. En el plegado se controla la distancia total de hilo en cada urdimbre (metraje) y la tensión en la cual fue rebobinado.

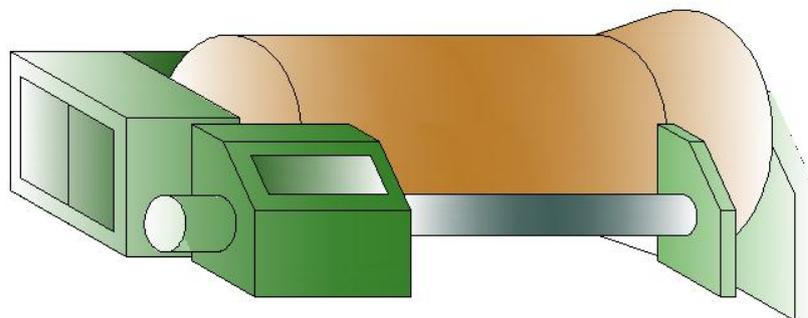


Figura B.2 Esquema físico de la plegadora.

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B3
---------	-----------------------	----

1.1.2 FUNCIONAMIENTO DEL URDIDO

- **URDIDO**

El urdido comienza con la fijación de los parámetros, estableciéndose la opción paraurdimbres cuya función ya antes mencionada es detectar la rotura de algún hilo en el proceso, de producirse el proceso de urdido automáticamente se detiene hasta corregir dicha rotura. La introducción de los hilos que serán urdidos se los coloca en las púas, separándolos por el mecanismo. La ubicación inicial del peine de las púas será establecida por el operario. Después de establecer el ancho de banda y el metraje requerido y ya fijado los hilos en el tambor de la máquina se inicia el proceso de urdido. Por medio de un motor de corriente continua controlado por un variador de velocidad, se produce el giro del tambor, bobinando el grupo de hilos a dicho tambor. Además del proceso de giro se produce el desplazamiento del tambor tomando en cuenta el ancho de banda. Al llegar al metraje requerido la máquina automáticamente se detiene permitiendo que el operario corte los hilos del bobinado y produzca el desplazamiento del tambor a una nueva posición de banda para iniciar nuevamente el proceso del urdido.



Figura B.3 Imagen de la urdidora en el proceso de urdido.

En los *paraurdimbres* se encuentran ubicados los grupo de rollos de hilos que son urdidos, se ubican sensores que detectan cuando el hilo se ha roto. Además de esto, también posee un sistema tensor controlado por aire a presión el cual se utiliza para lograr estirar los hilos y lograr un urdido correcto.

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B4
---------	-----------------------	----



Figura B.4Imagen del tablero de control del paraurdimbres.

- ***PLEGADO***

Después de realizado el urdido se continua con el plegado del hilo. En el plegado se utiliza un bobinador en el cual se coloca los hilos plegados. Por medio de un motor de corriente alterna se produce el giro del plegador controlándose la tensión del hilo por frenos neumáticos y la velocidad por un variador de frecuencia.



Figura B.5Imagen de la plegadora.

1.2. PANEL OPERADOR DE LA URDIDORA

El tablero de control cuenta con la pantalla táctil KTP600, perillas de manejo de faja (sentido y modo) así como pulsadores y un potenciómetro que regula la velocidad de la faja.

La ubicación de los elementos se muestra a continuación:



Figura B.6 Aspecto físico del panel operador.

1.2.1 PERRILLA DE FAJA (MANUAL O AUTOMÁTICO)

Este selector permite la activación de dos modos de operación de la faja MANUAL o AUTOMÁTICO.

NOTA: Se explica claramente esta operación en el capítulo III FAJA

1.2.2 SELECTOR DE FAJA (AVANCE Y RETROCESO)

Con este selector podemos escoger la opción avance para que gire la faja en sentido horario y por ende cumpla la función de fajar, o retroceso para que gire en sentido anti horario retirando lo fajado.

1.2.3 BOTONES DE DESPLAZAMIENTO (AVANCE - RETROCESO)

Los pulsadores de desplazamiento se utilizan en la función desplazamiento. Pulsando el botón derecho la faja se desplaza en avance, con el otro botón es retroceso.

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B6
---------	-----------------------	----

1.2.4 PERRILLAS DE PÚAS (ARRIBA - ABAJO)

Con las perrillas de las púas al girar cada una de ellas cumple la función de subir y bajar.

1.2.5 POTENCIÓMETRO DE VELOCIDAD DE LA FAJA

EL potenciómetro consta de un nivel mínimo de velocidad y un nivel máximo, al ser manipulado es capaz de regular la velocidad de la faja en mando automático.

1.2.6 PARO DE EMERGENCIA

El pulsador tipo hongo es capaz de detener toda operación que esté realizando la máquina en pleno proceso. Como su nombre lo indica se utiliza cuando existiera alguna emergencia y sea necesario parar la máquina en ese instante.

1.2.6 HMI (PANTALLA TÁCTIL)

Los datos y demás elementos de control son utilizados manipulando la pantalla táctil llamado también HMI.

NOTA: Para la manipulación de la pantalla táctil diríjase al capítulo II, MANEJO DEL PANEL OPERADOR.

1.2.7 TORRE LUMINOSA

La torre luminosa entrará en funcionamiento dependiendo de la operación que se esté realizando. La luz roja se encenderá cuando exista un paro de emergencia activado tanto en el urdido como en el plegado.



Figura B.7Torre luminosa, luz roja encendida

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B7
---------	-----------------------	----

La luz amarilla se enciende cuando surge una alarma, la más aplicada en esta máquina sería cuando se activa la opción paraurdimbres, es decir, un hilo roto mientras se faja.



Figura B.8 Torre luminosa, *luz amarilla encendida*

La luz verde se enciende cuando la maquina está encendida y en condiciones normales para su correcto funcionamiento.



Figura B.9 Torre luminosa, *luz verde encendida*

1.3. TABLERO DE CONTROL Y POTENCIA DE LA URDIDORA

El tablero de control y potencia es el lugar en el cual se encuentran los elementos eléctricos utilizados para el control y manipulación de la urdidora CONSAT.

En el interior del tablero se encuentran diferentes elementos los cuales los numeraremos a continuación:

- Un PLC S71200
- Un módulo de expansión de entradas/salidas digitales

- Un swich Ethernet industrial 1277.
- Una fuente SITOP de 24 V
- Transformador de 0.5 KVA
- Fusibles y seccionadores
- Relés de control
- Contactores de potencia
- Borneras

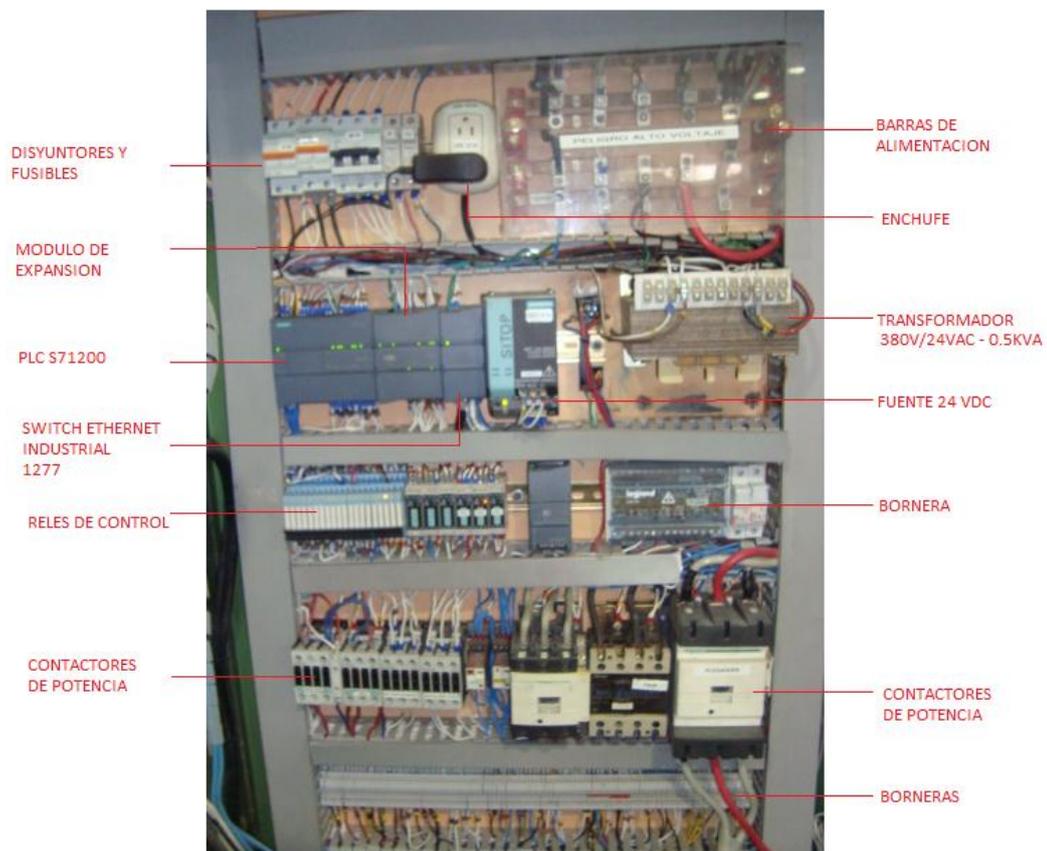


Figura B.10 Aspecto físico del tablero de la urdidora.

1.4. PANEL OPERADOR DE LA PLEGADORA

El tablero de control cuenta con pulsadores, selectores, potenciómetro de regulación, amperímetro y manómetro de presión neumática.

La ubicación de los elementos se muestra a continuación:



Figura B.11 Aspecto físico del panel operador de la plegadora.

1.4.1 MANÓMETRO DE PRESIÓN Y REGULADOR DE PRESIÓN

Este manómetro indica la presión que existe en las zapatas de los frenos, necesario para poder regular la presión de los freno

Con el regulador de presión se determina la presión de los frenos, cuya regulación es criterio del operador.

NOTA: Se explica claramente esta operación en el capítulo III PLEGADORA

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B10
---------	-----------------------	-----

1.4.2 CONTADOR DE METRAJE EN EL PLEGADO

El contador incorporado en la automatización, es utilizado para determinar el número de metraje en el plegado lo más exacto posible.

Esto se lo realiza con un dispositivo tipo rueda que se ubica en el plegado.

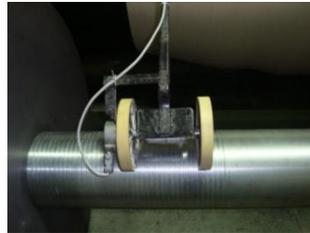


Figura B.12 Dispositivo utilizado para contar el metraje en el plegado.

1.4.3 PALANCA DE FRENO

La palanca de freno se utiliza para activar o desactivar el número de zapatas.

Cuando se ubica en la posición 0 se desactiva todas las zapatas de los frenos y la faja se mueve libremente.

Cuando se ubica en la posición 1 se activa una zapata de los frenos.

Cuando se ubica en la posición 2 se activan dos zapatas de los frenos.

Cuando se ubica en la posición 3 se activan las tres zapatas de los frenos.

Su manipulación y la operación necesaria es decisión del operario.

1.4.4 PULSADORES DE AUMENTO Y DISMINUCIÓN DE LA VELOCIDAD DEL PLEGADO (CONTROL MECÁNICO)

Estos pulsadores permiten el control de la velocidad de giro de la plegadora, diferenciando en un aspecto al regulador de velocidad, el control es mecánico. Esto se realiza para incrementar el torque de la plegadora disminuyendo su velocidad por un sistema de engranes que realiza la transición.

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B11
---------	-----------------------	-----

La regulación es mostrada por un indicador que aparece en la parte superior del tablero de la plegadora, con un valor de 0 a 14.



Figura B.13 Indicador de la regulación del mecanismo que regula la velocidad de plegar.

1.4.5 PULSADORES DE DESPLAZAMIENTO DE LA FAJA

Estos pulsadores realizan la función de desplazar a la faja en avance y retroceso al igual que en el urdido. Esta aplicación se realiza para que el operario pueda regular la posición de la faja antes de plegar.

1.4.6 REGULADOR DE VELOCIDAD DE PLEGADO

No es más que un potenciómetro que permite regular la velocidad de giro del plegado por medio de un variador de frecuencia, el cual, dependiendo de la medida varía la velocidad de un motor de 30HP que se utiliza para el plegado.



Figura B.14 Variador de frecuencia que controla la velocidad del motor del plegado.

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B12
---------	-----------------------	-----



Figura B.15 Motor utilizado para el proceso del plegado.

1.4.6 PULSADOR PARO/MARCHA

Este pulsador es utilizado para la activación o desactivación del plegado. Al ser pulsado una vez se activa el giro del plegado y al ser nuevamente pulsado este se desactiva.

1.4.7 INTERRUPTOR GENERAL DE ALIMENTACIÓN

Se utiliza este interruptor para energizar al plegado o para apagarlo.

1.4.8 AMPERÍMETRO

Indica la corriente consumida por el motor en pleno proceso del plegado.

Este amperímetro es muy utilizado para evitar el exceder la corriente de operación del motor.

1.4.9 SELECTOR DE MANUAL/AUTOMÁTICO

La función del selector es escoger las opciones manual o automático del control mecánico de giro del plegado.

MANUAL.- Se controla por los pulsadores aumentar y disminuir.

AUTOMÁTICO.- Se reduce la velocidad automáticamente de la velocidad del plegado por medio del sistema mecánico de engaños ayudado de un sensor.

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B13
---------	-----------------------	-----

1.4.10 PARO DE EMERGENCIA

Al pulsar este botón se produce un paro inmediato de las operaciones del plegado. Mientras permanezca en esta operación no se podrá operar la maquina.

1.5. ELEMENTOS QUE COMPONEN LA PLEGADORA

Aparte de los elementos expuestos en el tablero de control de la plegadora también se utiliza otros, los cuales son utilizados tanto para regulación como para protección al operario.

1.5.1 PULSADORES REGULADORES DE LA BANCADA

Los pulsadores reguladores de la bancada permiten realizar el movimiento de apertura o cierre de la bancada. Esta función se aplica cuando es necesaria la colocación del rollo de plegar.



Figura B.16 Pulsadores reguladores de la bancada

1.5.2 BARRA DE SEGURIDAD

La barra de seguridad se utiliza para evitar que el operario se acerque al plegador cuando este está en pleno funcionamiento.

Al estar esta barra levantada no es posible activar el plegado, la única manera sería manteniendo pulsado el PULSADOR MARCHA/PARO. Caso contrario inmediatamente se detiene el plegador.

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B14
---------	-----------------------	-----

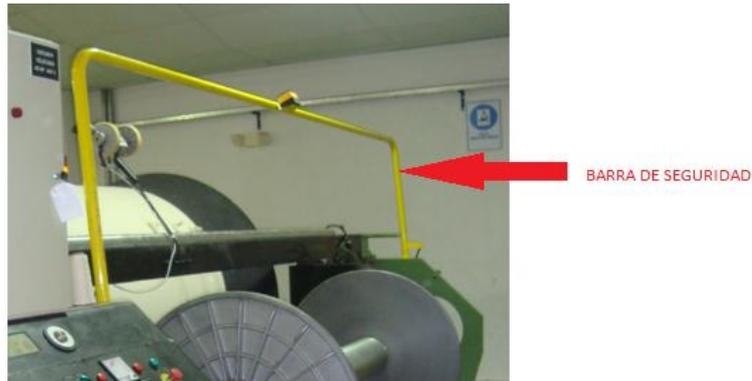


Figura B.17 Barra de seguridad levanta, en esta posición no es posible el correcto funcionamiento del plegado.

1.5.3 SENSOR DE PROXIMIDAD

En el plegado existe un sensor de proximidad que desactiva la operación de la plegadora cuando este es activado. Este se ubica haciendo una horizontal en frente del rollo del plegado evitando que el operador se acerque demasiado al momento de plegar.

1.6. DESCRIPCIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN DE LA URDIDORA

Para el rediseño y automatización de la máquina se ha determinado utilizar un controlador lógico programable que son ampliamente utilizados en la industria. En éste, se programará un software, el cual, se encargará realizar las funciones de la máquina, disminuyendo el número de elementos de control que actualmente posee la máquina, se facilita el hallazgo de posibles fallas futuras en la circuitería, disminuyendo dichas posibles fallas.

Adicionando además se utilizara un sistema HMI con el fin de visualizar las variables y modificarlas, además se controlará el proceso por medio de botones y controladores virtuales. Así se simplificará un complicado control en uno más sencillo, interactivo, con instrucciones y de fácil manejo.

En el diagrama que se muestra a continuación se establece el diseño simplificado de la implementación del sistema de control.

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B15
---------	-----------------------	-----

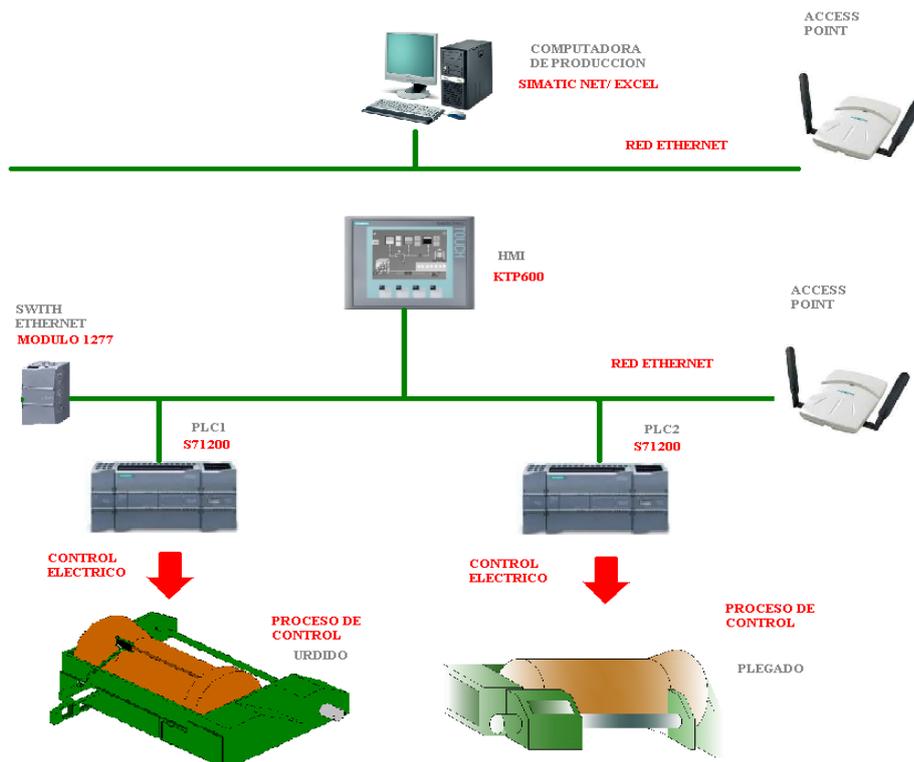


Figura 24B.18 Esquema de conexión y comunicación que posee la urdidora COMSAT

1 RED DE TRANSMISIÓN DE DATOS (ADQUISICIÓN Y COMUNICACIÓN)

La adquisición de las variables requeridas del proceso al departamento de producción se lo realizara por medio de una comunicación.

