



ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO SEDE – LATACUNGA

**CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ
CARRERA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA**

PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

**“INGENIERO AUTOMOTRIZ
INGENIERO ELECTRONICO”**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE UNA
MÁQUINA LAVADORA DE PARTES Y PIEZAS DE MAQUINARIA
PESADA PARA EL CENTRO DE MANTENIMIENTO,
ABASTECIMIENTO Y TRANSPORTE DEL CUERPO DE
INGENIEROS DEL EJÉRCITO.”**

**SGOS. DE A. EDISON F. TOAQUIZA P.
CBOP. DE COM. LUIS F. ANDRADE B.**

LATACUNGA – ECUADOR

2007

CERTIFICACIÓN

Certificamos, que el presente proyecto de grado fue desarrollado en su totalidad por los señores SGOS. DE A. EDISON FREDDY TOAQUIZA PAZMIÑO Y CBOP. DE COM. LUIS FRANGEL ANDRADE BARRAGAN, previo a la obtención de su Título de Ingeniero Automotriz y Electrónico en Instrumentación respectivamente.

Latacunga, Abril del 2007

Ing. Julio Acosta
DIRECTOR

Ing. Oscar Arteaga
CODIRECTOR

AGRADECIMIENTO

Al Cuerpo De Ingenieros del Ejército por haber permitido realizar nuestro tema de tesis para ser aplicada en sus instalaciones.

A la Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga, por los conocimientos adquiridos en nuestra formación profesional, y especialmente a los Ingenieros Julio Acosta y Oscar Arteaga, por su acertada dirección y recomendaciones durante el desarrollo del proyecto

DEDICATORIA

A mis padres que me inculcaron las cualidades de respeto, responsabilidad y deseo de superación, bases fundamentales para la formación de un individuo comprometido con el progreso de nuestra sociedad.

A mi querida esposa Elvia y a mis adorables hijos Karla y Esteban, quienes me apoyaron incondicionalmente con la sabia sabiduría de la comprensión, haciéndome caer en cuenta que el progreso llega con sacrificio compartido con el único fin de obtener un futuro mejor para toda mi familia.

Edison Toaquiza

Todo este trabajo dedico primero a Dios, el guía de nuestras vidas. A Janneth, mi querida esposa y compañera, por su amor, comprensión y ayuda durante ésta etapa de mi vida y las que están por venir. A mi bello hijo Franklin Andrés quien representa una fuente de inspiración y luz en mi vida. A mis Padres por darme la existencia, quienes me enseñaron los valores de la honestidad, respeto, humildad y a mis dos Hermanas por su preocupación constante, con quienes formamos una familia indisoluble.

Luis Andrade

CONTENIDO

INTRODUCCIÒN.....	vi
CAPITULO I	FUNDAMENTOS
1.1 INTRODUCCIÒN.....	1
1.2 ANTECEDENTES.....	2
1.3 JUSTIFICACIÒN.....	3
1.4 PARTES QUE CONFORMAN LA MÁQUINA LAVADORA DE PARTES Y PIEZAS.....	3
1.4.1 Tanques.....	3
1.4.2 Bombas.....	4
1.4.3 Cabina.....	6
1.4.3.1 Encapsulado.....	7
1.4.3.2 Reflectivo	7
1.4.3.3 Integrado.....	7
1.4.3.4 Acolchado.....	8
1.4.3.5 Protección Personal.....	8
1.4.4 Boquillas de lavado.....	8
1.4.5 Motores eléctricos.....	9
1.4.5.1 Motores de corriente continúa.....	10
1.4.5.2 Motores de corriente alterna.....	12
1.4.5.3 Motores de inducción.....	12
1.4.5.4 Motores sincrónicos.....	12
1.4.5.5 Motores de colector.....	13
1.4.6 Cañerías.....	13
1.4.6.1 Codos.....	13
1.4.6.2 Te.....	14
1.4.6.3 Reducción.....	15
1.4.6.4 Válvulas.....	16
1.4.6.5 Empacaduras.....	17
1.4.6.6 Tapones.....	18
1.5 FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINA.....	19

1.6	FUNCIÓN ESPECIFICA DE CADA ELEMENTO.....	19
1.6.1	Tanques.....	19
1.6.2	Bombas.....	20
1.6.3	Cabina.....	20
1.6.4	Boquillas.....	20
1.6.5	Motores eléctricos.....	20
1.6.6	Cañerías.....	21
1.7	CARACTERISTICAS DEL MECANISMO.....	21
1.8	UTILIZACIÓN.....	21

CAPITULO II COMPONENTES DE CONTROL

2.1	AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL CON PLC's.....	23
2.1.1	Introducción.....	23
2.1.2	Clases de Automatización Industrial.....	24
2.1.3	Controladores Lógicos Programables.....	25
2.1.3.1	Descripción del PLC.....	25
2.1.3.2	Estructura de los PLC's.....	26
2.1.3.3	Software de programación.....	29
2.1.3.4	Lenguaje de programación.....	30
2.1.3.5	Campos de aplicación.....	31
2.1.3.6	Ventajas e inconvenientes de los PLC's.....	32
2.2	SENSORES Y TRANSDUCTORES.....	32
2.2.1	Introducción.....	32
2.2.2	Transductores de Temperatura.....	33
2.2.2.1	Tipos de transductores de temperatura.....	33
2.3	SISTEMAS HMI/SCADA.....	40
2.3.1	SCADA.....	41
2.3.2	DCS Distributed Control System.....	41
2.3.3	HMI. Human Interface Machine	42
2.4	COMUNICACIONES Y REDES DE CAMPO INDUSTRIALES.....	42
2.4.1	Introducción.....	42
2.4.2	Arquitectura de las redes de campo industriales.....	44
2.4.3	Redes LAN industriales.....	45

2.4.4 Buses de Campo	46
2.4.5 Buses de Campo importantes.....	47
2.5 CONTROL ON-OFF.....	50

CAPITULO III DISEÑO MECÁNICO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS

3.1 GENERALIDADES.....	52
3.2 DISEÑO HIDRÁULICO.....	53
3.2.1 Esquema del circuito hidráulico con sus elementos.....	55
3.2.2 Selección del fluido.....	55
3.2.3 Selección de diámetros y material de los elementos.....	56
3.2.4 Selección del tamaño de tubos.....	57
3.2.5 Selección de accesorios.....	58
3.2.6 Selección de elementos para salida de presión.....	59
3.2.7 Selección de elementos de ingreso de presión.....	59
3.2.8 Obtención de resultados y selección de la bomba.....	60
3.2.9 Características de la bomba seleccionada.....	61
3.3 DISEÑO MECANICO.....	63
3.3.1 Diseño y selección del mecanismo de cadena.....	64
3.3.2 Diseño de la estructura horizontal.....	66
3.3.3 Diseño del eje.....	67
3.3.4 Diseño de la platina.....	70
3.3.5 Selección del cojinete.....	71
3.3.6 Selección del motor.....	72
3.3.7 Selección del ventilador.....	73

CAPITULO IV ANÁLISIS, SELECCIÓN Y DISEÑO ELECTRONICO

4.1 SELECCIÓN DE LA PLATAFORMA DE AUTOMATIZACIÓN Y ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DEL SISTEMA.....	75
4.2 DIAGRAMA DE BLOQUES.....	76
4.3 SELECCIÓN DE COMPONENTES.....	78
4.3.1 Selecciones de contactores, térmicos e interruptores e.....	78
4.3.2 Selección de controlador de temperatura.....	80

4.3.3 Selección de transductor de temperatura.....	80
4.4 DISEÑO, CONFIGURACION Y PUESTA EN MARCHA DEL PLC...	81
4.4.1 Requerimientos de entradas digitales.....	81
4.4.2 Requerimientos de salidas digitales.....	82
4.4.3 Diseño del modulo de entradas analógicas.....	83
4.4.4 Distribución De Pines Del EM 235.....	84
4.4.5 Configuración Del Módulo De Ampliación EM 235.....	84
4.5 COMUNICACIÓN PC CON CPU 224.....	85
4.6 DIRECCIONAMIENTO DE ENTRADAS Y SALIDAS.....	87
4.7 I/O SERVERS.....	89
4.8 DISEÑO DE LOS PLANOS ELECTRICOS.....	90
4.9 DISEÑO DEL SOFTWARE DE CONTROL.....	91
4.10 DISEÑO DE LAS INTERFACES HMI.....	92
4.10.1 Ventanas Implementadas.....	92
4.10.2 Configuración de los tags utilizados.....	102
4.10.3 Botones (Pushbuttons) utilizados.....	111
4.10.3.1 Botones en la ventana INICIO.....	111
4.10.3.2 Botones en la ventana SELECCIÓN.....	113
4.10.3.3 Botones en la ventana ALARMAS.....	116
4.10.3.4 Botones en la ventana CURVAS TIEMPO REAL.....	118
4.10.3.5 Ingreso a la ventana de alarmas desde las otras, cuando estas suceden.....	119
4.10.3.6 Movimiento de objetos en la pantalla de control.....	120
4.10.4 Configuración del KEPSERVER.....	122

CAPITULO V RESULTADOS Y PRUEBAS EXPERIMENTALES

5.1 GENERALIDADES.....	126
5.2 CONSTRUCCIÓN DE COMPONENTES MECÀNICOS.....	126
5.2.1 Construcción de la cabina.....	126
5.2.2 Construcción del tanque.....	127
5.2.3 Construcción del circuito hidráulico.....	128
5.2.4 Construcción del sistema móvil.....	130
5.3 DETALLES DE CONSTRUCCIÓN DEL PANEL DE CONTROL.....	131

5.4	PRUEBAS EXPERIMENTALES.....	135
5.4.1	Descripción Física Del Sistema.....	135
5.4.2	Pruebas de unidades.....	136
5.4.3	Pruebas de las pantallas diseñadas.....	136
5.4.4	Pruebas de validación del usuario y su clave.....	136
5.4.5	Pruebas del sistema hidráulico.....	137
5.4.6	Pruebas de materiales mecánicos.....	137
5.5	ANALISIS TÉCNICO-ECONÓMICO.....	137
5.6	ALCANCES Y LIMITACIONES.....	139

CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1	CONCLUSIONES.....	140
6.2	RECOMENDACIONES.....	142
6.3	BIBLIOGRAFÍA.....	143

ANEXOS

A	Glosario de Términos.
B	Planos Mecánicos
C	Planos Eléctricos
D	Listado del programa del PLC.
E	Manual de operación y Manual de mantenimiento
F	Hojas de especificaciones técnicas
G	Tablas mecánicas
H	Memoria técnica

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las máquinas automatizadas se han constituido en una herramienta de gran ayuda para el hombre pues mediante su implementación se logra optimizar el trabajo que anteriormente se lo realizaba a mano, generando un ahorro del recurso humano y obteniendo al mismo tiempo rentabilidad, pues el trabajo específico de una máquina permitirá realizarlo en un menor tiempo y con mejor garantía.

En base a esta necesidad el presente proyecto suplirá el trabajo manual de limpieza por uno automatizado con las mismas características, el mismo que se lo realizará mediante un estudio técnico del diseño tanto mecánico como electrónico, para luego concluir con la implementación y construcción de la máquina, tomando en consideración todos los factores físicos que intervendrán en el funcionamiento.

Este proceso se fundamenta en retiro de la limalla o viruta y del polvo, así como también del desengrase de un elemento mecánico, al aplicar la mezcla de agua caliente con sosa a una determinada presión, logrando el retiro de la suciedad y del carbón. Para la realización de este proceso el prototipo consta de un tanque para almacenamiento de la mezcla, la cual sale a presión por medio de una bomba hidráulica a través de un circuito hidráulico que tiene al final instalado unas boquillas que permiten la salida del fluido, el cual cae de forma perpendicular sobre una placa giratoria donde está colocado el elemento a limpiar, estos elementos se encuentran dentro de una cabina hermética donde debido a la presión de salida de la mezcla se producen gases los cuales se evacuaran mediante un ventilador.

Esta máquina podrá satisfacer cualquier trabajo de limpieza de partes automotrices pues además de los elementos mecánicos descritos estará controlada mediante un sistema electrónico.

Una Interfaz Hombre-Máquina, HMI, es un mecanismo que permite a un operador interactuar con una máquina o proceso y determinar el estado o magnitud de los dispositivos que están presentes en una planta o proceso industrial. La interfaz puede ser

tan simple como una lámpara indicadora del estado de un aparato, hasta una o varias pantallas desarrolladas en una computadora que llegan a mostrar en la pantalla del monitor representaciones esquemáticas de todo el proceso bajo supervisión.

El programa InTouch, entre otros, de Wonderware constituye una plataforma de desarrollo que facilita el diseño de las HMI en PCs. Algunos de estos paquetes de desarrollo incluyen muchas herramientas poderosas que permiten el desarrollo de HMIs de mucho potencial de procesamiento.

Las tareas automatizadas de control pueden ser efectuadas por PLC's, Controladores o por sistemas de control basados en una PC. Los controladores fueron los primeros instrumentos en ser empleados para propósitos de control, su característica principal, y quizás su punto más débil, es que son generalmente instrumentos de propósito específico; es decir, son diseñados para trabajar generalmente con un solo tipo de variable física como: temperatura, nivel, flujo, etc.

Los PLCs surgieron precisamente porque corrigieron la debilidad de los controladores. Estos dispositivos, como su nombre lo sugiere, son también controladores pero tienen la virtud de acoplarse a casi cualquier variable física o situación gracias a que son programables. Se puede decir entonces que los PLCs son controladores de propósito general, pero, si se desea, se los puede convertir de propósito específico, con solo cambiar su programación interna. En la actualidad un PLC es la selección preferida en aplicaciones de control industrial y se los encuentra con un número de funciones complejas, cada vez más creciente. De hecho, un PLC actual es un microcomputador para aplicaciones de control industrial. La potencia de un PLC está directamente relacionada con la velocidad de ejecución del programa para manejar las variables controladas. Un PLC del mercado actual tarda unos 0.15 mseg por cada mil instrucciones, resultando perfecto para el control de cualquier automatismo.

El presente proyecto de tesis de grado titulado "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE UNA MÁQUINA LAVADORA DE PARTES Y PIEZAS DE MAQUINARIA PESADA PARA EL CENTRO DE MANTENIMIENTO, ABASTECIMIENTO Y TRANSPORTE DEL CUERPO DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO" tiene como objetivo central diseñar, construir e implementar un Sistema HMI, apoyado de la plataforma de

programación InTouch, de un PLC Simatic S7-200 y de un protocolo adecuado de comunicación, de un prototipo de una maquina lavadora de partes y piezas.

El HMI del sistema, implementado en InTouch, dispone de varias pantallas gráficas amigables y sencillas, en las cuales se podrá observar en tiempo real todas las funciones que se realizan en el prototipo comandadas por las diferentes entradas y salidas del PLC; además, desde estas pantallas se podrá activar las salidas del PLC hacia los actuadores. La construcción de la máquina lavadora de partes y piezas en base al prototipo contribuirá, mediante su utilización al mejor desenvolvimiento de los trabajadores en los talleres en el Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

Para cumplir con todo lo expuesto anteriormente, el presente proyecto está estructurado, en un documento escrito y en un sistema diseñado e implementado, de varios capítulos, los cuales en una forma resumida contienen la siguiente información.

En el Capítulo I, se presenta marco teórico, donde se menciona los antecedentes y justificación del proyecto así como también los principios de funcionamiento de cada uno de los elementos que serán utilizados además se menciona importantes aspectos relacionados con el proyecto.

En el Capítulo II, se presenta marco teórico, donde se mencionan definiciones, principio de funcionamiento de los principales dispositivos electrónicos empleados en este proyecto.

En el Capítulo III, se presenta los cálculos de diseño así como también la selección de materiales y elementos mecánicos que serán necesarios para el funcionamiento del prototipo.

En el Capítulo IV, se presenta requerimientos, diseño y selección de dispositivos así como la programación del software que involucra la comunicación entre los PLCs, S7-200 y el software HMI, Intouch.

En el Capítulo V, se detallan la construcción del prototipo, así como también de sus componentes, la construcción del panel de control, los resultados de las pruebas experimentales, y un análisis técnico económico del proyecto.

Se registran al final conclusiones y recomendaciones, para futuros proyectos, que están disponibles en la Empresa, así como manuales tanto de operación como de mantenimiento.

Además se realiza una memoria técnica de la maquina real que a futuro se va a construir en los talleres del centro de mantenimiento del Cuerpo de Ingenieros del Ejercito en base a nuestro proyecto.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTOS

1.1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad las máquinas se han constituido en una herramienta de gran ayuda para el hombre optimizando el trabajo que se lo realizaba a mano, generando para la empresa un ahorro de recurso humano y obteniendo al mismo tiempo rentabilidad mediante la optimización y adaptación de una máquina que hará el trabajo especificado en menor tiempo y con mejor garantía.

En base a esta necesidad el presente proyecto se denomina **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE UNA MÁQUINA LAVADORA DE PARTES Y PIEZAS DE MAQUINARIA PESADA** la misma que suplirá el trabajo manual de limpieza por uno automatizado con las mismas características, el cual se fundamenta en retiro de la limalla o viruta y del polvo, así como también del desengrase al aplicar la mezcla de agua caliente con sosa, logrando el retiro de la suciedad y del carbón, el aclarar y el secarse. Este sistema de limpieza estará listo para satisfacer cualquier requisito del proceso y de la limpieza de partes automotrices

1.2 ANTECEDENTES

El Centro de Mantenimiento, Abastecimiento y Transporte (CEMAT) del Cuerpo de Ingenieros del Ejército dispone de un taller de mecánica automotriz y una de sus secciones está destinada al lavado de partes y piezas de la maquinaria pesada que posee. Debido a que no existe ningún dispositivo mecánico (máquina) el lavado de las

mismas se lo realiza en forma manual, en el cual los trabajadores emplean agua con detergente para eliminar impurezas livianas y simples como polvo y una mezcla de gasolina y diesel para eliminar grasas y aceites.

Para reemplazar este método de lavado se ha considerado realizar el **Diseño y Construcción de un Prototipo de una Máquina Lavadora de Partes y Piezas de Maquinaria Pesada**. Este prototipo realizará una demostración práctica automatizada de la limpieza de piezas automotrices, la máquina consiste en una cámara cerrada con una puerta que abarca toda la parte frontal en cuya parte baja y central se encuentra unida en forma perpendicular a ésta una base rectangular, en la parte central de esta base se encuentra montado un eje perpendicular el cual sostiene y da giro a una estructura circular en la cual se colocaran las piezas o partes del motor que serán lavadas, la estructura circular está acoplada a un motor eléctrico externo mediante un sistema de cadenas y engranajes, todo este conjunto una vez cerrada la puerta de la cámara quedará en el centro de un sistema de cañerías y boquillas por donde circulará el líquido utilizado para el lavado (mezcla de sosa con agua a 60° C), estas cañerías se encuentran ubicadas en forma perpendicular al eje y a la estructura circular. De la parte interna superior de la máquina saldrá un conducto que evacuará los gases producidos por la mezcla que sale a presión de las boquillas, ésta evacuación se lo realizará con la ayuda de un ventilador. Toda esta máquina se encuentra conectada y montada sobre un tanque que contiene la mezcla de sosa y agua la misma que recirculará mediante el impulso de una bomba hidráulica. Para calentar esta mezcla se emplearán niquelinas. Como dispositivo de control se empleará un PLC el mismo que controlará la temperatura de la mezcla (ON-OFF), el encendido, tiempo de trabajo y apagado de la bomba hidráulica y los dos motores que harán girar tanto la rueda como activar el ventilador cuyos tiempos estarán sincronizados con el de la bomba hidráulica.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El Cuerpo de Ingenieros de la Fuerza Terrestre como parte de nuestro glorioso Ejército posee algunas sub unidades en la que cada una de ellas tiene una función específica y, una de ellas es el Centro de Mantenimiento, Abastecimiento y Transporte (CEMAT) cuya misión es la mantener en óptimo funcionamiento todos los vehículos y maquinaria pesada que el Cuerpo de Ingenieros del Ejército posee, en tal virtud su trabajo se ve apoyado

sustancialmente con el diseño, automatización e implementación de nuevas tecnologías en las distintas áreas y secciones que poseen sus talleres. El desarrollo y ejecución de este proyecto, va a lograr que se continúe innovando la maquinaria de mantenimiento de este centro, optimizando los procesos y apoyando al Sistema Integrado de Gestión del Cuerpo de Ingenieros del Ejército. Además este proyecto permitirá optimizar tiempo y recursos tales como: gasolina, diesel, agua, dispositivos de limpieza, dispositivos de protección para los empleados; guantes, mascarillas, overoles, etc., materiales para limpieza y arreglo del piso que está en contacto con las partes del motor, entre otros. De igual forma permitirá salvaguardar la integridad de sus trabajadores evitando accidentes cuando estos estén en contacto con el piso mojado, y evitar posteriores enfermedades como: pulmonares, hongos en la piel, contaminación de la sangre entre otras por el contacto permanente con el agua, gasolina y diesel.

1.4 PARTES QUE CONFORMAN LA MÁQUINA LAVADORA DE PARTES Y PIEZAS DE MAQUINARIA PESADA

Se utilizarán: tanques, mezcladores, bombas, generadores de la presión, gabinetes, inyectoros, motores eléctricos, brazos giratorios donde se hacen girar las partes, ruedas, cadenas y calentadores de agua.

1.4.1 Tanques.- Los tanques de acero inoxidable son la solución más efectiva para disminuir el consumo de combustibles entre el 70% al 100 % en instalaciones que requieren de grandes volúmenes de agua caliente por esta razón se tomo como elemento principal de diseño el acero inoxidable para nuestro proyecto.

Los colectores o tanques de acero inoxidable, alcanzan temperaturas desde 30 hasta 90° C, temperatura ideal a la cual se necesita que trabaje el sistema además el acero inoxidable es de fácil adquisición en el medio. La caja inoxidable esta diseñada con cubierta doble o vidrio templado, esto garantizara un servicio eficiente y continuo para los trabajos que se van a realizar durante mucho tiempo. El diseño permite que se mantenga la temperatura del agua, imprescindible para su buen funcionamiento de la máquina lavadora. Para los equipos de circulación indirecta (caso excepcional de aguas corrosivas), la presión del tanque admite mayores presiones. Los tamaños de los tanques son los siguientes: 200 - 240 - 320 - 400 - 500 - 600 litros. La conexión se deberá realizar en caños adecuados.

Además los tanques de acero inoxidable son utilizados para petroquímica, oleoductos, construcción, refinación, actividades en tierra y costa afuera

1.4.2 Bombas.- Las bombas son máquinas hidráulicas de fluido incompresible, o que se comporta como tal, es decir fluidos cuya densidad en el interior de la máquina no sufre variaciones importantes. Convencionalmente se especifica para los gases un límite de 100 mbar para el cambio de presión; de modo que si éste es inferior, la máquina puede considerarse hidráulica como tenemos en la figura (1.1). Dentro de las máquinas hidráulicas el fluido experimenta un proceso adiabático, es decir no existe intercambio de calor con el entorno.



Figura 1.1 Bomba hidráulica.

Las máquinas hidráulicas se pueden clasificar atendiendo a diferentes criterios. Teniendo en cuenta el sentido de transformación de la energía se pueden clasificar en:

- Motores hidráulicos. La energía del fluido que atraviesa la máquina disminuye, obteniéndose energía mecánica.
- Generadores hidráulicos. El proceso es el inverso, de modo que el fluido incrementa su energía al atravesar la máquina.

Atendiendo al tipo de energía fluido dinámica que se intercambia a través de la máquina tenemos:

- Máquinas en las que se produce una variación de la energía potencial, como por ejemplo el tornillo de Arquímedes.
- Máquinas en las que se produce una variación de la energía cinética, como por ejemplo aerogeneradores, hélices o turbina. Estas se denominan máquinas de acción y no tienen carcasa.
- Máquinas en las que se produce una variación de la entalpía (presión), como por ejemplo las bombas centrífugas. Estas máquinas se denominan máquinas de reacción.

Atendiendo a la presencia o no de carcasa:

- Máquinas no entubadas como pueden ser las máquinas de acción.
- Máquinas entubadas.

Atendiendo al modo en el que se intercambia la energía dentro de la máquina tenemos:

- Máquinas de desplazamiento positivo o volumétricas. Se trata de uno de los tipos más antiguos de máquinas hidráulicas y se basan en el desplazamiento de un volumen de fluido comprimiéndolo. El ejemplo más claro de este tipo de máquinas es la bomba de aire para bicicletas. Suministran un caudal que no es constante, para evitarlo en ocasiones se unen varias para lograr una mayor uniformidad. Estas máquinas son apropiadas para suministros de alta presión y bajos caudales.
- Turbomáquinas. Producen una variación en el momento cinético del fluido como consecuencia de la deflexión (cambio de dirección) producida en el interior de la máquina. Dentro de este tipo existen diversos subtipos. Existen las máquinas radiales o centrífugas, en las que el flujo entra en la máquina en dirección axial (misma dirección del eje principal) y sale en dirección radial. Estas máquinas son apropiadas para altas presiones y bajos caudales. Y existen máquinas axiales en las que el flujo entra axialmente en ellas y sale igualmente en dirección axial. Estas máquinas son apropiadas para bajas presiones y grandes caudales.

Existen otros criterios, como la división en rotativas y alternativas, dependiendo de si el órgano intercambiador de energía tiene un movimiento rotativo o alternativo, esta clasificación es muy intuitiva pero no atiende al principio básico de funcionamiento de estas máquinas.

Tabla 1.1 Clasificación de las máquinas hidráulicas

Máquinas hidráulicas		
Motoras	Volumétricas	Alternativas - Bombas de émbolo ¹
		Rotativas – Bombas rotoestáticas ¹
	Turbomáquinas	Turbinas hidráulicas (l) Aerogeneradores (g) (Máquina axial)
Generadoras	Volumétricas	Alternativas - Bombas de émbolo
		Rotativas – Bombas rotoestáticas
	Turbomáquinas	Bombas rotodinámicas o centrífugas (máquina radial) (l) Ventiladores (g) (Máquina axial)

1.4.3 Cabina.- Esta es la encargada de aislar los elementos que van a ser sometidos al tratamiento de limpieza pues los elementos son colocados en la parte interior de la misma, donde no existirá ningún otro tipo de contacto

A continuación conoceremos algunos tipos de cabinas

1.4.3.1 Encapsulado

Está realizado a base de paneles prefabricados, los cuales forman una envolvente metálica completa (cara exterior, interior y discos). En su interior o núcleo, se encuentra el material aislante que normalmente acostumbra a ser lana de roca y unos distanciadores para asegurar un espesor uniforme del material aislante empleado.

Aplicación: Aislamiento térmico hasta 600°C, desmontable rápidamente, dimensionalmente estable, estanco al polvo, y a las proyecciones de agua. Lavable, resistente al fuego e imputrescible.

1.4.3.2 Reflectivo

Es un aislamiento cuya composición es totalmente metálica se construye a base de paneles prefabricados que por su especial disposición consiguen una alta eficacia al paso del flujo térmico, minimizando las tres componentes de la transmisión de calor: Conducción, Convección y Radiación. Ambas caras -exterior e interior-, así como los discos y las láminas interiores reflectantes están fabricados completamente en acero inoxidable.

Aplicación: Aislamiento térmico hasta 600 °C en instalaciones donde se requiera un aislamiento desmontable rápidamente, dimensionalmente estable, no contaminable, resistente al fuego, autodrenante y dimensionalmente estable.

1.4.3.3 Integrado

Está formado por paneles cuya envoltura exterior (cara exterior más discos) contiene una colchoneta aislante formada normalmente por lana de roca recubierta con tejido de vidrio. Su composición puede ser de una gran variedad (silicona, lámina de aluminio, enlucido de poliuretano, etc.) los cuales se seleccionan en función de las condiciones de la operación.

Aplicación: Aislamiento especialmente previsto para tuberías y equipos de calor hasta 650 °C y para todas aquellas instalaciones donde se requiera un aislamiento desmontable rápidamente, dimensionalmente estable y mecánicamente resistente.

1.4.3.4 Acolchado

Está formado por paneles cuya envoltura exterior (cara exterior más discos) contiene una colchoneta aislante. Los elementos prefabricados están confeccionados a base de un tejido de vidrio o cerámico. Este tejido puede presentarse reforzado por una malla de acero inoxidable y acabado en silicona, lámina de aluminio, etc. El envolvente exterior se selecciona en función de distintas variables aunque algunas son determinantes como: a) Aislamiento a conseguir tanto en el interior como en el exterior, b) Resistencia mecánica exigible, c) Temperatura de operación en continuo y d) posibilidad de derrames sobre las colchonetas. En cuanto al tipo de aislante y su espesor estos se definen en cada ocasión, de conformidad con las pérdidas asumibles y con la temperatura que requiere cada operación.

Aplicación: Aislamiento térmico hasta 1000 °C, desmontable rápidamente, dimensionalmente estable, resistente al fuego y con una buena rigidez mecánica.

1.4.3.5 Protección personal

Aislamiento concebido especialmente para la protección personal. Mantiene la temperatura de la superficie de contacto en los límites necesarios para la protección de las personas. Utilizando para ello dispositivos o elementos que se interponen para mantener el recubrimiento a una distancia del objeto igual al espesor del aislamiento. En nuestra aplicación utilizaremos esta cabina pues además contiene un extractor de gases y humos en su interior lo cual dará mayor confianza y utilidad para los operadores proporcionando entre otros varios parámetros importantes como seguridad en protección al personal, seguridad de cumplir normas ISO, seguridad de no contaminar el ambiente entre otros.

1.4.4 Boquillas de lavado.- Las boquillas son las encargadas de inyectar el líquido caliente a alta presión desde el tanque por medio de una bomba de alta presión, con un tiempo de inyección óptimo, cantidad de líquido, proporción de inyección y condición de pulverizado. La boquilla para aplicación de alta presión ofrece un desempeño excepcional de alto impacto. Las presiones de trabajo tienen un rango específico para el trabajo a realizar con ángulos desde 0° hasta 80°. Están fabricadas en acero inoxidable endurecido para una mayor vida útil. En la figura (1.2) tenemos algunos tipos de boquillas.



Figura 1.2 Boquilla

1.4.5 Motores eléctricos.- Los motores eléctricos son máquinas eléctricas rotatorias que transforman la energía eléctrica en energía mecánica. Debido a sus múltiples ventajas, entre las que cabe citar su economía, limpieza, comodidad y seguridad de funcionamiento, el motor eléctrico ha reemplazado en gran parte a otras fuentes de energía, tanto en la industria como en el transporte, las minas, el comercio, o el hogar.



..1.1.1.1

..1.1.1.2 **Figura 1.3 Motor eléctrico**

Los motores eléctricos satisfacen una amplia gama de necesidades de servicio, desde arrancar, acelerar, mover, o frenar, hasta sostener y detener una carga. Estos motores se fabrican en potencias que varían desde una pequeña fracción de caballo hasta varios miles, y con una amplia variedad de velocidades, que pueden ser fijas, ajustables o variables.

Un motor eléctrico contiene un número mucho más pequeño de piezas mecánicas que un motor de combustión interna o uno de una máquina de vapor, por lo que es menos propenso a los fallos. Los motores eléctricos son los más ágiles de todos en lo que respecta a variación de potencia y pueden pasar instantáneamente desde la posición de reposo a la de funcionamiento al máximo. Su tamaño es más reducido y pueden desarrollarse sistemas para manejar las ruedas desde un único motor, como en los automóviles.

El uso de los motores eléctricos se ha generalizado a todos los campos de la actividad humana desde que sustituyeran en la mayoría de sus aplicaciones a las máquinas de vapor. Existen motores eléctricos de las más variadas dimensiones, desde los pequeños

motores fraccionarios empleados en pequeños instrumentos hasta potentes sistemas que generan miles de caballos de fuerza, como los de las grandes locomotoras eléctricas. En cuanto a los tipos de motores eléctricos genéricamente se distinguen motores monofásicos, que contienen un juego simple de bobinas en el estator, y polifásicos, que mantienen dos, tres o más conjuntos de bobinas dispuestas en círculo.

Según la naturaleza de la corriente eléctrica transformada, los motores eléctricos se clasifican en motores de corriente continua, también denominada directa, motores de corriente alterna, que, a su vez, se agrupan, según su sistema de funcionamiento, en motores de inducción, motores sincrónicos y motores de colector. Tanto unos como otros disponen de todos los elementos comunes a las máquinas rotativas electromagnéticas

1.4.5.1 Motores de corriente continua

La conversión de energía en un motor eléctrico se debe a la interacción entre una corriente eléctrica y un campo magnético. Un campo magnético, que se forma entre los dos polos opuestos de un imán, es una región donde se ejerce una fuerza sobre determinados metales o sobre otros campos magnéticos. Un motor eléctrico aprovecha este tipo de fuerza para hacer girar un eje, transformándose así la energía eléctrica en movimiento mecánico.

Los dos componentes básicos de todo motor eléctrico son el rotor y el estator. El rotor es una pieza giratoria, un electroimán móvil, con varios salientes laterales, que llevan cada uno a su alrededor un bobinado por el que pasa la corriente eléctrica. El estator, situado alrededor del rotor, es un electroimán fijo, cubierto con un aislante. Al igual que el rotor, dispone de una serie de salientes con bobinados eléctricos por los que circula la corriente.

Cuando se introduce una espira de hilo de cobre en un campo magnético y se conecta a una batería, la corriente pasa en un sentido por uno de sus lados y en sentido contrario por el lado opuesto. Así, sobre los dos lados de la espira se ejerce una fuerza, en uno de ellos hacia arriba y en el otro hacia abajo. Si la espira de hilo va montada sobre el eje metálico, empieza a dar vueltas hasta alcanzar la posición vertical. Entonces, en esta posición, cada uno de los hilos se encuentra situado en el medio entre los dos polos, y la espira queda retenida.

Para que la espira siga girando después de alcanzar la posición vertical, es necesario invertir el sentido de circulación de corriente. Para conseguirlo, se emplea un conmutador o colector, que en el motor eléctrico más simple, el motor de corriente continua, está formado por dos chapas de metal con forma de media luna, que se sitúan sin tocarse, como las dos mitades de un anillo, y que se denominan delgas. Los dos extremos de la espira se conectan a dos medias lunas. Dos conexiones fijas, unidas al bastidor del motor y llamadas escobillas, hacen contacto con cada una de las delgas del colector, de forma que, al girar la armadura, las escobillas contactan primero con una delga y después con la otra.

Cuando la corriente eléctrica pasa por el circuito, la armadura empieza a girar y la rotación dura hasta que la espira alcanza la posición vertical. Al girar las delgas del colector con la espira, cada media vuelta se invierte el sentido de circulación de la corriente eléctrica. Esto quiere decir que la parte de la espira que hasta ese momento recibía la fuerza hacia arriba, ahora la recibe hacia abajo, y la otra parte al contrario. De esta manera la espira realiza otra media vuelta y el proceso se repite mientras gira la armadura.

El esquema descrito corresponde a un motor de corriente continua, el más simple dentro de los motores eléctricos, pero que reúne los principios fundamentales de este tipo de motores.

1.4.5.2 Motores de corriente alterna

Los motores de corriente alterna tienen una estructura similar, con pequeñas variaciones en la fabricación de los bobinados y del conmutador del rotor. Según su sistema de funcionamiento, se clasifican en motores de inducción, motores sincrónicos y motores de colector.

1.4.5.3 Motores de inducción

El motor de inducción no necesita escobillas ni colector. Su armadura es de placas de metal magnetizable. El sentido alterno de circulación, de la corriente en las espiras del estator genera un campo magnético giratorio que arrastra las placas de metal magnetizable, y las hace girar. El motor de inducción es el motor de corriente alterna más utilizado, debido a su fortaleza y sencillez de construcción, buen rendimiento y bajo costo

así como a la ausencia de colector y al hecho de que sus características de funcionamiento se adaptan bien a una marcha a velocidad constante.

1.4.5.4 Motores sincrónicos

Los motores sincrónicos funcionan a una velocidad sincrónica fija proporcional a la frecuencia de la corriente alterna aplicada. Su construcción es semejante a la de los alternadores. Cuando un motor sincrónico funciona a potencia constante y sobreexcitado, la corriente absorbida por éste presenta, respecto a la tensión aplicada un ángulo de desfase en avance que aumenta con la corriente de excitación. Esta propiedad es la que ha mantenido la utilización del motor sincrónico en el campo industrial, pese a ser el motor de inducción más simple, más económico y de cómodo arranque, ya que con un motor sincrónico se puede compensar un bajo factor de potencia en la instalación al suministrar aquél la corriente reactiva, de igual manera que un condensador conectado a la red.

1.4.5.5 Motores de colector

El problema de la regulación de la velocidad en los motores de corriente alterna y la mejora del factor de potencia ha sido resuelto de manera adecuada con los motores de corriente alterna de colector. Según el número de fases de las componentes alternas para los que están concebidos los motores de colector se clasifican en monofásicos y Polifásicos, siendo los primeros los más utilizados, los motores monofásicos de colector son los motores serie y los motores de repulsión.

1.4.6 Cañerías.- Estas son las encargadas de hacer circular la mezcla de agua caliente con sosa desde el tanque hasta la cabina así como también realiza la recirculación de la misma una vez que es expulsada por los inyectores, mediante un sistema de colector.

A continuación describiremos algunos elementos que se utilizarán en el circuito hidráulico de la máquina:

- Codos
- T
- Reducciones
- Cuellos o acoples

- Válvulas
- Empacaduras
- Tornillos y niples

1.4.6.1 Codos.- Son accesorios de forma curva que se utilizan para cambiar la dirección del flujo de las líneas tanto grados como lo especifiquen los planos o dibujos de tuberías.

Tipos

Los codos estándar son aquellos que vienen listos para la pre-fabricación de piezas de tuberías y que son fundidos en una sola pieza con características específicas y son:

- Codos estándar de 45°
- Codos estándar de 90°
- Codos estándar de 180°

Características

- Diámetro. Es el tamaño o medida del orificio del codo entre sus paredes existen desde ¼" hasta 120". También existen codos de reducción.
- Angulo. Es la existente entre ambos extremos del codo y sus grados dependen del giro o desplazamiento que requiera la línea.
- Radio. Es la dimensión que va desde el vértice hacia uno de sus arcos. Según sus radios los codos pueden ser: radio corto, largo, de retorno y extralargo.
- Espesor una normativa o codificación del fabricante determinada por el grosor de la pared del codo.
- Aleación. Es el tipo de material o mezcla de materiales con el cual se elabora el codo, entre los más importantes se encuentran: acero al carbono, acero a porcentaje de cromo, acero inoxidable, galvanizado, etc.
- Junta. Es el procedimiento que se emplea para pegar un codo con un tubo, u otro accesorio y esta puede ser: soldable a tope, roscable, embutible y soldable.

- Dimensión. Es la medida del centro al extremo o cara del codo y la misma puede calcularse mediante formulas existentes.

1.4.6.2 Te.- Son accesorios que se fabrican de diferentes tipos de materiales, aleaciones, diámetros y se utiliza para efectuar fabricación en líneas de tubería.

Tipos

- Diámetros iguales o te de recta
- Reductora con dos orificios de igual diámetro y uno desigual.

Características

- Diámetro. Las tes existen en diámetros desde ¼" hasta 72" en el tipo fabricación.
- Espesor. Este factor depende del espesor del tubo o accesorio a la cual va instalada y ellos existen desde el espesor fabricación hasta el doble extrapesado.
- Aleación. Las más usadas en la fabricación son: acero al carbono, acero inoxidable, galvanizado, etc.
- Juntas. Para instalar las te en líneas de tubería se puede hacer, mediante procedimiento de rosca embutible-soldable o soldable a tope.
- Dimensión. Es la medida del centro a cualquiera de las bocas de la te.

1.4.6.3 REDUCCIÓN.- Son accesorios de forma cónica, fabricadas de diversos materiales y aleaciones. Se utilizan para disminuir el volumen del fluido a través de las líneas de tuberías.

Tipos

- Estándar concéntrica. Es un accesorio reductor que se utiliza para disminuir el caudal del fluido aumentando su velocidad, manteniendo su eje.
- Estándar excéntrica. Es un accesorio reductor que se utiliza para disminuir el caudal del fluido en la línea aumentando su velocidad perdiendo su eje.

Características

- **Diámetro.** Es la medida del accesorio o diámetro nominal mediante el cual se identifica al mismo, y varia desde ¼" x 3/8" hasta diámetros mayores.
- **Espesor.** Representa el grosor de las paredes de la reducción va a depender de los tubos o accesorios a la cual va a ser instalada. Existen desde el espesor estándar hasta el doble extrapesado.
- **Aleación.** Es la mezcla utilizada en la fabricación de reducciones, siendo las mas usuales: al carbono, acero al porcentaje de cromo, acero inoxidable, etc.
- **Junta.** Es el tipo de instalación a través de juntas roscables, embutibles soldables y soldables a tope.
- **Dimensión.** Es la medida de boca a boca de la reducción Concéntrica y excéntrica).

1.4.6.4 Válvulas

Es un accesorio que se utiliza para regular y controlar el fluido de una tubería. Este proceso puede ser desde cero (válvula totalmente cerrada), hasta de flujo (válvula totalmente abierta), y pasa por todas las posiciones intermedias, entre estos dos extremos. Las válvulas pueden ser de varios tipos según sea el diseño del cuerpo y el movimiento del obturador. Describiremos entonces la válvula que vamos a utilizar en el proyecto

1.1 Válvula de control.

La válvula automática de control generalmente constituye el último elemento en un lazo de control instalado en la línea de proceso y se comporta como un orificio cuya sección de paso varia continuamente con la finalidad de controlar un caudal en una forma determinada.

1.1 Partes de la válvula de control.

Las válvulas de control constan básicamente de dos partes que son: la parte motriz o actuador y el cuerpo.

1. Actuador: el actuador también llamado accionador o motor, puede ser neumático, eléctrico o hidráulico, pero los más utilizados son los dos primeros, por ser las más sencillas y de rápida actuaciones. Aproximadamente el 90% de las válvulas utilizadas en

la industria son accionadas neumáticamente. Los actuadores neumáticos constan básicamente de un diafragma, un vástago y un resorte tal como se muestra en la figura (1.4). Lo que se busca en un actuador de tipo neumático es que cada valor de la presión recibida por la válvula corresponda una posición determinada del vástago. Teniendo en cuenta que la gama usual de presión es de 3 a 15 lbs/pulg² en la mayoría de los actuadores se selecciona el área del diafragma y la constante del resorte de tal manera que un cambio de presión de 12 lbs/pulg², produzca un desplazamiento del vástago igual al 100% del total de la carrera.

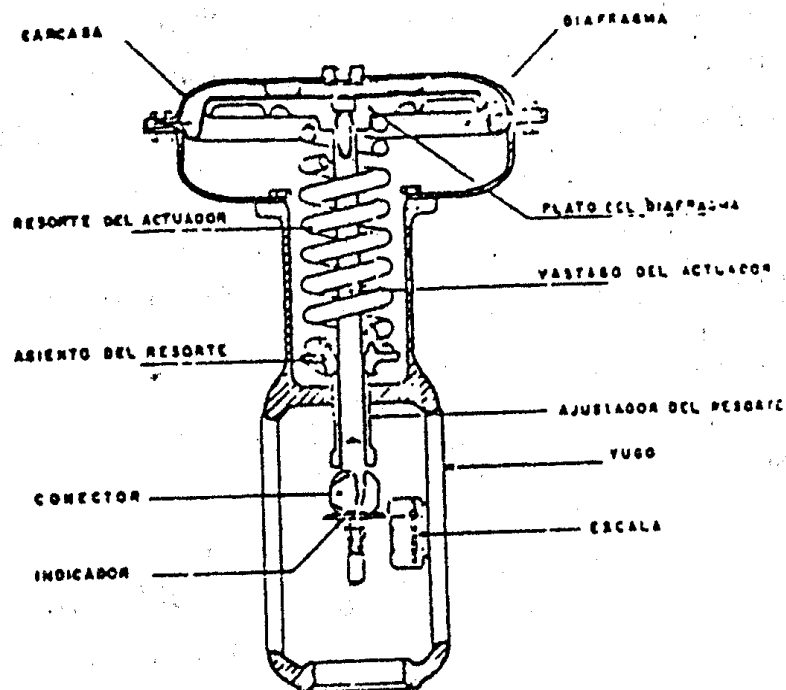


Figura 1.4 Actuador de una válvula de control.

2. Cuerpo de la válvula: este provisto de un obturador o tapón, los asientos del mismo y una serie de accesorios. La unión entre la válvula y la tubería puede hacerse por medio de bridas soldadas o roscadas directamente a la misma. El tapón es el encargado de controlar la cantidad de fluido que pasa a través de la válvula y puede accionar en la dirección de su propio eje mediante un movimiento angular. Esta unido por medio de un vástago al actuador.

1.4.6.5 Empacaduras

Es un accesorio utilizado para realizar sellados en juntas mecanizadas existentes en líneas de servicio o plantas en proceso.

Tipos

- Empacadura flexitalica. Este tipo de empacadura es de metal y de asientos espiro metálicos. Ambas características se seleccionan para su instalación de acuerdo con el tipo de fluido.
- Anillos de acero. Son las que se usan con brida que tienen ranuras para el empalme con el anillo de acero. Este tipo de juntas de bridas se usa en líneas de aceite de alta temperatura que existen en un alambique, o espirales de un alambique de tubos. Este tipo de junta en bridas se usa en líneas de amoniaco.
- Empacadura de asbesto. Como su nombre lo indica son fabricadas de material de asbesto simple, comprimido o grafitado. Las empaquetaduras tipo de anillo se utilizan para bridas de cara alzada o levantada, de cara completa para bridas de cara lisa o bocas de inspección y/o pasahombres en torres, inspección de tanques y en cajas de condensadores, donde las temperaturas y presiones sean bajas.
- Empacaduras de cartón. Son las que se usan en cajas de condensadores, donde la temperatura y la presión sean bajas. Este tipo puede usarse en huecos de inspección cuando el tanque va a llenarse con agua.
- Empacaduras de goma. Son las que se usan en bridas machos y hembras que estén en servicio con amoniaco o enfriamiento de cera.
- Empacadura completa. Son las que generalmente se usan en uniones con brida, particularmente con bridas de superficie plana, y la placa de superficie en el extremo de agua de algunos enfriadores y condensadores.
- Empacadura de metal. Son fabricadas en acero al carbono, según ASTM, A-307, A-193. en aleaciones de acero inoxidable, A-193. también son fabricadas según las normas AISI en aleaciones de acero inoxidable A-304, A-316.
- Empacaduras grafitadas. Son de gran resistencia al calor (altas temperaturas) se fabrican tipo anillo y espirometalicas de acero con asiento grafitado, son de gran utilidad en juntas bridadas con fluido de vapor.

1.4.6.6 Tapones

Son accesorios utilizados para bloquear o impedir el pase o salida de fluidos en un momento determinado. Mayormente son utilizados en líneas de diámetros menores.

Tipos

Según su forma de instalación pueden ser macho y hembra.

Características.

- Aleación. Son fabricados en mezclas de galvanizado, acero al carbono, acero inoxidable, bronce, monel, etc.
- Resistencia. Tienen una capacidad de resistencia de 150 libras hasta 9000 libras.
- Espesor. Representa el grosor de la pared del tapón.
- Junta. La mayoría de las veces estos accesorios se instalan de forma enroscable, sin embargo por normas de seguridad muchas veces además de las roscas suelen soldarse. Los tipos soldables a tope, se utilizan para cegar líneas o también en la fabricación de cabezales de maniformes.

1.5 FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA

Las máquinas lavadoras a presión limpian piezas con un aerosol de agua caliente, un detergente o una solución dirigido a las partes mecánicas, que sale por un elemento mecánico denominado inyector el cual presuriza al líquido realizando la limpieza.

El funcionamiento del equipo de limpieza está controlado mediante un programa realizado con un ordenador personal (PC) o el interfaz de software. Se puede también utilizar un regulador del CNC para cambiar o para ajustar parámetros tales como calor, presión, velocidad, carga aplicada, o caudal de una manera preprogramada.

Para la operación todos los elementos se monta en el piso, en un banco, o pedestal y cada uno tendrá su función específica.

1.6 FUNCIÓN ESPECÍFICA DE CADA ELEMENTO COMPONENTE

1.6.1 Tanques.- Los tanques de acero inoxidable son los encargados de realizar el calentamiento de la solución hasta alcanzar una temperatura de 70° C mediante un sistema de niquelinas, temperatura ideal la cual necesitamos para que el sistema empiece a trabajar. Por el diseño con cubierta doble o vidrio templado, esta solución mantendrá la temperatura y garantiza un servicio eficiente y continuo para los trabajos que se van a realizar.

1.6.2 Bombas.- Las bombas son máquinas hidráulicas encargadas de realizar la circulación del fluido generando alta presión a través de las diferentes cañerías de la máquina, manteniendo la presión para ser expulsado por los elementos mecánicos o inyectores sobre la pieza a ser lavada. Convencionalmente se deberá especificar la presión de trabajo para escoger el tipo de bomba, de modo que el sistema no tenga problemas en su funcionamiento.

1.6.3 Cabina.- Esta es la encargada de aislar los elementos que van a ser sometidos al tratamiento de limpieza de una forma hermética, pues en su interior se colocaran todas y cada una de las piezas para ser lavadas

La cabina deberá contar con las siguientes características:

- Iluminación interior.
- Interior aerodinámico sin puntos muertos.
- Controles normalizados.
- Exterior en lámina de acero inoxidable con pintura electrostática.

1.6.4 Boquillas de lavado.- Las boquillas son los elementos mecánicos encargados de pulverizar la mezcla (agua y sosa a una temperatura de 60°C), la misma que será transportada a través de un circuito hidráulico a presión por medio de la bomba hidráulica desde el tanque, para finalmente ser inyectada en todos y cada una de las partes sometidas el proceso de lavado.

1.6.5 Motores eléctricos.- El motor eléctrico es una máquina que transforma la energía eléctrica en energía mecánica. La cual es aprovechada para el giro de la estructura

circular interna en la cual están colocadas las partes que serán expuestas al proceso de lavado, así como también otro motor eléctrico será el encargado de evacuar los gases de la cabina, producto de la pulverización de la mezcla al realizar el proceso de lavado. Por esta razón se dice que el uso de los motores eléctricos se ha generalizado a todos los campos de la actividad humana desde que sustituyeran en la mayoría de sus aplicaciones a las máquinas de vapor. Existen motores eléctricos de las más variadas dimensiones y diferente potencia.

1.6.6 Cañerías.- Estas son las encargadas de hacer circular la mezcla de agua caliente con sosa a una temperatura de 72°C, mediante la conformación de un circuito hidráulico, desde el tanque hasta la cabina donde será expulsada por los inyectores, para realizar el proceso de lavado; una vez terminado el mismo mediante un sistema de colector la mezcla será reutilizada para un posterior proceso de lavado.

1.7 CARACTERÍSTICAS DEL MECANISMO

Las lavadoras de limpieza con aerosol poseen características especiales. Las especificaciones del funcionamiento incluyen la presión del aerosol, el caudal, la energía del calentador, la capacidad del tanque de colada, y el tipo de la fuente de energía. Las especificaciones de la capacidad de la parte incluyen longitud interna, profundidad o altura interna, y peso máximo de la capacidad de la parte a ser lavada. La máquina de limpieza tendrá que utilizar un solvente caliente mezclado con los desengrasadores como sosa, la cual se evapora o presuriza mediante un elemento actuador que es el inyector. El solvente condensado limpia las piezas y después gotea nuevamente dentro del tanque para la recuperación o la disposición subsecuente. La limpieza Abrasivo-realzada aspira partículas abrasivas en un arma, un inyector o una lanza con un proceso de generación del Venturi. Los usos para las máquinas de aerosol incluyen la limpieza general y la preparación superficial, fregado del envase o de las botellas, retiro del contaminante, el desengrasar, desincrustación o el pelar, limpieza de la plataforma interna, y esterilización.

1.8 UTILIZACIÓN

Las máquinas de aerosol se diseñan para los usos medios y de poca potencia, y permiten llevarla donde se quiera, para que el trabajo se realice en una planta industrial. Además cuenta con un PC, requiere de un espacio limitado y se satisface idealmente para inclinar

las células de fabricación. Se utilizan para quitar la grasa del suelo, el aceite, el polvo abrasivo, la carbonina acumulada, la limalla, la pintura, la corrosión u otros contaminantes de las superficies de los componentes que salen de una cadena de producción. Las máquinas de aerosol se utilizan para realizar muchos diversos procesos de limpieza, Así tenemos los siguientes:

La limpieza con agua caliente utiliza un abastecimiento o un vapor calentado de agua para la limpieza y la preparación superficial.

La limpieza acuosa utiliza el agua o una solución a base de agua de la limpieza para lavar superficies o partes.

En términos de características, algunos productos aplican tratamientos previos o postprocesan capas. Otros incluyen los gabinetes múltiples o los tanques para almacenar diversa limpieza o aclarar soluciones. Las máquinas de aerosol que proporcionan la sequedad integral incluyen un calentador, un secador de proceso, un inyector auxiliar, o una escopeta de aire comprimido. Las máquinas con aclarador integral se utilizan para quitar cantidades residuales de solución de la limpieza después de que el proceso de lavado sea completo.

CAPITULO II

COMPONENTES DE CONTROL

2.1 AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL CON PLC's

2.1.1 Introducción

La historia de la automatización industrial está caracterizada por períodos de constantes innovaciones tecnológicas.

Esto se debe a que las técnicas de automatización están muy ligadas a los sucesos económicos mundiales.

Automatización Industrial es un conjunto de técnicas que involucran la aplicación e integración de sistemas mecánicos, eléctricos-electrónicos, unidos con los controladores lógicos programables (PLCs) para operar y controlar diferentes tipos de sistemas industriales de forma autónoma.

Es un área en la que confluyen diferentes disciplinas para la solución de problemas industriales. Los problemas de eficiencia, productividad, calidad, decisiones estratégicas y diseño de procesos, tanto en el ámbito de producción y planta como a nivel gerencial, son también problemas de Automatización Industrial.

2.1.2 Clases de Automatización Industrial

Hay tres clases muy amplias de automatización industrial:

- Automatización fija
- Automatización programable
- Automatización flexible.

1. La automatización fija: Se la utiliza cuando el volumen de producción es muy alto, y por tanto se puede justificar económicamente el alto costo del diseño de equipo especializado para procesar el producto, con un rendimiento alto y tasas de producción elevadas.

Un problema con la automatización fija es que el equipo está especialmente diseñado para obtener el producto y una vez que se halla acabado el ciclo de vida del producto es probable que el equipo quede obsoleto.

2. La automatización programable: se emplea cuando el volumen de producción es relativamente bajo y hay una diversidad de producción a obtener. En este caso el equipo de producción y automatización es diseñado para adaptarse a las variaciones de configuración del producto; esta adaptación se realiza por medio de un programa (Software).

Gracias a la característica de programación y a la adaptabilidad resultante del equipo muchos productos diferentes y únicos en su género pueden obtenerse económicamente en pequeños lotes.

3. La automatización flexible: Los sistemas flexibles tienen características tanto de la automatización fija como de la automatización programable. La experiencia adquirida hasta ahora con este tipo de automatización indica que es más adecuado para el rango de producción de volumen medio.

Los sistemas automatizados flexibles suelen estar constituidos por una serie de estaciones de trabajo que están interconectadas por un sistema de almacenamiento y manipulación de materiales.

2.1.3 Controladores Lógicos Programables PLC's

Hasta no hace mucho tiempo el control de procesos industriales se venía haciendo de forma cableada por medio de contactores y relés. Cualquier variación en el proceso suponía modificar físicamente gran parte de las conexiones de los montajes, siendo necesario para ello un gran esfuerzo técnico y un mayor desembolso económico.

En la actualidad no se puede entender un proceso complejo de alto nivel desarrollado por técnicas cableadas. El ordenador y los autómatas programables han intervenido de forma considerable para que este tipo de instalaciones se hayan visto sustituidas por otras controladas de forma programada.

2.1.3.1 Descripción del PLC

EL PLC es un aparato electrónico operado digitalmente que usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones; las cuales implementan funciones específicas tales como lógicas, secuenciales, temporización, conteo y aritméticas, para controlar a través de módulos de entrada / salida digitales y analógicas, varios tipos de máquinas o procesos.

Su programación y manejo puede ser realizado por personal con conocimientos electrónicos sin previos conocimientos sobre informática. La tarea del usuario se reduce a realizar el “Programa” que no es más que la relación entre las señales de entrada que se tienen que cumplir para activar cada salida.

Un PLC o Automata Programable, es un dispositivo programable diseñado para el control de señales eléctricas asociadas al control automático de procesos industriales o automatización industrial. Posee las herramientas necesarias, tanto de software como de hardware, para controlar dispositivos externos, recibir señales de sensores y tomar decisiones de acuerdo a un programa que el usuario elabore según la aplicación (figura 2.1).

Esto conlleva, que además de los componentes físicos requeridos para la adaptación de señales, es necesario disponer de un programa para que el PLC pueda saber qué es lo que tiene que hacer con cada una de ellas.

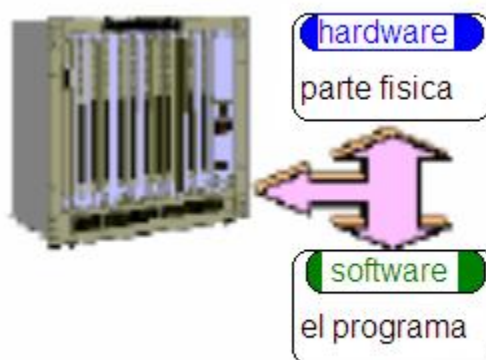


Figura Nº 2.1 Componentes del PLC

2.1.3.2 Estructura de los PLC's

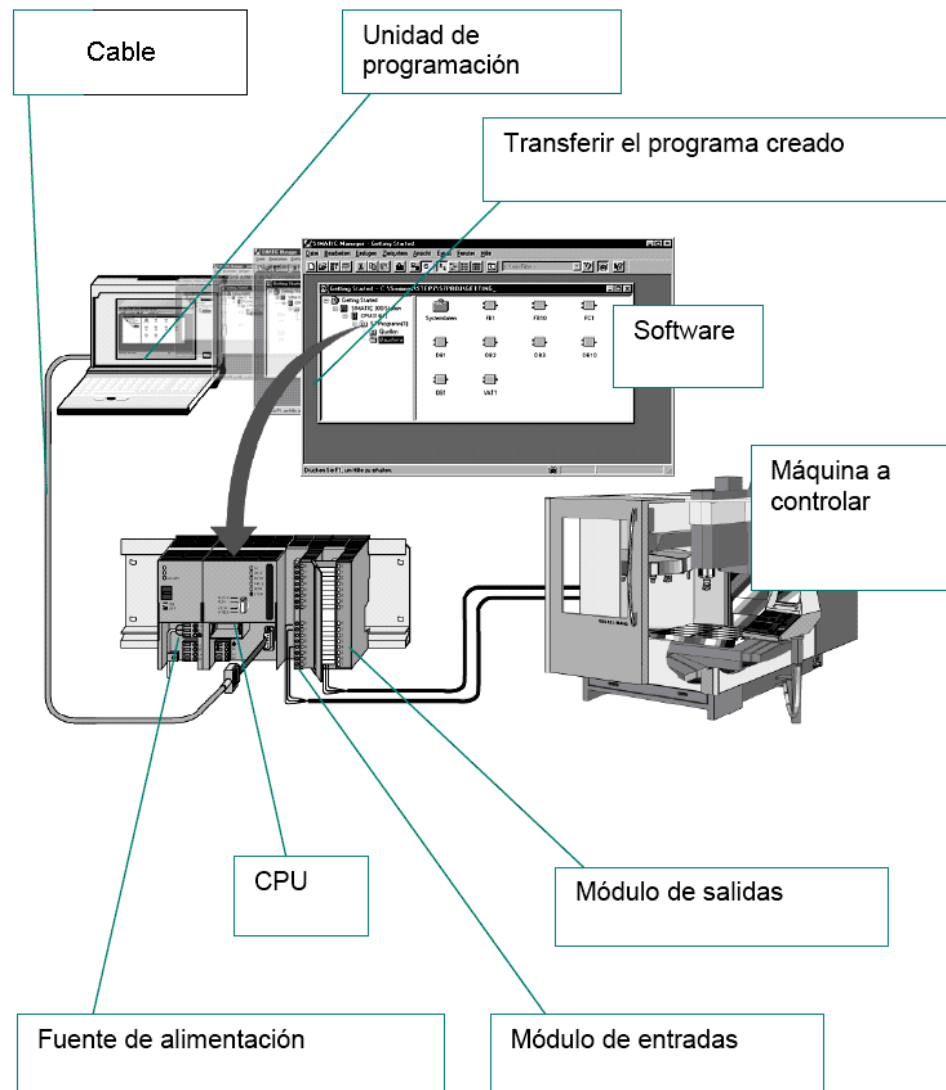


Figura 2.2 Estructura del PLC

En la figura 2.2 se presenta un esquema detallado de las diferentes partes que conforman la estructura del PLC y se explicarán a continuación:

- 1. Fuente de alimentación:** Es la encargada de convertir la tensión de la red, 110 o 220 [v] de corriente alterna, a baja tensión de corriente continua, normalmente a 24 [v]. Siendo ésta la tensión de trabajo en los circuitos electrónicos que forma el Autómata.
- 2. Unidad Central de Procesos o CPU:** Se encarga de recibir las órdenes del operario por medio de la consola de programación y el módulo de entradas. Posteriormente las

procesa para enviar respuestas al módulo de salidas. En su memoria se encuentra residente el programa destinado a controlar el proceso.

Contiene las siguientes partes:

- Unidad central o de proceso
- Temporizadores y contadores
- Memoria de programa
- Memoria de datos
- Memoria imagen de entrada
- Memoria imagen de salida

3. Módulo de entrada: Constituyen terminales a los que se conectan las señales que provienen de sensores, interruptores, finales de carrera, pulsadores, etc.

Cada cierto tiempo el estado de las entradas se transfiere a la memoria imagen de entrada. La información recibida en ella, es enviada a la CPU para ser procesada de acuerdo a la programación. Se pueden diferenciar dos tipos de sensores o captadores conectables al módulo de entradas: los pasivos y los activos.

Los captadores pasivos son los que cambian su estado lógico (activado o no activado) por medio de una acción mecánica. Estos son los interruptores, pulsadores, finales de carrera.

Los captadores activos son dispositivos electrónicos que suministran una tensión al autómata, que es función de una determinada variable.

4. Módulo de salidas: Es el encargado de activar y desactivar los actuadores como bobinas de contactores, lámparas, motores pequeños, etc.

La información enviada por las entradas a la CPU, una vez procesada, se envía a la memoria imagen de salidas, de donde se envía a la interface de salidas, para que éstas sean activada y a la vez los actuadores, que en ellas están conectados. Según el tipo de proceso a controlar por el autómata, se puede utilizar diferentes módulos de salidas. Existen tres tipos bien diferenciados:

- **A Relés:** Son usados en circuitos de corriente continua y corriente alterna. Están basados en la conmutación mecánica, debido a la bobina del relé, de un contacto eléctrico normalmente abierto.
- **A Triac:** Se utilizan en circuitos de corriente continua y corriente alterna que necesitan maniobras de conmutación muy rápidas.
- **A Transistores a colector abierto:** Son utilizados en circuitos que necesitan maniobras de conexión / desconexión muy rápidas. El uso de este tipo de módulos es exclusivo de los circuitos de corriente continua.

5. Unidad de programación: El terminal o consola de programación es el que permite comunicar al operario con el sistema. Las funciones básicas de éste son las siguientes:

- Transferencia y modificación de programas.
- Verificación de la programación.
- Información del funcionamiento de los procesos.

Como consolas de programación pueden ser utilizadas, las construidas específicamente para el autómatas, tipo calculadora o bien un ordenador personal, PC, que soporte un software específicamente diseñado para resolver los problemas de programación y control.

El equipo de programación tiene por misión configurar, estructurar, programar, almacenar y aprobar las diferentes funciones del autómatas, tanto las contenidas en la CPU básica, como las que aparecen en las CPU auxiliares y módulos periféricos. Se define entonces el equipo de programación como el conjunto de medios, hardware y software, mediante los cuales el programador introduce y depura las secuencias de instrucciones almacenadas en las memorias del autómatas (en uno u otro lenguaje), que constituyen el programa a ejecutar. Son funciones específicas de los tipos de programación los siguientes:

- Escritura del programa de usuario, directamente en la memoria del autómatas, o en la memoria auxiliar del mismo equipo. Verificación sintáctica y formal del programa escrito.
- Edición y documentación del programa o aplicación.
- Almacenamiento y gestión del programa o bloques del programa.
- Transferencias de programas desde y hacia el autómatas.

- Gestión de errores del autómeta, con identificación de los mismos, ayudas para su localización y corrección, y reinicialización del sistema.

Además de las funciones anteriores, es muy frecuente encontrar otras adicionales:

- Puesta en marcha y detención del autómeta (RUN / STOP).
- Monitorización del funcionamiento, sobre variables seleccionadas o sobre las propias líneas del programa.
- Forzado de variables binarias o numéricas y preselección de contadores, temporizadores y registros de datos.

El programador se comunica con el equipo utilizando un entorno operativo simplificado, con comandos como editar, insertar, buscar, transferir. etc.

2.1.3.3 Software para la programación

Los paquetes de software para programación de autómetas convierten un ordenador personal en un equipo de programación específico, aprovechando sus potentes recursos de interfaz con otros sistemas (impresoras, otros PC) y con el usuario (teclado, monitor), y el bajo precio del hardware debido a la estandarización y generalización de uso de los ordenadores compatibles. Esta opción (PC + software); junto con las consolas, éstas en menor medida, constituye prácticamente la totalidad de equipos de programación utilizados por los programadores de autómetas.

Los requisitos de hardware y software exigidos para instalar sobre el PC un entorno de programación de autómetas suelen ser, en general, muy ligeros, sobre todo cuando la instalación se realiza sobre sistema operativo estándar. Algunos entornos actuales que corren bajo Windows presentan exigencias algo más duras en cuanto al hardware necesario en el PC (procesador 486 o superior, 8 MB de memoria RAM, etc.), aunque en la práctica quedan cubiertas si el equipo está ya soportando el entorno Windows.

El paquete de programación se completa con la unidad externa de conexión que convierte y hace compatibles las señales físicas entre la salida serie estándar de PC (RS-232C, RS-422/485) y el puerto de conexión de la consola del autómeta, canal usualmente utilizado también para la conexión con el PC.

Una vez que el programa ha sido cargado en el PLC, y éste ya se encuentra en funcionamiento, entregará a las salidas distintos estados, dependiendo del programa ensamblado, y serán estos estados los encargados de controlar a diferentes dispositivos como Motores, Válvulas, Bombas, etc.

2.1.3.4 Lenguajes de programación

Cuando surgieron los autómatas programables, lo hicieron con la necesidad de sustituir a los enormes cuadros de maniobra contruidos con contactores y relés. Por lo tanto, la comunicación hombre-maquina debería ser similar a la utilizada hasta ese momento. El lenguaje usado, debería ser interpretado, con facilidad, por los mismos técnicos electricistas que anteriormente estaban en contacto con la instalación. Estos lenguajes han evolucionado en los últimos tiempos, de tal forma que algunos de ellos ya no tienen nada que ver con el típico plano eléctrico a relés. Los lenguajes más significativos son:

1. Lenguaje a contactos. (LD): Es el que más similitudes tiene con el utilizado por un electricista al elaborar cuadros de automatismos. Muchos autómatas incluyen módulos especiales de software para poder programar gráficamente de esta forma. Siemens denomina KOP a esta forma de programación.

2. Lenguaje por Lista de Instrucciones. (IL): En los autómatas de gama baja, es el único modo de programación. Consiste en elaborar una lista de instrucciones o nemónicos que se asocian a los símbolos y su combinación en un circuito eléctrico a contactos. También decir, que este tipo de lenguaje es, en algunos los casos, la forma más rápida de programación e incluso la más potente.

3. Grafcet. (SFC): Es el llamado Gráfico de Orden Etapa Transición. Ha sido especialmente diseñado para resolver problemas de automatismos secuenciales. Las acciones son asociadas a las etapas y las condiciones a cumplir a las transiciones.

Este lenguaje resulta enormemente sencillo de interpretar por operarios sin conocimientos de automatismos eléctricos. Muchos de los autómatas que existen en el mercado permiten la programación en GRAFCET, tanto en modo gráfico o como por lista de instrucciones. También podemos utilizarlo para resolver problemas de automatización de forma teórica y posteriormente convertirlo a plano de contactos.

4. Plano De Funciones. (FBD): El plano de funciones lógicas, resulta especialmente cómodo de utilizar, a técnicos habituados a trabajar con circuitos de puertas lógicas, ya que la simbología usada en ambos es equivalente.

2.1.3.5 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 amplia continuamente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el aspecto de sus posibilidades reales. Sus reducidas dimensiones, las extremas facilidades de montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficiencia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se reduce necesidades tales como:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.

Aplicaciones generales fundamentales:

- Maniobra de máquinas.
- Maniobra de instalaciones.
- Señalización y control.

2.1.3.6 Ventajas e inconvenientes de los PLC's

Entre las ventajas se tiene:

- Menor tiempo de elaboración de proyectos.
- Posibilidad de incluir modificaciones sin costo añadido en otros componentes.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor costo de mano de obra.
- Mantenimiento económico.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con el mismo autómata.

- Menor tiempo de puesta en funcionamiento.
- Si el autómatas queda pequeño para el proceso industrial puede seguir siendo de utilidad en otras máquinas o sistemas de producción.

Y entre los inconvenientes:

- Adiestramiento de técnicos.
- Costo.

Actualmente estos inconvenientes se han hecho nulos, ya que todas las carreras de ingeniería incluyen la automatización como una de sus asignaturas. En cuanto al costo tampoco hay problema, ya que hay autómatas para todas las necesidades y a precios ajustados.