Para ello se realizo un estudio los protocolos de comunicación que existen en la actualidad los cuales son:

- Ethernet

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B16
<ul style="list-style-type: none"> • Modbus • Profibus • Profinet <p>Se optó por el medio de comunicación Ethernet debido a que el costo es menor a los medios de comunicación anterior y a que el desempeño de la maquina no requiere un protocolo más que su comunicación.</p> <p>Cabe recalcar que además de la adquisición de datos que se recibirá en el departamento de producción, se requerirá la comunicación entre PLC. Esto se realiza por la necesidad de evitar el cableado que posee el sistema actual. Este cableado al ser de una distancia considerable entre el control de la urdidora y la plegadora y el mismo mecanismo por naturaleza que exige el desplazamiento del mismo, existe problemas de rotura de cable, contactos entre cables y por ende problemas en este sistema.</p> <p>Con el actual proceso se evitaran dichos problemas con un solo cable de comunicación Ethernet el cual se manejara libremente en el proceso.</p> <p>1.4.2 DESIGNACIÓN DE FUNCIONES AL CONTROLADOR (ENTRADAS Y SALIDAS).</p> <p>Después de un análisis de las funciones de la maquina y los elementos que involucra su operación y control, se designo de la siguiente manera el número de entradas y salidas del PLC</p>		

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B17
---------	-----------------------	-----

URDIDORA

- **ENTRADAS DIGITALES**
- **Contadores rápidos**

DI	DESIGNACIÓN	ELEMENTO
CONTADOR RÁPIDO HSC1(METRAJE REAL)		
I0.0	Reloj	
I0.1	Sentido	
I0.3	Reset del conteo	
CONTADOR RÁPIDO HSC2(BANDA)		
I0.4	Reloj	
I0.5	Sentido	
I0.7	Reset del conteo	
CONTADOR RÁPIDO HSC3 (METRAJE)		
I1.0	Reloj	
I1.1	Sentido	
I1.2	Reset del conteo	

- **ENTRADAS**

DI	DESIGNACIÓN	ELEMENTO
I1.3	Automático	S16
I1.4	Manual	S17
I2.0	Encendido de la máquina	S0
I2.1	Final de carrera alzado púas	S1
I2.2	Final de carrera bajado púas	S2
I2.3	Final de carrera avance	S3
I2.4	Final de carrera retroceso	S4
I2.5	Selector antihorario faja	S5
I2.6	Selector horario faja	S6
I2.7	Paro de marcha	S7
I3.0	Botón avance	S8
I3.1	Botón retroceso	S9
I3.2	Paros en general	S10, S11, S12
I3.3	Paro foto celda	S13
I3.4	Pedal de marcha	S14
I3.5	Para urdimbres	S15

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B18
---------	-----------------------	-----

- SALIDAS DIGITALES**

DQ	DESIGNACIÓN	ELEMENTO
Q0.0	Motor púas arriba	C1
Q0.1	Motor púas abajo	C2
Q0.2	Motor desplazamiento avance	C3
Q0.3	Motor desplazamiento retroceso	C4
Q0.4	Motor ventilador	C5
Q0.5	Variador de velocidad	C6
Q0.6	Sentido horario motor bota/potro	C7
Q0.7	Sentido anti horario bota/potro	C8
Q1.0	Excitación potro	C9
Q1.1	Excitación bota	C10
Q2.0	Rotor potro	C11
Q2.1	Rotor bota	C12
Q2.2	Electroválvula freno	C13
Q2.3	Electroválvula Urdir-plegar	C14
Q2.4	Velocidad lenta	C15
Q2.5	Velocidad constante	C16
Q2.6	Control de velocidad urdir	C17
Q2.7	Para urdimbres	C18

- ENTRADAS ANÁLOGAS**

AI	DESIGNACIÓN	ELEMENTO
AIW0	Potenciómetro de velocidad urdir	R1
AIW2	Potenciómetro de velocidad plegar	R2

- SALIDAS ANÁLOGAS**

AQ	DESIGNACIÓN	ELEMENTO
AQW0	Señal variable al variador de velocidad	V1

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B19
---------	-----------------------	-----

PLEGADORA

- **ENTRADAS DIGITALES**
- **Contadores rápidos**

DI	DESIGNACIÓN	ELEMENTO
CONTADOR RÁPIDO HSC1(METRAJE REAL EN EL PLEGADO)		
I0.0	Reloj	
I0.1	Sentido	
I0.3	Reset del conteo	

- **ENTRADAS**

DI	DESIGNACIÓN	ELEMENTO
I0.2	Encendido	S20
I0.4	Aumentar velocidad plegado	S21
I0.5	Disminuir velocidad plegado	S22
I0.6	Desplazamiento bancada derecha	S23
I0.7	Desplazamiento bancada izquierda	S24
I1.0	Desplazar urdidor derecha	S25
I1.1	Desplazar urdidor izquierda	S26
I1.2	Freno 1	S27
I1.3	Freno 2	S28
I1.4	Freno 3	S29
I1.5	Encerador	S30

- **SALIDAS DIGITALES**

DQ	DESIGNACIÓN	ELEMENTO
Q0.0	Contactador principal plegado	C20
Q0.1	Contactador encerado	C21
Q0.2	Contactador aumentar	C22
Q0.3	Contactador disminuir	C23
Q0.4	Contactador desplazar bancada derecha	C24
Q0.5	Contactador desplazar izquierda	C25

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B20
---------	-----------------------	-----

2 GUÍA DE USO DE LA MÁQUINA URDIDORA

2.1 USO DE LA PANTALLA TÁCTIL KTP600

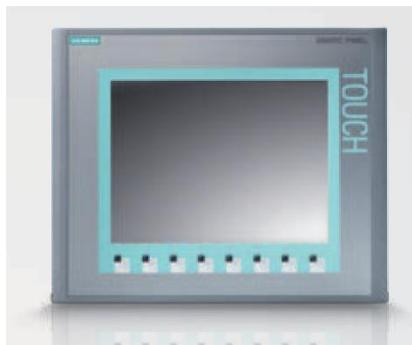


Figura B.19 Aspecto físico de la pantalla táctil KTP600.

2.1.1 ELEMENTOS QUE COMPONEN LAS VENTANAS DE OPERACIÓN



BOTONES VIRTUALES

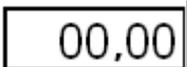
Los botones virtuales al igual que un botón físico cumplen la función de activar o desactivar un proceso al momento de pulsarlo.

¿COMO RECONOCERLO?

Reconocerlo en la pantalla es sencillo, debido a que dicho botón siempre presenta una imagen en 3ra dimensión (sobresale), es decir, como si estuviese ubicado un botón físico.

NOTA: Para reconocer que el botón fue pulsado, el programa da cuenta de ello mostrando un cambio de color del botón.

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B21
---------	-----------------------	-----

❖  **VENTANA DE NUMERACIÓN**

La ventana de numeración permite la visualización y/o la introducción de valores al proceso.

- *Ventana de numeración de visualización.*- Solo permite visualizar valores del proceso pero no es posible ingresar valores por el operario.
- *Ventana de numeración de visualización e introducción.*- Permite la visualización y el ingreso de datos a la pantalla.

Para ingresar valores numéricos por esta ventana solo es necesario pulsar en la zona de la ventana, al hacerlo aparecerá un teclado numérico en el cual se podrá manipular dichos valores, y después ingresarlos.

¿COMO RECONOCERLOS?

Su aspecto es un simple cuadrado en cuyo interior existen números.

❖  **IMÁGENES**

Son simplemente imágenes que se han añadido al entorno para facilitar su utilización al operario.

En algunas imágenes su representación se presenta animada.

2.1.2 ASPECTOS A TOMAR EN CUENTA

Se recomienda antes de utilizar la pantalla táctil tomar en cuenta algunos aspectos:

❖ **LA ACTIVACIÓN DE UN BOTÓN VIRTUAL.**

La pantalla táctil al poseer un botón virtual se activa al contacto con la misma, para lo cual posee un tiempo de seguridad de 200[ms]. Terminado dicho tiempo de contacto con la pantalla táctil, el software entenderá que se está pulsando dicho botón y se activará, así que tome en cuenta lo siguiente:

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B22
<ul style="list-style-type: none"> • Si el pulso es instantáneo, no espere que el botón virtual se active, mantenga un corto tiempo pulsado para que la activación se realice. • El botón virtual es diferente a un botón real, no pulse el botón virtual fuertemente, el simple contacto en el tiempo requerido es suficiente para que se realice la operación requerida. <p>Si la operación no se realiza, no pulse el botón virtual fuertemente, puede ser que la operación no se realizó por otras circunstancias ajenas a la activación del botón o debido a que el pulso fue instantáneo. De ser así vuelva a pulsar el botón pero no fuertemente y con un tiempo prudente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La posición de visualización es importante, trate de tener su punto de observación perpendicular a la pantalla, puede ser que su punto de vista al no ser perpendicular, no pulse la zona que activa el botón virtual. • Si se dificulta la activación de un botón virtual, utilice el comando calibración, donde podrá adiestrarse. <p>Tome en cuenta estos factores al pulsar el botón virtual, y sobre todo que la pulsación de un botón físico no es similar al de un botón virtual. El botón físico requiere una fuerza de pulsación por el mecanismo interno que posee, un botón virtual no lo tiene, así que al pulsar fuerte no ganara nada más que el deterioro de la pantalla.</p> <p style="text-align: center;">❖ LA VISUALIZACIÓN DEL ENTORNO DEL HMI</p> <p>La pantalla fue configurada con un HMI (interface hombre-máquina), fácil de manejar. Al utilizar la pantalla tome en cuenta lo siguiente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trate de mantener limpia la pantalla, libre de polvo aceite o cualquier otro elemento que le imposibilite ver claramente. • Colóquese perpendicularmente a la pantalla para que pueda distinguir claramente las instrucciones de la misma. • No utilice guantes o toallas cuyas superficies sean virulentas. Esto puede provocar que al uso de la pantalla, ésta sufra rayones. • Al quedarse impregnada tierra u otro elemento que posibilite rayones en la pantalla, límpiela. 		

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B23
---------	-----------------------	-----

- NO GOLPEE LA PANTALLA. La pantalla posee un grado IP de soporte al impacto físico, pero el hecho de tenerlo no significa que no se pueda romper o estropear, en lo posible trate de no golpearla.
- NO EXPONER LA PANTALLA AL FUEGO O A UN AMBIENTE SUMAMENTE CÁLIDO. La pantalla puede soportar temperaturas de hasta 80 grados centígrados, pero es recomendable de evitar un ambiente demasiado cálido a la pantalla.

Tome en cuenta que la pantalla no se desgasta, pero está expuesta a todo tipo de rayones o golpes fuertes.

NAVEGACIÓN DEL PANEL OPERADOR DE LA MÁQUINA URDIDORA

2.2.1 ENTORNO DEL PANEL OPERADOR

El panel operador posee un HMI (interface hombre-máquina), de fácil manejo y operación. A continuación se explicará de manera detallada las funciones que realiza cada elemento del mencionado HMI, así como su fácil operación.

2.2.1.1.- Ventana principal

La ventana principal consta de los siguientes parámetros:

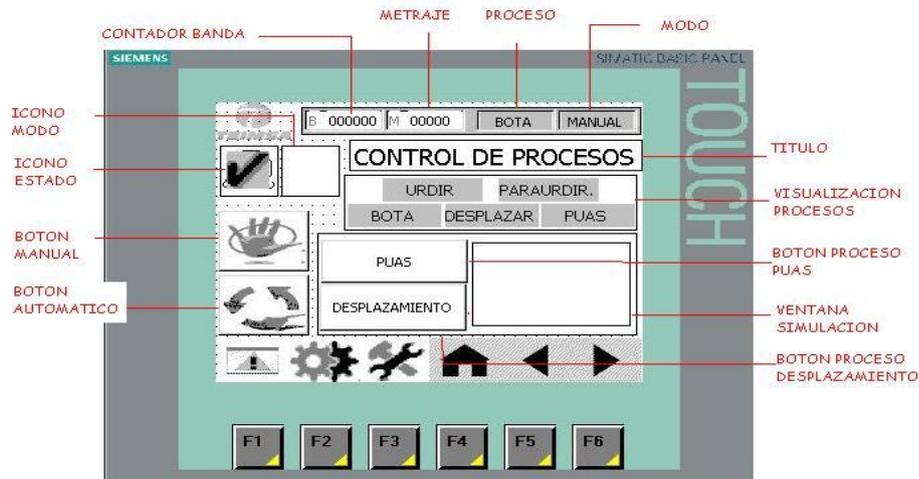


Figura 25B.20 Apariencia de la ventana del panel operador.

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B24
---------	-----------------------	-----

❖ **BARRA DE ESTADO**

La barra de estado indica parámetros de operación de la máquina. Esta barra es permanente en todas las ventanas que posee el HMI.

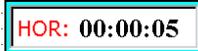
❖ **BARRA DE ESTADO**

La barra de estado indica parámetros de operación de la máquina. Esta barra es permanente en todas las ventanas que posee el HMI.

Elementos de la barra de estado

La barra de estado posee los siguientes elementos

- **HORÓMETRO**



El horómetro indica el tiempo en el orden de horas/minutos/segundos de los cuales ha estado en operación la máquina.

El horómetro comienza su conteo al instante siguientes funciones:

- Funcionamiento de la faja
- Desplazamiento horizontal de la faja
- Funcionamiento de las púas
- Funcionamiento del plegado

- **HORA**

Indica la hora actual, en otras palabras un reloj incorporado para indicar la hora/minutos/segundos reales.

- **METRAJE**

Es el valor aproximado en metros del metraje mostrado en el actual en el proceso.

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B25
---------	-----------------------	-----

- **BANDA**

Es el valor en milímetros del desplazamiento de la faja el cual se muestra en esta casilla.

ALARMA 

El estado alarma indica que existe una falla en alguna parte del proceso y por lo cual la máquina no podrá funcionar correctamente.

❖ **MODOS**

Modos o mandos de ejecución, en esta pestaña, se indica claramente en qué tipo de mando está trabajando la máquina.

Los mandos de ejecución que posee la máquina son:

- **MANUAL** 

En este mando todos los procesos son realizados manualmente.

NOTA: Para mayor información de MANUAL, diríjase al capítulo mandos de ejecución.

- **AUTOMÁTICO** 

El mando automático la activación al ser realizada permanece constante hasta que el operario realice el paro respectivo.

NOTA: Para mayor información de AUTOMÁTICO, diríjase al capítulo mandos de ejecución.

❖ **BARRA DE NAVEGACIÓN**

La barra de navegación es útil para un solo propósito, trasladarse de ventana a ventana. La cual trabaja por medio de los botones de membrana ubicados en la parte inferior de la pantalla.

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B26
---------	-----------------------	-----

NOTA: Las imágenes que aparecen en dicha barra solo como se dijo “imágenes” ubicadas para facilitar el reconocimiento de las ventanas para los operadores, no trabajan como botones virtuales.

En la barra de navegación aparecen elementos como:

- ALARMA 

Configurado en la tecla F1, al ser pulsada esta tecla, se puede acceder a la VENTANA DE ALARMAS la cual puede visualizar las alarmas posibles en ese instante.

- CONFIGURACIONES 

Pulsando la tecla F2, se accede a la VENTANA DE CONFIGURACIONES, en la cual se maneja las opciones de paraurdimbres, tiempo de frenado y calibración de la faja.

- PROCESOS 

Al pulsar la tecla F3, se muestra la VENTANA DE PROCESOS donde se accede a la activación de las funciones PUAS y DESPLAZAMIENTO, además para poder realizarlo de forma manual u automático.

- CONTADORES 

Con la tecla F4 se aparece la VENTANA DE LOS CONTADORES en la cual se puede configurar el METRAJE y la BANDA así como visualizar en tiempo real.

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B27
<p data-bbox="347 566 767 600">- OPCIONES DE OPERACIÓN</p> <p data-bbox="300 633 1356 741">Pulsando la tecla F5, se accede a la VENTANA DE OPCIONES DE OPERACIÓN, en la cual se puede escoger las dos operaciones URDIR para todo las funciones de urdir, y PLEGAR para utilizar la plegadora.</p> <p data-bbox="352 808 603 842">❖ SUBVENTANA</p> <p data-bbox="300 875 1356 947">En la subventana se encuentran ubicados diferentes elementos de control e indicadores del proceso. Según la ventana su configuración se establece.</p> <p data-bbox="300 1014 828 1048">2.3 MANEJO DEL PANEL OPERADOR</p> <p data-bbox="300 1081 1356 1153">A continuación se explicará como navegar en el entorno del panel operador para su fácil manipulación y operación.</p> <p data-bbox="300 1220 1214 1254">2.3.1 VISUALIZACIÓN DEL SOFTWARE DEL PANEL OPERADOR.</p> <p data-bbox="300 1288 1356 1359">Al encender el panel operador, se puede apreciar en aproximadamente 5 segundos, la ventana de iniciación de la pantalla.</p> <p data-bbox="300 1393 1356 1500">ADVERTENCIA: No tratar de manipular de ninguna forma la pantalla cuando aparece este tipo de configuración, cualquier tipo de manipulación podría desconfigurar el sistema y por ende el mal funcionamiento de la pantalla y de la máquina misma.</p> <p data-bbox="300 1568 807 1601">2.3.2 VENTANA DE PRESENTACIÓN</p> <p data-bbox="300 1635 1356 1749">Después de los 5 segundos antes mencionado, se puede ya observar en si la iniciación del HMI, en el cual aparece la pantalla de presentación con el logo de la empresa TEIMSA.</p>		

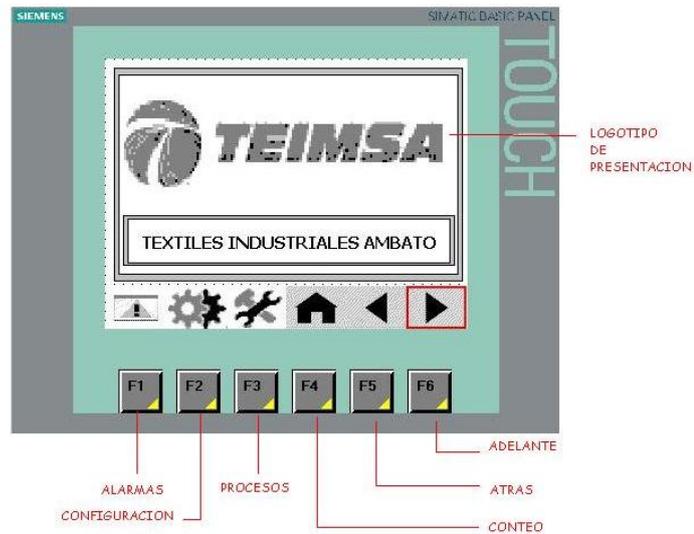


Figura B.21 Apariencia de la ventana de PRESENTACIÓN

Además de el logo de la empresa, en esta ventana se puede observar la clave de bloqueo de la pantalla.

Para seguir adelante será necesario pulsar el botón F5 (OPCIONES DE OPERACIÓN)

2.3.3 OPCIONES DE CONFIGURACIÓN



Figura B.22 Apariencia de la ventana de OPCIONES DE CONFIGURACIÓN.

En la ventana de OPCIONES DE OPERACIÓN se puede observar dos botones, los cuales sirven para elegir la opción URDIR o PLEGAR.

Si se pulsa el botón urdir se accederá a la siguiente ventana de operación:

CONFIGURACIONES

CONFIGURACIONES es una ventana en la cual se indica las opciones necesarias que se deben configurar antes del urdido.



Figura B.23 Apariencia de la ventana del CONFIGURACIONES

Las opciones a configurar son:

❖ PARAURDIMBRES

La opción PARAURDIMBRES hace referencia a la activación de la función paraurdimbres

En esta opción se es capaz de elegir si se desea activar los paraurdimbres o no.

Se recuerda que la función paraurdimbres se escoge para pensar cuando un hilo se rompe cuando se esta urdiendo, si parase eso, se pararía inmediatamente la máquina y se mostraría la ALARMA para que el operario sea capaz de corregir el hilo roto.

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B30
---------	-----------------------	-----



Figura B.24 Visualización de la opción PARAURDIMBRES



Figura B.25 Visualización del TIEMPO DE FRENADO

❖ CALIBRACIÓN

La opción calibración no es más que hacer referencia la operación de urdido pero difiere ya que lo que se mide no es el METRAJE ESTIMADO, sino el METRAJE REAL.

METRAJE ESTIMADO._ Es el metraje contado cuando se realiza el urdido. Este valor hace referencia a la longitud del hilo en metros, pero no exacto sino un estimado.

METRAJE REAL._ El metraje real es el que aparece en el contador de calibrar y solo aparece cuando se elije la opción calibrar. Este valor es obtenido por medio de un sensor que mide el hilo cuando se realiza el urdido, y es la longitud más acertada que se puede tener.

Al elegir está opción, se accede a CALIBRAR la longitud correcta del hilo cuando se realiza el urdido.



Figura B.26 Visualización de la opción CALIBRACIÓN

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B31
---------	-----------------------	-----

❖ TIEMPO DE FRENADO

El tiempo de frenado consiste en el tiempo el cual la faja realiza la transición de velocidad rápida a velocidad lenta para terminar un urdido trabajando en automático. Este tiempo de frenado viene a ser indispensable porque debido a que la faja al cambiar su velocidad rápida a lenta por la inercia que gira la faja le es imposible que reduzca la velocidad y por ende sobrepasa el valor del metraje establecido. Un tiempo de frenado adecuado hace que la faja frene lo suficiente para disminuir su velocidad.



a.- PROCESOS

En la ventana de procesos se elige los procesos que se puede realizar.

Estas son:

- PUAS
- DESPLAZAMIENTO
- ❖ PUAS

El proceso PUAS se utiliza para levantar y bajar dicho elemento del mismo nombre, con ayuda de dos perillas, al activar este proceso permanece remanente siempre este proceso y activo para la manipulación.

❖ DESPLAZAMIENTO

El proceso DESPLAZAMIENTO es utilizado para realizar un avance y retroceso horizontal de la faja, necesario para los operarios tanto para la correcta colocación de la nueva faja o para cualquier otra operación.

Para ello al activar este proceso se desactiva la opción púas y permanece remanente solo bastando los pulsos de avance o retroceso para que realice dicha función.

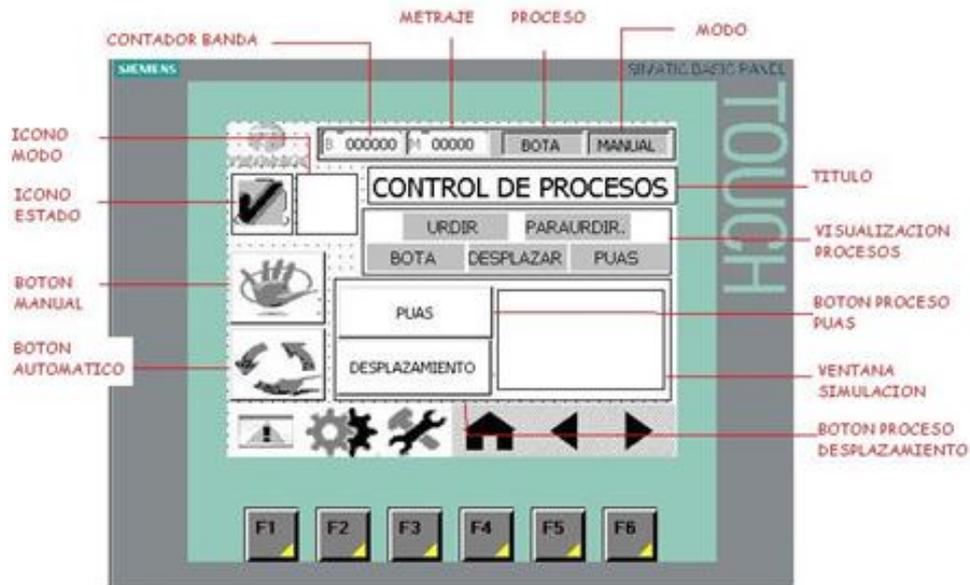


Figura B.27 Ventana de PROCESOS

Además que se puede elegir dichos procesos con dos mandos de operación; manual, automático, los cuales son de fácil elección y según la necesidad y decisión del operario en utilizarlos.

Operación en utilizarlos.

❖  **MANDO MANUAL**

El mando manual es utilizado cuando se requiere realizar los procesos de desplazamiento y púas dependiente de la activación del operario. Es decir mientras permanezca pulsado el botón avance/ retroceso para desplazamiento o las perrillas subir/ bajar para las púas.

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B33
---------	-----------------------	-----

❖ **MANDO AUTOMÁTICO**

Difiere en el mando manual ya que al pulsar el botón avance/ retroceso para desplazamiento o las perrillas subir/ bajar para las púas la función se realiza sola sin necesidad de tener pulsado el botón. Deteniéndose solamente cuando el operario nuevamente vuelve a pulsar el mismo botón que provoco la activación.

b.- ALARMAS 

En la ventana ALARMAS, se puede observar las alarmas que aparezcan en el proceso así como la posible ayuda disponible para su posible corrección

Cuando aparezca una alarma, la ventana mostrara un texto que indique el tipo de alarma, el numero la fecha y la hora que se produzco la alarma.



Figura 26.-Ventana de las ALARMAS

En este caso específico la alarma permanece aparente cuando existe una rotura del hilo mientras se realiza el urdido.

Es decir que se relacionaría la alarma con la rotura del hilo.

c.- CONTADORES 

La ventana CONTADORES permite visualizar los valores de BANDA Y METRAJE tanto actuales como establecidos.

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B34
---------	-----------------------	-----

METRAJE ACTUAL.- Es el valor del metraje en ese instante del proceso.

METRAJE ESTABLECIDO.- ES el valor del metraje deseado por el operario después, de cumplir dicho valor si la faja esta operando se detiene automáticamente.

BANDA ACTUAL.- Es el valor de la banda en ese instante del proceso.

BANDA ESTABLECIDA.- Es el valor de la banda deseado por el operario, después de cumplir dicho valor si se esta operando el desplazamiento, se detiene automáticamente.

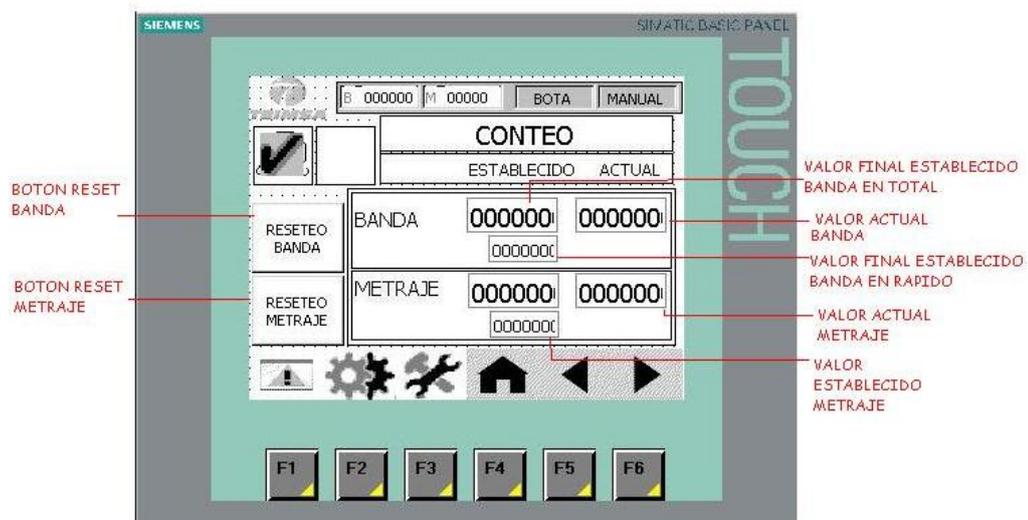


Figura B.28 Ventana de CONTADORES.

d.- BLOQUEO

- ***BLOQUEAR PANTALLA***

Como se dice esta opción se utiliza para bloquear la pantalla, y su utilidad radica en que ninguna persona ajena a la empresa acceda al control de la máquina.

Cabe aclarar que esta opción no inhabilita a la urdidora, sus funciones activas permanecerán trabajando correctamente y sin cambio alguno, la diferencia radica en que nadie podrá obstruir o cambiar el estado de la máquina en esta opción.

¿COMO BLOQUEAR?

Para bloquear la pantalla se pulsa la tecla F5 en la cual aparece un icono en forma de “candado”, despues de pulsarlo aparecerá el siguiente mensaje de dialogo:

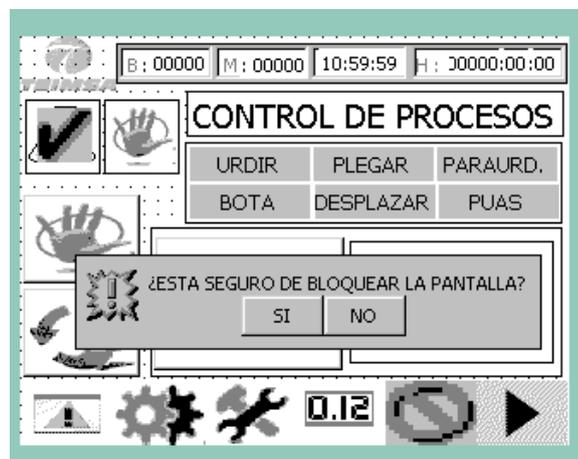


Figura B.29 Apariencia del mensaje de BLOQUEO

La ventana de diálogo te ofrece dos opciones; SI para bloquear definitivamente a la pantalla o NO para no hacerlo.

Si se escoge “SI” aparecerá la ventana bloqueada como se muestra a continuación:



Figura B.30 Pantalla bloqueada

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B36
---------	-----------------------	-----

¿COMO DESBLOQUEAR?

Para desbloquear la pantalla se deberá ingresar la clave de 4 dígitos correctamente al no hacerlo aparecerá el siguiente dialogo, y no se desbloqueara. De hacerlo correctamente la pantalla de bloqueo desaparece y todo queda como antes.



Figura B.31 Pantalla bloqueada con un error del ingreso de la clave

3 MANEJO DE LA URDIDORA

Los procesos que cumple la urdidora en su funcionamiento son:

3.1 FAJA

Es el giro de la faja a velocidad controlada y a un número determinado de metraje establecido por el operario.

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B37
---------	-----------------------	-----



Figura B.32 Apariencia física de la faja

- ***Mando de ejecución:***

Utilizable como faja manual y automática.

- ***Velocidad:***

En faja manual la velocidad no es controlable (velocidad lenta), se regula la velocidad de giro en faja automática.

- ***Distancia:***

Se regula su avance y retroceso de la faja según un mecanismo de engranes, el cual por medio de un medido de pasos, se determina la distancia de desplazamiento de la faja en función de una revolución de la faja [mm/rev].

3.1.1 MODO DE OPERACIÓN

- ❖ **FAJA MANUAL:**

Para que la opción se de, hay que ubicar la perilla de la faja en FAJA MANUAL.

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B38
---------	-----------------------	-----

Esta función se realiza para corregir hilos rotos o para ubicar la posición correcta de la faja.

❖ **AUTOMÁTICO**

Para que la opción se de hay que ubicar la perilla de la faja en FAJA AUTOMATICO.

Con esta opción se da tres operaciones manipulables:

Primero y se mantiene el pulso.- La faja gira a velocidad lenta y se desplaza.

Se suelta el pedal.- Se produce una rampa ascendente de velocidad la faja hasta alcanzar la establecida y se desplaza y solo se detendrá automáticamente al alcanzar el conteaje del METRAJE ESTABLECIDO por el operario o cuando se realice otro pulso al pedal de la faja. Al realizar esto actúan los frenos y detienen la faja.

Para fijar la velocidad de giro de la faja se utiliza una perilla de regulación (potenciómetro).

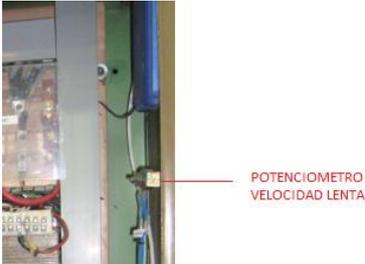


Figura B.33 Perrilla de regulación de velocidad LENTA.

Segundo pulso.- Se detiene automáticamente la faja.

En este proceso se manipula los valores de los parámetros METRAJE ESTABLECIDO FINAL, METRAJE ESTABLECIDO PARCIAL y BANDA ESTABLECIDA.

El METRAJE ESTABLECIDO FINAL cumple la función de detener la faja cuando llegue el conteo a dicho valor, pero al ser muy alta su velocidad de giro y por la inercia, se utiliza el parámetro METRAJE ESTABLECIDO PARCIAL el cual produce un primer paro del giro con la intención de frenar la velocidad y tomar una velocidad lenta y cuando llegue el paro final siempre se detenga en la misma posición.

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B39
---------	-----------------------	-----

Ya terminado de urdir se ubica la faja en una nueva ubicación de urdido, la cual se logra con el parámetro BANDA ESTABLECIDA. Al activar la función retroceso de la faja retrocede hasta llegar a este valor, después de este, se detiene automáticamente la faja y se inicia un nuevo ciclo de funcionamiento

Para activar el desplazamiento de la faja se debe dar un pulso en el botón RETROCESO FAJA.

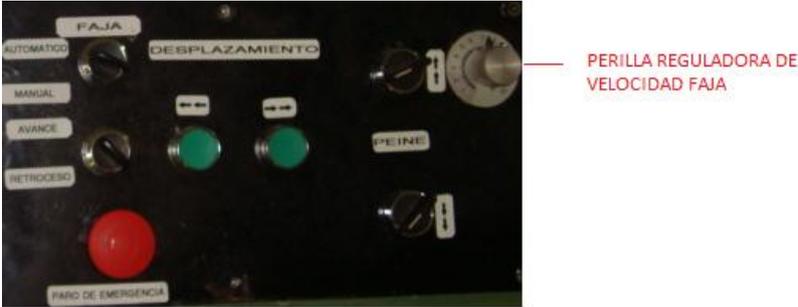


Figura B.34 Perrilla de regulación de velocidad REGULABLE.

3.2 DESPLAZAMIENTO

Es el proceso en el cual la FAJA se desplaza horizontalmente tanto a la derecha como a la izquierda.



Figura B.35 Vista del desplazamiento de la faja.

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B40
---------	-----------------------	-----

- **Mando de ejecución:**

Se utiliza tanto en mando manual y automático.

- **Velocidad:**

No es regulable.

- **Distancia:**

Son regulables las posiciones según el criterio del operador.

3.2.1 MODO DE OPERACIÓN

❖ MANUAL

Active esta opción en la ventana PROCESOS la opción DESPLAZAR.



Figura B.36 Ubicación del botón DESPLAZAR para activar el desplazamiento.

Seleccione el botón manual que se muestra con el icono



ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B41
---------	-----------------------	-----



Figura B.37 Ubicación del botón de mando manual para desplazamiento.

Pulse los botones físicos de desplazamiento, con el de la derecha avanza y con el de la izquierda el botón retrocede.

Mientras permanezca pulsado el botón la faja se desplazara, pero al dejar de pulsar el botón la faja se detendrá.



Figura B.38 Botones de desplazamiento

❖ **AUTOMÁTICO**

Ya hecho todo lo anterior en modo manual, ahora active el botón

AUTOMÁTICO el que se muestra con un icono



ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B42
---------	-----------------------	-----



Figura 27B.39 Ubicación del botón AUTOMÁTICO en la ventana de procesos.

Controle el movimiento con los botones físicos de desplazamiento como ya se menciono anteriormente, pero la diferencia radica en que; al realizar un pulso se desplaza la faja y no importa si deja de pulsar el botón la faja seguirá su curso, la única manera de detenerse seria dando otro pulso.

3.3 PÚAS

Este proceso consiste en levantar las púas en la cual se coloca los hilos necesarios para el urdido.

- **Mando de ejecución:**

Se utiliza manualmente.

- **Velocidad:**

No es regulable

- **Distancia:**

Es regulable dependiendo el criterio del operario en mando manual.

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B43
---------	-----------------------	-----

3.3.1 MANDO DE OPERACIÓN

Para activar este proceso gire las perillas que aparecen en el panel operador, al girar la perilla de arriba subirá las púas y al girar la de abajo bajara.



Figura B.40 Ubicación de las perillas de las púas.

3.4 PLEGADORA

Después del urdido es necesario plegar el hilo. En este proceso el hilo que permanece en la bota de la maquina es rebobinado hacia el plegador.

En este proceso existen parámetros variables de presión de aire de las zapatas y la velocidad de giro del plegador.



Figura B.41 Aspecto físico del plegador.

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B44
---------	-----------------------	-----

- **Mando de ejecución:**

Se utiliza tanto en mando manual.

- **Velocidad:**

Es regulable la velocidad de giro de plegado

- **Distancia:**

No es regulable.

3.4.1 MODO DE OPERACIÓN

Se habilita este proceso pulsando el botón PLEGAR en la ventana OPCIONES.



Figura 28B.42Ubicación del botón PLEGAR para la activación del proceso de plegar.

Para realizar el proceso todo el control de los parámetros y activación están en la parte posterior de la máquina.

Se enciende el control girando el interruptor general de 0 a 1.



Figura B.293 Ubicación del interruptor general energizar el plegador.

Controle la velocidad de giro del plegador por medio del REGULADOR DE VELOCIDAD, la velocidad dependerá del criterio del operario.



Figura B.44 Ubicación del regulador de velocidad de plegado.

Controle el torque mecánico y velocidad por medio de los pulsadores de aumento y disminución de velocidad. Para ello se debe colocar el selector en MANUAL. El control de la velocidad se visualizara en un indicador. La regulación es criterio del operario.



Figura B.45 Imagen indicando como regular la velocidad.

Para activar el plegado es necesario bajar la barra de seguridad, de no hacerlo la activación solo será posible manteniendo pulsado el botón MARCHA/PARO.

Al pulsar el botón MARCHA/PARO se iniciara el proceso del plegado. Para detener dicho proceso es necesario realizar un segundo pulso al botón, en ese momento, la plegadora se detendrá.



Figura B.46 Imagen indicando como poner en funcionamiento el plegado

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B47
---------	-----------------------	-----

4 PUESTA EN MARCHA DE LA MÁQUINA

Para poner en funcionamiento la maquina siga los siguientes pasos:

1.- Encienda la máquina

Gire el swich rojo que se encuentra en la parte inferior frontal de la máquina en sentido horario a las manecillas del reloj para energizar a la maquina. Si no gira es porque ya esta activado.

2.- Maneje las ventanas del panel operador.

Después de unos segundos de encender la maquina aparecerá una pantalla de PRESENTACIÓN del panel operador:



Figura B.47 Ventana de PRESENTACIÓN

Para continuar pulse el botón F6.

Después de esto, aparecerá la siguiente ventana de OPCIONES.



Figura B.48 Ventana de OPCIONES

Con la opción URDIR podrá elegir para trabajar en la urdidora.

3.- Configure los parámetros del proceso.