2.2 SENSORES Y TRANSDUCTORES

2.2.1 Introducción

En todo proceso de automatización es necesario captar las magnitudes de planta, para poder así saber el estado del proceso que se está controlando. Para ello se emplean los sensores y transductores:

Un sensor es un transductor que recibe una señal de entrada en función de una o más cantidades físicas y la convierte modificada o no a una señal de salida generalmente eléctrica. Dicho de otra manera un transductor es aquel que convierte una forma de energía en otra.

Los sensores son el corazón de los sistemas de instrumentación y por lo general son el eslabón más débil. Contribuyen con ruido a las señales medidas y generan distorsión, debido a no linealidades. Son sujetos a cambios en su sensibilidad y requieren regularmente una calibración.

Los sensores primarios o elementos primarios de medida más comunes son los fuelles, resortes, flotadores, bulbos, platinas dúctiles, membranas entre otros.

2.2.2 Transductores de Temperatura

Los transductores eléctricos de [temperatura](#) utilizan diversos fenómenos que son influidos por la [temperatura](#) y entre los cuales figuran:

- Variación de resistencia en un conductor (sondas de resistencia).
- Variación de resistencia de un semiconductor (termistores).
- F.e.m. creada en la unión de dos metales distintos (termopares).
- Intensidad de la radiación total emitida por el cuerpo (pirómetros de radiación).

2.2.2.1 Tipos de Transductores de Temperatura:

1.- Termómetros de Resistencia: La medida de temperatura utilizando sondas de resistencia depende de las características de resistencia en función de la temperatura que son propias del elemento de detección. El elemento consiste usualmente en un arrollamiento de hilo muy fino de conductor, adecuado bobinado entre capas de material aislante y protegido con un revestimiento de [vidrio](#) o de cerámica.

El material que forma el conductor se caracteriza por el llamado "coeficiente de temperatura de resistencia" que expresa, a una temperatura especificada, la variación de la resistencia en ohmios del conductor por cada grado que cambia su temperatura.

La relación entre estos factores puede verse en la ecuación lineal siguiente:

$$R_t = R_o (1 + a t) \quad [2.1]$$

Donde:

R_o = Resistencia en ohmios a 0°C.

R_t = Resistencia en ohmios t °C.

a = Coeficiente de temperatura de la resistencia.

t = Temperatura en °C.

2. Detectores de temperatura de resistencia (RTD): Se basa en el principio según el cual la resistencia de todos los metales depende de la temperatura. La elección del platino en los RTD, de la máxima [calidad](#), permite realizar medidas más exactas y estables hasta una temperatura de aproximadamente 500 °C.

Los RTD más económicos utilizan níquel o [aleaciones](#) de níquel, pero no son tan estables ni lineales como los que emplean platino.

En cuanto a las desventajas:

- El platino encarece los RTD

- Un inconveniente es el autocalentamiento; para medir la resistencia hay que aplicar una corriente, que, por supuesto, produce una cantidad de calor que distorsiona los resultados de la medida.
- Otra desventaja, que afecta al uso de este dispositivo para medir la temperatura, es la resistencia de los RTD, al ser tan baja la resistencia de los hilos conductores que conectan el RTD, puede provocar errores importantes.

3. Termistores: Son semiconductores electrónicos con un coeficiente de temperatura de resistencia negativo de [valor](#) elevado y que presentan una curva [característica](#) lineal tensión-corriente siempre que la temperatura se mantenga constante. Los termistores se conectan a puentes de Wheastone convencionales o a otros [circuitos](#) de medida de resistencia.

En intervalos amplios de temperatura, los termistores tienen [características](#) no lineales. Al tener un alto coeficiente de temperatura poseen una mayor sensibilidad. Son de pequeño tamaño y su [tiempo](#) de respuesta depende de la capacidad térmica y de la masa del termistor variando de fracciones de segundo a minutos.

Un inconveniente del termistor es su falta de linealidad, que exige un [algoritmo](#) de linealización para obtener unos resultados aprovechables.

4. Sensores de IC: Los [sensores](#) de [circuitos integrados](#) IC resuelven el problema de la linealidad y ofrecen altos niveles de rendimiento. Son, además, relativamente económicos y bastante precisos a temperatura ambiente. Sin embargo, los [sensores](#) de IC no tienen tantas opciones de configuraciones del [producto](#) o de gama de temperaturas; además son dispositivos [activos](#), por lo que requieren una fuente de [alimentación](#).

Los [sensores](#) de IC forman parte de la tendencia hacia los "[sensores](#) inteligentes", que son transductores cuya [inteligencia](#) incorporada facilita las actividades de reducción y análisis de datos que el usuario debe realizar normalmente en el [sistema](#) de adquisición de [datos](#).

5. Termopar o termocupla: es un par de alambres de metales diferentes unidos en dos juntas o uniones llamadas: unión caliente, debido a que a través de aquella se somete a las temperaturas de medición (generalmente mayores a la temperatura ambiente), y la unión fría que en la mayoría de ocasiones se somete a la temperatura ambiente. En esta configuración se crea un voltaje neto en la malla, que es proporcional a la diferencia entre

las dos temperaturas de las uniones. En su implementación práctica, los alambres están soldados en un extremo, y terminan en una clavija en el otro, tal como se indica en la figura 2.3



Figura 2.3 Aspecto físico de un termopar

La lista de los materiales empleados como alambres, puede extenderse indefinidamente. Sin embargo, se han estandarizado unas pocas combinaciones. En un circuito termopar se produce un pequeño voltaje en cada unión de los metales distintos, debido al *efecto Seebeck*. La constante de proporcionalidad entre el voltaje y la temperatura depende de los metales en uso. Entre los tipos de termopares más utilizados a nivel industrial, se tiene:

Los tipos E, J, K, y T son termopares de base metálica y se pueden utilizar hasta por encima de 1000 °C, mientras que los tipos S, R, y B se denominan termopares nobles por poseer platino como elemento básico y se pueden utilizar hasta por encima de 2000 °C

Termopar tipo J (Fe- Constantán)

Termoelemento positivo: Fe 99,5%

Termoelemento negativo: Cu 55%, Ni 45%

Rango de utilización: -210 °C a 760 °C

F.E.M. producida: -8,096 mV a 42,919 mV

Características: Puede utilizarse en atmósferas neutras, oxidables o reductoras. No se recomienda en atmósferas muy húmedas y a bajas temperaturas el termoelemento positivo se vuelve quebradizo. Por encima de 540 °C el hierro se oxida rápidamente. No se recomienda en atmósferas sulfurosas por encima de 500 °C.

Termopar tipo E (Cr- Constantán)

Termoelemento positivo: Ni 90%, Cr 10%

Termoelemento negativo: Cu 55%, Ni 45%

Rango de utilización: -270 °C a 1000 °C

F.E.M. producida: -9,835 mV a 76,373 mV

Características: Puede utilizarse en atmósferas oxidables, inertes o al vacío, no debe utilizarse en atmósferas alternadamente oxidables y reductoras. Dentro de los termopares a menudo utilizados, es el que posee mayor potencia termoeléctrica, bastante conveniente cuando se desea detectar pequeñas variaciones de temperatura

Termopar tipo K (Cr- Constantán)

Termoelemento positivo: Ni 90%, Cr 10%

Termoelemento negativo: Ni 95%, Mn 2%, Si 1%, Al 2%

Rango de utilización: -270 °C a 1200 °C

F.E.M. producida: -6,458 mV a 48,838 mV

Características: Puede utilizarse en atmósferas inertes y oxidables. Por su alta resistencia a la oxidación se utiliza en temperaturas superiores a 600 °C y en algunas ocasiones en temperaturas por debajo de 0 °C. No debe utilizarse en atmósferas reductoras y sulfurosas. En temperaturas muy altas y atmósferas pobres en oxígeno ocurre una difusión del cromo, lo que ocasiona grandes desvíos de la curva de respuesta del termopar. Este último efecto se llama "green root".

Termopar tipo N (Nicrosil - Nisil)

Termoelemento positivo: Ni 84,4%, Cr 14,2%, Si 1,4%

Termoelemento negativo: Ni 95,45% Si 4,40%, Mg 0,15%

Rango de utilización: -270 °C a 1300 °C

F.E.M. producida: -4,345 mV a 47,513 mV

Características: Este nuevo tipo de termopar es un sustituto del termopar tipo K que posee una resistencia a la oxidación superior a éste. En muchos casos también es un sustituto de los termopares basados en platino a raíz de su temperatura máxima de utilización. Se recomienda para atmósferas oxidables, inertes o pobres en oxígeno, ya que no sufre el efecto "green - root". No debe exponerse a atmósferas sulfurosas.

Termopar tipo S

Termoelemento positivo: Pt 90%, Rh 10%

Termoelemento negativo: Pt 100%

Rango de utilización: -50 °C a 1768 °C

F.E.M. producida: -0,236 mV a 18,693 mV

Características: Puede utilizarse en atmósferas inertes y oxidables, presenta estabilidad a lo largo del tiempo en temperaturas elevadas, superiores a las de los termopares no constituidos de platino. Sus termoelementos no deben exponerse a atmósferas reductoras o con vapores metálicos. Nunca deben insertarse directamente en tubos de protección metálicos, pero sí en tubos con protección de cerámica.

Fabricado con alúmina (Al_2O_3) de alto contenido de pureza. Para temperaturas superiores a 1500 °C se utilizan tubos de protección de platino.

No se recomienda el uso de los termopares de platino en temperaturas abajo de 0 °C debido a la inestabilidad en la respuesta del sensor. En temperaturas por encima de 1400 °C ocurre *crecimiento de granulaciones que los dejan quebradizos*.

Termopar tipo R

Termoelemento positivo: Pt 87%, Rh 13%

Termoelemento negativo: Pt 100%

Rango de utilización: -50 °C a 1768 °C

F.E.M. producida: -0,226 mV a 21,101mv

Características: Posee las mismas características del termopar tipo "S", aunque en algunos casos es preferible el tipo "R" por tener una potencia termoeléctrica mayor en un 11 %.

Termopar tipo B

Termoelemento positivo: Pt 70,4%, Rh 29,6%

Termoelemento negativo: Pt 93,9%, Rh 6,1%

Rango de utilización: 0 °C a 1820 °C

F.E.M. producida: 0,000 mV a 13820mv

Características: Puede ser utilizado en atmósferas oxidables, inertes y por un corto espacio de tiempo en el vacío. Normalmente se utiliza en temperaturas superiores a 1400 °C, por presentar menor difusión de rodios que los tipos S y R. A temperaturas abajo de los 50 °C la fuerza electromotriz termoeléctrica generada es muy pequeña.

En la figura 2.4 se muestra las curvas de tensión versus temperatura para los diferentes tipos de termopares.

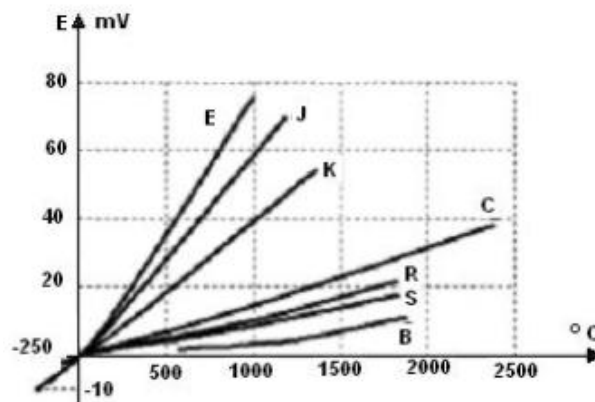


Figura 2.4 Curvas tensión vs. Temperatura para los termopares

Con la finalidad de establecer uniformidad en la designación de los termopares y cables de extensión, ANSI (American National Standards Institute) ha definido en la norma MC96.1-1992 un código de colores para identificar el tipo y la polaridad de cada termopar. Ver la figura 2.5.














Código ANSI	Combinación de la aleación		Código de color	
	+	-	Termopar	Extensión
E	Cromel níquel - cromo Ni-Cr	Constantan cobre - níquel Cu-Ni		
J	hierro Fe	Constantan cobre - níquel Cu-Ni		
T	cobre Cu	Constantan cobre - níquel Cu-Ni		
K	Cromel níquel - cromo Ni-Cr	Alumel níquel - aluminio Ni-Al		
N	Nicrosil níquel - cromo - silicio Ni-Cr-Si	Nisil níquel - silicio - magnesio Ni-Si-Mg		
R	platino - 13% rodio Pt-13% Rh	platino Pt	No establecido	
S	platino - 10% rodio Pt-10% Rh	platino Pt	No establecido	
B	platino - 30% rodio Pt-30% Rh	platino - 6% rodio Pt-6% Rh	No establecido	

Figura 2.5 Código de colores de los termopares

Ventajas de termopares:

- Bajo costo.
- No hay piezas móviles, menos probabilidad de romperse.
- Amplia gama de temperaturas.
- Tiempo de reacción razonablemente corto.
- Capacidad de repetición y exactitud razonables.

Desventajas de termopares:

- La sensibilidad es baja, generalmente $50 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ o menos. Este problema se puede mejorar (pero no eliminar) por una mejor señal filtrada, blindando, y por la conversión de análogo a digital.
- Generalmente la exactitud no es mejor que $0,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

- Requiere una temperatura de referencia, generalmente la del hielo (0°C). Por otra parte, los termopares modernos confían en una referencia generada eléctricamente.

Esquemas de Montaje:

- Montaje con unión de referencia, utilizado solo con fines de calibración.
- Montaje con compensación de juntura fría.
- Montaje en paralelo: permite obtener la temperatura promedio de una zona, también permite el funcionamiento parcial del sistema aunque falle alguno de ellos.
- Montaje en oposición: Mide la diferencia de temperatura entre dos puntos.

2.3 SISTEMAS HMI/SCADA

Una planta industrial, en donde se realice el control de uno o varios procesos, requiere de sistemas SCADA, DCS, Multiplexores y HMI's que realicen las funciones de control y supervisión de variables involucradas en el proceso. A continuación se estudiará cada uno de esos conceptos.

2.3.1 SCADA

Viene de las siglas de "Supervisory Control And Data Acquisition", es decir: Adquisición de Datos y Control de Supervisión. Se trata de una aplicación de software especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos, autómatas programables, etc.) y controlando el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador.

Además, provee de toda la información que se genera en el proceso productivo: control de calidad, supervisión, mantenimiento, etc., a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como de otros supervisores dentro de la empresa.

En este tipo de sistemas usualmente existe un ordenador, que efectúa tareas de supervisión y gestión de alarmas, así como tratamiento de datos y control de procesos.

La comunicación se realiza generalmente 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.

Los programas necesarios, y en su caso el hardware adicional que se necesite, se denomina en general sistema SCADA.

2.3.2 DCS Distributed Control System

El término DCS, viene de las siglas **Distributed Control System**, es un sistema de control que cumple con sus funciones de control a través de una serie de módulos de control, automáticos e independientes, distribuidos en una planta o proceso.

La filosofía de funcionamiento de esta arquitectura es evitar que el control de toda la planta este centralizado en una sola unidad, que es lo que se busca con el SCADA. De esta forma, si una unidad de control falla, el resto de las unidades podría seguir funcionando.

Los sistemas DCS se desarrollan sobre la base de dispositivos de control, tales como controladores o PLC's, en los que, un programa de control se encarga de tomar decisiones dependiendo de los datos que recibe en sus entradas.

Las decisiones son enviadas hacia actuadores que son los que se encargan de mantener las variables del proceso bajo control en los valores apropiados.

Un operador humano no necesita supervisar lo que hace el DCS, pero si necesita comunicarse con este de alguna forma, por ejemplo, mediante consolas de mano, para cambiar su programación o configuración.

2.3.3 HMI. Human Interface Machine

Una interfaz Hombre-Máquina, HMI (o MMI, Man Machine Interface), es un mecanismo que le permite a un operador humano interactuar con una máquina o proceso y determinar el estado (prendido / apagado) o magnitud de los dispositivos y/o variables físicas que están presentes en una planta o proceso industrial.

La interfaz puede ser tan simple como una lámpara indicadora del estado de un aparato, hasta una o varias pantallas desarrolladas en una computadora que llegan a mostrar en la

pantalla del monitor representaciones esquemáticas de todo el proceso bajo supervisión, incluyendo valores reales de las variables presentes en ese momento en la planta.

Programas como el InTouch de Wonderware, Lookout de National Instruments, WinCC de Siemens, por mencionar algunos, constituyen plataformas de desarrollo que facilitan el diseño de las HMI en computadoras.

Algunos de estos paquetes de desarrollo incluyen muchas herramientas poderosas que permiten el desarrollo de HMI's de mucho potencial de procesamiento.

2.4 COMUNICACIONES Y REDES DE CAMPO INDUSTRIALES

2.4.1 Introducción

En la empresa coexisten una serie de equipos y dispositivos dedicados al control de una máquina o una parte de un proceso.

Entre estos dispositivos están los autómatas programables, ordenadores de diseño y gestión, sensores y actuadores. En la figura 2.6 se ilustra una red de campo.

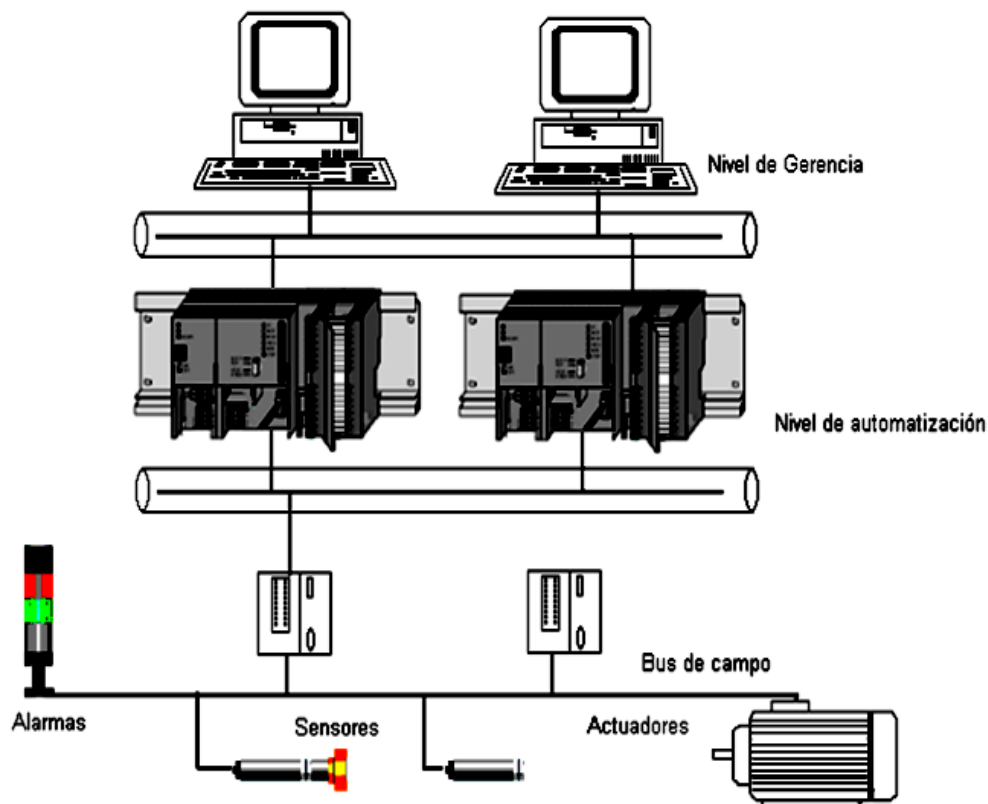


Figura 2.6 Esquema de una Red de Campo

El desarrollo de las redes de campo industriales ha establecido una forma de unir todos estos dispositivos, aumentando el rendimiento y proporcionando nuevas posibilidades.

Las ventajas que se aportan con una red industrial son, entre otras, las siguientes:

- Visualización y supervisión de todo el proceso productivo.
- Toma de datos del proceso más rápida o instantánea.
- Mejora del rendimiento general de todo el proceso.
- Posibilidad de intercambio de datos entre sectores del proceso y entre departamentos.
- Programación a distancia, sin necesidad de estar a pie de fábrica.

2.4.2 Arquitectura de las redes de campo industriales

Las redes industriales, limitadas antes a comunicar los diferentes dispositivos de campo (transductores y transmisores con actuadores) han ido evolucionando para actualmente poder procesar los datos que una planta moderna debe generar, para ser competitiva, segura, confiable.

Así mismo han tenido que desarrollarse para poder satisfacer las necesidades de información que ahora se tiene no solo a nivel de proceso sino también a nivel de gerencia.

En una red industrial coexistirán equipos y dispositivos de todo tipo, los cuales suelen agruparse jerárquicamente para establecer conexiones lo más adecuadas a cada área. De esta forma se definen cuatro niveles dentro de una red industrial:

1. Nivel de gestión: Es el nivel más elevado y se encarga de integrar los niveles siguientes en una estructura de fábrica, e incluso de múltiples factorías.

Las máquinas aquí conectadas suelen ser estaciones de trabajo que hacen de puente entre el proceso productivo y el área de gestión, en el cual se supervisan las ventas, stocks, etc. Se emplea una red de tipo LAN (Local Área Network) o WAN (Wide Área Network).

2. Nivel de control: Se encarga de enlazar y dirigir las distintas zonas de trabajo. A este nivel se sitúan los autómatas de gama alta y los ordenadores dedicados a diseño, control

de calidad, programación, etc. Se suele emplear una red de tipo LAN, que funciona bajo el protocolo ETHERNET.

3. Nivel de campo y proceso: Se encarga de la integración de pequeños automatismos (autómatas compactos, multiplexores de E/S, controladores PID, etc.) dentro de sub-redes o "islas". En el nivel más alto de estas redes se suelen encontrar uno o varios autómatas modulares, actuando como maestros de la red o maestros flotantes.

En este nivel se emplean los buses o redes industriales de campo que funcionan bajo protocolos como Fieldbus, Profibus, por mencionar algunos.

4. Nivel de E/S: Es el nivel más próximo al proceso. Aquí están los sensores y actuadores, encargados de manejar el proceso productivo y tomar las medidas necesarias para la correcta automatización y supervisión. En este nivel se emplean protocolos como Seriplex, Hart, CanBus, etc.

En la figura 2.7 se indica la arquitectura de una Red de Campo.

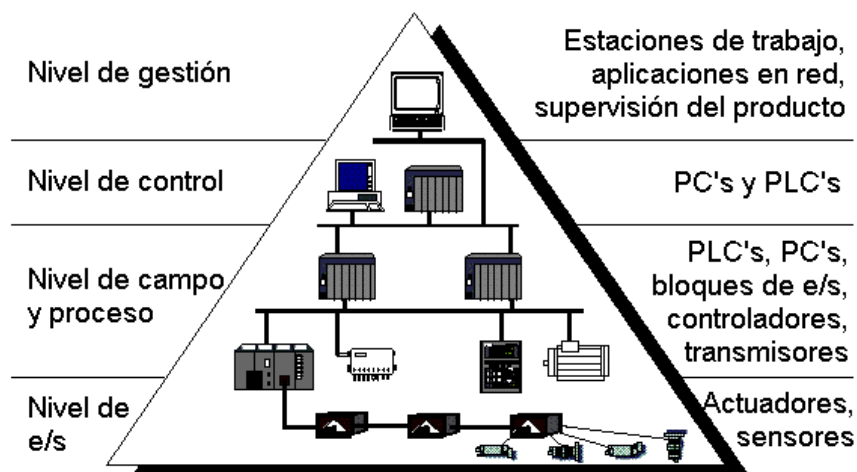


Figura 2.7 Arquitectura de una Red de Campo

2.4.3 Redes LAN industriales

Son las redes más elevadas jerárquicamente. Los estándares más conocidos y extendidos son dos:

1. MAP (Manufacturing Automation Protocol): Nació como un producto especialmente diseñado para el entorno industrial, lo que hace que sea de mayor éxito en LAN industriales. Fue impulsado por General Motors y normalizado por el IEEE. No actúa a

nivel de bus de campo, pero establece pasarelas hacia estos buses mediante terminales. También permite integración en redes WAN.

2. ETHERNET: Diseñada por Xerox Corporation y registrada posteriormente junto con Digital e Intel. Es compatible con el modelo OSI (Open Systems Interconnection) en los niveles 1, 2 y 3 (el último a través de puentes). Permite topología en Bus o árbol con comunicación semidúplex. Las velocidades van desde los 10 Mbps a los 100 Mbps de Fast-Ethernet. Es uno de los estándares de red que más rápidamente evolucionan, debido a su uso masivo en redes ofimáticas.

2.4.4 Buses de Campo

El bus de campo constituye el nivel más simple y próximo al proceso dentro de la estructura de comunicaciones industriales. Está basada en procesadores simples y utiliza un protocolo mínimo para gestionar el enlace entre ellos.

Los buses de campo más recientes permiten la comunicación con buses jerárquicamente superiores y más potentes.

En un bus de campo se engloban las siguientes partes:

1. Estándares de comunicación: Cubren los niveles físico, de enlace y de comunicación, establecidos en el modelo OSI (Open Systems Interconnection).

El modelo OSI fue desarrollado por el ISO (Organización Internacional de Normalización) para establecer una estructura común dentro de las redes de comunicación, dividiendo el conjunto de tareas de comunicación en siete niveles.

El modelo permite que cada nivel se ocupe de una tarea específica y utilice los servicios de niveles inferiores, sin necesidad de preocuparse de cómo funcionan, asegurando una compatibilidad entre máquinas a cada nivel.

Se pueden dividir los niveles en dos grupos:

Servicios de soporte al usuario (niveles 7, 6 y 5).

Servicios de transporte (niveles 4, 3, 2 y 1).

Descripción de niveles OSI:

Nivel 7, Aplicación: Se encarga de proporcionar un entendimiento entre usuarios de distintos equipos, sin importar el medio ni el protocolo empleado. Es decir, establece un tema de diálogo.

Nivel 6, Presentación: Facilita la comunicación a nivel de lenguaje entre el usuario y la máquina que esté empleando para acceder a la red.

Nivel 5, Sesión: Establece el control de comunicación, indicando quien debe transmitir o recibir, además de señalar el inicio y fin de la sesión de comunicación.

Nivel 4, Transporte: Establece el medio de comunicación, asegurando la transferencia de información sin errores en ambos sentidos.

Nivel 3, Red: Se encarga del encaminamiento de mensajes entre nodo y nodo, a través de un medio físico, sin importar el contenido del mensaje.

Nivel 2, Enlace: Mantiene la comunicación entre cada par de nodos de la red, apoyándose en un medio físico de conexión.

Nivel 1, Físico: Establece los medios materiales para efectuar el enlace entre nodos (conectores, cables, niveles de tensión, etc).

Dentro de los buses de campo sólo tienen interés práctico los niveles 1 a 4, ya que el modelo OSI está pensado para el caso general de redes de telecomunicación de tipo WAN.

2. Conexiones físicas: En general, las especificaciones de un determinado bus admiten más de un tipo de conexión física. Las más comunes son semidúplex (comunicación en banda base tipo RS-485), RS-422 y conexiones en lazo de corriente.

3. Protocolo de acceso al medio (MAC) y de enlace (LLC): Consiste en la definición de una serie de funciones y servicios de la red mediante códigos de operación estándar.

2.4.5 Buses de Campo importantes

1. **Modbus Modicon:** Marca registrada de GOULD INC. Define un protocolo de comunicación de topología maestro-esclavo. Su principal inconveniente es que no está reconocido por ninguna normal internacional.

2. **BITBUS:** Marca registrada por Intel. De bajo costo y altas prestaciones. Intel cedió a dominio público el estándar, por lo que se considera un estándar abierto. Está reconocido por la normativa IEEE 1118. Se trata de un bus síncrono, cuyo protocolo se gestiona completamente mediante el microcontrolador 8044.

3. **S-BUS:** No es un bus de campo propiamente dicho, sino un sistema multiplexor/demultiplexor que permite la conexión de E/S remotas a través de dos pares trenzados.

4. **FIP (Factory Instrumentation Bus):** Impulsado por fabricantes y organismos oficiales franceses.

5. **MIL-STD-1553B:** Adoptado por algunos fabricantes en USA.

6. **PROFIBUS:** Es un estándar originado en normas alemanas y europeas DIN 19245 / EN 50170. Cumple también con el modelo OSI de 7 niveles y las normas ISA/IEC. Utilizado en aplicaciones de alta velocidad de transmisión de datos entre controladores de I/O y complejas comunicaciones entre PLC's. Tal es así que para diferentes tipos de comunicación presenta distintos tipos de soluciones, los cuales satisface con 3 implementaciones separadas y compatibles entre ellas: Profibus PA, FMS y DP.

Profibus-PA: Está diseñado específicamente para procesos de automatización, utilizando la norma IEC 1158.2 para el nivel físico el mismo bus suministra energía a los dispositivos de campo, utiliza el mismo protocolo de transmisión que el Profibus DP, ambos pueden ser integrados en la red con el uso de un segmento acoplador.

Profibus-FMS Es la más completa y esta diseñada para proveer facilidades de comunicación entre varios controladores programables como PLC's y PC's y acceder también a dispositivos de campo (tiempo de ciclo del bus < 100 ms.) Este servicio permite

acceder a variables, transmitir programas y ejecutar programas de control tan pronto ocurra un evento. Tiene definido los niveles 1, 2 y 7. Mediante el FDL (Fieldbus Data Link) se realiza el control y acceso al bus correspondiente al nivel 2. Con el FMS Fieldbus Message Specifications, se implementa el nivel 7 vinculando el usuario con el nivel 2. Para este nivel dispone soporte de fibra óptica en RS-485.

Profibus-DP: Esta diseñado para la comunicación con sensores y actuadores, donde importa la velocidad sobre la cantidad de datos (tiempo de ciclo del bus < 10 ms.). En una red DP un controlador central como PLC o PC se comunica con los dispositivos de campo.

Tiene definido los niveles 1 y 2 del modelo OSI, pero no los niveles 3 al 7. Tiene definido el nivel de usuario y dispone de un servicio de intercomunicación con el nivel 2. Desde el punto de vista físico, PROFIBUS-DP es una red eléctrica basada en un cable de par trenzado y apantallado o bien una red óptica basada en cables de fibra óptica. El protocolo de transmisión "DP" permite un intercambio cíclico de datos rápido entre la CPU del autómatas y las unidades periféricas descentralizadas.

2.4.6 Unidades periféricas descentralizadas: Al configurar una instalación, a menudo a las entradas y salidas del proceso o hacia el proceso, están integradas en el autómatas programable de forma centralizada. Cuando la distancia entre las entradas y las salidas y el autómatas programable es considerable, el cableado puede ser complicado y largo y las perturbaciones electromagnéticas pueden afectar a la fiabilidad de la información que llevan.

Para este tipo de instalaciones, se recomienda utilizar unidades de periferia descentralizada:

- La CPU del autómatas se encuentra en un lugar central.
- Las unidades periféricas, entradas y salidas, operan "in situ" de forma descentralizada.
- Gracias a las altas velocidades de transmisión y a las altas prestaciones de PROFIBUS-DP se asegura una comunicación perfecta entre la CPU del autómatas y las unidades periféricas.

Maestro DP y esclavo DP: La conexión entre la CPU del autómatas y las unidades periféricas descentralizadas se efectúa a través del maestro DP. El maestro DP

intercambia los datos con las unidades periféricas descentralizadas, equivalentes a esclavos DP, vía PROFIBUS-DP y además vigila la red PROFIBUS-DP.

Las unidades periféricas descentralizadas procesan los datos de los sensores y actuadores, de manera que éstos puedan ser transmitidos, a través de la red PROFIBUS-DP, hasta la CPU del autómeta.

2.4.7 Unidades que pueden ser conectadas a PROFIBUS-DP: En el PROFIBUS-DP pueden conectarse diferentes equipos como maestros DP o esclavos DP, siempre que se comporten de acuerdo con la norma *IEC 61784-1:2002 Ed1 CP 3/1*. Pueden utilizarse, entre otros, equipos de las siguientes familias de productos:

- SIMATIC S7/M7/C7
- SIMATIC S5
- SIMATIC PG/PC
- SIMATIC HMI (Interfaces Hombre-Máquina OP, OS y TD)
- Unidades de otros fabricantes

2.5 CONTROL ON-OFF

La técnica ON-OFF permite realizar el control sobre algunos procesos como la temperatura, aplicando toda la potencia a la resistencia o quitándola por completo.

Aunque es un control muy sencillo de realizar, posee una oscilación de estado estable que es inherente al proceso, ya que el proceso consiste en activar la resistencia cuando la temperatura este por debajo de un límite inferior, y desactivarla cuando esté por encima de un límite superior.

Este procedimiento de control dará lugar a que la temperatura del proceso evolucione de un margen de temperaturas, dependiente del valor de los límites de temperatura elegidos y de la temperatura en el momento.

La velocidad de la evolución de la temperatura dentro de este margen de temperaturas es función de las características del proceso (potencia de la resistencia, resistencia térmica, volumen del proceso, etc.).

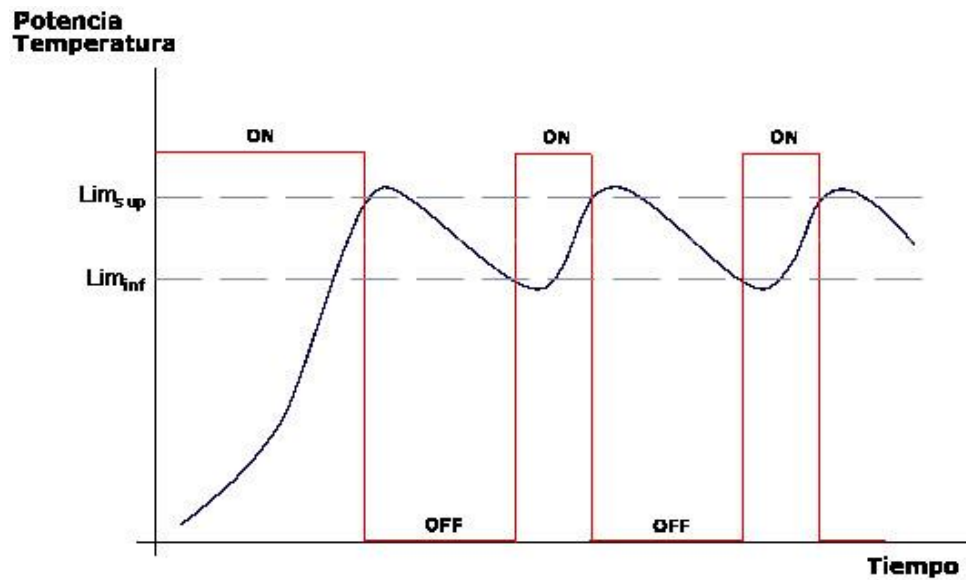


Figura 2.8 Control ON-OFF

En la figura 2.8 se puede ver la evolución de la temperatura cuando se hace el control ON-OFF, también se ven los períodos de tiempo en que se alimenta a plena carga la resistencia del proceso y su relación con la temperatura. Un sensor de temperatura capta las señales del medio en el que se encuentra, relacionándolas con un voltaje que variará con las perturbaciones de temperatura.

Para que este voltaje esté entre los rangos de operación necesarios, es requerido un circuito de acondicionamiento antes del dispositivo de control, quien posee un software y hardware necesario para enviar y recibir datos a un computador servidor.

CAPÍTULO III

DISEÑO MECÁNICO DE LA MÁQUINA LAVADORA Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS

3.1.- GENERALIDADES

En la actualidad las industrias tienden a la automatización de todos los procesos, el lavado de partes del motor de un vehículo en reparación previo el montaje de las mismas constituyen operaciones vitales en la industria automotriz. Es necesario que los ingenieros automotrices y electrónicos adviertan esta necesidad y traten de suplirla mediante los principios de diseño y automatización de diferentes equipos para lo cual deberá también seleccionar los elementos adecuados para su respectiva operación y funcionamiento.

Diseñar una maquina lavadora es una tarea que permite integrar conocimientos, familiarizarse con el manejo de normas técnicas, obtener experiencias y logros del proceso sistematizado que se pretende, mediante el funcionamiento en condiciones particulares de un prototipo de la maquina podremos concluir si el trabajo realizado será útil para su empleo en el campo automotriz.

La estructura lógica para el proceso de diseño de una maquina lavadora puede descomponerse en tres fases importantes:

- El diseño hidráulico.
- El diseño mecánico.
- El diseño electrónico

El **Diseño Hidráulico de la maquina** examina la importancia de la caída de presión de las corrientes, ya que la lavadora debe satisfacer los requerimientos de funcionamiento continuo, en cuanto a la presión de traslado de agua desde el tanque hacia los aspersores, la misma que vendrá especificada en el diseño, dadas ciertas restricciones y parámetros sobre los cuales se realizara los cálculos.

El **Diseño Mecánico** obliga a considerar factores como las temperaturas y presiones de operación, tiempo de funcionamiento, potencia a transmitir, tipo de maquina entre otras, las cuales serán tomadas en cuenta para el escogitamiento del material adecuado para el diseño que pretende en la maquina al mismo tiempo se deberá tomar en cuenta las funciones de los demás elementos para una adecuada implementación y conformación del equipo así como también de los accesorios que intervienen en el funcionamiento de la lavadora.

Adicional a todo esto, este capitulo nos permitirá seleccionar elementos como: bombas, motores, cañerías, ventiladores, termómetros, pulsadores, etc., de acuerdo a las exigencias del diseño para finalmente ejecutar un **Diseño y selección Electrónico** para la automatización de todos los elementos mecánicos los mismos están detallados en el siguiente capitulo.

3.2 DISEÑO HIDRÁULICO

Para iniciar con el cálculo del caudal tenemos que determinar ciertos parámetros de funcionamiento, en base a las características principales de la maquina a proyectarse; esto se debe realizar en base a un análisis de las condiciones de trabajo, necesidades y requerimientos.

Para realizar el diseño hidráulico en nuestro prototipo vamos a utilizar la ayuda de un software (Pipe Flow Expert), el mismo que nos dará la opción de implementar todos los elementos que necesitamos, así como escoger los materiales que están compuestos, para finalmente proporcionar todos los resultados necesarios para la selección adecuada de la bomba hidráulica que vamos a utilizar.

Antes de utilizar el software primero tenemos que definir los valores que necesitamos del programa es decir configuramos las pantallas a utilizar a nuestra manera como observamos en la figura 3.1

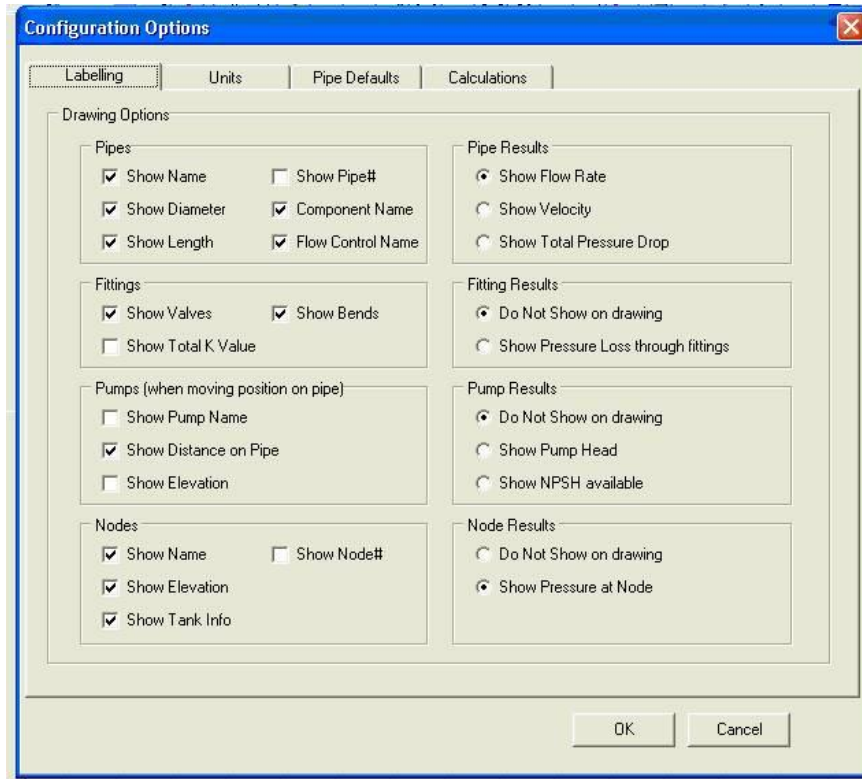


Figure 3.1 Configuración de valores

En la siguiente pantalla tenemos la configuración de sistema de unidades figura 3.2

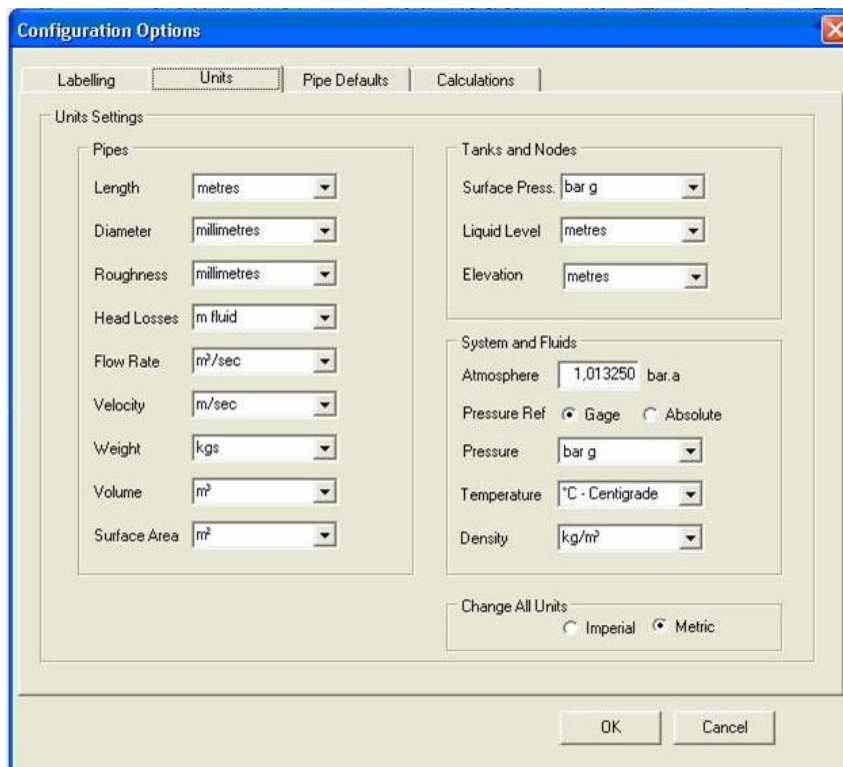
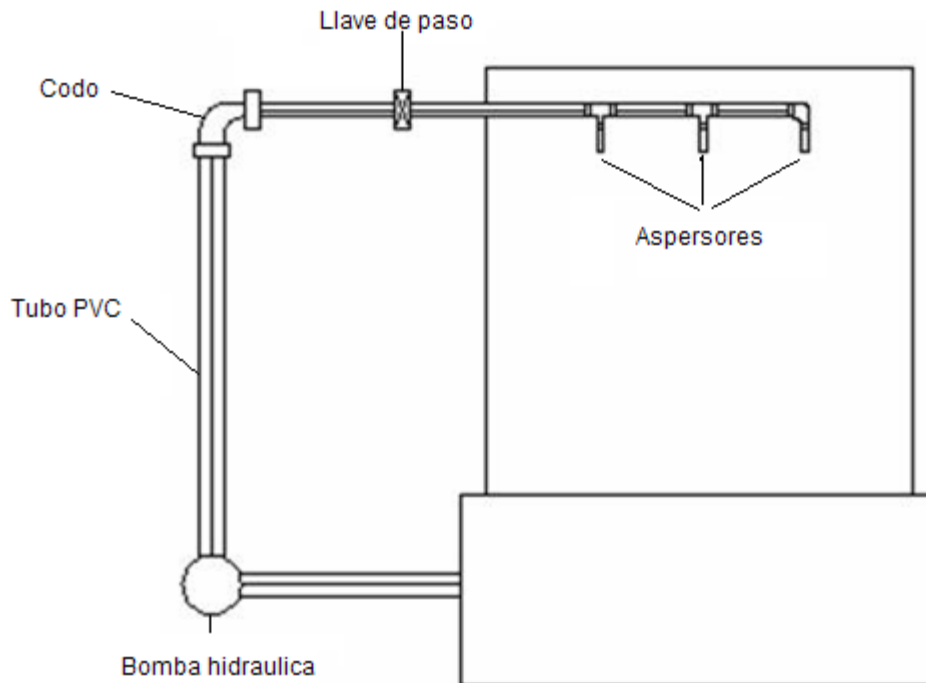


Figure 3.2 Configuración de sistema de unidades

Una vez configurado el sistema de unidades en que se va a trabajar procedemos a realizar el dibujo del sistema

3.2.1 Dibujo del circuito hidráulico con sus respectivos elementos



3.3 Esquema del sistema hidráulico

3.2.2 Selección del fluido

Una vez esquematizado el circuito, se deberá definir el fluido con el cual vamos a elaborar nuestro diseño. El programa tiene en su base de datos un gran número de fluidos con sus respectivas características; además existe la posibilidad de que nosotros podemos ingresar algún fluido que no consta en la lista y trabajar con este sin ningún problema.

En nuestro diseño vamos a utilizar propiedades del agua a una temperatura de 60°C estas propiedades no tienen mucha diferencia con el fluido a utilizar en el prototipo que es (agua con sosa a una temperatura de 60°C), en la figura 3.4. se observa la elección del fluido en el programa.

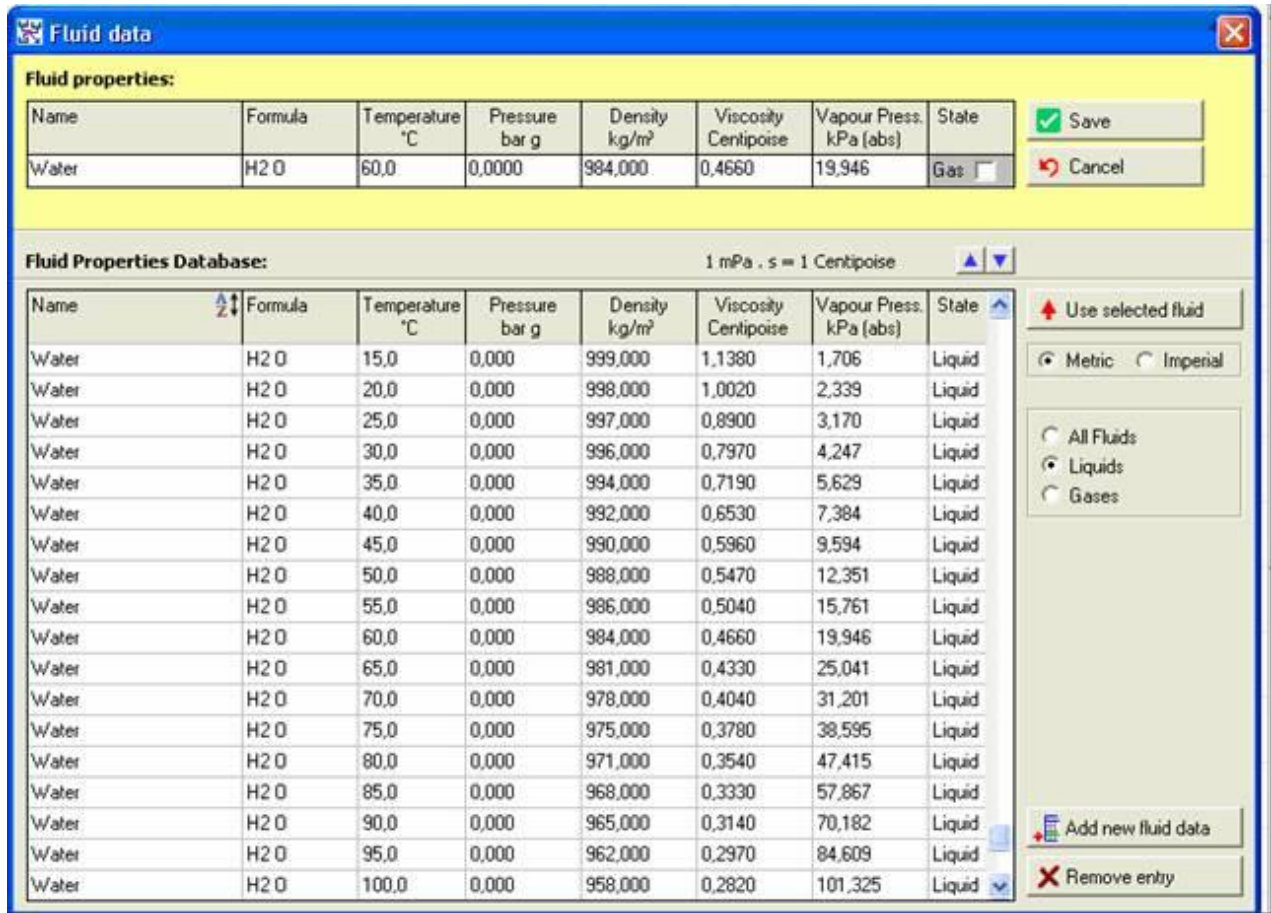


Figura 3.4 Fluidos con sus características

3.2.3 Selección de diámetros y material de los elementos

Una vez establecido el fluido con el cual vamos a trabajar procedemos a escoger el diámetro y material de todos los elementos. Los diámetros que se utiliza en el prototipo son de 1/2" y 3/4" estos fueron escogidos debido a que en el mercado nacional son los mas utilizados, el material será el P.V.C. especial para resistir agua caliente, su característica es que tiene un color rojo; con la ayuda del programa escogemos los datos de cada uno de los elementos seleccionados como podemos observar en la figura 3.5

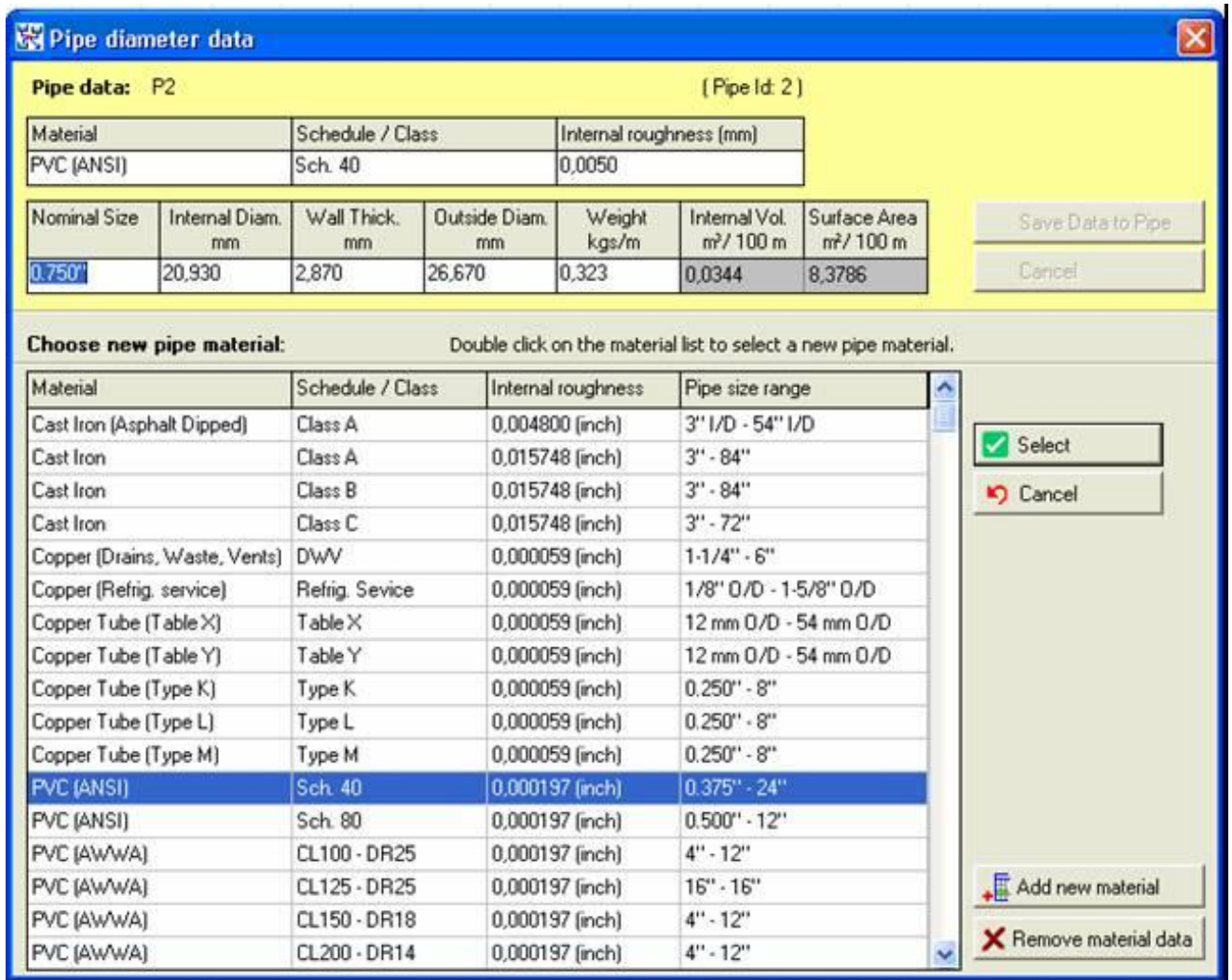


Figura 3.5 Selección de material y diámetro de los tubos

3.2.4 Selección de tamaño de los tubos

Luego de definir el material y el diámetro de los tubos debemos ingresar el largo de cada uno de los tubos a utilizar en el circuito, esto lo hacemos en base al esquema dado en la figura 3.3, en el programa tenemos la opción de escoger la longitud de cada uno elemento como se observamos en la figura 3.6

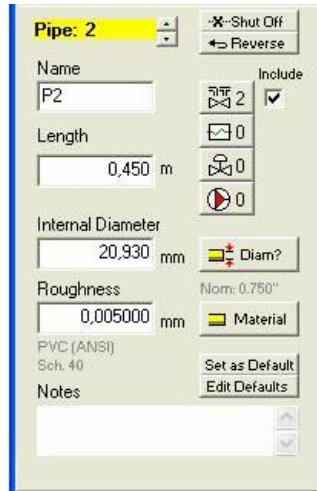


Figura 3.6 Medida de tubos

3.2.5 Selección de accesorios

La selección de accesorios lo hacemos en base al esquema proporcionado en la figura 3.3. Al colocar los accesorios como codos, llaves, válvulas, etc, en el circuito, el programa nos proporciona directamente el valor de pérdidas de cada elemento (K), un ejemplo tenemos en la figura 3.7

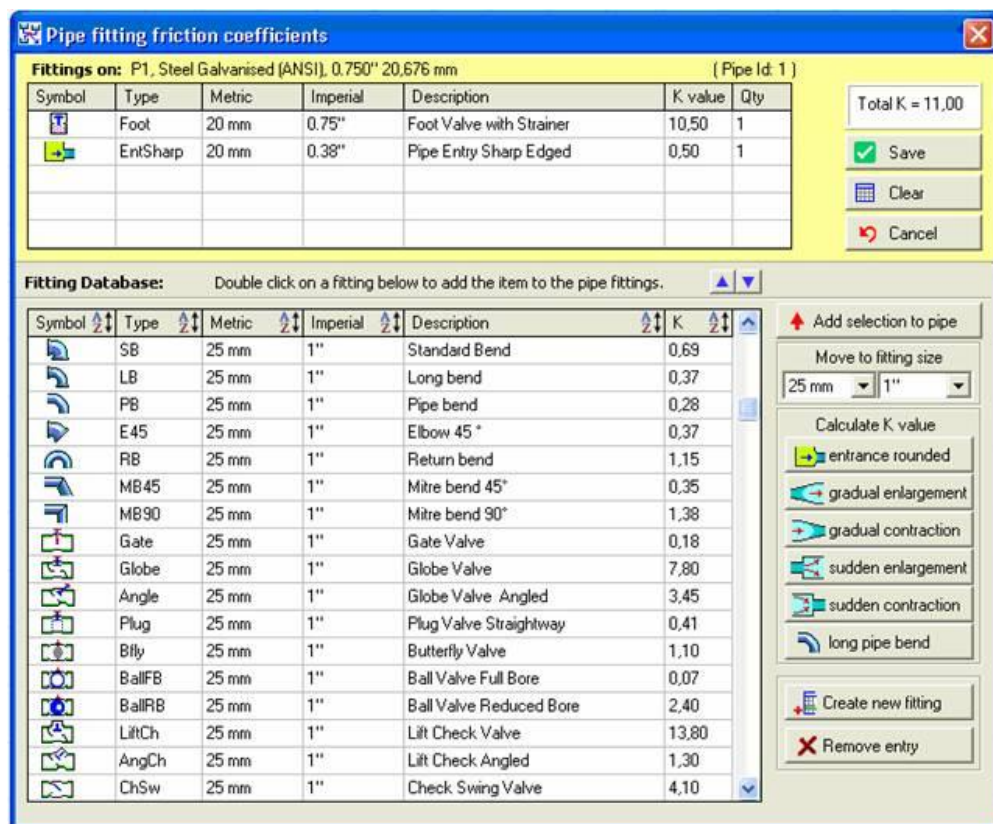


Figura 3.7 Selección de accesorios en el tubo

Los elementos seleccionados para nuestro prototipo son los siguientes

No.	Elementos	Cantidad
1	Bomba de pie	1
2	Codo de 0.5 plg	2
3	Codo de 0.75plg	1
4	T de 0.5plg	2
5	Llave de paso	1
6	Reduccion de 0.75 a 0.5	1

3.2.6 Selección de elementos para salida de presión

Una vez determinada la longitud de cada tubo, tenemos también que definir los nodos por donde se va a liberar la presión del fluido para esto escogemos en el menú el tipo de elemento, en nuestros prototipo serán aspersores como observamos en la figura 3.8

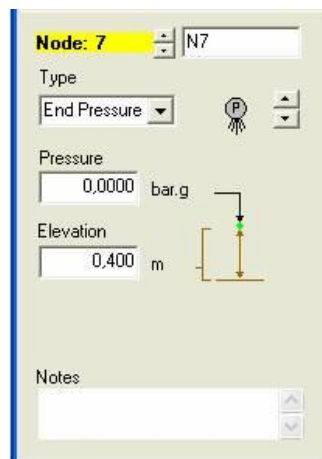


Figure 3.8 Salida de presión

3.2.7 Selección de elementos de entrada de presión

Los elementos de ingreso de presión lo definimos en base a nuestra necesidad escogemos el elemento mejor indicado como podemos observar en la figura 3.9 en este caso es una bomba donde deberemos definir el caudal que para nuestro prototipo es de 5 glns/min y con la ayuda del programa se obtendrá como resultado la potencia necesaria la misma que proporcionara un perfecto funcionamiento del mismo

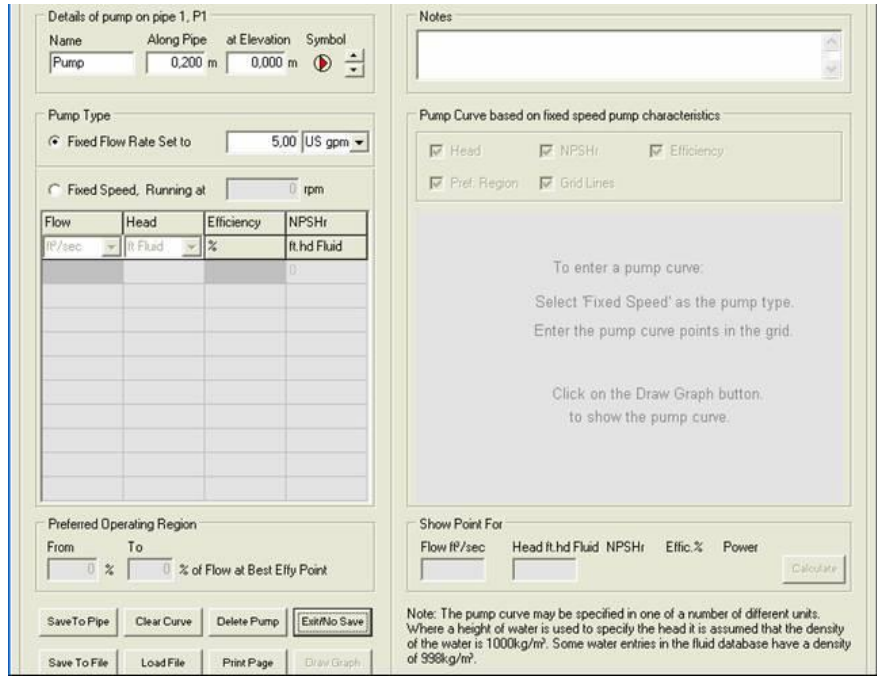


Figura 3.9 Bomba características

3.2.8 Obtención de resultados y selección de bomba

Para el análisis de resultados el programa establece en forma automática una opción, la misma deberá ser utilizada una vez terminado el diseño como muestra la figura 3.10

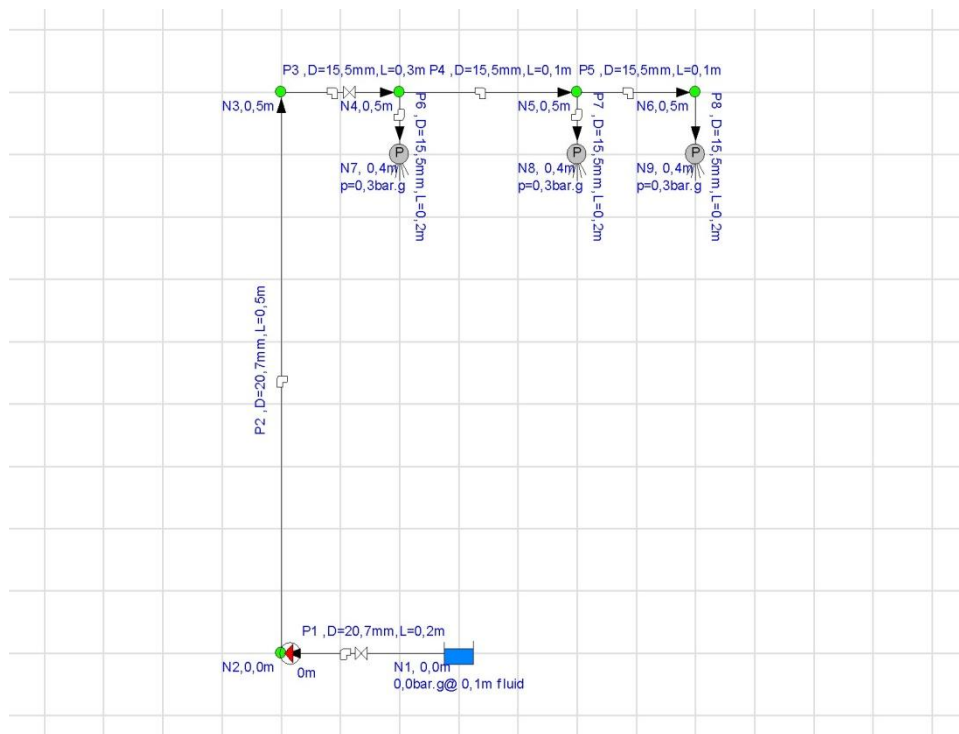


Figura 3.10 Diseño del circuito hidráulico en el programa

Para la obtención de los resultados el programa genera una hoja de cálculo en el programa Excel. Al oprimir la tecla **Calculate** tenemos un resumen de todos los elementos utilizados en el circuito así como también de los resultados que necesitamos para continuar con nuestro diseño esto lo podemos observar en la tabla 3.11

En la tabla 3.11 el programa proporciona el dato mas importante para continuar con nuestro diseño, este es la **altura de cabeza hidráulica** el cual reemplazamos en la formula para la obtención de la potencia de la bomba que será el elemento generador de presión para el normal funcionamiento de la maquina.

$$P = \frac{\gamma * Q * h}{76} HP$$

Donde:

P = potencia en HP

R = densidad relativa

H = altura de cabeza hidráulica

$$P = \frac{984 * 0.00031545 * 1.065}{76} HP$$

$$P = 0.33HP$$

3.2.9 Características de la bomba seleccionada

Tomando este dato la bomba mas adecuada seria la de ¼ Hp pero nosotros utilizamos en el prototipo la bomba de 0.5 HP debido a que es la mas comercial en el mercado las características


	Bomba hidráulica
	Voltaje: 110V Ca
	Frecuencia: 60Hz
	Corriente: 0.75A
	Capacitancia: 16uF
	Potencia: 0.5HP
	Numero de revoluciones: 3400rpm
	Procedencia: Italia
	Qmax.= 40 lit/min

Figura 3.11 Características de la bomba hidráulica

3.3.- DISEÑO MECÁNICO

En esta etapa de diseño es importante verificar los esfuerzos a los que están sometidos los elementos mecánicos de la lavadora como observamos en la figura 3.12 tenemos los elementos a diseñar.

Estos elementos en conjunto servirán para girar las piezas que se serán sometidas al proceso de lavado, con el fin de lograr obtener un lavado homogéneo en todas las partes de esta pieza por esta razón a continuación detallamos los elementos.