En la ventana CONFIGURACIÓN DE PROCESOS, configure los parámetros:

- PARA URDIMBRES
- TIEMPO DE FRENADO

Después pulse el botón F4 para acceder a la ventana de CONTADORES y configure los parámetros:

- METRAJE TOTAL
- METRAJE PARCIAL
- BANDA TOTAL
- BANDA PARCIAL

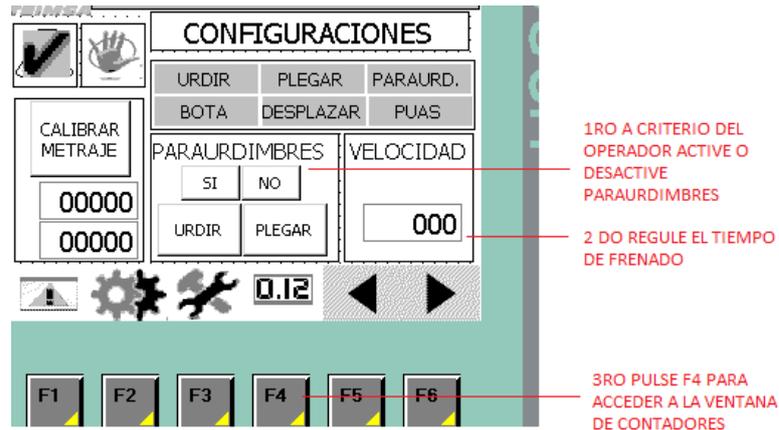


Figura B.49 Ventana de CONFIGURACIÓN DE PROCESOS

NOTA: Para información de configuración de los parámetros del proceso diríjase al tema MANEJO DEL PANEL OPERADOR.

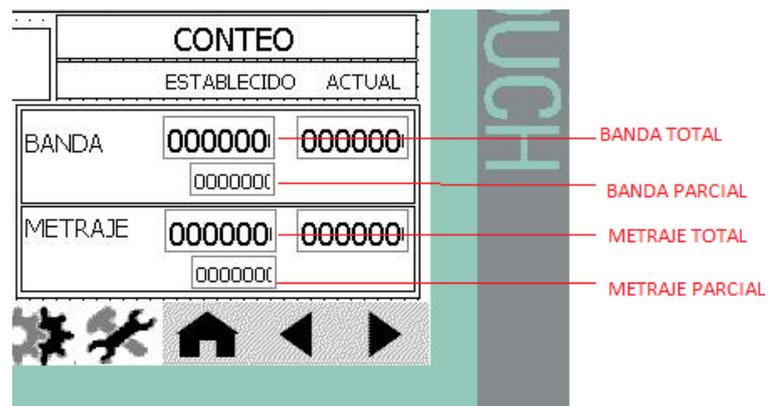


Figura B.50 Ventana de CONTADORES

NOTA: Para información de configuración de los parámetros del proceso diríjase al tema MANEJO DEL PANEL OPERADOR.

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B50
---------	-----------------------	-----

4.- Active la función desplazar.

Pulse el botón F3 para acceder a la ventana de PROCESOS y pulse el botón DESPLAZAR para activar la opción desplazar.

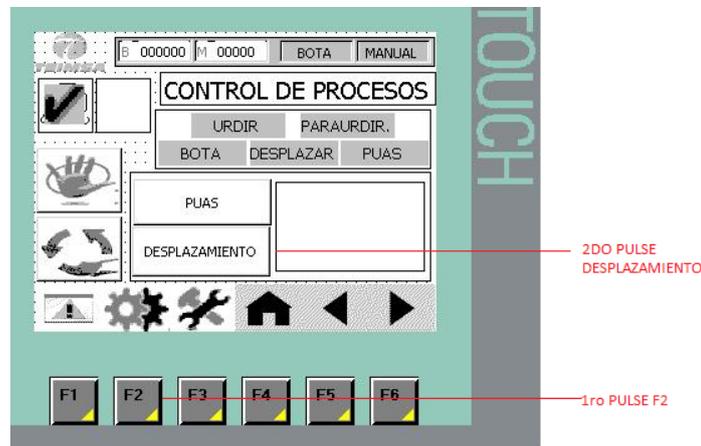


Figura B.51 Ventana de CONTROL DE PROCESOS

Puede elegir las opciones manual o automático.

Con los botones de desplazamiento ubique la faja en la posición inicial para comenzar a urdir.

NOTA: Para mayor información del manejo, diríjase al tema MANEJO DEL PANEL OPERADOR, subtema DESPLAZAMIENTO.

5.- Coloque la hilera en las púas

Coloque los hilos que serán urdidos por medio de las púas. Cada hilo deberá ser ubicado en cada ranura de las púas.

6.- Fije la perilla de la faja en MANUAL y fije la posición inicial de la bota

Después de fijar la perilla en manual pulse el pedal de la faja hasta encontrar la posición inicial para urdir. La posición inicial se reconoce porque en esta aparecen aberturas o agujeros.

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B51
<p>7.- Coloque el hilo en el agujero de la bota.</p> <p>Realice un nudo con los hilos a urdir y colóquelos en el primer agujero de la bota.</p> <p>Coloque el selector de sentido de la faja en avance y gire hasta cierta posición, coloque la cruceta.</p> <p>8.- Calibre los paraurdimbres</p> <p>Revise si el panel de los paraurdimbres esta encendido, revise que la presión sea la correcta de no regule.</p> <p>9.- Calibre la velocidad de giro de la faja</p> <p>Con el regulador de velocidad calibre la velocidad de giro de la faja. La velocidad será a criterio del operador.</p> <p>10.- Calibre la posición de las púas</p> <p>Verifique si las púas están en una posición correcta, de no calibre con las perrillas de las púas.</p> <p>11.- Gire la perrilla de faja en automático y verifique la perrilla de sentido este en avance</p> <p>Gire la perrilla en faja automática y si la perrilla de sentido de la faja está en retroceso, cámbiela a avance.</p> <p>12.- Pulse el pedal de urdido e inicie el urdido</p> <p>Pulse el pedal de urdido, la faja comenzara a girar, cuando verifique que todos los hilos que se encuentran urdiendo están tensionados suelte el pedal, comenzara la segunda velocidad de giro y se inicia el urdido.</p> <p>13.- Si un hilo se rompió anúdelo.</p> <p>De existir un hilo roto la maquina se detiene automáticamente y se presenta la alarma. Cambie la perrilla de la faja en manual, y busque el hilo roto.</p> <p>Si el hilo se encuentra en el urdido deberá retroceder el urdido. Para ello, ponga el sentido de la faja en retroceder, pulse el pedal y desurda.</p>		

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B52
---------	-----------------------	-----

Al encontrar el hilo anúdelo y ubique los hilos de manera que se pueda urdir nuevamente. Cambie a faja automática y reinicie el urdido.

14.- Verifique el metraje y termine un urdido.

Verifique si se detuvo la faja en el metraje exacto ingresado. Pase la cruceta fijando los hilos en el urdido y después de ello corte los hilos e introdúzcalos en lo que se ha urdido tratando de mantenerlos fijos para un nuevo urdido.

15.- Retome la posición de banda para un nuevo urdido

Pulsando el botón de retroceso de los pulsadores de desplazamiento retroceda automáticamente la faja hasta la banda introducida. Después de alcanzar ese valor automáticamente la faja se detendrá.

16.- Resetee valores e inicie un nuevo urdido

5 POSIBLES PROBLEMAS Y SOLUCIONES

En la máquina existe la posibilidad de que existan fallas de funcionamiento, a continuación se trata de determinar las posibles fallas y por ende sus soluciones.

PROBLEMA 001

No existe desplazamiento de la faja.

POSIBLES CAUSAS:

1. No se ha activado el botón DESPLAZAR en el HMI.
2. No se ha pulsado correctamente los botones de desplazar.
3. No está energizado el controlador.
4. No existe señal de entrada.
5. No hay comunicación entre el PLC y el HMI.
6. No se activa el relé de control.
7. No se activa el contactor de desplazamiento.

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B53
<p>8. Falla del variador de frecuencia del motor de desplazamiento.</p> <p>9. Falla de la fuente SITOP.</p> <p>10. Falla del transformador.</p> <p>11. Falla en el sistema mecánico.</p> <p>SOLUCIONES:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Verifique que se haya pulsado correctamente el botón desplazar. Al ser pulsado el botón cambia de color de blanco a gris. 2. Mantenga pulsado el botón. Si no hay solución, desarme y verifique que el pulsador se esté activando, verifique si no existe cables sueltos y si todo esta correcto. 3. Verifique si el fusible de 240VAC no está quemado. De estarlo cámbielos. Verifique si existe 240VAC en la alimentación del PLC, de no haberlo verifique los cables de conexión, si no existe alguno suelto. 4. Verifique si el disyuntor de 24VDC este en ON, o si este no está averiado. Verifique que exista señal de 24 VDC en la entrada I2.4, al pulsar el botón avance o retroceso en el panel operador. 5. Verifique que los iconos y demás elementos del HMI aparezcan o estén acorde a lo que se realiza, de no estarlo, revise el swich Ethernet industrial, si esta energizado, también revise si las lámparas de señalización que posee el swich están encendidas, de no estarlo, verifique si el cable Ethernet que se encuentra entre el tablero de potencia y el panel operador esta correcto. 6. Revise que el relé de control donde están los números 010, 012 y 013 se están activando, de no estarlo cambie la bobina del relé, verifique que existe 24 VAC entre los terminales 010 y 2, 012 y 2, para avance o 010 y 2, 013 y 2 para retroceso. 7. Verifique si el variador de frecuencia se está encendiendo. Verifique si existe 24 VAC entre los terminales 12 y 4, o 13 y 4. 		

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B54
<p>PROBLEMA 002</p> <p><i>No gira la faja.</i></p> <p>POSIBLES CAUSAS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. No se ha pisado el pedal de la faja. 2. El regulador de velocidad (potenciómetro) está en un valor mínimo. 3. No está energizado el controlador. 4. No existe señal de entrada. 5. No se activa el relé de control. 6. No se activa los contactores inversores de giro. 7. Falla del variador de velocidad. 8. Se averió el puente rectificador. 9. Falla de la fuente SITOP. 10. Falla del transformador. 11. Falla de frenos. 12. Falla en el sistema mecánico. <p>SOLUCIONES:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Verifique que se está aplastando correctamente el pedal. Revise si la perrilla de sentido de giro está ubicado ya sea derecha o izquierda si está en la posición central la faja no gira. 2. Verifique si el regulador del potenciómetro esta en un valor acorde para que haya velocidad de giro, caso contrario revise el potenciómetro. 3. Verifique si el fusible de 240VAC no está quemado. De estarlo cámbielos. Verifique si existe 240VAC en la alimentación del PLC, de no haberlo verifique los cables de conexión, si no existe alguno suelto. 4. Verifique si el disyuntor de 24VDC este en ON, o si este no está averiado. Verifique que exista señal de 24 VDC en la entrada I1.5, al pulsar el pedal. 5. Revise que el relé de control donde están los números 015, 016, 018, 036 se están activando, de no estarlo cambie la bobina del relé, verifique que existe 24 VDC entre los terminales 015 y 2, 018 y 2, 036 y 2 para avance o 016 y 2, 018 y 2, 036 y 2 para retroceso. 		

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B55
<p>1. Verifique si hay señal de 24VAC en los contactores inversores con los terminales de control 15 para el sentido horario y 16 para el sentido anti horario.</p> <p>2. Verifique si hay alimentación de 380 VAC en el variador de velocidad, revise el terminal 33 y 4 existe 24 VAC, verifique si el Contactor VARIADOR se está activando.</p> <p>3. Revise el voltaje de salida del rectificador su valor debe ser superior a los 200 VDC.</p> <p>4. Observe si la fuente SITOP está encendida, de no estarlo revise que los fusibles de 24 VDC están correctos de no estarlos cámbielos.</p> <p>5. Verifique que en las borneras del transformador exista 24 VAC. Verifique si el disyuntor de 24 VAC esta correcto.</p> <p>PROBLEMA 003</p> <p><i>No funcionan las púas.</i></p> <p>POSIBLES CAUSAS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. No se está girando en su totalidad las perrillas que activan las púas. 2. Se averió el puente rectificador. 3. No se activa los contactores inversores de giro. 4. No hay alimentación de voltaje. 5. Falla en el sistema mecánico. <p>SOLUCIONES:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Trate de girar correctamente las perrillas que activan las púas de no activarse, revise si la perrillas están en perfectas condiciones, desmonte el panel operador, revise que no exista cables sueltos. 2. Verifique si hay alimentación de 24VAC en el puente rectificador, revise si el embrague está alimentado con un voltaje superior a los 20VDC. 3. Verifique si se están activando los contactores inversores de las púas que se encuentran en ubicados debajo de las púas. 4. Verifique que exista voltaje de 380 VAC entre los terminales 20, 21 y 22. 5. Verifique si el mecanismo no está bloqueado o un elemento extraño le impide levantar o bajar las púas. 		

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B56
<p data-bbox="300 566 528 600">PROBLEMA 004</p> <p data-bbox="300 669 1252 741"><i>No se desplaza la faja cuando se está urdiendo tanto en las opciones URDIR y PLEGAR.</i></p> <p data-bbox="300 775 571 808">POSIBLES CAUSAS:</p> <ol data-bbox="347 842 778 1066" style="list-style-type: none">1. Se averió el puente rectificador.2. Problemas en el embrague3. No se activa el relé de control.4. Falla de la fuente SITOP.5. Falla del transformador.6. Falla en el sistema mecánico. <p data-bbox="300 1111 507 1144">SOLUCIONES:</p> <ol data-bbox="347 1178 1356 1715" style="list-style-type: none">1. Verifique el puente rectificador, el voltaje de entrada debe ser 24VAC y el de salida debe superar los 20VDC.2. Verifique si existe el correcto contacto entre la parte fija de alimentación y la parte móvil que viene a ser el embrague en sí, limpie la superficie por la cual hay contacto en el embrague.3. Revise que el relé de control donde está el número 032 se están activando, de no estarlo cambie la bobina del relé, verifique que existe 24 VDC entre los terminales 032 y 2.4. Observe si la fuente SITOP está encendida, de no estarlo revise que los fusibles de 24 VDC están correctos de no estarlos cámbielos.5. Verifique que en las borneras del transformador exista 24 VAC. Verifique si el disyuntor de 24 VAC esta correcto.6. Verifique si el mecanismo no está bloqueado o un elemento extraño le impide el desplazamiento de la faja.		

ANEXO B	MANUAL DE OPERACIONES	B57
---------	-----------------------	-----

PROBLEMA 005

No funciona el plegador.

POSIBLES CAUSAS:

1. No se ha energizado la plegadora.
2. Problemas el variador de frecuencia.
3. No hay comunicación en el controlador del plegado.
4. No existe señal de entrada.
5. No se activa el relé de control.
6. No se activa el Contactor del plegado.
7. Falla en el sistema mecánico.

SOLUCIONES:

1. Verifique si el interruptor general está en la posición 1. Revise si existe 380 VAC en la alimentación de la plegadora.
2. Verifique si el regulador del potenciómetro esta en un valor acorde para que haya velocidad de giro, caso contrario revise el potenciómetro, revise si el variador de frecuencia esta activado, revise si está trabajando correctamente.
3. Verifique si otras operaciones como desplazar la faja, se están realizando correctamente, de no, revise el swich de Ethernet industrial, revise el cable de comunicación.
4. Verifique si en la entrada del PLC I04 está recibiendo 24VDC al pulsar el botón MARCHA/PARO, verifique si en el HMI se coloco ya la opción plegar.
5. Revise que el relé de control donde están los números 037, se están activando, de no estarlo cambie la bobina del relé, verifique que existe 24 VDC entre los terminales 037 y 2.
6. Verifique si hay señal de 24VAC en el contactor del plegado con los terminales de control 35, verifique si existe 24VAC entre los terminales 35 y 4.
7. Verifique si el mecanismo no está bloqueado o un elemento extraño le impide su funcionamiento.

ANEXO C

PROGRAMACIÓN EN PLC S71200

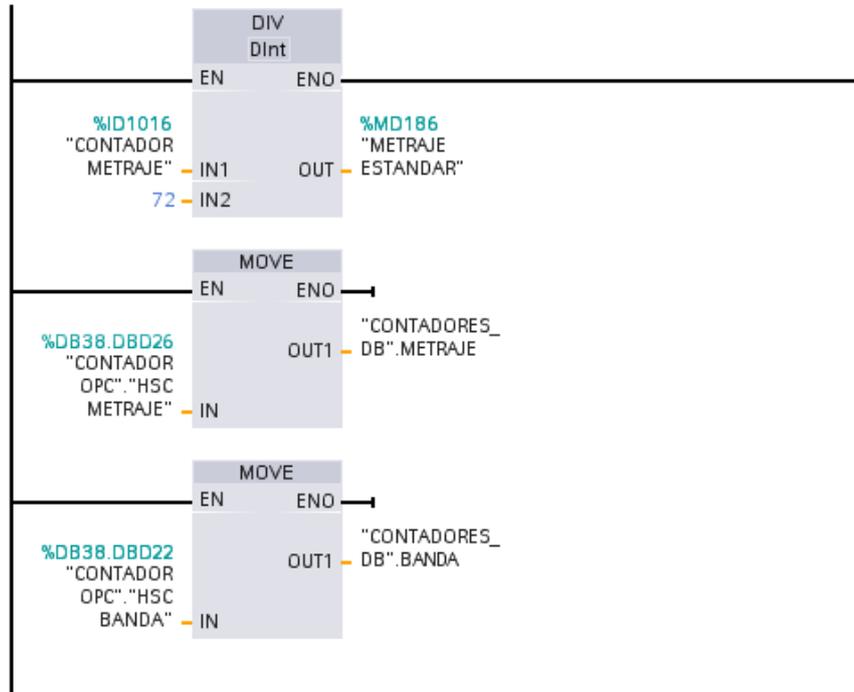
C1

▼ Título del bloque:

Comentario

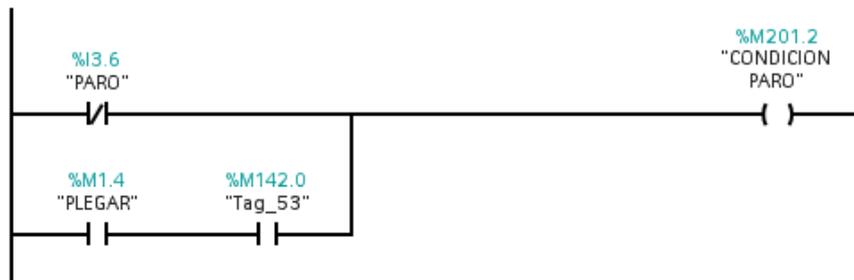
▼ Segmento 1:

PARAMETRIZACION DE LOS VALORES DEL SENSOR ENCODER PARA EL METRAJE



▼ Segmento 2:

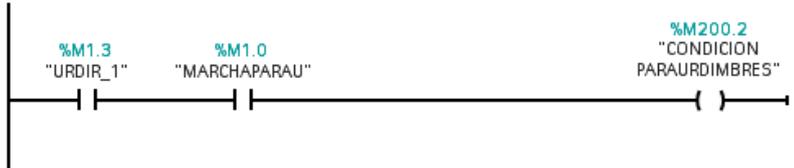
CONDICIONES PARA PARO



ANEXO C	PROGRAMACIÓN EN PLC S71200	C2
---------	----------------------------	----

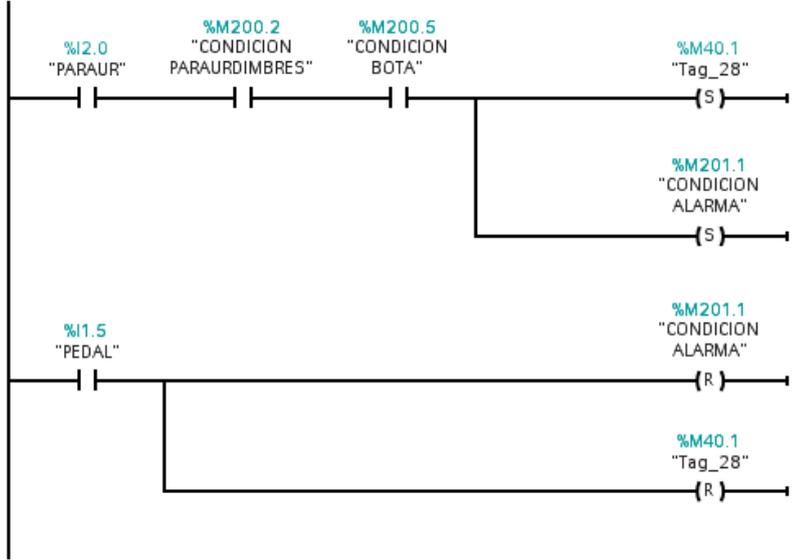
▼ **Segmento 3:**

CONDICION PARA URDIMBRES



▼ **Segmento 4:**

CONDICIONES PARA ALARMA



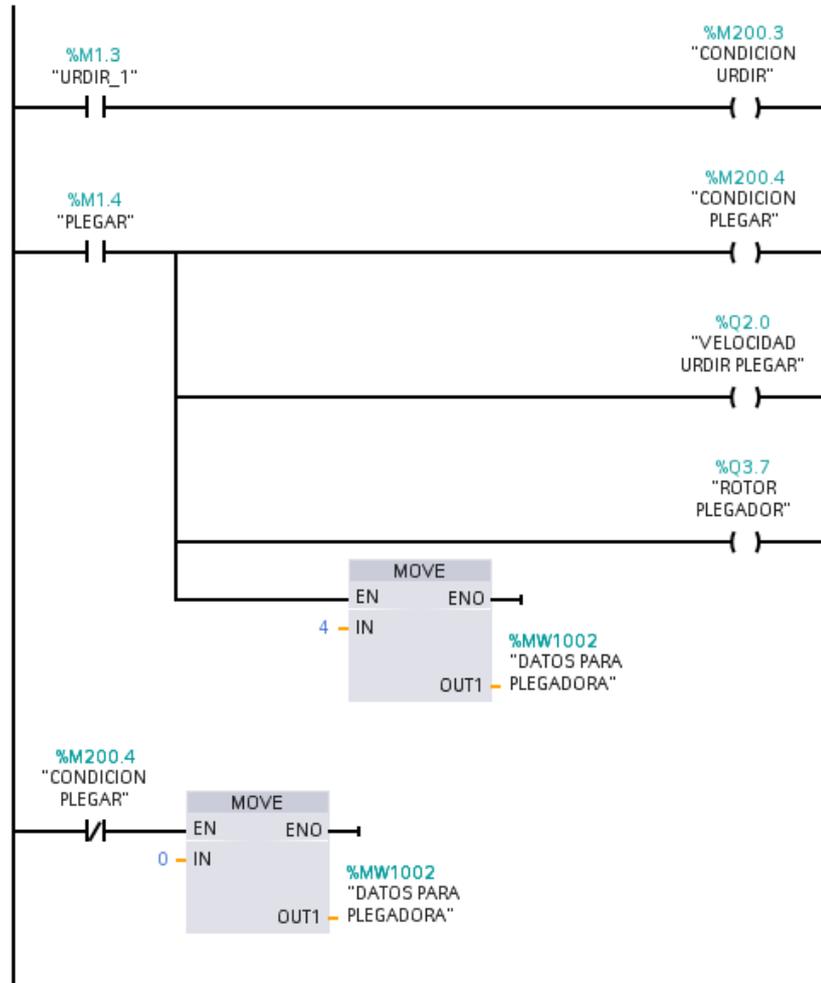
▼ **Segmento 5:**

CONDICIONES NORMALES



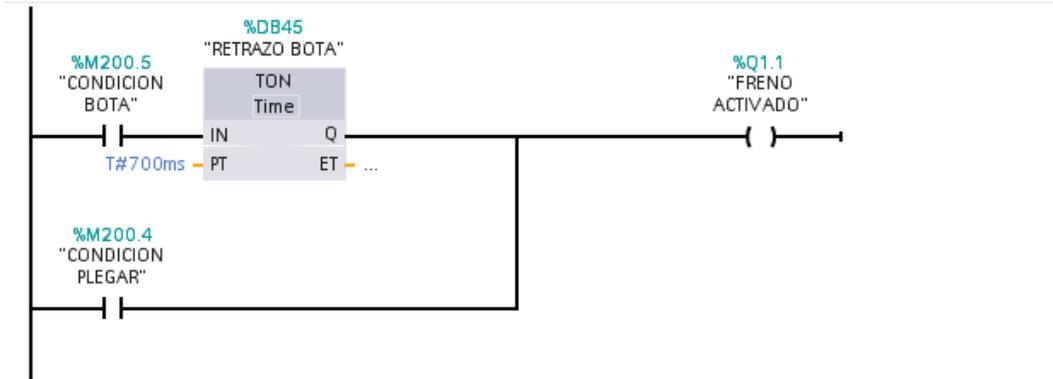
▼ Segmento 6:

CONDICIONES URDIR Y PLEGAR



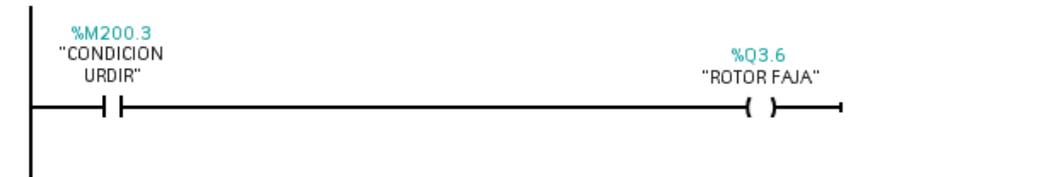
▼ Segmento 7:

RETRAZO AL ARRANQUE DE LA FAJA



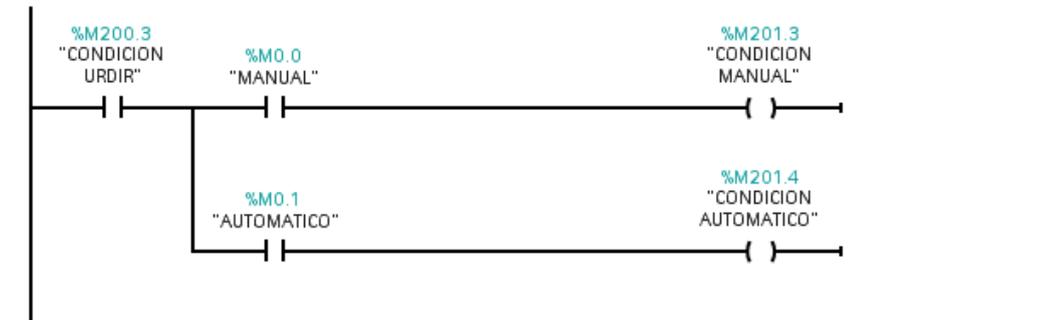
▼ **Segmento 8:**

CONTACTOR DEL ROTOR FAJA



▼ **Segmento 9:**

CONDICIONES MANUAL O AUTOMATICO



▼ **Segmento 10:**

CONDICION CALIBRAR

|

ANEXO C	PROGRAMACIÓN EN PLC S71200	C5
---------	----------------------------	----



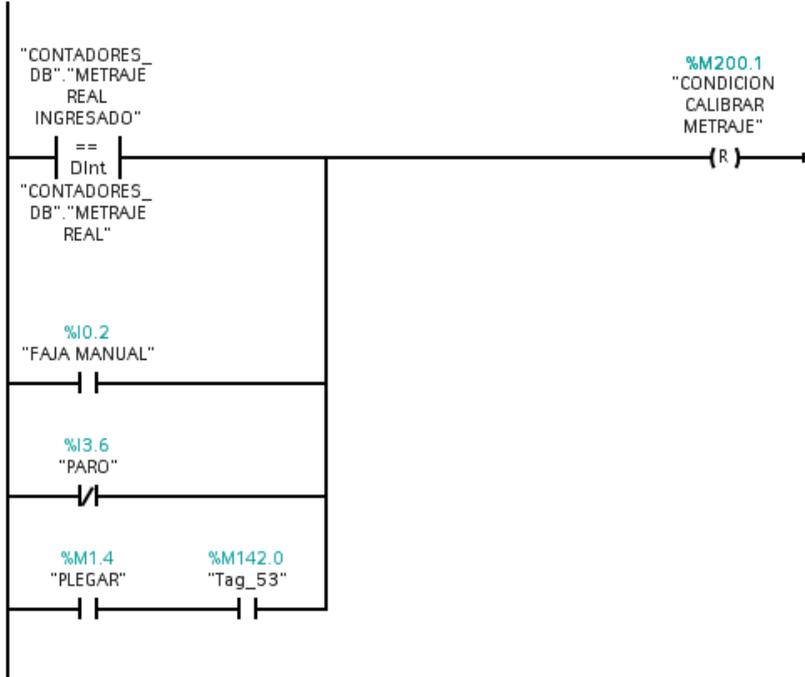
Segmento 11:

CONDICION DESPLAZAR



Segmento 12:

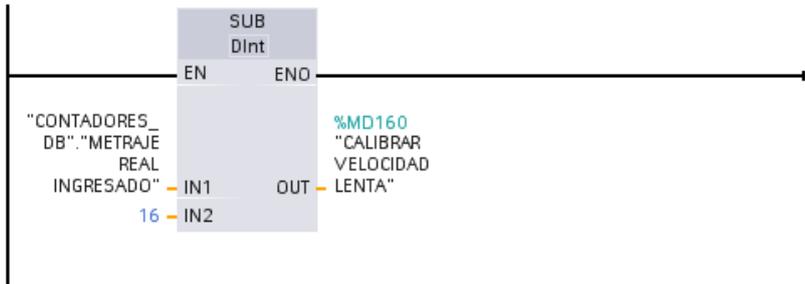
CALIBRAR - RESET A LA CONDICION CALIBRAR METRAJE



ANEXO C	PROGRAMACIÓN EN PLC S71200	C6
---------	----------------------------	----

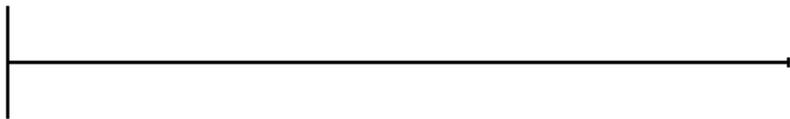
▼ Segmento 13:

Comentario



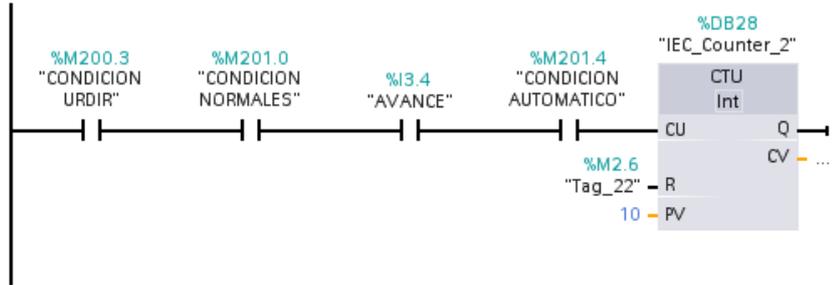
▼ Segmento 14:

CALIBRACION - CAMBIO DE VELOCIDAD RAPIDA A LENTA DE LA FAJA



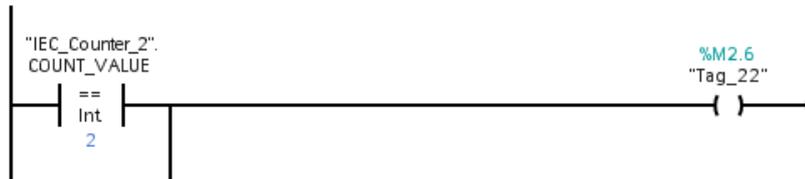
▼ Segmento 15:

DESPLAZAMIENTO AVANCE AUTOMATICO- ACTIVACION DEL FLIT FLOW



▼ Segmento 16:

DESPLAZAMIENTO AVANCE AUTOMATICO - RESET FLIT FLOW

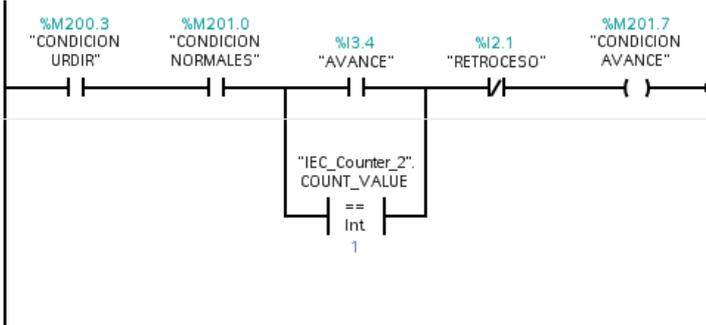


ANEXO C	PROGRAMACIÓN EN PLC S71200	C7
---------	----------------------------	----



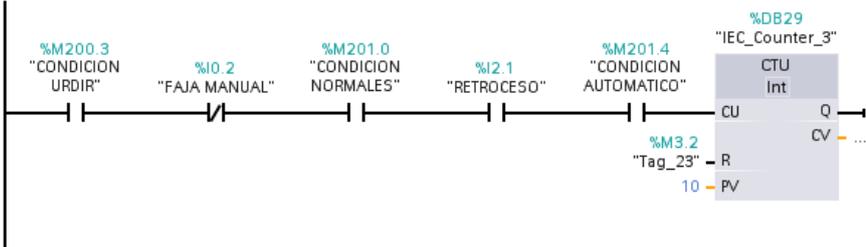
Segmento 17:

DESPLAZAMIENTO AVANCE



Segmento 18:

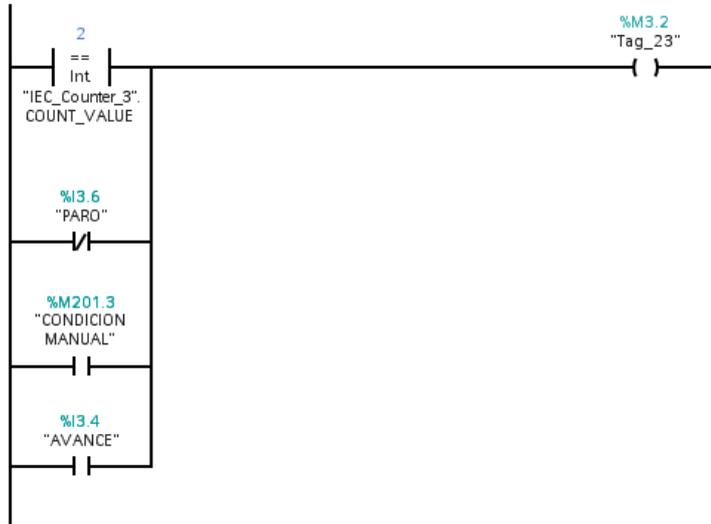
DESPLAZAMIENTO RESTROCESO AUTOMATICO- ACTIVACION DEL FLIT FLOW



ANEXO C	PROGRAMACIÓN EN PLC S71200	C8
---------	----------------------------	----

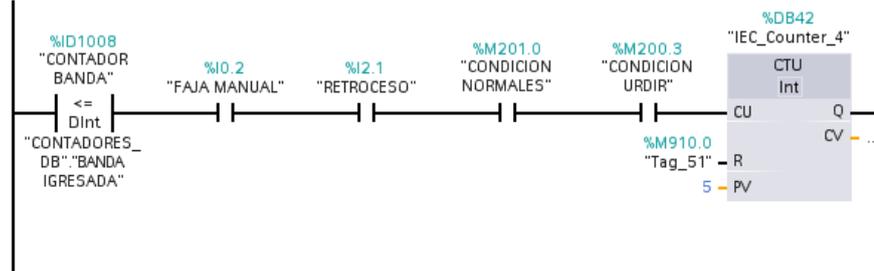
Segmento 19:

DESPLAZAMIENTO RESTROCESO AUTOMATICO- RESET DEL FLIT FLOW



Segmento 20:

FAJA - DESPLAZAMIENTO BANDA - ACTIVACION DEL FLIT FLOW

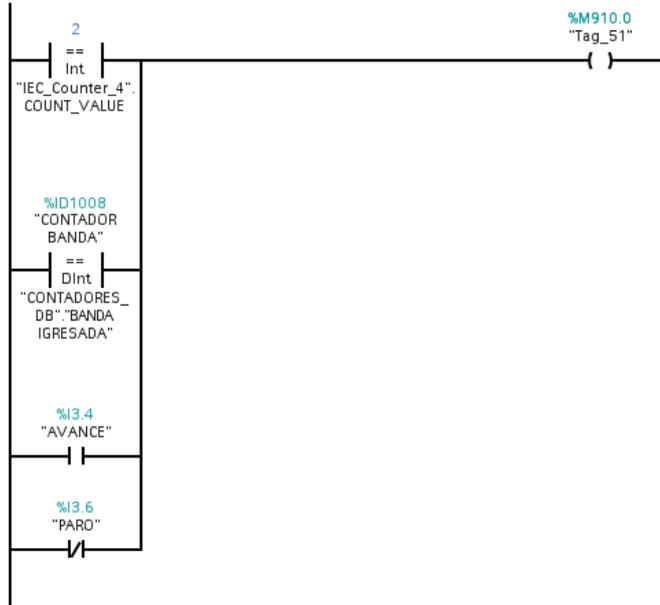


Segmento 21:

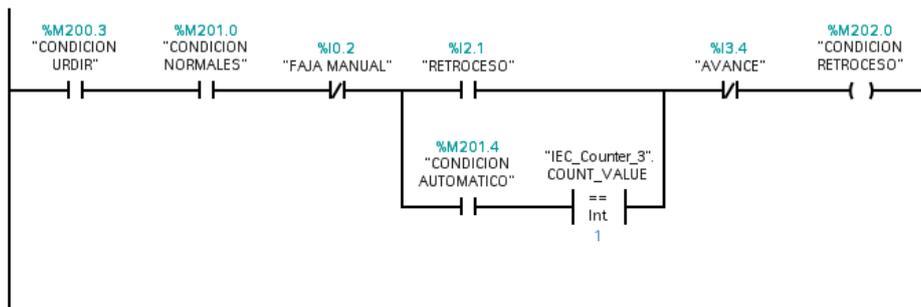
FAJA - DESPLAZAMIENTO BANDA- RESET DEL FLIT FLOW



ANEXO C	PROGRAMACIÓN EN PLC S71200	C9
---------	----------------------------	----

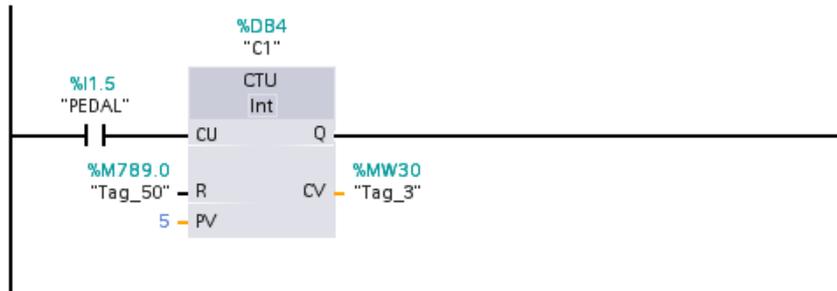


Segmento 22:
 DESPLAZAMIENTO RETROCESO- CONDICION RETROCESO

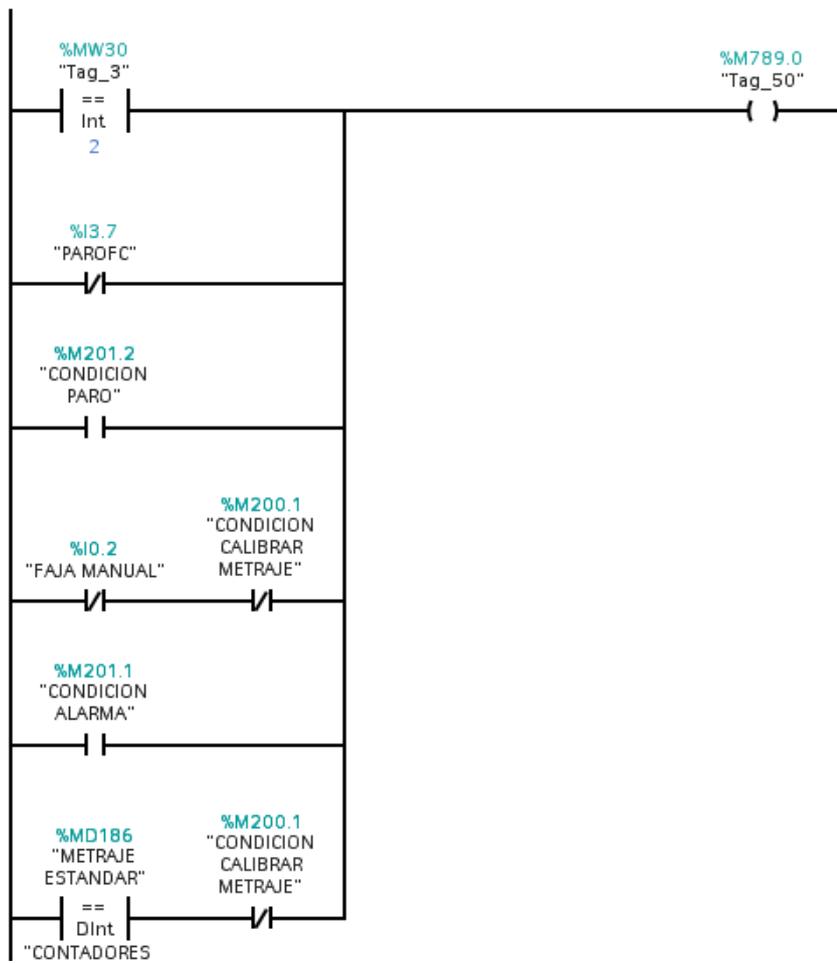


Segmento 23:
 FAJA - ACTIVACION FLIT FLOW

ANEXO C	PROGRAMACIÓN EN PLC S71200	C10
---------	----------------------------	-----



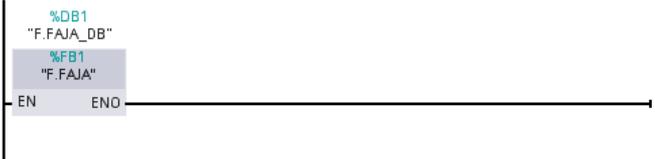
Segmento 24:
 FAJA- RESET DEL FLIT FLOW



ANEXO C	PROGRAMACIÓN EN PLC S71200	C11
---------	----------------------------	-----

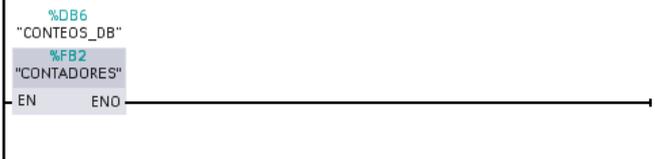
▼ **Segmento 25:**

FUNCIÓN FAJA



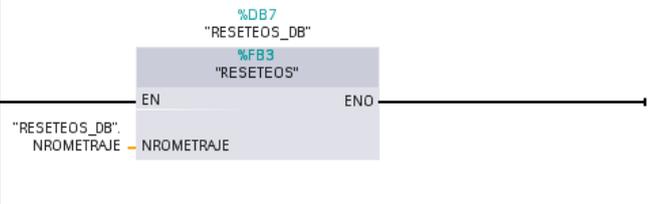
▼ **Segmento 26:**

FUNCIÓN CONTEO



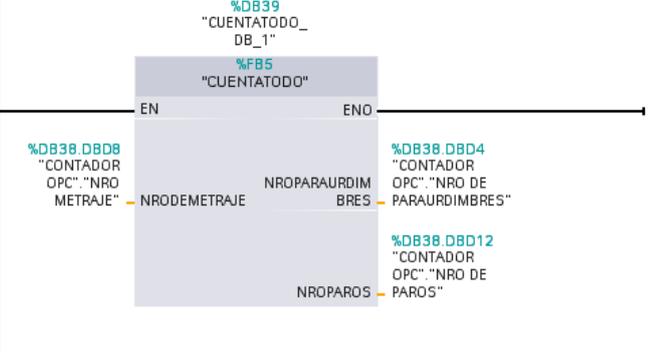
▼ **Segmento 27:**

FUNCIÓN RESETEO

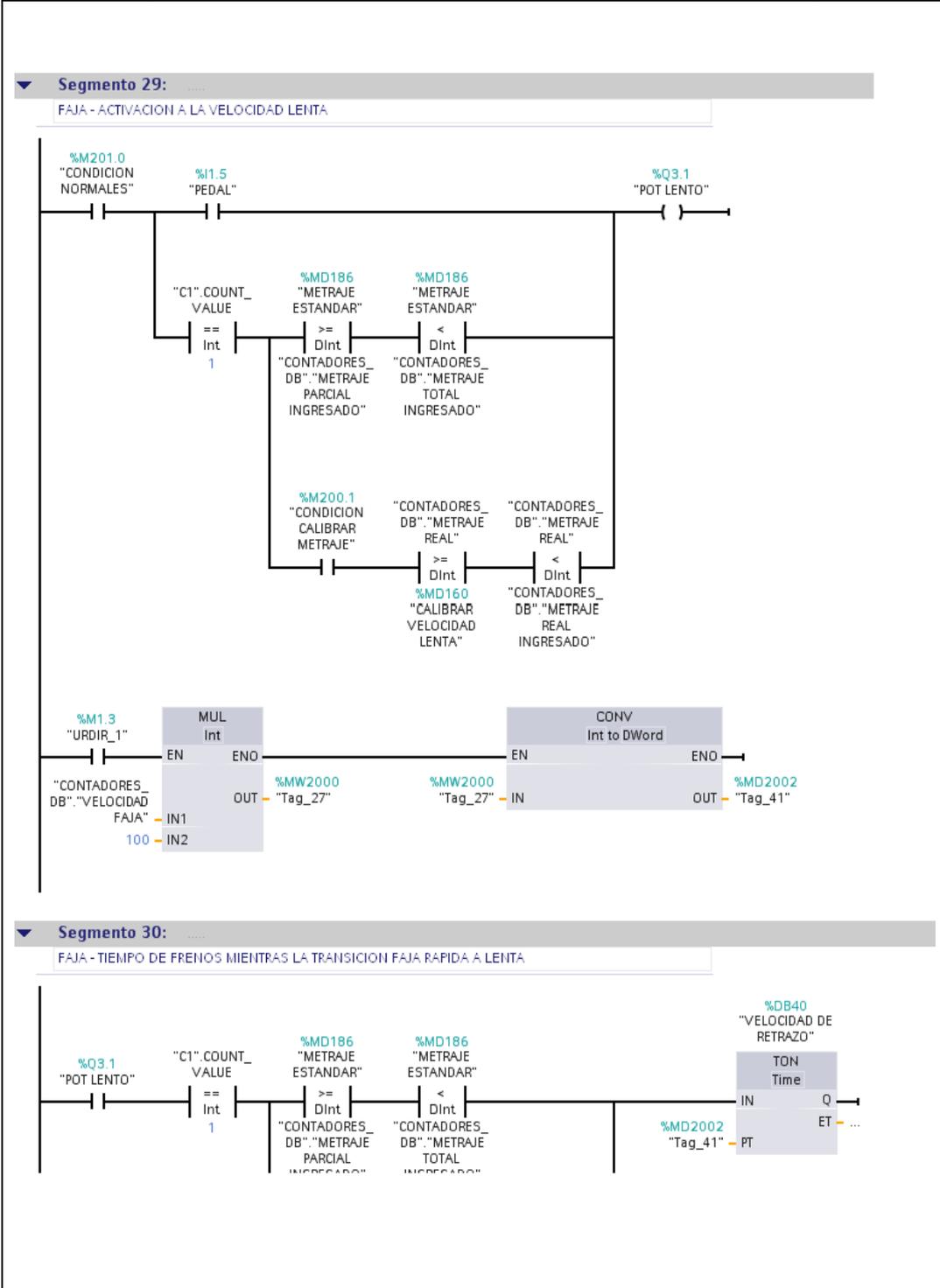


▼ **Segmento 28:**

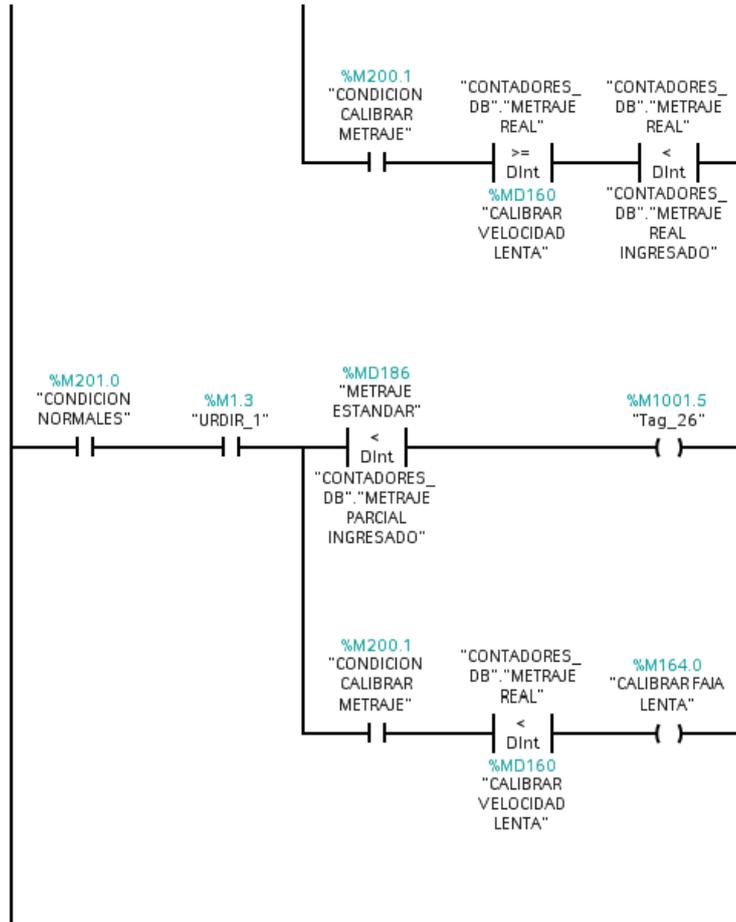
FUNCIÓN DE ADICIÓN DE DATOS



ANEXO C	PROGRAMACIÓN EN PLC S71200	C12
---------	----------------------------	-----

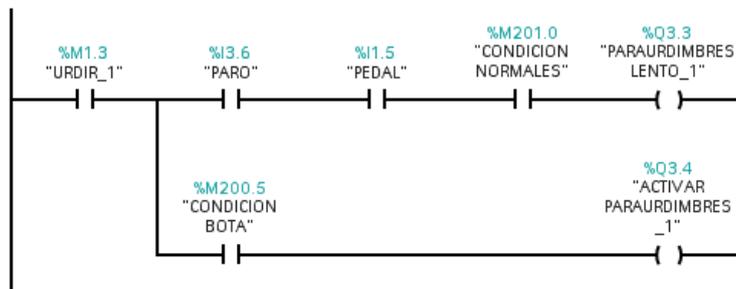


ANEXO C	PROGRAMACIÓN EN PLC S71200	C13
---------	----------------------------	-----



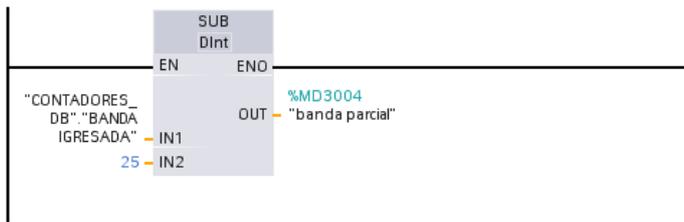
▼ **Segmento 31:**

PARAURDIBRES - SEÑAL ENVIADA A PARAURDIBRES



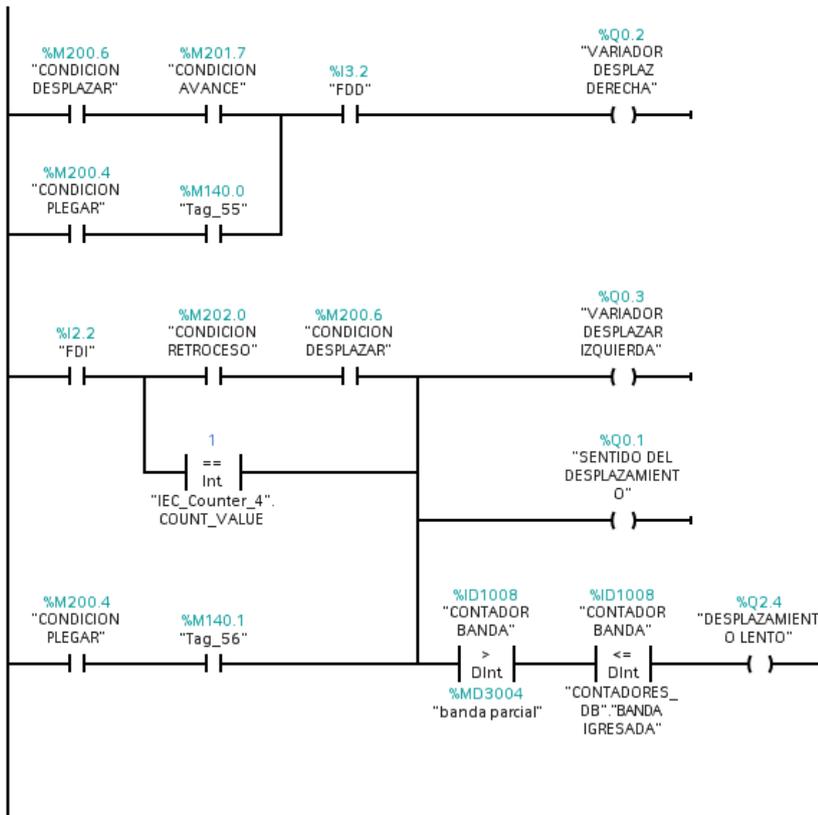
Segmento 32:

BANDA PARCIAL



Segmento 33:

CONTROL DEL DESPLAZAMIENTO



Segmento 34:

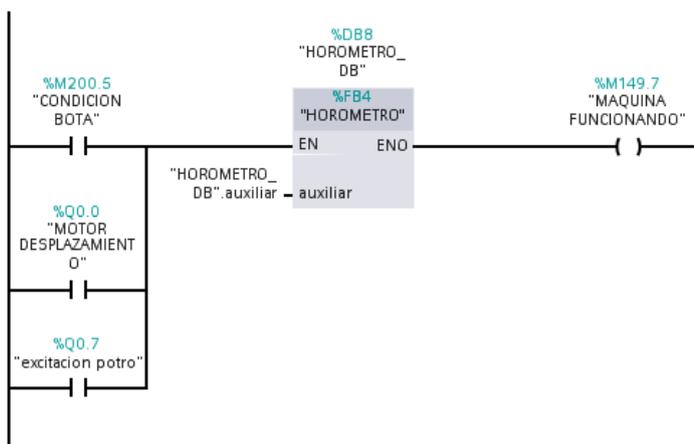
DESPLAZAMIENTO - ACTIVACION DEL MOTOR

ANEXO C	PROGRAMACIÓN EN PLC S71200	C15
---------	----------------------------	-----



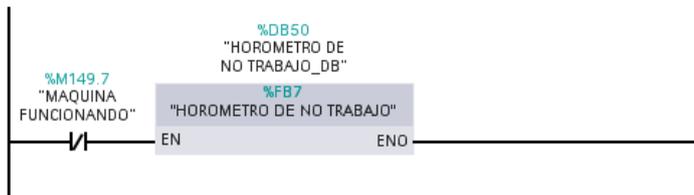
▼ **Segmento 35:**

HOROMETRO DE HORAS TRABAJADAS



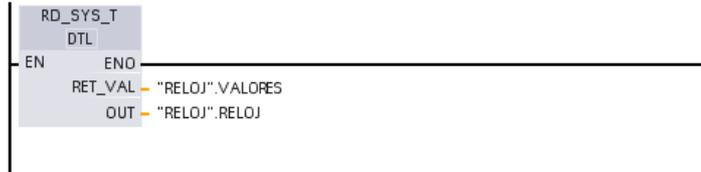
▼ **Segmento 36:**

HOROMETRO DE HORAS NO TRABAJADAS

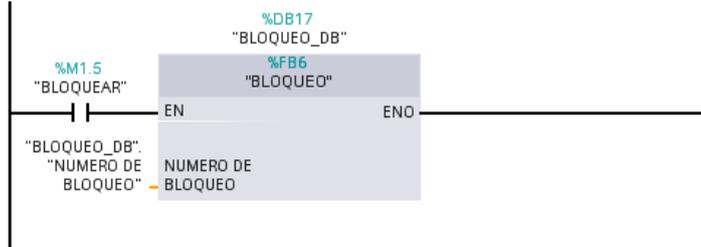


▼ **Segmento 37:**

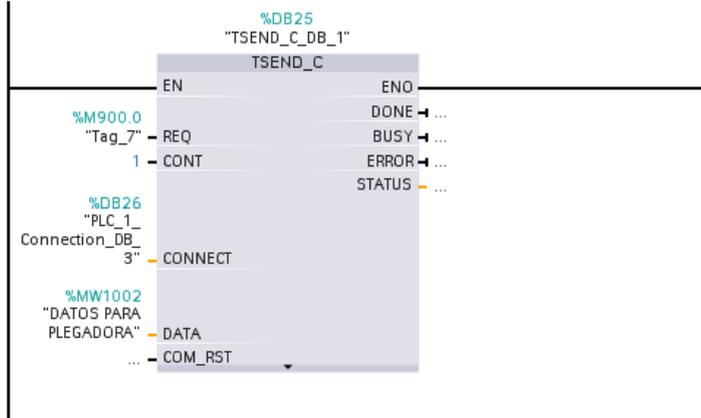
RELOJ DEL PLC



Segmento 38: FUNCION BLOQUEO



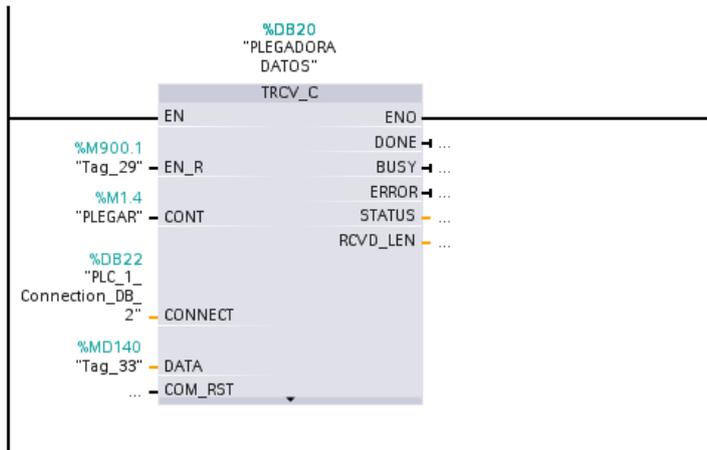
Segmento 39: DATOS ENVIADOS AL PLEGADOR - DATO DE ACTIVACION A PLEGAR