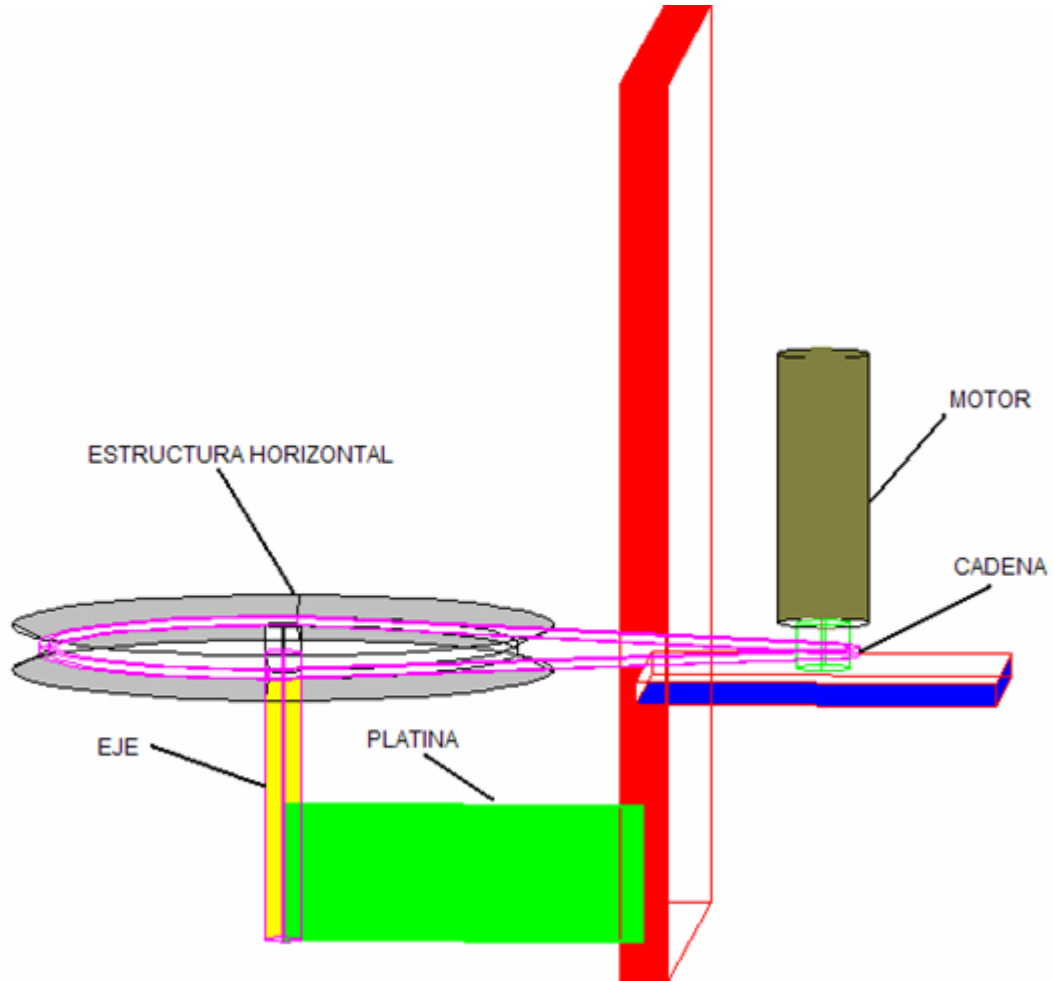


Figura 3.13 Elementos mecánicos

3.3.1 DISEÑO Y SELECCIÓN DE CADENA

Proceso general de cálculo

- Elección de número de dientes de la rueda pequeña
- Cálculo de la relación de transmisión
- Elección de un paso normalizado
- Cálculo de número de dientes de la rueda de salida
- Velocidad real de salida
- Cálculo de diámetros de las ruedas
- Cálculo de longitud de la cadena
- Distancia entre ejes

Datos de partida

- Velocidad rueda pequeña $n_1 = 375 \text{ rpm}$
- Distancia aproximada entre ejes $L = 35 \text{ cm}$
- Accionamiento por motor eléctrico

Incógnitas

- Dimensionamiento de las ruedas dentadas
- Número de dientes de las ruedas
- Tipo de cadena

Desarrollo

- Elección del número de dientes de la rueda menor

$$N_1 = 15 \text{ dientes}$$

- Cálculo de la relación de transmisión utilizando la velocidad conocida en la rueda menor

$$relacion = 375 \text{ rpm} / 75 \text{ rpm} = 5$$

- Con la ayuda de las tablas incluidas en el anexo G-2 determinamos el paso

$$Paso \quad p = 0,5 \text{ plg}$$

- Calculamos el numero de dientes de la rueda de salida

$$N_2 = N_1 * relacion = 13 * 5 = 65$$

- Velocidad real de salida

$$n_2 = n_1 \left(\frac{N_1}{N_2} \right) = 375 \text{ rpm} \left(\frac{13}{65} \right) = 75 \text{ rpm}$$

- Calculo de diámetros

$$D_1 = p / \sin \left(\frac{80^\circ}{N_1} \right) = 0.5 \text{ plg} / \sin \left(\frac{80^\circ}{13} \right) = 2.08 \text{ plg}$$

$$D_2 = p / \sin \left(\frac{80^\circ}{N_2} \right) = 0.5 \text{ plg} / \sin \left(\frac{80^\circ}{65} \right) = 10.34 \text{ plg}$$

- Calculo de la longitud de cadena

$$\text{Para nuestro caso tenemos } L = 2 \cdot C + \frac{N_2 + N_1}{2} + \frac{(N_2 - N_1)^2}{4\pi^2 C} *$$

$$L = 2 \cdot 40 + \frac{65 + 13}{2} + \frac{(65 - 13)^2}{4\pi^2 \cdot 40} = 120.7 \text{ pasos}$$

Tomamos el numero real 120 pasos

- Distancia central teórica

$$\text{Se determina por: } C = \frac{1}{4} \left[L - \frac{N_2 + N_1}{2} + \sqrt{\left[L - \frac{N_2 + N_1}{2} \right]^2 - \frac{8(N_2 - N_1)^2}{4\pi^2}} \right] *$$

$$C = \frac{1}{4} \left[120 - \frac{65 + 13}{2} + \sqrt{\left[120 - \frac{65 + 13}{2} \right]^2 - \frac{8(65 - 13)^2}{4\pi^2}} \right] = 39.63 \text{ pasos}$$

$$C = 39.63 \text{ pasos} \times 0,5 \text{ plg} = 19.8 \text{ plg}$$

Resumen del diseño figura 3.13

Paso: cadena numero 40 paso de 0.5plg (ver anexo G-2)

Longitud: 120 pasos=120*0.5plg=60plg

Distancia central: $C = 19.8\text{plg}$ (máximo)

Ruedas dentadas: tramo único

Pequeña: 13 dientes: $D = 2.08\text{plg}$

Grande: 65 dientes: $D = 10.34\text{plg}$

*Diseño de elementos de maquinas Robert L. Mott Pág. 556,557,560

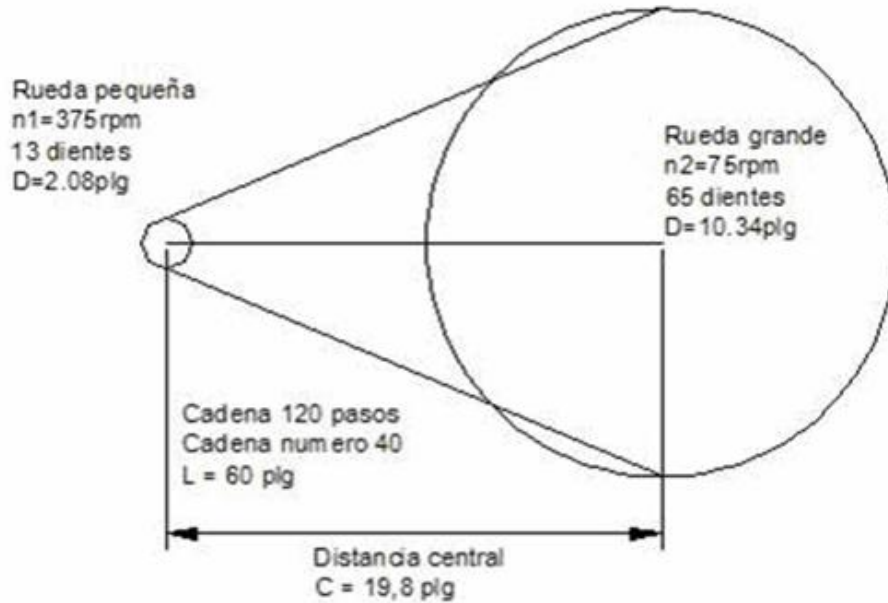


Figura 3.14 Resumen de Diseño de cadena

3.3.2 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA HORIZONTAL

La estructura horizontal de la máquina es cerrada y únicamente cumple la función de soporte para los elementos a lavar. Las cargas en este elemento serán máximo 20 lbs. Teniendo como punto crítico colocar la carga en el extremo de la estructura

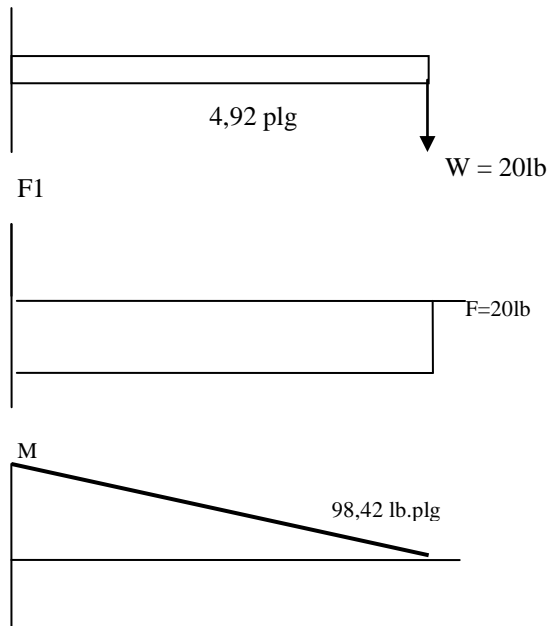
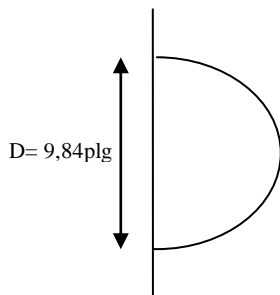


Figura 3.15 Diagrama de Fuerzas y momentos

El coeficiente de sección será:

$$Z = \frac{M \max}{\sigma} \text{ (Ver anexo G-3)}$$



Valor de Z en semicírculo:

$$Z = 0.024D^3$$

$$Z = 0.024 \cdot 9.84^3 \text{ plg}^3$$

$$Z = 22.88 \text{ plg}^3$$

$$\sigma = \frac{M \max}{Z}$$

$$\sigma = \frac{98.42 \text{ lb} \times \text{plg}}{22.88 \text{ plg}^3} = 4.3 \text{ psi}$$

Al analizar los resultados tenemos que el valor de sigma σ es menor o igual que el valor de resistencia al punto cedente del material a utilizar.

Esto se define así: $\sigma \leq S_y$

En nuestro diseño este valor es menor para todos los materiales por esta razón escogemos el Acero AISI 1020 extruido en frío

3.3.3 Diseño del eje

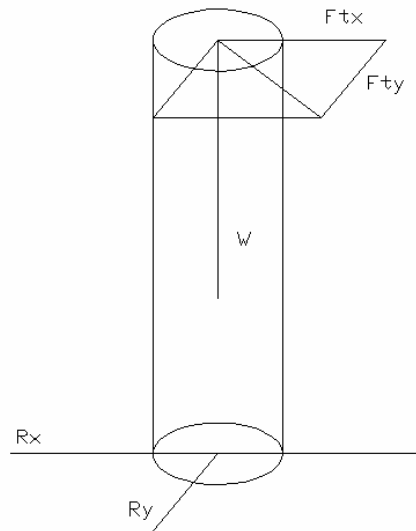


Figura 3.16 Diagrama de Fuerzas en el eje

$$T = F_T \times r = W \times r = 20lb * \frac{12,5cm}{2,54cm} * 1plg *$$

$$T = 98,42lb.plg$$

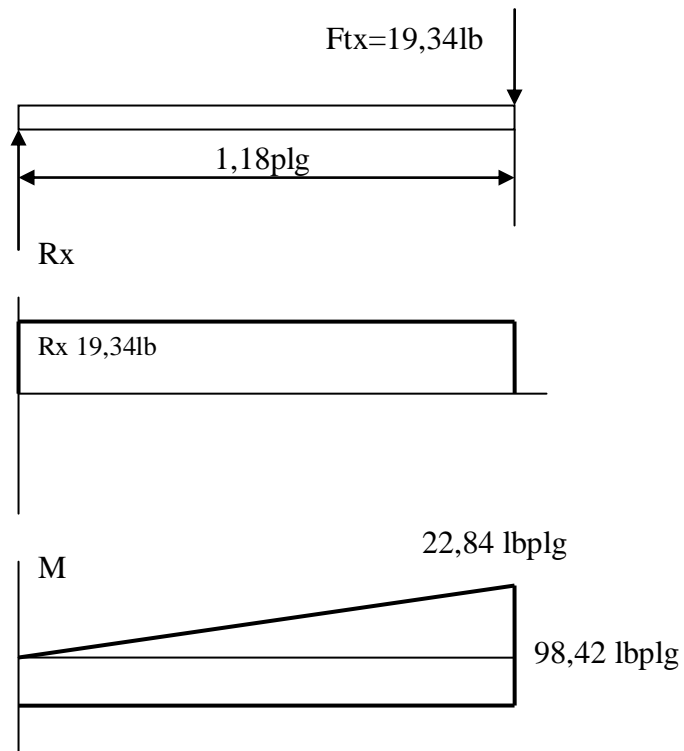
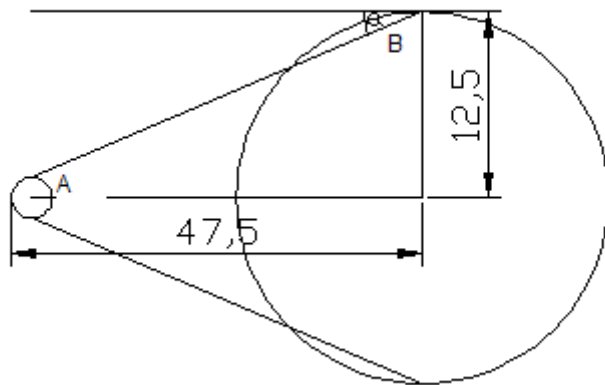


Figura 3.17 Diagrama de Fuerzas y momentos

$$M = W \times r = 20lb * \frac{12,5cm}{2,54cm} * 1plg$$

$$M = 98,42lb \cdot plg$$



$$\tan B = \frac{47,5}{12,5} = 3,8$$

$$\arctan(3,8) \Rightarrow B = 75,25$$

$$a + B = 90 \Rightarrow a = 90 - 75,25 = 14,75$$

Diseño de elementos de maquinas Robert L. Mott Pág. 107,110, 111

$$F_{TX} = F \cos a = 20lb \times \cos(14,75) = 19,34lb$$

$$F_{TY} = F \sen a = 20lb \times \sen(14,75) = 5,09lb$$

$$M = F_{TX} \times L$$

$$M = 19,34lb \times 1,181plg = 22,84lb \cdot plg$$

$$M_{\max} = (98,42 + 22,84)lb \cdot plg = 121,26lb \cdot plg$$

$$\sigma_x = M/Z$$

$$Z = \pi\phi^3/32 = \pi(0,5)^3/32 = 0,0122 plg^3 \text{ (ver anexo G-4)}$$

$$\sigma_x = 121,26lb \cdot plg / 0,0122 plg^3 = 9939 psi$$

$$\tau_{\max} = T_c/J$$

$$J = \pi\phi^4/32 = \pi(0,5)^4/32 = 0,00613 plg^4 \text{ (ver anexo G-4)}$$

$$\tau_{\max} = 98,42lb \cdot plg / 0,00613 plg^4 = 16040 psi$$

Tensión principal máxima es:

$$\sigma_1 = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{\max}^2}$$

$$\sigma_1 = \frac{9939}{2} + \sqrt{\left(\frac{9939}{2}\right)^2 + 16040^2}$$

$$\sigma_1 = 4969,5 + 16792 = 21761,5$$

Tensión principal mínima es:

$$\sigma_2 = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} - \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

$$\sigma_2 = \frac{9828}{2} - \sqrt{\left(\frac{9828}{2}\right)^2 + 4010^2}$$

$$\sigma_2 = 4969,5 - 16792 = -11822,5 psi$$

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1\sigma_2} *$$

$$\sigma' = \sqrt{(21761,5)^2 + (-11822,5)^2 - (21761,5)(-11822,5)} = 29506 psi$$

*Diseño de elementos de maquinas Robert L. Mott Pág. 111,153

La teoría de distorsión de la energía para fallas establece que la falla se origina cuando la tensión de von Mises excede a la resistencia a punto cedente del material esto es;

$$\sigma' \geq S_y$$

$$29506 \geq 51000$$

Con los resultados obtenidos en el análisis tenemos que σ' es menor que S_y del acero **1020 extruido en frío** (ver anexo G-5) por esta razón nosotros podremos escoger este material sin ningún problema

3.3.4 Diseño de la platina

La platina es el elemento que soporta el máximo peso (20lb) esto quiere decir que estará expuesta a un esfuerzo de corte

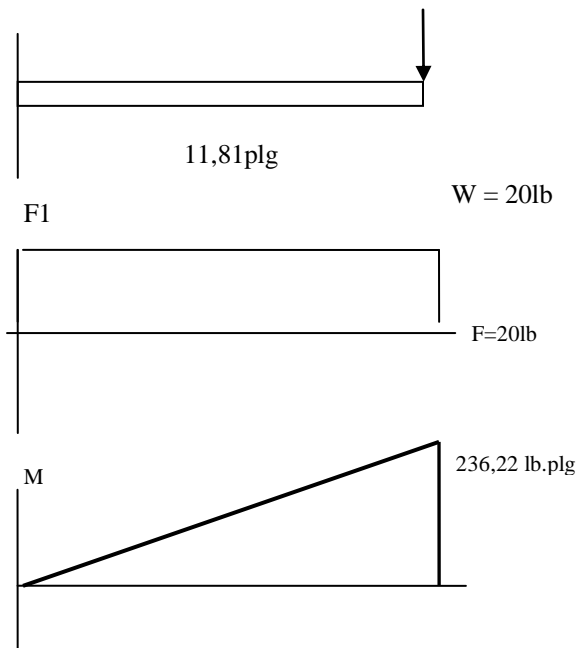


Figura 3.18 Diagrama de Fuerzas y momentos en la platina

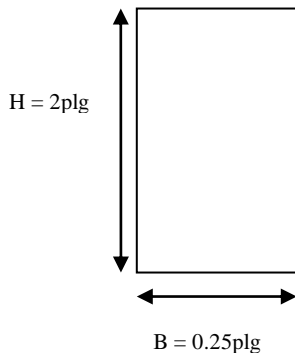
$$M_{\text{máx}} = F1 = W = 20lb * \frac{30cm}{2,54cm} * 1plg *$$

$$M_{\text{máx}} = 236,22lb.plg$$

El coeficiente de sección será:

$$Z = \frac{M_{\text{max}}}{\sigma} \quad (\text{Ver anexo G-4})$$

*Diseño de elementos de maquinas Robert L. Mott Pág. 770,771



Valor de Z en sector rectangular :

$$Z = BH^2/6$$

$$Z = 0.25plg * (2plg)^2/6$$

$$Z = 0.167plg^3$$

$$\sigma = \frac{M \max}{Z}$$

$$\sigma = \frac{236,22lb \times plg}{0,167 plg^3} = 1414,49 psi$$

Al analizar los resultados siempre tendremos que realizar la comparación entre el valor de sigma σ y el valor de resistencia al punto cedente del material a utilizar.

Esto es: $\sigma \leq S_y$

En nuestro caso el valor calculado es menor para todos los materiales por esta razón escogemos el Acero AISI 1020 extruido en frío sin ningún problema (ver anexo G-5)

3.3.5 Selección del cojinete

El cojinete es el elemento que ayuda a soportar el peso máximo de la estructura y permite también el giro, estará expuesto a una carga radial y a una fuerza de empuje.

Datos

Carga radial R : 18,79lb

Carga de empuje T: 20lb

Velocidad de giro 75 rpm

Vida útil 20000 horas (anexo G-6)

Diámetro aceptable del eje es de 0,5plg

Suponemos el valor de Y = 1,5

$$P = VXR + YT = (0,56)(8,79) + (5)(20) = 40lb *$$

*Diseño de elementos de maquinas Robert L. Mott Pág. 618

A partir de la figura G-6, tenemos el factor de velocidad $f_N = 0,8$ y el factor de vida útil $f_L = 1,5$ calculamos entonces la carga dinámica C

$$C = P f_L / f_N = 40 (1,5) / 0,8 = 75lb$$

Con estos valores podemos consultar el anexo G-7 y utilizamos el cojinete 6202 que tiene un diámetro interno de 0,5906plg

Para el cojinete 6202 $C_0 = 790lb$

$$\frac{T}{C_0} = \frac{20}{790} = 0,026$$

A partir del anexo G-9 $e = 0,025$

$\frac{T}{R} = \frac{20}{18,79} = 1,06$ en el anexo G-8 tenemos que $Y = 1,99$ con estos datos calculamos

nuevamente P

$$P = VXR + YT = (0,56)(8,79) + (1,99)(20) = 50lb$$

Como el cojinete 6202 tiene un valor de $C = 1320$ resulta extremadamente satisfactorio

Numero de cojinete: 6202

Diámetro interno: 15mm

Diámetro externo: 35mm

Espesor: 11mm

Radio máximo de chaffán: 0,024plg

Especificación de carga dinámica: 1320lb

3.3.6 Selección del motor eléctrico

Para seleccionar el motor en nuestro prototipo se tomara en cuenta el torque máximo y la velocidad de operación que necesitamos en el prototipo

Datos:

Torque (T): 98,42lbpulg

Velocidad(n):75 rpm

Para reemplazar los datos en la formula

$$T = \frac{P}{n} \Rightarrow P = T \times n$$

Tenemos que realizar la siguiente transformación

$$T = 98,42lb \times p\lg \times \frac{1m}{100cm} \times \frac{2,54cm}{1p\lg} \times 4,4482 \frac{N}{lb} = 11,12 Nm$$

$$n = 75 \frac{rev}{min} \times \frac{2\pi rad}{1rev} \times \frac{1min}{60seg} = 7,85 \frac{rad}{seg}$$

$$P = 11,12 Nm \times 7,85 \frac{rad}{seg} = 87 watts$$

Características del motor seleccionado

El motor que necesitamos para el prototipo será entonces un motor reductor el mismo que tiene las siguientes características

	Motor eléctrico
	Voltaje: 115V Ca
	Frecuencia: 80Hz
	Corriente: 1.15A
	Capacitancia: 10uF
	Potencia: 39w
	Numero de revoluciones: 1800 rpm

3.3.7 Selección del ventilador

Proceso de selección

- Determinación del caudal en pcm

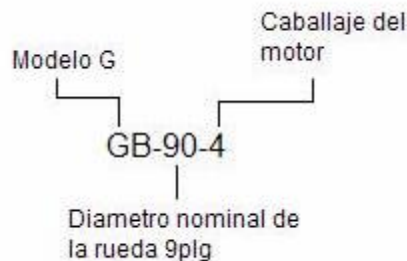
Calculamos el caudal en pcm de acuerdo a la siguiente formula en donde debemos establecer los cambios de aire sugeridos en el anexo G-9 y tenemos

$$pcm = \frac{(1,476 \times 1,476 \times 1,476) \text{ ft}^3}{1 \text{ min} / 5 \text{ cambios}} = 16,078 \text{ ft}^3 / \text{min}$$

- Determinación de la presión estática
Según la tabla del anexo G-9 escogemos un valor intermedio de los ventiladores 0,2" a 0,40" de presión estática y escogemos **0,375"**
- Determinamos del modelo de ventilador según el caudal en pcm y Pe determinados, en la tabla incluida en el anexo G-10 buscando un valor que se aproxime al calculado y tenemos el siguiente análisis.

Modelo	hp	rpm	Presión estática	
			0,375	
GB-90-4	1/4	785	sone	Bhp
			807	
			9,3	0,12

El modelo de ventilador será el GB-90-4



CAPITULO IV

ANALISIS, SELECCIÓN Y DISEÑO ELECTRONICO

4.1 SELECCIÓN DE LA PLATAFORMA DE AUTOMATIZACIÓN Y ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DEL SISTEMA

El proceso de automatización a seguir, se considera de la siguiente manera: Dimensionamiento y Montaje del PLC; diseño y montaje del tablero de control; e implementación de un sistema HMI con fines de monitoreo del estado de la máquina, lo que implicará el establecimiento de una comunicación entre dispositivos entrada/salida y control. Para el efecto, se estableció que la automatización se lleve a cabo en los siguientes términos:

1. Montaje del PLC. De acuerdo a los lineamientos de homologación tecnológica del centro de mantenimiento, se optó por la plataforma Siemens Simatic S7-200. Este proceso es uno de los más importantes, porque consiste en diseñar y optimizar la lógica de control.
2. Diseño del tablero, y demás componentes eléctricos y electrónicos que satisfagan los requisitos técnicos.
3. Diseño de un sistema de visualización de estado de funcionamiento de la máquina y de un código de alarmas que faciliten el mantenimiento y reparación de la máquina reduciendo los tiempos perdidos.
4. Generar la documentación técnica necesaria: planos eléctricos, respaldo de los programas, así como el manual de operación y mantenimiento del equipo.

4.2 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA

Para la realización del proyecto, hemos estimado conveniente plantear la solución del problema, representado en el diagrama de bloques de la figura 4.1.

B1.- Transductor de temperatura. Está colocado en el tanque de la máquina el mismo que envía al PLC señales de voltaje indicando la temperatura del fluido para su control.

B2.- Relé alimentado con 110v. Es un elemento de fuerza encargado de accionar el motor de la puerta, mediante una señal discreta proveniente del PLC.

B3.- Contactor unipolar. Es un elemento de fuerza encargado de accionar la bomba hidráulica, mediante una señal discreta proveniente del PLC.

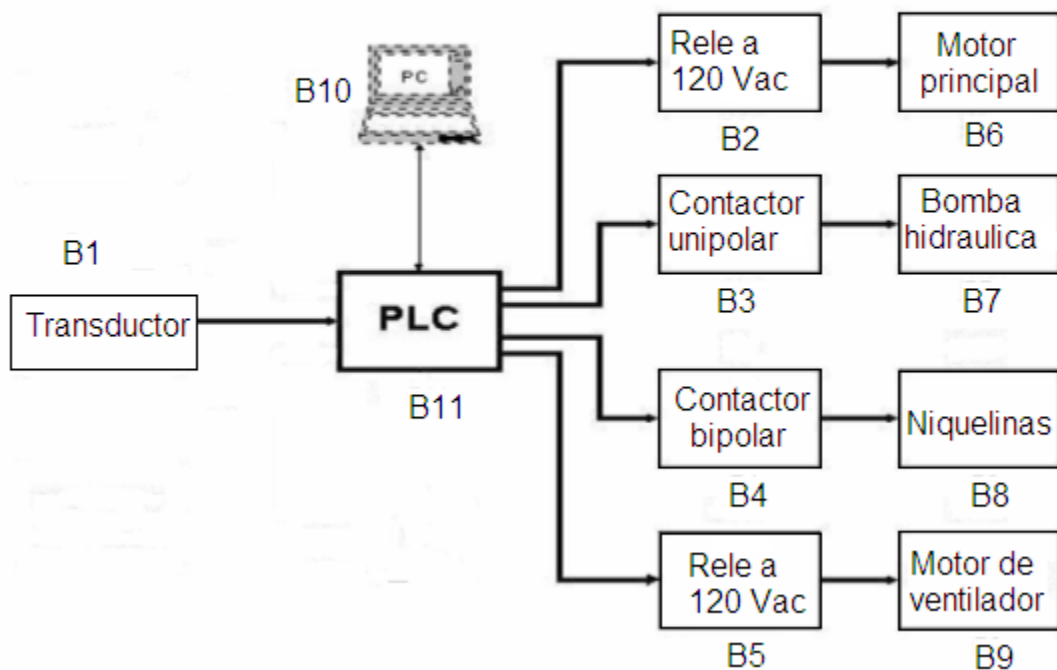
B4.- Contactor bipolar. Es un elemento de fuerza encargado de accionar las niquelinas, mediante una señal discreta proveniente del PLC.

B5.- Relé alimentado con 110v. Es un elemento de fuerza encargado de accionar el motor del ventilador, mediante una señal discreta proveniente del PLC.

B6.- Motor principal de la máquina. Es un motor asíncrono de corriente alterna con rotor de doble jaula de ardilla. Es el encargado de accionar el movimiento de las piezas a lavar. Está acoplado a un reductor mecánico de velocidad.

B7.-Bomba hidráulica.- Es un motor asíncrono de corriente alterna que permite impulsar el líquido del tanque a la cabina.

Figura 4.1 Diagrama De Bloques



B8.- Niquelinas. Son resistencias que mediante el paso de la corriente por estas realizaran el calentamiento indirecto del líquido.

B9.- Motor de ventilador. Es un motor asíncrono de corriente alterna con rotor de doble jaula de ardilla. Mediante un rotor de aspas evacua los gases generados dentro de la cabina.

B10.- Es la representación de una PC. A través de ésta, con el empleo del software STEP 7, se puede entre otras cosas: configurar el hardware, programar y monitorear al PLC, simular un programa, configurar una red, etc.

B11.- Representa al PLC que se emplea en el proyecto. En este proyecto se utilizara la plataforma escalable Siemens Simatic S7-200. Éste se encargará de controlar el funcionamiento de la máquina lavadora de partes y piezas de maquinaria pesada con los estados provenientes del sensor que ingresan al mismo, gestionar las alarmas y comunicar el estado del proceso a la PC.

4.3 SELECCIÓN DE COMPONENTES

Uno de los aspectos fundamentales en el proceso de automatización es el óptimo proceso de diseño y selección de componentes, que se ajusta a parámetros técnicos, económicos, disponibilidad en el mercado, tiempos de retardo en la importación (si fuere el caso), etc. Para los fines de una mejor identificación y codificación de los componentes, se asigna la nomenclatura que se empleará posteriormente en los planos definitivos del proyecto.

4.3.1 Selección de contactores, Relés térmicos e interruptores electromagnéticos

La tensión de mando para las bobinas de los contactores es de 120 VAC, y que en el caso de esta máquina serán activados por los módulos de salida discreta del PLC.

Los parámetros considerados para la selección de los contactores son:

- a) Voltaje y frecuencia de la bobina
- b) Voltaje y corriente de los contactos
- c) Potencia Monofasica Nominal

Para los Relés térmicos, que son dispositivos de protección eléctrica contra sobrecarga y sobrecorriente, los parámetros de selección son los siguientes:

- a) Rango de corriente nominal
- b) Corriente de cortocircuito

c) Contacto auxiliar

De igual manera, para seleccionar los interruptores termomagnéticos, que son protecciones contra cortocircuito, se considera los siguientes parámetros de selección:

- a) Corriente de cortocircuito
- b) Tensión de los contactos
- c) Número de polos

En la tabla 4.1, 4.2, 4.3 Y 4.4 se indican los resultados del proceso de selección de los componentes en mención:

Tabla 4.1 Resultados del proceso de selección de los contactores

Contactador	Bobina		Contactos principales		
	Tensión (Vac)	Frecuencia (Hz)	Tensión (Vac)	Corriente (A)	Potencia (Kw)
Rele comandado de marcha del motor principal (C3)	120	50-60	140	5	2.24-3.74
Contactador del motor de la bomba hidráulica (C1)	120	50-60	115-475	10	2.5-4
Contactador de niquelinas (C4)	120	50-60	115-475	15	2.24-3.74
Relé comandado de marcha del motor de ventilador (C2)	120	50-60	140	5	2.24-3.74

Tabla 4.2 Resultados del proceso de selección del térmico

Térmico	Rango de corriente (A)	Corriente de cortocircuito (A)	Contacto auxiliar
---------	------------------------	--------------------------------	-------------------

Térmico de la bomba hidráulica (e2)	6-9	120	1 NA, 1 NC
-------------------------------------	-----	-----	------------

Tabla 4.3 Resultados del proceso de selección de los interruptores termomagnéticos

Interruptor termomagnético	Corriente de cortocircuito (A)	Tensión de contactos (Vac)	Número de polos
Interruptor termomagnético de la bomba hidráulica (e1)	10	120-475	2
Interruptor termomagnético de niquelinas(e1)	15	120-475	2

Tabla 4.4 Resultados del proceso de selección de fusibles

fusible	Corriente de cortocircuito (A)
Fusible del motor principal	4
Fusible del ventilador	5
Fusible del PLC	2

4.3.2 Selección de controlador de temperatura

Para el proceso de lavado de partes y piezas, se requiere que las resistencias calienten entre 55 °C a 60 °C, empleando para la medición un termopar tipo J, para lo cual se emplean contactores, por lo tanto, los controladores deben tener su salida principal compatible con este actuador.

Los parámetros de selección de los controladores de temperatura son los siguientes:

- a) Entrada analógica para termopar
- b) Salida de control para contactor
- e) Tipo de acción: directa o calentamiento

Para cumplir estos requerimientos, se optó por realizar un control on-off empleando la plataforma Siemens Simatic S7-200.

4.3.3 Selección de transductor de temperatura

La temperatura de las resistencias de las niquelinas para el calentamiento del líquido oscilará entre 55 °C a 60 °C.

Los parámetros para la selección del transductor de temperatura son:

- Tipo
- Rango de operación
- Forma

En la tabla 4.5 se resume los resultados del proceso de selección del transductor de temperatura utilizados en la máquina.

Tabla 4.5 Resultados del proceso de selección de transductores de temperatura

Transductor de temperatura	Tipo	Rango de operación	Forma
Termocupla resistencias niquelinas	J	-210 °C a 760 °C	vaina

4.4 DISEÑO, CONFIGURACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL PLC

Antes de proceder a la adquisición de un cierto modelo de Controlador Lógico Programable es necesario basarse en los requerimientos reales de entradas y salidas tanto digitales como analógicas del sistema a implementar. Una vez obtenida esta información, el PLC seleccionado debe cumplir requisitos adicionales referidos a la comunicación y a la facilidad de interacción con los dispositivos adicionales a utilizarse en el sistema, para el presente caso, con el Intouch, el I/O Server y los parámetros eléctricos y electrónicos disponibles en el tablero de control de la máquina lavadora de partes y piezas de maquinaria pesada.

1.1 4.4.1 Requerimientos de entradas digitales

En la tabla 4.6 se indican las entradas digitales que se utilizarán en la implementación del sistema.

Tabla 4.6 Entradas digitales a utilizarse en el sistema

ORD.	..1 DESCRIPCIÓN
01	Interruptor para paro general del sistema
02	Pulsador para el encendido del motor de la puerta
03	Pulsador para el apagado del motor de la puerta
04	Pulsador para el encendido del ventilador
05	Pulsador para el apagado del ventilador
06	Pulsador para el encendido de la bomba hidráulica
07	Pulsador para el apagado de la bomba hidráulica
08	Pulsador para el encendido de las niquelinas
09	Pulsador para el apagado de las niquelinas
10	Pulsador para el activado del control manual
11	Pulsador para el desactivado del control manual
12	Pulsador para el activado del control automático
13	Pulsador para el desactivado del control automático
14	Interruptor para la activación de alarma de la bomba hidráulica

4.4.2 Requerimientos de salidas digitales

En la tabla 4.7 se indican las salidas digitales que se utilizarán en la implementación del sistema.

Tabla 4.7 Salidas digitales a utilizarse en el sistema

ORD.	DESCRIPCIÓN
01	Activación de la bomba hidráulica
02	Activación del ventilador
03	Activación del motor de la puerta
04	Activación de las niquelinas
05	Encendido de luz para control automático
06	Encendido de luz para control manual

Como se observa en las dos tablas anteriores, se necesitan para la implementación del sistema 14 entradas digitales y 6 salidas digitales. La CPU de la serie S7-200 que se ha seleccionado para desarrollar la etapa de control del sistema es la CPU 224 AC/DC/RELE (Fig. # 4.2) que se adapta correctamente a las necesidades del proyecto, ya que se va a utilizar alimentación de 110 AC existente en la red, las salidas del PLC van a manejar relés 110 AC (por ser los más aconsejables para un control ON-OFF) y, por último, esta CPU brinda todas las facilidades de comunicación con los softwares Intouch e I/O Server que se utilizan para implementar el sistema HMI.

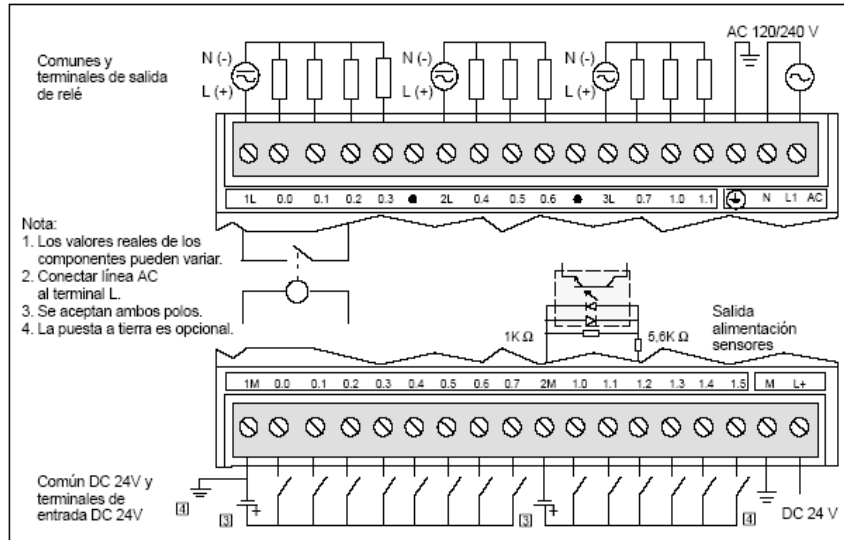


Figura 4.2 Diagrama de cableado de la CPU 224 AC/DC/RELE

4.4.3 Diseño del módulo de entradas analógicas.

Para determinar la temperatura del fluido en el tanque de la máquina, se requiere eminentemente una entrada de voltaje analógica en el PLC, por lo tanto, los parámetros considerados para la selección de los módulos de entradas son:

1.1

1.1 Tabla 4.8 Selección del modulo de expansión analógica

Descripción	Requerimiento
Número de entradas	1
Tipo de entrada	Termocupla tipo j
Tensión de polarización	24 Vdc
Tensión de entrada	0 a 50 mV

Corriente de entrada	Menor a 10 mA
Longitud del cable	Menor a 10cm

La familia Siemens Simatic S7-200 provee de módulos específicos para termocuplas que internamente realizan la linealización y permiten utilizar todo el rango de temperatura de las mismas, pero en nuestro caso se necesita controlar menos del 10% (55 °C a 60 °C) de su rango total. Por lo tanto, se seleccionó un módulo con 4 entradas y una salida analógica normal que cumplen con las necesidades del proyecto, y que corresponden al modelo EM 235.

4.4.4 Distribución De Pines Del EM 235

En la figura 4.3 se puede observar las distribución de los pines del modulo de expansión EM 235 tanto de entrada como de salida.

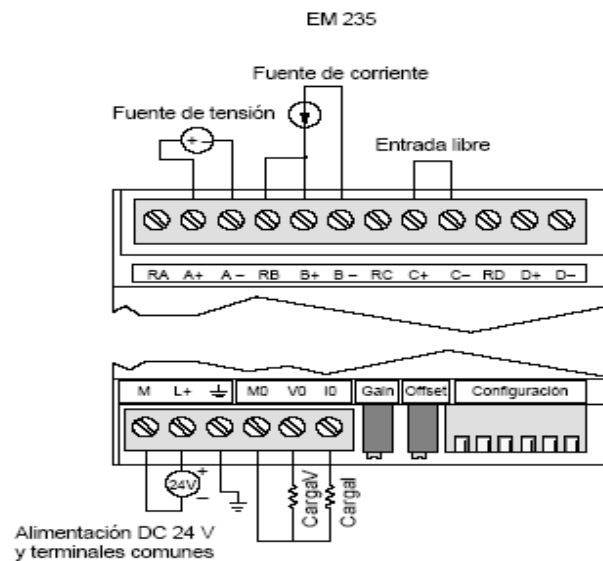


Figura 4.3 Diagrama de distribución de pines del Módulo de Expansión EM 235

4.4.5 Configuración Del Módulo De Ampliación EM 235

El margen de las entradas analógicas y la resolución se seleccionan con los interruptores 1 a 6. Todas las entradas se activan en un mismo margen y formato. La

tabla 4.9 muestra Cómo seleccionar el formato unipolar/bipolar (interruptor 6), la ganancia (interruptores 4 y 5) y la atenuación (interruptores 1, 2 y 3). En la tabla, ON está cerrado y OFF está abierto. Para nuestro caso debemos elegir la configuración perteneciente al margen de tensión de 0 a 50mV.

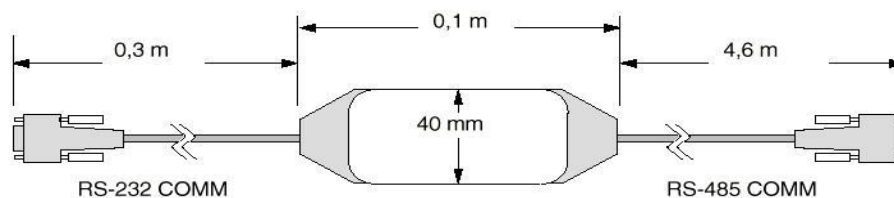
Tabla 4.9 Configuración del modulo de expansión analógico

Unipolar						Margen de tensión	Resolución
Interruptor 1	Interruptor 2	Interruptor 3	Interruptor 4	Interruptor 5	Interruptor 6		
ON	OFF	OFF	ON	OFF	ON	0 a 50 mV	12,5 μ V
OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	0 a 100 mV	25 μ V
ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON	0 a 500 mV	125 μ V
OFF	ON	OFF	OFF	ON	ON	0 a 1 V	250 μ V
ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	0 a 5 V	1,25 mV
ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	0 a 20 mA	5 μ A
OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	0 a 10 V	2,5 mV
Bipolar						Margen de tensión	Resolución
Interruptor 1	Interruptor 2	Interruptor 3	Interruptor 4	Interruptor 5	Interruptor 6		
ON	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	\pm 25 mV	12,5 μ V
OFF	ON	OFF	ON	OFF	OFF	\pm 50 mV	25 μ V
OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	\pm 100 mV	50 μ V
ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	\pm 250 mV	125 μ V
OFF	ON	OFF	OFF	ON	OFF	\pm 500 mV	250 μ V
OFF	OFF	ON	OFF	ON	OFF	\pm 1 V	500 μ V
ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	\pm 2,5 V	1,25 mV
OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	\pm 5 V	2,5 mV
OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	\pm 10 V	5 mV

1.1 4.5 COMUNICACIÓN PC CON CPU 224

1.1

Para realizar la comunicación con la PC se emplea el cable de comunicación PC-PPI (conocido así por Siemens), como se indica en la figura 4.4, este cable permite realizar la comunicación del PLC hacia la PC, para ello transforma las señales RS-485 a RS-232 y de RS-232 a RS-485.



..1.1.1 Figura 4.4 Cable de comunicación PC-PPI

El cable PC/PPI se encuentra en modo de transmisión cuando los datos se envían del puerto RS-232 al RS-485. En cambio, se encuentra en modo de recepción al estar inactivo, o bien cuando los datos se transmiten del puerto RS-485 al RS-232. Este tiempo depende de la velocidad de transferencia seleccionada con los interruptores DIP del transceiver.

Si STEP 7-Micro/WIN no se utiliza junto con un módem, el 4^{to} interruptor DIP deberá permanecer en el ajuste correspondiente al protocolo de 11 bits para garantizar el funcionamiento correcto con otros equipos.

Para el puerto RS-232 del cable PC/PPI se puede ajustar el modo DCE (equipo de comunicación de datos), o bien al modo DTE (equipo terminal de datos). Las únicas señales presentes en el puerto RS-232 son: transmitir datos (TX), petición de transmitir (RTS), recibir datos (RX) y tierra. El cable PC/PPI no usa ni emite la señal CTS (preparado para transmitir). A continuación se indica la configuración del cable de comunicación (figura 4.5).

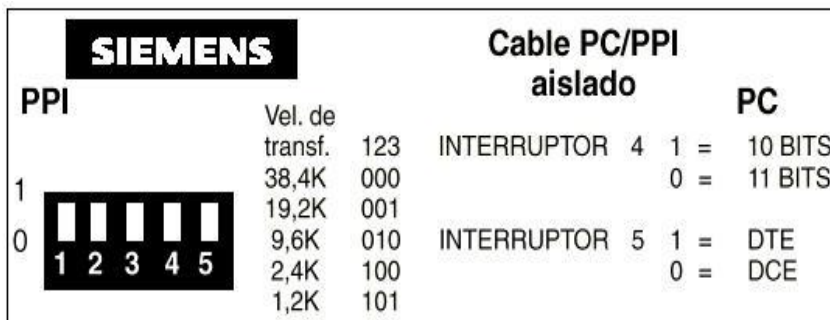


Figura 4.5 Configuraciones del cable de comunicación PC-PPI

PPI es un protocolo maestro/esclavo. Los maestros (otras CPUs, unidades de programación SIMATIC) envían peticiones a los esclavos y éstos últimos responden. Los esclavos no inician mensajes, sino que esperan a que un maestro les envíe una petición o solicite una respuesta. Todas las CPUs S7-200 actúan de estaciones esclavas en la red (figura 4.6). El protocolo PPI no limita la cantidad de maestros que pueden comunicarse con

una CPU cualquiera que actúe de esclavo, pero la red no puede comprender más de 32 maestros.

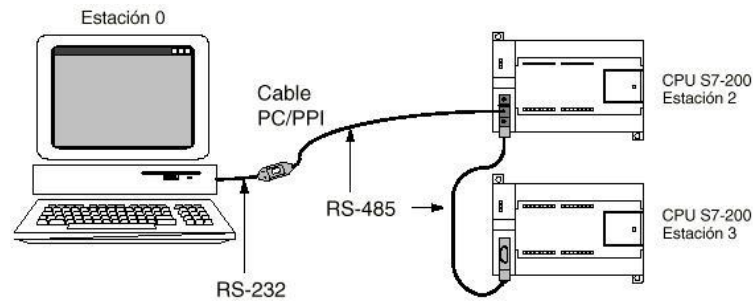


Figura 4.6 Red de comunicación maestro/ esclavo.

Las CPUs S7- 200 se pueden disponer en diversas configuraciones para asistir la comunicación en redes. La configuración de comunicación elegida para el presente proyecto es a través de cable PC/PPI. Esta configuración es asistida por el software STEP 7-Micro/Win 32. En la tabla 4.10 se indica las características de esta configuración de comunicación. Para el presente trabajo se ha seleccionado la velocidad de 9.6 Kbits/s por ser la más utilizada por los equipos de comunicación

Tabla 4.10 Características de la configuración de comunicación de cable PC/PPI asistida por STEP 7-Micro/Win 32

Hardware Asistido	Tipo de entrada	Velocidad de transferencia asistida	Comentario
Cable PC/PPI	Conector de cable al puerto COM del PC	9.6 Kbits/s – 19.2 Kbits/s	Asiste el protocolo PPI

1.1

1.1 4.6 DIRECCIONAMIENTO DE ENTRADAS Y SALIDAS

Las entradas y salidas digitales de la CPU 224 tienen numeración octal, es decir, utilizan los dígitos del 0 al 7 (en grupos de ocho). Para direccionarlas se utiliza la siguiente nomenclatura: IX.Y o QX.Y, donde la letra “I” indica que se trata de entradas y, la letra “Q” indica que se trata de salidas. La letra “X” (para los dos casos) indica que

se trata de un grupo de entradas o salidas integradas en la CPU. La letra “y” (para los dos casos) indica que se trata de entradas o salidas individuales pertenecientes al grupo “X” de la CPU. Los grupos, las entradas y las salidas se inician numerándose desde el cero. Por lo tanto, la CPU tendrá dos grupos de entradas: el 0 y el 1, el grupo 0 tendrá 8 entradas (I0.0 – I0.7), y el grupo 1 tendrá 6 entradas (I1.0 – I1.5), dando un total de 14 entradas digitales integradas. De igual manera, la CPU tendrá 2 grupos de salidas: el 0 y el 1, el grupo 0 tendrá 8 salidas (Q0.0 – Q0.7), y el grupo 1 tendrá 2 salidas (Q1.0 – Q1.1), dando un total de 10 salidas digitales integradas. En las dos tablas (Tabla 4.11 y 4.12) se indican como están distribuidas las entradas y las salidas del sistema.

Tabla 4.11 Direccionamiento de las entradas digitales en la CPU y en el módulo de expansión

DIRECCION	DISCRIPCION
..1 I0.0	Interruptor para paro general del sistema
I0.1	Pulsador para el encendido del motor de la puerta
I0.2	Pulsador para el encendido del ventilador
I0.3	Pulsador para el encendido de la bomba hidráulica
I0.4	Pulsador para el encendido de las niquelinas
I0.5	Pulsador para el activado del control automático
I0.6	Pulsador para el activado del control manual
I0.7	Interruptor para la activación de alarma de la bomba hidráulica
I1.0	Pulsador para el apagado de la bomba hidráulica
I1.1	Pulsador para el apagado del ventilador
I1.2	Pulsador para el apagado del motor de la puerta
I1.3	Pulsador para el apagado de las niquelinas
I1.4	Pulsador para el desactivado del control automático
I1.5	Pulsador para el desactivado del control manual

Tabla 4.12 Direccionamiento de las salidas digitales en la CPU y en el módulo de expansión

DIRECCION	DISCRIPCION
..2 Q0.0	Activación de la bomba hidráulica
Q0.1	Activación del ventilador
Q0.2	Activación del motor de la puerta

Q0.3	Activación de las niquelinas
Q0.4	Encendido de luz para control automático
Q0.5	Encendido de luz para control manual

4.7 I/O SERVERS

Para realizar la comunicación de datos entre la PC y el PLC se utiliza el software KEP Server, el cual tiene una gran variedad de Drivers de comunicación. En la figura 4.7 se especifica la descripción de los Drivers existentes en el software KEP Server.

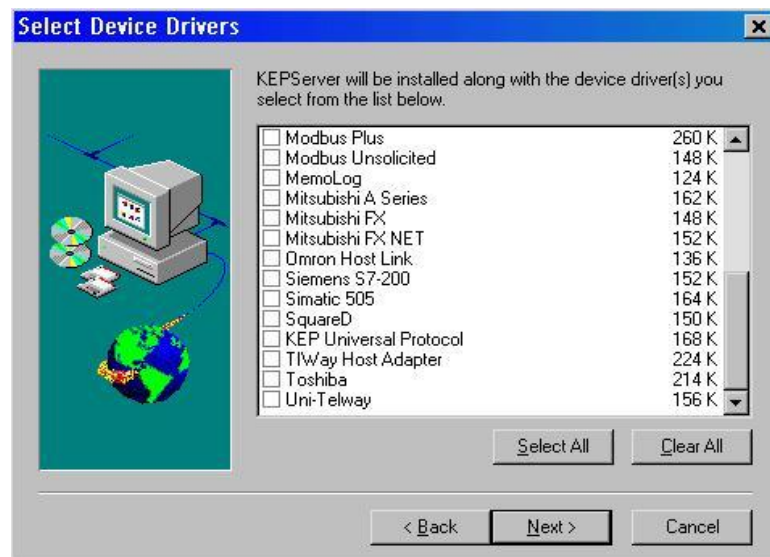


Figura 4.7 Descripción de los Drivers existentes en el software KEP Server

Los I/O Servers (Drivers de comunicación) permiten comunicar a una PC los diferentes datos de: registros de memoria, señales de entrada/salida y estados de funcionamiento de diferentes dispositivos sean estos: PLC (Controladores Lógicos Programables), RTU (Unidades Terminales Remotas), variadores de frecuencia, controladores digitales, balanzas, sistemas de supervisión de alarmas, sensores, actuadores, tarjetas de adquisición de datos y otros. Los datos obtenidos de los diferentes dispositivos, se transmiten a otras aplicaciones de Windows, sea: directamente (especificando las localidades de memoria asignadas.), con DDE's (Intercambio dinámico de datos) o

utilizando OPC (OLE para control de procesos, permite añadir objetos de otras aplicaciones a un sistema).

Este software es proporcionado por el distribuidor del programa InTOUCH. El software KEP Server, está localizado en el CD de instalación de los I/O Servers. Se inicia la instalación del KEP Server seleccionando los I/O Servers **SIEMENS S7-200** luego se continúa la instalación grabando las configuraciones necesarias de cada entrada o salida a ser leídas desde el PLC. Para realizar la comunicación de datos utilizando el protocolo DDE, el nombre de esta aplicación es **KEPDDE**, el tópicos se define al crear los Devices y al Item se lo conoce con el nombre de los diferentes Tags. El Item puede ser leído sin necesidad de crearlo en el KEP Server. Para iniciar el funcionamiento del software se hace clic en el menú **Mode/On Line**, luego se visualizará una pantalla similar a la indicada en la figura 4.8, la que indicará el correcto funcionamiento del software KEP Server

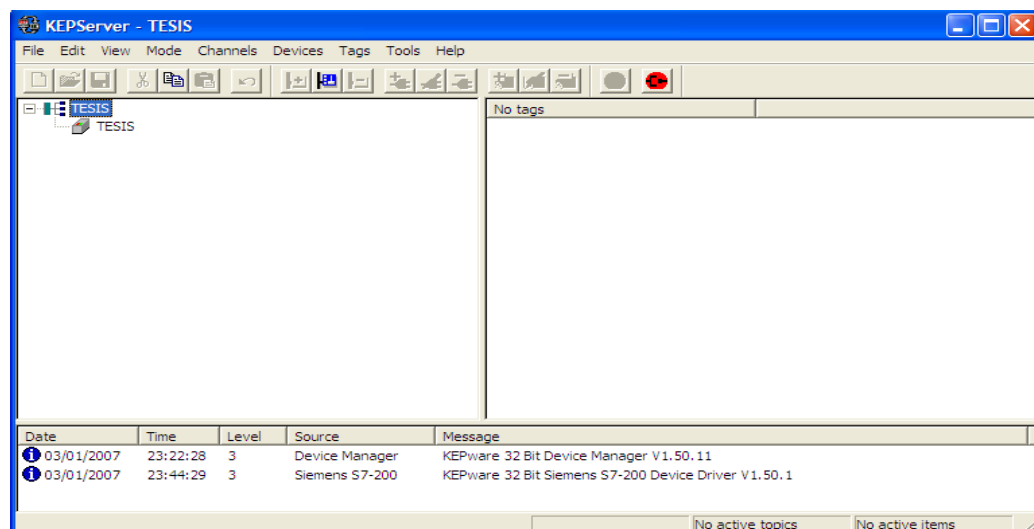


Figura 4.8 Correcto funcionamiento del software KEP Server

4.8 DISEÑO DE LOS PLANOS ELÉCTRICOS

Los planos eléctricos están divididos en trece partes:

- Circuito eléctrico de potencia, esta parte muestra las conexiones eléctricas de los elementos de potencia como son:
 - Motores eléctricos
 - Resistencias calefactoras

- Protecciones eléctricas de la máquina
- Emergencias y seguridades, representando a los circuitos de paros de emergencia.
- Circuito eléctrico de control, es la parte principal de los planos donde se representa las conexiones eléctricas realizadas para el PLC:
 - Conexiones eléctricas a las entradas de PLC como es el transductor temperatura.
 - Conexiones eléctricas a las salidas del PLC, son todos los elementos de control como: bobinas de contactores, relés auxiliares; así como también las lámparas de indicación.
- Tablero eléctrico de potencia y control, muestra la disposición física de todos los dispositivos de potencia y control en el tablero eléctrico de la máquina.
- Panel de control, representa a la disposición física de las botoneras, controladores de temperatura e interfaz HMI de la máquina.
- Borneras de los lados de potencia y control, es la distribución de las borneras de conexión para los componentes de potencia y control.
- Borneras (conectores), es la distribución de las borneras de conexionado entre el tablero eléctrico y la máquina.
- Los planos eléctricos de la máquina se muestran en el anexo D, Planos eléctricos.

4.9 DISEÑO DEL SOFTWARE DE CONTROL

Partiendo de la estructura de programación de los PLC's de la familia Siemens Simatic S7-200 que emplea el software STEP 7, se tiene tres formas de programación:

- KOP, o diagrama de contactos en escalera o ladder. Se aplica cuando el desarrollador está familiarizado con diagramas eléctricos.
- FUP, o diagrama de funciones lógicas, utilizan la estructura compatible con la programación gráfica.
- AWL, corresponde a la programación mediante la escritura de código o nemónico compatible con el lenguaje ensamblador propio del procesador. Cabe anotar que, algunas secuencias de operaciones que no se pueden realizar en KOP o FUP, es posible solamente en AWL. Para el desarrollo del software de control del presente

proyecto se empleó el lenguaje de diagrama de contactos (KOP) por ser la técnica de programación más compatible con los circuitos de control industrial caracterizados por el predominio de señales discretas de entrada y salida.

El programa de control para cumplir el funcionamiento adecuado de los requerimientos del sistema se indica en los anexos.

4.10 DISEÑO DE LAS INTERFACES HMI

Uno de los objetivos planteados en este proyecto, es el de crear un HMI para la máquina, que brinde las siguientes funciones:

- Visualización del estado de funcionamiento de la máquina, a través del estado del transductor de temperatura.
- Indicación y gestión de alarmas: tiempo en el que se produjo, aceptación. Esta función permitirá detectar y corregir rápidamente tales eventos.
- Cambio de parámetros como tiempos y valores de temperatura con la máquina en funcionamiento es decir en caliente.

La interfase Hombre-Máquina o HMI del presente proyecto está diseñada con diez ventanas implementadas en el programa Intouch 7.1 desarrollado por la Corporación Wonderware. Esta versión de Intouch es un demo de 32 Tags y tiene una duración con el programa corriendo (Runtime) de 120 minutos. Estas ventanas a breve síntesis son las siguientes:

4.10.1 Ventanas implementadas

PÁGINA PRINCIPAL

Esta ventana es la primera que aparece cuando el programa empieza a correr (Runtime), se la puede observar en la figura 4.9

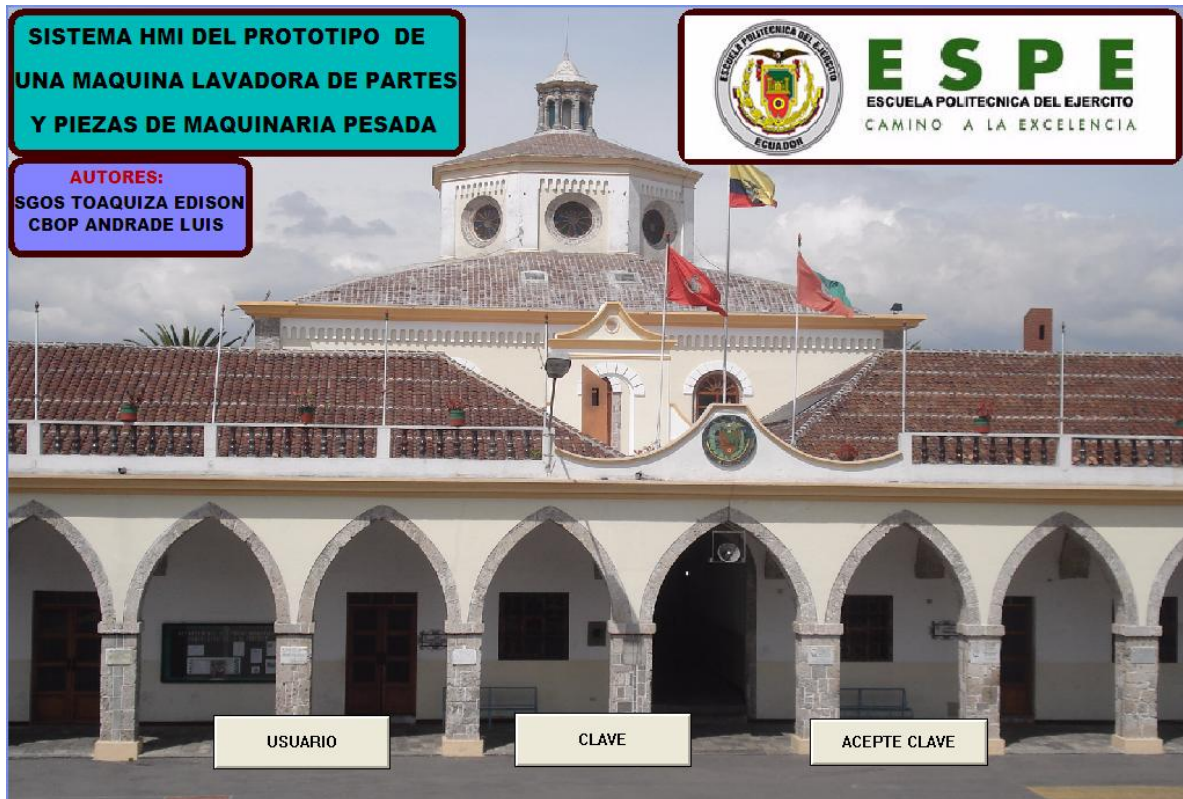


Figura 4.9 Ventana “INICIO”

Aquí se tiene una presentación del proyecto con el nombre de la institución (Escuela Politécnica del Ejército) con su respectivo escudo. Consta también la imagen de la parte interna de la ESPEL vista hacia las banderas. En esta ventana se dispone de tres botones, uno para ingresar el tipo de usuario, otro la clave de acceso del mismo y el otro para confirmar o aceptar las claves ingresadas. Está diseñada para que el usuario tenga la opción de ingresar 2 nombres diferentes con su respectivo password de verificación según la prioridad que se les haya dado algunos dispositivos de visualización en las demás pantallas. Cuando el programa está corriendo (runtime) se debe hacer clic en el botón que dice: USUARIO (para nuestro caso tenemos dos opciones, la una es: operario; y la otra supervisor), luego se debe dar un clic en el botón que dice: CLAVE para nuestro caso debemos digitar las mismas que en USUARIO para evitarnos olvidos de las claves y por ultimo clic en: ACEPTAR CLAVE. Si la clave ingresada es correcta, se abrirá la ventana de SELECCION, caso contrario aparecerá una ventana de mensaje de clave incorrecta.

MENSAJE DE CLAVE INCORRECTA

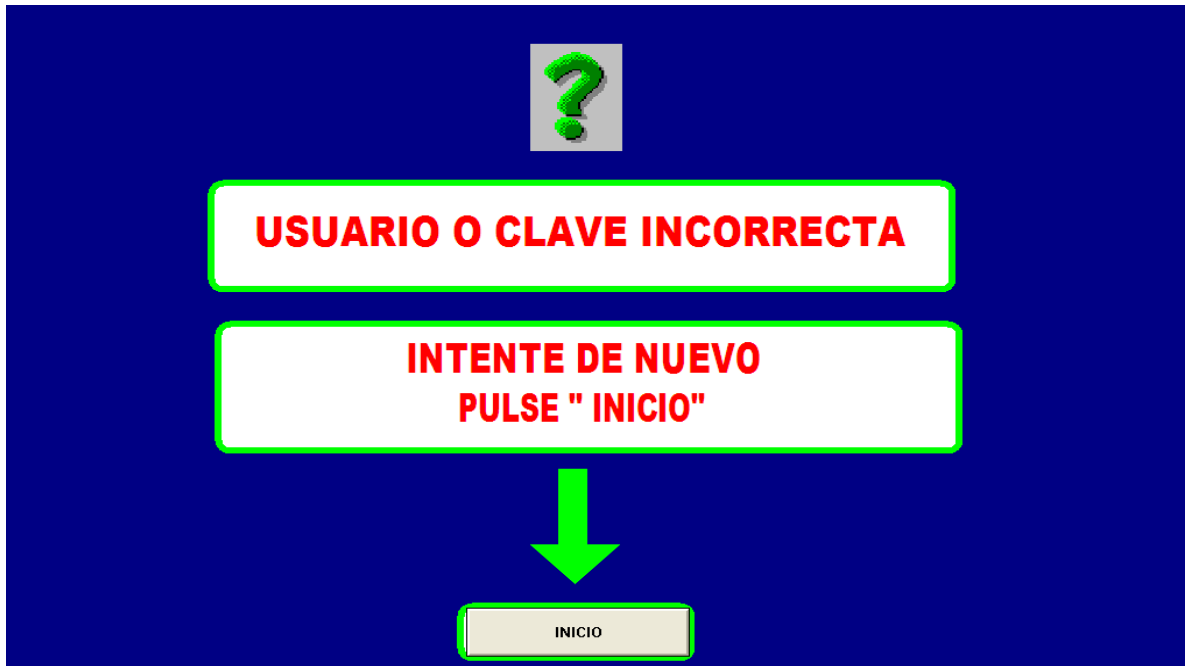


Figura 4.10 Ventana “MENSAJE CLAVE INCORRECTA”

Esta ventana (Fig 4.10) informa que el usuario o la clave ingresada están incorrectas y que debe pulsar en el botón INICIO para regresar a la ventana inicial (INICIO) y volver a ingresar sean el usuario o la clave de acceso.

PÁGINA DE SELECCIÓN



Figura 4.11 Ventana “SELECCION”

Esta ventana (Fig. 4.11) nos permite seleccionar el ingreso a cinco pantallas, mediante iconos ubicados la parte derecha de la pantalla las mismas que son:

1. Pantalla de control automático
2. Pantalla de control manual
3. Pantalla de Alarmas
4. Pantalla de Curvas de Tiempo Real
5. Pantalla de Curvas Históricas

Además nos permite retornar a la página principal (INICIO) para que otro usuario pueda ingresar su clave correspondiente. En la parte derecha de esta ventana se encuentra la imagen del prototipo que vamos a controlar.

PÁGINA DE CONTROL MANUAL Y AUTOMÁTICO

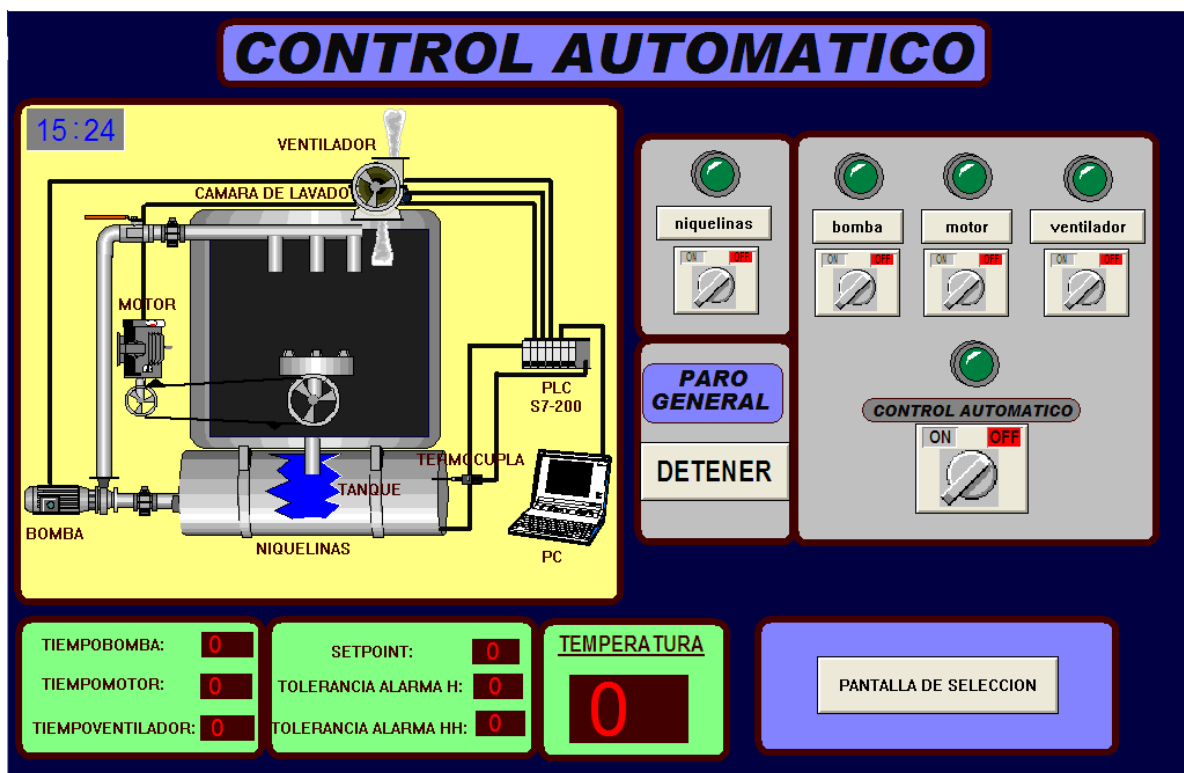


Figura 4.12 Ventana "CONTROL AUTOMATICO"

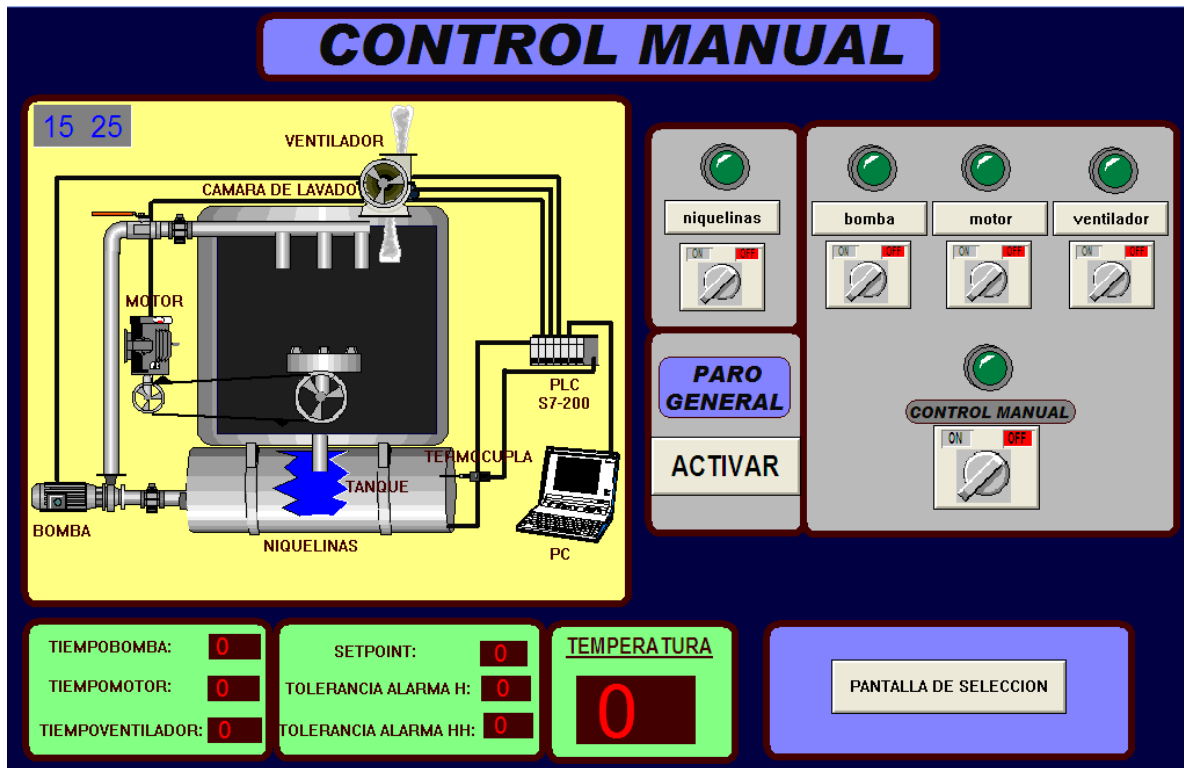


Figura 4.13 Ventana “CONTROL MANUAL”

Uno de los objetivos del HMI es visualizar el estado de funcionamiento de los componentes sensores, actuadores y dispositivos de mando de la máquina. Para el efecto, se relaciona cada objeto con su respectivo tag, vinculando una imagen cuando el estado de la variable discreta es OFF y otra para el estado ON. Las figuras son idénticas, cambiando únicamente el color, aspecto que finalmente brinda el efecto visual de encendido/apagado, de acuerdo al estado real del componente monitoreado. Los controles se ubican sobre una plantilla de la vista lateral de la máquina, que además sugieren la ubicación real de los elementos. En pantalla de control manual (Fig 4.13) podemos realizar el control de los motores (bomba, puerta y ventilador) en forma individual permitiendo al operador encender o apagar cada uno de estos componentes como el lo considere necesario según el caso. Se diseñaron ocho subpantallas que agrupan por categorías los siguientes componentes:

1. Representación real de la máquina
2. Tiempos de trabajo de los motores

3. Niveles de temperatura (real, setpoin, nivel de alarma H y HH)
4. Control de las niquelinas
5. Control de los motores
6. Paro general
7. Pulsador para retorno a pantalla de SELECCION
8. Reloj

En la pantalla de control automático (Fig 4.12) se puede visualizar lo mismo que en la pantalla manual cuya única diferencia es que en automático como su nombre lo indica permite accionar los motores en conjunto. El control de las niquelinas son independientes de los motores en vista que estas deberán ser accionadas con anticipación en cualquiera de las dos pantallas, para alcanzar su temperatura óptima de trabajo. Los tiempos de trabajo y temperatura pueden ingresarse tanto desde el PLC como desde el Intouch.

MENSAJE DE ERROR



Figura 4.14 Ventana "ATENCIÓN"



Figura 4.15 Ventana “ATENCIÓN1”


Para asegurar que el usuario no cometa la imprudencia de manipular los controles de una ventana estando activado los de la otra ventana (Control Manual, Control Automático) se activaran según sea el caso cualquiera de las dos ventanas (Fig 4.14 y Fig 4.15) permitiendo retornar tanto a la pagina de selección como a las de control.

PANTALLA DE ALARMAS

HISTORIAL DE ALARMAS

MM/DD HH:MM:SS	EVT	Type	Operator	Pri	Name	GroupName	Value/Limit	AlrmState
02/25 15:21:33	ALM	DISC		1	HH	#System	OFF/	OFF UNACK_ALM
02/25 15:21:33	ALM	DISC		1	H	#System	OFF/	OFF UNACK_ALM
02/25 15:21:33	ALM	DISC		1	ALARMABOMBA	#System	OFF/	OFF UNACK_ALM

ALARMAS



HH NORMAL

H NORMAL

BOMBA NORMAL

PARO GENERAL

ACTIVAR

PAGINA DE SELECCION

Figura 4.16 Ventana "ALARMAS"

En esta ventana (Fig 4.16) podemos visualizar las tres alarmas que hemos programado, (bomba hidráulica, alarma H y HH) mediante leds en forma circular que en su posición de desactivado son de color café junto a su respectivo nombre y un mensaje de normal, otro icono en forma de advertencia. Cuando se activa cualquier alarma, el led cambia de color e inicia a parpadear junto al icono de advertencia, el mensaje de normal es reemplazado por iconos de reconocimiento y permanecerán así hasta cuando termine el estado de activación de alarma. Esta pantalla aparecerá al instante que se produzca el evento sin importar en que ventana se encuentre.

Además en el cuadro de la parte superior se podrá leer la fecha, hora, tipo, nombre de la alarma activada, grupo al que pertenece y su estado actual. En la parte inferior derecha se encuentra el icono de paro general para apagar todo los controles y verificar la causa que produjera el evento. Por debajo del paro general se encuentra un icono que le permitirá retornar a la ventana de selección.

PANTALLA DE CURVAS EN TIEMPO REAL

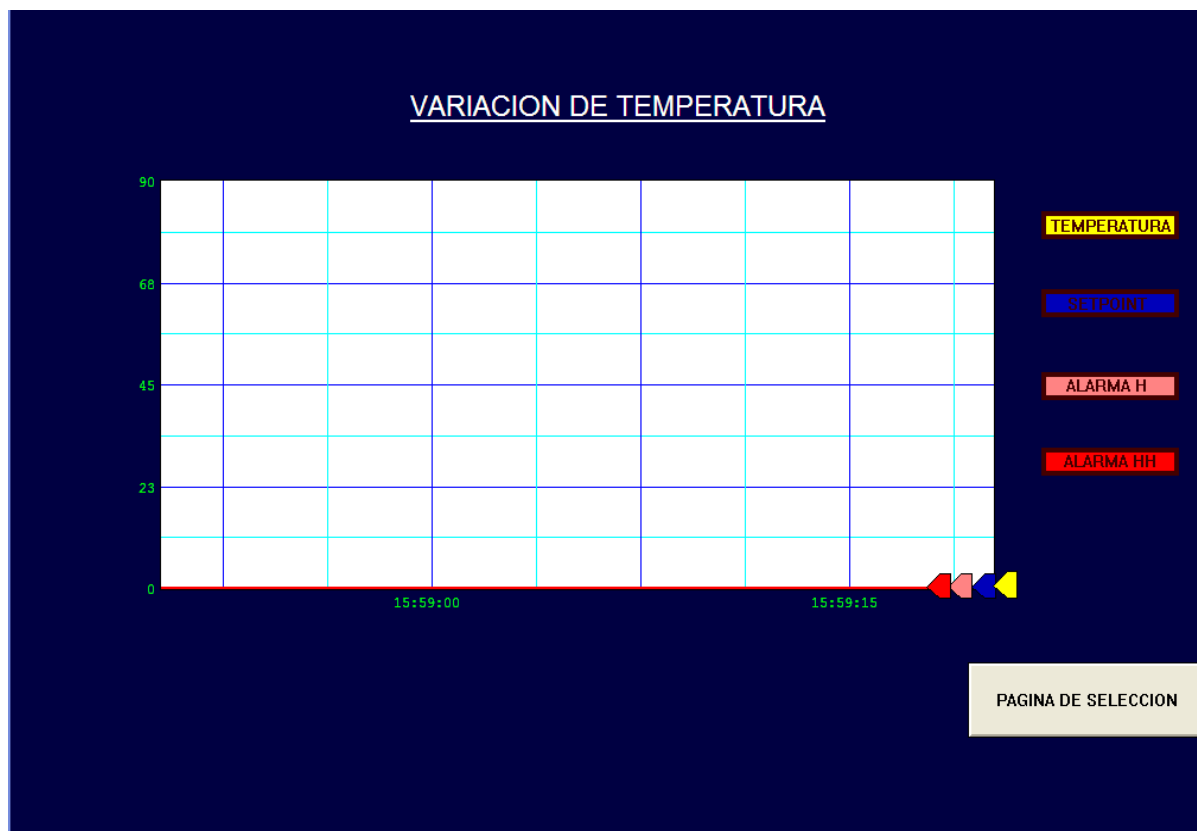


Figura 4.17 Ventana “CURVAS TIEMPO REAL”

En esta ventana (Fig. 4.17) podemos visualizar principalmente la variación de nuestra variable (temperatura), como también el setpoint, nivel de alarma H y HH en tiempo real es decir en ese mismo instante en que se esta produciendo la adquisición. En la parte inferior derecha se encuentra un icono que al pulsarlo nos permitirá retornar a la pagina de selección.

PANTALLA DE CURVAS HISTORICAS

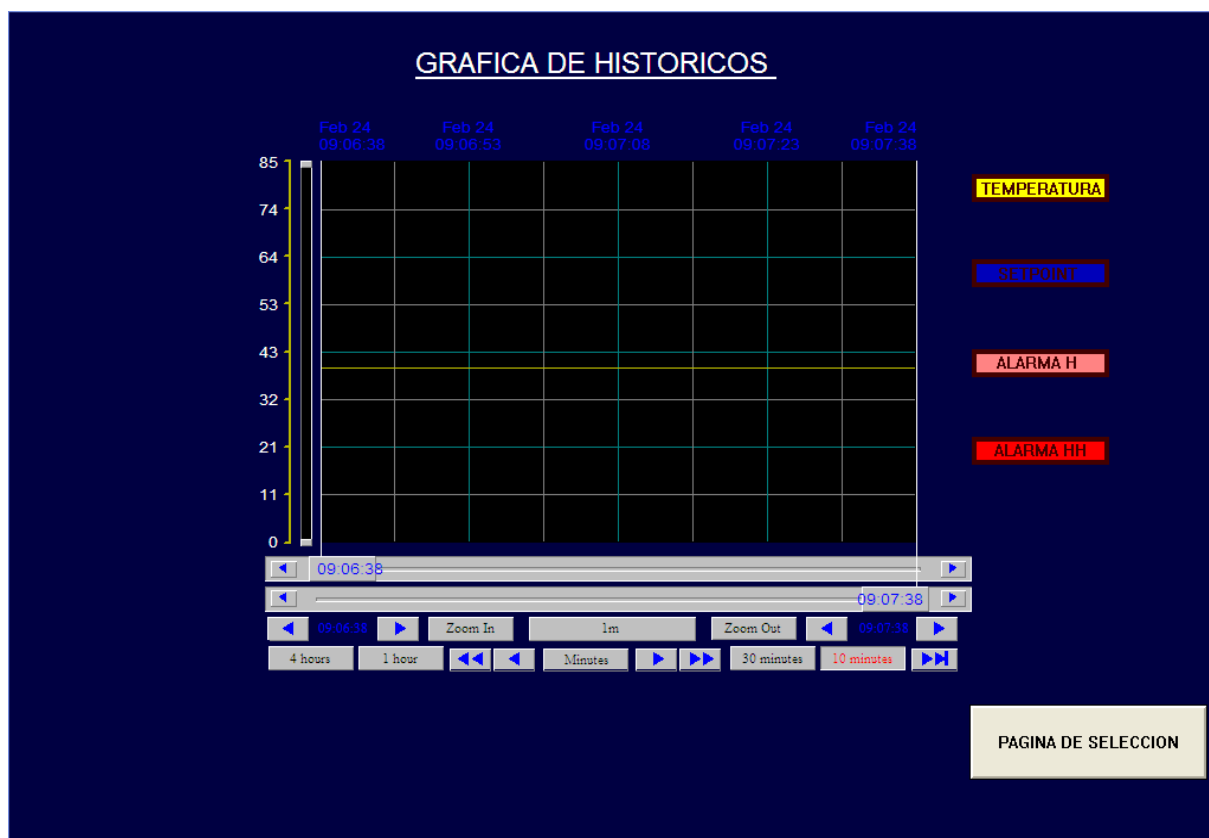


Figura 4.18 Ventana "CURVAS HISTORICAS"

En esta ventana (Fig 4.18) podemos visualizar nuestras variables (cada uno de diferente color y respectivo nombre) de instancias anteriores hasta de un día, que está programado, pudiendo aumentar el tiempo de almacenamiento como lo desee el operador. Los iconos de la parte inferior nos permiten visualizar las variables en pasos diferentes sea en minutos o en horas, además de la adquisición de los datos de igual forma en diferentes tiempos.

4.10.2 CONFIGURACIÓN DE LOS TAGS UTILIZADOS

El número de tags que se utiliza en el diseño de un HMI generalmente tiene relación con el número de entradas y salidas que se programan en el PLC utilizado. Cada una de las salidas usadas en el presente proyecto están relacionadas con un tag del programa Intouch. Todas las salidas que se requieren son del tipo digital, por lo que los tags serán del tipo I/O discretas. Para poder direccionar cada tag con una salida del PLC, se debe crear primero un nombre de acceso (access names); para este caso el access names será: TESIS. Este mismo nombre debe ser utilizado en la configuración del dispositivo del I/O servers a utilizar, lo que se verá más adelante. En el Intouch, utilizando las herramientas Special/Access Names se puede configurar esta opción, tal como se indica en la figura 4.19. El Access Names de cada tag creado será: TESIS

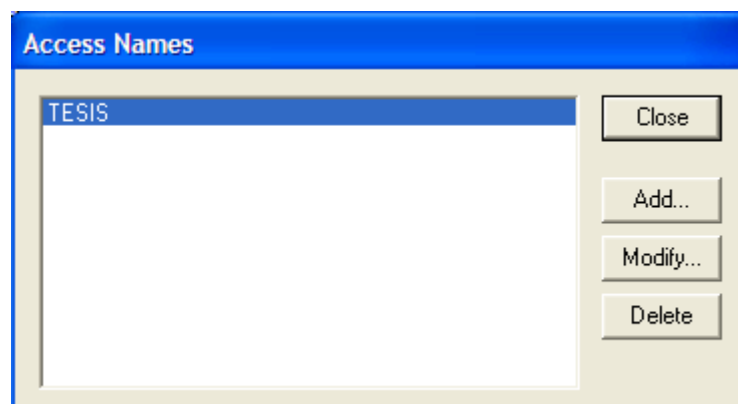
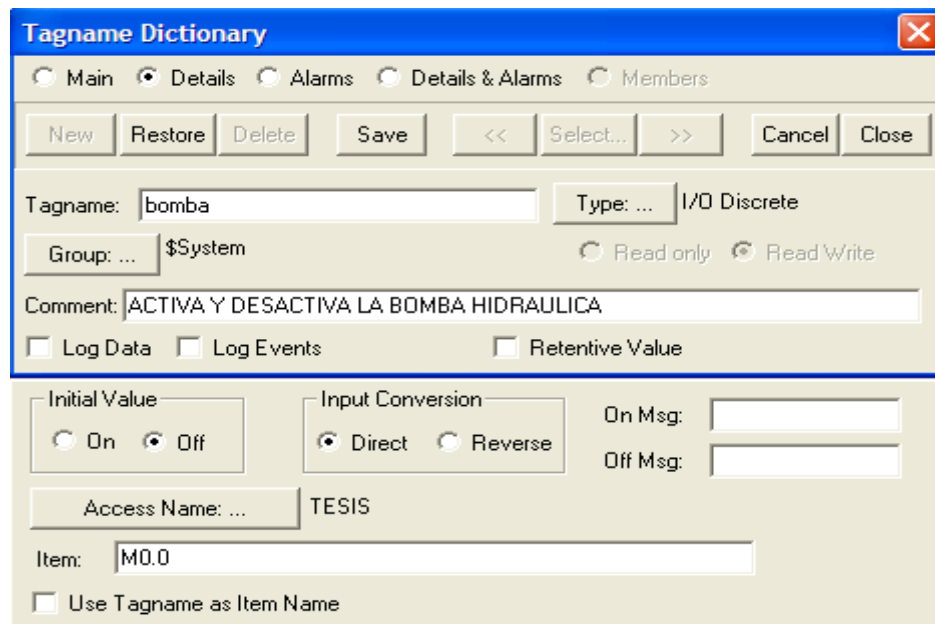


Figura 4.19 Configuración del Access Names

Los Tags configurados como I/O discretas y con el Access Names TESIS, son los siguientes: (cabe recordar que los nombres de los tags no deben escribirse con espacio)

BOMBA HIDRÁULICA.- Activa y desactiva el control de la bomba hidráulica, se encuentra ubicado en la ventana de control tanto manual como automático. Su configuración es la siguiente:



The screenshot shows the 'Tagname Dictionary' window with the following configuration for the tag 'bomba':

- Tab: Details
- Buttons: New, Restore, Delete, Save, <<, Select..., >>, Cancel, Close
- Tagname: bomba
- Type: I/O Discrete
- Group: \$System
- Permissions: Read/Write (selected)
- Comment: ACTIVA Y DESACTIVA LA BOMBA HIDRAULICA
- Log Data: Log Events: Retentive Value:
- Initial Value: Off (selected)
- Input Conversion: Direct (selected)
- On Msg: [] Off Msg: []
- Access Name: TESIS
- Item: M0.0
- Use Tagname as Item Name:

Figura 4.20 Configuración del Tag: bomba

MOTOR DE PUERTA.- Activa y desactiva el control del motor de la puerta, se encuentra ubicado en la ventana de control tanto manual como automático. Su configuración es la siguiente:

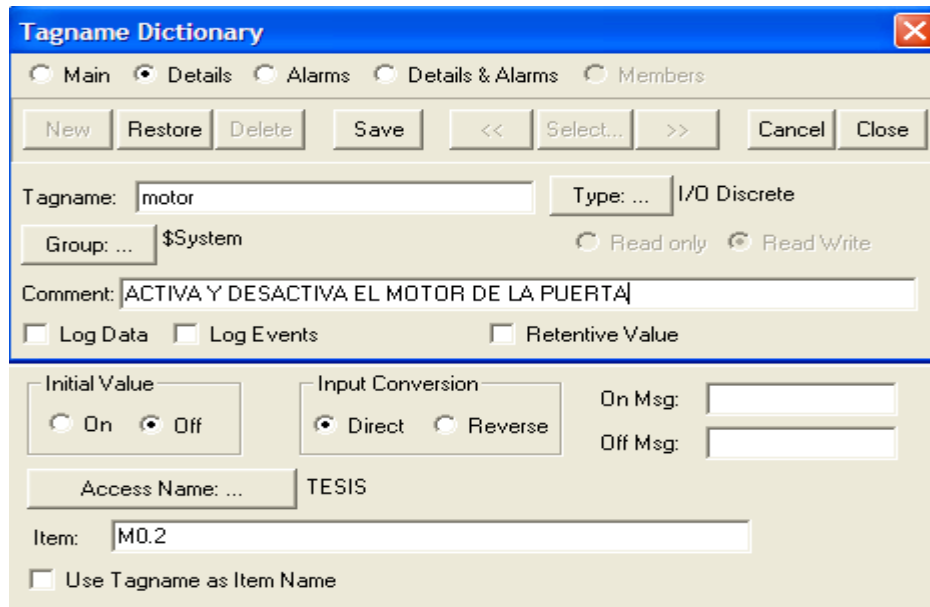


Figura 4.21 Configuración del Tag: motor

VENTILADOR.- Activa y desactiva el control del ventilador, se encuentra ubicado en la ventana de control tanto manual como automático. Su configuración es la siguiente:

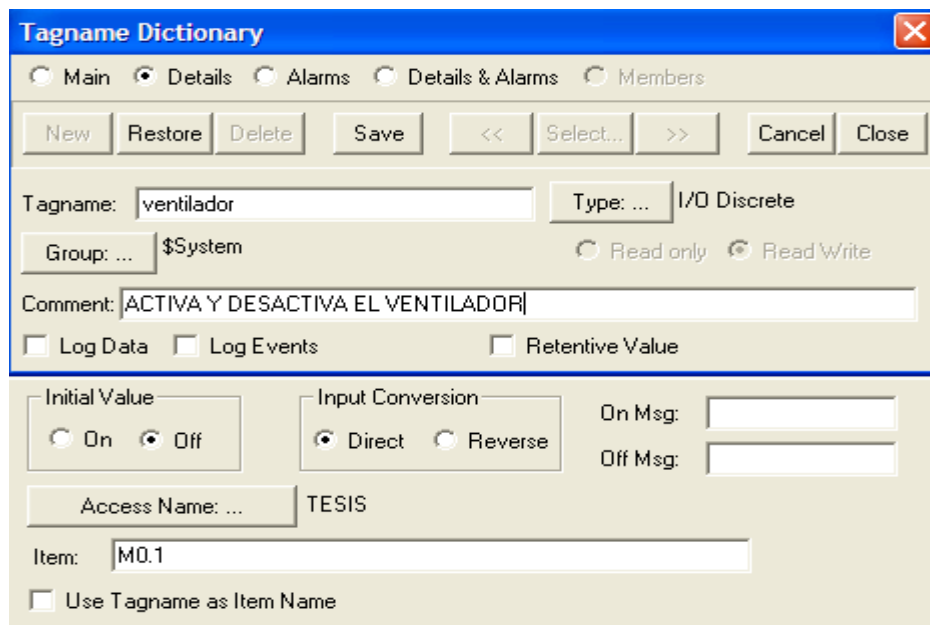


Figura 4.22 Configuración del Tag: ventilador

NIQUELINAS.- Activa y desactiva el control de las niquelinas, se encuentra ubicado en la ventana de control tanto manual como automático. Su configuración es la siguiente:

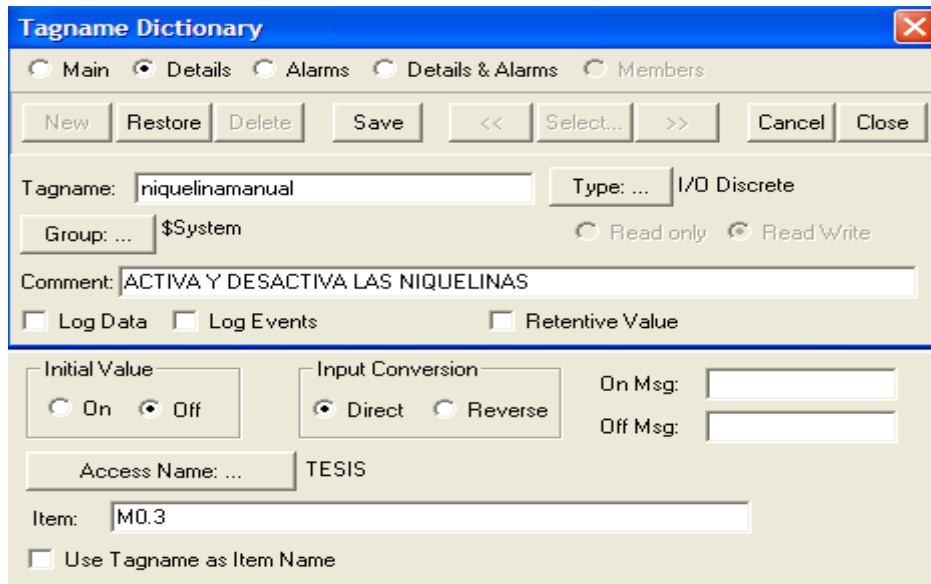


Figura 4.23 Configuración del Tag: niquelinas

CONTROL MANUAL.- Activa y desactiva el control manual del prototipo, se encuentra ubicado en la ventana de control manual. Su configuración es la siguiente:

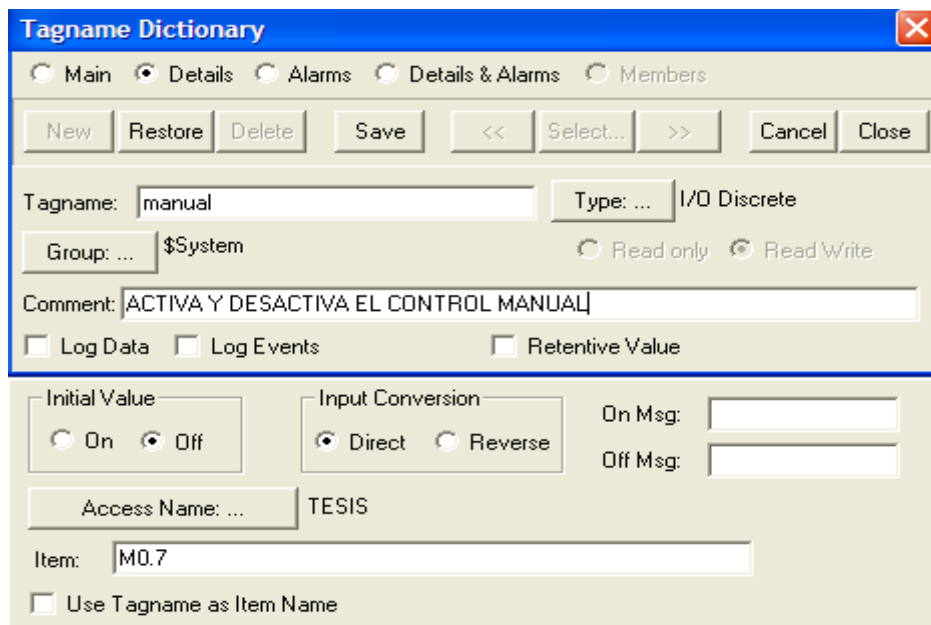


Figura 4.24 Configuración del Tag: manual

CONTROL AUTOMÁTICO.- Activa y desactiva el control automático del prototipo, se encuentra ubicado en la ventana de control automático. Su configuración es la siguiente:

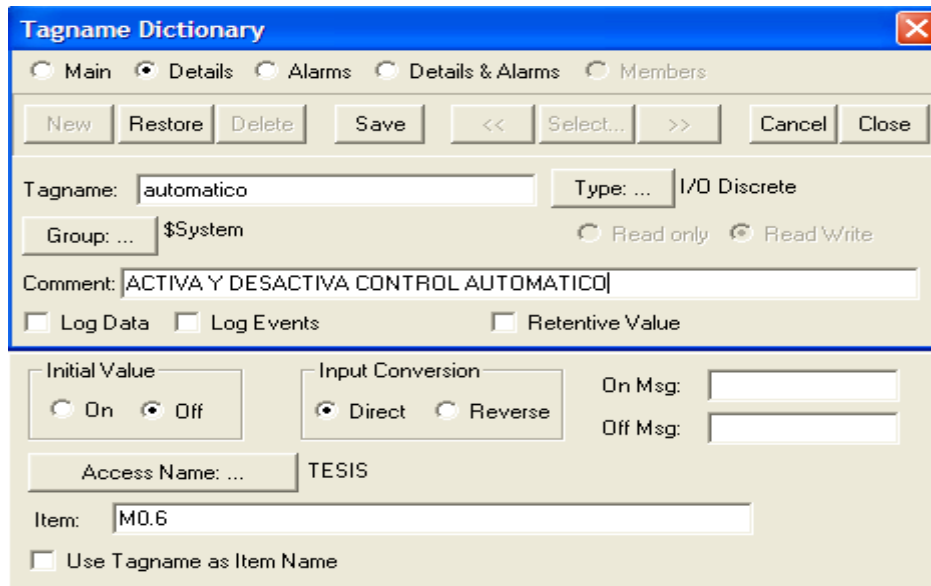


Figura 4.25 Configuración del Tag: automático

PARO GENERAL.- Activa y desactiva el paro general, se encuentra ubicado en la ventana de control manual, automático y alarmas. Su configuración es la siguiente:

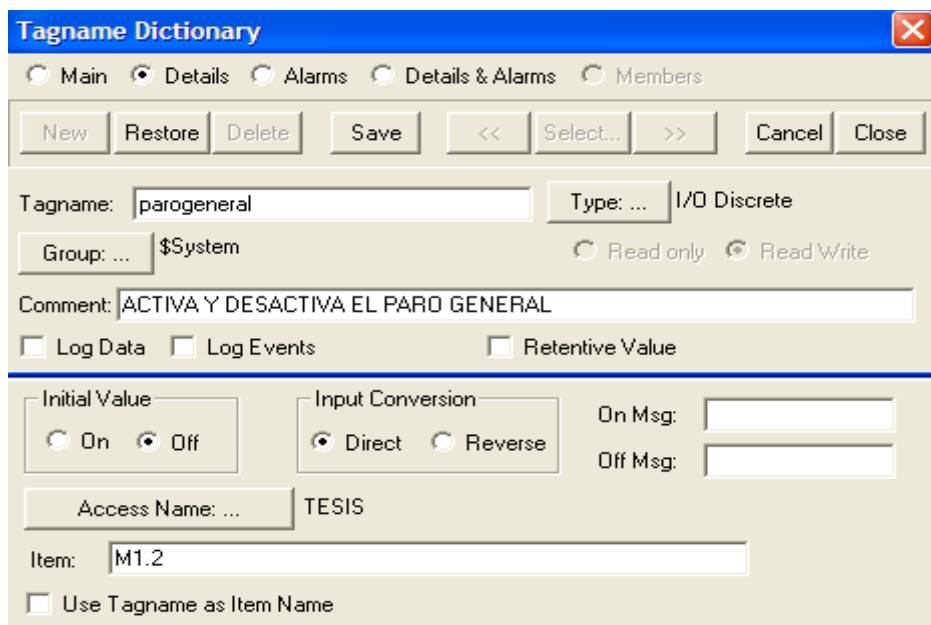


Figura 4.26 Configuración del Tag: parogeneral

TIEMPO BOMBA HIDRÁULICA.- Permite el ingreso de los tiempos deseados (en segundos) para el trabajo de la bomba, se encuentra ubicado en la ventana de control manual y automático. Su configuración es la siguiente:

The screenshot shows the 'Tagname Dictionary' window with the following configuration:

- Tab: Details
- Buttons: New, Restore, Delete, Save, <<, Select..., >>, Cancel, Close
- Tagname: tiempobomba
- Type: I/O Real
- Group: \$System
- Read/Write: Read/Write (selected)
- Comment: INGRESO DE TIEMPO DE BOMBA HIDRAULICA
- Log Data: Log Events: Retentive Value: Retentive Parameters:
- Initial Value: 0
- Min EU: -32768
- Max EU: 32767
- Deadband: 0
- Min Raw: -32768
- Max Raw: 32767
- Eng Units: (empty)
- Conversion: Linear (selected), Square Root
- Access Name: TESIS
- Item: V110
- Use Tagname as Item Name: Log Deadband: 0

Figura 4.27 Configuración del Tag: tiempobomba

TIEMPO DE MOTOR.- Permite el ingreso de los tiempos deseados (en segundos) para el trabajo del motor, se encuentra ubicado en la ventana de control manual y automático. Su configuración es la siguiente:

The screenshot shows the 'Tagname Dictionary' window with the following configuration:

- Tab: Details
- Buttons: New, Restore, Delete, Save, <<, Select..., >>, Cancel, Close
- Tagname: tiempomotor
- Type: I/O Real
- Group: \$System
- Read/Write: Read/Write (selected)
- Comment: INGRESO DE TIEMPO DE MOTOR
- Log Data: Log Events: Retentive Value: Retentive Parameters:
- Initial Value: 0
- Min EU: -32768
- Max EU: 32767
- Deadband: 0
- Min Raw: -32768
- Max Raw: 32767
- Eng Units: (empty)
- Conversion: Linear (selected), Square Root
- Access Name: TESIS
- Item: V130
- Use Tagname as Item Name: Log Deadband: 0

Figura 4.28 Configuración del Tag: tiempomotor

TIEMPO VENTILADOR.- Permite el ingreso de los tiempos deseados (en segundos) para el trabajo del ventilador, se encuentra ubicado en la ventana de control manual y automático. Su configuración es la siguiente:

The screenshot shows the 'Tagname Dictionary' window with the following configuration for tag 'tiempoventilador':

- Buttons: New, Restore, Delete, Save, <<, Select..., >>, Cancel, Close
- Tagname: tiempoventilador
- Type: I/O Real
- Group: \$System
- Read/Write: Read Write (selected)
- Comment: INGRESO DE TIEMPO DE VENTILADOR
- Log Data: Log Events: Retentive Value: Retentive Parameters:
- Initial Value: 0
- Min EU: -32768
- Max EU: 32767
- Deadband: 0
- Min Raw: -32768
- Max Raw: 32767
- Eng Units: (empty)
- Conversion: Linear (selected), Square Root
- Access Name: TESIS
- Item: V120
- Use Tagname as Item Name: Log Deadband: 0

Figura 4.29 Configuración del Tag: tiempo ventilador

SETPOINT.- Permite el ingreso de la temperatura deseada para el control on-off (en grados centígrados), se encuentra ubicado en la ventana de control manual y automático. Su configuración es la siguiente:

The screenshot shows the 'Tagname Dictionary' window with the following configuration for tag 'TEMPERATURAMAXIMA':

- Buttons: New, Restore, Delete, Save, <<, Select..., >>, Cancel, Close
- Tagname: TEMPERATURAMAXIMA
- Type: I/O Real
- Group: \$System
- Read/Write: Read Write (selected)
- Comment: INGRESO DE SETPOINT
- Log Data: Log Events: Retentive Value: Retentive Parameters:
- Initial Value: 0
- Min EU: 0
- Max EU: 85
- Deadband: 0
- Min Raw: 0
- Max Raw: 85
- Eng Units: (empty)
- Conversion: Linear (selected), Square Root
- Access Name: TESIS
- Item: V140
- Use Tagname as Item Name: Log Deadband: 0

Figura 4.30 Configuración del Tag: TEMPERATURAMAXIMA

NIVEL ALARMA H.- Permite el ingreso del nivel la temperatura para activación de alarma H (en grados centígrados), se encuentra ubicado en la ventana de control manual y automático. Su configuración es la siguiente:

The screenshot shows the 'Tagname Dictionary' window with the following configuration:

- Tab: Details
- Buttons: New, Restore, Delete, Save, <<, Select..., >>, Cancel, Close
- Tagname: TEMPERATURAMINIMA
- Type: I/O Real
- Group: \$System
- Read/Write: Read Write (selected)
- Comment: INGRESO DE NIVEL PARA ALARMA H
- Log Data: checked
- Log Events: unchecked
- Retentive Value: unchecked
- Retentive Parameters: unchecked
- Initial Value: 0
- Min EU: 0
- Max EU: 85
- Deadband: 0
- Min Raw: 0
- Max Raw: 85
- Eng Units: (empty)
- Conversion: Linear (selected), Square Root (unchecked)
- Access Name: TESIS
- Item: V145
- Use Tagname as Item Name: unchecked
- Log Deadband: 0

Figura 4.31 Configuración del Tag: NIVEL ALARMA H

NIVEL ALARMA HH.- Permite el ingreso del nivel la temperatura para activación de alarma HH (en grados centígrados), se encuentra ubicado en la ventana de control manual y automático. Su configuración es la siguiente:

The screenshot shows the 'Tagname Dictionary' window with the following configuration:

- Tab: Details
- Buttons: New, Restore, Delete, Save, <<, Select..., >>, Cancel, Close
- Tagname: TOLERANCIAHH
- Type: I/O Real
- Group: \$System
- Read/Write: Read Write (selected)
- Comment: INGRESO DE NIVEL PARA ALARMA HH
- Log Data: checked
- Log Events: unchecked
- Retentive Value: unchecked
- Retentive Parameters: unchecked
- Initial Value: 0
- Min EU: 0
- Max EU: 85
- Deadband: 0
- Min Raw: 0
- Max Raw: 85
- Eng Units: (empty)
- Conversion: Linear (selected), Square Root (unchecked)
- Access Name: TESIS
- Item: V148
- Use Tagname as Item Name: unchecked
- Log Deadband: 0

Figura 4.32 Configuración del Tag: NIVEL ALARMA HH

TEMPERATURA EN TIEMPO REAL.- Permite visualizar el nivel de temperatura en tiempo real (en grados centígrados), se encuentra ubicado en la ventana de control manual y automático. Su configuración es la siguiente:

The screenshot shows the 'Tagname Dictionary' window with the 'Details' tab selected. The configuration for tag 'NIVELTEMPERATURA1' is as follows:

- Tagname:** NIVELTEMPERATURA1
- Type:** I/O Real
- Group:** \$System
- Access:** Read Write
- Comment:** LECTURA DE TEMPERATURA EN TIEMPO REAL
- Log Data:** **Log Events:** **Retentive Value:** **Retentive Parameters:**
- Initial Value:** 0 **Min EU:** 0 **Max EU:** 85
- Deadband:** 0 **Min Raw:** 0 **Max Raw:** 85
- Eng Units:** [Empty]
- Conversion:** Linear (selected), Square Root
- Access Name:** TESIS
- Item:** V203
- Use Tagname as Item Name:** **Log Deadband:** 0

Figura 4.33 Configuración del Tag: NIVEL DE TEMPERATURA

ALARMA BOMA.- Permite visualizar el parpadeo de un led cuando se activa esta alarma cuya señal proviene del térmico. Su configuración es la siguiente:

The screenshot shows the 'Tagname Dictionary' window with the 'Details' tab selected. The configuration for tag 'ALARMABOMBA' is as follows:

- Tagname:** ALARMABOMBA
- Type:** I/O Discrete
- Group:** \$System
- Access:** Read Write
- Comment:** ALARMA BOMBA HIDRAULICA
- Log Data:** **Log Events:** **Retentive Value:**
- Initial Value:** Off (selected), On
- Input Conversion:** Direct (selected), Reverse
- On Msg:** [Empty]
- Off Msg:** [Empty]
- Access Name:** TESIS
- Item:** M1.4
- Use Tagname as Item Name:**

Figura 4.34 Configuración del Tag: ALARMABOMBA

ALARMA H.- Permite visualizar el parpadeo de un led cuando se activa esta alarma cuya señal proviene del PLC. Su configuración es la siguiente:

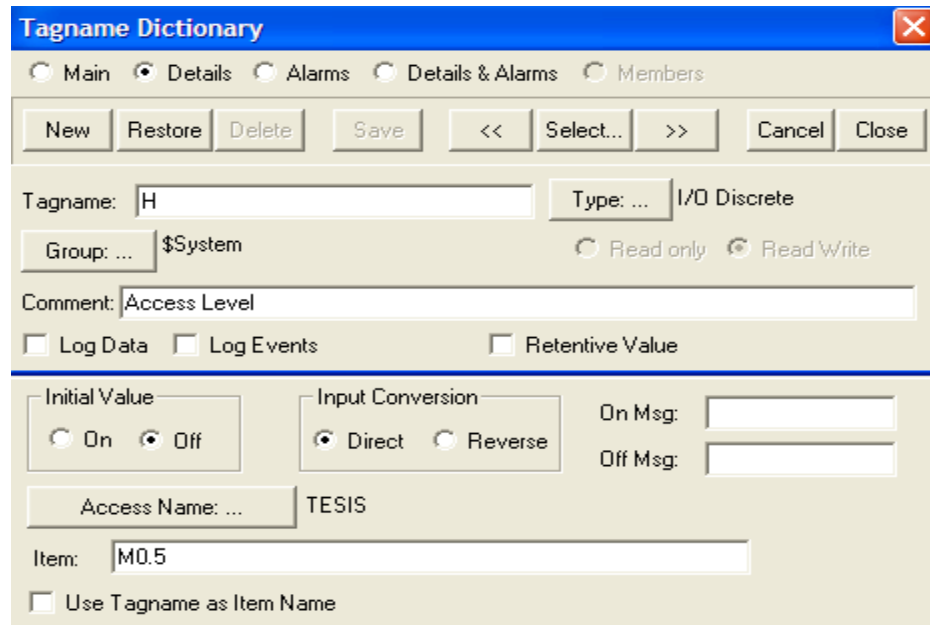


Figura 4.35 Configuración del Tag: H

ALARMA HH.- Permite visualizar el título de un led cuando se activa esta alarma cuya señal proviene del PLC. Su configuración es la siguiente:

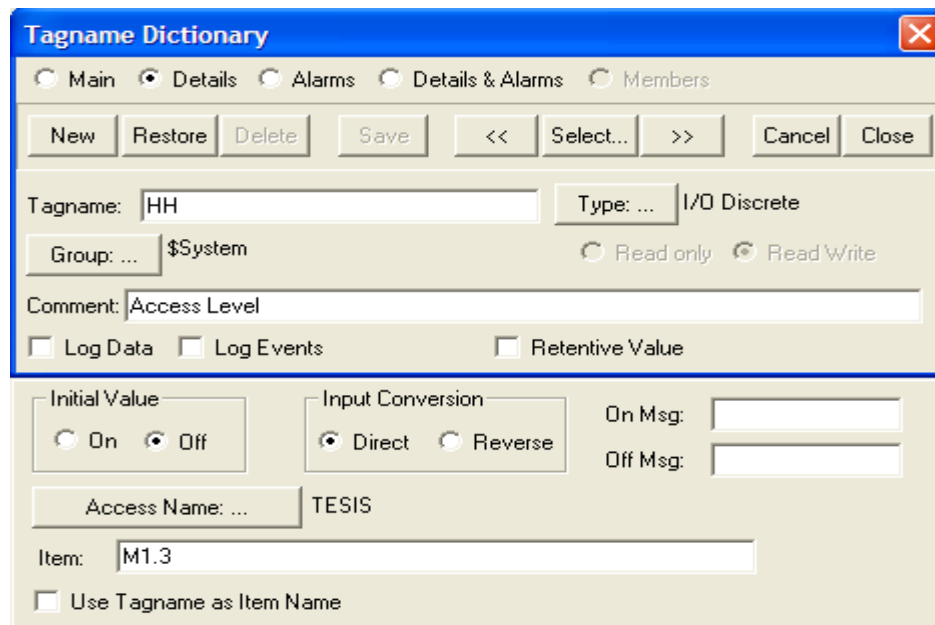


Figura 4.36 Configuración del Tag: HH

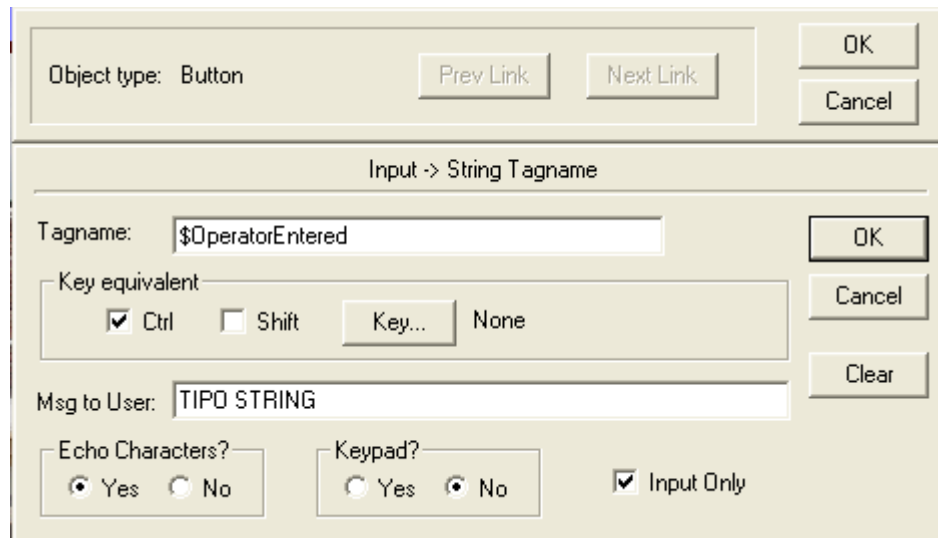
4.10.3 BOTONES (PUSHBUTTONS) UTILIZADOS

Los PushButtons que dispone el programa Intouch son muy utilizados, ya que a partir de una simple programación dan la facilidad de abrir y cerrar ventanas, de realizar una acción

siempre y cuando se cumpla una lógica determinada, etc. Los botones utilizados en las diferentes ventanas del presente proyecto, son los que a continuación se detallan

4.10.3.1 BOTONES EN LA VENTANA INICIO

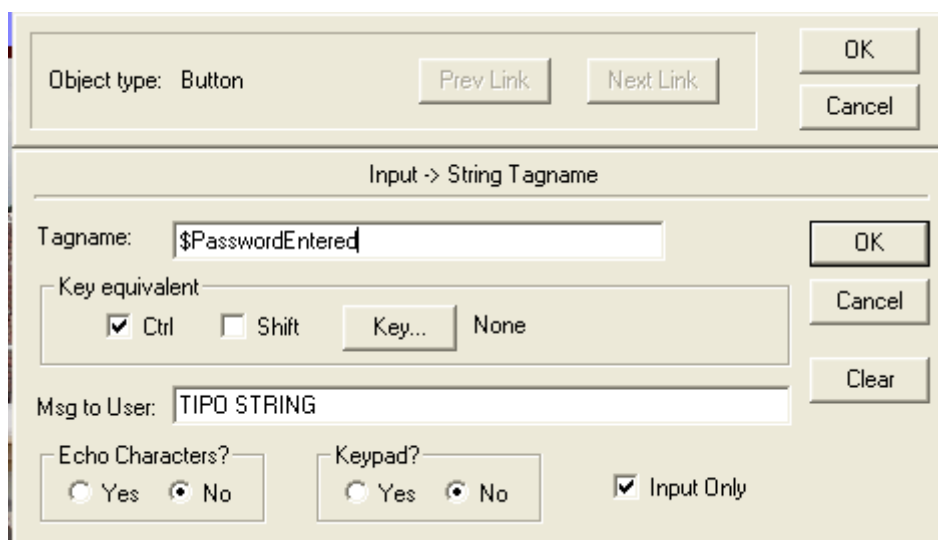
USUARIO.- Aquí se utiliza el Tag propio del sistema \$OperatorEntered (los Tags que llevan el signo “\$” son exclusivamente del sistema) que es muy utilizado para programar claves tipo String. Su configuración es la siguiente:



The screenshot shows a configuration window for a button object. The 'Object type' is set to 'Button'. The window is titled 'Input -> String Tagname'. The 'Tagname' field contains '\$OperatorEntered'. Under 'Key equivalent', the 'Ctrl' checkbox is checked, and 'None' is selected. The 'Msg to User' field contains 'TIPO STRING'. The 'Echo Characters?' section has 'No' selected, and the 'Keypad?' section also has 'No' selected. The 'Input Only' checkbox is checked. Navigation buttons 'Prev Link' and 'Next Link' are present, along with 'OK', 'Cancel', and 'Clear' buttons.

Figura 4.37 Configuración del Tag: \$OperatorEntered

PASSWORD.- Igual que el anterior se utiliza el Tag propio del sistema \$PasswordEntered. Su configuración es la siguiente:



The screenshot shows a configuration window for a button object, similar to the previous one. The 'Object type' is 'Button'. The window is titled 'Input -> String Tagname'. The 'Tagname' field contains '\$PasswordEntered'. Under 'Key equivalent', the 'Ctrl' checkbox is checked, and 'None' is selected. The 'Msg to User' field contains 'TIPO STRING'. The 'Echo Characters?' section has 'No' selected, and the 'Keypad?' section also has 'No' selected. The 'Input Only' checkbox is checked. Navigation buttons 'Prev Link' and 'Next Link' are present, along with 'OK', 'Cancel', and 'Clear' buttons.

Figura 4.38 Configuración del Tag: \$PasswordEntered

ACEPTAR CLAVE.- Este botón está programado para que sí el operador ingresa el usuario y la clave correcta (en este caso los usuarios son: supervisor y operario y las claves son las mismas) se tenga acceso a la pantalla: SELECCION, en caso contrario aparecerá la pantalla: MENSAJE CLAVE INCORRECTA. El usuario y la clave tienen designados sus respectivos niveles. La programación es la siguiente:

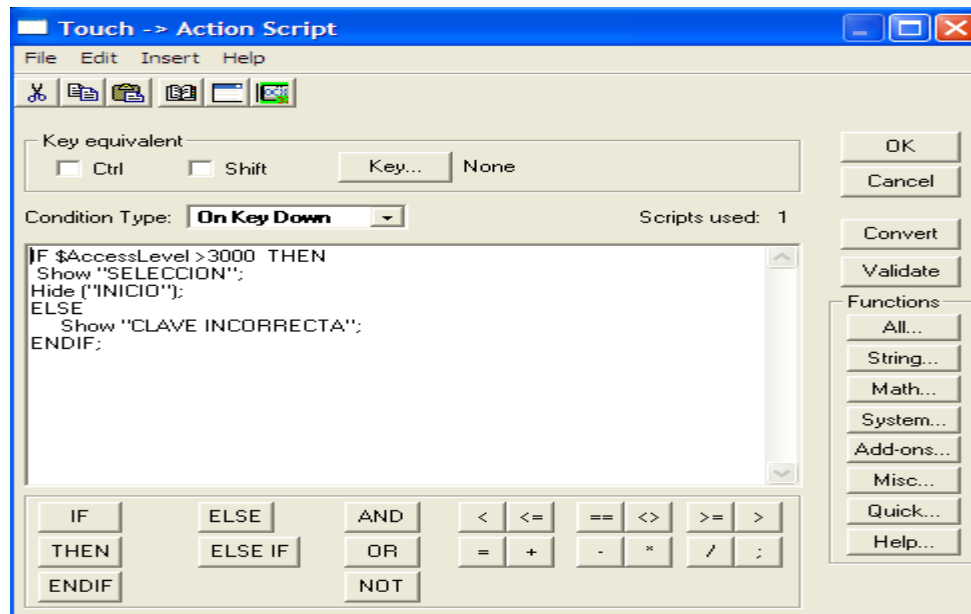


Figura 4.39 Programación del botón ACEPTAR CLAVE

4.10.3.2 BOTONES EN LA VENTANA SELECCIÓN

CONTROL AUTOMATICO.- Permite el ingreso al control automático siempre y cuando este desactivado el control manual caso contrario aparece la ventana de ATENCION1. La programación es la siguiente:

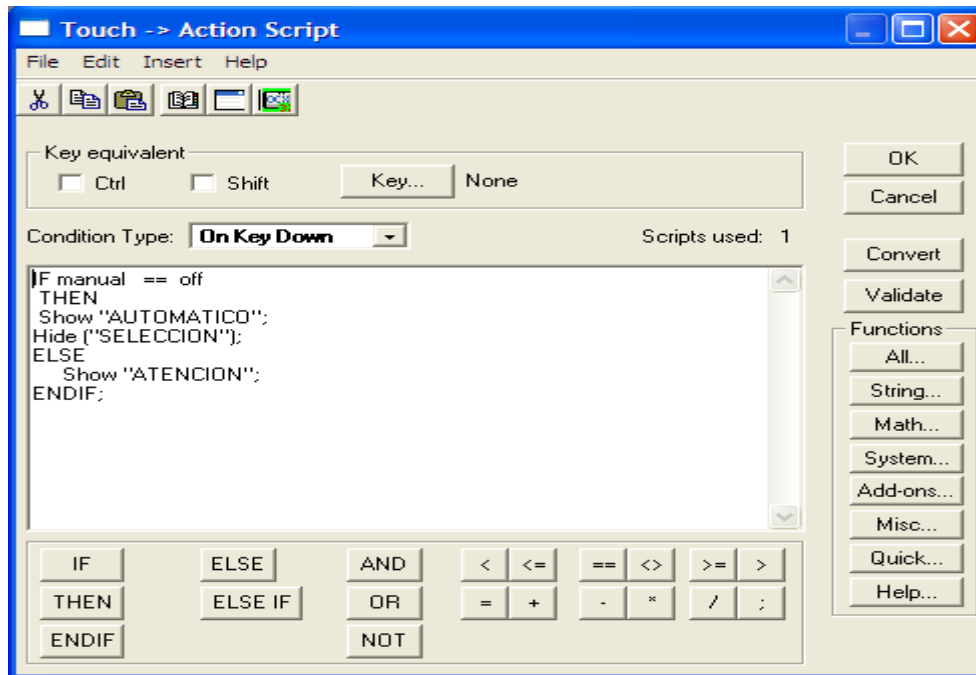


Figura 4.40 Programación del botón CONTROL AUTOMATICO

CONTROL MANUAL.- Permite el ingreso al control manual siempre y cuando este desactivado el control desactivado caso contrario aparece la ventana de ATENCION. La programación es la siguiente:

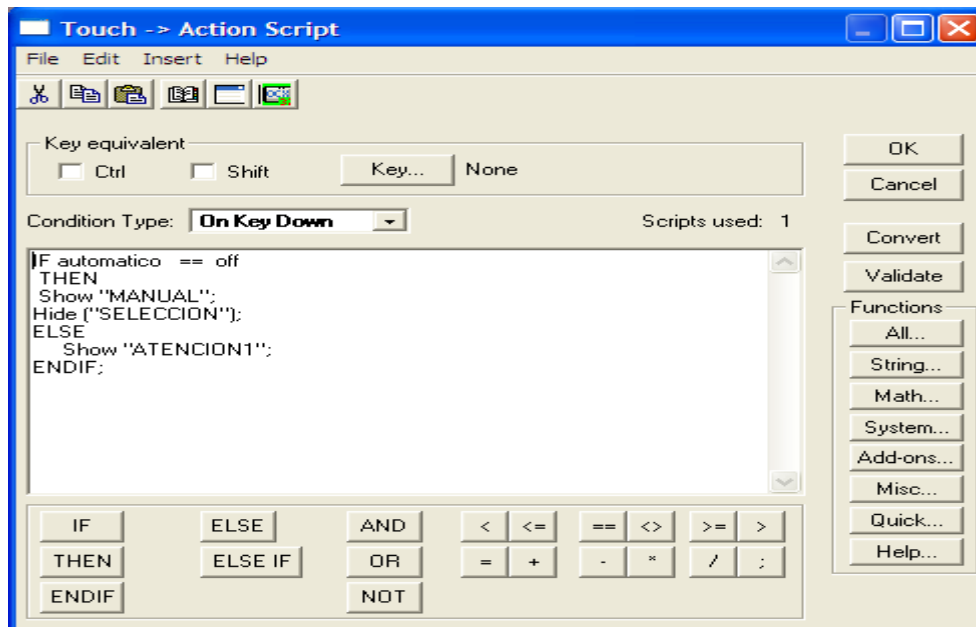


Figura 4.41 Programación del botón CONTROL MANUAL

ALARMAS.- Permite el ingreso a la ventana de alarmas. La programación es la siguiente:

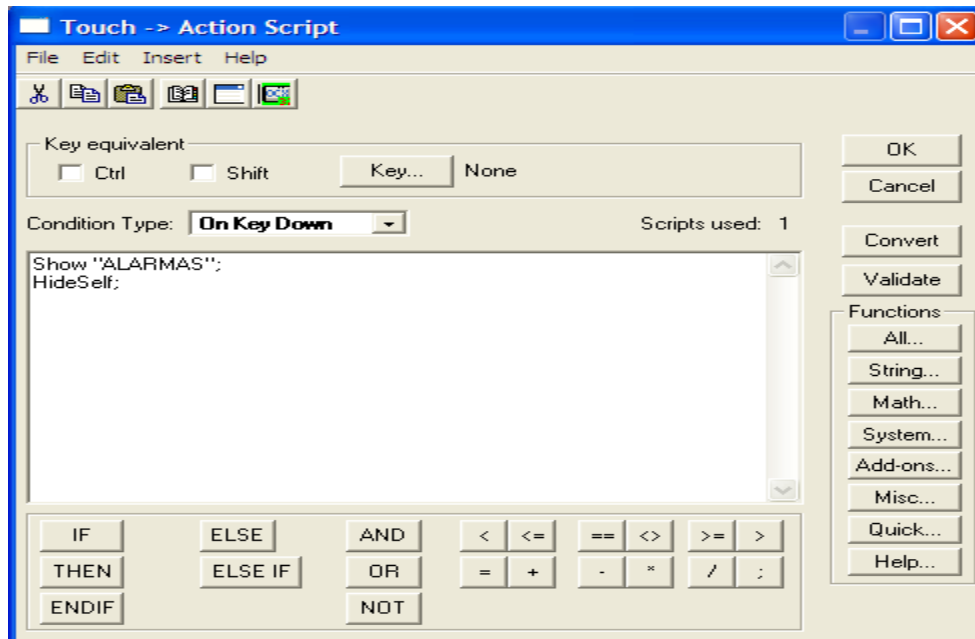


Figura 4.42 Programación del botón ALARMAS

CURVAS TIEMPO REAL.- Permite el ingreso a la ventana de curvas en tiempo real. La programación es la siguiente:

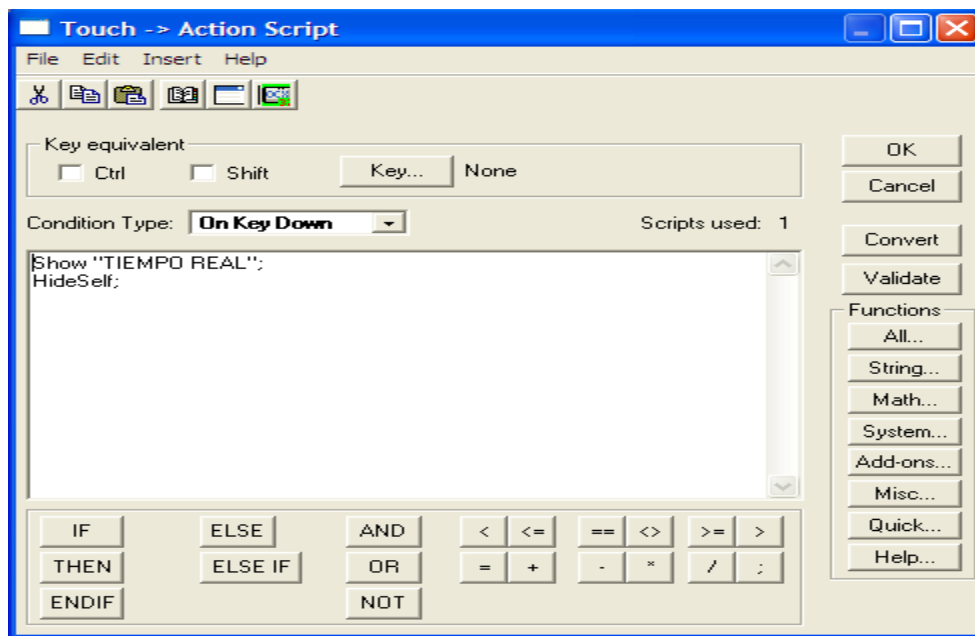


Figura 4.43 Programación del botón CURVAS TIEMPO REAL

CURVAS HISTORICAS.- Permite el ingreso a la ventana de curvas históricas. La programación es la siguiente:

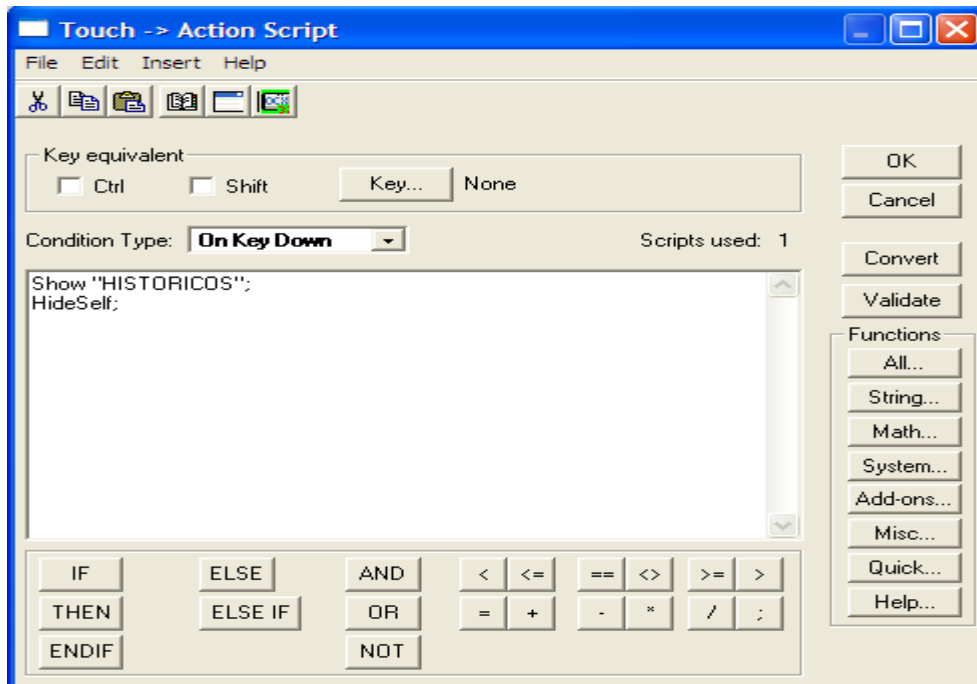


Figura 4.44 Programación del botón CURVAS HISTORICAS

INICIO.- Permite el retorno a la ventana de inicio. La programación es la siguiente:

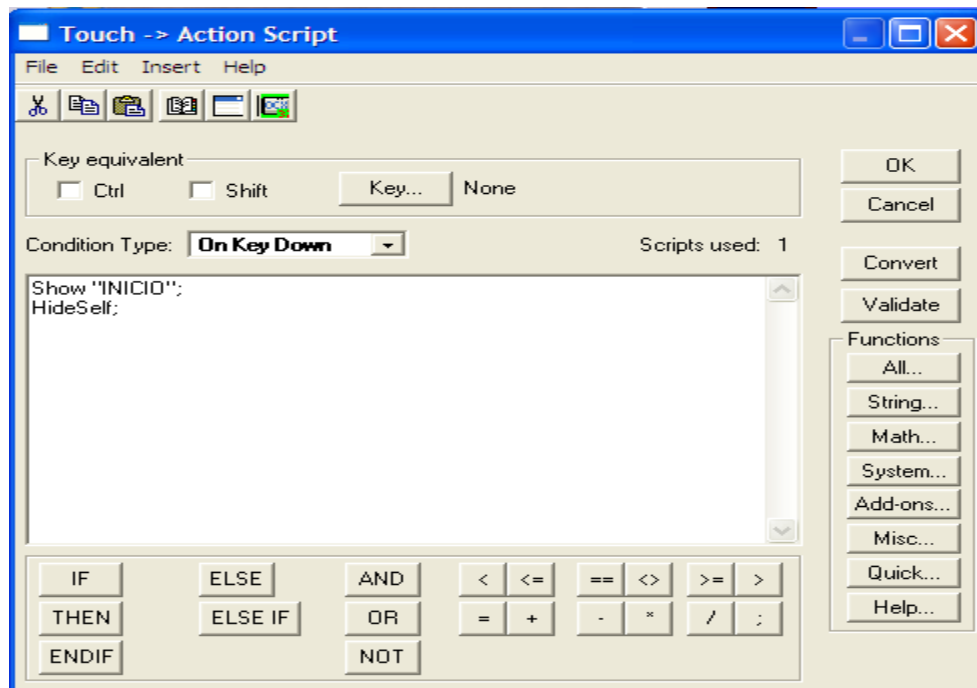


Figura 4.45 Programación del botón INICIO

4.10.3.3 BOTONES EN LA VENTANA ALARMAS

ICONO DE ADVERTENCIA.- Inicia el parpadeo cuando el térmico de la bomba hidráulica se activa por algún problema. La programación es la siguiente:

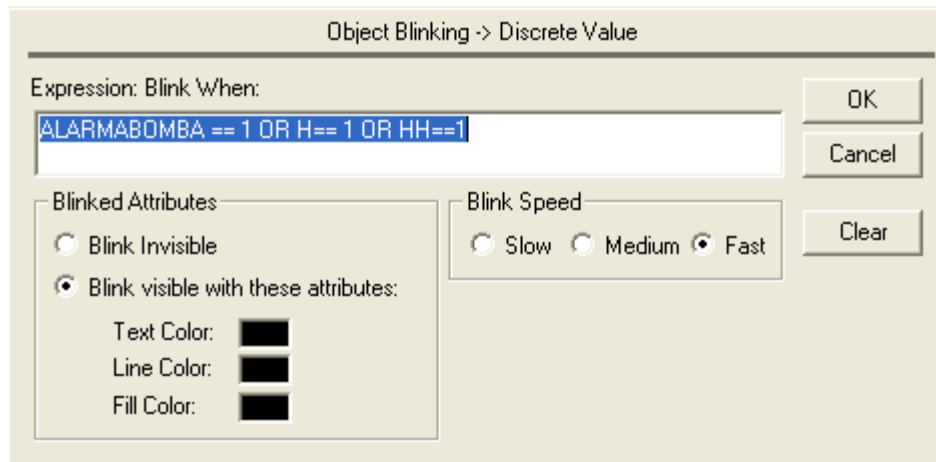


Figura 4.46 Programación del icono de Advertencia

HH.- Permite la aparición de un icono ACK para reconocer la alarma cuando se produce la misma. La programación es la siguiente:

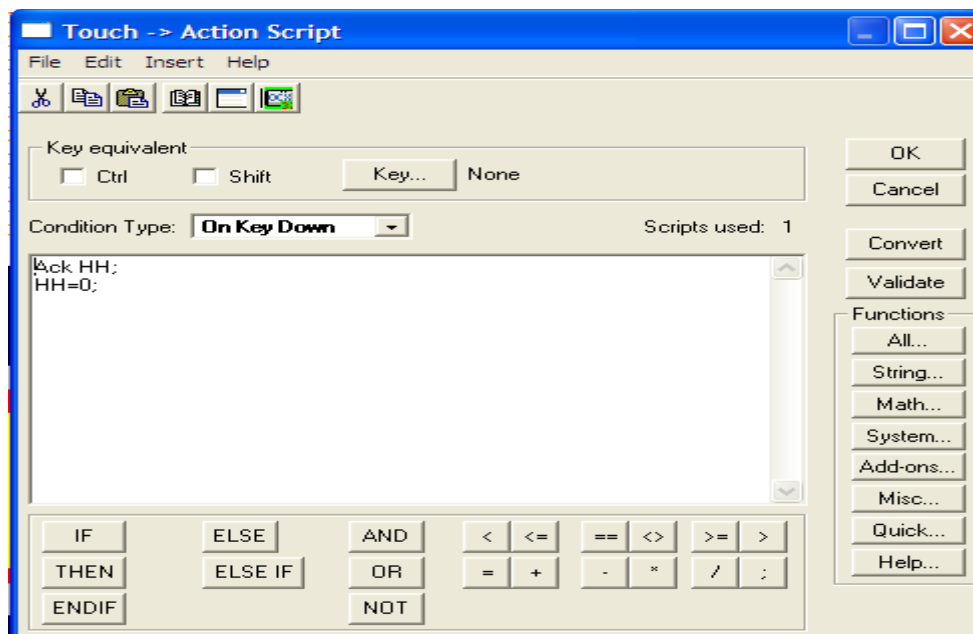


Figura 4.47 Programación del icono de Aceptación HH

H.- Permite la aparición de un icono ACK para reconocer la alarma cuando se produce la misma. La programación es la siguiente:

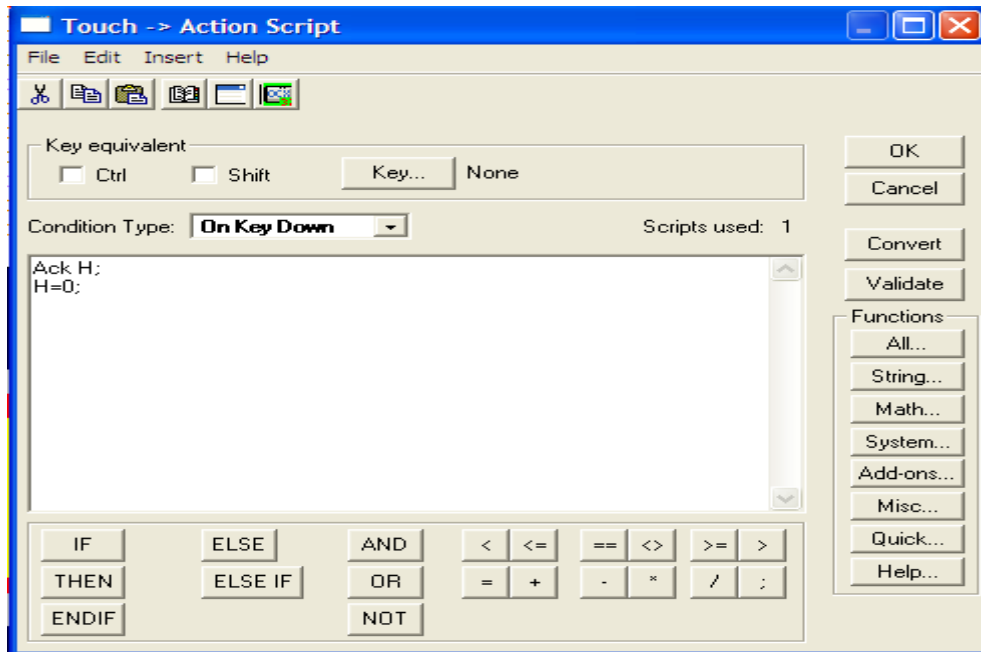


Figura 4.48 Programación del icono de Aceptación H

BOMBA.- Permite la aparición de un icono ACK para reconocer la alarma cuando se produce la misma. La programación es la siguiente:

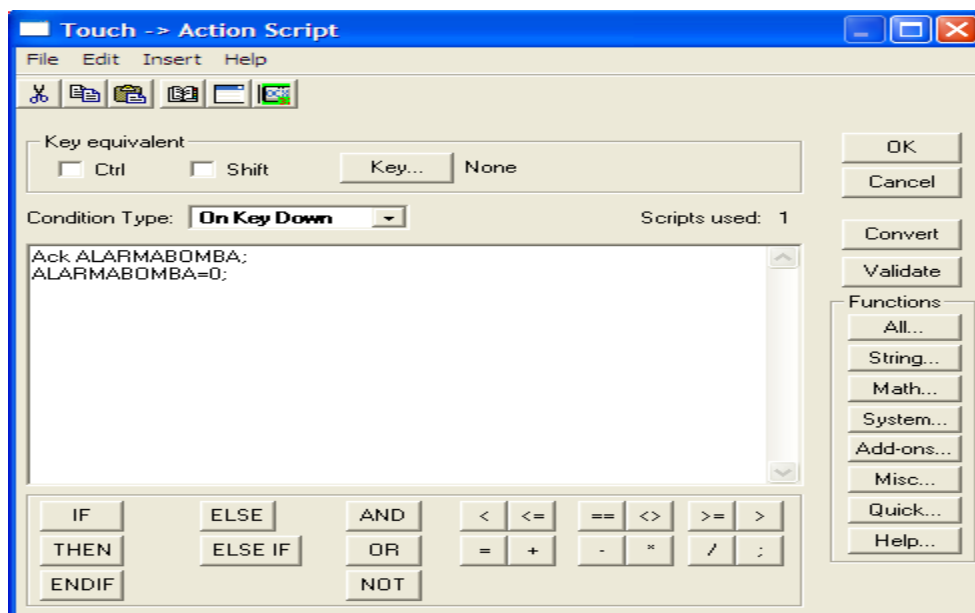


Figura 4.49 Programación del icono de Aceptación ALARMABOMBA

4.10.3.4 BOTONES EN LA VENTANA CURVAS TIEMPO REAL

PAGINA DE SELECCIÓN.- Permite retornar a la pagina de selección. Este botón también se encuentra en la pantalla de curvas históricas, control automático, control manual, atención y atencion1. La programación es la siguiente:

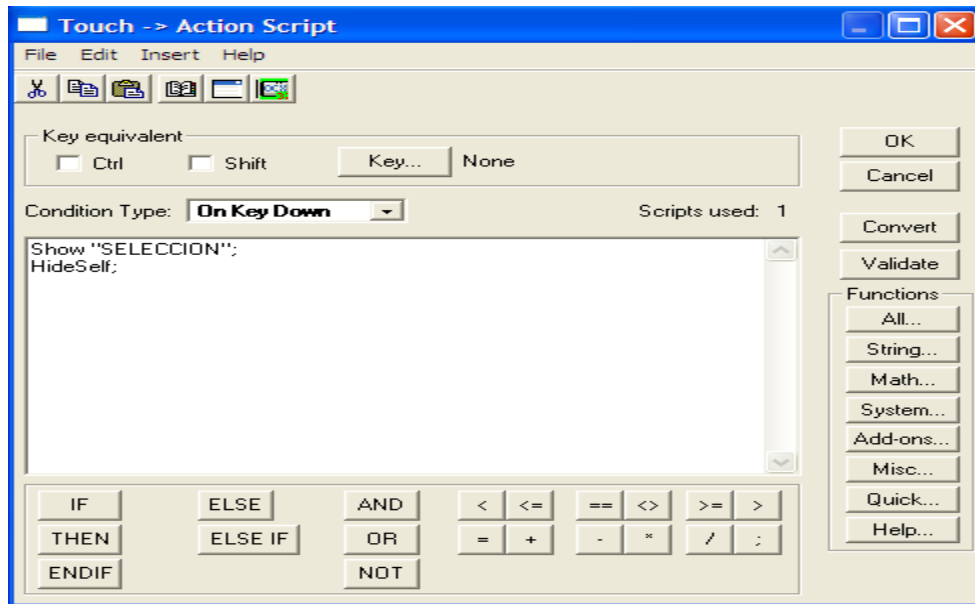


Figura 4.50 Programación del botón PAGINA DE SELECCION

4.10.3.5 INGRESO A LA VENTANA DE ALARMAS DESDE LAS OTRAS CUANDO ESTAS SUCEDEN

Cuando se produce la alarma de la bomba hidráulica. La programación es la siguiente:

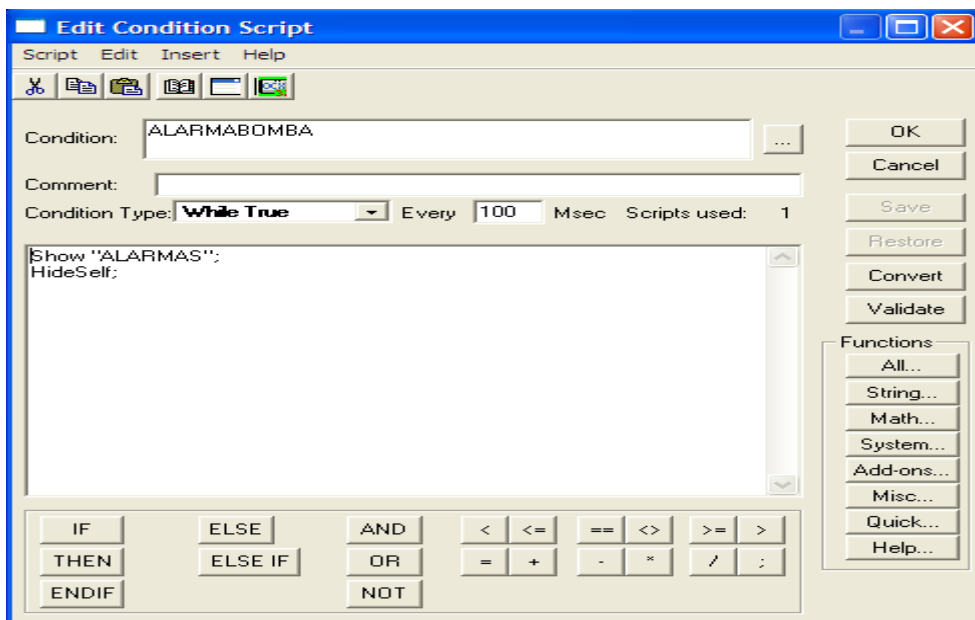


Figura 4.51 Programación del script ALARMABOMBA

Cuando se produce la alarma de nivel H. La programación es la siguiente:

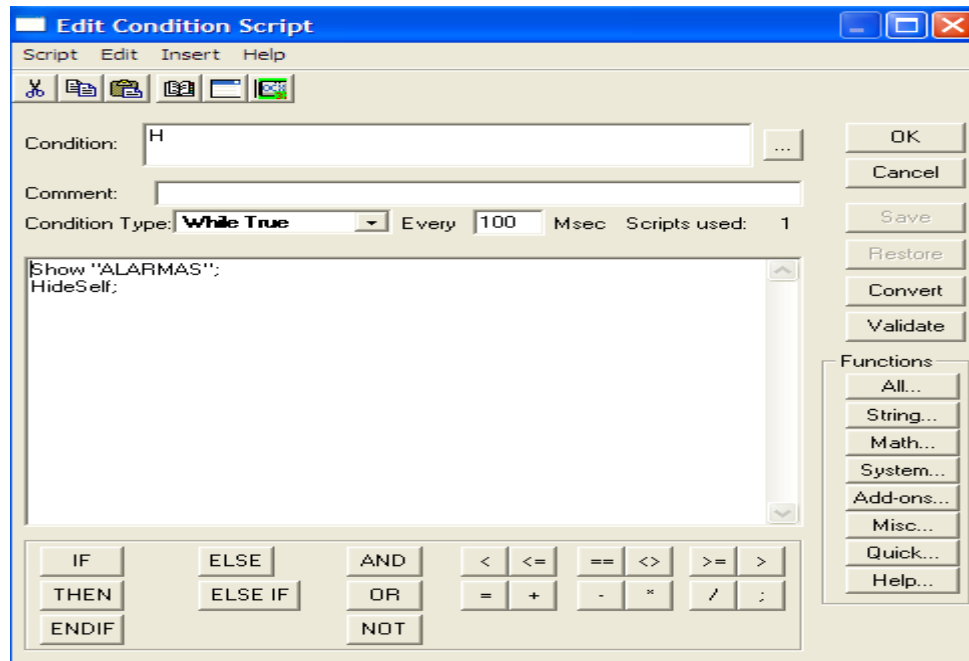


Figura 4.52 Programación del script H

Cuando se produce la alarma de nivel HH. La programación es la siguiente:

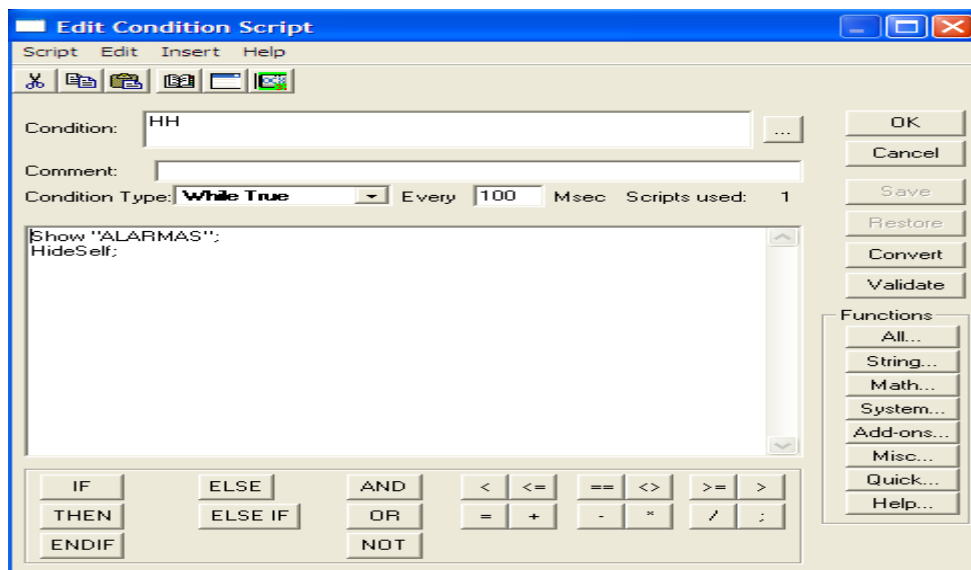


Figura 4.53 Programación del script HH

4.10.3.6 MOVIMIENTO DE OBJETOS EN LA PANTALLA DE CONTROL

MOVIMIENTO DE RUEDAS.- La rueda que se acopla al motor y la otra rueda que hace girar el plato en donde se alojaron las piezas a lavar giraran mientras este encendido el motor. La programación es la siguiente:

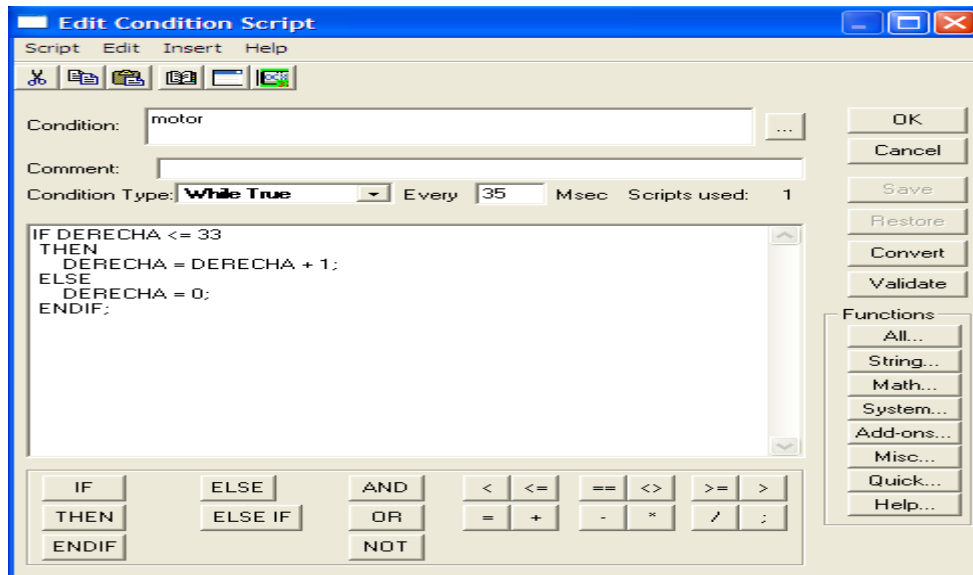


Figura 4.54 Programación del Movimiento de las ruedas

En el cuadro Every de cada una de estas ventanas se coloca el tiempo de duración en que se cumple un ciclo del tag programado.

MOVIMIENTO DE CADENA SUPERIOR.- La parte superior de la cadena que acopla ambas ruedas se desplazara de izquierda a derecha mientras este encendido el motor. La programación es la siguiente:

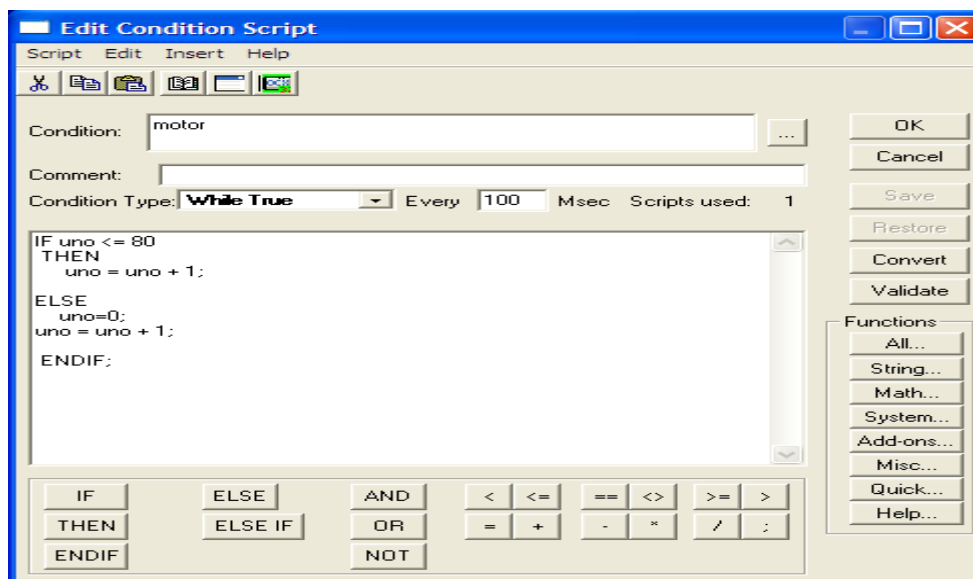


Figura 4.55 Programación del Movimiento de la cadena superior

MOVIMIENTO DE CADENA INFERIOR.- La parte inferior de la cadena que acopla ambas ruedas se desplazara de derecha a izquierda mientras esté encendido el motor. La programación es la siguiente:

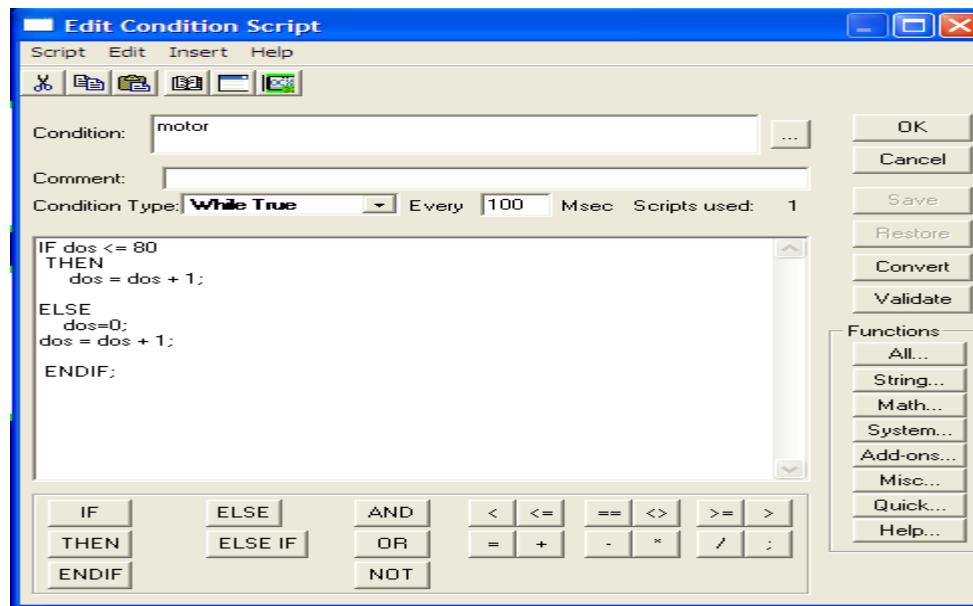


Figura 4.56 Programación del Movimiento de la cadena inferior

MOVIMIENTO DE VENTILADOR.- La rueda del ventilador girara y los gases blinqueran mientras este encendido el ventilador. La programación es la siguiente:

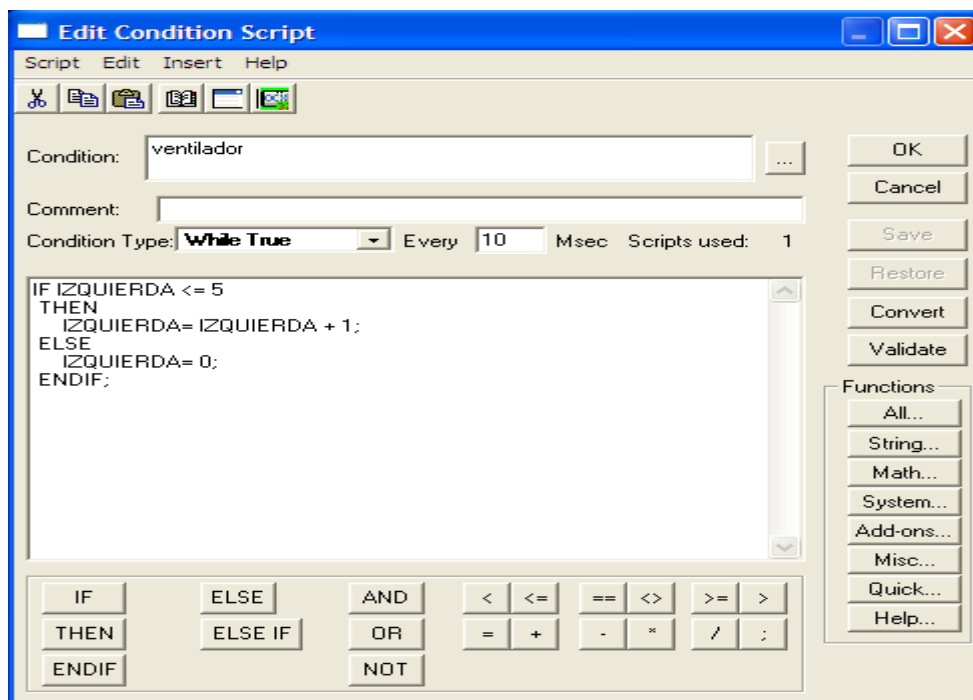


Figura 4.57 Programación del Movimiento del ventilador

4.10.4 CONFIGURACIÓN DEL KEP SERVER

El KEP SERVER es un driver que facilita la comunicación entre el programa Intouch y el PLC. Su configuración comienza en el programa Intouch, especificando en la herramienta Access Name el nombre de acceso que se le asignó a los diferentes Tags utilizados en el proyecto (el mismo que es TESIS), luego se utiliza el código “Kepdee” en el nombre de la aplicación (Application Name); en el casillero Topic Name se debe especificar el nombre del canal y el nombre del dispositivo, que para este caso es TESIS, donde TESIS es el nombre adoptado tanto para el canal como para el dispositivo. En esta caja de diálogo también se especifica el protocolo de comunicación a usar, que para este caso es el DDE (intercambio dinámico de datos). Esta configuración del Access Name se puede observar en la figura 4.58.

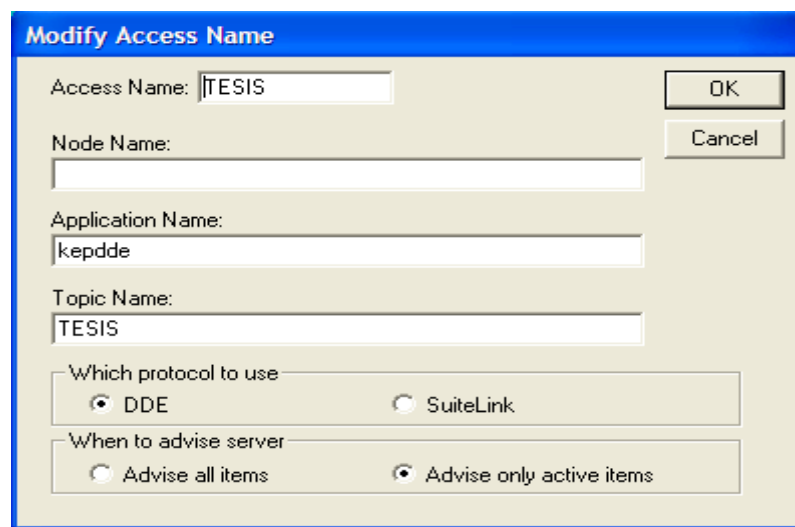


Figura 4.58 Configuración del Access Name para la comunicación con KEEP Server

Seguidamente, se abre el programa KEP Server y se añade un canal de comunicación, cuyo nombre debe coincidir con el que se le asignó en el Access Name (para este caso el nombre del canal debe ser TESIS). A continuación se debe añadir o crear un dispositivo conectado directamente al canal, el nombre de este dispositivo también debe coincidir con el especificado en el Access Name (el nombre debe ser TESIS). La configuración en el KEP Server se indica en la figura 4.59.

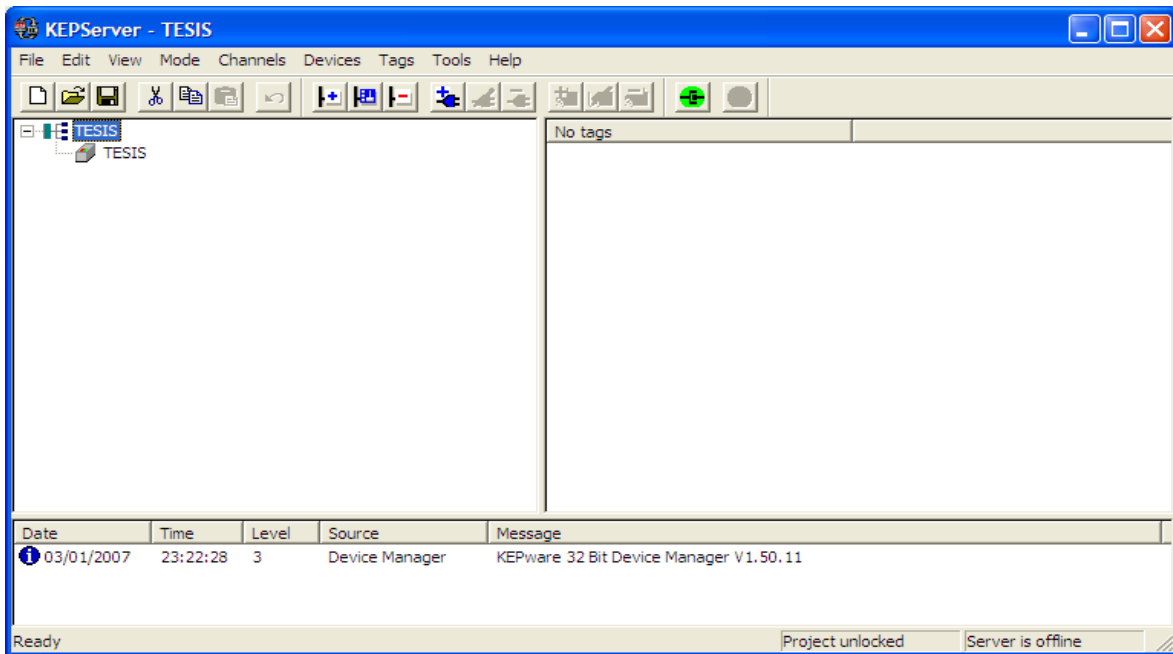


Figura 4.59 Configuración del KEPP SERVER

Seleccionando el canal, se procede a configurar sus propiedades de comunicación, de direccionamiento y generales, tal como se indica en las figuras 4.60, 4.61 y 5.62.

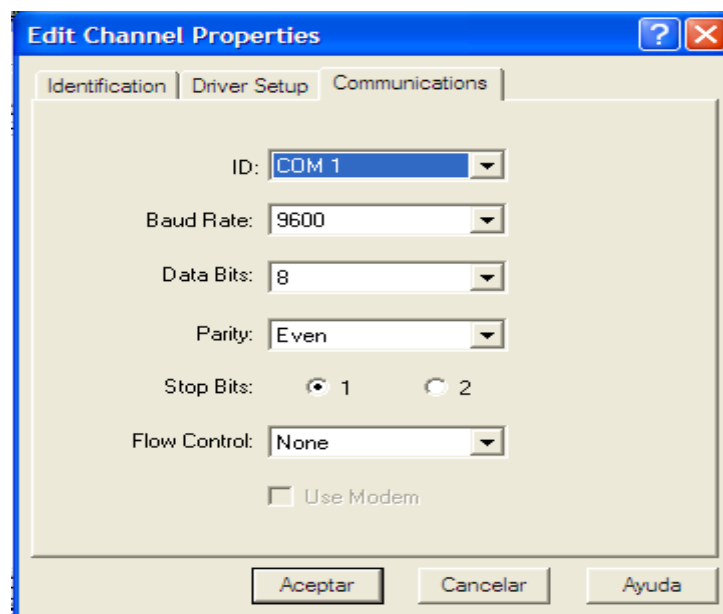


Figura 4.60 Configuración de las propiedades de comunicación del canal

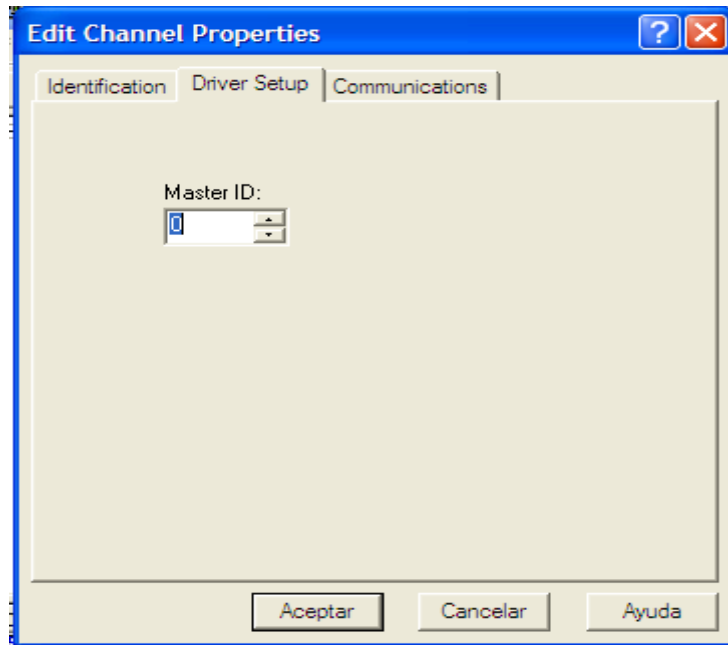


Figura 4.61 Configuración de las propiedades de direccionamiento del canal

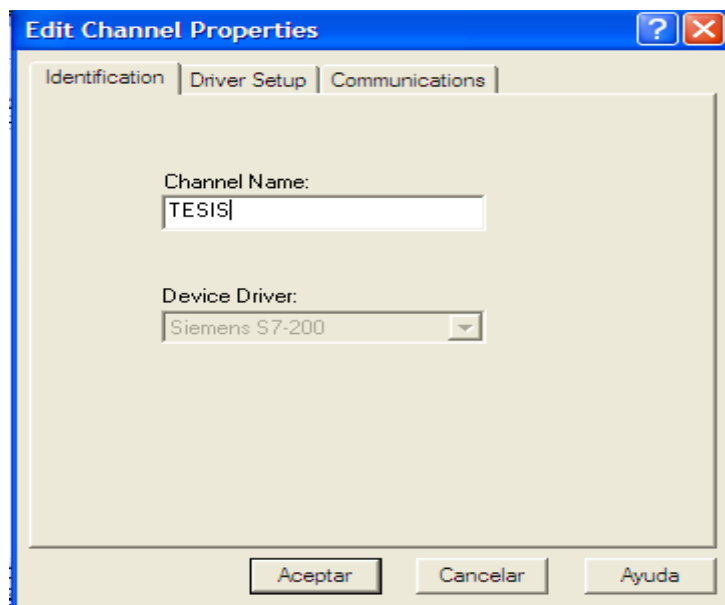


Figura 4.62 Configuración de las propiedades generales del canal

De igual manera se procede a configurar las propiedades del dispositivo, tal como se indica en la figura 4.63.

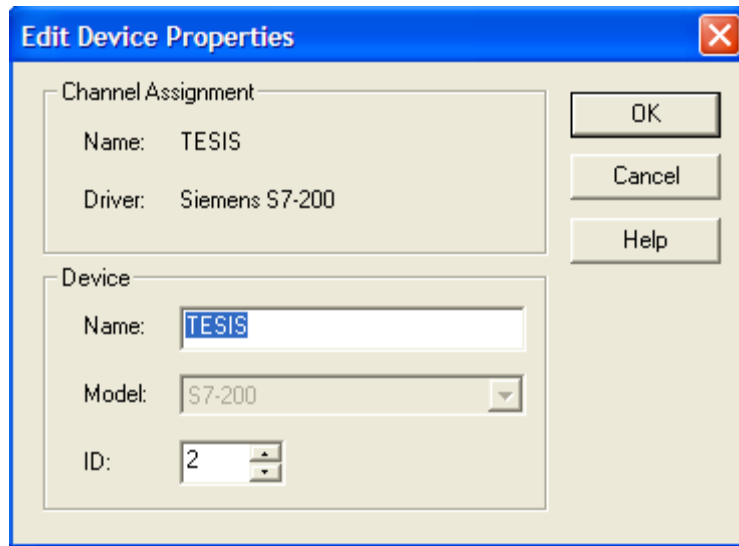


Figura 4.63 Configuración de las propiedades del dispositivo

CAPITULO V

RESULTADOS Y PRUEBAS EXPERIMENTALES

5.1 GENERALIDADES

Este capítulo detalla la fabricación del prototipo, esto es la construcción de la cabina, tanque, sistema móvil para lavado de piezas, circuito hidráulico, y panel de control cuyas características se estudiaron en los capítulos anteriores y cuyo dimensionamiento se detalló en el respectivo diseño.

El objetivo último de esta fase es conocer en forma práctica todos los elementos que forman parte del proyecto. Además este capítulo hace mención importante a todo el proceso de montaje y adaptación del prototipo para quedar listo a ser sometido a pruebas.

5.2 CONSTRUCCIÓN DE COMPONENTES MECANICOS

5.2.1 CONSTRUCCIÓN DE CABINA

La construcción de una cabina que se muestra en la figura 5.1 se hace necesaria ante la necesidad de montar el sistema hidráulico además las piezas a ser lavadas serán montadas sobre una base la cual gira a través de un motor eléctrico, además todos los

elementos adicionales tales como ventiladores y panel de control también se sujetaran a esta cabina.

La cabina está hecha de acero inoxidable, todas sus uniones se realizaron con soldadura eléctrica y con electrodo especial de acero



Figura 5.1 Estructura de la cabina

5.2.2 CONSTRUCCIÓN DEL TANQUE

Para la construcción del tanque así como la unión de los elementos se utilizó el proceso de soldadura eléctrica, bajo el siguiente proceso:

- Primero preparamos los elementos a soldar separándolos unos milímetros entre piezas para que penetre el material de aporte.
- Luego punteamos las dos piezas antes de comenzar a soldar, esto asegura que no se abran las piezas al calentarse.
- Una vez preparadas y punteadas las piezas a soldar procedemos a soldar, la máquina soldadora debe estar regulado, para producir el arco exacto, está arco oxida y quema el material base y de aportación produciéndose por esto muchas chispas y elevada temperatura en la zona de soldadura, tanto el porta electrodo como el material de aporte deben formar un ángulo de 45° con las piezas a soldar, de esta forma se produce la fusión de las piezas obteniendo un cordón de soldadura ideal

- Se soldó una tubería pequeña, para introducir el sensor de temperatura (termocupla), para de esta forma obtener y controlar la temperatura de operación.
- En la figura 5.2 podemos observar, el terminado del tanque, así como también la adaptación de los elementos para calentamiento del agua y control de temperatura.



Figura 5.2 Tanque con adaptación de elementos

5.2.3 CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO HIDRAULICO

En la construcción del circuito observaremos la utilización de los tubos, codos, universales, válvulas de paso, elementos que servirán para la circulación del fluido, este se observa en la figura 5.3, de igual forma se realizó la construcción y adaptación entre el circuito y la bomba hidráulica mediante otro tubo para unir la boca de salida del tanque de almacenamiento con la entrada de admisión de la bomba, observe la figura 5.4.

Para su construcción fue necesario primero ubicar los accesorios en el lugar donde se empotrará para las pruebas, para luego determinar el dimensionamiento real del circuito.

Se utilizó tubos de p.v.c. de color rojo para altas temperaturas de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ " de diámetro, así como también los accesorios respectivos como boquillas. Nótese en la figura 5.5.



Figura 5.3 Accesorios para el circuito hidráulico



Figura 5.4 Unión de la bomba con el tanque



Figura 5.5 Boquillas

5.2.4 CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA MOVIL PARA LAVADO DE PIEZAS

Este sistema móvil servirá para girar los elementos a lavar, logrando de esta forma obtener un lavado homogéneo en todas las partes del elemento. El sistema móvil consta de una base de tol de espesor igual a 0.5mm y radio 12.5mm, su altura es de 3cm, se encuentra unida a la puerta principal del prototipo, consta también de una polea soldada a esta base unida a través de un sistema de cadena piñón al motor eléctrico que hace girar al sistema. Esta base es muy importante ya que permite realizar el movimiento del elemento que se coloca para ser sometido al proceso de lavado mediante el fluido que sale por las boquillas, el mismo que es direccionado hacia el centro de esta base, observe la figura 5.6.

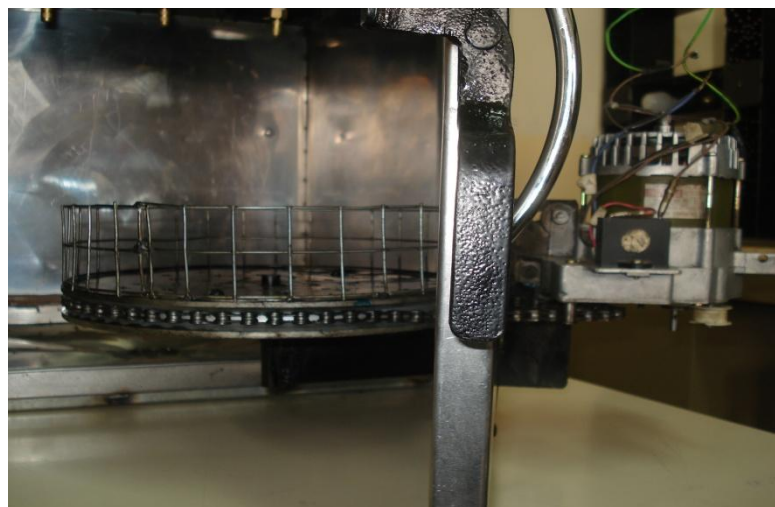


Figura 5.6 Sistema móvil del prototipo

5.3 DETALLES DE CONSTRUCCIÓN DEL PANEL DE CONTROL

Los componentes residen en un gabinete metálico simple (Fig. 5.7), que al mismo tiempo sirve de panel frontal de visualización del estado de la máquina y de algunas acciones elementales de operación, ocupando un espacio físico, cuyas dimensiones son:

Ancho: 40 cm.

Altura: 50 cm.

Profundidad: 20 cm.



Figura 5.7 Vista general del gabinete metálico

Los parámetros físicos y eléctricos del proyecto son:

Tensión de alimentación: 120 Vac (monofásica)

Frecuencia: 60 Hz

En la figura 5.8, se puede apreciar el tablero de control de la máquina.



Figura 5.8 Vista general del tablero de control

En la figura 5.9 se puede apreciar el gabinete metálico, que aloja, en primera fila a los dispositivos de protección, tales como: interruptores termomagnéticos y bases portafusibles, todos montados sobre una riel DIN 35 mm.



Figura 5.9 Vista interior de los dispositivos de protección

En segunda fila, se ubican los contactores de fuerza y relés polarizados con 110Vac que controlan a los actuadores de la máquina, fig 5.10.



Figura 5.10 Vista interior de los componentes de fuerza

En tercera fila, se ubica el dispositivo de control PLC, el modulo de expansión analógico y las borneras de conexión, fig. 5.11



Figura 5.11 Vista interior de los componentes de control

En la parte frontal (puerta) del gabinete metálico se ubican los dispositivos de mando, luces piloto, puerto de conexión del PLC, que en conjunto permiten el control, de la máquina. Ver figura 5.12



Figura 5.12 Dispositivos de mando y control del panel frontal de la máquina

Para reducir el espacio físico que ocupan los cables tanto de alimentación, de polarización como de control de los actuadores y su correcta distribución se emplean canaletas plásticas para cableado las mismas que van sujetas a la parte posterior del gabinete metálico. En las canaletas de la parte izquierda, inferior y superior van alojados los cables de alimentación; en las canaletas de la parte derecha van alojados los cables de control de los actuadores, las canaletas centrales comparten tanto los cables de control y de polarización de los relés y contactores. Fig 5.13



Figura 5.13 Vista interior de canaletas plásticas para cableado

Los cables que salen del gabinete metálico hacia los actuadores (bomba hidráulica, motor, ventilador, niquelinas) y que ingresan para la alimentación, están protegidos con mangueras industriales flexibles BX, fig 5.14



Figura 5.14 Mangueras industriales flexibles BX

El diámetro de los cables lo hemos determinado según la potencia que consumen los dispositivos de control. Los cables de alimentación son # 12 AWG, los de control son # 14 AWG y polarización son # 16 AWG.

5.4 PRUEBAS EXPERIMENTALES

5.4.1 Descripción Física Del Sistema.

Para reemplazar el método tradicional de lavado que se emplea en los talleres de Mantenimiento de Vehículos "CEMAT" del Cuerpo de Ingenieros del Ejército se ha considerado realizar el Diseño y Construcción de un Prototipo de una Máquina Lavadora de Partes y Piezas de Maquinaria Pesada. Este prototipo consiste en una cámara cerrada con una puerta que abarca toda la parte frontal en cuya parte baja y central se encuentra unida en forma perpendicular a esta, una base en forma circular, en la parte central de esta base se encuentra montado un eje perpendicular en cuya parte superior se fijará una rueda de las mismas dimensiones y paralela a la base que girará sobre este eje, en donde se colocará la pieza o parte del motor a lavar, la rueda está acoplada a un motor externo mediante un sistema de engranajes, todo este conjunto una vez cerrada la puerta

de la cámara quedará en el centro de un sistema de cañerías y boquillas por donde circulará el líquido utilizado para el lavado (mezcla de sosa con agua a 60° C), estas cañerías se encuentran ubicadas sobre la rueda, pegadas a la parte superior interna de la cámara. De la parte interna superior de la máquina saldrá un conducto que evacuará los gases producidos por la mezcla que sale a presión de las boquillas, ésta evacuación se lo realizará con la ayuda de un ventilador. Toda esta máquina se encuentra conectada y montada sobre un tanque que contiene la mezcla de soya y agua la misma que recirculará mediante el impulso de una bomba hidráulica. Para calentar esta mezcla se emplearán niquelinas. Como dispositivo de control se empleará un PLC el mismo que controlará la temperatura de la mezcla (ON-OFF), el encendido, tiempo de trabajo y apagado de la bomba hidráulica y los dos motores que harán girar tanto la rueda como activar el ventilador cuyos tiempos estarán sincronizados con el de la bomba hidráulica.

5.4.2 Pruebas de unidades

Se comprobó la comunicación entre el CPU y el PLC, inicialmente utilizando solo una entrada y una salida digital, el resultado fue exitoso. Posteriormente se utilizaron todas las variables tanto discretas como analógicas cuyo resultado fue el mismo.

5.4.3 Pruebas de las pantallas diseñadas

Para que el valor de temperatura que se indique en las pantallas sea real, empleamos un termómetro analógico, con este realizamos comparaciones llegando a verificar que nuestra variable medida estaba correcta. De igual forma accionamos los actuadores empleando los diferentes iconos programados en las pantallas cuyos resultados fueron óptimos y de respuesta inmediata.

5.4.4 Pruebas de validación del usuario y su clave

Pudimos emplear las bondades del Intouch en las pantallas de nuestro HMI, respecto a seguridades, para lo cual empleamos dos tipos de usuario y su respectiva clave de validación, ingresamos diversas claves incorrectas sin tener éxito en ingresar a las demás pantallas, únicamente lo pudimos realizar digitando tanto el usuario y su clave respectiva que ya indicamos anteriormente.

5.4.5 Pruebas de sistema hidráulico

Mediante el empleo del programa para diseño hidráulico (Pipe Flor Expert), se realizó todas las pruebas en el computador hasta obtener un dato real de la **altura de cabeza hidráulica** este dato facilita de manera óptima la tarea de obtención de resultado para la implementación de una bomba hidráulica ideal para el perfecto funcionamiento del sistema diseñado

5.4.6 Pruebas de materiales mecánicos

Al realizar el proceso de diseño mecánico en cada uno de los elementos de la maquina se logro obtener el análisis detallado de todos los parámetro para el uso de los materiales adecuados con los cuales se deberá diseñar el prototipo para no tener ningún problema en su funcionamiento y operabilidad.

5.5 ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO.

Desde el punto de vista técnico, la máquina ha cumplido con las pruebas realizadas. El tiempo continuo que ha permanecido en operación el prototipo en las pruebas es considerable. Sin embargo, es pertinente cuantificar la inversión realizada en los componentes implementados. Cabe indicar, que todos los componentes eléctricos y mecánicos son nuevos, fueron adquiridos en diferentes casas comerciales. En la tabla 5.1 se detalla por ítems el costo de los componentes adquiridos en los últimos meses del año 2006 y los primeros meses del año 2007. El costo neto de los componentes es de 685 dólares americanos. Para conocer el costo total del proyecto, debe añadirse el rubro de la mano de obra de ingeniería y montaje del proyecto. Aún, cuando no existe una regla definida para la estimación del costo del software y de la ingeniería, se aplica la regla de Cocomo. Dicha regla establece la siguiente expresión:

$$\text{Costo(USD)} = K * \text{No horas persona}$$

Siendo:

K = Valor hora profesional en USD, estimado en 25.00 USD

Para calcular el costo de la mano de obra del montaje e instalaciones eléctricas, se utiliza el mismo criterio, pero asignando a K un valor de 2.50 USD.

En la tabla 5.2, se detalla el costo de la mano de obra del proyecto, considerando que para el rubro de ingeniería intervienen dos personas con una carga laboral neta de 30 días y 8 horas diarias.

Para el montaje e instalaciones eléctricas, también se calcula con dos personas con una carga laboral de 10 días y 8 horas diarias.

Tabla № 5.1 Detalle de costos del proyecto

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION	VALOR (usd)
1	1	Prototipo	200
2	1	Bomba hidráulica	40
3	1	Motor reductor	40
3	3	Niquelinas	15
4	global	Sistema hidráulico	20
5	global	Mecanismos de movimiento	10
6	1	Termocupla	15
7	1	Cable de extensión de PLC	5
8	global	Varios (cable, borneras)	20
9	1	Gabinete metálico	50
10	global	Componentes del panel control	50
11	global	Componentes de fuerza	80
12	global	Componentes de protección	20
13	global	Regleta DIM, canaletas, y manguera BX	15
14	global	Materiales de oficina	30
15	global	Movilización	50
16	global	Uso de Internet	20
17	1	Timbre	5
TOTAL:			685

Tabla 5.2 Costo de la mano de obra del proyecto

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	K (USD)	NO.HORAS-HOMBRE	SUBTOTAL (USD)
1	Ingeniería del proyecto	25	480	12000
2	Montaje e instalaciones eléctricas y mecánicas	2.50	160	400

Total	12400
--------------	--------------

Por lo tanto, el costo total del proyecto es la suma de los rubros de los componentes y de la mano de obra, obteniendo la cantidad de **13085** dólares americanos.

5.6 ALCANCES Y LIMITACIONES.

Una vez concluido el proyecto y con los resultados experimentales obtenidos, se indican a continuación los alcances y limitaciones de éste.

Alcances

- La información de las pantallas, puede ser analizada, cuyo resultado puede ser utilizado para mejorar, cambiar u optimizar cualquier equipo o instrumento.
- El sistema de HMI está básicamente realizado con un módulo de PLC SIMATIC S7-200, junto con el paquete de Software Intouch, como una poderosa herramienta para que través de un computador se obtengan pantallas que reemplazan a los antiguos paneles de instrumentos.
- Con el sistema de HMI se puede visualizar las variables en tiempo real lo que permite que se tome decisiones instantáneamente.
- Ahorro del espacio físico y mayor orden en el trabajo.
- Por la tecnología usada, es fácil expandirse o unirse con otras estaciones, para formar un SCADA.
- El HMI al estar conectado en MPI, permite desconectar y conectarse sin parar el PLC.
- La combinación del agua con la sosa calentada a una temperatura determinada y la presión de la bomba hidráulica sobre ésta, permiten realizar un mejor lavado de las piezas.
- El diseño del tanque permite mantener la temperatura de trabajo en tiempos prolongados.
- La implementación adecuada de un sistema de evacuación de gases (ventilador) no permite la acumulación de gases dentro del prototipo.
- El motor junto al sistema de movimiento permite el lavado de las piezas en forma uniforme.

- El sistema de recirculación del fluido implementado en el prototipo permite aprovechar al máximo las propiedades del líquido.
- El diseño de la cabina nos permite el fácil acceso a las piezas a lavar.

Limitaciones

- El control utilizando, el PLC y el software Intouch, no me permite variar la velocidad del motor, para lo cual necesitaría emplear un variador de frecuencia sobre éste.
- No se puede elevar más la temperatura del setpoint debido a que el fluido pierde sus propiedades químicas y no cumple la función destinada.
- El prototipo permite únicamente el lavado de piezas pequeñas.
- El tiempo de calentamiento de las niquelinas es lento por lo que no permite adquirir la temperatura normal de trabajo en corto tiempo.
- La sustancia química empleada para el lavado de las piezas tiene tiempo límite de operación por lo que hay que reemplazarlo periódicamente.

1.1

1.1

1.1

1.1

1.1 CAPITULO VI

1.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez culminado el presente proyecto de tesis de grado titulado “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE UNA MÁQUINA LAVADORA DE PARTES Y PIEZAS DE MAQUINARIA PESADA PARA EL CENTRO DE MANTENIMIENTO, ABASTECIMIENTO Y TRANSPORTE DEL CUERPO DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO”, se llega a las siguientes conclusiones y recomendaciones.

6.1 CONCLUSIONES

- Al finalizar el proyecto se logró cumplir el objetivo general trazado que fue diseñar y construir un prototipo de una maquina lavadora de partes y piezas de maquinaria pesada para el Centro de Mantenimiento, Abastecimiento y Transporte del Cuerpo de Ingenieros del Ejército”.
- Mediante la implementación de este prototipo se puede dar una idea clara de su funcionamiento y operación, dando a conocer el proceso de automatización el cual fue obtenido mediante el estudio realizado para un adecuado diseño tanto mecánico como electrónico.
- Se logró automatizar el control del prototipo de la máquina a través de un PLC y un modulo de extensión analógico.
- Se implementó una aplicación HMI para la toma de decisiones por parte del departamento mantenimiento de los talleres del Centro de Mantenimiento.

- Considerando que en la Automatización Industrial, interviene la informática, se puede adaptar el estándar IEEE 830, referente a la especificación de requisitos del software al proceso de automatización de máquinas industriales.
- El Controlador Lógico Programable Simatic S7-200 CPU 224 AC/DC/RELE se adapta eficientemente a las condiciones requeridas de programación, de fuentes de alimentación y de comunicación con el programa InTouch.
- El número de entradas y salidas digitales utilizadas en el sistema no excedió a las disponibles en el PLC (14 entradas y 10 salidas), razón por la cual no se tuvo que utilizar un módulo de expansión.
- Debido a que las salidas del PLC manejan poca corriente (0.8 A máximo), se utilizó en cada una de ellas relés electromecánicos intermedios, para que los contactos de éstos sean los que operen directamente los diferentes dispositivos de control.
- El diseño del HMI (Interfase Hombre-Máquina) se lo implementó en el programa InTouch versión 7.1 que es solamente un DEMO de 32 Tags y con un tiempo limitado en ejecución de 120 minutos.
- Cuando se desea supervisar las salidas del PLC en el Intouch, es necesario que éstas estén programadas con un contacto de enclavamiento o memoria, por lo que se tuvo que reprogramar al PLC utilizando pulsadores en lugar de interruptores.
- Se ha elaborado también un manual de operación, y mantenimiento en el cual se explica detalladamente paso a paso las acciones que se deben realizar para un correcto manejo y funcionamiento del sistema diseñado.
- Este trabajo se lo ha realizado como parte indispensable para la obtención del título de Ingeniero en Electrónica e Instrumentación.
- Se realizó la implementación adecuada de un sistema hidráulico para operación del prototipo tomando en cuenta la presión del fluido el cual es fundamental para obtener una limpieza de los elementos mecánicos a lavar.

6.2 RECOMENDACIONES

- Para el correcto funcionamiento del prototipo se debe seguir las instrucciones indicadas en el manual de operación y mantenimiento.

- Para obtener una gran autonomía de este prototipo se recomienda la utilización en los laboratorios para que sea parte y apoyo de instrucción para los alumnos.
- El diseño de las pantallas de la aplicación HMI deben ser minimalistas, es decir, contener la información necesaria y no abundante de manera que sean amigables para el usuario final, el mismo que no está obligado a conocer los detalles técnicos de la parte electrónica de la máquina.
- Para el desarrollo de un proyecto de automatización de máquinas industriales, se recomienda seguir el proceso de análisis y diseño, detallado en el capítulo II, apoyado en normas y directivas internacionales existentes para cada caso.
- En el proceso de selección y dimensionamiento de la plataforma del PLC se recomienda primeramente determinar el número y tipo de entradas/salidas, luego seleccionar la CPU de acuerdo a la capacidad de memoria y velocidad requeridas.
- El operador debe controlar el tiempo cuando el sistema está ejecutándose, ya que se cerrará automáticamente el InTouch cuando se exceda el tiempo de 120 minutos porque este programa no cuenta con una licencia de operación.
- El cable PC/PPI siempre debe estar conectado entre la computadora y el PLC cuando se esté operando el sistema, caso contrario se perdería la comunicación y por ende la supervisión o monitoreo.
- Se recomienda que los dispositivos de mayor disipación de potencia se ubiquen en la parte superior de los tableros eléctricos.
- En las acciones de mantenimiento preventivo y correctivo de la máquina, se recomienda suspender la energía de alimentación, sea ésta, eléctrica, o hidráulica, evitando de esta manera acciones y condiciones inseguras.
- Se mantenga y se fortalezca la realización de proyectos de grado que involucren diseño y construcción, ya que con ellos se llega a descubrir el verdadero funcionamiento de las cosas.

1.1 6.3 BIBLIOGRAFIA

1. Mott, Robert L DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS, Segunda edición, Prentice Hall Hispanoamérica, 1995
2. Jensen, C. H DIBUJO Y DISEÑO DE INGENIERIA, MacGrawHill, 1973
3. Alonso J: técnicas del automóvil, Chasis, Cuarta edición, Editorial Paraninfo.

4. LOBOSCO Orlando, DIAS José Luiz, "Selección y aplicación de motores eléctricos", Tomo 1, Marcombo Boixareu Editores, Barcelona-España, 1989.
5. Porras Criado Alejandro. Autómatas programables. 2002
6. Maloney Timothy J. Electrónica Industrial Moderna" tercera edición México 1997.
7. SIEMENS, Simatic. Sistemas de Automatización Simatic, (Catálogo ST 70, 1996).
8. CEKIT S.A., "Curso práctico de Electrónica Industrial y Automatización", Tomo 1 y 2, Pereira-Colombia, 2002.
9. IEEE-STD-830-1998, "Especificaciones de los Requisitos del Software"
10. WONDERWARE CORPORATION. Manual de Entrenamiento de In Touch 7.1 Basic. 2001

6.4 ENLACES

1. http://html.rincondelvago.com/automatas-programables_2.html
2. <http://materiales.eia.edu.co/ciencia%20de%20los%20materiales/articulo-termopares.htm>.
3. www.ffii.nova.es/puntoinfomcyt/Directivas.asp?Directiva=98/37/CEnormas_maquinas.htm
4. <http://www.electrónica.com/tutoriales/comunicación>
5. <http://electronicosonline.com/directorio>

ANEXOS

1.1

1.1

1.1

1.1

1.1 ANEXO A

1.1

1.1

1.1 GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

AC: Corriente alterna.

ACCESSNAME: Nombre de acceso.

APPLICATION MANAGER: Administrador de Aplicaciones de InTouch.

AWL: Lista de instrucciones.

C

CHANNEL: Canal.

CPU: Unidad Central de Procesamiento.

D

DC: Corriente Directa.

DDE: Intercambio Dinámico de Datos.

DEVICE: Dispositivo.

DCS.- Distributed Control System. Sistema de Control Distribuido.

F

FUP: Diagrama de funciones.

H

HARDWARE.- Todos los elementos físicos del computador ó PLC.

HMI: Interfase Hombre-Máquina.

K

KOP: Esquema de contactos.

M

MTU: Unidad Terminal Maestra.

MUX: Multiplexor.

P

PC: Computador Personal.

PC/PPI: Protocolo de Comunicación/Interfase Punto a Punto.

PC/MPI: Protocolo de Comunicación/Interfase Multi Punto.

PG: Unidad de programación. Es una PC propietaria de Siemens que incluye entre otras cosas, una interfase RS-485, que soporta directamente los protocolos MPI, Profibus-DP.

PLC: Controlador Lógico Programable.

PROFIBUS-DP: Es una red Industrial dirigida a dispositivos de control, dirigida a PLC's principalmente, utiliza la Interfaz RS-485.

R

RUNTIME: Ejecución del programa.

RTU: Unidad Terminal Remota.

RS-485: Interfaz de comunicación serial.

RODILLO SUCCION: Rodillo que succiona el agua de la fibra.

S

SCADA: Supervisión Control y Adquisición de Datos.

SOFTWARE: Conjunto de programas que ejecuta un computador o PLC.

S7-200: PLC de Siemens de la línea Simatic.

STEP 7-MICRO/WIN: Software de programación para PLCs Simatic.

T

TAG: Dato o variable de InTouch.

TAGSNAME: Nombre de los datos o variables de InTouch.

TERMOCUPLA.- O termopar. Sensor de temperatura de autogeneración que produce una tensión en el orden de los mV, en la unión de dos metales diferentes.

W

WINDOWMAKER: Desarrollo de aplicaciones de InTouch.

WINDOWVIEWER: Ejecución de aplicaciones de InTouch.

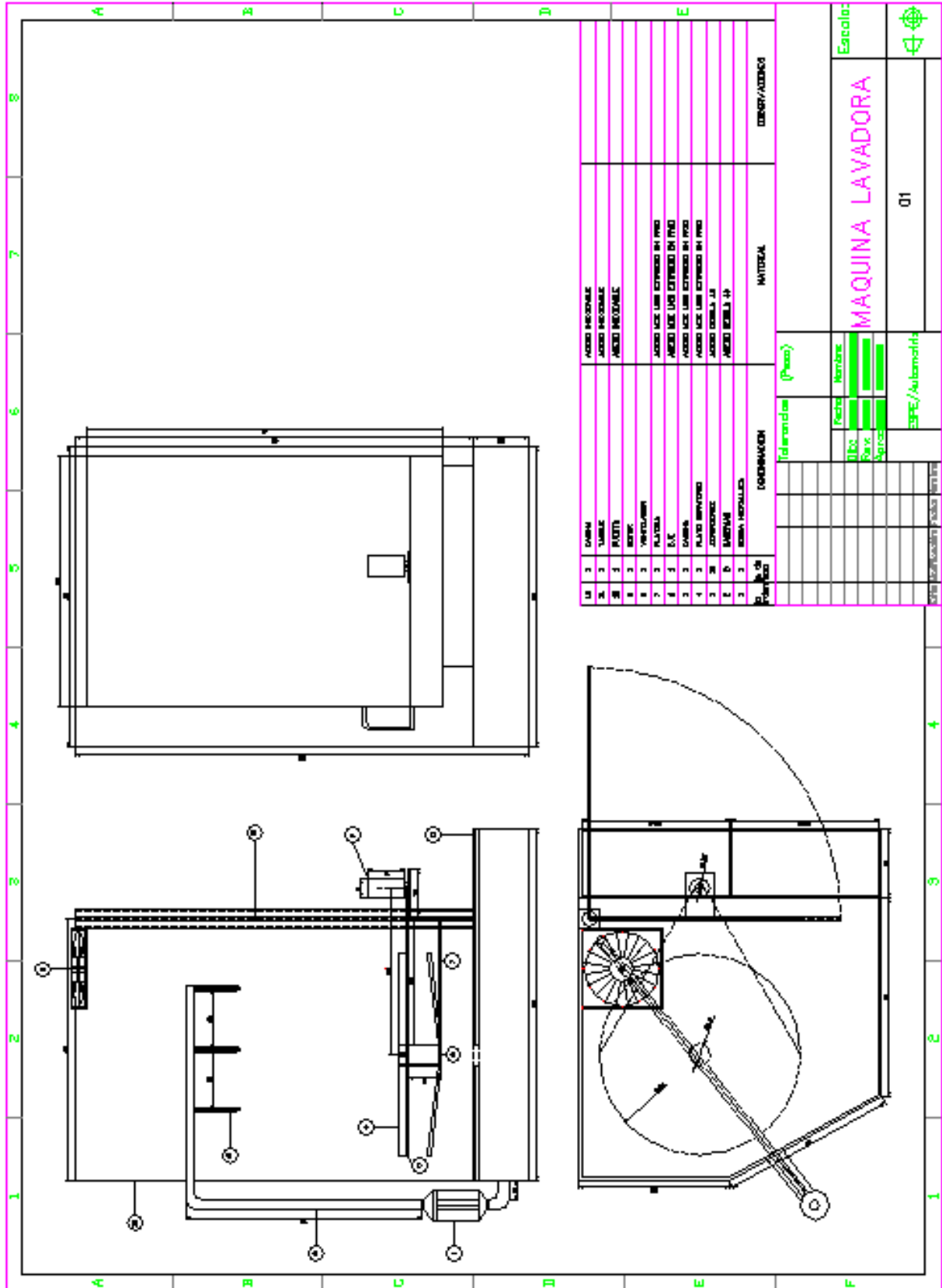
1.1

1.1

1.1

1.1 ANEXO B

1.1 PLANOS MECÁNICOS



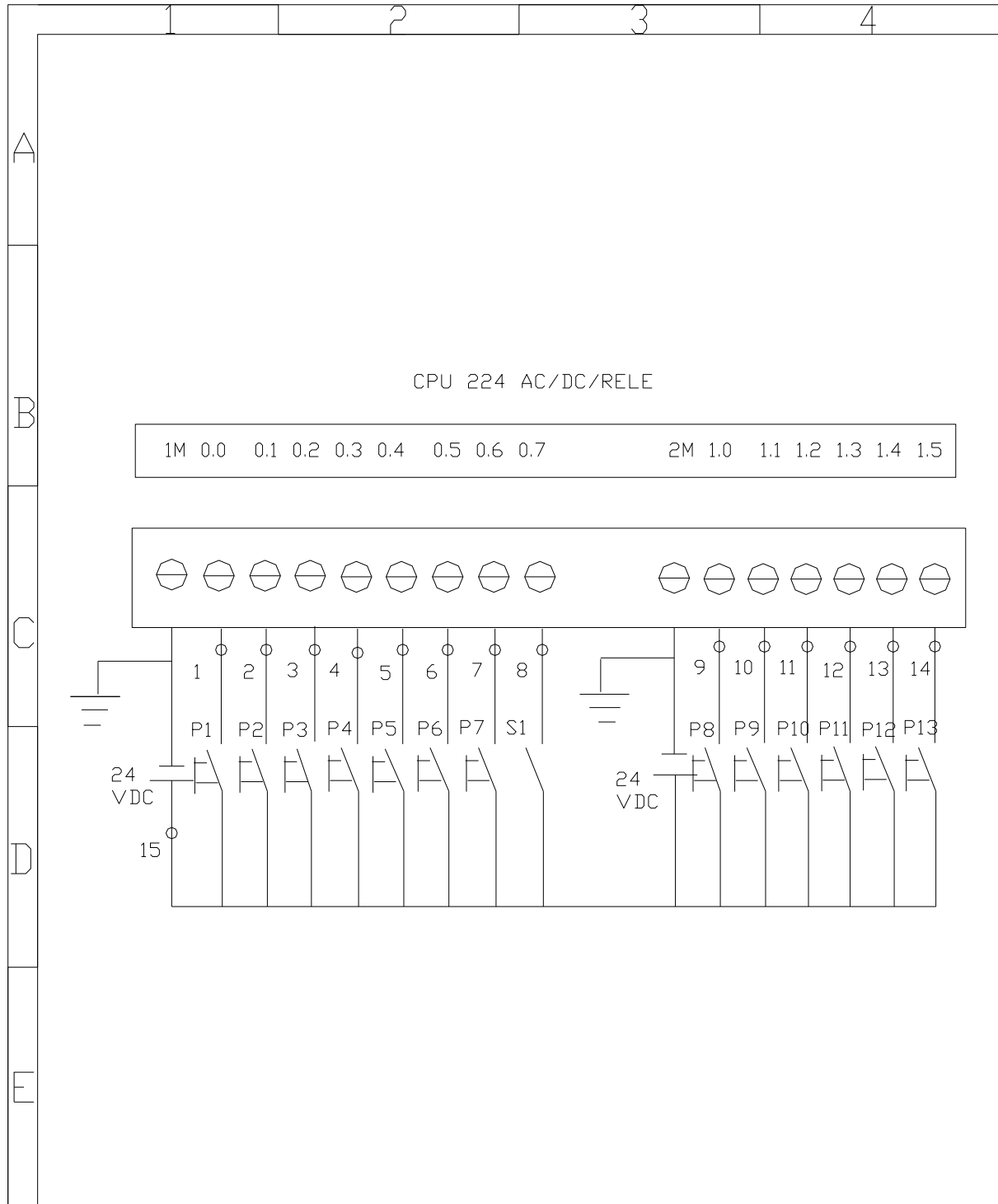
1.1

1.1

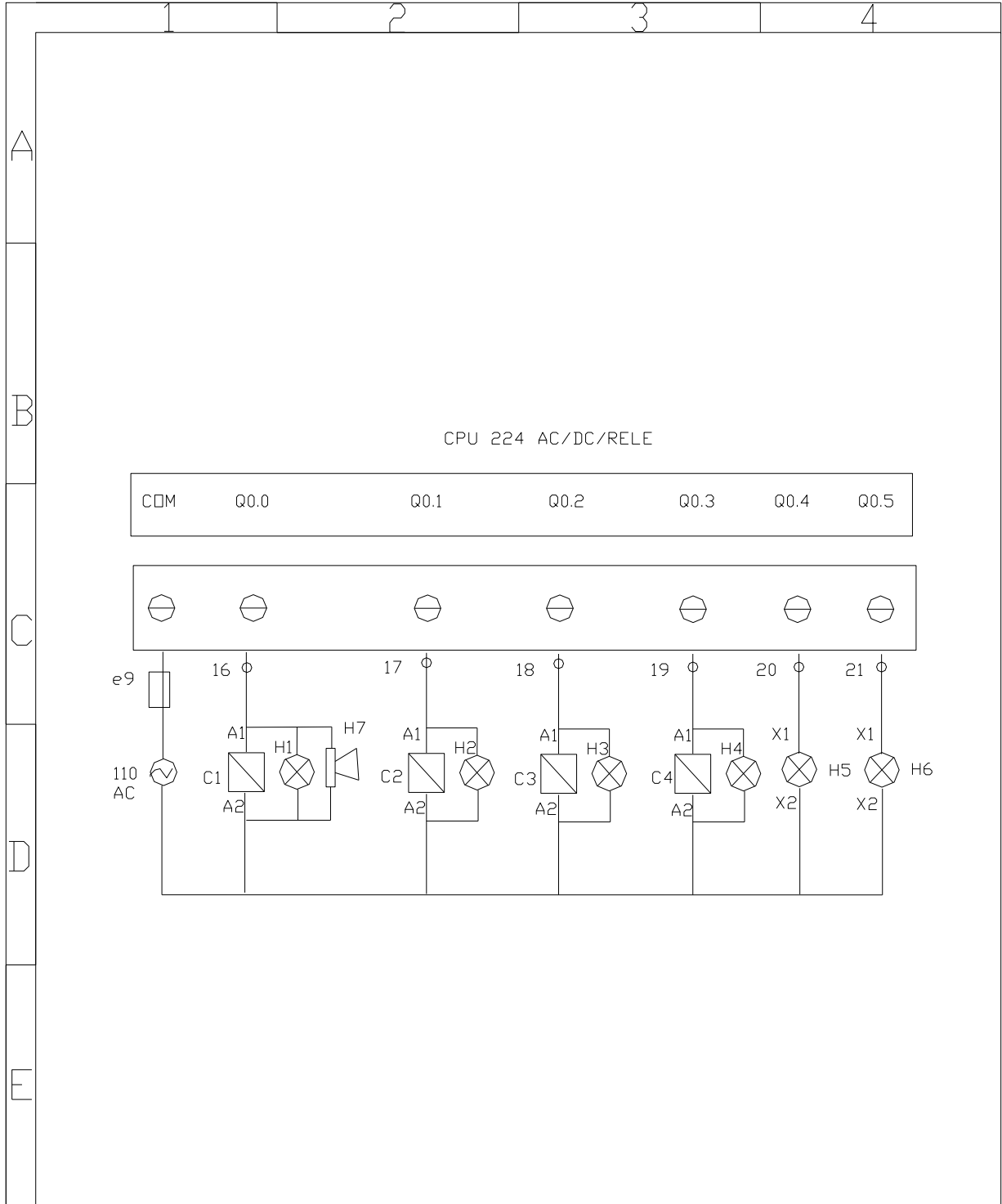
1.1

1.1 ANEXO C

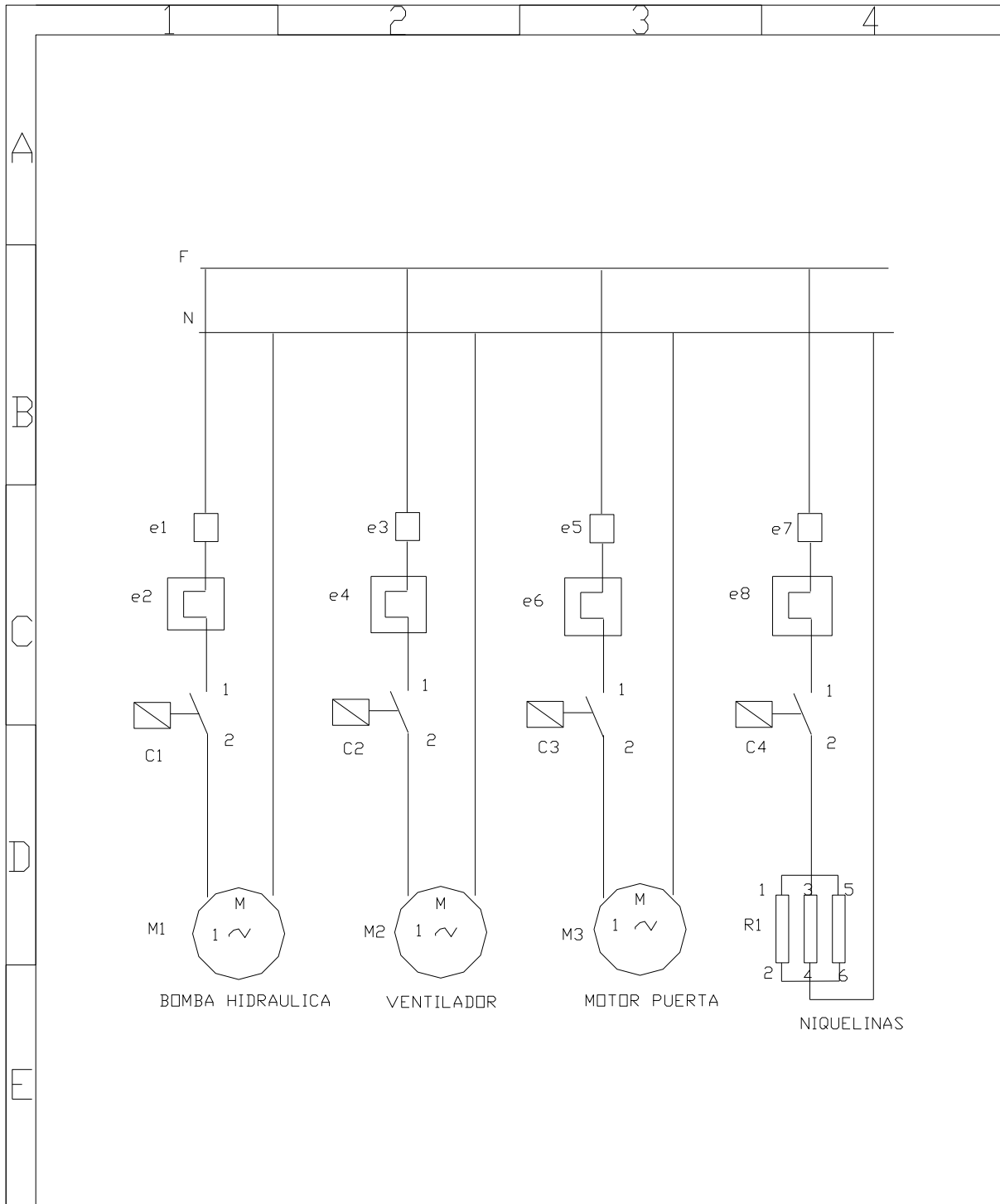
1.1 PLANOS ELÈCTRICOS



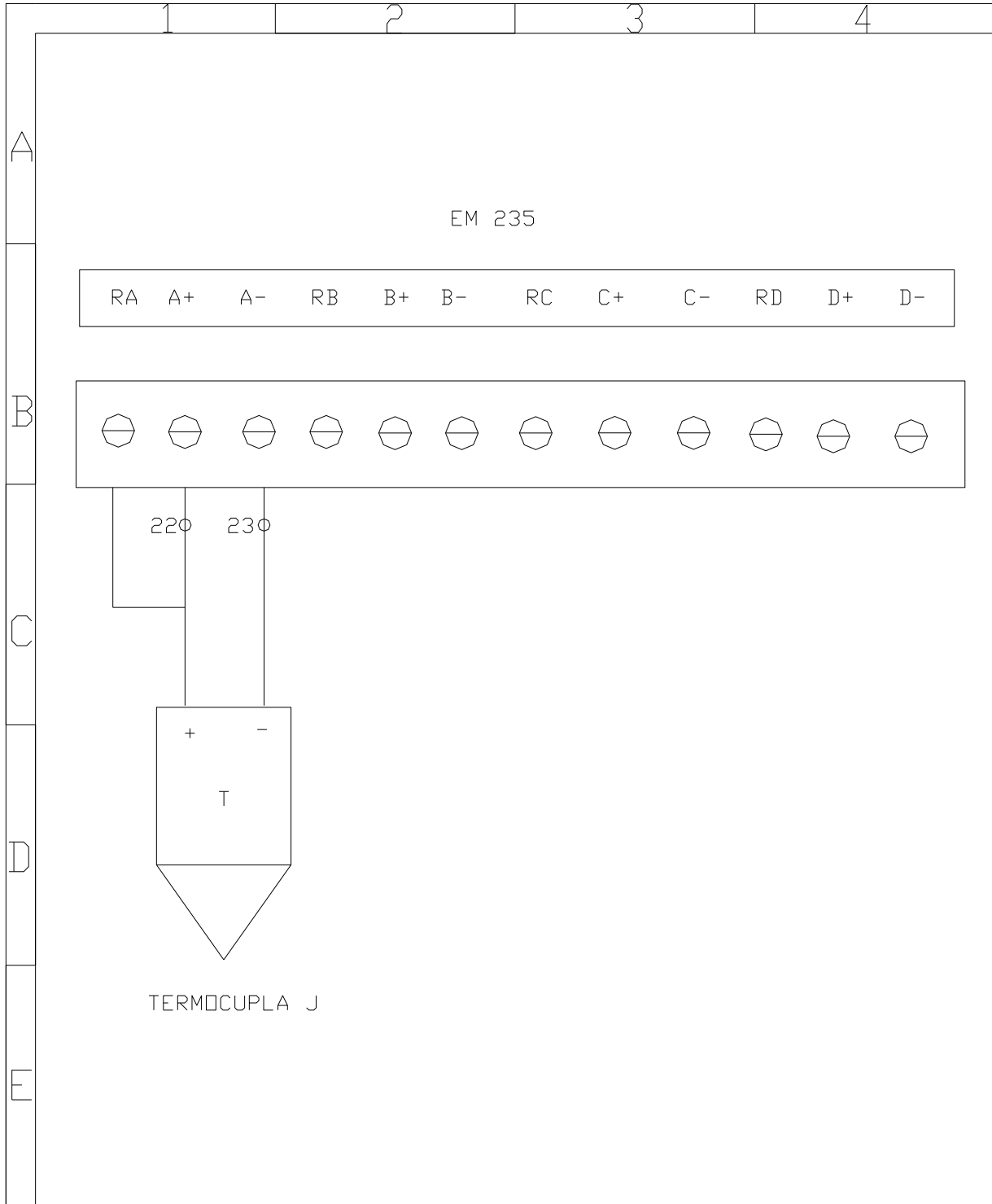
			TOL.GRAL.	PESO		
				FECHA	NOMBRE	
			DIB:	04/04/07	ANDRADE-TDAQUIZA	ENTRADAS DEL PLC
			REV:	06/04/07	ING. ARTEAGA	
			APROV:	09/04/07	ING. ACOSTA	
			ESPE		PLANO 1	Marca Registro
MODIFICADO	FECHA	NOMBRE	ELECTRONICA		SUSTITUCION	