Segmento 40: DATOS RECIBIDOS AL PLEGADOR - CONDICIONES DE FRENOS

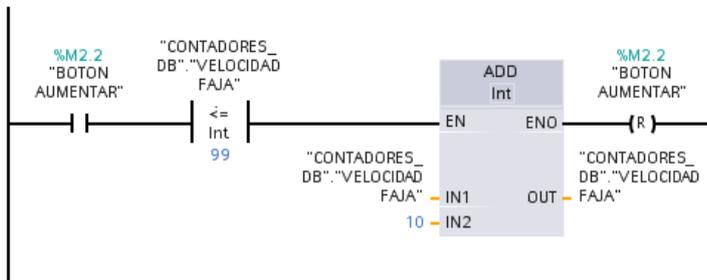
I

ANEXO C	PROGRAMACIÓN EN PLC S71200	C17
---------	----------------------------	-----



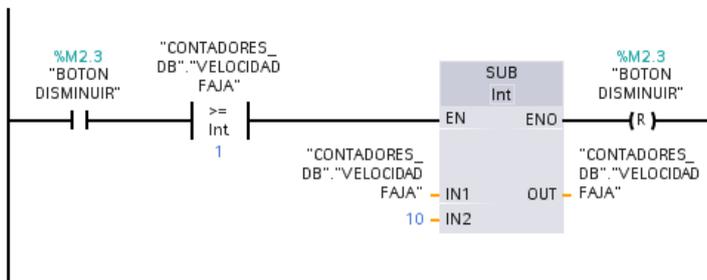
Segmento 41:

Comentario



Segmento 42:

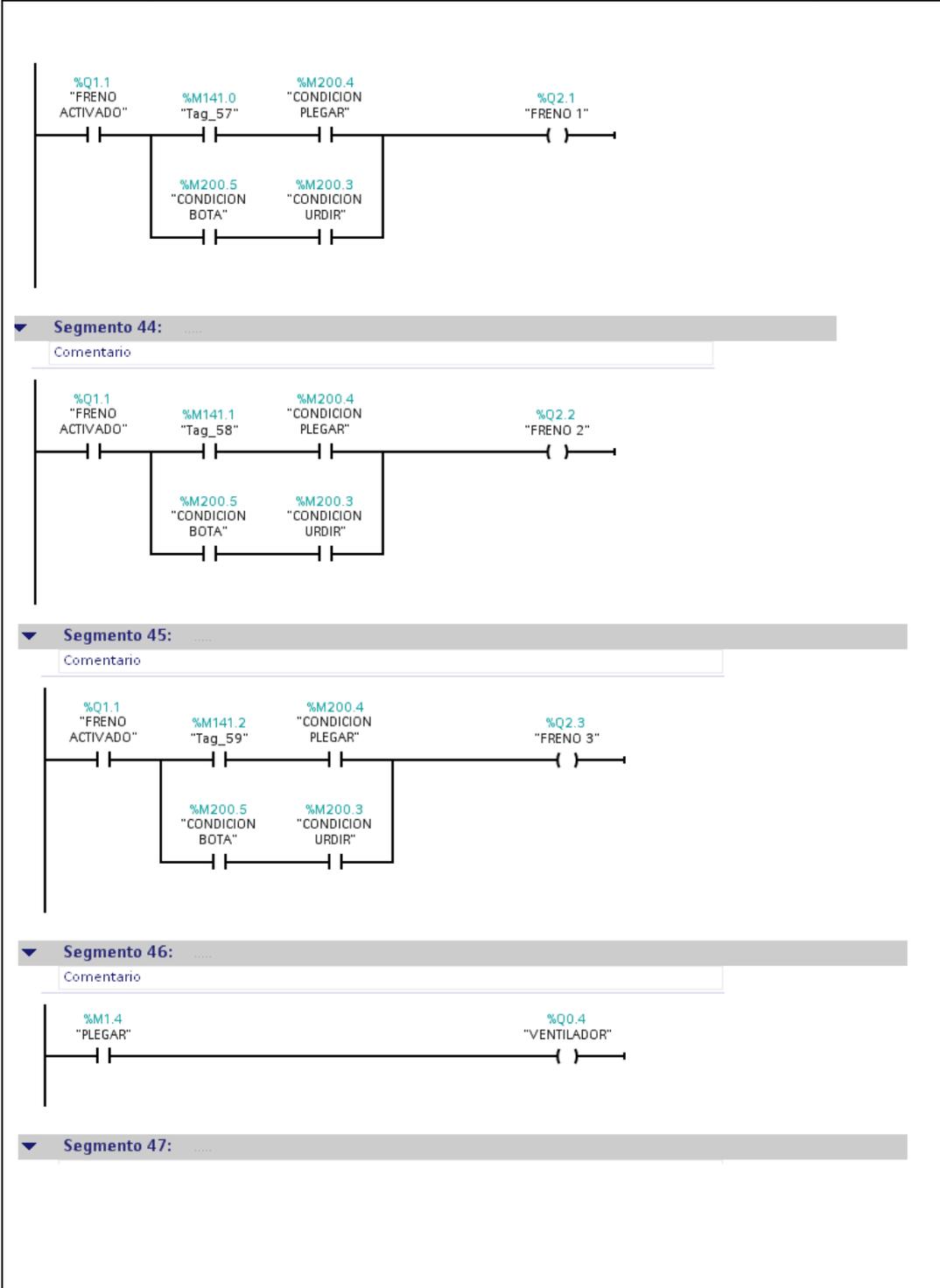
Comentario



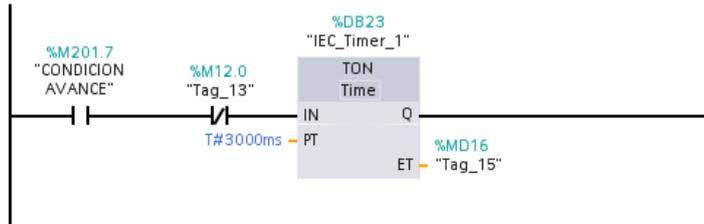
Segmento 43:

Comentario

ANEXO C	PROGRAMACIÓN EN PLC S71200	C18
---------	----------------------------	-----

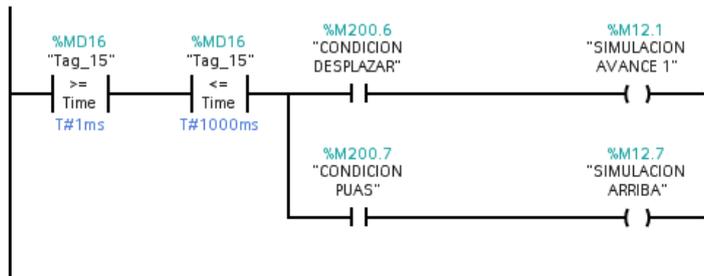


ANEXO C	PROGRAMACIÓN EN PLC S71200	C19
---------	----------------------------	-----



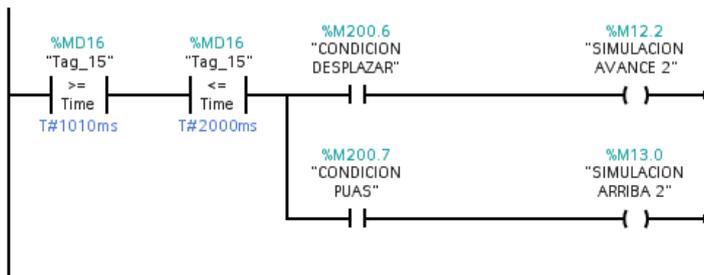
▼ Segmento 48:

Comentario



▼ Segmento 49:

Comentario



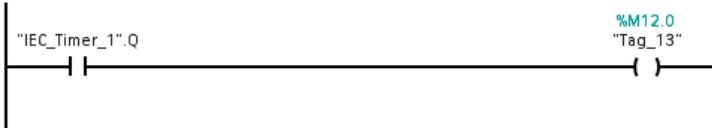
▼ Segmento 50:

Comentario



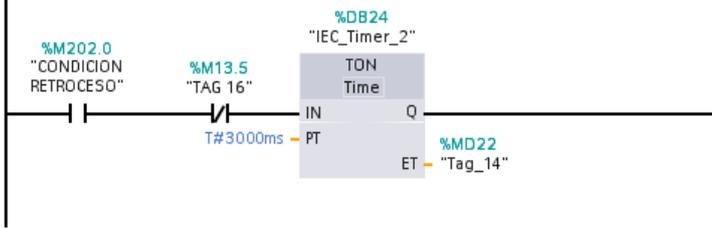
▼ Segmento 51:

Comentario



▼ Segmento 52:

Comentario



▼ Segmento 53:

Comentario



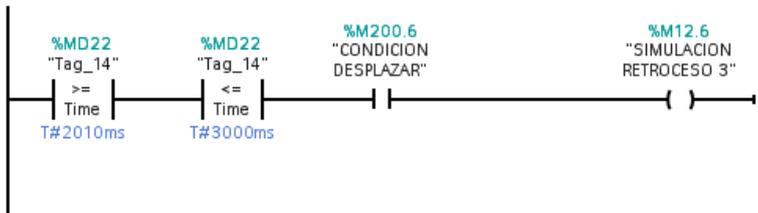
▼ Segmento 54:

Comentario



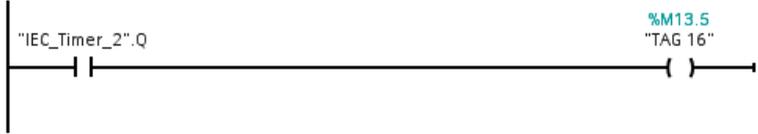
▼ Segmento 55:

Comentario



▼ Segmento 56:

Comentario



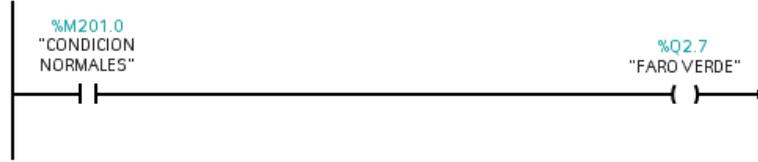
▼ Segmento 57:

Comentario



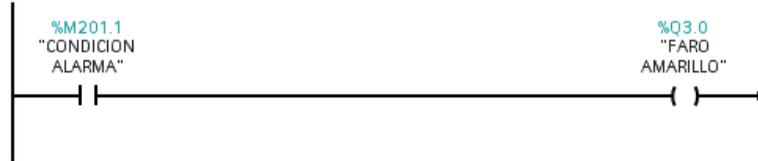
▼ Segmento 58:

Comentario



▼ Segmento 59:

Comentario



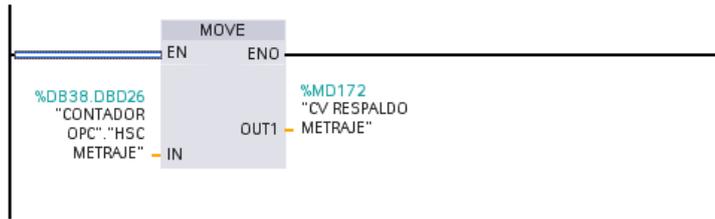
ANEXO C

PROGRAMACIÓN EN PLC S71200

C22

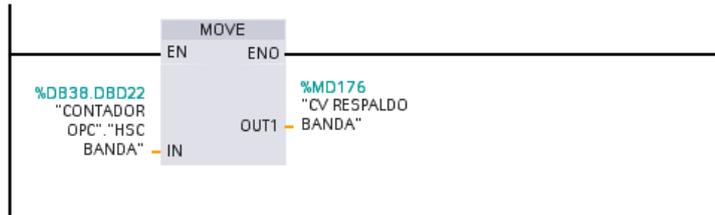
▼ Segmento 1:

Comentario



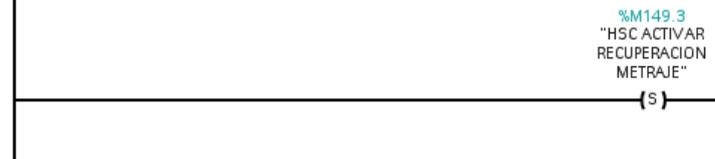
▼ Segmento 2:

Comentario



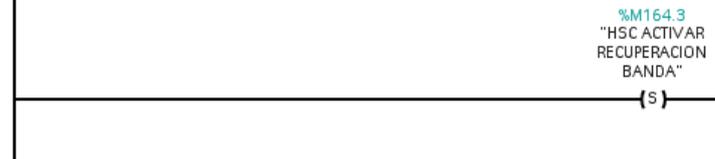
▼ Segmento 3:

Comentario



▼ Segmento 4:

Comentario



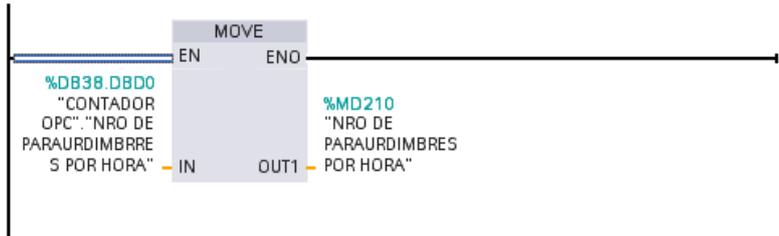
HS DE ARRANQUE

ANEXO C	PROGRAMACIÓN EN PLC S71200	C23
---------	----------------------------	-----

ADQUISICIÓN DE DATOS

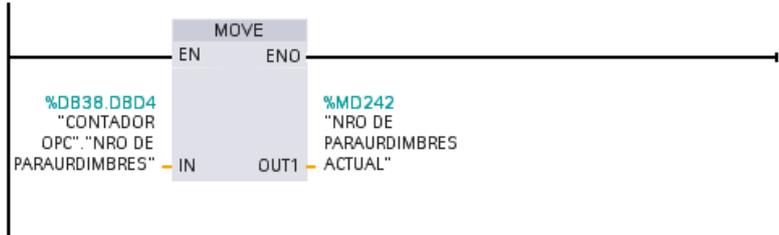
▼ Segmento 1:

NRO DE PARAURDIBRES POR HORA



▼ Segmento 2:

NRO DE PARAURDIBRES ACTUAL



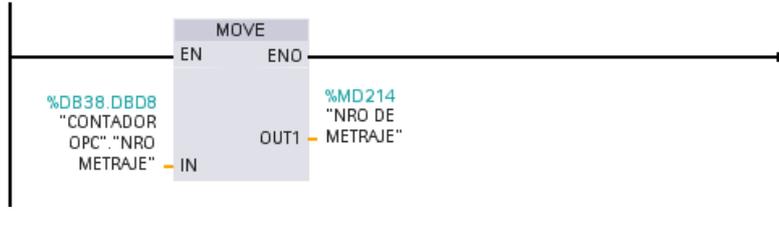
▼ Segmento 3:

NRO DE PAROS

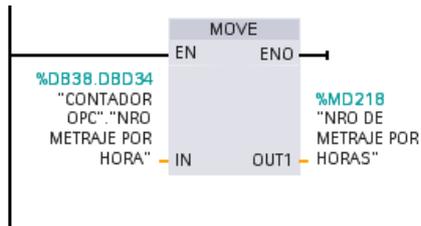


▼ Segmento 4:

METRAJE

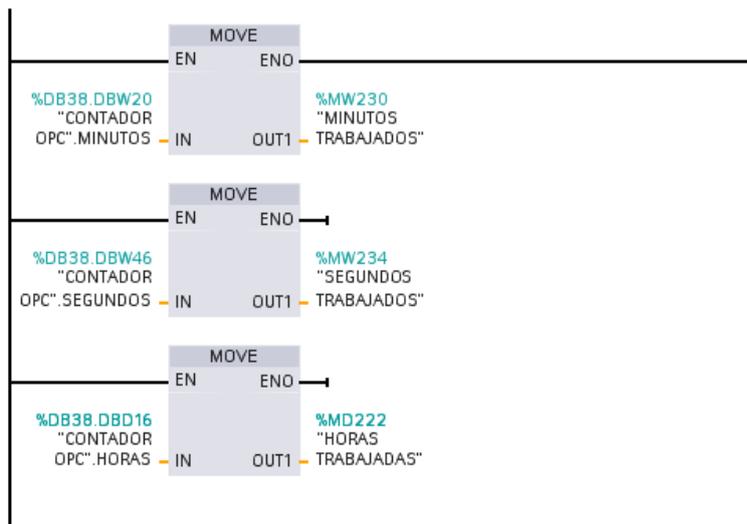


ANEXO C	PROGRAMACIÓN EN PLC S71200	C24
---------	----------------------------	-----



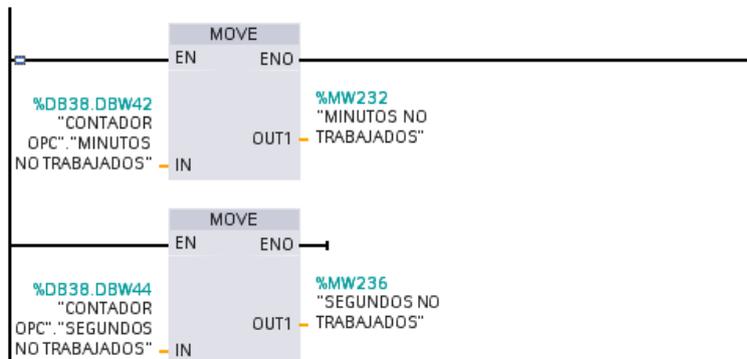
▼ Segmento 5:

HOROMETRO TRABAJADO

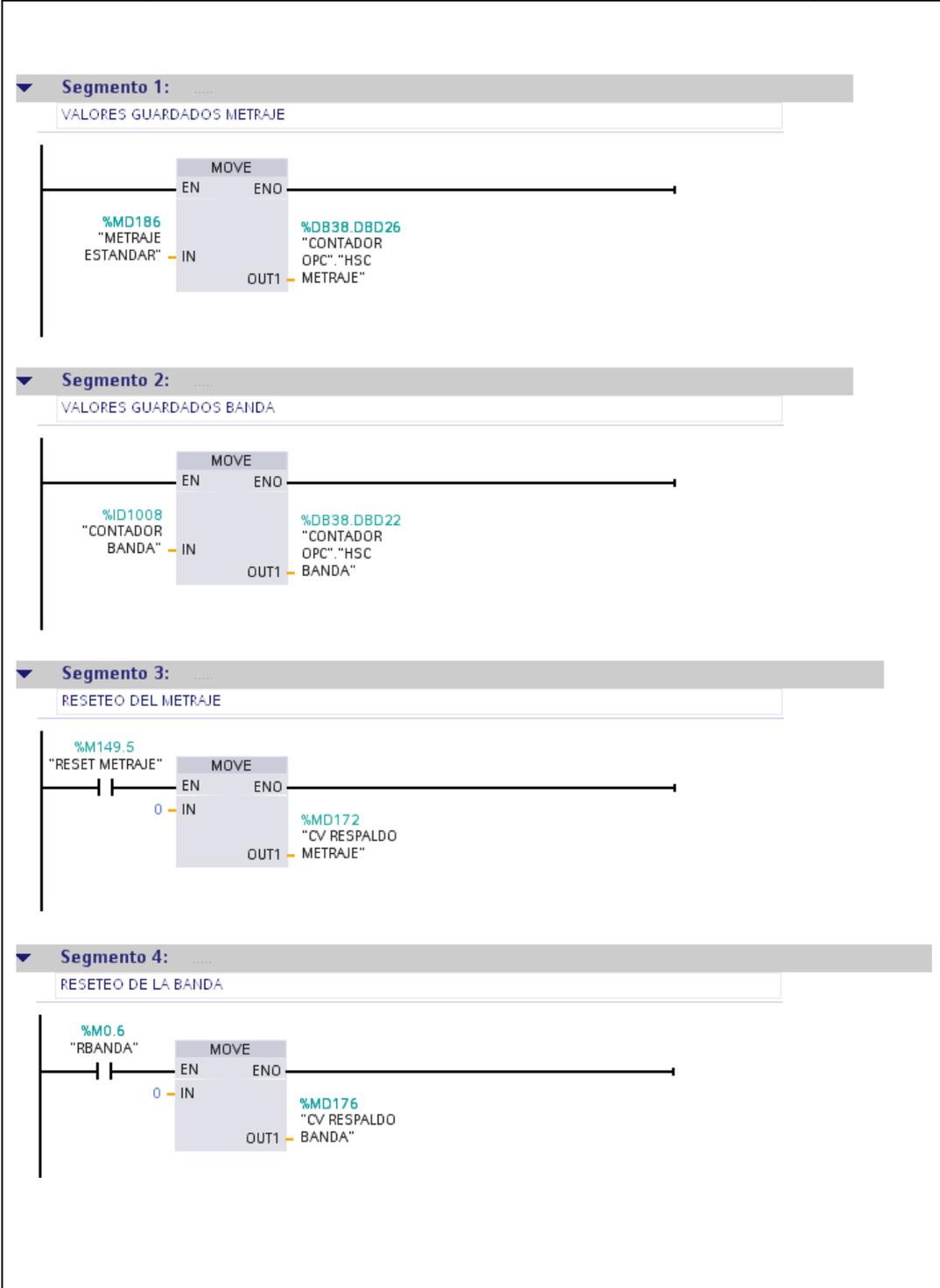


▼ Segmento 6:

HOROMETRO NO TRABAJADO



ANEXO C	PROGRAMACIÓN EN PLC S71200	C25
---------	----------------------------	-----

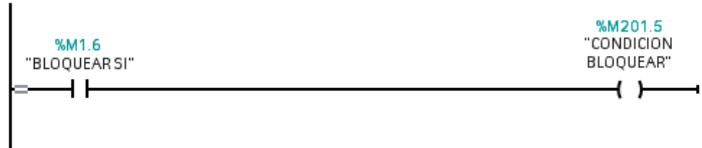


ANEXO C	PROGRAMACIÓN EN PLC S71200	C26
---------	----------------------------	-----

Programa bloqueo

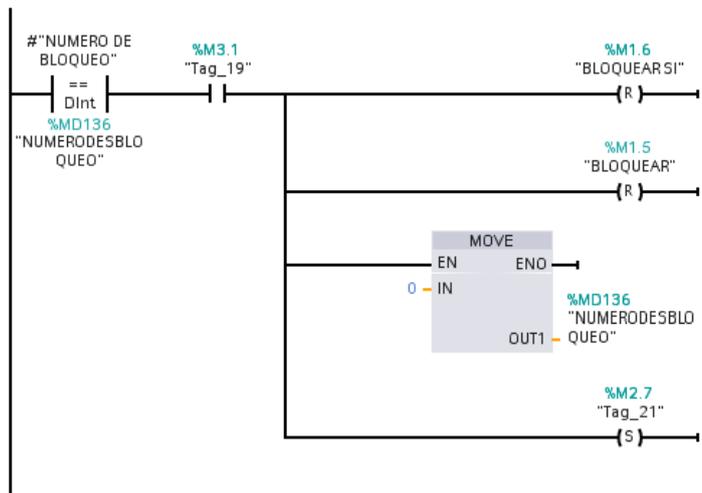
▼ Segmento 1:

Comentario



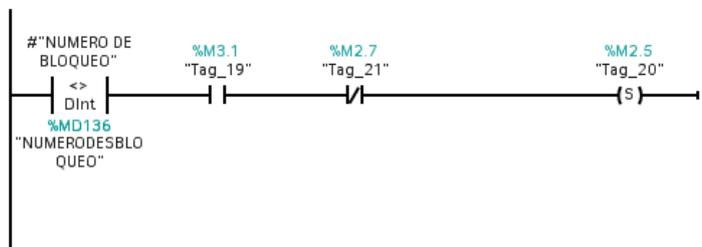
▼ Segmento 2:

Comentario



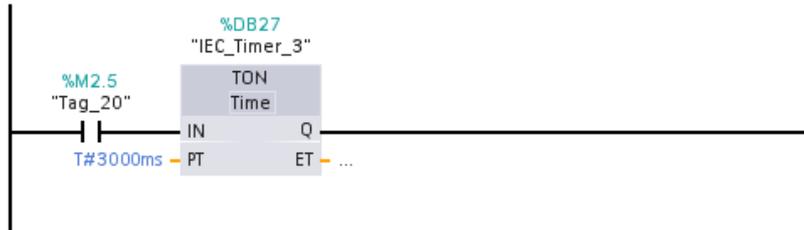
▼ Segmento 3:

Comentario



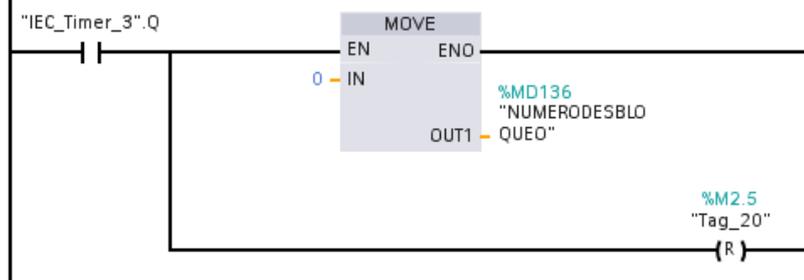
▼ Segmento 4:

Comentario



▼ Segmento 5:

Comentario



Programa contadores

Segmento 1:

RESET METRAJE



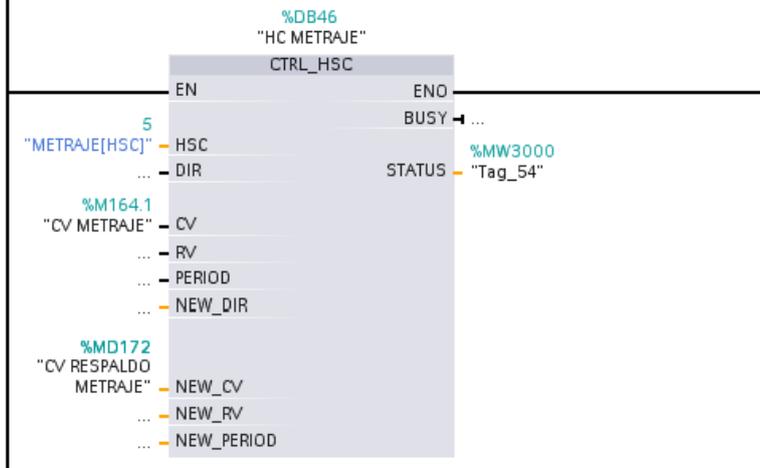
Segmento 2:

RESET BANDA



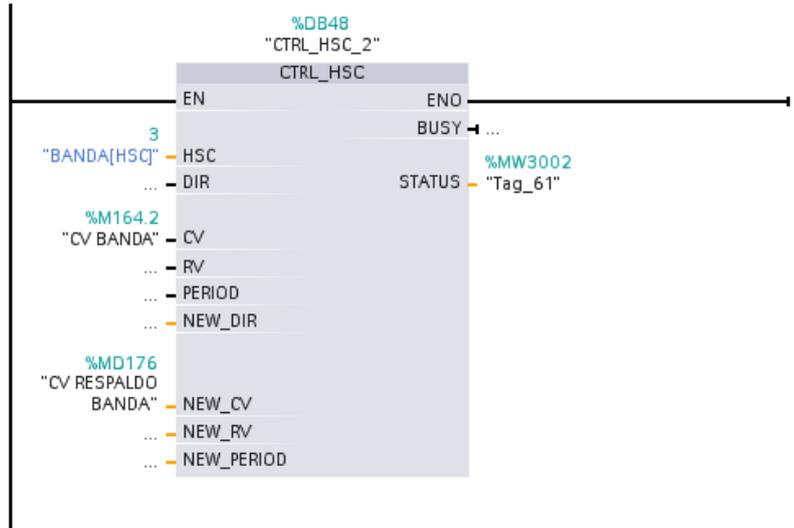
Segmento 3:

CONTADOR RAPIDO METRAJE



▼ Segmento 4:

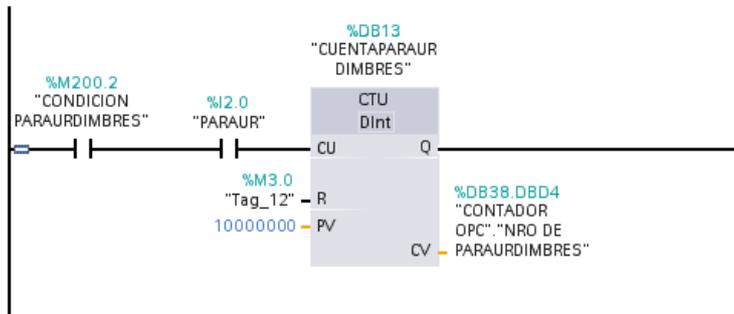
CONTADOR RAPIDO BANDA



PROGRAMA DE CONTEOS DE FALLAS

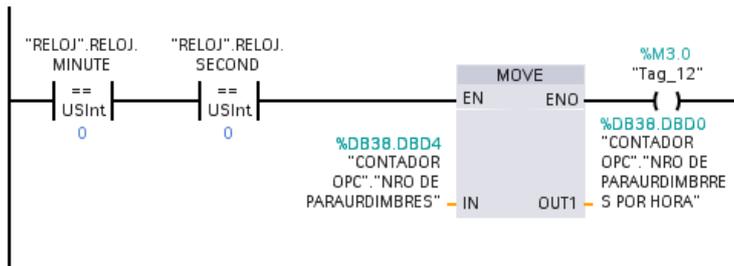
Segmento 1:

Comentario



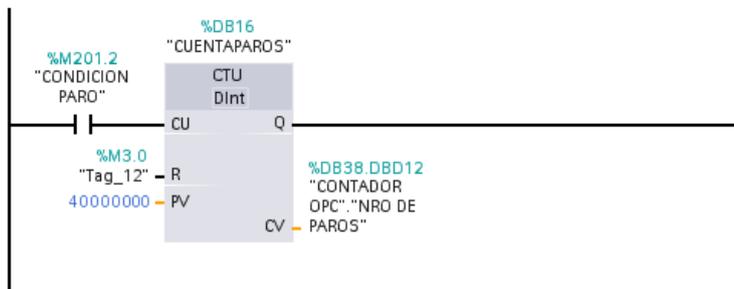
Segmento 2:

Comentario

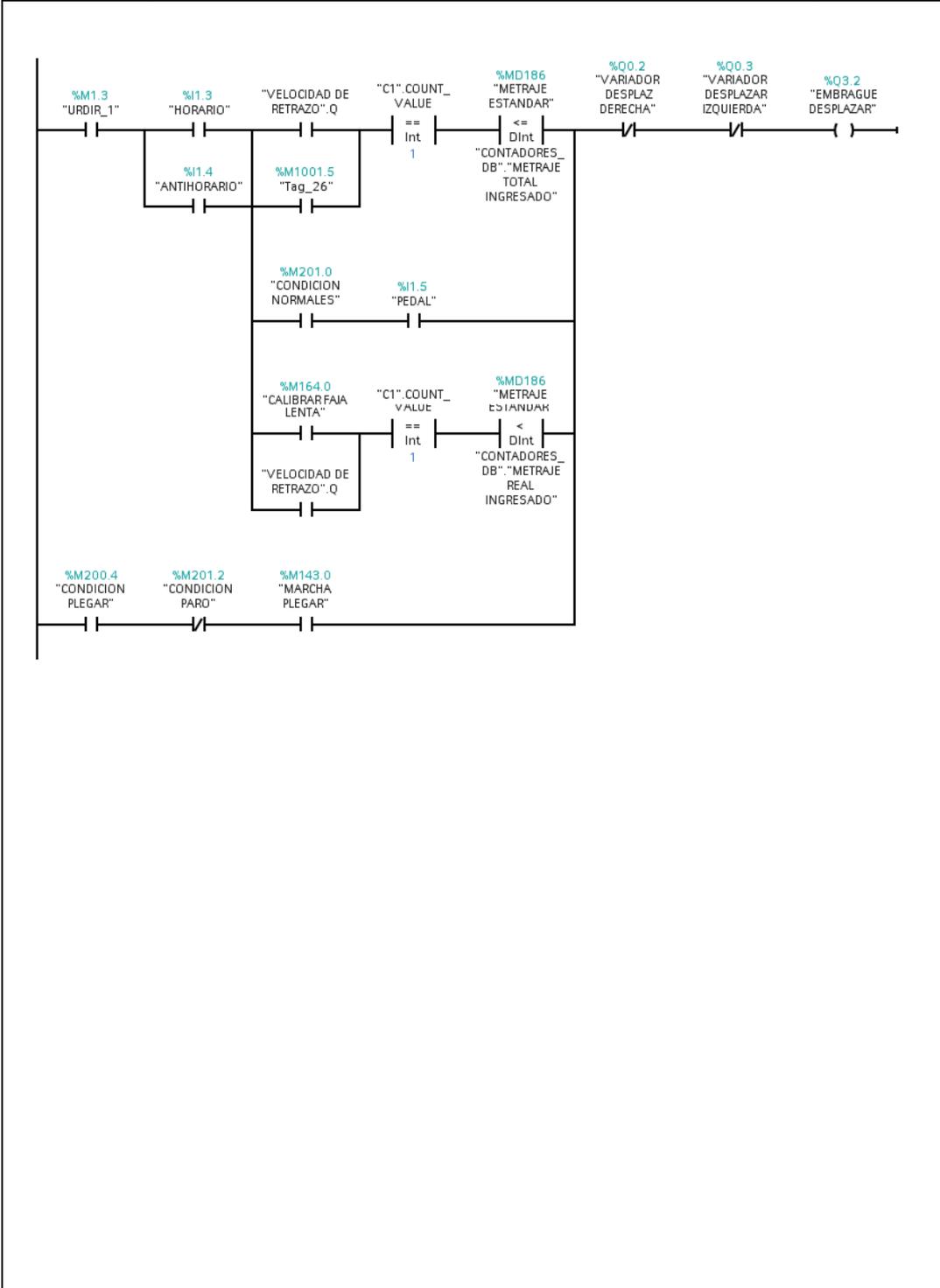


Segmento 3:

Comentario



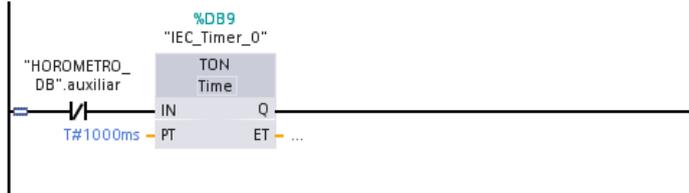
ANEXO C	PROGRAMACIÓN EN PLC S71200	C32
---------	----------------------------	-----



Programa horómetro

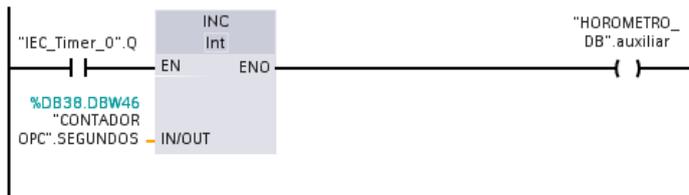
▼ Segmento 1:

HOROMETRO DE TRABAJO



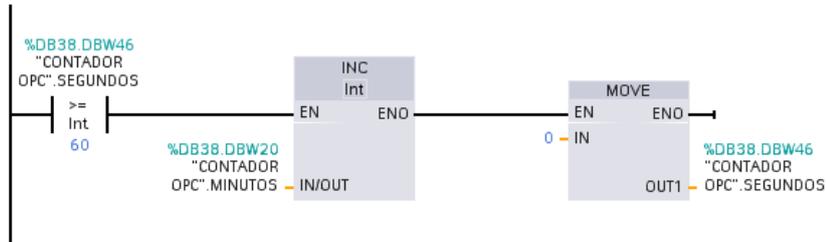
▼ Segmento 2:

HOROMETRO DE TRABAJO



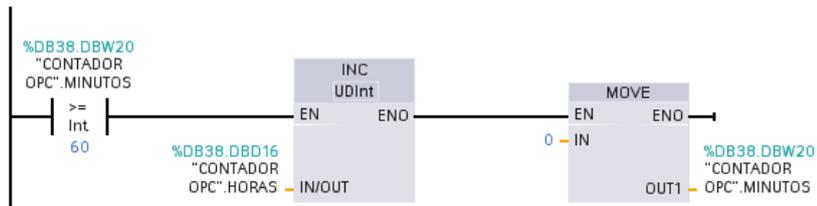
▼ Segmento 3:

HOROMETRO DE TRABAJO



▼ Segmento 4:

HOROMETRO DE TRABAJO



ANEXO C	PROGRAMACIÓN EN PLC S71200	C34
---------	----------------------------	-----

Bloque de datos

CONTADORES_DB					
	Nombre	Tipo de datos	Valor inicial	Remanen...	Comentario
1	▼ Static			<input type="checkbox"/>	
2	FRENOS	Int	0	<input type="checkbox"/>	
3	METRAJE	DInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	BANDA	DInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	METRAJE REAL	DInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	METRAJE TOTAL INGRESA...	DInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	BANDA IGRESADA	DInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	METRAJE REAL INGRESADO	DInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	METRAJE PARCIAL INGRES..	DInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	VELOCIDAD FAJA	Int	0	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	BANDA PARCIAL INGRESA...	DInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	

LATACUNGA, 28 de Junio del 2012

ELABORADO POR:

SR. EDISON RAÚL GUACHI TITUAÑA.

C.I. 180406766-6

SR. JHONATAN MAURICIO CURIMILMA.

C.I. 210028542-4

APROBADO POR:

ING. WILSON SÁNCHEZ.

DIRECTOR CARRERA INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

CERTIFICADO POR:

DR. RODRIGO VACA CORRALES

SECRETARIO ACADÉMICO

UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTROS