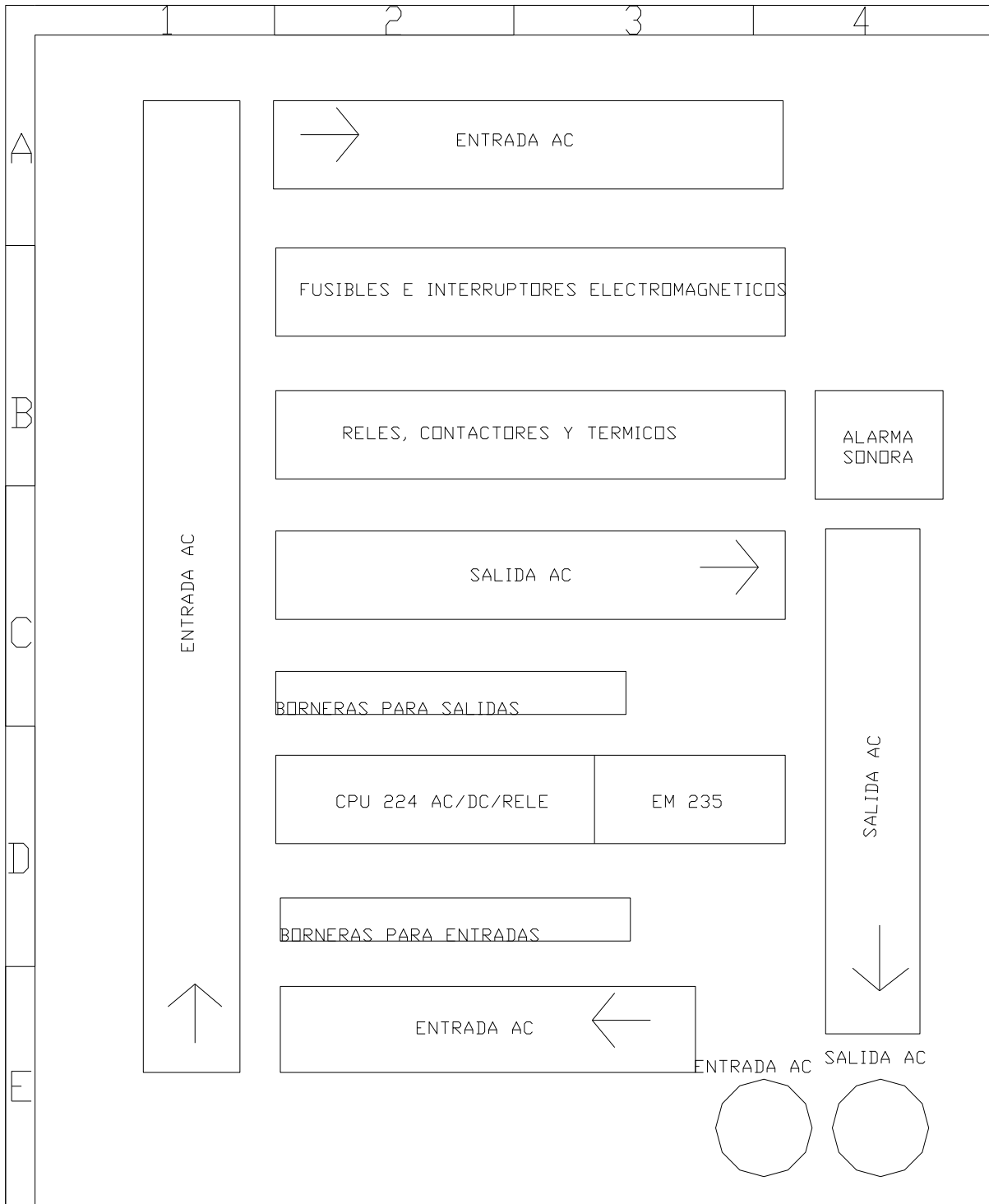
			TOL.GRAL.	PESO		
			FECHA	NOMBRE	SALIDAS DEL PLC	ESCALA
			DIB: 04/04/07	ANDRADE-TDAQUIZA		
			REV: 06/04/07	ING. ARTEAGA		
			APROV: 09/04/07	ING. ACOSTA		
			ESPE ELECTRONICA		PLANO 2	Marca Registro
MODIFICO	FECHA	NOMBRE			SUSTITUCION	



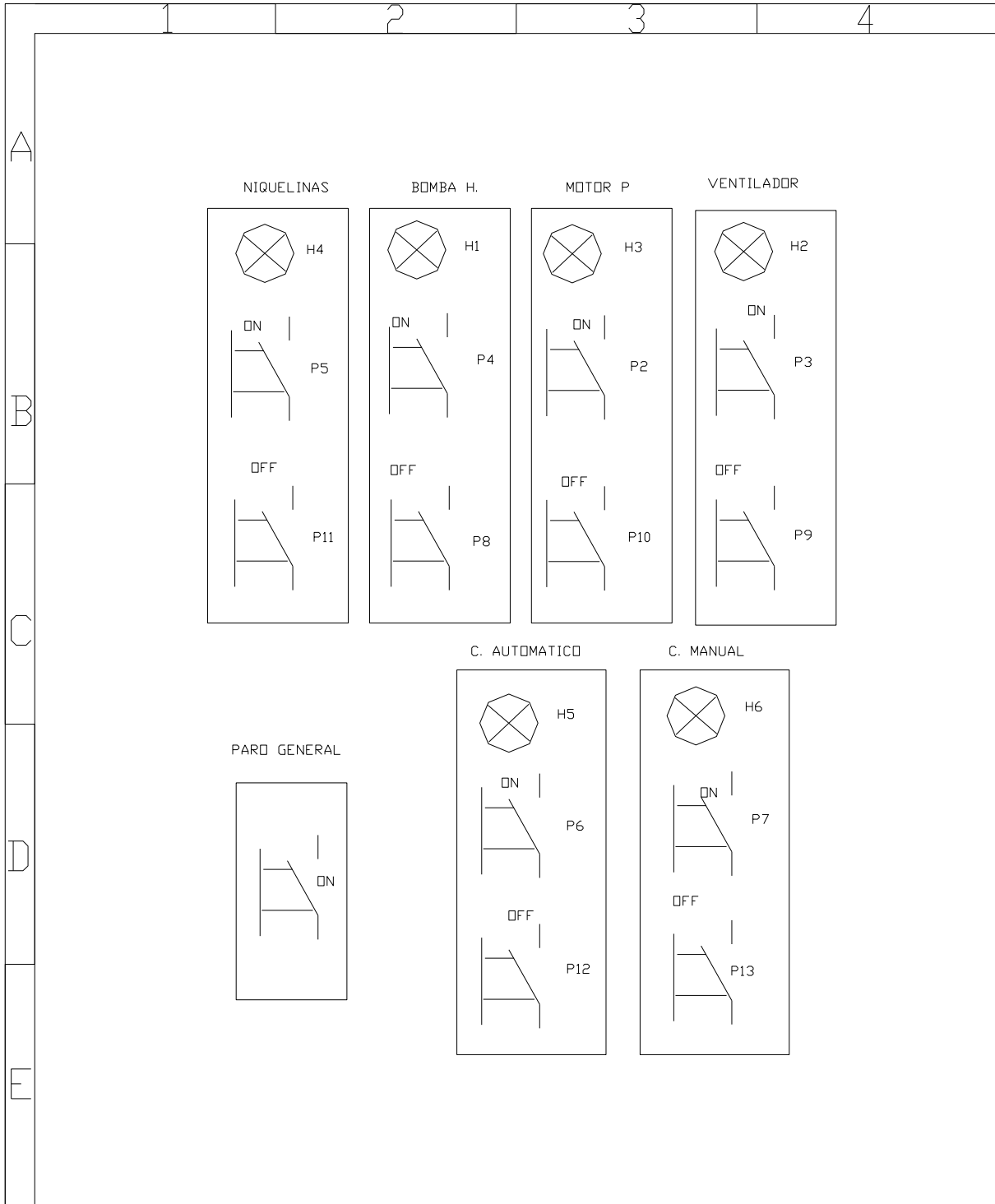
			TOL.GRAL.	PESO		
			FECHA	NOMBRE	CIRCUITO DE POTENCIA	ESCALA
			DIB: 04/04/07	ANDRADE-TORQUIZA		
			REV: 06/04/07	ING. ARTEAGA		
			APROV: 09/04/07	ING. ACOSTA		
			ESPE ELECTRONICA		PLANO 3	Marca Registro
MODIFICADO	FECHA	NOMBRE			SUSTITUCION	



			TOL.GRAL.	PESO		
			FECHA	NOMBRE	ENTRADA MODULO DE EXPANSION	ESCALA
			DIB: 04/04/07	ANDRADE-TDAQUIZA		
			REV: 06/04/07	ING. ARTEAGA		
			APROV: 09/04/07	ING. ACOSTA		
			ESPE		PLANO 4	Marca Registro
MODIFICO	FECHA	NOMBRE	ELECTRONICA		SUSTITUCION	



			TOL.GRAL.	PESO		
			FECHA	NOMBRE	TABLERO ELECTRICO	ESCALA
			DIB: 04/04/07	ANDRADE-TDAQUIZA		
			REV: 06/04/07	ING. ARTEAGA		
			APROV: 09/04/07	ING. ACOSTA		
			ESPE ELECTRONICA		PLANO 5	Marca Registro
MODIFICO	FECHA	NOMBRE			SUSTITUCION	



			TOL.GRAL.	PESO		
			FECHA	NOMBRE	PANEL DE CONTROL	ESCALA
			DIB: 04/04/07	ANDRADE-TDAQUIZA		
			REV: 06/04/07	ING. ARTEAGA		
			APROV: 09/04/07	ING. ACOSTA		
			ESPE ELECTRONICA		PLANO 6	Marca Registro
MODIFICADO	FECHA	NOMBRE			SUSTITUCION	

LISTA DE COMPONENTES

SIMBOLO	DESCRIPCION	# DE PLANO
C1	Contactador de bomba hidráulica	2
C2	Contactador del ventilador	2
C3	Contactador del motor de la puerta	2
C4	Contactador de las niquelinas	2
e1	Fusible protección bomba hidráulica	3
e2	Interruptor electromagnético bomba hidráulica	3
e3	Fusible protección del ventilador	3
e4	Interruptor electromagnético del ventilador	3
e5	Fusible protección del motor de la puerta	3
e6	Interruptor electromagnético de motor puerta	3
e7	Fusible protección de niquelinas	3
e8	Interruptor electromagnético de niquelinas	3
e9	Fusible protección de PLC	2
H1	Lámpara de marcha de la bomba hidráulica	3
H2	Lámpara de marcha del ventilador	3
H3	Lámpara de marcha del motor de la puerta	3
H4	Lámpara de encendido de niquelinas	3
H5	Lámpara de activación de control automático	3
H6	Lámpara de activación de control manual	3
H7	Alarma sonora de activación de térmico de bomba	3
M1	Motor de la bomba hidráulica	3
M2	Motor del ventilador	3
M3	Motor de la puerta de la cabina	3
P1	Pulsador de encendido de paro general	1
P2	Pulsador de encendido de motor de puerta	1
P3	Pulsador de encendido del ventilador	1
P4	Pulsador de encendido de bomba hidráulica	1
P5	Pulsador de encendido de niquelinas	1
P6	Pulsador de encendido de control automático	1
P7	Pulsador de encendido de control manual	1
P8	Pulsador de apagado de bomba hidráulica	1
P9	Pulsador de apagado del ventilador	1
P10	Pulsador de apagado de motor de la puerta	1
P11	Pulsador de apagado de niquelinas	1
P12	Pulsador de apagado de control automático	1
P13	Pulsador de apagado de control manual	1
R1	Niquelinas	3
S1	Interruptor para aviso de alarma de bomba	1
T	Termocupla	4

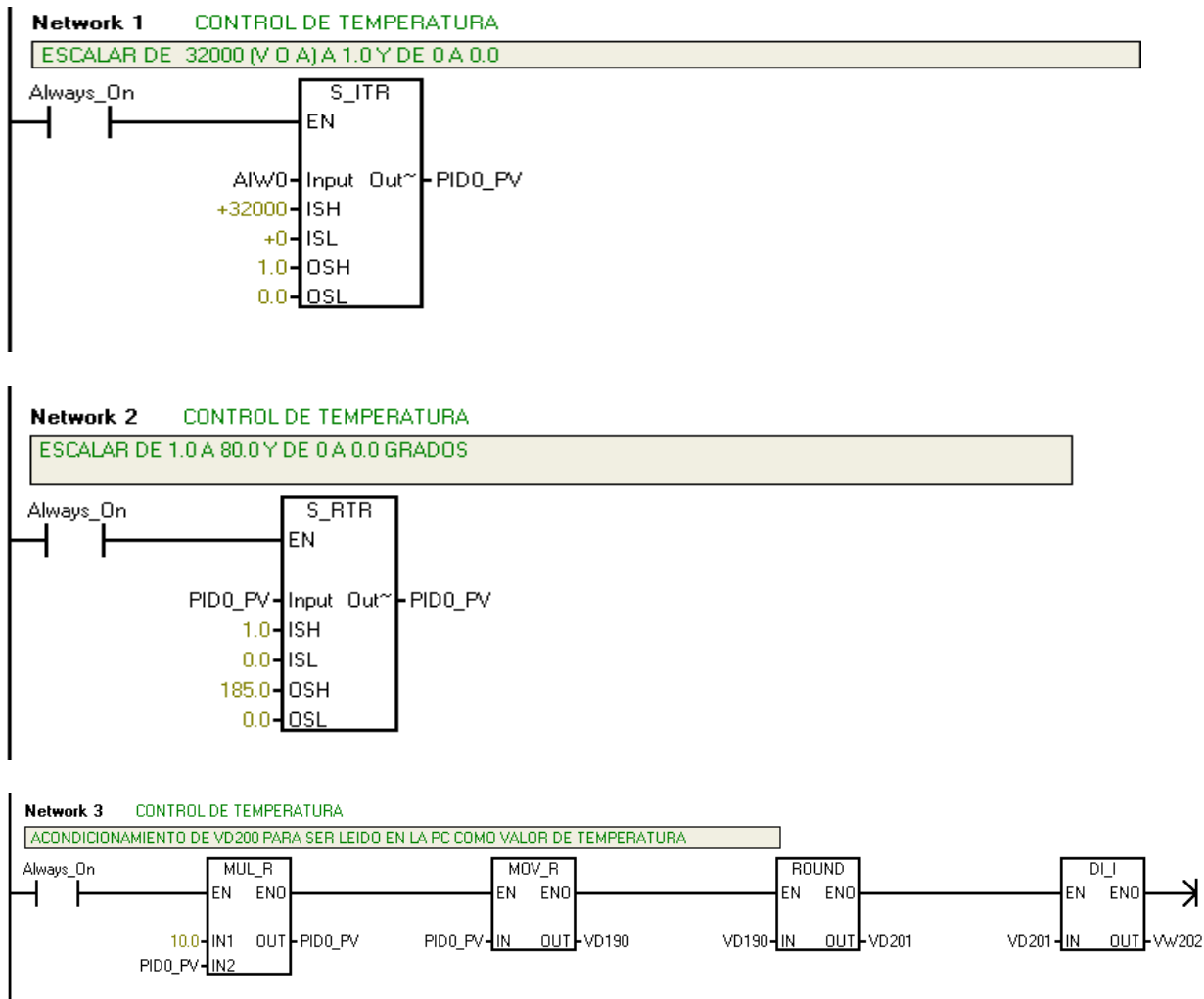
NUMERACION DE CABLES

ENTRADA PLC	#
I0.0	1
I0.1	2
I0.2	3
I0.3	4
I0.4	5
I0.5	6
I0.6	7
I0.7	8
I1.0	9
I1.1	10
I1.2	11
I1.3	12
I1.4	13
I1.5	14
L+	15
Q0.0	16
Q0.1	17
Q0.2	18
Q0.3	19
Q0.4	20
Q0.5	21
A+	22
A-	23

ANEXO D

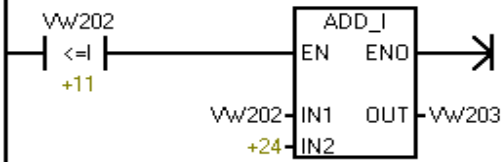
PROGRAMA DEL PLC

LISTADO DEL PROGRAMA DEL PLC



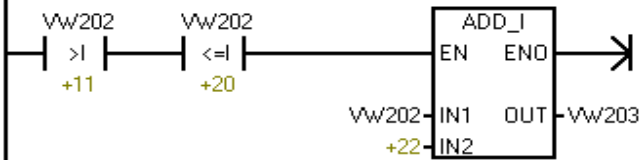
Network 4 CONTROL DE TEMPERATURA

COMPENSACION POR PERDIDAS DE VOLTAJE EN LA UNION DE LA TERMOCUPLA CON EL MODULO ANALOGICO



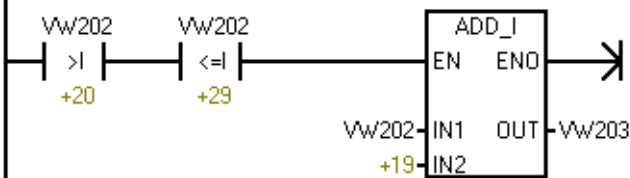
Network 5 CONTROL DE TEMPERATURA

COMPENSACION POR PERDIDAS DE VOLTAJE EN LA UNION DE LA TERMOCUPLA CON EL MODULO ANALOGICO



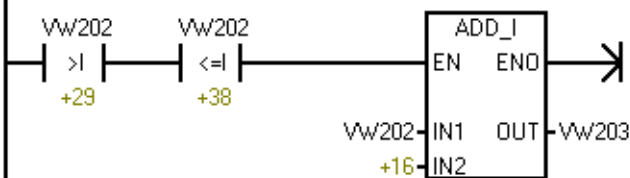
Network 6 CONTROL DE TEMPERATURA

COMPENSACION POR PERDIDAS DE VOLTAJE EN LA UNION DE LA TERMOCUPLA CON EL MODULO ANALOGICO



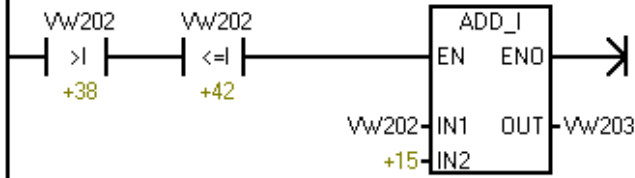
Network 7 CONTROL DE TEMPERATURA

COMPENSACION POR PERDIDAS DE VOLTAJE EN LA UNION DE LA TERMOCUPLA CON EL MODULO ANALOGICO



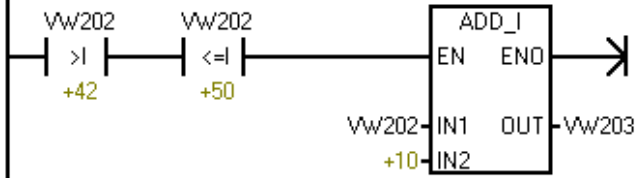
Network 8 CONTROL DE TEMPERATURA

COMPENSACION POR PERDIDAS DE VOLTAJE EN LA UNION DE LA TERMOCUPLA CON EL MODULO ANALOGICO



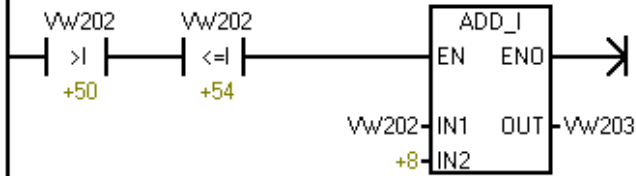
Network 9 CONTROL DE TEMPERATURA

COMPENSACION POR PERDIDAS DE VOLTAJE EN LA UNION DE LA TERMOCUPLA CON EL MODULO ANALOGICO



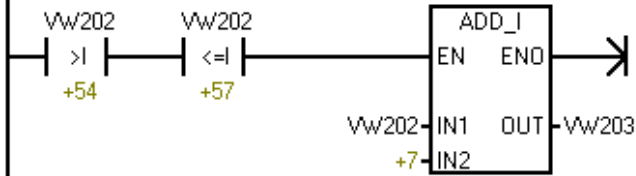
Network 10 CONTROL DE TEMPERATURA

COMPENSACION POR PERDIDAS DE VOLTAJE EN LA UNION DE LA TERMOCUPLA CON EL MODULO ANALOGICO



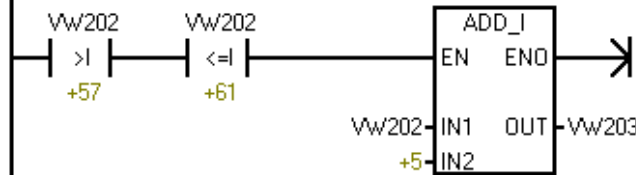
Network 11 CONTROL DE TEMPERATURA

COMPENSACION POR PERDIDAS DE VOLTAJE EN LA UNION DE LA TERMOCUPLA CON EL MODULO ANALOGICO



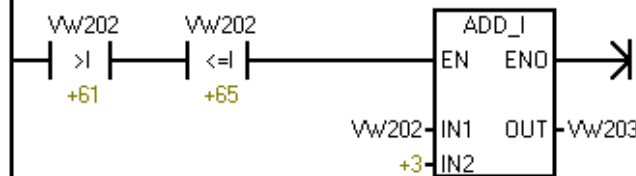
Network 12 CONTROL DE TEMPERATURA

COMPENSACION POR PERDIDAS DE VOLTAJE EN LA UNION DE LA TERMOCUPLA CON EL MODULO ANALOGICO



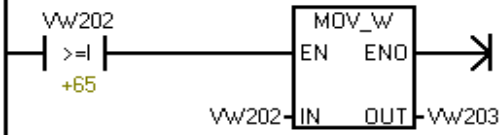
Network 13 CONTROL DE TEMPERATURA

COMPENSACION POR PERDIDAS DE VOLTAJE EN LA UNION DE LA TERMOCUPLA CON EL MODULO ANALOGICO



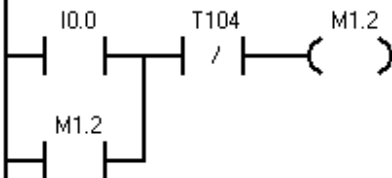
Network 14 CONTROL DE TEMPERATURA

COMPENSACION POR PERDIDAS DE VOLTAJE EN LA UNION DE LA TERMOCUPLA CON EL MODULO ANALOGICO



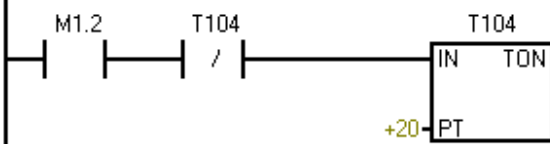
Network 16 PARO GENERAL

CON I0.0 ACTIVA LA AUXILIAR M1.2 PARA PODER ACCIONAR EL PARO GENERAL TAMBIEN DESDE LA PC



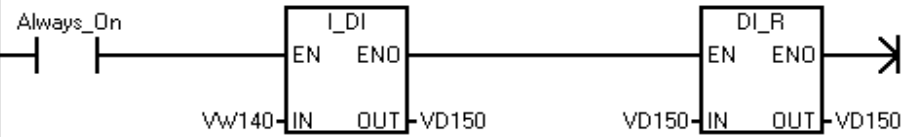
Network 17 PARO GENERAL

ACTIVACION DE TEMPORIZADOR T104 CON M1.2 PARA DESACTIVAR PARO GENERAL



Network 19 CONTROL DE TEMPERATURA

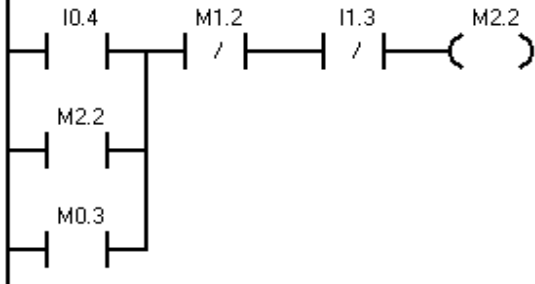
VALOR ENTERO CARGADO EN INTOUCH O PLC Y TRANSFORMADO A REAL PARA CONTROL ON-OFF SUPERIOR



Símbolo	Dirección	Comentario
Always_On	SM0.0	This bit is always on.

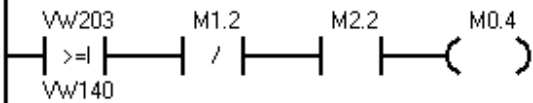
Network 20

ACTIVACION DE AUXILIAR PARA HABILITAR EL CONTROL DE TEMPERATURA



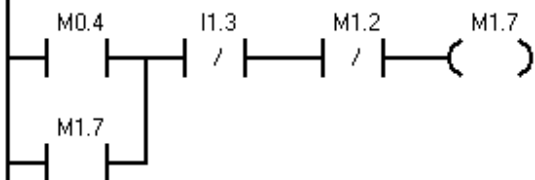
Network 21 CONTROL DE TEMPERATURA

CONTROL ON-OFF (SETPOINT CARGADO EN VW140 DESDE INTOUCH O PLC)



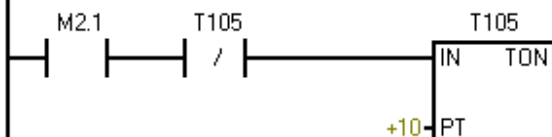
Network 22 CONTROL DE TEMPERATURA

ACTIVACION DE AUXILIAR PARA ACTIVACION DE TERMOCUPLA



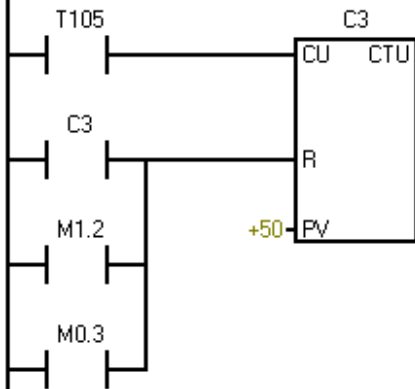
Network 23 CONTROL DE TEMPERATURA

TEMPORIZADOR PARA APAGAR AUXILIAR M2.1



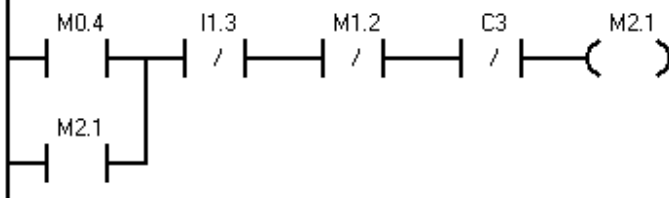
Network 24 CONTROL DE TEMPERATURA

CONTADOR PARA APAGAR AUXILIAR M2.1



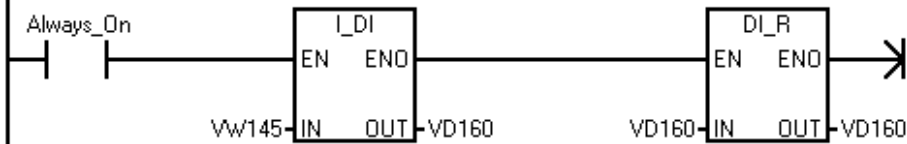
Network 25 CONTROL DE TEMPERATURA

ACTIVACION DE AUXILIAR PARA APAGADO DE TERMOCUPLA



Network 26 CONTROL DE TEMPERATURA

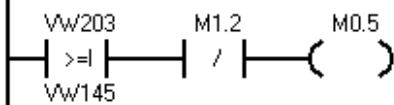
VALOR ENTERO CARGADO EN INTOUCH O PLC Y TRANSFORMADO A REAL PARA ALARMA H



Símbolo	Dirección	Comentario
Always_On	SM0.0	This bit is always on.

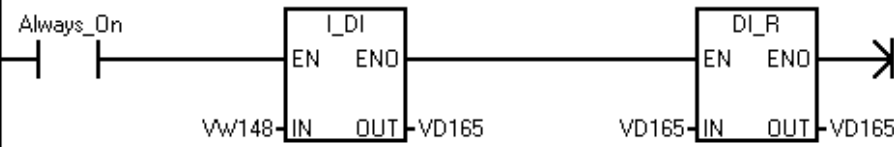
Network 27 CONTROL DE TEMPERATURA

ACTIVACION DE ALARMA H CUANDO EL NIVEL DE TEMPERATURA ES IGUAL O SUPERA A LA TOLERANCIA



Network 28 CONTROL DE TEMPERATURA

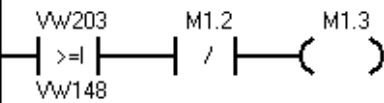
VALOR ENTERO CARGADO EN INTOUCH O PLC Y TRANSFORMADO A REAL PARA ALARMA HH



Símbolo	Dirección	Comentario
Always_On	SM0.0	This bit is always on.

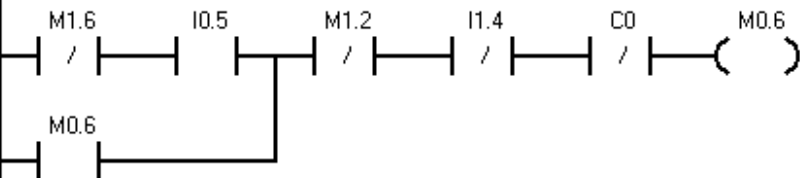
Network 29 CONTROL DE TEMPERATURA

ACTIVACION DE ALARMA HH CUANDO EL NIVEL DE TEMPERATURA ES IGUAL O SUPERA A LA TOLERANCIA



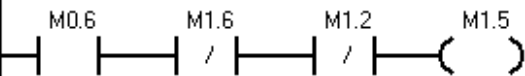
Network 31 ACTIVAR CONTROL AUTOMATICO

ENCENDIDO DE MOTORES Y BOMBA HIDRAULICA CON EL PULSO DE I0.5 AUTOMATICAMENTE, M1.6 POR SEGURIDAD CUANDO SE ACTIVE M0.7, I1.4 APAGADO, M1.2 PARO GENERAL



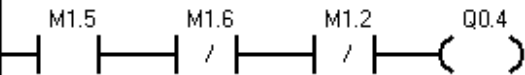
Network 32 ACTIVAR CONTROL AUTOMATICO

ACTIVAR AUXILIAR PARA ENCENDER LUZ DE AUTOMATICO



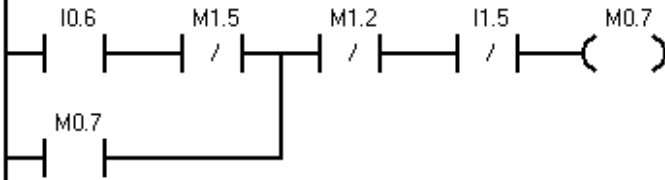
Network 33 ACTIVAR CONTROL AUTOMATICO

ENCENDER LUZ EN EL PANEL DE CONTROL AUTOMATICO



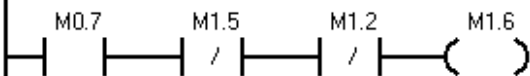
Network 35 ACTIVAR CONTROL MANUAL

ACTIVACION DE M0.7 PARA SELECCION MANUAL CON EL INTERRUPTOR I0.6(M1.5 POR SEGURIDAD CUANDO SE ACTIVE AUTOMATICO), I1.5 PARA DESACTIVAR MANUAL



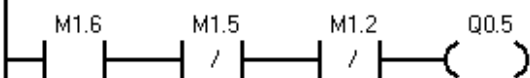
Network 36 ACTIVAR CONTROL MANUAL

ACTIVAR AUXILIAR PARA ENCENDER LUZ DE MANUAL



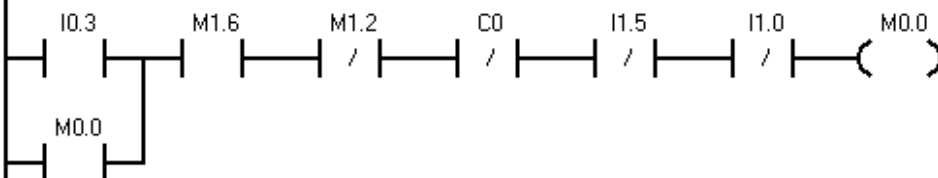
Network 37 ACTIVAR CONTROL MANUAL

ENCENDER LUZ EN EL PANEL DE CONTROL EN MANUAL



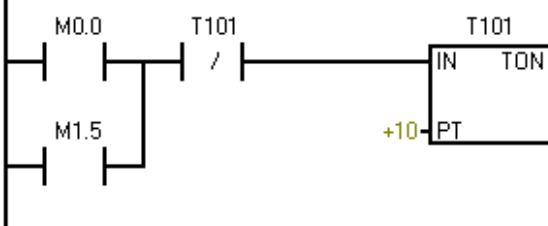
Network 39 ENCENDIDO DE BOMBA HIDRAULICA

ACTIVACION DE AUXILIAR M0.0 CON EL PULSADOR I0.3 EN MODO MANUAL (M1.6) PARA ACTIVACION DE LA BOMBA HIDRAULICA, I1.0 PARA APAGAR LA BOMBA MANUALMENTE, I1.5 PARA DESACTIVAR MANUAL



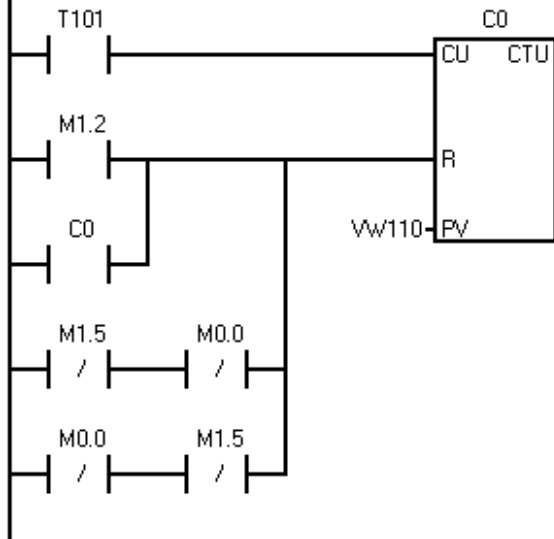
Network 40 ENCENDIDO DE BOMBA HIDRAULICA

ACTIVACION DE TEMPORIZADOR T101 CON M0.0 O CON M1.5 (AUTOMATICAMENTE)



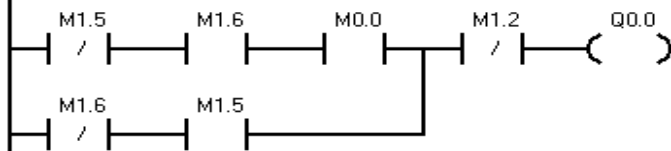
Network 41 ENCENDIDO DE BOMBA HIDRAULICA

CONTADOR 0 (VALOR SE CARGA EN VW10 DESDE INTOUCH O PLC)



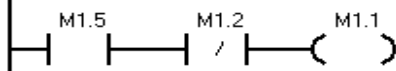
Network 42 ENCENDIDO DE BOMBA HIDRAULICA

ACTIVACION DE LA BOMBA HIDRAULICA EN FORMA MANUAL (M0.0) O AUTOMATICA (M1.5), M1.5 Y M1.6 CERRADOS PARA SEGURIDAD Y ABIERTOS PARA INICIAR



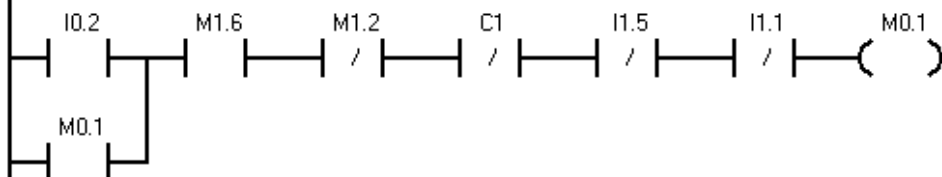
Network 43 ENCENDIDO DE BOMBA HIDRAULICA

ENCENDER LUZ EN PANTALLA DE INTOUCH AUTOMATICA



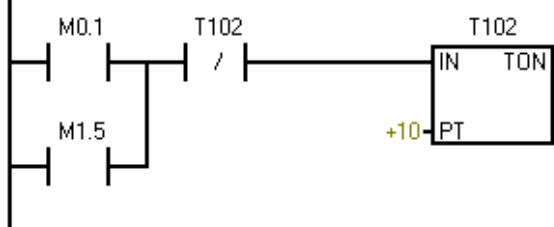
Network 45 ENCENDIDO DE VENTILADOR

ACTIVACION DE AUXILIAR M0.1 CON EL PULSADOR I0.2 EN MODO MANUAL (M1.6) PARA ACTIVACION DEL VENTILADOR, I1.1 PARA APAGAR VENTILADOR EN FORMA MANUAL



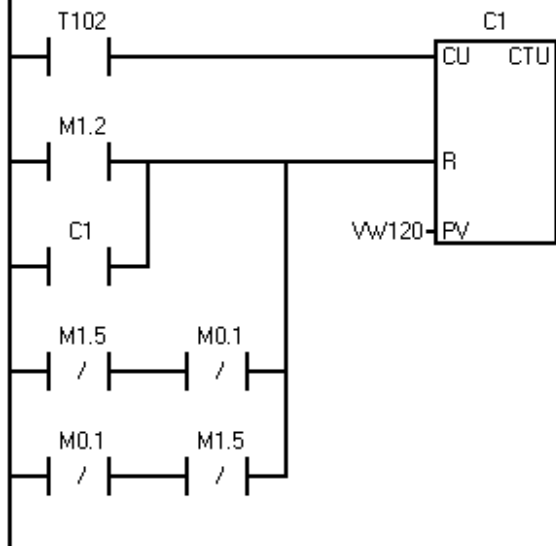
Network 46 ENCENDIDO DE VENTILADOR

ACTIVACION DE TEMPORIZADOR T102 CON M0.1 O CON M1.5(AUTOMATICO)



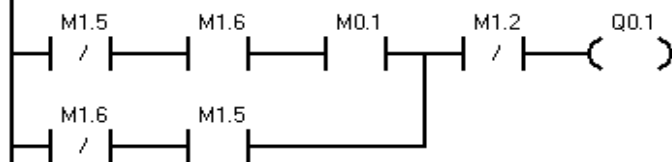
Network 47 ENCENDIDO DE VENTILADOR

CONTADOR 1 (CARGAR VALOR EN VW20 DESDE INTOUCH O PLC)



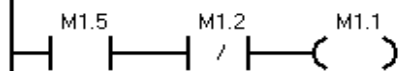
Network 48 ENCENDIDO DE VENTILADOR

ACTIVACION DEL VENTILADOR EN FORMA MANUAL (M0.1) O AUTOMATICA (M1.5)



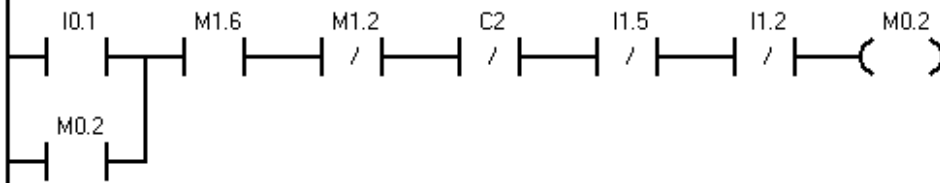
Network 49 ENCENDIDO DE VENTILADOR

ENCENDER LUZ EN PANTALLA DE INTOUCH AUTOMATICA



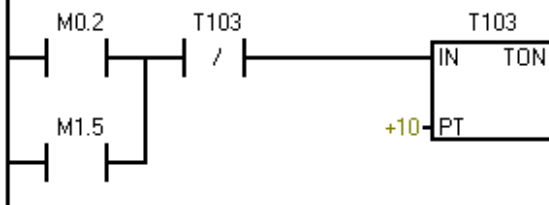
Network 51 ENCENDIDO DE MOTOR DE PUERTA

ACTIVACION DE AUXILIAR M0.2 CON EL PULSADOR I0.1 EN MODO MANUAL (M1.6) PARA ACTIVACION DEL MOTOR DE LA PUERTA DE LA MAQUINA, I1.2 PARA APAGAR MOTOR MANUALMENTE



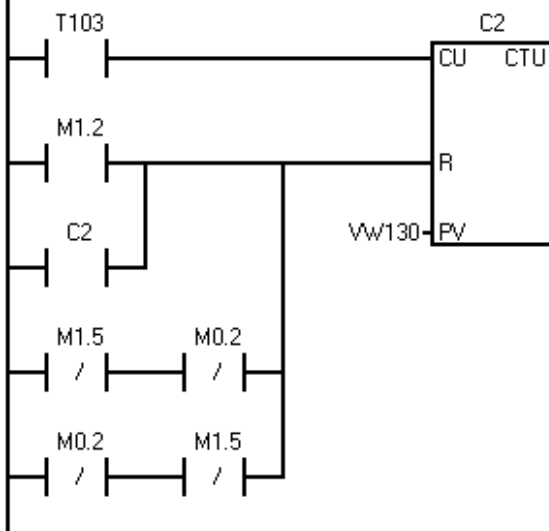
Network 52 ENCENDIDO DE MOTOR DE PUERTA

ACTIVACION DE TEMPORIZADOR T103 CON M0.0 O CON M1.6 (AUTOMATICA)



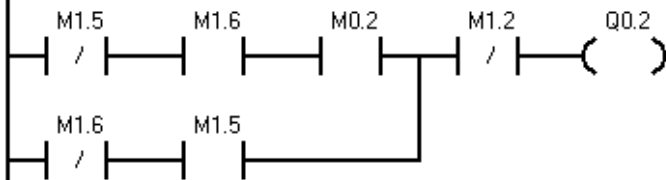
Network 53 ENCENDIDO DE MOTOR DE PUERTA

CONTADOR 2 (VALOR CARGAR EN Vw30 DESDE INTOUCH O PLC)



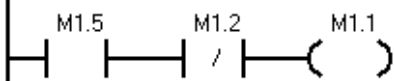
Network 54 ENCENDIDO DE MOTOR DE PUERTA

ACTIVACION DEL MOTOR EN FORMA MANUAL (M0.2) O AUTOMATICA (M1.5)



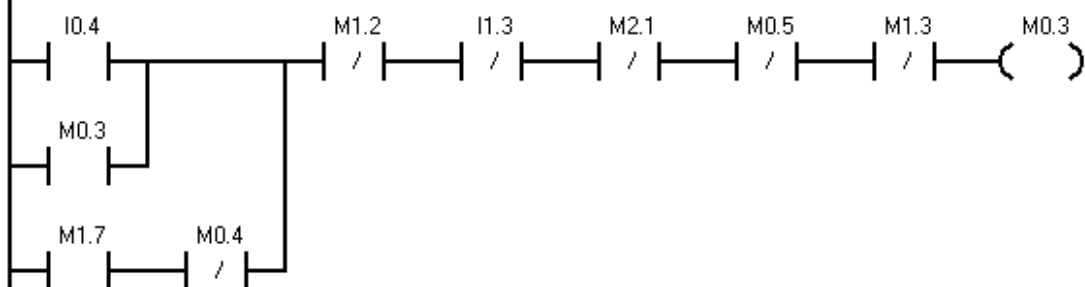
Network 55 ENCENDIDO DE MOTOR DE PUERTA

ENCENDER LUZ EN PANTALLA DE INTOUCH AUTOMATICA



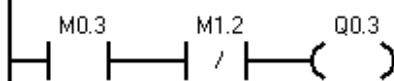
Network 57 ENCENDIDO DE NIQUELINAS

ACTIVACION DE M0.3 PARA NIQUELINAS EN GENERAL, I1.3 PARA APAGAR MANUALMENTE



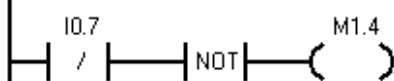
Network 58 ENCENDIDO DE NIQUELINAS

ACTIVACION DE NIQUELINAS Q0.3 EN GENERAL



Network 60 ALARMA BOMBA HIDRAULICA

ACTIVACION DE ALARMA DEL TERMICO CON I0.7



1.1 ANEXO E

1.1 MANUAL DE OPERACIÓN

Y

1.1 MANUAL DE MANTENIMIENTO

1.1 MANUAL DE OPERACIÓN

En el presente capítulo se indican los procedimientos que se debe seguir para la operación del sistema diseñado, tanto para la maniobra a través del PLC y el panel de control como también a través del programa InTouch. El presente proyecto ha sido diseñado en una forma sencilla para que cualquier persona con conocimientos básicos de Controladores Lógicos Programables y de computación le pueda manipular. En el capítulo IV ya se indica como operan las diferentes pantallas implementadas en el programa InTouch para el monitoreo visual de los diferentes controles y funcionamientos que se pueden realizar en el prototipo.

1.- OPERACIÓN DESDE EL PLC Y PANEL DE CONTROL

1.1 Activación de los controles

Para operar los controles del prototipo a través del PLC y panel de control, se deben seguir los siguientes pasos.

1.- Conectar la alimentación de 110 AC para polarizar al PLC. El sistema de entradas necesita una polarización de 24 VCC y, el sistema de salidas está conectado a relés electromecánicos a 110 AC.

2.- Colocar el PLC en la función RUN siempre y cuando ya este cargado el programa desde la PC, cuyas variables (tiempos, temperaturas) podrán ser cargados y después cambiados en la tabla de estado del programa del PLC.

3.- Activar el pulsador color verde (P5) correspondiente a las niquelinas que está conectado a la entrada I0.4, esto hace que se active la salida Q0.3 y se encienda el led color verde (H4). La activación o desactivación de las niquelinas es independiente de los otros controles.

4.- Activar el pulsador color verde (P7) correspondiente al control manual que está conectado a la entrada I0.6, esto hace que se active la salida Q0.5 y se encienda el led color verde (H6), siempre y cuando este desactivado el control automático. Este pulsador habilita el funcionamiento de los actuadores en forma individual tanto para el encendido como para el apagado.

5.- Activar el pulsador color verde (P4) correspondiente a la bomba hidráulica que está conectado a la entrada I0.3, esto hace que se active la salida Q0.0 y se encienda el led color verde (H1).

6.- Activar el pulsador color verde (P2) correspondiente al motor de la puerta que está conectado a la entrada I0.1, esto hace que se active la salida Q0.2 y se encienda el led color verde (H3).

7.- Activar el pulsador color verde (P3) correspondiente al ventilador que está conectado a la entrada I0.2, esto hace que se active la salida Q0.1 y se encienda el led color verde (H2).

8.- Activar el pulsador color verde (P6) correspondiente al control automático que está conectado a la entrada I0.5, esto hace que se active la salida Q0.4 y se encienda el led color verde (H5), siempre y cuando este desactivado el control manual. La activación de este control permite accionar los actuadores en conjunto es decir todos a la vez tanto en el encendido como en el apagado.

9.- Para apagar las niquelinas y el led color verde, se debe activar el pulsador color rojo (P11) que está conectado a la entrada I1.3.

10.- Para apagar la bomba hidráulica en control manual y el led color verde, se debe activar el pulsador color rojo (P8) que está conectado a la entrada I1.0.

11.- Para apagar el motor de la puerta en control manual y el led color verde, se debe activar el pulsador color rojo (P10) que está conectado a la entrada I1.2.

12.- Para apagar el ventilador en control manual y el led color verde, se debe activar el pulsador color rojo (P9) que está conectado a la entrada I1.1.

13.- Para apagar el control manual y el led color verde, se debe activar el pulsador color rojo (P13) que está conectado a la entrada I1.5.

14.- Para apagar el control automático y el led color verde, se debe activar el pulsador color rojo (P12) que está conectado a la entrada I1.4.

15.- Para apagar todos los actuadores (bomba, motor, ventilador y niquelinas), se debe activar el pulsador color rojo (P1) que está conectado a la entrada I0.0. Esta acción permite activar el paro general del sistema.

16.- Para dar aviso de la activación de la alarma de la bomba hidráulica tanto en forma manual y sonora, internamente se activa S1 (relé térmico) que está conectado a la entrada I0.7.

1.2 Apagado del sistema de control con PLC

Si se desea apagar el sistema de control a través del PLC, se debe seguir los siguientes pasos.

1.- Por seguridad debemos activar el paro general como ya se indico.

2.- Colocar el PLC en la posición STOP y apagar la fuente que polariza el PLC y del sistema de entradas y salidas.

2.- MONITOREO O SUPERVISIÓN DESDE EL INTOUCH

Para supervisar el proceso desde el programa InTouch, se debe seguir los siguientes pasos.

2.1 Ingreso al programa InTouch

1.- Una vez activada la computadora, se selecciona el icono de InTouch mediante las siguientes herramientas, Fig. 1

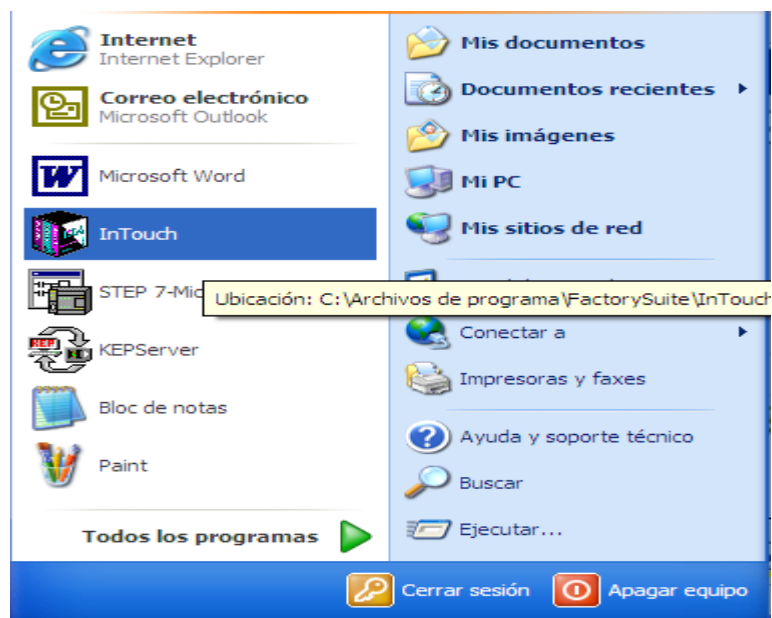


Figura 1 Selección del programa InTouch

2.- Al realizar la acción anterior, se accede al administrador de aplicaciones, aquí se selecciona la aplicación que contiene el proyecto, el mismo que es: proyecto de tesis.

Fig. 2

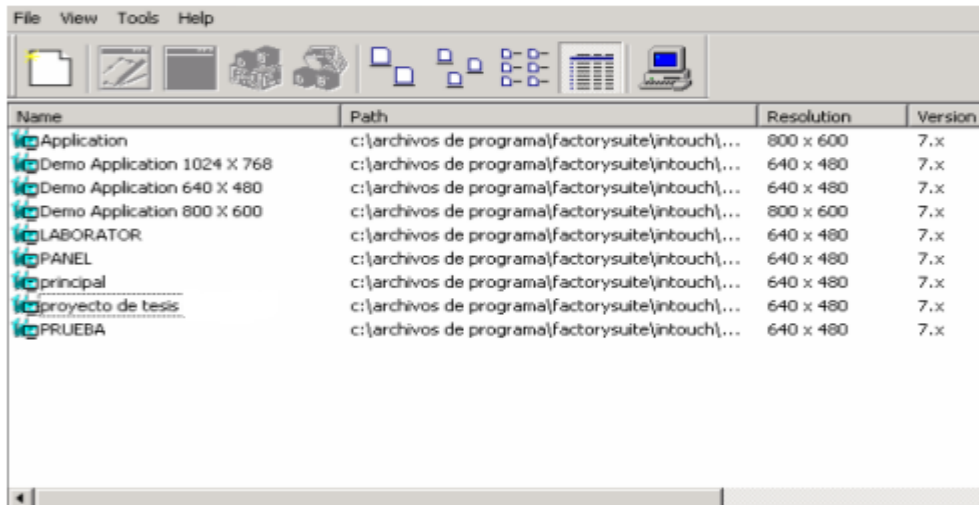


Figura 2 Selección de la aplicación del proyecto

3.- Al seleccionar la mencionada aplicación en el paso anterior, aparecerá un mensaje indicando que el archivo de la licencia no puede ser localizado (esto debido a que se está utilizando un DEMO). Para continuar se debe hacer clic en el botón aceptar. Fig. 3

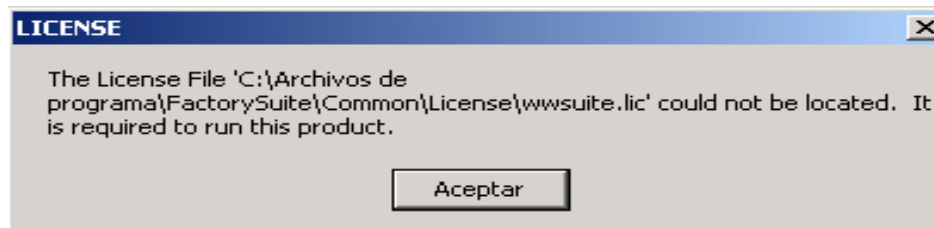


Figura 3 Mensaje de licencia no localizada

4.- Ahora aparece un nuevo mensaje indicando que no se encuentra la licencia para ingresar al WindowMaker (ventana de desarrollo de la aplicación). Para continuar se debe hacer clic en el botón omitir. Fig. 4

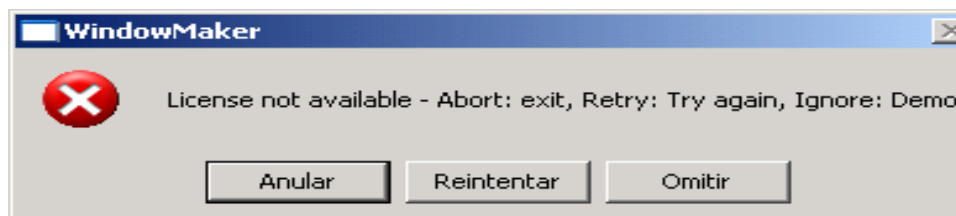


Figura 4 Mensaje de licencia no habilitada

5.- En este paso se ha ingresado al Windowmaker, utilizando las herramientas FILE/OPEN WINDOWS se debe seleccionar todas las ventanas que comprenden el proyecto para ser abiertas. Fig. 5

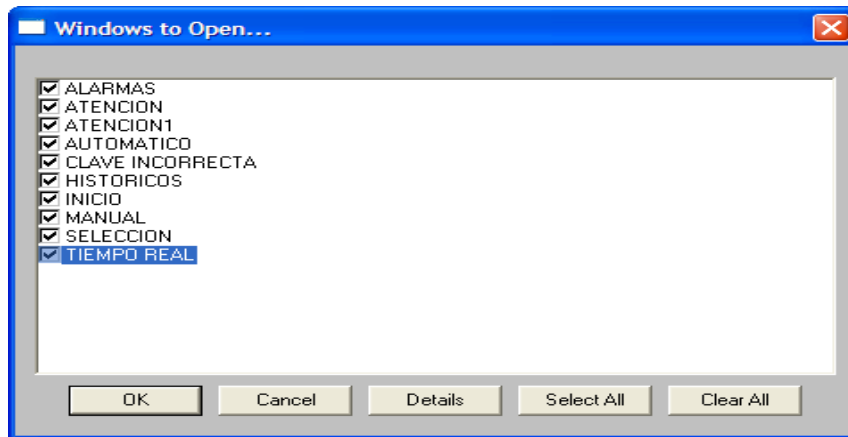


Figura 5 Operación de apertura de ventanas

6.- Para que corra el programa se debe hacer Clic en la opción Runtime que se encuentra en la parte superior derecha de las ventanas abiertas. En esta operación también aparece el mensaje de que no se encuentra el archivo que se necesita para correr la aplicación. Para continuar se debe hacer clic en aceptar. Fig. 6

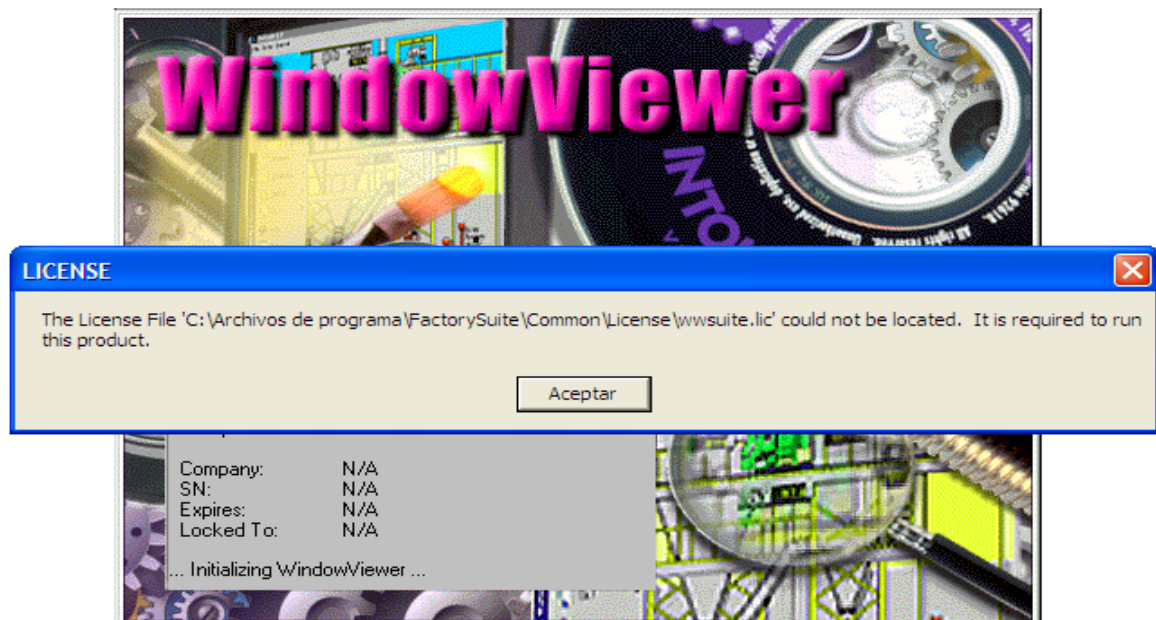


Figura 6 Mensaje de licencia no localizada

7.- seguidamente se ingresa al WindowViewer, presentándose también el mensaje de que no se puede habilitar esta opción. Para continuar se debe hacer clic en omitir. Fig.

7



Figura 7 Mensaje de licencia no habilitada

8.- A continuación aparece el mensaje de que va a arrancar en modo DEMO y que se cerrará automáticamente después de 120 minutos. Para continuar se debe hacer clic en el botón aceptar. Fig. 8

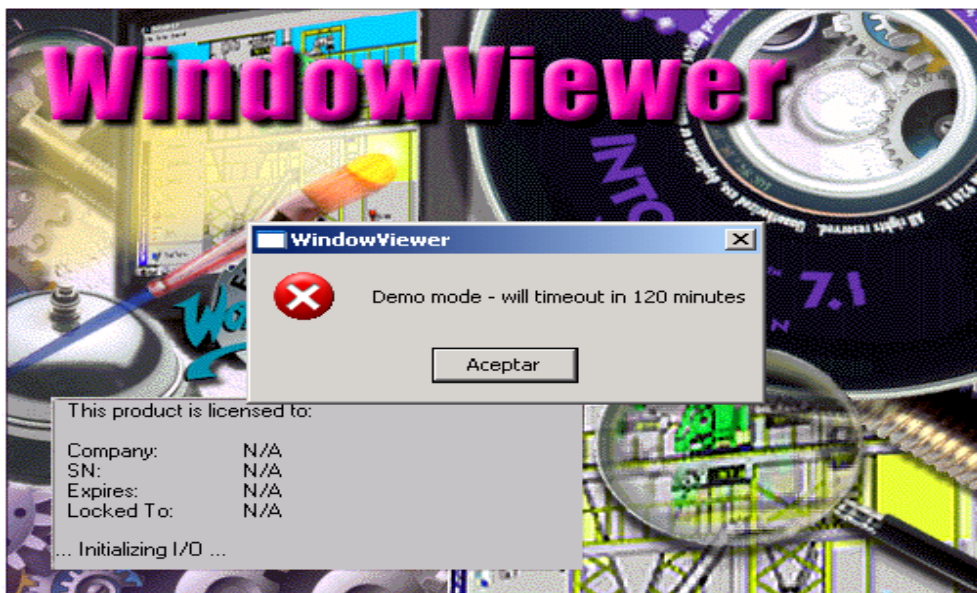


Figura 8 Ventana de ingreso a WindowViewer

9.- Finalmente aparece el mensaje indicando que si se desea iniciar la aplicación con el KEP SERVER, aquí se debe dar clic en el botón “No”, ya que la comunicación aún no está activa. Fig. 9

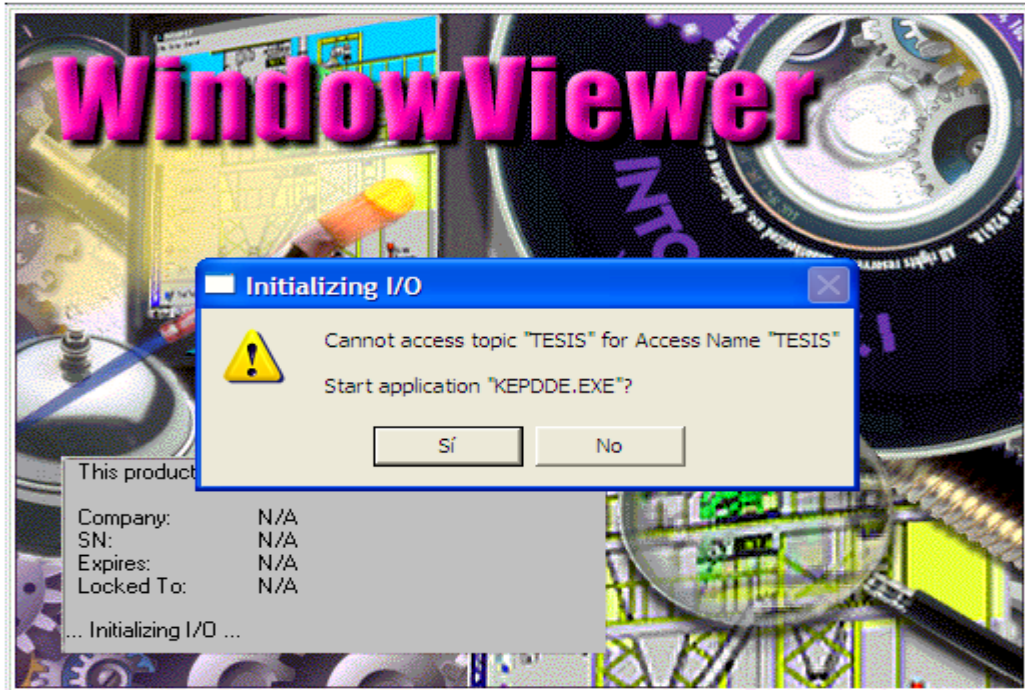


Figura 9 Mensaje de ingreso sin el KEP SERVER

10.- A continuación se debe proceder a activar el PLC, para lo cual se realizan los procedimientos especificados anteriormente para esta opción (sección 7.1.1). Se debe asegurarse que el PLC esté en la posición de RUN.

11.- Finalmente se debe activar la comunicación entre el programa Intouch y el PLC, para esto se debe abrir el programa KEPSERVER siguiendo lo indicado en las dos pantallas siguientes. Fig. 10 y Fig. 11

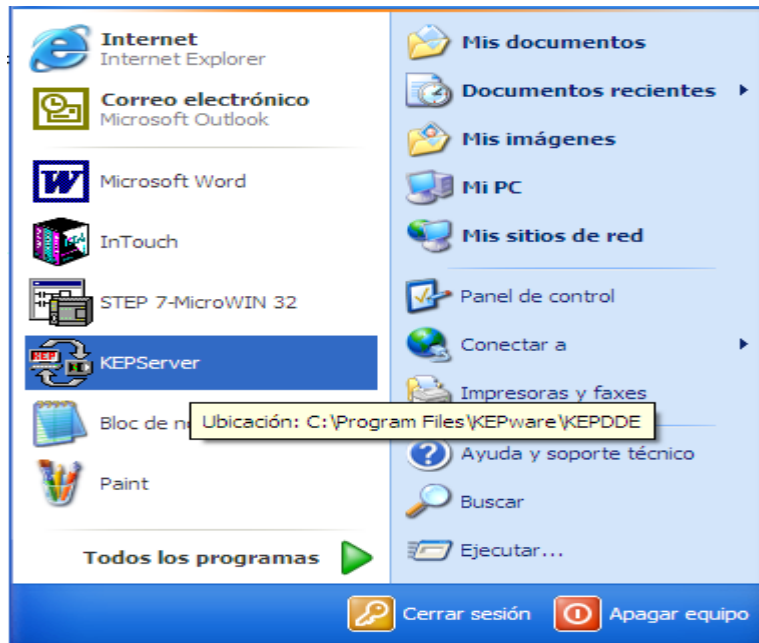


Figura 10 Activación del KEPSERVER

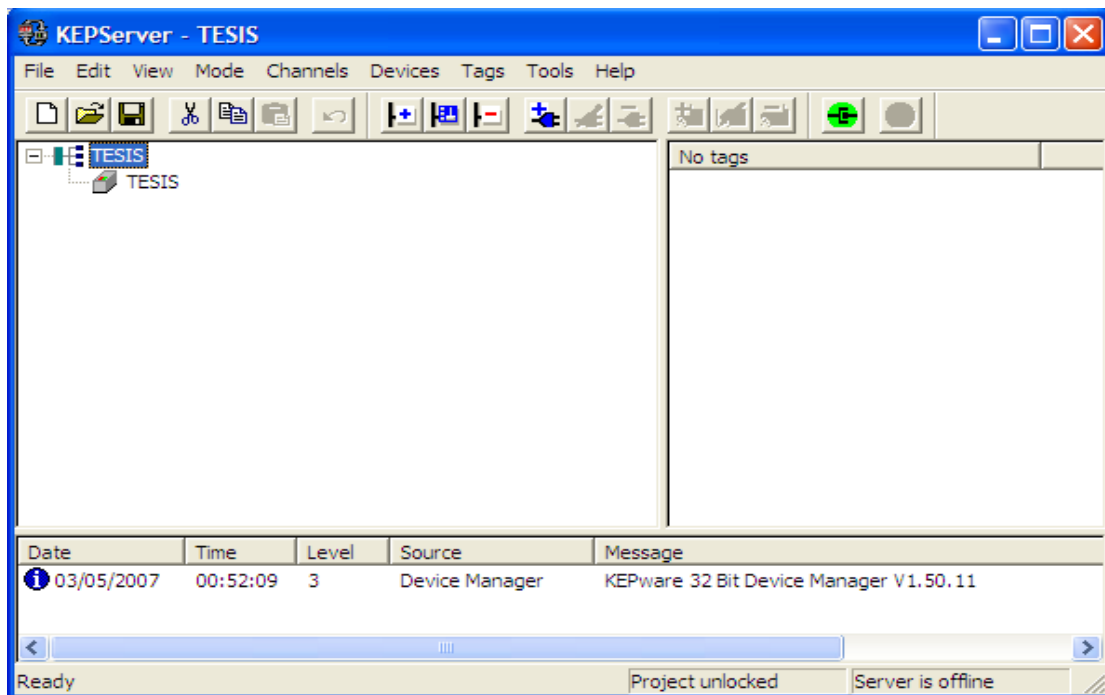


Figura 11 KEPSERVER en ejecución

12.- Con los pasos anteriores, se tiene listo la supervisión del proceso, el mismo que se lo debe hacer con la manipulación de las diferentes ventanas diseñadas. El procedimiento es el que sigue:

12.1 Cuando se ingresa al WindowViewer, la primera ventana en aparecer es la de INICIO. Fig. 12



Figura 12 Ventana de INICIO

12.2 Se debe hacer clic en el botón que dice: USUARIO (para nuestro caso tenemos dos opciones, la una es: operario; y la otra supervisor), luego se debe dar un clic en el botón que dice: CLAVE para nuestro caso debemos digitar las mismas que en USUARIO para evitarnos olvidos de las claves y por ultimo clic en: ACEPTAR CLAVE. Si la clave ingresada es correcta, se abrirá la ventana de SELECCION, caso contrario aparecerá una ventana de mensaje de clave incorrecta. Fig. 13

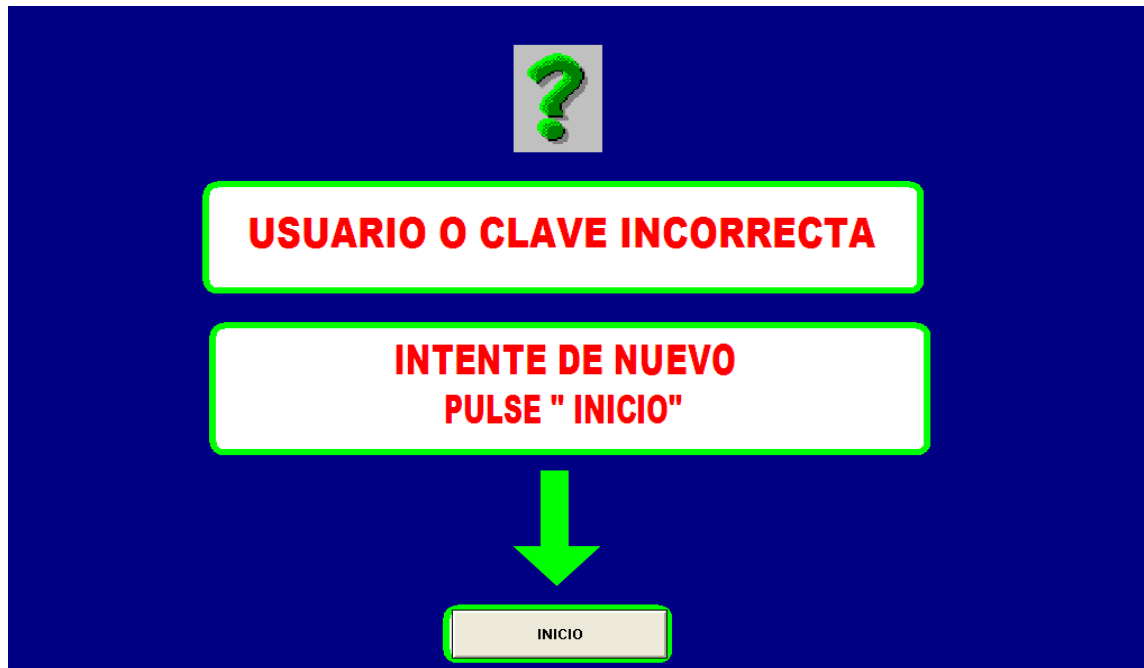


Figura 13 Ventana de indicación de clave incorrecta

12.3 En esta ventana se tiene la opción de activar el botón INICIO para volver a la pantalla INICIO y volver a ingresar el usuario y la clave. Si en la ventana de INICIO se ingresa las claves correctas se tiene acceso a la ventana de SELECCION, en la cual se puede seleccionar algunas opciones. Fig. 14



Figura 14 Ventana de SELECCION

12.4 Si seleccionamos control automático podremos ingresar a la ventana en donde podemos visualizar todo el funcionamiento del prototipo, y accionar los diferentes dispositivos en forma conjunta. Fig. 15

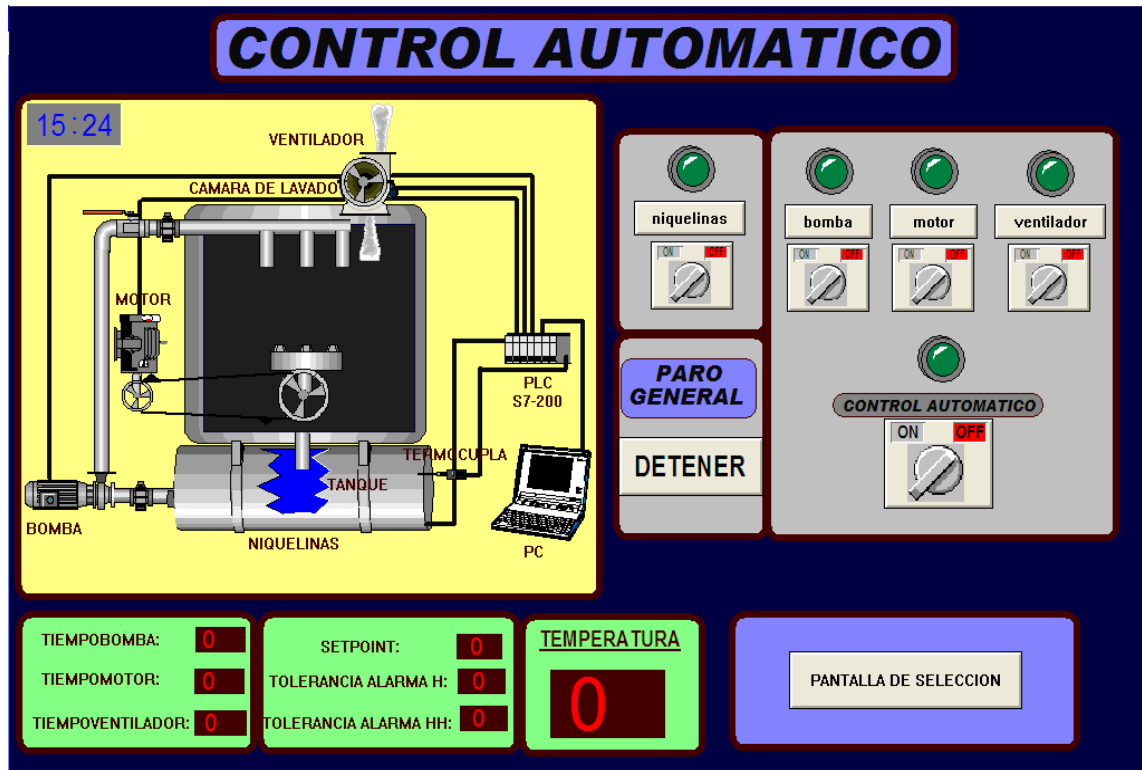


Figura 15 Ventana de control automático

12.5 Si al retornar a la ventana de SELECCIÓN sin desactivar el control automático e intentar ingresar a la ventana de control manual aparece la ventana de mensaje de error y da la posibilidad de retornar sea a la ventana de SELECCIÓN O CONTROL AUTOMATICO. Fig. 16



Figura 16 Ventana “ATENCIÓN”

12.6 Una vez desactivado el control automático podemos ingresar a la ventana de control manual en donde podemos visualizar todo el funcionamiento del prototipo, y accionar los diferentes dispositivos en forma individual. Fig. 17

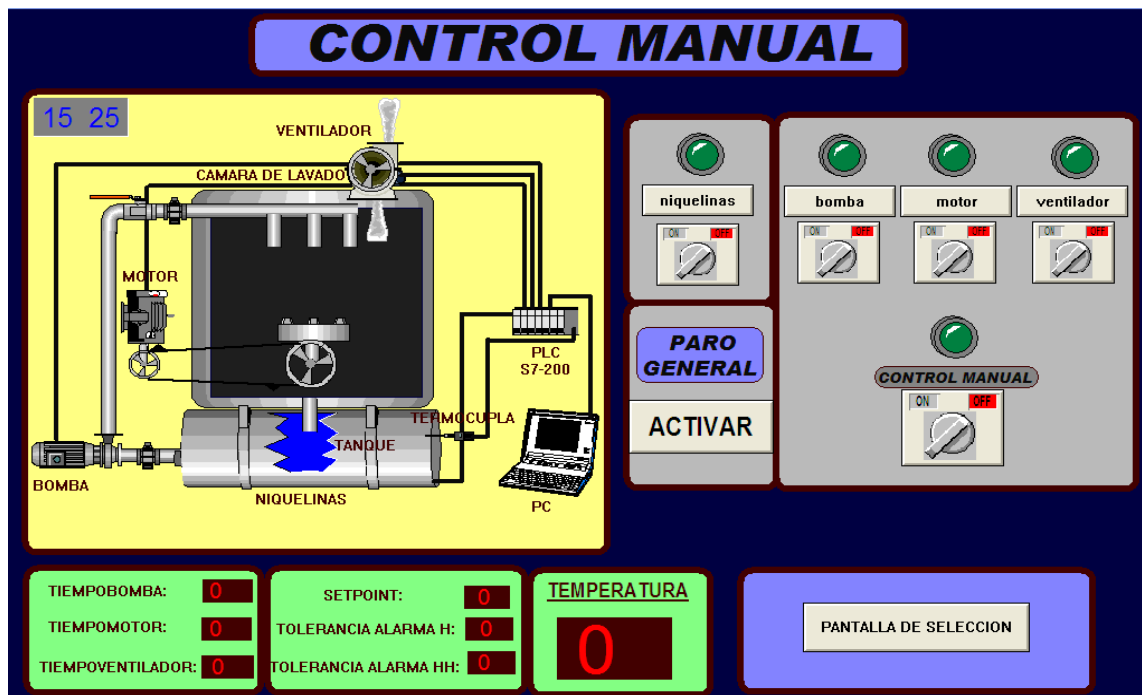


Figura 17 Ventana “CONTROL MANUAL”

12.7 Si al retornar a la ventana de SELECCIÓN sin desactivar el control manual e intentar ingresar nuevamente a la ventana de control automático aparece la ventana de mensaje de error y da la posibilidad de retornar sea a la ventana de SELECCIÓN O CONTROL MANUAL. Fig. 18



Figura 18 Ventana "ATENCIÓN1"

12.8.- Si seleccionamos el icono de ALARMAS podemos ingresar a esta ventana y visualizaremos las diferentes alarmas programadas (bomba, H, HH) además de algunos datos de las mismas. Desde esta ventana también se puede accionar el paro general. Fig. 19



Figura 19 Ventana “ALARMAS”

12.9 Si seleccionamos el icono de CURVAS EN TIEMPO REAL podremos observar las curvas de las variables de temperatura como setpoint, temperatura real, nivel de alarma H y HH. Fig. 20

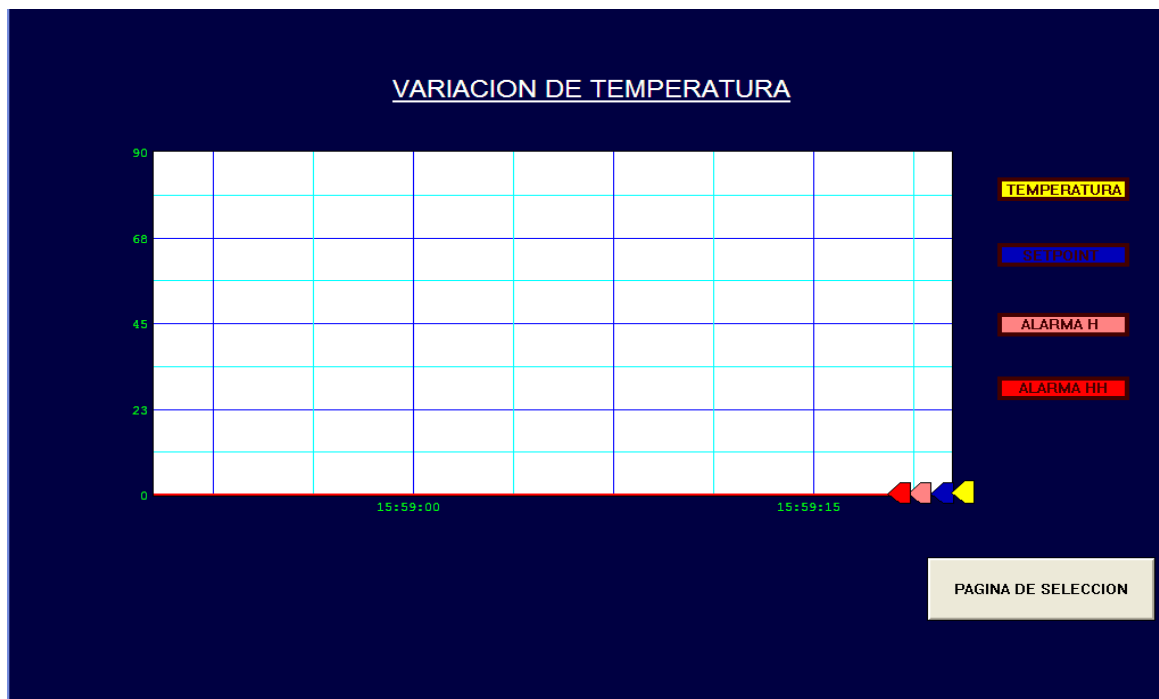


Figura 20 Ventana de curvas en tiempo real

12.10 Si seleccionamos el icono de CURVAS HISTORICAS podremos observar las curvas de las variables de temperatura como setpoint, temperatura real, nivel de alarma H y HH acumuladas desde un día anterior. Fig. 21

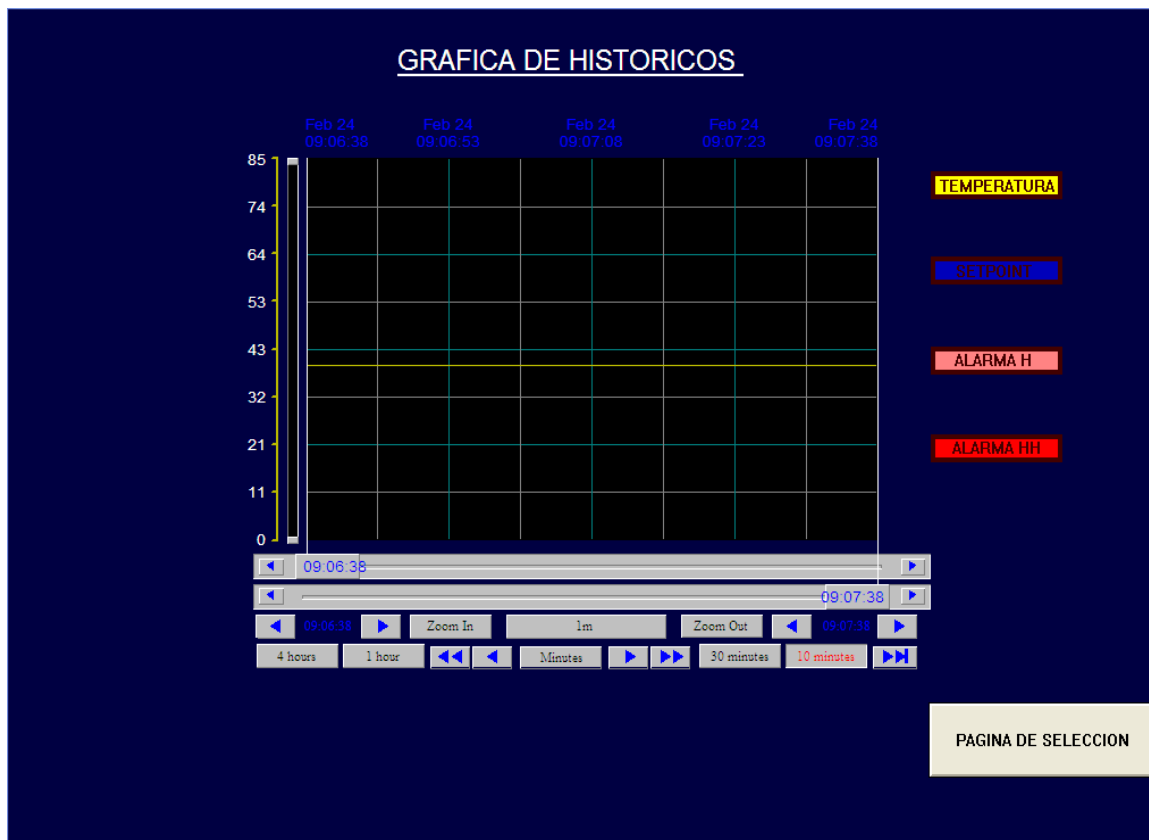


Figura 21 Ventana "CURVAS HISTORICAS"

3.- OPERACIÓN DESDE EL INTOUCH

El sistema diseñado también ofrece la posibilidad de realizar las mismas acciones que se hace desde el panel de control y PLC a partir del programa InTouch. Para esto, se deben activar los interruptores que están dispuestos junto a cada opción de operación. La activación de estos interruptores en cada pantalla de funcionamiento causará el accionamiento de las diferentes salidas del PLC, las mismas que proporcionarán las mismas acciones que se obtiene cuando se realiza control solo a través del Controlador Programable y panel de control.

4.- TIEMPO EXCEDIDO EN LA OPCION RUNTIME DEL INTOUCH

Como se indicó anteriormente, el tiempo disponible en la opción de RUNTIME es de 120 minutos (por estar utilizando un DEMO), cuando se excede este valor de tiempo, el programa se cerrará automáticamente, por lo que se debe ingresar nuevamente a la aplicación siguiendo todos los pasos descritos para este propósito.

Para evitar este inconveniente es recomendable controlar este tiempo, de modo que cuando se esté cercano a alcanzar este valor se cierre solo la opción de RUNTIME (WindowViewer) para volverla activar inmediatamente.

5.- DESACTIVADO DE TODO EL PROCESO

Una vez que se ha terminado la sesión de operación del sistema y se desea desactivarlo, se debe seguir los siguientes pasos.

- 1.- Cerrar la opción RUNTIME de InTouch, previo al desactivado de todos los controles existentes en la ventana de control manual o automático.
- 2.- Cerrar la opción WindowMaker del InTouch, previo al cierre de todas la ventanas, esto se puede hacer con las herramientas FILE/CLOSE ALL WINDOWS.
- 3.- Cerrar el KEPSERVER para que ya no exista comunicación entre la aplicación de InTouch y el PLC
- 4.- Desactivar el PLC, no sin antes de verificar que todas sus salidas estén inactivas, para que no quede ningún control o dispositivo funcionando. Luego de esto colocar el PLC en la posición STOP.

6.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA MÁQUINA

En la siguiente tabla se detalla el mantenimiento preventivo del equipo hidráulico y mecánico,

No	Revisión	Servicio
----	----------	----------

VERIFICACION ANTES DE ARRANCAR		
A	Panel de control	Comprobar
B	Tanque de almacenamiento	Comprobar
C	Temperatura de operación	Comprobar
D	Circuito hidráulico	Comprobar
E	Dispositivo giratorio	Comprobar
F	Boquillas	Comprobar
G	Sistema de evacuación de gases	Comprobar

CADA 10 HORAS DE OPERACIÓN O CADA DIA, LO QUE OCURRA PRIMERO		
A	Nivel de mezcla en el tanque de transferencia	Revisar
B	Circuito hidráulico	Revisar
C	Condición de las cadenas del sistema giratorio de la puerta.	Revisar
D	Daños en boquillas alta presión.	Revisar
E	Condición de desgaste, daños, elementos mecánicos.	Revisar
CADA 50 HORAS DE OPERACIÓN		
A	Sedimentos en el tanque de transferencia.	Revisar

B	Filtros de la cabina.	Revisar
C	Rodamientos del eje en el sistema giratorio de la puerta	Lubricar
CADA 100 HORAS DE OPERACIÓN		
A	Agua y sosa en el tanque de transferencia.	Revisar
B	Filtro de cabina.	Limpiar

CADA 250 HORAS DE OPERACIÓN		
A	Nivel de lubricante de los piñones en los ejes del sistema giratorio.	Revisar
B	Bisagras de la puerta de la cabina.	Lubricar
C	Bomba para drenaje del tanque.	Revisar
D	Sistema de evacuación de gases.	Revisar

CADA 500 HORAS DE OPERACIÓN		
A	Agua y sosa en el tanque de transferencia.	Reemplazar
B	Tensión de la cadena del sistema giratorio.	Verificar
C	Filtros de cabina.	Reemplazar

CUANDO SEA REQUERIDO		
A	Filtros	Limpiar
B	Cadena ajuste del sistema giratorio.	Ajustar al valor de torque correcto

7.- PRECAUCIONES PARA REALIZAR PRUEBAS Y AJUSTES

Las siguientes precauciones son necesarias cuando se usen tablas de valores estándar para tomar decisiones en las tablas de localización de fallas o durante las pruebas y ajustes.

1. Los valores en estas tablas son basados en valores de máquinas nuevas salidas de planta, por lo que ellas pueden llegar a ser usadas como valores patrones cuando se repare o cuando se estime desgaste después de un período de uso.
2. Los valores estándar en estas tablas para juzgar con las tablas de localización de fallas son valores para máquinas cuando son ensambladas en plantas y son resultado de varios exámenes y pruebas. Por lo tanto ellos pueden ser usados como referencia en combinación con los conocimientos de reparación y operación cuando se haga la evaluación.
3. Las tablas de valores estándar no pueden ser usadas por valores estándar por simple pretensión. En conclusión, no use estos valores solo por hacer un simple juzgamiento.

1.1

1.1

1.1

1.1

1.1

1.1

1.1 ANEXO F

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1.1

1.1

1.1

1.1

1.1

1.1

1.1 1.- DATOS TÉCNICOS DE LA CPU 224 AC/DC/RELÈ

En las siguientes tablas se indican las principales características técnicas de la CPU 224 AC/DC/RELÈ la cual ha sido seleccionada para la implementación del presente proyecto.

1.1 *Tabla 1 Datos técnicos generales de la CPU 224 AC/DC/RELÈ*

DESCRIPCIÓN	..1 CARACTERÍSTICAS
Dimensiones	120.5 mm x 80 mm x 62 mm
Peso	410gr.
Disipación de potencia	10 W
Entradas digitales integradas	14 entradas
Salidas digitales integradas	10 salidas
Contadores	256 contadores
Contadores rápidos (32 bits)	6 contadores rápidos
Salida de impulsos	2, con una frecuencia de reloj de 20 KHz
Interrupciones temporizadas	2 con resolución de 1 mseg.
Interrupciones de flanco	4 flancos positivos y/o flancos negativos
Reloj de tiempo real	7 márgenes de 0.2 mseg a 12.8 mseg
Tamaño del programa	4096 palabras
Tamaño del bloque de datos	2560 palabras
No. De módulos de ampliación	256 E/S
Marcas internas	256 bits
Temporizadores	256 temporizadores
Velocidad de ejecución booleana	0.37 useg Por operación
Velocidad de transferir palabra	34 useg por operación
Velocidad de ejecución de temporizadores/contadores	50 us a 64 us por operación

Velocidad de ejecución aritmética de precisión simple	46 us por operación
Velocidad de ejecución aritmética en coma flotante	100 us a 400 us por operación
Tiempo de respaldo por condensador	Típico: 190 h. Mínimo: 120 h a 40 °C

1.1 **Tabla 2 Características de comunicación integrada de la CPU 224 AC/DC/RELÈ**

..1 DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
Número de puertos	1 puerto
Interfase eléctrico	RS-485
Velocidades de transferencia PPI/MPI	9.6, 19.2 y 187.5 Kbits/s
Longitud máxima del cable por segmento	1200 m
Número máximo de estaciones	32 estaciones por segmento, 126 por red
Número máximo de maestros	32 maestros
Modo maestro PPI (NETR/NETW)	Si
Enlaces MPI	1 OP

1.1 **Tabla 3 Características de alimentación de la CPU 224 AC/DC/RELÈ**

..1 DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
Tensión de línea	AC 85 a 264V / 47 a 63 Hz
Corriente de entrada (sólo CPU)/carga max.	35/100 mA a AC 240 V 35/220 mA a AC 120 V
Tiempo de retardo (pérdida de corriente)	80 ms de AC 240V, 20 ms de 120 AC
Fusible interno (no reemplazable por usuario)	2 A, 250 V, de acción lenta
Alimentación de sensores de 24 VDC	20.4 VDC a 28.8 VDC
Corriente máxima para alimentación sensores	280 mA
Aislamiento de alimentación de sensores	Sin aislamiento

1.1 Tabla 4 Características de las entradas de la CPU 224 AC/DC/RELÈ

..1 DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
Número de entradas integradas	14 entradas
Tipo de entrada	Sumidero de corriente/fuente
Tensión máxima continua admisible	30 VDC
Sobretensión transitoria	35 VDC, 0.5 s
Valor nominal	24 VDC a 4 mA
Señal 1 lógica	Mínimo 15 VDC a 2.5 mA
Señal 0 lógica	Máximo 5 VDC a 1 mA
Separación galvánica	500 VAC, 1 minuto
Grupos de aislamiento	De 8 y 6 entradas

1.1

1.1 Tabla 5 Características de las salidas de la CPU 224 AC/DC/RELÈ

..1 DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
Número de salidas integradas	10 salidas
Tipo de entrada	Rele, contacto de baja potencia
Margen de tensión de salida	5 VDC a 30 VDC o 5 AC a 250 AC
Corriente de salida	2 A
Número de grupos de salidas	3
Corriente máxima por grupo	8 A
Protección contra sobrecargas	No
Longitud del cable	No apantallado: 150 m, apantallado: 500 m

1.1 2.- DATOS TÉCNICOS DEL MÓDULO DE EXPANSIÓN EM 235

En la siguiente tabla se indica las principales características técnicas del módulo de expansión EM 235 el cual ha sido seleccionado para la implementación del presente proyecto.

1.1 Tabla 6 Datos Técnicos del módulo de expansión analógico


1.1

DESCRIPCIÓN	..1 CARACTERÍSTICAS
Dimensiones	71.2 mm x 80 mm x 62 mm
Peso	186 gr.
Disipación de potencia	2 W
Entradas analógicas	4 entradas
Salidas analógicas	1 salidas
Consumo de corriente	30mA
Margen de tensión	24.4 a 28.8 V
Indicador Led	Alimentación DC 24V ON = Correcta; OFF = Sin corriente
Formato palabra de datos Bipolar margen máximo	-32000 a 32000

Unipolar margen máximo	0 a 32000
Impedancia de entrada	> = 10Megas
Atenuación filtro de entrada	-3db; 3.1khz
Tensión de entrada máxima	DC 30V
Corriente de entrada máxima	32 mA
Resolución	Convertidor A/D de 12 bits
Aislamiento	Ninguno
Tipo de entrada	Diferencial
Tiempo de conversión A/D	< 250 us
Rechazo en modo común	40db DC a 60hz
Tensión en modo común	Tensión de señal mas tensión en Modo común debe ser <= 12 V

1.1 3.- DATOS TÉCNICOS DE LA BOMBA HIDRÁULICA

1.1 Tabla 1.7 Datos Técnicos de la bomba hidráulica

	Bomba hidráulica
	Voltaje: 110V Ca
	Frecuencia: 60Hz
	Corriente: 3.4A
	Potencia: 0.5Hp
	Numero de revoluciones: 3400rpm
	Procedencia: Italia
	Qmax.= 40 lit/min

1.1

1.1 4.- DATOS TÉCNICOS DEL MOTOR ELÉCTRICO

1.1 Tabla 1.8 Datos Técnicos del motor eléctrico

	Motor eléctrico
	Voltaje: 115V Ca
	Frecuencia: 80Hz
	Corriente: 1.15A
	Capacitancia: 10uF
	Potencia: 39w
	Numero de revoluciones: 1800 rpm

ANEXO G

TABLAS DE DISEÑO

Tabla 13-4 Especificaciones de potencia, cadena estándar de tramo único con rodamientos, número 40, paso de 1/2"

No. de dientes en la rueda dentada pequeña	Revoluciones por minuto—rueda dentada pequeña																								
	10	25	50	100	200	300	400	500	700	900	1 000	1 200	1 400	1 600	1 800	2 100	2 400	2 700	3 000	3 500	4 000	5 000	6 000	7 000	8 000
9	0.04	0.10	0.19	0.35	0.65	0.93	1.21	1.48	2.00	2.51	2.75	3.25	3.73	4.12	3.45	2.74	2.24	1.88	1.60	1.27	1.04	0.75	0.57	0.45	0.37
10	0.05	0.11	0.21	0.39	0.73	1.04	1.35	1.65	2.24	2.81	3.09	3.64	4.18	4.71	4.04	3.21	2.63	2.20	1.88	1.49	1.22	0.87	0.66	0.53	0.43
11	0.05	0.12	0.23	0.43	0.80	1.16	1.50	1.83	2.48	3.11	3.42	4.03	4.63	5.22	4.66	3.70	3.03	2.54	2.17	1.72	1.41	1.01	0.77	0.61	0.50
12	0.06	0.14	0.25	0.47	0.88	1.27	1.65	2.01	2.73	3.42	3.76	4.43	5.09	5.74	5.31	4.22	3.45	2.89	2.47	1.96	1.60	1.15	0.87	0.69	0.57
13	0.06	0.15	0.28	0.52	0.96	1.39	1.80	2.20	2.97	3.73	4.10	4.83	5.55	6.26	5.99	4.76	3.89	3.26	2.79	2.21	1.81	1.29	0.98	0.78	0.64
14	0.07	0.16	0.30	0.56	1.04	1.50	1.95	2.38	3.22	4.04	4.44	5.23	6.01	6.78	6.70	5.31	4.35	3.65	3.11	2.47	2.02	1.45	1.10	0.87	0.71
15	0.07	0.17	0.32	0.60	1.12	1.62	2.10	2.56	3.47	4.35	4.78	5.64	6.47	7.30	7.43	5.89	4.82	4.04	3.45	2.74	2.24	1.60	1.22	0.97	0.79
16	0.08	0.19	0.35	0.65	1.20	1.74	2.25	2.75	3.72	4.66	5.13	6.04	6.94	7.83	8.18	6.49	5.31	4.45	3.80	3.02	2.47	1.77	1.34	1.07	0.87
17	0.08	0.20	0.37	0.69	1.29	1.85	2.40	2.93	3.97	4.98	5.48	6.45	7.41	8.36	8.96	7.11	5.82	4.88	4.17	3.31	2.71	1.94	1.47	1.17	0.96
18	0.09	0.21	0.39	0.73	1.37	1.97	2.55	3.12	4.22	5.30	5.82	6.86	7.88	8.89	9.76	7.75	6.34	5.31	4.54	3.60	2.95	2.11	1.60	1.27	0
19	0.09	0.22	0.42	0.78	1.45	2.09	2.71	3.31	4.48	5.62	6.17	7.27	8.36	9.42	10.5	8.40	6.88	5.76	4.92	3.91	3.20	2.29	1.74	1.38	0
20	0.10	0.24	0.44	0.82	1.53	2.21	2.86	3.50	4.73	5.94	6.53	7.69	8.83	9.96	11.1	9.07	7.43	6.22	5.31	4.22	3.45	2.47	1.88	1.49	0
21	0.11	0.25	0.46	0.87	1.62	2.33	3.02	3.69	4.99	6.26	6.88	8.11	9.31	10.5	11.7	9.76	7.99	6.70	5.72	4.54	3.71	2.66	2.02	1.60	0
22	0.11	0.26	0.49	0.91	1.70	2.45	3.17	3.88	5.25	6.58	7.23	8.52	9.79	11.0	12.3	10.5	8.57	7.18	6.13	4.87	3.98	2.85	2.17	1.72	0
23	0.12	0.27	0.51	0.96	1.78	2.57	3.33	4.07	5.51	6.90	7.59	8.94	10.3	11.6	12.9	11.2	9.16	7.68	6.55	5.20	4.26	3.05	2.32	1.84	0
24	0.13	0.29	0.54	1.00	1.87	2.69	3.48	4.26	5.76	7.23	7.95	9.36	10.8	12.1	13.5	11.9	9.76	8.18	6.99	5.54	4.54	3.25	2.47	1.96	0
25	0.13	0.30	0.56	1.05	1.95	2.81	3.64	4.45	6.02	7.55	8.30	9.78	11.2	12.7	14.1	12.7	10.4	8.70	7.43	5.89	4.82	3.45	2.63	0	
26	0.14	0.31	0.58	1.09	2.04	2.93	3.80	4.64	6.28	7.88	8.66	10.2	11.7	13.2	14.7	13.5	11.0	9.23	7.88	6.25	5.12	3.66	2.79	0	
28	0.15	0.34	0.63	1.18	2.20	3.18	4.11	5.03	6.81	8.54	9.39	11.1	12.7	14.3	15.9	15.0	12.3	10.3	8.80	6.99	5.72	4.09	3.11	0	
30	0.16	0.37	0.68	1.27	2.38	3.42	4.43	5.42	7.33	9.20	10.1	11.9	13.7	15.4	17.2	16.7	13.6	11.4	9.76	7.75	6.34	4.54	3.45	0	
32	0.17	0.39	0.73	1.36	2.55	3.67	4.75	5.81	7.86	9.86	10.8	12.8	14.7	16.5	18.4	18.4	15.0	12.6	10.8	8.64	6.99	5.00	0		
35	0.19	0.43	0.81	1.50	2.81	4.04	5.24	6.40	8.66	10.9	11.9	14.1	16.2	18.2	20.3	21.0	17.2	14.4	12.3	9.76	7.99	5.72	0		
40	0.22	0.50	0.93	1.74	3.24	4.67	6.05	7.39	10.0	12.5	13.8	16.3	18.7	21.1	23.4	25.7	21.0	17.6	15.0	11.9	9.76	6.99	0		
45	0.25	0.57	1.06	1.97	3.68	5.30	6.87	8.40	11.4	14.2	15.7	18.5	21.2	23.9	26.6	30.5	25.1	21.0	17.9	14.2	11.7	0			

TIPO I

TIPO II

TIPO III

Fuente: se reimprime de *Chains for Power Transmission and Material Handling*, p. 147, por cortesía de Marcel Dekker, Inc.

TIPO I: Lubricación manual o por goteo

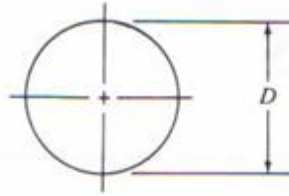
TIPO II: Lubricación por disco o baño

TIPO III: lubricación por flujo de aceite

El límite de rpm para cada tipo de lubricación se lee a partir de la columna hacia la izquierda de la línea límite que se ilustra.

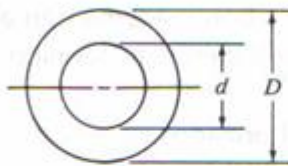
APENDICE 1 PROPIEDADES DE AREA

Circular



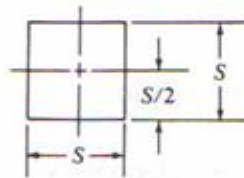
$$\begin{aligned}
 A &= \pi D^2/4 & r &= D/4 \\
 I &= \pi D^4/64 & J &= \pi D^4/32 \\
 Z &= \pi D^3/32 & Z_p &= \pi D^3/16
 \end{aligned}$$

Circular hueca (tubo)



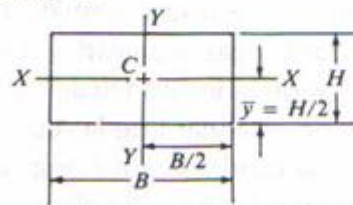
$$\begin{aligned}
 A &= \pi(D^2 - d^2)/4 & r &= \sqrt{D^2 + d^2}/4 \\
 I &= \pi(D^4 - d^4)/64 & J &= \pi(D^4 - d^4)/32 \\
 Z &= \pi(D^4 - d^4)/32D & Z_p &= \pi(D^4 - d^4)/16D
 \end{aligned}$$

Cuadrada



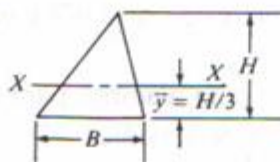
$$\begin{aligned}
 A &= S^2 & r &= S/\sqrt{12} \\
 I &= S^4/12 \\
 Z &= S^3/6
 \end{aligned}$$

Rectangular



$$\begin{aligned}
 A &= BH & r_x &= H/\sqrt{12} \\
 I_x &= BH^3/12 & r_y &= B/\sqrt{12} \\
 Z_x &= BH^2/6
 \end{aligned}$$

Triangular



$$\begin{aligned}
 A &= BH/2 & r &= H/\sqrt{18} \\
 I &= BH^3/36 \\
 Z &= BH^2/24
 \end{aligned}$$

APENDICE 3 PROPIEDADES DE LOS ACEROS AL CARBON Y CON ALEACIONES

Número de designación del material (número AISI)	Condición	Resistencia a la tracción		Resistencia a punto cedente		Ductibilidad (elongación porcentual en 2 pulg)	Dureza Brinell (HB)
		Ksi S_u	MPa	Ksi S_y	MPa		
1020	Rolado en caliente	55	379	30	207	25	111
1020	Extruido en frío	61	420	51	352	15	122
1020	Recocido	60	414	43	296	38	121
1040	Rolado en caliente	72	496	42	290	18	144
1040	Extruido en frío	80	552	71	490	12	160
1040	OQT 1300	88	607	61	421	33	183
1040	OQT 400	113	779	87	600	19	262
1050	Rolado en caliente	90	620	49	338	15	180
1050	Extruido en frío	100	690	84	579	10	200
1050	OQT 1300	96	662	61	421	30	192
1050	OQT 400	143	986	110	758	10	321
1117	Rolado en caliente	62	427	34	234	33	124
1117	Extruido en frío	69	476	51	352	20	138
1117	WQT 350	89	614	50	345	22	178
1137	Rolado en caliente	88	607	48	331	15	176
1137	Extruido en frío	98	676	82	565	10	196
1137	OQT 1300	87	600	60	414	28	174
1137	OQT 400	157	1083	136	938	5	352
1144	Rolado en caliente	94	648	51	352	15	188
1144	Extruido en frío	100	690	90	621	10	200
1144	OQT 1300	96	662	68	469	25	200
1144	OQT 400	127	876	91	627	16	277
1213	Rolado en caliente	55	379	33	228	25	110
1213	Extruido en frío	75	517	58	340	10	150
12L13	Rolado en caliente	57	393	34	234	22	114
12L13	Extruido en frío	70	483	60	414	10	140
1340	Recocido	102	703	63	434	26	207
1340	OQT 400	285	1960	234	1610	8	578
1340	OQT 700	221	1520	197	1360	10	444
1340	OQT 1000	144	993	132	910	17	363
1340	OQT 1300	100	690	75	517	25	235
3140	Recocido	95	655	67	462	25	187
3140	OQT 400	280	1930	248	1710	11	555
3140	OQT 700	220	1520	200	1380	13	461
3140	OQT 1000	152	1050	133	920	17	311
3140	OQT 1300	115	792	94	648	23	233
4130	Recocido	81	558	52	359	28	156
4130	WQT 400	234	1610	197	1360	12	461
4130	WQT 700	208	1430	180	1240	13	415
4130	WQT 1000	143	986	132	910	16	302
4130	WQT 1300	98	676	89	614	28	202
4140	Recocido	95	655	60	414	26	197
4140	OQT 400	290	2000	251	1730	11	578
4140	OQT 700	231	1590	212	1460	13	461
4140	OQT 1000	168	1160	152	1050	17	341
4140	OQT 1300	117	807	100	690	23	235

<i>Uso</i>	<i>Vida útil de diseño</i> L_{10}, h
Aparatos domésticos	1 000–2 000
Motores para aviones	1 000–4 000
Automotriz	1 500–5 000
Equipo agrícola	3 000–6 000
Elevadores, ventiladores industriales, engranes de uso múltiple	8 000–15 000
Motores eléctricos, ventiladores industriales con tolva, máquinas industriales en general	20 000–30 000
Bombas y compresoras	40 000–60 000
Equipo crítico en operación continua las 24 horas	100 000–200 000

Fuente. Eugene A. Avallone y Theodore Baumeister III, eds. *Marks' Standard Handbook for Mechanical Engineers*, 9ª edición. Nueva York: McGraw-Hill Book Company, 1986.

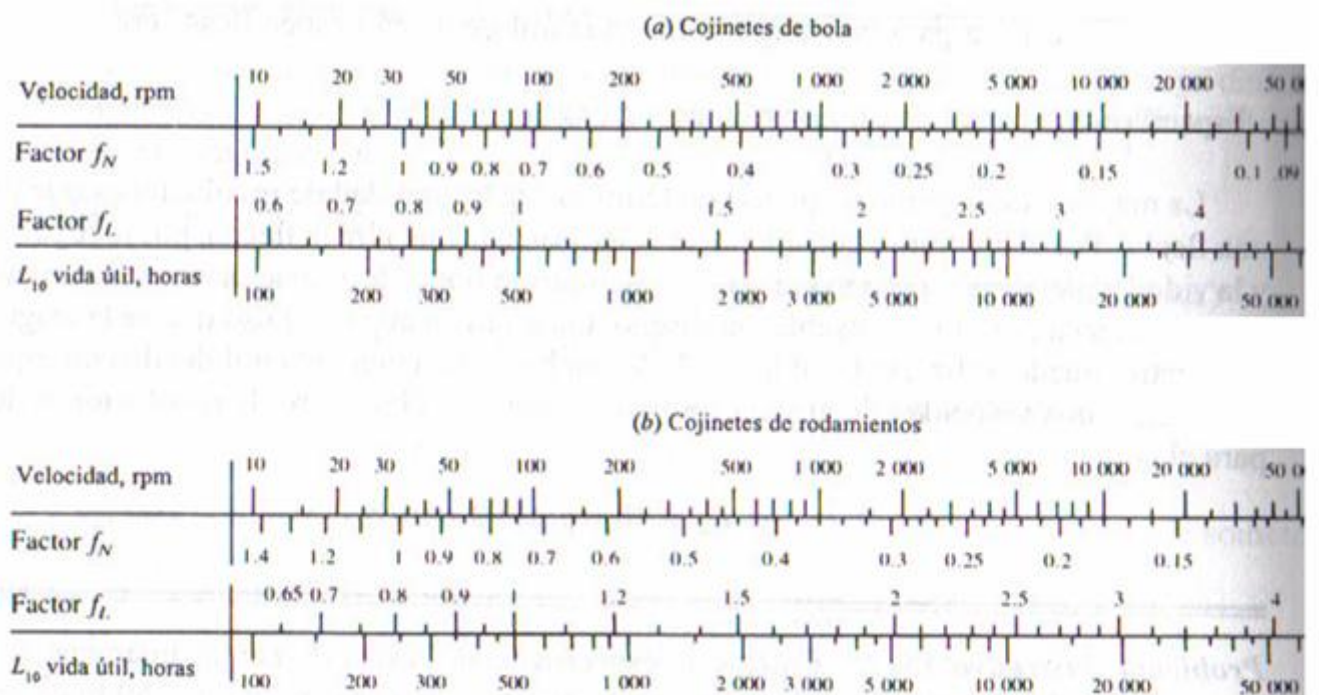
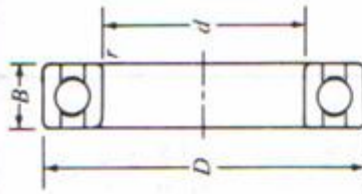


Figura 15-12 Factores de velocidad y de vida útil para cojinetes de bolas y de rodamientos

Datos para selección de cojinetes bola, de hilera única, ranura profunda, tipo Conrad

Serie 6200



Número de cojinete	Dimensiones nominales de los cojinetes										Diámetro de hombro que se prefiere		Peso del cojinete lb	Especif. básica en cuanto a carga estática lb	Especif. básica en cuanto a carga dinámica lb
	d		D		B		r*	Flecha	Carcasa	Peso del cojinete					
	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg									
6200	10	0.3937	30	1.1811	9	0.3543	0.024	0.500	0.984	0.07	520	885			
6201	12	0.4724	32	1.2598	10	0.3937	0.024	0.578	1.063	0.08	675	1180			
6202	15	0.5906	35	1.3780	11	0.4331	0.024	0.703	1.181	0.10	790	1320			
6203	17	0.6693	40	1.5748	12	0.4724	0.024	0.787	1.380	0.14	1010	1660			
6204	20	0.7874	47	1.8504	14	0.5512	0.039	0.969	1.614	0.23	1400	2210			
6205	25	0.9843	52	2.0472	15	0.5906	0.039	1.172	1.811	0.29	1610	2430			
6206	30	1.1811	62	2.4409	16	0.6299	0.039	1.406	2.205	0.44	2320	3350			
6207	35	1.3780	72	2.8346	17	0.6693	0.039	1.614	2.559	0.64	3150	4450			
6208	40	1.5748	80	3.1496	18	0.7087	0.039	1.811	2.874	0.82	3650	5050			
6209	45	1.7717	85	3.3465	19	0.7480	0.039	2.008	3.071	0.89	4150	5650			
6210	50	1.9685	90	3.5433	20	0.7874	0.039	2.205	3.268	1.02	4650	6050			
6211	55	2.1654	100	3.9370	21	0.8268	0.059	2.441	3.602	1.36	5850	7500			
6212	60	2.3622	110	4.3307	22	0.8661	0.059	2.717	3.996	1.73	7250	9050			
6213	65	2.5591	120	4.7244	23	0.9055	0.059	2.913	4.390	2.18	8000	9900			
6214	70	2.7559	125	4.9213	24	0.9449	0.059	3.110	4.587	2.31	8800	10800			
6215	75	2.9528	130	5.1181	25	0.9843	0.059	3.307	4.783	2.64	9700	11400			
6216	80	3.1496	140	5.5118	26	1.0236	0.079	3.504	5.118	3.09	10500	12600			
6217	85	3.3465	150	5.9055	28	1.1024	0.079	3.740	5.512	3.97	12300	14600			
6218	90	3.5433	160	6.2992	30	1.1811	0.079	3.937	5.906	4.74	14200	16600			
6219	95	3.7402	170	6.6929	32	1.2598	0.079	4.213	6.220	5.73	16300	18800			
6220	100	3.9370	180	7.0866	34	1.3386	0.079	4.409	6.614	6.94	18600	21100			
6221	105	4.1339	190	7.4803	36	1.4173	0.079	4.606	7.008	8.15	20900	23000			
6222	110	4.3307	200	7.8740	38	1.4961	0.079	4.803	7.402	9.59	23400	24900			
6224	120	4.7244	215	8.4646	40	1.5748	0.079	5.197	7.992	11.4	26200	26900			

**Factores radiales y de empuje para cojinetes de hilera
única, ranura profunda**

e	T/C_o	Y	e	T/C_o	Y
0.19	0.014	2.30	0.34	0.170	1.31
0.22	0.028	1.99	0.38	0.280	1.15
0.26	0.056	1.71	0.42	0.420	1.04
0.28	0.084	1.55	0.44	0.560	1.00
0.30	0.110	1.45			

Nota: $X = 0.56$ para todos los valores de Y .

Cambios Sugeridos del Aire para una Ventilación Apropriada

$$\text{pcm} = \frac{\text{Dimensiones del lugar}}{\text{Min./Cambio}}$$

$$\text{Dimensiones del Lugar} = \text{Largo} \times \text{Ancho} \times \text{Alto}$$

<u>Area</u>	<u>Min./Cambio</u>	<u>Area</u>	<u>Min./Cambio</u>	<u>Area</u>	<u>Min./Cambio</u>
Pasillo	3-10	Salón de Baile	3-7	Tienda de Maquinaria	3-6
Atico	2-4	Comedor	4-8	Fabrica de Papel	3-8
Auditorio	3-10	Tintoreria	2-5	Oficina	2-8
Panaderta	2-3	Cuarto de Maquinas	1-3	Empacadora	2-5
Bar	2-4	Fabrica	2-7	Cabina de Proyección	1-2
Establo	12-18	Fundición	1-5	Cuarto de Recreación	2-8
Cuarto de Calefacción	1-3	Taller	2-10	Residencia	2-6
Club de Boliche	3-7	Cuarto de Generadores	2-5	Restaurante	5-10
Cafeteria	3-5	Gimnasio	3-8	Cuarto de Baño	5-7
Iglesia	4-10	Cocina	1-5	Tienda	3-7
Salón de Clases	4-6	Laboratorio	2-5	Salón de Espera	1-5
Salón para Clubes	3-7	Lavandera	2-4	Almacén	3-10

GUIA PARA LA PRESION ESTATICA

Sin ducto:	0.05" to 0.20"
Con ducto:	0.2" to 0.40" por cada 100 pies de ducto (asumiendo que la velocidad del aire dentro del ducto es de 1,000-1,800 Pies/Min.)
Instalación:	0.08" por cada elemento instalado (codo, rejilla, compuerta, etc.)
Campana de Cocina:	0.625" to 1.50"

Importante: Los requisitos para la presión estática son significativamente afectados por la cantidad de aire de relleno proporcionado en un área. Insuficiente aire de relleno o suministro aumentará la presión estática y reducirá la cantidad de aire a extraer. Recuerde, por cada pie cúbico de aire que se extrae, tiene que ser suministrado otro pie cúbico de aire.

MODELO (Rango de las rpm)	hp	rpm	TS	PRESION ESTÁTICA/ CAPACIDAD																	
				0.000		0.125		0.250		0.375		0.500		0.625		0.750		0.875		1.000	
				sona	Bhp	sona	Bhp	sona	Bhp	sona	Bhp	sona	Bhp	sona	Bhp	sona	Bhp	sona	Bhp	sona	Bhp
GB-140-5 (1125-1360)	1/2	1360	5207	2522		2433		2346		2258		2166		2062		1942		1792		1602	
				14.6	0.48	14.3	0.50	13.9	0.51	13.5	0.52	13.1	0.52	12.7	0.52	12.2	0.53	11.6	0.52	11.0	0.51
GB-140	3/4	1545	5915	2866		2787		2709		2634		2556		2475		2384		2286		2176	
				17.6	0.71	18.0	0.72	17.4	0.74	17.1	0.75	16.8	0.76	15.9	0.77	14.9	0.77	14.8	0.77	14.7	0.78
GB-160-4 (634-865)	1/4	785	3416	2318		2104		1875		1587											
				8.9	0.18	8.5	0.19	8.3	0.19	7.8	0.19										
		865	3764	2555		2359		2162		1932		1624									
				10.6	0.24	10.1	0.25	9.7	0.26	9.4	0.26	8.8	0.25								
GB-160-5 (852-1100)	1/2	985	4287	2909		2737		2567		2382		2176		1914		1550					
				13.4	0.35	12.7	0.36	12.3	0.37	11.9	0.38	11.5	0.38	10.9	0.37	10.2	0.35				
		1100	4787	3249		3094		2943		2786		2614		2428		2197		1899			
				15.3	0.48	14.7	0.50	14.1	0.52	13.8	0.53	13.5	0.53	13.0	0.53	12.5	0.52	12.0	0.50		
GB-180-3 (618-810)	1/3	770	3729	2994		2833		2651		2427		2139		1700							
				8.1	0.25	9.2	0.26	9.1	0.29	8.5	0.30	7.8	0.30	7.4	0.28						
		810	3923	3150		2997		2832		2624		2375		2053							
				10.6	0.29	10.3	0.31	10.0	0.33	9.3	0.35	8.6	0.35	8.2	0.34						
GB-180-5 (700-940)	1/2	900	4359	3500		3364		3219		3052		2858		2624		2347		1821			
				12.7	0.40	12.4	0.42	12.1	0.44	11.3	0.46	10.5	0.48	10.2	0.48	9.8	0.47	9.2	0.43		
		940	4553	3655		3527		3388		3234		3052		2844		2601		2272			
				13.6	0.46	13.4	0.47	13.1	0.49	12.3	0.52	11.4	0.54	11.0	0.55	10.6	0.54	10.1	0.52		
GB-180-7 (764-1055)	3/4	1000	4843	3888		3768		3638		3504		3339		3164		2952		2712		2387	
				15.2	0.55	14.7	0.57	13.7	0.58	13.3	0.62	13.0	0.64	12.4	0.66	11.9	0.66	11.6	0.65	11.1	0.63
		1055	5109	4102		3989		3866		3741		3596		3432		3251		3050		2811	
				16.2	0.65	15.7	0.67	14.9	0.68	14.4	0.72	14.0	0.74	13.5	0.76	12.9	0.77	12.7	0.77	12.4	0.77
GB-180	1	1185	5739	4607		4507		4400		4290		4179		4045		3900		3753		3575	
				19.0	0.91	18.4	0.94	17.8	0.96	17.4	0.98	17.1	1.03	16.7	1.05	16.2	1.07	15.8	1.10	15.4	1.10
	1%	1335	6465	5191		5102		5010		4912		4814		4715		4599		4474		4343	
				22.0	1.31	22.0	1.33	21.0	1.36	21.0	1.37	21.0	1.41	20.0	1.47	19.9	1.49	19.5	1.51	19.2	1.54
	2	1460	7071	5677		5595		5514		5424		5335		5245		5155		5049		4938	
				26.0	1.71	25.0	1.74	24.0	1.77	24.0	1.79	24.0	1.81	24.0	1.86	23.0	1.93	23.0	1.95	23.0	1.97
GB-200-5 (512-770)	1/2	700	3917	3873		3591		3307		2973		2493									
				10.3	0.39	9.6	0.40	9.2	0.41	8.6	0.41	7.8	0.40								
		770	4308	4260		4013		3744		3477		3140		2643							
				12.1	0.52	11.0	0.53	10.7	0.55	10.2	0.55	9.8	0.55	9.3	0.52						

ANEXO G

MEMORIA TÉCNICA

PROYECTO DE TESIS

MEMORIA TÉCNICO-DESCRIPTIVA

- Datos Generales
- Antecedentes
- Justificación
- Partes que conforman la máquina lavadora de partes y piezas
- Funcionamiento de la maquina
- Función específica de cada elemento
- Características del mecanismo
- Selección de la plataforma de automatización y especificación de requisitos del sistema
- Diagrama de bloques
- Selección de componentes
- Selección del plc
- Selección de I/O servers
- Selección del software de control
- Diseño de los planos eléctricos
- Selección del software para las interfaces HMI
- Análisis Técnico Económico
- Planos eléctricos
- Planos mecánicos

1.- DATOS GENERALES

Nombre del proyecto : DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE UNA MÁQUINA LAVADORA DE PARTES Y PIEZAS DE MAQUINARIA PESADA PARA EL CENTRO DE MANTENIMIENTO, ABASTECIMIENTO Y TRANSPORTE DEL CUERPO DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO

Nombre de la Institución: CUERPO DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO

Ubicación: QUITO, CALLE RODRIGO DE CHAVEZ # 1050

Proyectistas: SGOS. DE A. EDISON F. TOAQUIZA P, Y CBOP. DE COM. LUIS F. ANDRADE B.

2.- ANTECEDENTES

El Centro de Mantenimiento, Abastecimiento y Transporte (CEMAT) del Cuerpo de Ingenieros del Ejército dispone de un taller de mecánica automotriz y una de sus secciones está destinada al lavado de partes y piezas de la maquinaria pesada que posee. Debido a que no existe ningún dispositivo mecánico (máquina) el lavado de las mismas se lo realiza en forma manual, en el cual los trabajadores emplean agua

con detergente para eliminar impurezas livianas y simples como polvo y una mezcla de gasolina y diesel para eliminar grasas y aceites.

Para reemplazar este método de lavado se ha considerado realizar el **Diseño y Construcción de un Prototipo de una Máquina Lavadora de Partes y Piezas de Maquinaria Pesada**. Este prototipo realizará una demostración práctica automatizada de la limpieza de piezas automotrices, la máquina consiste en una cámara cerrada con una puerta que abarca toda la parte frontal en cuya parte baja y central se encuentra unida en forma perpendicular a ésta una base rectangular, en la parte central de esta base se encuentra montado un eje perpendicular el cual sostiene y da giro a una estructura circular en la cual se colocaran las piezas o partes del motor que serán lavadas, la estructura circular está acoplada a un motor eléctrico externo mediante un sistema de cadenas y engranajes, todo este conjunto una vez cerrada la puerta de la cámara quedará en el centro de un sistema de cañerías y boquillas por donde circulará el líquido utilizado para el lavado (mezcla de sosa con agua a 60° C), estas cañerías se encuentran ubicadas en forma perpendicular al eje y a la estructura circular. De la parte interna superior de la máquina saldrá un conducto que evacuará los gases producidos por la mezcla que sale a presión de las boquillas, ésta evacuación se lo realizará con la ayuda de un ventilador. Toda esta máquina se encuentra conectada y montada sobre un tanque que contiene la mezcla de sosa y agua la misma que recirculará mediante el impulso de una bomba hidráulica. Para calentar esta mezcla se emplearán niquelinas. Como dispositivo de control se empleará un PLC el mismo que controlará la temperatura de la mezcla (ON-OFF), el encendido, tiempo de trabajo y apagado de la bomba hidráulica y los dos motores que harán girar tanto la rueda como activar el ventilador cuyos tiempos estarán sincronizados con el de la bomba hidráulica.

3.- JUSTIFICACION

El Cuerpo de Ingenieros de la Fuerza Terrestre como parte de nuestro glorioso Ejército posee algunas sub unidades en la que cada una de ellas tiene una función específica y, una de ellas es el Centro de Mantenimiento, Abastecimiento y Transporte (CEMAT) cuya misión es la mantener en óptimo funcionamiento todos los vehículos y maquinaria pesada que el Cuerpo de Ingenieros del Ejército posee, en tal virtud su trabajo se ve apoyado sustancialmente con el diseño, automatización e

implementación de nuevas tecnologías en las distintas áreas y secciones que poseen sus talleres. El desarrollo y ejecución de este proyecto, va a lograr que se continúe innovando la maquinaria de mantenimiento de este centro, optimizando los procesos y apoyando al Sistema Integrado de Gestión del Cuerpo de Ingenieros del Ejército. Además este proyecto permitirá optimizar tiempo y recursos tales como: gasolina, diesel, agua, dispositivos de limpieza, dispositivos de protección para los empleados; guantes, mascarillas, overoles, etc., materiales para limpieza y arreglo del piso que está en contacto con las partes del motor, entre otros. De igual forma permitirá salvaguardar la integridad de sus trabajadores evitando accidentes cuando estos estén en contacto con el piso mojado, y evitar posteriores enfermedades como: pulmonares, hongos en la piel, contaminación de la sangre entre otras por el contacto permanente con el agua, gasolina y diesel.

4.- PARTES QUE CONFORMAN LA MÁQUINA LAVADORA DE PARTES Y PIEZAS

- Tanque
- Bomba Hidráulica
- Motor eléctrico de AC
- Cabina
- Boquillas de aspersion
- Cañerías
- Ventilador

5.- FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA

Las máquinas lavadoras a presión limpian piezas con un aerosol de agua caliente, un detergente o una solución dirigido a las partes mecánicas, que sale por un elemento mecánico denominado inyector el cual presuriza al líquido realizando la limpieza.

El funcionamiento del equipo de limpieza está controlado mediante un programa realizado con un ordenador personal (PC) o el interfaz de software. Se puede también utilizar un regulador del CNC para cambiar o para ajustar parámetros tales

como calor, presión, velocidad, carga aplicada, o caudal de una manera preprogramada.

Para la operación todos los elementos se monta en el piso, en un banco, o pedestal y cada uno tendrá su función específica.

5.1 Función específica de cada elemento componente

Tanques.- Los tanques de acero inoxidable son los encargados de realizar el calentamiento de la solución hasta alcanzar una temperatura de 60° C mediante un sistema de niquelinas, temperatura ideal la cual necesitamos para que el sistema empiece a trabajar. Por el diseño con cubierta doble o vidrio templado, esta solución mantendrá la temperatura y garantiza un servicio eficiente y continuo para los trabajos que se van a realizar.

Bomba Hidráulica.- La bomba hidráulica es la encargada de realizar la circulación del fluido generando alta presión a través de las diferentes cañerías de la máquina, manteniendo la presión para ser expulsado por los elementos mecánicos o inyectores sobre la pieza a ser lavada. Convencionalmente se deberá especificar la presión de trabajo para escoger el tipo de bomba, de modo que el sistema no tenga problemas en su funcionamiento.

Cabina.- Esta es la encargada de aislar los elementos que van a ser sometidos al tratamiento de limpieza de una forma hermética, pues en su interior se colocaran todas y cada una de las piezas para ser lavadas

La cabina deberá contar con las siguientes características:

- a. Iluminación interior.
- b. Interior aerodinámico sin puntos muertos.
- c. Controles normalizados.
- d. Exterior en lámina de acero inoxidable con pintura electrostática.

Boquillas.- Los inyectores son los elementos mecánicos encargados de pulverizar la mezcla (agua y sosa a una temperatura de 60°C), la misma que será transportada a través de un circuito hidráulico a presión por medio de la bomba hidráulica desde el

tanque, para finalmente ser inyectada en todos y cada una de las partes sometidas al proceso de lavado.

Motor eléctrico.- El motor eléctrico es una máquina que transforma la energía eléctrica en energía mecánica. La cual es aprovechada para el giro de la estructura circular interna en la cual están colocadas las partes que serán expuestas al proceso de lavado, así como también otro motor eléctrico será el encargado de evacuar los gases de la cabina, producto de la pulverización de la mezcla al realizar el proceso de lavado.

Por esta razón se dice que el uso de los motores eléctricos se ha generalizado a todos los campos de la actividad humana desde que sustituyeran en la mayoría de sus aplicaciones a las máquinas de vapor. Existen motores eléctricos de las más variadas dimensiones y diferente potencia.

Cañerías.- Estas son las encargadas de hacer circular la mezcla de agua caliente con sosa a una temperatura de 60°C, mediante la conformación de un circuito hidráulico, desde el tanque hasta la cabina donde será expulsada por los inyectores, para realizar el proceso de lavado; una vez terminado el mismo mediante un sistema de colector la mezcla será reutilizada para un posterior proceso de lavado.

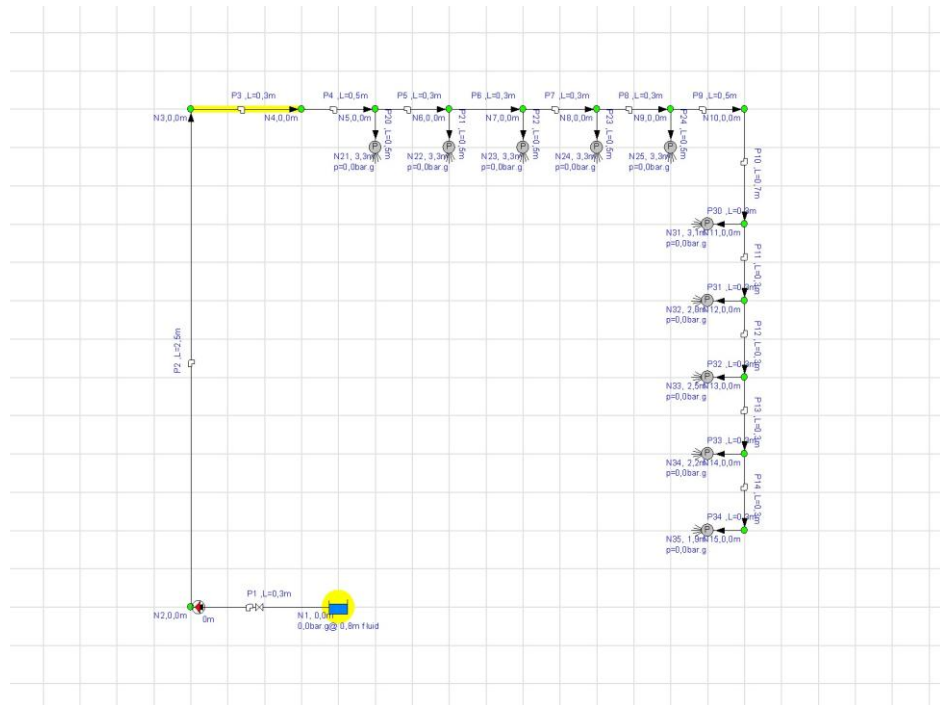
6.- CARACTERÍSTICAS DEL MECANISMO

Las lavadoras de limpieza con aerosol poseen características especiales. Las especificaciones del funcionamiento incluyen la presión del aerosol, el caudal, la energía del calentador, la capacidad del tanque de colada, y el tipo de la fuente de energía. Las especificaciones de la capacidad de la parte incluyen longitud interna, profundidad o altura interna, y peso máximo de la capacidad de la parte a ser lavada.

La máquina de limpieza tendrá que utilizar un solvente caliente mezclado con los desengrasadores como sosa, la cual se evapora o presuriza mediante un elemento actuador que es el inyector. El solvente condensado limpia las piezas y después gotea nuevamente dentro del tanque para la recuperación o la disposición

subsecuente. La limpieza Abrasivo-realzada aspira partículas abrasivas en un arma, un inyector o una lanza con un proceso de generación del Venturi. Los usos para las máquinas de aerosol incluyen la limpieza general y la preparación superficial, fregado del envase o de las botellas, retiro del contaminante, el desengrasar, desincrustación o el pelar, limpieza de la plataforma interna, y esterilización.

7.- DISEÑO HIDRAULICO



Con la ayuda del software ingresamos todos los elementos que necesitamos en el circuito hidráulico y obtenemos el valor de la **altura de cabeza hidráulica** el mismo que reemplazamos en la siguiente formula

$$P = \frac{\gamma * Q * h}{76} \text{ HP}$$

Donde:

P = potencia en HP

R = densidad relativa

H = altura de cabeza hidráulica

$$P = \frac{984 * 11,51 * 11,949}{76} \text{ HP}$$

$$P = 1,78 \text{ HP}$$

			mm	mm	m		kg/sec	m³/sec	m/sec	m	m	bar.g	bar.g
1	P1	4" Steel (ANSI) S	102.260	0.046	0.300	28.90	3.250.774	0.3304	*40,224 (Flow Ve	0.000	0.000	0.0579	453.939
2	P2	3" Steel (ANSI) S	77.927	0.046	1.300	0.90	3.250.774	0.3304	*69,267 (Flow Ve	0.000	0.000	453.939	173.204
3	P3	3" Steel (ANSI) S	77.927	0.046	0.700	0.36	3.250.774	0.3304	*69,267 (Flow Ve	0.000	0.000	173.204	51.444
4	P4	3" Steel (ANSI) S	77.927	0.046	0.300	0.36	1.863.133	0.1893	*39,699 (Flow Ve	0.000	0.000	51.444	18.348
5	P5	3" Steel (ANSI) S	77.927	0.046	0.300	0.36	1.067.333	0.1085	*22,743 (Flow Ve	0.000	0.000	18.348	0.7482
6	P6	3" Steel (ANSI) S	77.927	0.046	0.300	0.36	610.092	0.0620	*13,000 (Flow Ve	0.000	0.000	0.7482	0.3928
7	P7	3" Steel (ANSI) S	77.927	0.046	0.300	0.36	344.792	0.0350	*7,347 (Flow Veld	0.000	0.000	0.3928	0.2792
8	P8	3" Steel (ANSI) S	77.927	0.046	0.600	0.53	183.410	0.0186	3.908	0.000	0.000	0.2792	0.2289
9	P9	3" Steel (ANSI) S	77.927	0.046	0.500	0.36	183.410	0.0186	3.908	0.000	0.000	0.2289	0.1932
10	P10	3" Steel (ANSI) S	77.927	0.046	0.300	0.36	174.383	0.0177	3.716	0.000	0.000	0.1932	0.1640
11	P11	3" Steel (ANSI) S	77.927	0.046	0.300	0.36	173.563	0.0176	3.698	0.000	0.000	0.1640	0.1352
12	P12	3" Steel (ANSI) S	77.927	0.046	0.300	0.36	168.738	0.0171	3.595	0.000	0.000	0.1352	0.1078
13	P13	3" Steel (ANSI) S	77.927	0.046	0.300	0.53	143.125	0.0145	3.050	0.000	0.000	0.1078	0.0804
14	P14	3" Steel (ANSI) S	77.927	0.046	0.300	1.08	1.387.641	0.1410	*29,568 (Flow Ve	0.000	2.200	51.444	0.0000
15	P15	3" Steel (ANSI) S	77.927	0.046	0.300	1.08	795.800	0.0809	*16,957 (Flow Ve	0.000	2.200	18.348	0.0000
16	P16	3" Steel (ANSI) S	77.927	0.046	0.300	1.08	457.241	0.0465	*9,743 (Flow Veld	0.000	2.200	0.7482	0.0000
17	P17	3" Steel (ANSI) S	77.927	0.046	0.300	1.08	265.301	0.0270	*5,653 (Flow Veld	0.000	2.200	0.3928	0.0000
18	P18	3" Steel (ANSI) S	77.927	0.046	0.300	1.08	161.382	0.0164	3.439	0.000	2.200	0.2792	0.0000
19	P19	3" Steel (ANSI) S	77.927	0.046	0.300	1.08	0.9027	0.0009	0.192	0.000	2.000	0.1932	0.0000
20	P20	3" Steel (ANSI) S	77.927	0.046	0.300	1.08	0.0820	0.0001	0.017	0.000	1.700	0.1640	0.0000
21	P21	3" Steel (ANSI) S	77.927	0.046	0.300	1.08	0.4825	0.0005	0.103	0.000	1.400	0.1352	0.0000
22	P22	3" Steel (ANSI) S	77.927	0.046	0.300	1.08	25.612	0.0026	0.546	0.000	1.100	0.1078	0.0000
23	P23	3" Steel (ANSI) S	77.927	0.046	0.300	0.00	143.125	0.0145	3.050	0.000	0.800	0.0804	0.0000

		Entry/Exit Diff bar.g	Reynolds	Flow Type	Friction	Friction m.hd	Fittings L m.hd	Component L m.hd	Flow Control Los m.hd	Imp Head m.hd	Pump N m.hd	Pump NPSHa m.hd (absolute)	Pump Efficiency Percentage
		453.360	8685707	Turbulent	0.016	3.958	2.383.303	none	none	11.949			
		280.736	1.1E+07	Turbulent	0.017	70.838	220.087	none	none	none	none	none	none
		121.759	1.1E+07	Turbulent	0.017	38.144	88.035	none	none	none	none	none	none
		33.096	6532512	Turbulent	0.017	5.379	28.918	none	none	none	none	none	none
		10.867	3742281	Turbulent	0.017	1.771	9.490	none	none	none	none	none	none
		0.3553	2139104	Turbulent	0.018	0.582	3.101	none	none	none	none	none	none
		0.1137	1208907	Turbulent	0.018	0.187	0.990	none	none	none	none	none	none
		0.0502	643070	Turbulent	0.018	0.108	0.413	none	none	none	none	none	none
		0.0357	643070	Turbulent	0.018	0.090	0.280	none	none	none	none	none	none
		0.0292	611420	Turbulent	0.018	0.049	0.253	none	none	none	none	none	none
		0.0289	608545	Turbulent	0.018	0.048	0.251	none	none	none	none	none	none
		0.0273	591627	Turbulent	0.018	0.046	0.237	none	none	none	none	none	none
		0.0274	501825	Turbulent	0.018	0.033	0.251	none	none	none	none	none	none
		51.444	4865340	Turbulent	0.017	2.988	48.123	none	none	none	none	none	none
		18.348	2790231	Turbulent	0.017	0.987	15.827	none	none	none	none	none	none
		0.7482	1603177	Turbulent	0.018	0.328	5.225	none	none	none	none	none	none
		0.3928	930196	Turbulent	0.018	0.112	1.759	none	none	none	none	none	none
		0.2792	565837	Turbulent	0.018	0.042	0.651	none	none	none	none	none	none
		0.1932	31651	Turbulent	0.025	0.000	0.002	none	none	none	none	none	none
		0.1640	2875	Critical	0.046	0.000	0.000	none	none	none	none	none	none
		0.1352	16917	Turbulent	0.028	0.000	0.001	none	none	none	none	none	none
		0.1078	89802	Turbulent	0.021	0.001	0.016	none	none	none	none	none	none
		0.0804	501825	Turbulent	0.018	0.033	0.016	none	none	none	none	none	none

Incógnitas

- Dimensionamiento de las ruedas dentadas
- Numero de dientes de las ruedas
- Tipo de cadena

Desarrollo

- Elección del numero de dientes de la rueda menor

$$N_1 = 21 \text{ dientes}$$

- Calculo de la relación de transmisión utilizando la velocidad conocida en la rueda menor

$$\text{relacion} = 1200 \text{ rpm} / 175 \text{ rpm} = 6,85$$

- Con la ayuda de las tablas incluidas en el anexo G-1 determinamos el paso

$$\text{Paso } p = 0,75 \text{ plg}$$

- Calculamos el numero de dientes de la rueda de salida

$$N_2 = N_1 * \text{relacion} = 21 * 6,85 = 143,8$$

- Velocidad real de salida

$$n_2 = n_1 \left(\frac{N_1}{N_2} \right) = 1200 \text{ rpm} \left(\frac{21}{143} \right) = 176 \text{ rpm}$$

- Calculo de diámetros

$$D_1 = p / \sin \left(\frac{80^\circ}{N_1} \right) = 0,75 \text{ plg} / \sin \left(\frac{80^\circ}{21} \right) = 5,032 \text{ plg}$$

$$D_2 = p / \sin \left(\frac{80^\circ}{N_2} \right) = 0,75 \text{ plg} / \sin \left(\frac{80^\circ}{143} \right) = 34,14 \text{ plg}$$

- Calculo de la longitud de cadena

$$\text{Para nuestro caso tenemos } L = 2 \bullet C + \frac{N_2 + N_1}{2} + \frac{(N_2 - N_1)^2}{4\pi^2 C}$$

$$L = 2 \bullet 50 + \frac{143 + 21}{2} + \frac{(43 - 21)^2}{4\pi^2 \bullet 50} = 189,54 \text{ pasos Tomamos el numero real 189 pasos}$$

- Distancia central teórica

Se determina por

$$C = \frac{1}{4} \left[L - \frac{N_2 + N_1}{2} + \sqrt{\left[L - \frac{N_2 + N_1}{2} \right]^2 - \frac{8(N_2 - N_1)^2}{4\pi^2}} \right]$$

$$C = \frac{1}{4} \left[189 - \frac{143 + 21}{2} + \sqrt{\left[189 - \frac{143 + 21}{2} \right]^2 - \frac{8(43 - 21)^2}{4\pi^2}} \right] = 49,7 \text{ pasos}$$

$$C = 49,7 \text{ pasos} \times 0,75 \text{ plg} = 37,28 \text{ plg}$$

Resumen del diseño figura 3.11

Paso: cadena numero 60 pasos de 0,75plg

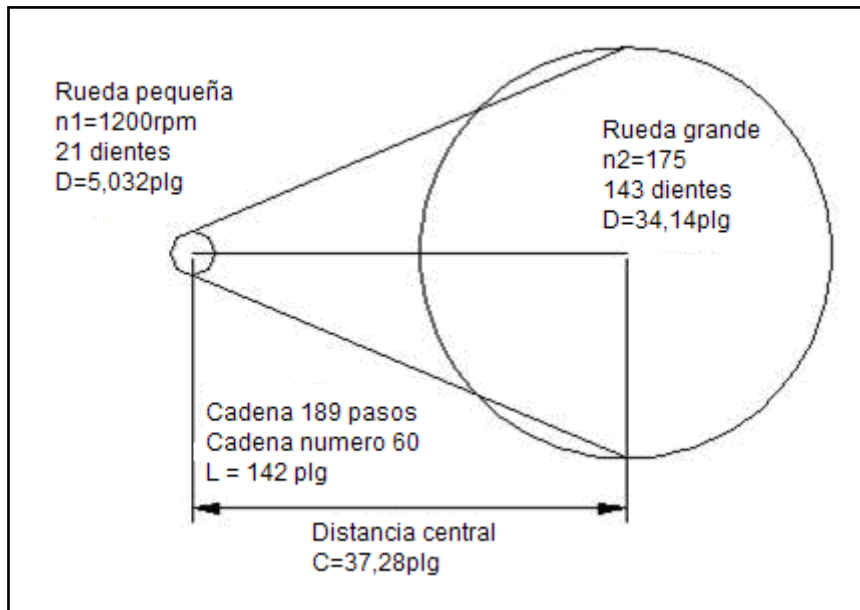
Longitud: 189 pasos = $189 \times 0,75 \text{ plg} = 141,75 \text{ plg}$

Distancia central: $C = 37,28 \text{ plg}$ (máximo)

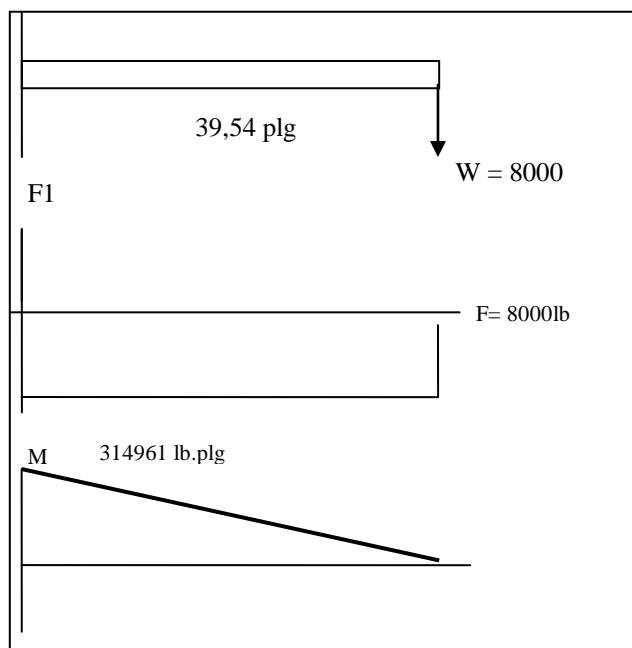
Ruedas dentadas: tramo único

Pequeña: 21 dientes: $D = 5,032 \text{ plg}$

Grande: 143 dientes: $D = 34,14 \text{ plg}$

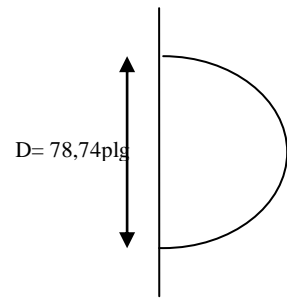


Diseño de la estructura horizontal



El coeficiente de sección será:

$$Z = \frac{M \max}{\sigma} \quad M \max = 8000 \text{ lb} \times 100 \text{ cm} \times \frac{1 \text{ plg}}{2,54 \text{ cm}} = 314961 \text{ lb} \times \text{plg}$$

	<p>Valor de Z en semicírculo:</p> $Z = 0.024D^3$ $Z = 0.024 (78,74 \text{ plg})^3$ $Z = 11716,55 \text{ plg}^3$
---	---

$$\sigma = \frac{M \max}{Z}$$

$$\sigma = \frac{314961 \text{ lb} \times \text{plg}}{11717 \text{ plg}^3} = 26,88 \text{ psi}$$

Al analizar los resultados tenemos que el valor de sigma σ es menor o igual que el valor de resistencia al punto cedente del material a utilizar.

Esto se define así : $\sigma \leq S_y$

En nuestro diseño este valor es menor para todos los materiales por esta razón escogemos el Acero AISI 1020 extruido en frío sin ningún problema

Diseño del eje

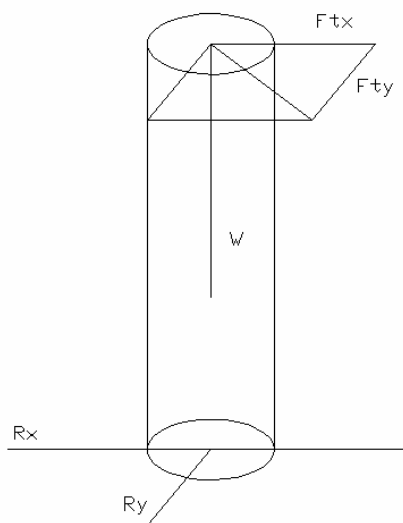


Diagrama de Fuerzas en el eje

$$T = F_T \times r = W \times r = 8000 \text{ lb} * \frac{100 \text{ cm}}{2,54 \text{ cm}} * 1 \text{ plg}$$

$$T = 314961 \text{ lb} \cdot \text{plg}$$

$$F_{TX} = F \cos \theta = 8000 \text{ lb} \times \cos 40^\circ = 7517,5 \text{ lb}$$

$$F_{TY} = F \sin \theta = 8000 \text{ lb} \times \sin 40^\circ = 2736,2 \text{ lb}$$

$$M = F_{TX} \times L$$

$$M = 7517,5 \text{ lb} \times 4,92 \text{ plg} = 36995,57 \text{ lb} \cdot \text{plg}$$

$$M_{\max} = (314961 + 36996) \text{ lb} \cdot \text{plg} = 351957 \text{ lb} \cdot \text{plg}$$

$$\sigma_x = M/Z$$

$$Z = \pi \phi^3 / 32 = \pi (3,36 \text{ plg})^3 / 32 = 57,36 \text{ plg}^3$$

$$\sigma_x = 351957 \text{ lb} \cdot \text{plg} / 57,36 \text{ plg}^3 = 6136 \text{ psi}$$

$$\tau_{\max} = T_c / J$$

$$J = \pi \phi^4 / 32 = \pi (3,36 \text{ plg})^4 / 32 = 480 \text{ plg}^4$$

$$\tau_{\max} = 314961 \text{ plg} / 480 \text{ plg}^3 = 656 \text{ psi}$$

Tensión principal máxima es:

$$\sigma_1 = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

$$\sigma_1 = \frac{6136}{2} + \sqrt{\left(\frac{6136}{2}\right)^2 + 656^2}$$

$$\sigma_1 = 3068 + 3137 = 6205 \text{ psi}$$

Tensión principal mínima es:

$$\sigma_2 = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} - \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

$$\sigma_2 = \frac{6136}{2} - \sqrt{\left(\frac{6136}{2}\right)^2 + 656^2}$$

$$\sigma_2 = 3068 - 3137 = -69 \text{ psi}$$

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} - \sigma_1 \sigma_2$$

$$\sigma' = \sqrt{6205^2 + 69^2} = 6240 \text{ psi}$$

La teoría de distorsión de la energía para fallas establece que la falla se origina cuando la tensión de von Mises excede a la resistencia a punto cedente del material esto es;

$$\sigma' \geq S_y$$

$$6240 \geq 51000$$

Con los resultados obtenidos en el análisis tenemos que σ' es menor que S_y del acero **1020 extruido en frío** por esta razón nosotros podremos escoger este material sin ningún problema

Diseño de la platina

La platina es el elemento que soporta el máximo peso (8000lb) esto quiere decir que estará expuesta a un esfuerzo de corte

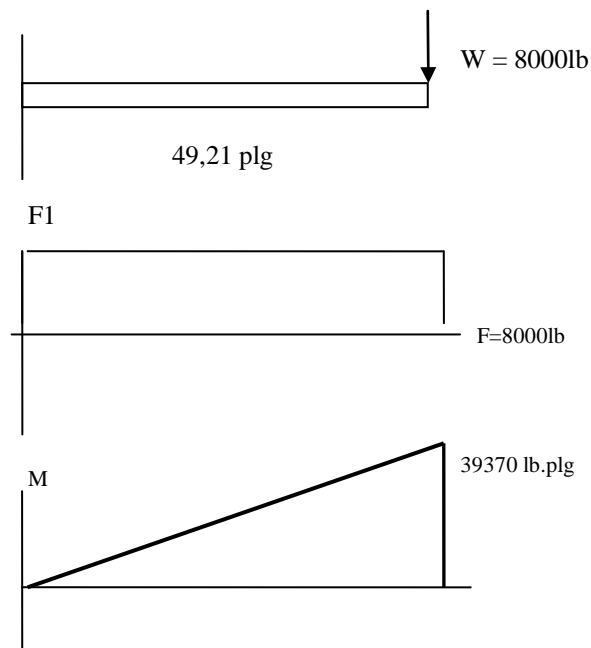


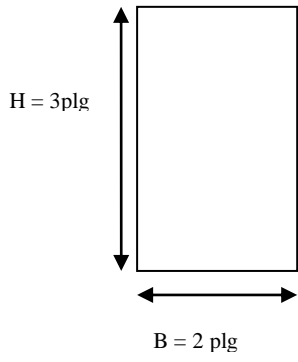
Figura 4.4 Diagrama de Fuerzas y momentos en la platina

$$M_{\text{máx}} = F1 = W = 8000 \text{ lb} * \frac{125 \text{ cm}}{2,54 \text{ cm}} * 1 \text{ plg}$$

$$M_{\text{máx}} = 39370 \text{ lb.plg}$$

El coeficiente de sección será:

$$Z = \frac{M \max}{\sigma}$$

 <p>The diagram shows a vertical rectangle. To its left, a vertical double-headed arrow is labeled 'H = 3plg'. Below the rectangle, a horizontal double-headed arrow is labeled 'B = 2plg'.</p>	<p>Valor de Z en sector rectangular :</p> $Z = BH^2/6$ $Z = 2plg * (plg)^2/6$ $Z = 3plg^3$
--	--

$$\sigma = \frac{M \max}{Z}$$

$$\sigma = \frac{236,22lb \times plg}{0,167 plg^3} = 1414,49 psi$$

Al analizar los resultados siempre tendremos que realizar la comparación entre el valor de sigma σ y el valor de resistencia al punto cedente del material a utilizar.

Esto es : $\sigma \leq S_y$

En nuestro caso el valor calculado es menor para todos los materiales por esta razón escogemos el Acero AISI 1020 extruido en frío sin ningún problema

Selección del cojinete

El cojinete es el elemento que ayuda a soportar el peso máximo de la estructura y permite también el giro, estará expuesto a una carga radial y a una fuerza de empuje.

Datos

Carga radial R : 7517,5lb

Carga de empuje T: 1800lb

Velocidad de giro 176 rpm

Vida útil 20000 horas

Diámetro aceptable del eje es de 4 plg

Suponemos el valor de $Y = 1,5$

$$P = VXR + YT = (4)(517,5) + (5)(800) = 33770 \text{ lb}$$

A partir de la figura G-7, tenemos el factor de velocidad $f_N = 0,6$ y el factor de vida útil $f_L = 1,5$ calculamos entonces la carga dinámica C

$$C = P f_L / f_N = 33770 (1,5) / 0,6 = 84425 \text{ lb}$$

Con estos valores vamos a la tabla del anexo G-6 y tenemos:

- Utilizamos el cojinete 6214
- Diámetro interno: 2,75plg
- Diámetro externo : 4,92plg

Selección del motor eléctrico

Para seleccionar el motor en nuestro prototipo se tomara en cuenta el torque máximo y la velocidad de operación que necesitamos en la maquina lavadora

Datos:

Torque (T): 748 lbxplg

Velocidad(n):75 rpm

Para reemplazar los datos en la formula

$$T = \frac{P}{n} \Rightarrow P = T \times n$$

Tenemos que realizar la siguiente transformación

$$T = 748 \text{ lb} \times \text{plg} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} \times \frac{2,54 \text{ cm}}{1 \text{ plg}} \times 4,4482 \frac{\text{ N}}{\text{ lb}} = 84,51 \text{ Nm}$$

$$n = 75 \frac{\text{ rev}}{\text{ min}} \times \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} = 7,85 \frac{\text{ rad}}{\text{ seg}}$$

$$P = 748 \text{ Nm} \times 7,85 \frac{\text{ rad}}{\text{ seg}} = 663 \text{ watts} \Rightarrow 0,88 \text{ Hp}$$

Características del motor seleccionado

El motor que necesitamos para la maquina será entonces un motor con las siguientes características

	Motor eléctrico
	Voltaje: 220V Ca
	Frecuencia: 60 Hz
	Corriente: 2.6 A
	Potencia: 1 Hp
	Numero de revoluciones: 1200 rpm

Selección del ventilador

Proceso de selección

- Determinación del caudal en pcm

Calculamos el caudal en pcm de acuerdo a la siguiente formula en donde debemos establecer los cambios de aire sugeridos en el anexo G-10 y tenemos

$$pcm = \frac{(2,92 \times 9,84 \times 8,53) \text{ ft}^3}{1 \text{ min} / 5 \text{ cambios}} = 5422,2 \text{ ft}^3 / \text{min}$$

- Determinación de la presión estática

Según la tabla del anexo G-10 escogemos un valor intermedio de los ventiladores 0,2" a 0,40" de presión estática y escogemos **0,375"**

- Determinamos del modelo de ventilador según el caudal en pcm y Pe determinados, en la tabla incluida en el anexo G-11 buscando un valor que se aproxime al calculado y tenemos el siguiente análisis.

Modelo	hp	rpm	Presión estática 0,375	
			sone	Bhp
GB-180	2	1460	5424	
			24,0	1,79

9.- SELECCIÓN DE LA PLATAFORMA DE AUTOMATIZACIÓN Y ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DEL SISTEMA

El proceso de automatización a seguir, se considera de la siguiente manera:

Dimensionamiento y Montaje del PLC; diseño y montaje del tablero de control; e implementación de un sistema HMI con fines de monitoreo del estado de la máquina, lo que implicará el establecimiento de una comunicación entre dispositivos entrada/salida y control. Para el efecto, se estableció que la automatización se lleve a cabo en los siguientes términos:

1. Montaje del PLC. De acuerdo a los lineamientos de homologación tecnológica del centro de mantenimiento, se optó por la plataforma Siemens Simatic S7-200. Este proceso es uno de los más importantes, porque consiste en diseñar y optimizar la lógica de control.
2. Diseño del tablero, y demás componentes eléctricos y electrónicos que satisfagan los requisitos técnicos.
3. Diseño de un sistema de visualización de estado de funcionamiento de la máquina y de un código de alarmas que faciliten el mantenimiento y reparación de la máquina reduciendo los tiempos perdidos.
4. Generar la documentación técnica necesaria: planos eléctricos, respaldo de los programas, así como el manual de operación y mantenimiento del equipo.

10.- DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA

Para la realización del proyecto, hemos estimado conveniente plantear la solución del problema, representado en el diagrama de bloques de la figura 1.

B1.- Transductor de temperatura. Está colocado en el tanque de la máquina el mismo que envía al PLC señales de voltaje indicando la temperatura del fluido para su control.

B2.- Contactor unipolar. Es un elemento de fuerza encargado de accionar al motor principal, mediante una señal discreta proveniente del PLC.

B3.- Contactor unipolar. Es un elemento de fuerza encargado de accionar la bomba hidráulica, mediante una señal discreta proveniente del PLC.

B4.- Contactor bipolar. Es un elemento de fuerza encargado de accionar las niquelinas, mediante una señal discreta proveniente del PLC.

B5.- Contactor unipolar. Es un elemento de fuerza encargado de accionar el motor del ventilador, mediante una señal discreta proveniente del PLC.

B6.- Motor principal de la máquina. Es un motor asíncrono de corriente alterna con rotor de doble jaula de ardilla. Es el encargado de accionar el movimiento de las piezas a lavar.

B7.- Bomba hidráulica.- Es un motor asíncrono de corriente alterna que permite impulsar el líquido del tanque a la cabina.

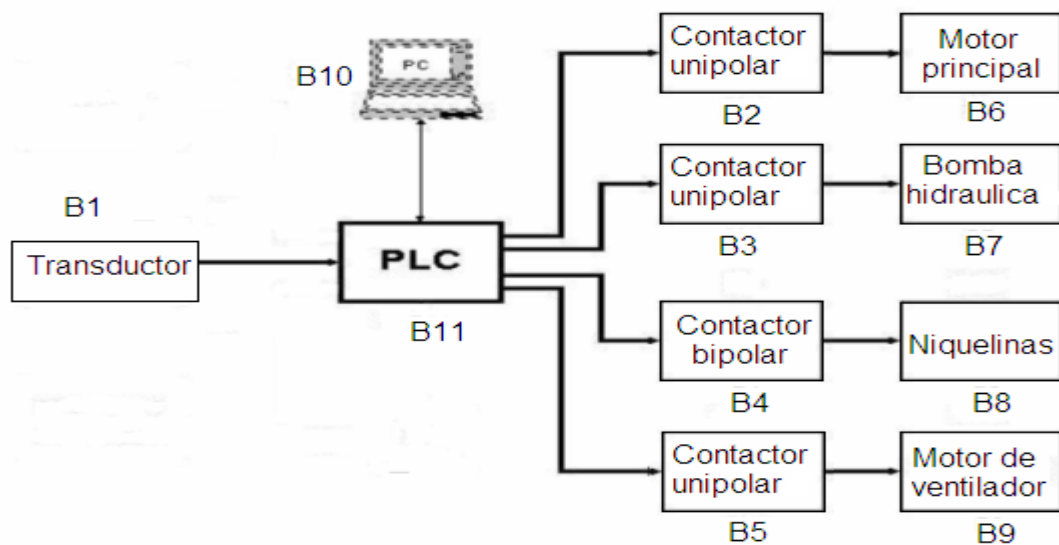


Figura 1 Diagrama De Bloques

B8.- Niquelinas. Son resistencias que mediante el paso de la corriente por estas realizaran el calentamiento indirecto del líquido.

B9.- Motor de ventilador. Es un motor asincrónico de corriente alterna con rotor de doble jaula de ardilla. Mediante un rotor de aspas se evacuan los gases generados dentro de la cabina.

B10.- Es la representación de una PC. A través de ésta, con el empleo del software STEP 7, se puede entre otras cosas: configurar el hardware, programar y monitorear al PLC, simular un programa, configurar una red, etc.

B11.- Representa al PLC que se emplea en el proyecto. En este proyecto se utilizara la plataforma escalable Siemens Simatic S7-200. Éste se encargará de controlar el funcionamiento de la máquina lavadora de partes y piezas de maquinaria pesada con los estados provenientes del sensor que ingresan al mismo, gestionar las alarmas y comunicar el estado del proceso a la PC.

11.- SELECCIÓN DE COMPONENTES

Uno de los aspectos fundamentales en el proceso de automatización es el óptimo proceso de diseño y selección de componentes, que se ajusta a parámetros técnicos, económicos, disponibilidad en el mercado, tiempos de retardo en la importación (si fuere el caso), etc.

Para los fines de una mejor identificación y codificación de los componentes, se asigna la nomenclatura que se empleará posteriormente en los planos definitivos del proyecto.

11.1 Selección de contactores, Relés térmicos e interruptores electromagnéticos

La tensión de mando para las bobinas de los contactores es de 120 VAC, y que en el caso de esta máquina serán activados por los módulos de salida discreta del PLC.

Los parámetros considerados para la selección de los contactores son:

- a) Voltaje y frecuencia de la bobina
- b) Voltaje y corriente de los contactos
- c) Potencia Monofásica Nominal

Para los relés térmicos, que son dispositivos de protección eléctrica contra sobrecarga y sobrecorriente, los parámetros de selección son los siguientes:

- a) Rango de corriente nominal
- b) Corriente de cortocircuito
- c) Contacto auxiliar

De igual manera, para seleccionar los interruptores termomagnéticos, que son protecciones contra cortocircuito, se considera los siguientes parámetros de selección:

- a) Corriente de cortocircuito
- b) Tensión de los contactos
- c) Número de polos

En la tabla 1, 2, 3 Y 4 se indican los resultados del proceso de selección de los componentes en mención:

Tabla 1 Resultados del proceso de selección de los contactores

Contactador	Bobina		Contactos principales		
	Tensión (Vac)	Frecuencia (Hz)	Tensión (Vac)	Corriente (A)	Potencia (Kw)
Contactador del motor de la puerta (C3)	220	50-60	200-575	6	2.24-3.74
Contactador del motor de la bomba hidráulica (C1)	220	50-60	200-575	10	2.24-3.74
Contactador de niquelinas (C4)	220	50-60	200-575	15	3.74-6.28
Contactador del motor de ventilador (C2)	220	50-60	200-575	10	2.24-3.74

Tabla 2 Resultados del proceso de selección del térmico

Térmico	Rango de corriente (A)	Corriente de cortocircuito (A)	Contacto auxiliar
Térmico de motor de la puerta(e2)	6-9	120	1 NA, 1 NC
Térmico de la bomba hidráulica (e2)	9-12	170	1 NA, 1 NC
Térmico de niquelinas(e2)	12-16	200	1 NA, 1 NC
Térmico del motor del ventilador(e2)	9-12	170	1 NA, 1 NC

Tabla 3 Resultados del proceso de selección de los interruptores termomagnéticos

Interruptor termomagnético	Corriente de cortocircuito (A)	Tensión de contactos (Vac)	Número de polos
Interruptor termomagnético del motor de la puerta (e1)	10	220-415	2
Interruptor termomagnético de la bomba hidráulica (e1)	11	220-415	2
Interruptor termomagnético de las niquelinas(e1)	16	220-415	2
Interruptor termomagnético del motor del ventilador(e1)	11	220-415	2

Tabla 4 Resultados del proceso de selección de fusibles

fusible	Corriente de cortocircuito (A)
Fusible del motor principal	10
Fusible de la bomba	11
Fusible de niquelinas	16
Fusible del ventilador	11
Fusible del PLC	2

11.2 Selección de controlador de temperatura

Para el proceso de lavado de partes y piezas, se requiere que las resistencias calienten entre 55 °C a 60 °C, empleando para la medición un termopar tipo J, para lo cual se emplean contactores, por lo tanto, los controladores deben tener su salida principal compatible con este actuador.

Los parámetros de selección de los controladores de temperatura son los siguientes:

- a) Entrada analógica para termopar
- b) Salida de control para contactor
- e) Tipo de acción: directa o calentamiento

Para cumplir estos requerimientos, se opto por realizar un control on-off empleando la plataforma Siemens Simatic S7-200.

11.3 Selección de transductor de temperatura

La temperatura de las resistencias de las niquelinas para el calentamiento del líquido oscilará entre 55 °C a 60 °C.

Los parámetros para la selección del transductor de temperatura son:

- Tipo
- Rango de operación
- Forma

En la tabla 5 se resume los resultados del proceso de selección del transductor de temperatura utilizados en la máquina.

Tabla 5 Resultados del proceso de selección de transductores de temperatura

Transductor de temperatura	Tipo	Rango de operación	Forma
Termocupla resistencias niquelinas	J	-210 °C a 760 °C	vaina

12.- SELECCIÓN DEL PLC

Antes de proceder a la adquisición de un cierto modelo de Controlador Lógico Programable es necesario basarse en los requerimientos reales de entradas y salidas tanto digitales como analógicas del sistema a implementar. Una vez obtenida esta información, el PLC seleccionado debe cumplir requisitos adicionales referidos a la comunicación y a la facilidad de interacción con los dispositivos adicionales a utilizarse en el sistema, para el presente caso, con el Intouch, el I/O Server y los parámetros eléctricos y electrónicos disponibles en el tablero de control de la maquina lavadora de partes y piezas de maquinaria pesada.

1.1 12.1 Requerimientos de entradas digitales

En la tabla 6 se indican las entradas digitales que se utilizarán en la implementación del sistema.

Tabla 6 Entradas digitales a utilizarse en el sistema

ORD.	DESCRIPCIÓN
01	Interruptor para paro general del sistema
02	Pulsador para el encendido del motor de la puerta
03	Pulsador para el apagado del motor de la puerta
04	Pulsador para el encendido del ventilador
05	Pulsador para el apagado del ventilador
06	Pulsador para el encendido de la bomba hidráulica
07	Pulsador para el apagado de la bomba hidráulica
08	Pulsador para el encendido de las niquelinas
09	Pulsador para el apagado de las niquelinas
10	Pulsador para el activado del control manual
11	Pulsador para el desactivado del control manual
12	Pulsador para el activado del control automático
13	Pulsador para el desactivado del control automático
14	Interruptor para la activación de alarma de la bomba hidráulica
15	Interruptor para la activación de alarma del motor de la puerta
16	Interruptor para la activación de alarma del motor del ventilador
17	Interruptor para la activación de alarma las niquelinas

12.2 Requerimientos de salidas digitales

En la tabla 7 se indican las salidas digitales que se utilizarán en la implementación del sistema.

Tabla 7 Salidas digitales a utilizarse en el sistema

ORD.	DESCRIPCIÓN
-------------	--------------------

01	Activación de la bomba hidráulica
02	Activación del ventilador
03	Activación del motor de la puerta
04	Activación de las niquelinas
05	Encendido de luz para control automático
06	Encendido de luz para control manual

Como se observa en las dos tablas anteriores, se necesitan para la implementación del sistema 17 entradas digitales y 6 salidas digitales. La CPU de la serie S7-200 que se ha seleccionado para desarrollar la etapa de control del sistema es la CPU 224 AC/DC/RELE que se adapta correctamente a las necesidades del proyecto, ya que se va a utilizar alimentación de 110 AC existente en la red , las salidas del PLC van a manejar relés 110 AC (por ser los más aconsejables para un control ON-OFF) y, por último, esta CPU brinda todas las facilidades de comunicación con los softwares Intouch e I/O Server que se utilizan para implementar el sistema HMI como se lo detalla a continuación:

El SIMATIC S7-200 es ciertamente un micro-PLC al máximo nivel: es compacto y potente. Particularmente en lo que atañe a respuesta en tiempo real, rápido, ofrece una conectividad extraordinaria y todo tipo de facilidades en el manejo del software y del hardware. Y esto no es todo: el micro-PLC SIMATIC S7-200 responde a una concepción modular consecuente que permite soluciones a la medida que no quedan sobredimensionadas hoy y, además, pueden ampliarse en cualquier momento. Todo ello hace del SIMATIC S7-200 una auténtica alternativa rentable en la gama baja de PLCs. Para todas las aplicaciones de automatización que apuestan consecuentemente por la innovación y los beneficios al cliente.

El SIMATIC S7-200 está plenamente orientado a maximizar la rentabilidad. En efecto, toda la gama ofrece

- Alto nivel de prestaciones,
- Modularidad óptima y
- Alta conectividad.

Comunicación Abierta:

1. Puerto estándar RS-485 con velocidad de transferencia de datos comprendida entre 0,3 y 187,5 kbits/s.
2. Protocolo PPI en calidad del bus del sistema para interconexión sin problemas
3. Modo libremente programable con protocolos personalizados para comunicación con cualquier equipo.
4. Rápido en la comunicación por PROFIBUS vía módulo dedicado, operando como esclavo
5. Potente en la comunicación por bus AS-Interface, operando como maestro.
6. Accesibilidad desde cualquier punto gracias a comunicación por módem (para telemantenimiento, teleservice o telecontrol).
7. Conexión a Industrial Ethernet vía módulo dedicado.
8. Con conexión a Internet mediante módulo correspondiente.

12.3 Módulo De Ampliación

Para cumplir con los requerimientos de entradas y salidas digitales necesarias para el proyecto, se seleccionó el módulo de ampliación EM 223 AC/DC 1BL22 – OXAO que contiene 16 entradas digitales y 16 salidas digitales. Como se requieren 17 entradas digitales, se utilizarán las 14 entradas integradas de la CPU 224 AC/DC/RELE y 3 entradas digitales del módulo de expansión. De igual manera, para las 6 salidas digitales necesarias, se utilizará las salidas digitales integradas de la CPU.

12.4 Diseño del módulo de entradas analógicas.

Para determinar la temperatura del fluido en el tanque de la máquina, se requiere eminentemente una entrada de voltaje analógica en el PLC, por lo tanto, los parámetros considerados para la selección de los módulos de entradas son:

1.1 Tabla 8 Selección del modulo de expansión analógica

Descripción	Requerimiento
Número de entradas	1
Tipo de entrada	Termocupla tipo j
Tensión de polarización	24 Vdc
Tensión de entrada	0 a 50 mV
Corriente de entrada	Menor a 10 mA

Longitud del cable	Menor a 10cm
--------------------	--------------

La familia Siemens Simatic S7-200 provee de módulos específicos para termocuplas que internamente realizan la linealización y permiten utilizar todo el rango de temperatura de las mismas, pero en nuestro caso se necesita controlar menos del 10% (55 °C a 60 °C) de su rango total. Por lo tanto, se seleccionó un módulo con 4 entradas y una salida analógica normal que cumplen con las necesidades del proyecto, y que corresponden al modelo EM 235.

1.1 12.5 Comunicación PC Con CPU 224

1.1

Para realizar la comunicación con la PC se emplea el cable de comunicación PC-PPI (conocido así por Siemens), este cable permite realizar la comunicación del PLC hacia la PC, para ello transforma las señales RS-485 a RS-232 y de RS-232 a RS-485.

Las CPUs S7- 200 se pueden disponer en diversas configuraciones para asistir la comunicación en redes. La configuración de comunicación elegida para el presente proyecto es a través de cable PC/PPI. Esta configuración es asistida por el software STEP 7-Micro/Win 32. En la tabla 9 se indica las características de esta configuración de comunicación. Para el presente trabajo se ha seleccionado la velocidad de 9.6 Kbits/s por ser la más utilizada por los equipos de comunicación.

Tabla 9 Características de la configuración de comunicación de cable PC/PPI asistida por STEP 7-Micro/Win 32

Hardware Asistido	Tipo de entrada	Velocidad de transferencia asistida	Comentario
Cable PC/PPI	Conector de cable al	9.6 Kbits/s – 19.2	Asiste el protocolo PPI

	puerto COM del PC	Kbits/s	
--	-------------------	---------	--

13.- SELECCIÓN DE I/O SERVERS

Para realizar la comunicación de datos entre la PC y el PLC se utiliza el software KEP Server, el cual tiene una gran variedad de Drivers de comunicación. En la figura 2 se especifica la descripción de los Drivers existentes en el software KEP Server.



Figura 2 Descripción de los Drivers existentes en el software KEP Server.

Los I/O Servers (Drivers de comunicación) permiten comunicar a una PC los diferentes datos de: registros de memoria, señales de entrada/salida y estados de funcionamiento de diferentes dispositivos. Los datos obtenidos de los diferentes dispositivos, se transmiten a otras aplicaciones de Windows, sea: directamente (especificando las localidades de memoria asignadas.), con DDE's (Intercambio dinámico de datos) o utilizando OPC (OLE para control de procesos, permite añadir objetos de otras aplicaciones a un sistema).

Este software es proporcionado por el distribuidor del programa InTOUCH. Para realizar la comunicación de datos utilizando el protocolo DDE, el nombre de esta aplicación es KEPDDE, el tópico se define al crear los Devices y al Item se lo conoce con el nombre de los diferentes Tags. El Item puede ser leído sin necesidad de crearlo en el KEP Server.

14.- DISEÑO DE LOS PLANOS ELÉCTRICOS

Los planos eléctricos están divididos en trece partes:

- Circuito eléctrico de potencia, esta parte muestra las conexiones eléctricas de los elementos de potencia como son:
 - Motores eléctricos
 - Resistencias calefactoras
 - Protecciones eléctricas de la máquina

- Circuito eléctrico de control, es la parte principal de los planos donde se representa las conexiones eléctricas realizadas para el PLC:
 - Conexiones eléctricas a las entradas de PLC como es el transductor temperatura.
 - Conexiones eléctricas a las salidas del PLC, son todos los elementos de control como: bobinas de contactores, relés auxiliares; así como también las lámparas de indicación.

- Tablero eléctrico de potencia y control, muestra la disposición física de todos los dispositivos de potencia y control en el tablero eléctrico de la máquina.
- Panel de control, representa a la disposición física de las botoneras, controladores de temperatura e interfaz HMI de la máquina.
- Borneras de los lados de potencia y control, es la distribución de las borneras de conexión para los componentes de potencia y control.
- Borneras (conectores), es la distribución de las borneras de conexionado entre el tablero eléctrico y la máquina.
- Los planos eléctricos de la máquina se muestran en el anexo C, Planos eléctricos.

15.- DISEÑO DEL SOFTWARE DE CONTROL

Partiendo de la estructura de programación de los PLC's de la familia Siemens Simatic S7-200 que emplea el software STEP 7, se tiene tres formas de programación:

- KOP, o diagrama de contactos en escalera o ladder. Se aplica cuando el desarrollador está familiarizado con diagramas eléctricos.
- FUP, o diagrama de funciones lógicas, utilizan la estructura compatible con la programación gráfica.
- AWL, corresponde a la programación mediante la escritura de código o nemónico compatible con el lenguaje ensamblador propio del procesador.

Para el desarrollo del software de control del presente proyecto se empleó el lenguaje de diagrama de contactos (KOP) por ser la técnica de programación más compatible con los circuitos de control industrial caracterizados por el predominio de señales discretas de entrada y salida, el mismo que es un software de fácil programación, para su utilización no se necesita de licencia y se lo encuentra gratuitamente en internet.

16.- SELECCIÓN DE SOFTWARE PARA HMI

Uno de los objetivos planteados en este proyecto, es el de crear un HMI para la máquina, que brinde las siguientes funciones:

- Visualización del estado de funcionamiento de la máquina, a través del estado del transductor de temperatura.
- Indicación y gestión de alarmas: tiempo en el que se produjo, aceptación. Esta función permitirá detectar y corregir rápidamente tales eventos.
- Cambio de parámetros como tiempos y valores de temperatura con la máquina en funcionamiento es decir en caliente.

Para lo cual este proyecto será diseñado con el programa Intouch desarrollado por la Corporación Wonderware.

InTouch es un paquete de software utilizado para crear aplicaciones de interface hombre máquina bajo entorno PC. InTouch utiliza como sistema operativo el entorno WINDOWS 95/98/NT/2000/XP.

Requerimientos del Sistema:

- Cualquier PC compatible IBM con procesador Pentium 200 MHz o superior

- Mínimo 500 Mb de disco duro
- Mínimo 64 Mb RAM
- Adaptador display SVGA (recomendado 2 Mb mínimo)
- Puntero (mouse, trackball, touchscreen)
- Adaptador de red

Intouch ofrece las siguientes prestaciones:

- 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 históricos de señal 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 el programa total sobre el autómeta, bajo ciertas condiciones.
- Posibilidad de programación numérica, que permite realizar cálculos aritméticos de elevada resolución sobre la CPU del ordenador, y no sobre la del autómeta, menos especializado, etc.

17.- ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO.

En la tabla 10 se detalla por ítems el costo de los componentes que se van a emplear en el proyecto. El costo neto de los componentes es de 19610 dólares americanos. Para conocer el costo total del proyecto, debe añadirse el rubro de la mano de obra de ingeniería y montaje del proyecto. Aún, cuando no existe una regla definida para la estimación del costo del software y de la ingeniería, se aplica la regla de Cocomo. Dicha regla establece la siguiente expresión:

$$\text{Costo(USD)} = K * \text{No horas persona}$$

Siendo:

K = Valor hora profesional en USD, estimado en 25.00 USD

Para calcular el costo de la mano de obra del montaje e instalaciones eléctricas, se utiliza el mismo criterio, pero asignando a K un valor de 2.50 USD.

En la tabla 11, se detalla el costo de la mano de obra del proyecto, considerando que para el rubro de ingeniería intervienen dos personas con una carga laboral neta de 30 días y 8 horas diarias.

Para el montaje e instalaciones eléctricas, también se calcula con dos personas con una carga laboral de 10 días y 8 horas diarias.

Tabla № 10 Detalle de costos del proyecto

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION	VALOR (usd)
1	1	Maquina	17000
2	1	Software Intouch	1300
3	1	Bomba hidráulica	200
4	1	Motor reductor	100
5	global	Niquelinas	100
6	global	Sistema hidráulico	100
7	global	Mecanismos de movimiento	50
8	1	Termocupla	15
9	1	Cable de extensión de PLC	5
10	global	Varios (cable, borneras)	50
11	1	Gabinete metálico	120
12	global	Componentes del panel control	100
13	global	Componentes de fuerza	200
14	global	Componentes de protección	50
15	global	Regleta DIM, canaletas, y manguera BX	50
16	global	Materiales de oficina	50
17	global	Movilización	50
18	global	Uso de Internet	50
19	global	Tímbre	20
TOTAL:			19610

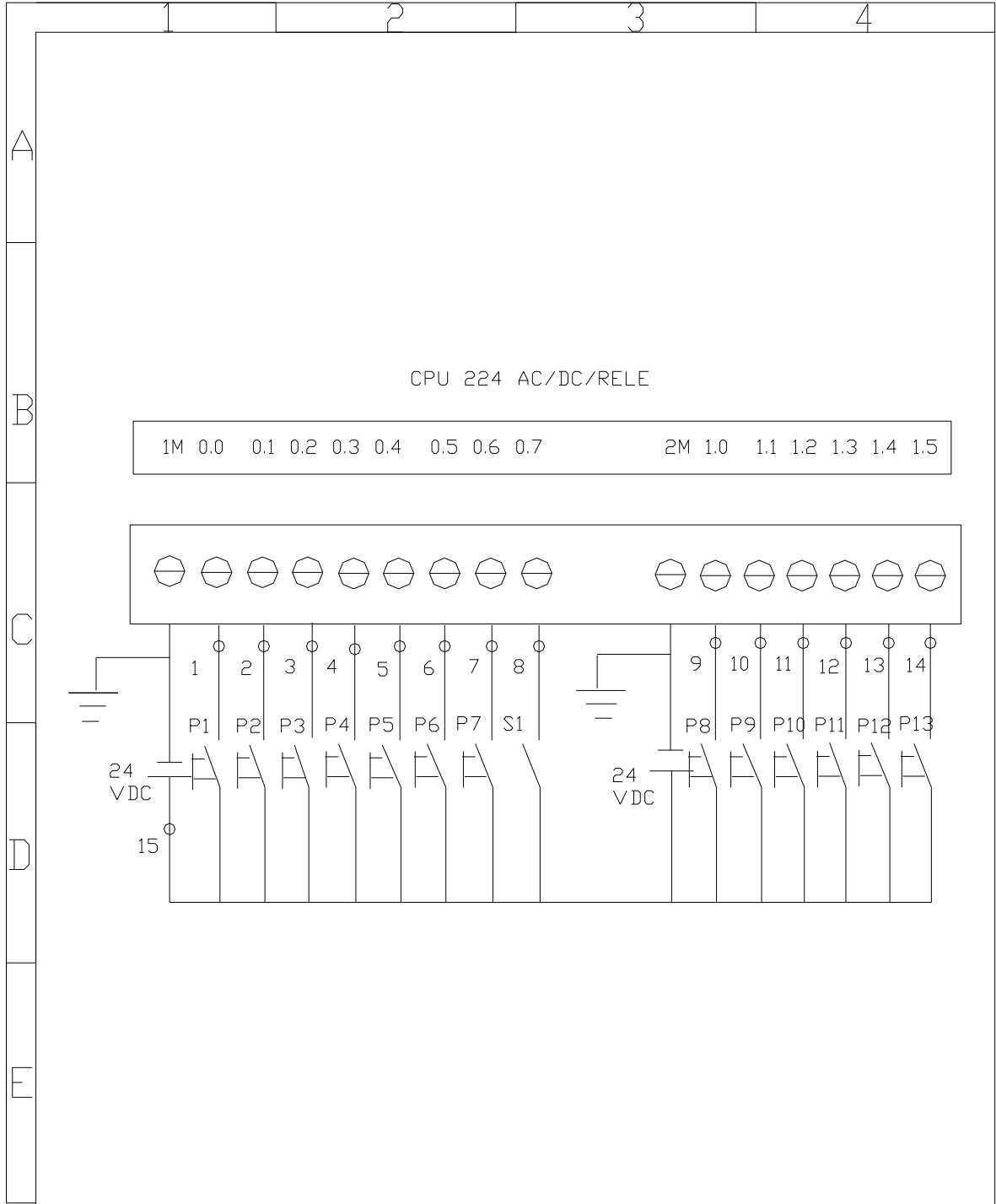
Tabla 11 Costo de la mano de obra del proyecto

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	K (USD)	NO.HORAS-HOMBRE	SUBTOTAL (USD)
1	Ingeniería del proyecto	25	480	12000
2	Montaje e instalaciones eléctricas y mecánicas	2.50	160	400

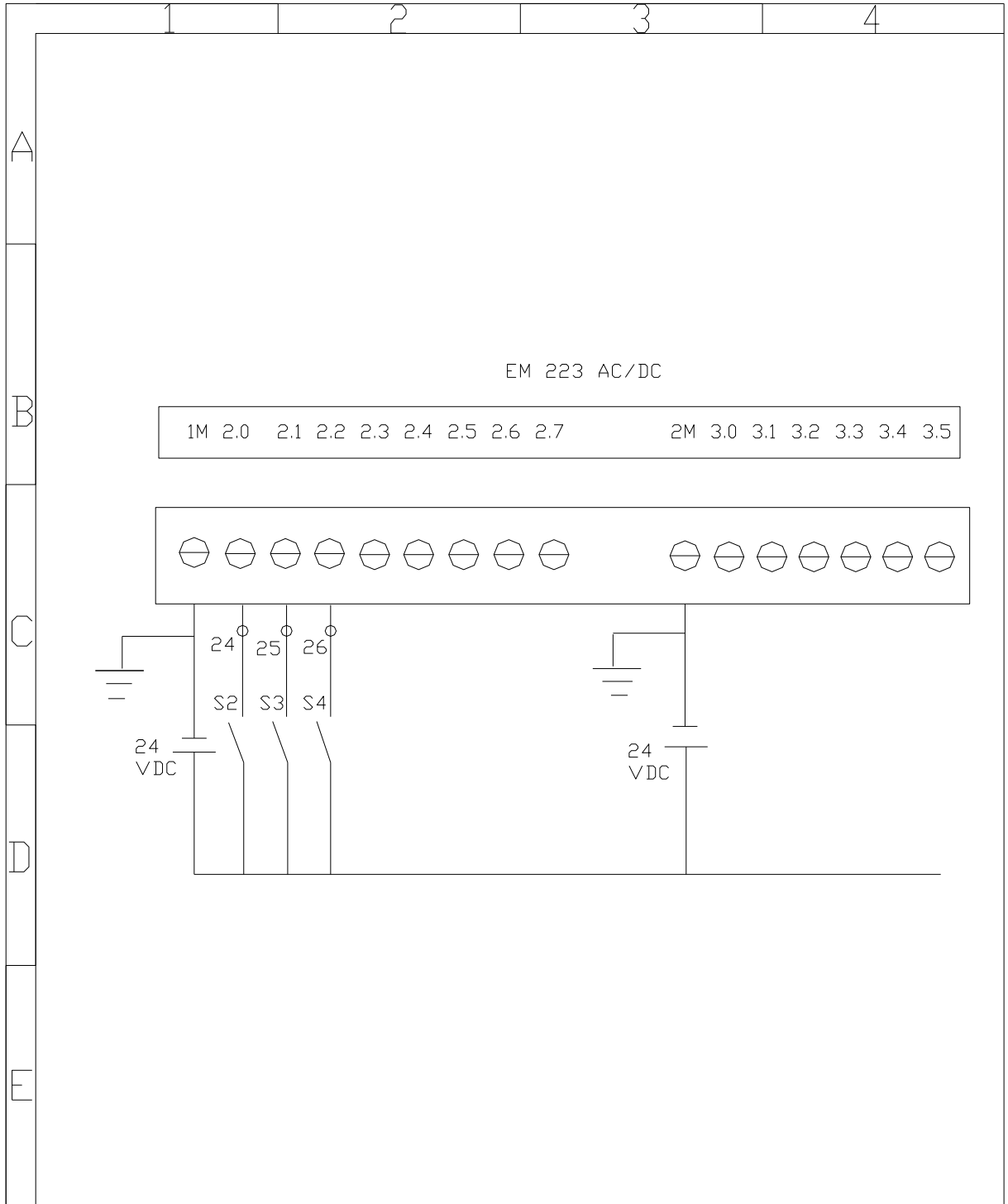
Total	12400
-------	-------

Por lo tanto, el costo total del proyecto es la suma de los rubros de los componentes y de la mano de obra, obteniendo la cantidad de **32010** dólares americanos.

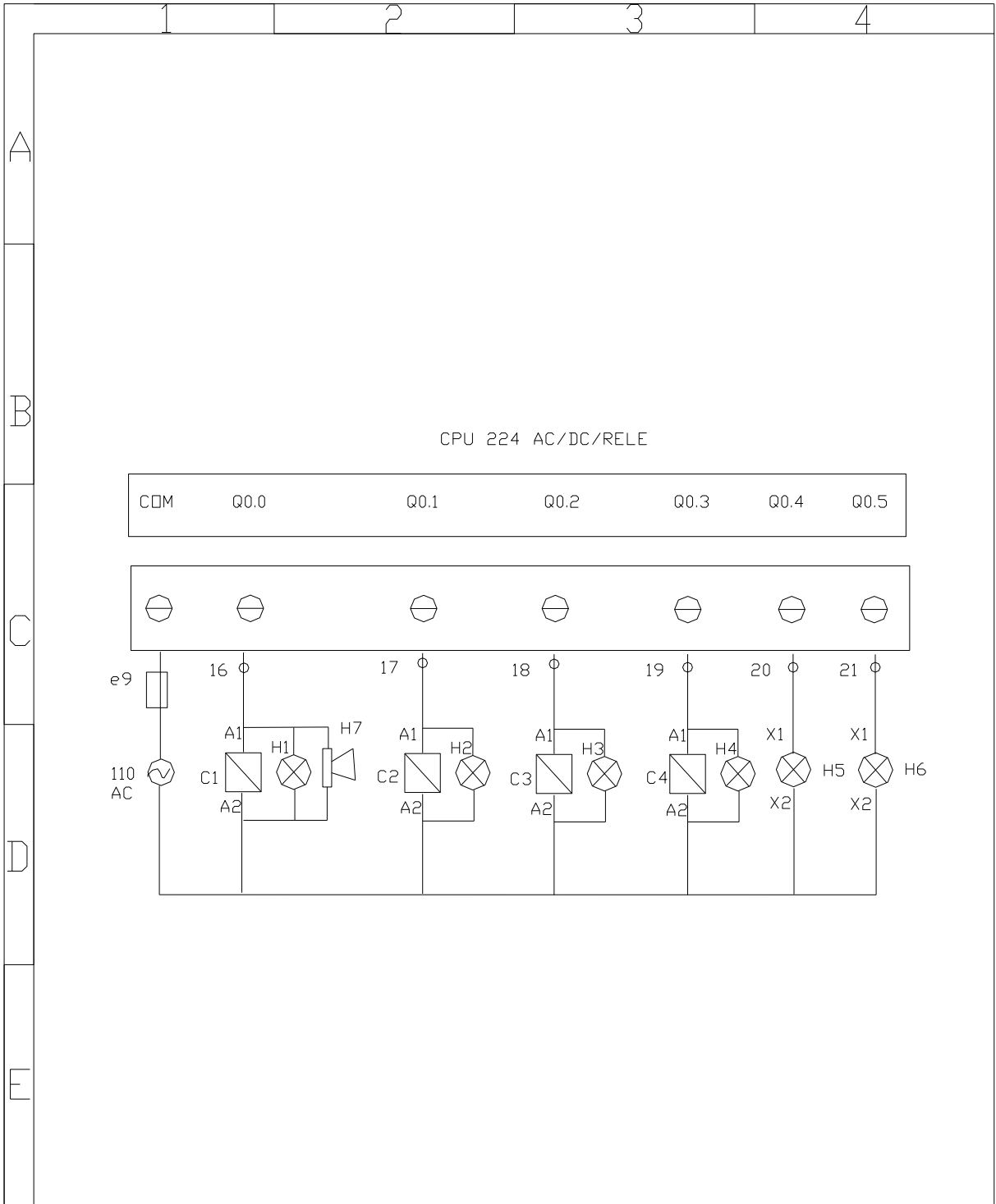
18.- PLANOS ELÉCTRICOS



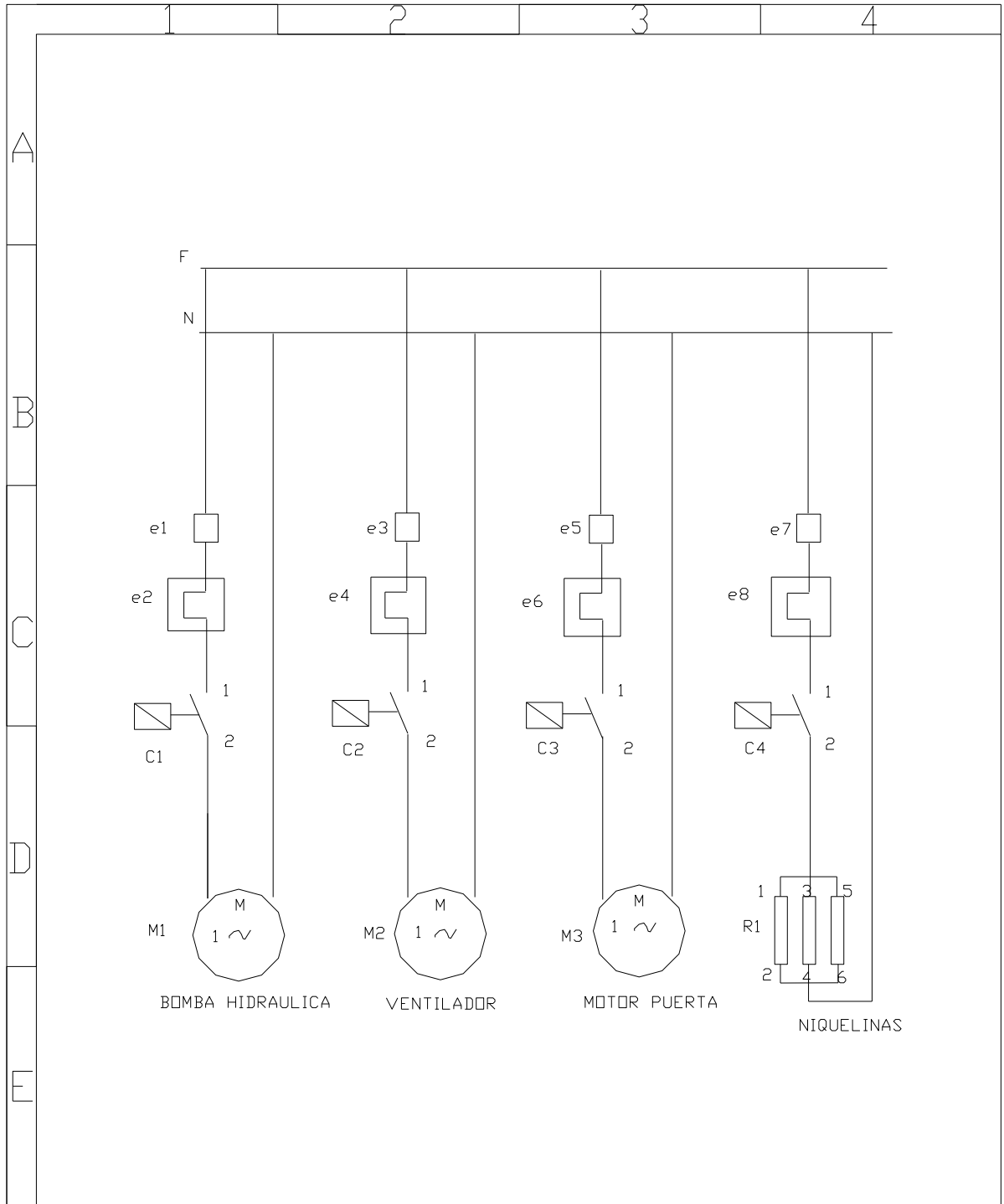
			TOL.GRAL.	PESO	ENTRADAS DEL PLC	ESCALA
			FECHA	NOMBRE		
			DIB: 04/04/07	ANDRADE-TGAQUIZA		
			REV: 06/04/07	ING. ARTEAGA		
			APROV: 09/04/07	ING. ACOSTA		
			ESPE		PLANO 1	Marca Registro
MODIFICO	FECHA	NOMBRE	ELECTRONICA		SUSTITUCION	



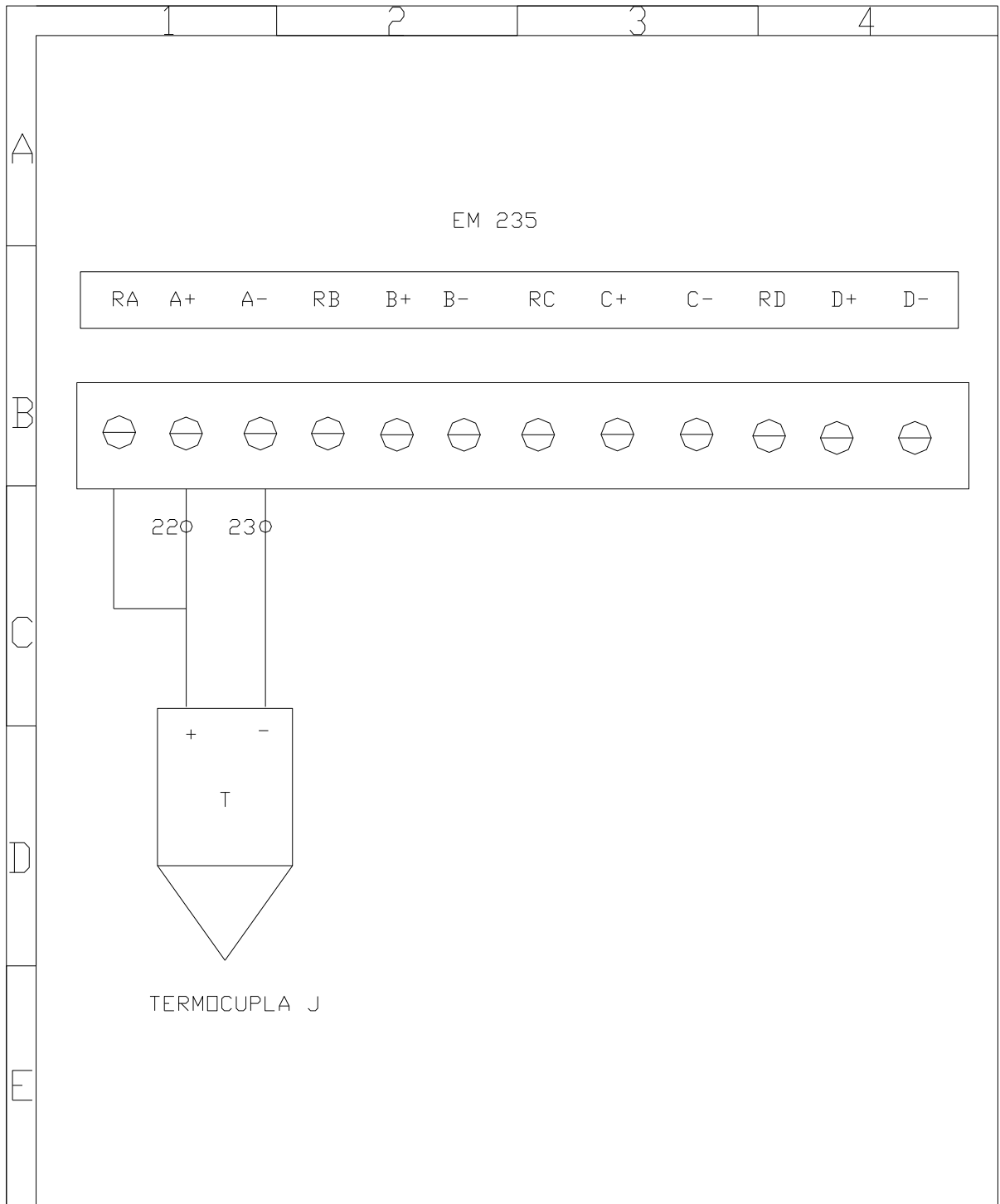
			TOL.GRAL.	PESO	MODULO DE EXPANSION	ESCALA
			FECHA	NOMBRE		
			DIB: 04/04/07	ANDRADE-TDAQUIZA		
			REV: 06/04/07	ING. ARTEAGA		
			APROV: 09/04/07	ING. ACOSTA		
			ESPE ELECTRONICA		PLANO 2	Marca Registro
MODIFICADO	FECHA	NOMBRE			SUSTITUCION	



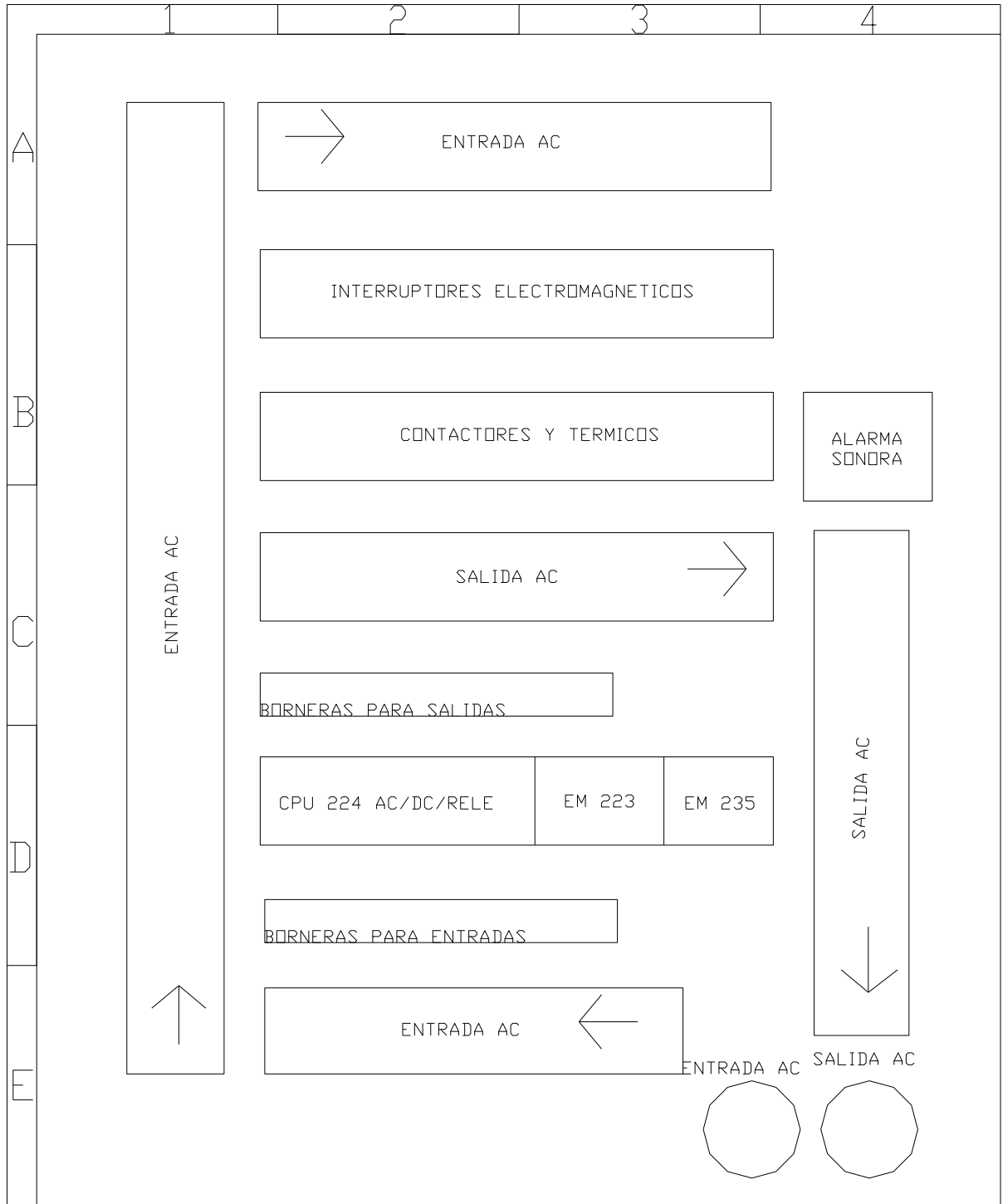
			TOL.GRAL.	PESO	SALIDAS DEL PLC	ESCALA
			FECHA	NOMBRE		
			DIB: 04/04/07	ANDRADE-TDAGUIZA		
			REV: 06/04/07	ING. ARTEAGA		
			APROV: 09/04/07	ING. ACOSTA		
			ESPE ELECTRONICA		PLANO 3	Marca Registro
MODIFICADO	FECHA	NOMBRE			SUSTITUCION	



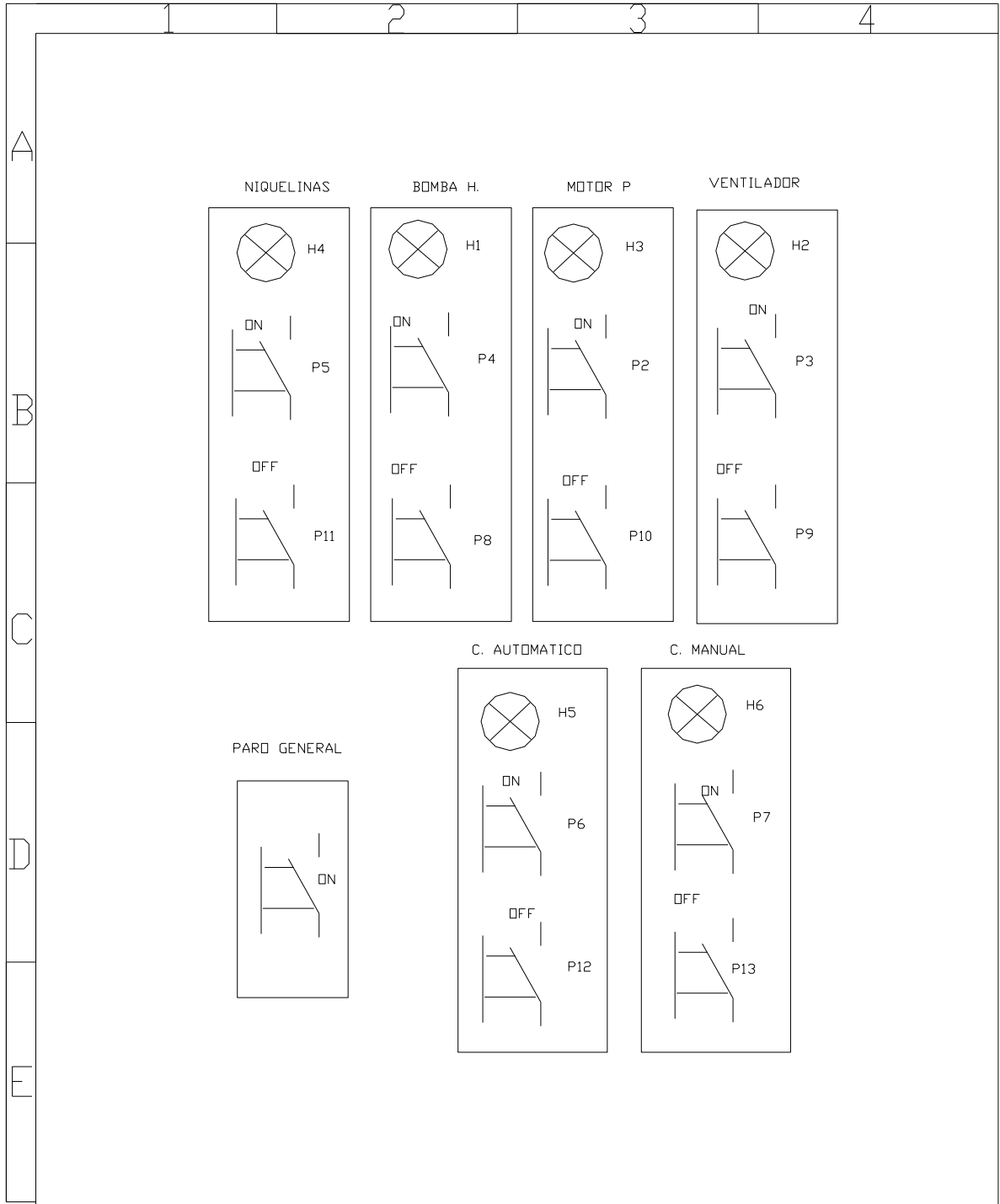
			TOL.GRAL.	PESO		
			FECHA	NOMBRE	CIRCUITO DE POTENCIA	ESCALA
			DIB: 04/04/07	ANDRADE-TDAGUIZA		
			REV: 06/04/07	ING. ARTEAGA		
			APROV: 09/04/07	ING. ACOSTA		
			ESPE ELECTRONICA		PLANO 4	Marca Registro
MODIFICADO	FECHA	NOMBRE			SUSTITUCION	



			TOL.GRAL.	PESO		
			FECHA	NOMBRE	ENTRADA MODULO DE EXPANSION	ESCALA
			DIB: 04/04/07	ANDRADE-TDAQUIZA		
			REV: 06/04/07	ING. ARTEAGA		
			APROV: 09/04/07	ING. ACOSTA		
			ESPE ELECTRONICA		PLANO 5	Marca Registro
MODIFICO	FECHA	NOMBRE			SUSTITUCION	



			TOL.GRAL.	PESO	TABLERO ELECTRICO	ESCALA
			FECHA	NOMBRE		
			DIB: 04/04/07	ANDRADE-TDAQUIZA		
			REV: 06/04/07	ING. ARTEAGA		
			APROV: 09/04/07	ING. ACOSTA		
			ESPE		PLANO 6	Marca Registro
MODIFICO	FECHA	NOMBRE	ELECTRONICA		SUSTITUCION	



			TOL.GRAL.	PESO	PANEL DE CONTROL	ESCALA
			FECHA	NOMBRE		
			DIB: 04/04/07	ANDRADE-TDAQUIZA		
			REV: 06/04/07	ING. ARTEAGA		
			APROV: 09/04/07	ING. ACOSTA		
			ESPE ELECTRONICA		PLANO 7	Marca Registro
MODIFICADO	FECHA	NOMBRE	SUSTITUCION			

19.- PLANOS MECANICOS

