



**AUTOMATIZACIÓN DE TALLADORA DE BLOQUE Y DISEÑO DE UN
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.**

AUTOR

RAFAEL EDUARDO BERNETT VALENZUELA

DIRECTOR

M.Sc. MIGUEL ÁNGEL ROMERO

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS MECÁNICA Y MECATRÓNICA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA
CARTAGENA DE INDIAS D. T. H. y C.- COLOMBIA
SEPTIEMBRE 2010**



**AUTOMATIZACIÓN DE TALLADORA DE BLOQUE Y DISEÑO DE UN
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.**

AUTOR

RAFAEL EDUARDO BERNETT VALENZUELA

DIRECTOR

M.Sc. MIGUEL ÁNGEL ROMERO

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO MECÁNICO

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS MECÁNICA Y MECATRÓNICA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA
CARTAGENA DE INDIAS D. T. H. y C.- COLOMBIA
SEPTIEMBRE 2010**

Cartagena de indias D.T.H. y C. 23 de noviembre de 2010

Señores

COMITÉ CURRICULAR

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

Facultad de Ingenierías

Cartagena

Estimados Señores

Presento para su consideración el trabajo de grado titulado **“AUTOMATIZACIÓN DE TALLADORA DE BLOQUE Y DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO”** como requisito para optar por el título de Ingeniero Mecánico.

Cordialmente,

RAFAEL EDUARDO BERNETT VALENZUELA

C.C. 73.007.612 de Cartagena.

Cartagena de indias D.T.H. y C. 23 de noviembre de 2010

Señores

COMITÉ CURRICULAR
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
Facultad de Ingenierías
Cartagena

Estimados Señores

Luego de revisar el trabajo de grado **“AUTOMATIZACIÓN DE TALLADORA DE BLOQUE Y DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO”** del estudiante RAFAEL EDUARDO BERNETT VALENZUELA; considero que cumple con los objetivos propuestos, por lo que estoy de acuerdo en presentarlo formalmente para su calificación y así optar por el título de Ingeniero Mecánico.

Cordialmente,

MIGUEL ÁNGEL ROMERO ROMERO

Director de proyecto

Cartagena de indias D.T.H. y C. 23 de noviembre de 2010

AUTORIZACIÓN

Yo, RAFAEL EDUARDO BERNETT VALENZUELA identificado con cédula de ciudadanía número 73.007.612 de Cartagena, autorizo a la UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR, para hacer uso de este trabajo de grado y publicarlo en el catalogo on-line de su biblioteca.

Cordialmente,

RAFAEL EDUARDO BERNETT VALENZUELA
73.007.612 de Cartagena

ARTICULO 107
REGLAMENTO ACADÉMICO DE LA
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

La universidad se reserva el derecho de propiedad intelectual de todos los trabajos de grado aprobados, los cuales no pueden ser explotados comercialmente sin su autorización.

Nota de aceptación

Firma de presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Cartagena de indias D.T. y C. 23 de noviembre de 2010

DEDICATORIA

Este trabajo de grado está dedicado a mi padre Benito Rafael Bernett Vergara por el apoyo, credibilidad y esfuerzo que coloco en mí durante el proceso de formación como profesional, a mi madre Yadira del Carmen Valenzuela Medrano por contar conmigo y estar a mi lado en todo mi recorrido de estudio desde mi niñez hasta mi juventud, a mi novia Lorena Paola Matos Restrepo por permanecer a mi lado incondicionalmente en los momentos de tristeza y alegría, a mis hermanas Amira y Martha Bernett Valenzuela que han sido mis amigas en el transcurso de mi formación personal, a todos infinitas gracias por su apoyo tanto en los buenos como en los malos momentos finalmente a toda esas persona las cuales confiaron plenamente en mí, como son mis tíos, tías, abuelos, amigos que si no hubiese sido por ellos no podría tener la madurez personal y profesional que he adquirida durante mi vida.

PENSAMIENTO

"El ser humano es inteligente porque un día se puso de pie y empezó a utilizar las manos."

LEVI-STRAUSS.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la oportunidad de existir, darme el conocimiento que tengo y por haberme permitido estudiar en una educación superior.

A mis padres porque siempre conté con su apoyo y comprensión.

A mis profesores por haberme brindado el conocimiento y guiado por el mejor camino con el fin de formarme como profesional.

En especial el profesor Vladimir Quiroz y Miguel Ángel Romero, quienes me apoyaron en todo momento para el desarrollo de este trabajo de grado, para así optar el título de Ingeniero Mecánico.

A los amigos que tuve durante mi estadía académica en la universidad, aquellos que estuvieron a mi lado con su amistad sinceridad y que siempre fueron más que un grupo de estudio.

Y por último a mis dos padres nuevamente por haberme ayudado incondicionalmente lo cual estaré agradecido por el resto de mi vida.

RESUMEN

En este trabajo de grado se presenta la automatización como toda una herramienta de trabajo, que tiene como propósito los objetivos de: tecnificar la maquinaria y sus procesos, facilitar el proceso productivo, dar calidad a los productos y minimizar los costo de producción. De igual forma busca cumplir con otros aspectos tales como, reducir los riesgos laborales del empleado para disminuir los accidentes, así éste debe cumplir con las políticas, objetivos y estructuras que rijan a la empresa, logrando un notable desarrollo de la misma que incursionará a la evolución de esta herramienta con la cual se puede ir mejorando poco a poco.

Además de lo anterior podemos decir que en este trabajo está plasmado el diseño de un programa de mantenimiento hacia una máquina talladora de bloque de tipo cortadora de piedra coralina y un PLC, para tenerla en la mejor condición posible y ayudar al departamento de producción a cumplir con las metas planteadas por el departamento de compras.

TABLA DE CONTENIDO GENERAL

DEDICATORIA.	
PENSAMIENTO.	
AGRADECIMIENTOS.	
RESUMEN.	
ÍNDICE DE FIGURAS.	10
ÍNDICE DE GRÁFICAS.	13
1. INTRODUCCIÓN.	15
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	17
3. JUSTIFICACIÓN.	20
4. OBJETIVOS.	22
4.1 OBJETIVO GENERAL.	22
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	22
5 MARCO TEÓRICO.	23
5.1 Instalaciones eléctricas.	23
5.2 La Hidráulica.	24
5.2.1 Campos de aplicación de la hidráulica.	25
5.3 Sistemas hidráulicos.	26
5.4 Automatización industrial.	27
5.5 Electrónica.	29
5.5.1 Electrónica digital.	29
5.6 Algebra de Boole.	30
5.6.1 Las operaciones del Álgebra de Boole.	30
5.7 Método de karnaugh.	32
5.8 Mantenimiento preventivo.	34
5.8.1 Por qué debe realizarse el mantenimiento preventivo.	35
5.9 ¿Qué es un PLC?	35
5.9.1 Estructura general del PLC.	36

6. METODOLOGÍA.	38
7. PROCEDIMIENTO DE LA AUTOMATIZACIÓN Y DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA TALLADORA DE BLOQUE.	40
7.1 Planificación de la instalación eléctrica de la máquina talladora de bloque #3.	40
7.2 Contenido de la unidad hidráulica de talladora de bloque # 3.	50
7.3 Automatización de la máquina.	67
7.3.1 Funciones de operación de talladora de bloque simple sin automatización.	68
7.3.2 Funciones de operación de talladora de bloque con automatización.	69
7.4 Criterios de selección de un PLC.	70
7.5 PLC LOGO Siemens.	80
7.5.1 Estructura del PLC LOGO Siemens.	80
7.5.2 Montaje - Cableado de PLC.	81
7.6 Conceptos generales de la programación del PLC en la MTB #3.	90
7.6.1 Diagrama del ciclo de trabajo de la máquina.	92
7.6.2 Descripción de operación de la programación.	93
7.6.3 Programación.	100
7.7 Software de simulación FESTO FLUIDSIM 4.1.	114
7.8 Ubicación del PLC en la máquina y reorganización del panel de control y botonera.	136
7.9 Esquema eléctrico de la máquina ya automatizada.	139
8. MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MTB #3.	140
8.1 Diseño de formato inventario técnico de la máquina talladora de bloque #3.	144
8.2. Diseños de programas de rutinas para el buen desempeño de la máquina en la empresa a nivel productivo.	147
9. PRESUPUESTO Y FACTIBILIDAD ECONÓMICA.	178
9.2 Análisis costo- beneficios.	178
9.2.1 Costos del sistema actual.	178
9.1.2 Costos de los materiales para la automatización de la máquina.	185

CONCLUSIONES.	194
RECOMENDACIONES.	196
BIBLIOGRAFÍA.	198
GLOSARIO.	201

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 , Componentes de un sistema hidráulico y su secuencia.	27
Figura 2 , Circuito electrónico simple: pila, interruptor y bombilla.	29
Figura 3 , Diagrama de bloques de un temporizador.	43
Figura 4 , Planos eléctricos de máquina.	45
Figura 5 , Esquema de fuerza de los movimientos de la máquina.	47
Figura 6 , Esquema de fuerza de los motores de la máquina.	48
Figura 7 , Esquema hidráulico de máquina talladora de bloque.	51
Figura 8 , Diagrama del primer paso.	54
Figura 9 , Diagrama de segundo paso.	57
Figura 10 , Esquema del tercer paso.	59
Figura 11 , Diagrama de estado del cilindro y accesorio del sistema hidráulico.	61
Figura 12 , Fotos de dispositivos 1 válvula.	63
Figura 13 , Fotos de dispositivos 4, 6 y 6".	64
Figuras 14, 15 , Gato hidráulico de talladora de bloque.	64
Figuras 16,17 , Gato hidráulico de talladora de bloque.	65
Figura 18 , Gráfica de circuito eléctrico de sistema hidráulico.	65
Figura 19 , Módulo 221.	73
Figura 20 , Módulo 222.	73
Figura 21 , Plataforma de automatización quantum.	75
Figura 22 , PLC, <i>Programmable Logic Controller</i> . o Controlador Lógico Programable.SIEMENS. LOGO.	76
Figura 23 , Vista frontal del PLC, <i>Programmable Logic Controller</i> . SIEMENS. LOGO.	78
Figura 24 , Estructura del PLC, <i>Programmable Logic Controller</i> SIEMENS. LOGO.	81
Figura 25 , Conexión de líneas del. PLC, <i>Programmable Logic Controller</i> . SIEMENS. LOGO.	82
Figura 26 , Conexión de una línea.	83

Figura 27 , Conexión de varias líneas.	83
Figura 28 , Conexión de salida de PLC. <i>Programmable Logic Controller</i> . SIEMENS. LOGO.	84
Figura 29 , Representación gráfica de los bloques funcionales en el PLC.	89
Figura 30 , Representación gráfica de un bloque funcional en el display del PLC.	89
Figura 31 , Número de bloques y relación entre ellos.	90
Figura 32 , Ciclo secuencial de operación de la máquina.	92
Figura 33 , Ciclos de trabajos de la máquina sin automatización.	94
Figura 34 , Vista lateral de la máquina.	95
Figura 35 , Vista superior de la máquina.	96
Figura 36 , Panel de manejo.	100
Figura 37 , Menú principal y de programación.	101
Figura 38 , Salida del PLC. <i>Programmable Logic Controller</i> .	101
Figura 39 , Salida del PLC en el primer ciclo de trabajo.	102
Figura 40 , Ubicación de cursor para la introducción del bloque de trabajo.	102
Figura 41 , Bloque del PLC.	103
Figura 42 , Entradas del bloque.	103
Figura 43 , Entradas de bloque para introducción de comandos para controlar.	104
Figura 44 , Secuencia de representación de la introducción de las entradas del bloque número 1.	105
Figura 45 , Salida del PLC en el segundo ciclo de trabajo.	106
Figura 46 , Ubicación de cursor para la introducción del bloque de trabajo.	106
Figura 47 , Bloque de funciones especiales del PLC. <i>Programmable Logic Controller</i> .	107
Figura 48 , Entradas del bloque.	108
Figura 49 , Esquema gráfico del parámetro "T" del temporizador en el display.	108
Figura 50 , Protección de temporizador.	110
Figura 51 , Esquema terminado del segundo ciclo de trabajo.	111
Figura 52 , Representación del esquema en el tercer ciclo.	112
Figura 53 , Representación del esquema en el cuarto ciclo.	113

Figura 54, Representación del esquema en el quinto ciclo.	113
Figura 55, Esquema de programación de PLC.	114
Figura 56, Diagrama de FESTO FLUDSIM 4.1.	115
Figura 57, Nuevo proyecto de trabajo.	116
Figura 58, Módulo digital en entorno de trabajo.	117
Figura 59, Modificación o implementación de circuito de control en el módulo digital.	118
Figura 60, Módulo digital y recuadro para programar PLC.	118
Figura 61, Funciones lógicas en el entorno de trabajo.	119
Figura 62, Conexión de primer ciclo.	121
Figura 63, Circuito completo y nodos.	122
Figura 64, Parametrización del temporizador.	123
Figura 65, Circuito terminado y listo para la simulación.	125
Figura 66, Simulación del proceso de la máquina.	126
Figura 67, Primer ciclo de trabajo.	128
Figura 68, Ubicación del gato hidráulico.	129
Figura 69, Segundo ciclo de trabajo.	130
Figura 70, Tercer ciclo de trabajo.	132
Figura 71, Cuarto ciclo de trabajo.	134
Figura 72, Quinto ciclo de trabajo.	135
Figura 73, Reorganización del panel de control y ubicación del PLC.	136
Figura 74, Reorganización del panel de control.	137
Figura 75, Panel de control, ubicación de amperímetro, temporizador y contador.	138
Figura 76, Esquema eléctrico de máquina automatizada.	139
Figura 77, Producción año 2008.	182
Figura 78, Producción año 2009.	183
Figura 79, Diferencia de las dos producciones de los años 2008 y 2009.	185
Figura 80, Producción de condiciones ideales comparadas con los años 2008 y 2009.	191

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 , Problemas de trabajo de la máquina.	18
Tabla 2 , Descripción de los rango de tensión.	24
Tabla 3 , Tabla binaria de un circuito sencillo.	33
Tabla 4 , Dispositivos de máquina.	42
Tabla 5 , Espesores de máquina en temporizador.	44
Tabla 6 , Componentes eléctrico.	46
Tabla 7 , Motores de máquina.	49
Tabla 8 , Componentes del circuito de fuerza de la máquina.	49
Tabla 9 , Componentes de sistema hidráulico.	52
Tabla 10 , Componentes eléctricos de unidad hidráulica.	66
Tabla 11 , Selección del PLC.	79
Tabla 12 , Tabla de funciones básicas incorporadas en el PLC.	86
Tabla 13 , Representación de funciones especiales del PLC.	87
Tabla 14 , Entradas y salidas del PLC. Programmable Logic Controller. SIEMENS. LOGO.	92
Tabla 15 , Dispositivo de mando de la máquina después de la automatización.	96
Tabla 16 , Primer estado de las variables de la máquina.	98
Tabla 17 , Segundo estado de las variables de la máquina.	98
Tabla 18 , Tercer estado de las variables de la máquina.	98
Tabla 19 , Cuarto estado de las variables de la máquina.	99
Tabla 20 , Quinto estado de las variables de la máquina.	99
Tabla 21 , Agrupación de las variable de trabajo de la máquina.	99
Tabla 22 , Tiempos en los temporizadores de cada ciclo.	111
Tabla 23 , Inventario de mantenimiento.	146
Tabla 24 , Formato anual.	150
Tabla 25 , Formato semestral.	152
Tabla 26 , Formato mensual.	154
Tabla 27 , Formato semanal.	156

Tabla 28, Formato diario.	158
Tabla 29, Formato de mantenimiento general anual.	161
Tabla 30, Formato de presupuesto.	163
Tablas 31, 32,33, Formatos de solicitud de mantenimiento.	166
Tabla 34, Formato de orden de trabajo para equipos.	169
Tabla 35, Formato de orden de trabajo “revés de la hoja”.	170
Tabla 36, Formato de orden de trabajo para instalaciones.	171
Tabla 37, Formato de orden de trabajo “revés de la hoja”.	172
Tabla 38, Lubricantes de la máquina.	173
Tabla 39, Rodamientos y correas de la máquina.	175
Tabla 40, Defectos del aceite y los problemas que ocasiona.	176
Tabla 41, Prestaciones y descuento obligatorio.	179
Tabla 42, Gasto del personal de trabajo en la empresa.	180
Tabla 43, Gasto operacionales.	181
Tabla 44, Producción del 2008.	181
Tabla 45, Producción del 2009.	182
Tabla 46, Diferencia de la producción del 2008 y 2009.	184
Tabla 47, Presupuesto de automatización.	186
Tabla 48, Salario de la empresa después del automatizado.	187
Tabla 49, Gasto operacionales después del automatizado.	188
Tabla 50, Tabla de las condiciones ideales de la máquina.	188
Tabla 51, Diferencia de la producción con condiciones ideales y el año 2009.	189
Tabla 52, Diferencia salariales.	189
Tabla 53, Diferencia salariales en condiciones ideales.	190
Tabla 54, Presupuesto general de la máquina.	193

1. INTRODUCCIÓN

La elaboración de un sistema de automatización para la máquina talladora de bloque Pedrini M 535, tiene como finalidad mejorar las condiciones de trabajo y de producción no solo de la máquina sino también de la empresa, al igual que evitar que los sistemas sufran daños ocasionados generalmente por la inadecuada manipulación de los operadores que ejecutan sus tareas en condiciones impropias de trabajo en las que se encuentran sometidos diariamente.

El diseño de este trabajo busca que el estudiante de ingeniería desarrolle sus conocimientos adquiridos durante toda su carrera, en el análisis de problemas reales, aplicando su capacidad de reconocimiento de los mismos de forma rápida, sencilla y lógica, dando así como resultado la solución certera de estos problemas.

Este documento se basa en la comprensión de los conceptos básicos y el uso de los modelos simplificados de ciertos sistemas mecánicos, eléctricos, hidráulicos, entre otros. De esta manera, tomando un enfoque lógico-racional que ayudará al estudiante a descifrar todos los procesos de una forma mucho más sencilla, para así identificar claramente las condiciones en las que se debe analizar el diseño de los componentes reales de la máquina, dando seguridad a la hora del desarrollo de los problemas.

Se espera que cualquier persona ya sea profesional o técnica que haga uso de este documento, entienda perfectamente lo que se quiere explicar, desde las situaciones de la máquina, hasta los problemas de cada uno de los sistemas que en este se plasmarán, y así lograr de forma fácil, práctica y didáctica una total comprensión de este manuscrito.

Ahora bien, en primera instancia, mencionaremos el objetivo principal del desarrollo de este proyecto, que es: *la automatización y el diseño de un programa de mantenimiento preventivo*, con el fin de desarrollar un conocimiento a futuro para así analizar y diagnosticar con más certeza problemas similares.

En segunda instancia, se explicará en qué consiste este trabajo, se hará el planteamiento de la problemática, se determinará su fundamento y se presentará una rápida solución a este problema lo que finalmente conlleva a la consumación de un objetivo.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La empresa Coralinas & Pisos S.A. es una entidad dedicada a la fabricación, procesamiento y exportación de materiales de construcción en piedra Coralina, cuenta con alta calidad en sus productos y materiales, y un buen manejo del sentido social dentro del clima organizacional.

Esta, ha venido presentando desde ya hace varios años problemas en su línea de producción con la máquina TALLADORA DE BLOQUE # 3, la cual es la encargada de dar formato deseado a la piedra (exigido por el comprador), el origen de la máquina es italiano y su modelo es PEDRINI M 535.

La TALLADORA DE BLOQUE # 3 presenta muchos problemas al dar el espesor deseado de la tesela (partición en bloque de la piedra coralina), para esto se determinarán, los parámetros o causas que ponen en mal funcionamiento la máquina. Por tal motivo se ha visto afectada la producción de la empresa y las ventas.

Debido a algunos de los parámetros que se mencionarán a continuación, la máquina no funciona de manera eficiente, ya que estos la afectan directamente a la hora de ejecutar una operación.

Algunos de los parámetros relacionados con el bajo rendimiento y problema en dar el espesor deseado a la piedra son: desgastes en tornillos de movimiento vertical, cremallera del movimiento horizontal, piñones, entre otros. (Ver tabla N° 1, problemas y causas).

PROBLEMA	CAUSA
Disco vertical no anda	Motor no anda
	Rodamientos del motor.
	Perdida de las correas. Correas flojas.
	Poleas húmedas, "deslizamiento de las correas"
Disco horizontal no anda	Rodamientos del cilindro.
	Rodamientos del motor.
	Desacople de eje motor.
	Motor no anda
Coche porta disco no avanza	Falta de aceite en la bancada.
	Falta de aceite en el sistema hidráulico.
	Desgaste en la bancada.
	Falta de presión en el sistema hidráulico.
	No circula aceite por el cilindro.
Movimiento transversal no avanza.	No programa el espesor.
	No retrocede al terminar el plano.
	Motor no anda.
	No anda la máquina transversalmente.
Movimiento vertical no funciona.	Reductores no funcionan.
	Cardán de transmisión desacoplado.
	Motor no anda.
	Rodamientos del reductor con el cardán.
Parte eléctrica.	No funciona ningún movimiento ni los motores. No hay corriente en el panel de control.

Tabla 1, Problemas de trabajo de la máquina.

Después de ver los parámetros más importante de la máquina, puede decirse que si estos estuvieran en buen funcionamiento la máquina se encontraría en condiciones ideales para ser manipulada. Lo anterior es tomado como criterio para dar inicio a la automatización de la máquina. Para esto, se diseñará un programa de mantenimiento preventivo y se describirá la automatización que se quiere realizar con la instalación de un PLC¹, para poder brindar al departamento de producción la posibilidad de contar con esta máquina para futuros pedidos y cumplir con las metas propuestas de cada mes.

¹ *Programmable Logic Controller*: en sus siglas en inglés o Controlador de lógica programable, son dispositivos electrónicos muy usados en Automatización Industrial.

Cuando se eligió esta máquina en específica para ser automatizada, se tuvo en cuenta dos factores, el primero de los factores fue que esta máquina es la de mayor rendimiento productivo de la empresa a pesar de su estado, por lo tanto al implantársele este mecanismo se obtendrían mejores resultados como, tecnificar la empresa, mejorar la calidad de los productos, mejorar las condiciones del trabajador, entre otras. El segundo factor importante a la hora de la selección de la máquina es que los tiempos de producción de esta son más rápidos comparados con las otras máquinas, ya que esta tiene un sistema de avance diferente a las demás. En general se lograría llevar a cabo lo siguiente:

- a. Después de automatizar la máquina, ésta no presentará ningún tipo de problema que interfiera en la ejecución de las tareas establecidas por el departamento de producción.
- b. El departamento de producción entregaría todos los pedidos establecidos por el departamento de compras.
- c. La máquina siempre se encontrará disponible, de esta forma los parámetros ya mencionados en la “tabla 1” funcionarán correctamente.
- d. Se contribuirá al mejoramiento de las condiciones económicas de la empresa, ya que en la actualidad la máquina opera con dos personas.
- e. Habrá reducción significativa de los peligros que los operadores tienen al estar expuestos todo el tiempo a la máquina y la piedra.

3. JUSTIFICACIÓN.

En la actualidad las empresas en Cartagena buscan la manera de hacerse más competitiva dentro de su ámbito comercial y por lo tanto buscan adoptar nuevos métodos y estrategias con el fin de garantizar su éxito en el mercado. Por ello las nuevas empresas se han visto en la necesidad de ser mejores cada día, de ofrecer productos y servicios de la mejor calidad y a los mejores precios, para así poder tener una compañía capaz de competir con cualquiera.

Muchas de las grandes industrias hoy día buscan la manera de adoptar herramientas innovadoras que optimicen el desarrollo de sus actividades, sin dejar a un lado los modelos de medición de los diferentes procesos de producción que se desarrollan dentro de una empresa, teniendo en cuenta las normas de calidad y servicio de la misma. Con lo mencionado anteriormente se busca la manera de alcanzar un éxito a corto, mediano o largo plazo, para así establecerse metas que permitan alcanzar los planes propuestos y enfocados al cumplimiento de la Visión, Misión, compromisos empresariales, entre otros. Estos elementos conjugados comprometen a empleados, supervisores, departamento de mantenimiento, de compras y parte administrativa a alcanzar los objetivos de la misma, por medio del cual se crea un sentido de compromiso empresarial y laboral.

Ahora bien, la empresa CORPISOS S.A. se ha visto en la necesidad de diseñar diferentes e innovadoras actividades en el Departamento de Mantenimiento para que así estas ayuden en la optimización de los procesos de producción, ya que mediante su estudio y ejecución se podrá implantar un mecanismo que ayude a la empresa no solo a incrementar su producción sino a ser cada día mejor y a lograr cumplir los objetivos que se propone. Todo esto será posible con el diseño de un “*Programa de Mantenimiento y la Automatización de la máquina*”, el cual busca que la empresa continúe siendo una de las más desatacadas en su ámbito.

Finalmente, esto generará beneficios en los procesos del Departamento de Producción, en su calidad y servicio del producto. Mediante el seguimiento y evaluación de los procedimientos implementados por parte del Departamento de Mantenimiento, a fin de

mejorar la calidad del producto y del servicio, el control de la gestión, la satisfacción del cliente y la entrega oportuna del pedido a beneficio de la empresa.

Introduciéndonos un poco más a lo que se quiere mostrar en este documento, puede decirse que este trabajo se explicará desde tres enfoques diferentes, el primero desde un enfoque práctico, puesto que a causa del problema detectado se propone una solución estratégica aplicable y que dará como resultado una solución al problema.

El segundo, desde un enfoque teórico, ya que se estará complementando lo práctico con la definición de una serie de conceptos que ayudarán a comprender profundamente la situación presentada.

Tercero y último, desde un enfoque metodológico, que generará la aplicación de nuevos métodos de investigación para fomentar el conocimiento dentro de los departamentos de producción y mantenimiento en general.

En cuanto a la importancia de este trabajo de grado se dirá que este abrirá nuevos rumbos para empresas y compañías relacionadas, que estén presentando situaciones similares a las que aquí se plantean, sirviendo este como referencia principal.

En conclusión, profesional y personalmente pondrá en manifiesto los conocimientos aprendidos durante la universidad que permite fundamentar las bases para otros estudios.

4. OBJETIVOS.

4.1 OBJETIVO GENERAL.

Automatizar la máquina TALLADORA DE BLOQUE MODELO PEDRINI M 535, por medio de la instalación de un PLC y el diseño de un programa de mantenimiento preventivo.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Describir el funcionamiento de la máquina.
- Describir e identificar automatizado de la máquina.
- Identificar los problemas que afecten su funcionamiento y dar posibles soluciones.
- Seleccionar el PLC y describir sus funciones principales.
- Elaborar la simulación del proceso para comprobar que este funcione como se ha planteado.
- Hacer un plan de mantenimiento general de dicha máquina y a su PLC.
- Determinar los aspectos económicos de la automatización de la máquina.
- Calcular la factibilidad económica del proyecto a la empresa, sus ventajas y desventajas que este brinda.
- Mejorar la calidad y uniformidad del producto.
- Minimizar el esfuerzo y los tiempos de producción.
- Mejorar la productividad reduciendo los costos de manufactura mediante un mejor control de la producción.
- Reducir la intervención humana, el aburrimiento y posibilidad de error humano.

5 MARCO TEÓRICO.

5.1 Instalaciones eléctricas².

Para dar a conocer el uso de instalaciones eléctricas las cuales vemos diariamente determinaremos una serie de pasos para explicar con más detalle y entender los planos eléctricos de la máquina y su funcionamiento. En cualquier sistema construido para un fin determinado, nos vemos en la necesidad de utilizar energía eléctrica, ya sea en edificios, empresas, casas, etc.

La energía eléctrica es necesaria en la mayoría de las actividades cotidianas del ser humano, tanto en labores domésticas, cotidianas e industriales. A diario utilizamos todo tipo de utensilios que utilizan la energía eléctrica para su funcionamiento, tales como; electrodomésticos, lámparas, neveras, hornos microondas, grabadoras, equipos de sonido, planchas, televisores, computadores, etc.

También en las industrias, es muy indispensable la energía eléctrica porque ayuda en el desarrollo de las actividades laborales, convirtiéndose así, en la principal fuente de alimentación de todas las secciones de la empresa como en oficinas, la planta, los motores y equipos en general.

Después de todo esto podemos llegar a la conclusión, que la energía eléctrica es muy indispensable en nuestra vida diaria y es el eje principal del desarrollo industrial y empresarial. Sin embargo, para un mejor aprovechamiento de esta debemos tomar las previsiones necesarias para no poner en peligro nuestra integridad física y material.

Recuerde que una red eléctrica bien instalada y en buen uso - industrial o doméstica - optimiza el funcionamiento de los equipos y maquinaria, para disminuir los riesgos eléctricos.

²INSTALACIÓN y Mantenimiento de Sistemas Informáticos, Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión, www.cyfuss.com.

En las instalaciones eléctricas podemos decir que están sometidas a una reglamentación que garantiza la seguridad del personal de trabajo, con las redes eléctricas.

Para poder hacer un trabajo de *instalaciones eléctricas*, debemos tener en cuenta y observar todos los parámetros necesarios, para el buen funcionamiento de la instalación, y salvaguardar la salud de trabajadores técnicos y usuarios, dependiendo su tensión. (Ver tabla N°2)

DENOMINACIÓN	RANGO (Voltaje)
Extra baja tensión	≤ 50
Baja tensión	Hasta 1000
media tensión	1000-72.000
Alta tensión	72.000-245.000
Extra alta tensión	245.000-800.000
Ultra alta tensión.	Mayor a 800.000

Tabla 2, Descripción de los rango de tensión

5.2 La Hidráulica³.

La hidráulica es una rama de la física que se encarga del estudio detallado de la mecánica de los fluidos y sus comportamientos; analizando así las leyes que rigen dichos movimiento de en los líquidos y los mecanismos de aprovechamiento para mejorar el rendimiento de cómo se debe aprovechar el agua; de esta forma la podemos encontrar cómo la en hidrostática (líquidos en reposo) y la hidrodinámica (líquido en movimiento).

Ésta tiene como principio de estudio las características más fundamentales de los líquidos que son las siguientes: Viscosidad, Tensión Superficial, Cohesión, Adherencia, Capilaridad.

³ MC. NICKLE L.S, Jr. Hidráulica Simplificada, 3ª edición, 1972.

5.2.1 Campos de aplicación de la hidráulica⁴

En la actualidad los distintos tipos de aplicación de este sistema son muy variados, como para aplicaciones de fuerzas considerables para que produzcan un movimiento lineal en dos direcciones, y este también es aplicado a diferencia del sistema neumático para distancias largas que en el sistema neumático no podría utilizarse.

En los campos de aplicación tenemos los siguientes:

➤ **Aplicaciones móviles⁵:**

El empleo de energía proporcionada por presión gracias a un fluido, para que este pueda controlar o impulsar un vehículo tenemos:

- Tractores.
- Grúas.
- Retroexcavadora.
- Camiones recolectores de basuras.
- Cargadores.
- Frenos, suspensión y dirección de camiones o carros.

➤ **Aplicaciones industriales⁶:**

Como en la industria se deba contar con maquinaria sofisticada para la realización de tareas de precisión, como es controlar, posicionar y mecanizar elemento que estos está ligado a la línea de producción, para esto necesitaremos un tipos de energía que nos provee de las necesidades de dichos trabajos aplicativos para la producción de energía por medio de un fluido, ejemplos de eso son:

⁴ INACAP (Universidad Nacional de Chile), Manual de hidráulica y neumática, material didáctico, 2001.

⁵ MAQUINAS de Estirado con Cálculos Diferentes, www.rincondelvago.com.

⁶ Ibíd.

- Máquinas en industrias plásticas.
- Máquinas y herramientas.
- Máquinas de elaboración de alimentos.
- Equipos de robóticas y manipulación automatizada.
- Equipos y herramientas para montajes industriales.
- Máquinas para la minería.
- Máquinas para todo tipo de industrias.

Otro tipo de aplicaciones son la naval (timos, mecanismos de transmisión), automotriz (suspensión, frenos, dirección), aeronáutica (timón, alerones) y medicina (instrumento odontológico).

5.3 Sistemas hidráulicos⁷

Un sistema hidráulico está conformado por: *El transductor de entrada*, es una bomba que envía una cantidad determinada de aceite, que puede ser constante o varía con el tiempo. Transforma la energía mecánica (el producto de la fuerza por la velocidad) en potencia hidráulica (el producto de la presión por el caudal). *El control*, se hace a través de elementos que restringen la cantidad de aceite que circula en el sistema, otros que regulan las presiones máximas y otros que llevan el aceite a un punto u otro del sistema de acuerdo con el ciclo de carga. Ejemplo: Una válvula hidráulica. *El transductor*, de salida puede ser un actuador hidráulico lineal (cilindro hidráulico), que genera una fuerza a una velocidad lineal o un actuador hidráulico rotacional (motor hidráulico) que genera un torque a una velocidad angular. El medio de transmisión es el fluido (generalmente aceite mineral) que se mueve a través de tuberías de alta presión.

En la “figura 1” se ve como un sistema de transmisión hidráulico está compuesto. La entrada de potencia que se acopla a la bomba que es el elemento que la recibe. La

⁷ ACEVEDO Netto E., J.M. y ACOSTA Álvarez Guillermo. Manual de Hidráulica, México: Harla, 1975.

bomba la entrega a las válvulas por medio del aceite o fluido de transmisión y éstas se la entregan a los actuadores que pueden ser motores hidráulicos o cilindros.



Figura 1, Componentes de un sistema hidráulico y su secuencia.

En los sistemas hidráulicos la energía es transmitida a través de tubos, ductos y mangueras. Esta energía es función del caudal y presión del aceite que circula en el sistema.

El cilindro es el dispositivo más comúnmente utilizado para conversión de la energía antes mencionada en energía mecánica.

La presión del fluido determina la fuerza de empuje de un cilindro, el caudal de ese fluido es quien establece la velocidad de desplazamiento del mismo. La combinación de fuerza y recorrido produce trabajo, y cuando este trabajo es realizado en un determinado tiempo produce potencia. Ocasionalmente a los cilindros se los llama "motores lineales".

5.4 Automatización industrial⁸

La automatización industrial está caracterizada por las innovaciones de diferentes tecnologías para el desarrollo industrial y empresarial. Esto se debe a que las técnicas que son utilizadas están muy relacionadas a los recursos económicos en la industria y la empresa. El uso de mecanismos como robots a nivel industriales junto con los sistemas asistidos por computadora (CAD⁹), y los sistemas de fabricación por computadora

⁸ INTRODUCCIÓN A LOS CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES (PLC), integrantes; Ana Elizondo, Luis Piedra, Mauricio Núñez. Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Eléctrica Departamento de Automática, 2º Semestre de 2003

⁹ El *diseño asistido por computadora u ordenador*, más conocido por sus siglas inglesas **CAD** (*computer-aided design*).

(CAM¹⁰), es lo más reciente en la tendencia de aplicación en tecnología y después de ejecutar todo esto es implementado en el robot dando así como resultado la automatización de los procesos de fabricación en una empresa.

Hay tres clases en las que podemos clasificar la automatización en la industria o una empresa: automatización fija, automatización programable, y automatización flexible.

La automatización fija: se utiliza cuando la cantidad de producción de un producto es muy alta, y por tanto compensa a nivel económico el alto costo del diseño de equipo especializado para procesar y fabricación del producto terminado, con un rendimiento más alto y tasas de producción mucho más elevadas.

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

La automatización flexible: es más adecuada para una producción término medio en el producto. Estos sistemas flexibles poseen características de la combinación de las distintos tipos de automatización mencionados anteriormente como son las fija y la programada.

¹⁰ La **fabricación asistida por computadora**, también conocida por las siglas en inglés **CAM** (*Computer Aided Manufacturing*),

5.5 Electrónica¹¹

La Electrónica es la que se encarga del comportamiento de los *electrones* en diversos medios, y se aplican estos conocimientos para que “**los electrones realicen la operación que se le ha asignado**”. Así por ejemplo, si construimos un circuito electrónico constituido por una bombilla, una pila y un interruptor (figura 2) y lo conectamos entre sí, lograremos que circulen todos los electrones por todo el circuito y que al llegar a la bombilla, se transforme en luz. Para poder “controlar” a los electrones, es indispensable crear *circuitos electrónicos*, formados por materiales conductores (cables) que son los que se encargan de entrelazar todos los componentes de un circuito.

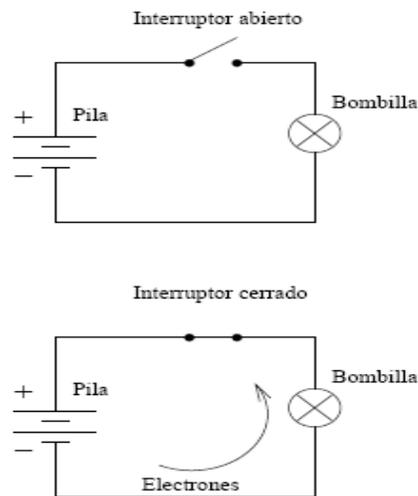


Figura 2, Circuito electrónico simple: pila, interruptor y bombilla

5.5.1 Electrónica digital¹²

Es una parte de la electrónica que se encarga de sistemas electrónicos, donde la información está codificada en dos únicas posibilidades o estados. Cuyos estados son llamados “*verdadero*” y “*falso*”, o comúnmente denotados como “1” y “0”, dando así como referencia que en un circuito eléctrico el valor que toma cada uno de ellos se designa de

¹¹ HUGH Jack. Automating Manufacturing Systems with PLCs. Versión 5.0, Mayo 4 de 2007.

¹² *Ibid.*

la siguiente manera, siendo ("1" verdadero) con presencia de voltaje o que el dispositivo señalado esté accionado y ("0" falso) ausencia de voltaje o que el dispositivo señalado no esté en funcionamiento.

La electrónica digital trabaja con números. La información está en los números y no en la forma de señal. Cualquier señal siempre se puede convertir a números y recuperarse posteriormente.

5.6 Algebra de boole¹³

Cuando trabajamos en ingeniería, utilizamos una serie de ecuaciones y modelos matemáticos que nos ayudan y describen lo que estamos diseñando o analizando.

Pero para describir un circuito digital también se utilizan una serie de ecuaciones matemáticas. Sin embargo, estas ecuaciones tienen variables y números que NO SON REALES, por lo que NO podemos aplicar las mismas series de propiedades y operaciones que conocemos. Para esto hay que utilizar nuevas operaciones y nuevas propiedades, definidas en el ALGEBRA DE BOOLE.

5.6.1 Las operaciones del Álgebra de Boole.

En el *Álgebra de Boole* hay tres operaciones fundamentales para la realización de los circuitos digitales, estas están denotadas con los símbolos (+), (x) y (-) y se trabajará solamente con numeración binaria. Pero hay que aclarar que estas operaciones no tienen nada parecido con las operaciones de suma, resta y multiplicación convencionales. A continuación, se describen las operaciones:

¹³ Ibid.

➤ **La operación suma (+)**

Esta operación la podemos definir de la siguiente manera:

$$0+0=0$$

$$0+1=1$$

$$1+0=1$$

$$1+1=1$$

Las tres primeras son operación normales pero, la ultima no es normal en este caso para el algebra de boole no se puede sumar $1+1=2$, por que no es suma, porque no entraría entre los parámetros de números binarios, para esto solo la denotamos con el mismos símbolo binario, para que el resultado siempre sea igual a "1". Eso no quiere decir que cada vez que un bits sume será igual a "1".

➤ **La operación por (x)**

Esta operación está definida de la siguiente manera:

$$0*0=0$$

$$0*1=0$$

$$1*0=0$$

$$1*1=1$$

En este caso, la operación es similar a la de las operaciones comunes, puesto que **es igual que el producto de *números Reales***. Y si nos fijamos de manera más detallada, vemos que **el resultado sólo vale '1' cuando el producto de los dos bits están a '1'**, o visto de otro modo, **el resultado es '0' cuando alguno de los dos bits es '0'**. Basado con el mismo ejemplo de la operación (+) podemos expresar con la ecuación booleana:

$$F=A*B$$

➤ La operación negación (-)

La operación de negación nos permite obtener el estado complementario del bit o variable booleana al que se lo aplicamos. Se define de la siguiente manera:

$$\bar{0} = 1$$

$$\bar{1} = 0$$

Esto no dice que cualquiera de los dos estados de las variables booleanas que sea negado, este inmediatamente será cambiado. Y si cualquier variable esta negada se simboliza con un línea por encima de esta por ejemplo, si A es un variable, se representa de esta forma; " \bar{A} ". Los demás teoremas será de forma investigativa para profundizar sobre el tema.

Esto solo es una introducción de algunos de los métodos utilizados para la programación del PLC. Para complementar la información del algebra de boole y los métodos que existe para hallar funciones que describan la programación por medio de las electrónica y circuitos digitales. Y así entender la manera de cómo se va hacer la programación del PLC.

Otro de los métodos que se mencionara es el método de karnaugh, ya que las funciones booleanas resultan muy extensas, a la hora de hacer el circuito digital se dificulta la obtención de la ecuación del circuito. Con este método es una manera más fácil y sencilla para tratar de simplificar al máximo esa función.

5.7 Método de karnaugh¹⁴

Método que se utiliza para obtener funciones mucho mas simplificadas, a partir de las tablas de verdad.

Podemos explicar de manera rápida y sencilla cómo se utiliza este método por medio de la siguiente tabla:

¹⁴ Ibid.

A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

Tabla 3, Tabla binaria de un circuito sencillo.

Si desarrollamos estas operaciones por medio de las funciones booleanas y canónicas obtendremos esta expresión:

$$F = \bar{A} * B * \bar{C} + \bar{A} * B * C + A * \bar{B} * \bar{C} + A * \bar{B} * C + A * B * \bar{C} + A * B * C$$

Vemos que esta expresión es muy extensa, para eso utilizaremos el método de karnaugh, y poder simplificar en su mínima expresión.

Para dar a entender esta ecuación de cómo nace o como se obtuvo, se dice lo siguiente;

Primero: se toman todos los resultados de las tres variables que terminen en “1” ósea la columna de “F”.

Segundo: se empieza a escribir la función F, en sumas de multiplicaciones para hacerlo más fácil, porque también se puede expresar multiplicación de sumas que sería un método más complicado.

Tercero: todos los valores que denoten cero serán subrayados en la parte superior, para poder identificar unos de otros y esto también expresa negación. Después de realizar los pasos anteriores la ecuación toma la forma siguiente: $F = \bar{A} + B + A$, mucho más simplificada que con las funciones booleanas y más fácil de graficar.

5.8 Mantenimiento preventivo.

Existe una serie de conceptos que definen el mantenimiento, entre estos de los más explicativos es: todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida. Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes¹⁵. En este caso el cuidado de una máquina que se encargada de la producción de la piedra coralina, para esto se debe tener en cuenta lo siguiente:

- La calidad de trabajo de la máquina y las condiciones de trabajo.
- Tratamiento de agua por el contenido de sal en ella.
- Las condiciones ambientales de trabajo de la máquina.
- Tratamiento de la máquina en las condiciones de trabajo.
- Entre otros, que se tendrán en cuenta más adelante.

De todo esto se concluye que no existe un sistema único de mantenimiento, pero sí un conjunto de actividades con fines comunes para la conservación de la máquina y la disponibilidad de ella con el departamento de producción.

Objetivo de Mantenimiento máquina: es asegurar la competitividad de la empresa con las demás, para alcanzar metas deseadas y poder desarrollarse, los métodos que podemos implementar para esto son:

- Garantizar la disponibilidad y confiabilidad de la máquina que se planearon de la forma deseada.
- Satisfacer todos los requisitos del sistema de calidad de la empresa.
- Cumplir todas las normas de seguridad, medio ambiente, y maximizar el beneficio global de la empresa en la máquina.

¹⁵ SIFONTES Colocho Juan Francisco, Manual de mantenimiento preventivo programado. 3ª edición. 1999.

5.8.1 Por qué debe realizarse el mantenimiento preventivo.

Existen varios motivos por los cuales la máquina de producción de coralina debe tener un servicio organizado de mantenimiento en todas las instalaciones de mando y sistemas adicionales los cuales la hacen funcionar de forma adecuada.

Una de las causas o problemas que debemos tener en cuenta es el hecho de las condiciones de trabajo en las que está sometida la máquina como son: el agua, el polvo, la humedad, etc. Otra razón consiste en que una vez implantado el mantenimiento, los costos se reducen y la disponibilidad de la máquina aumentará para que el departamento de producción cumpla con las metas deseadas.

Entre las principales ventajas del mantenimiento, podemos mencionar las siguientes:

- ❖ Mejor conservación de los equipos.
- ❖ Aumento de la calidad y de la productividad.
- ❖ Disminución de paralizaciones imprevistas.
- ❖ Disminución de reparaciones.
- ❖ Reducción de horas extra de trabajos.
- ❖ Reducción de costos.

5.9 ¿Qué es un PLC?

Un PLC es una computadora basada en un microprocesador que se encarga de distintas funciones de control de muchos tipos y niveles de complejidad. Su propósito fundamental es monitorear parámetros cruciales de un proceso y ajustar las condiciones de operación del mismo de acuerdo a las necesidades de la empresa.

Ahora bien, algunas de las ventajas de usar un PLC son las siguientes:

- Flexibilidad.
- Implementación de cambios y corrección de errores.
- Bajo costo.
- Prueba piloto.
- Velocidad de operación.
- Seguridad.

En cuanto a las desventajas en el uso de estas herramientas están:

- Aplicaciones de programas fijos.
- Consideraciones ambientales.
- Operación segura en fallas.

5.9.1 Estructura general del PLC

Las unidades principales de Un PLC están dadas por cuatro partes principales que son:

- **La CPU**, unidad de procesamiento central: es el del sistema de control de mando y consta de tres partes que son:
 - *Microprocesador*: se encarga de las operaciones lógicas y matemáticas.
 - *Memoria*: es el área donde se almacenan los datos y la información.
 - *Fuente de alimentación*: fuente eléctrica que transforma la alimentación AC a los diversos valores DC que el sistema requiere para operar.
- **Programador/monitor**: es el dispositivo usado para comunicarse con los circuitos del PLC.
- **Módulos I/O**: el módulo de entradas tiene terminales para conectar las señales eléctricas de dispositivos exteriores, como sensores o transductores.

- **Anaquele y armazón:** el anaquel es la parte donde se ensambla toda la parte estructural del PLC. El armazón o la “caja” en la cual se montan los diferentes módulos del PLC.

Las señales de entrada pueden provenir de diferentes dispositivos:

- Interruptores limitadores.
- Sensores fotoeléctricos.
- Sensores de proximidad.
- Interruptores de presión.
- Interruptores de nivel.
- Interruptores de temperatura.

Las señales de salida pueden estar dirigidas a diferentes tipos de actuadores:

- Válvulas.
- Arrancadores de motores.
- Solenoides.
- Hornos.
- Alarmas.
- Señalizadores.
- Relés de control.
- Contadores.

6. METODOLOGÍA

Este trabajo estará dividido en varias secciones, las cuales se explican a continuación:

- I.** Se definirán los conceptos más significativos que se emplean en este trabajo. Seguidamente, se hará una breve descripción del funcionamiento de la máquina.
- II.** Se desarrollará la descripción del problema, sugerencias para la solución del mismo y los pasos de cómo será planteada la solución de dicho problema.

En este primer capítulo se explica cómo se instalará el PLC, cómo mejorará en los aspectos económicos la máquina en la empresa y su rendimiento de producción.

Se presentará el plan de mantenimiento del sistema automatizado por las condiciones de trabajo en las que este está sometido.

- III.** Se diseñará un programa de mantenimiento preventivo general de la máquina del cual carece, y poder así mejorar por completo el sistema de mantenimiento preventivo para poder alcanzar los objetivos planteados.

En este segundo capítulo, se hará una ficha técnica de la máquina implementándose un formato donde se pueda llevar el control de la máquina y poder prevenir antes de tiempo la falla de la máquina, dar posibles soluciones y mejorarlas para el óptimo rendimiento de la máquina.

- IV.** Se determinará el aspecto económico que brinda este proyecto y que tan factible es para la empresa.

En este tercer capítulo se recopilarán datos en los cuales se podrá medir la factibilidad económica de la máquina en la empresa, por medio de gastos operacionales de la máquina e identificar qué tanto produce en el día, en la semana, al mes o al año, hasta cuánto dinero demanda la máquina en mano de obra y determinar cuánto tiempo tarda la empresa en recuperar dicha inversión.

En el primer paso veremos cómo es la instalación del PLC, qué requerimientos hay que seguir para su instalación como la parte eléctrica que es fundamental, la parte mecánica e hidráulica, que son las que serán controladas por medio de sistemas eléctricos para dar

como resultado el conjunto de todo el sistema en general. En lo eléctrico los planos, conexiones, etc., si hay sistemas neumáticos e hidráulicos, se deben anexar el funcionamiento mecánico y eléctrico, y en la parte mecánica tornillos sinfín, cremalleras, entre otras.

Para la segunda parte se deben tener en cuenta ciertos aspectos que son de suma importancia para el diseño e implementación de un programa de mantenimiento, tales como: confiabilidad, conservación, control y mantenibilidad de la máquina, para así contribuir en la mejora de su funcionamiento y de las diferentes actividades de la empresa.

7. PROCEDIMIENTO DE LA AUTOMATIZACIÓN Y DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA TALLADORA DE BLOQUE.

7.1 Planificación de la instalación eléctrica de la máquina talladora de bloque # 3

Para la planificación de este proyecto se hará uso de una instalación eléctrica que será necesaria para el funcionamiento de la máquina. Esta, exigirá la adecuación de un transformador exclusivo, que se encargará de convertir la tensión ya sea para aumentar o disminuir la energía eléctrica que va a utilizarse, ya que existen algunos dispositivos que necesitan de bajas tensiones, como son los botones de mando, los contactores, etc.

En primer lugar la máquina necesitará de este dispositivo para la transformación de las diferentes fuentes de tensión como son; 440 V, 120 V y 24 a 30 DC o AC. La primera que es 440 V se utiliza para motores grandes como los del disco horizontal y vertical, la segunda 120 V que es usada para motores más pequeños como los de los reductores, unidad hidráulica, etc., y a su vez para los contactores y otros dispositivos que se utilizan en la instalación. Y los 24 a 30 V son complemento de la unidad hidráulica, para activar las electroválvulas y los botones de mando.

Para lo anterior, debe haber claridad respecto a lo que se quiere lograr con esta modificación, además de tener siempre en cuenta aspectos como:

- Tipos de carga.
- Clases de ambientes.
- Materiales y equipos a emplearse.
- Intereses y objetivos del propietario.
- Seguridad (criterios y normas).
- Criterios de selección de equipos.

Ahora bien, después de tener claro lo que se necesita para una instalación eléctrica, pasaremos a ver cómo se va a realizar el plano eléctrico.

Para esto debemos tener en cuenta lo que se necesita para la realización del plano eléctrico, anteriormente se presentó un adelanto de lo que son las fuentes de tensión que alimentan los distintos mecanismos eléctricos de la máquina. Esto servirá de mucha ayuda al momento de realizar el plano, ya que indica cómo se utilizarán las diferentes tensiones y qué dispositivos necesitan las distintas formas de tensión.

En el planteamiento necesario para el diseño del plano eléctrico de la máquina, podemos incluir lo siguiente:

- Estimativo de la carga.
- Disponibilidad y características de la energía.
- Mediciones y localización de los equipos “dispositivos a utilizar”.
- Preferencia de equipos y materiales.
- Requisitos básicos para realizar los planos.

Para el diseño del plano de la máquina es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- Símbolos.
- Localización de dispositivos en planos y en máquina.
- Línea de alimentación de alta, media y baja tensión.
- Cuadros de carga.
- Detalles constructivos.

La simbología utilizada para este plano es muy sencilla ya que consta de ciertos dispositivos muy convencionales y fáciles de conseguir. Sin embargo, a través de una tabla se explicará con claridad los diferentes símbolos, nombres y cuáles son sus significados. (Ver tabla N° 4)

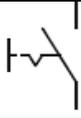
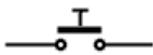
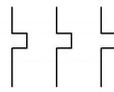
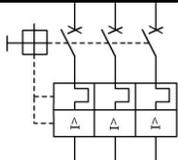
SÍMBOLOS ELÉCTRICOS DE PLANOS DE LA TALLADORA DE BLOQUE # 3			
MECANISMOS	SÍMBOLOS	NOMBRE	SIGNIFICADO
		Interruptor o botones de emergencia	Un interruptor eléctrico es un dispositivo utilizado para desviar o interrumpir el curso de una corriente eléctrica
		Fusible	El fusible eléctrico , denominado inicialmente como aparato de energía y de protección contra sobre corriente por fusión.
		Contactor	Un contactor es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando.
		Pulsador N.O. "normally open" normalmente abierto	Pulsador N.O.: Elemento que permite el paso o interrupción de la corriente mientras es accionado. Cuando ya no se actúa sobre él vuelve a su posición de reposo.
		Pulsador N.C. "normally close" normalmente cerrado.	Pulsador N.C.: Elemento que permite el paso o no de corriente. Es un botón que al accionarse o le da paso a la corriente o interrumpir el paso de esta.
		Relé térmico	Los Relés Térmicos son los aparatos más utilizados para proteger los motores contra las sobrecargas débiles y prolongadas.
		Contador o temporizador. Counter/timer	Contador o temporizadores: es un elemento que permite poner cuentas de tiempo con el fin de activar bobinas pasado un cierto tiempo desde la activación.
		Temporizador de retraso. Timer ondelay	Un timer on delay es decir un relevador de tiempo que actúa después de energizar la bobina o accionar un contactor por un tiempo de terminado.
		Motores eléctricos.	Un motor eléctrico es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas
		Interruptor automático magnético o Guardamotor.	Un guardamotor es un disyuntor magneto-térmico, especialmente diseñado para la protección de motores eléctricos

Tabla 4, Dispositivos de máquina.

Después de tener claro los dispositivos y su funcionamiento, se explicará cuales serán usados para la programación de la máquina.

Lo anterior se hace con el fin de especificar algunos dispositivos que pueden usarse en la máquina, ya que esta necesita de muchos de ellos para la ejecución de tareas tales como dar el espesor de la piedra, que es controlada por un dispositivo llamado temporizador el cual se describirá mas adelante.

Ahora bien solo con los diagramas de fase del temporizador entenderemos el estado en que se encuentra y su función.

➤ Temporizador. timers

Conceptualmente un *temporizador* es un dispositivo eléctrico utilizado para proveer señales de bases de tiempos o generalmente señales de acción retardada variable.

Un *temporizador digital* consiste en un contador de aumento, en donde cada incremento en el contador, será realizado a una frecuencia conocida y llegar al número deseado se activa un relevador interno o uno de salida, para resetearlo y ponerlo de nuevo a cero y volver a hacer de nuevo el conteo. (Ver figura 3).

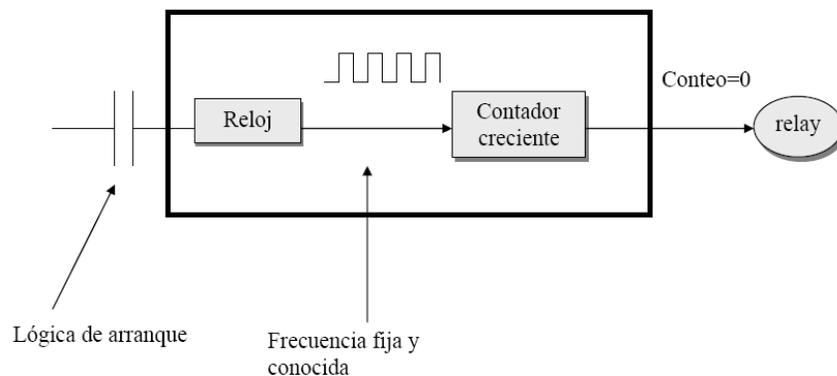


Figura 3, Diagrama de bloques de un temporizador

Después de dar una breve definición de lo que es un temporizador y como es su funcionamiento se puede deducir que para cada tiempo de programación del temporizador se dará un espesor deseado. Ahora se mostrará la relación que tiene el temporizador con el espesor de la máquina. (Ver tabla N° 5).

Tiempo de programa "T _R "	Espesor "e"
3.85	1.6
4.00	2
4.20	2.5
4.45	3
4.70	3.5
4.95	4
5.10	4.5
5.35	5

Tabla 5, Espesores de máquina en temporizador.

Nota: Estos espesores son dados por los operadores de la máquina cada vez que se solicite una medida de espesor deseado.

Después de tener todo lo necesario para conocer la parte eléctrica en la máquina, se mostrarán los planos eléctricos que la conforman. Para realizar los planos de la parte eléctrica, se seccionará el plano general para su mayor entendimiento. Para llevar a cabo esto se tomó la parte eléctrica de control que es la que lleva menor tensión y la encargada de controlar los contactores y pulsadores de esta. También se tomó la otra parte del sistema eléctrico de la máquina la cual controla todos aquellos dispositivos de mayor tensión como son los motores de los discos tanto el horizontal como el vertical, entre otros. A continuación se mostrará de forma más detallada los planos del sistema eléctrico de la máquina y los componentes que la conforman.

➤ **Esquemas eléctricos de circuito de control de la máquina.**

En la figura 4 se muestra el plano eléctrico de control de la máquina.

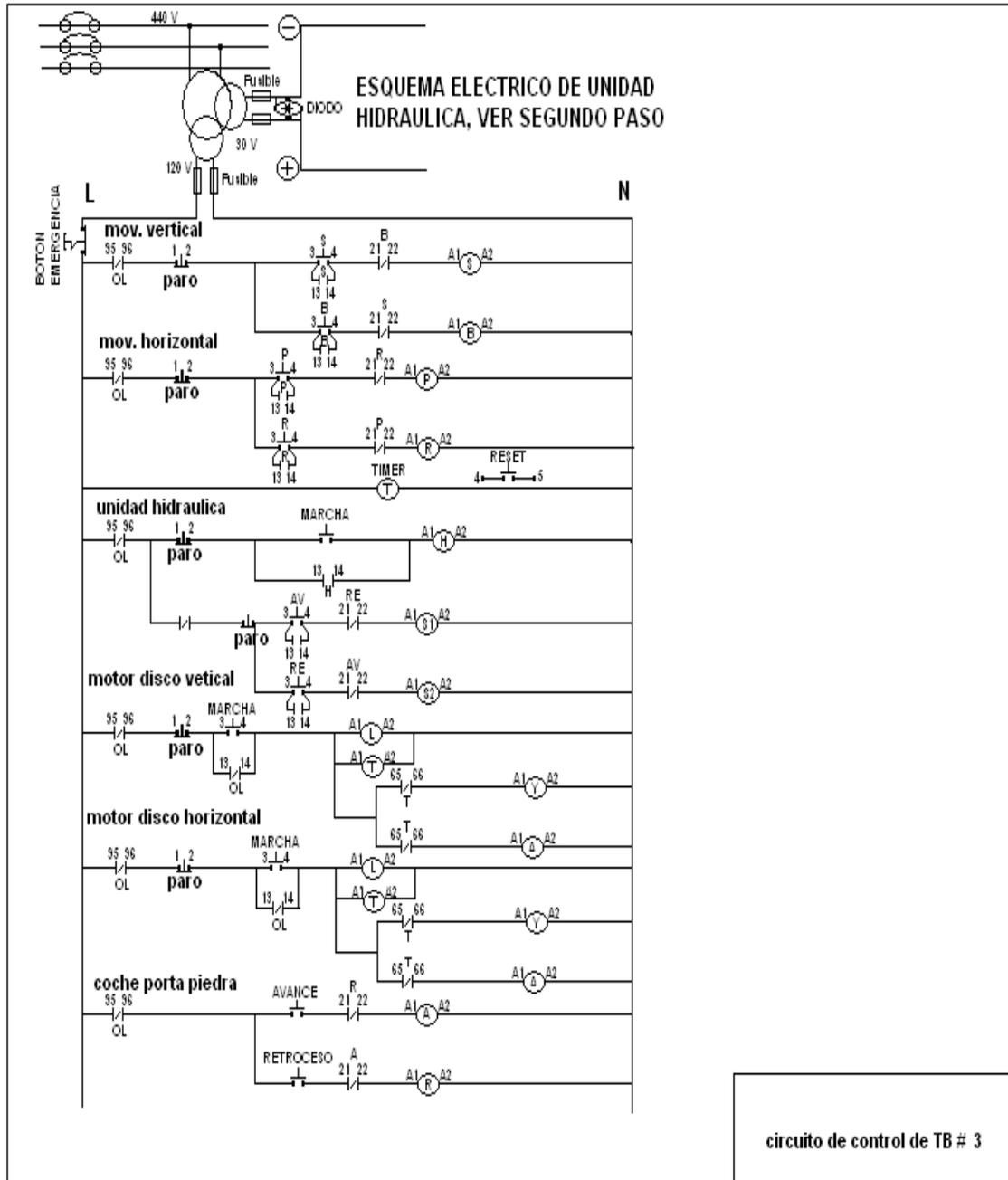


Figura 4, Planos eléctricos de máquina.

➤ **Lista de componentes eléctricos de circuito de control.**

En la tabla 6 se muestran los componentes eléctricos de la unidad de control en la máquina.

MARCA	CARACTERISTICA	CANTIDAD	SISTEMA	MOVIMIENTO	MECANISMO
Telemecanique LC1-D18	110V -60Hz	1	Movimiento transversal	programación	contactor
Telemecanique LA1-D22	110V- 60Hz	1	Movimiento transversal	programación	Bloque de accionamiento
Telemecanique LC1-D18	110V- 60Hz	1	Movimiento transversal	retroceso	contactor
Telemecanique LR2-D13	NO - NC de 2.5 A -4 A	1	Movimiento transversal	retroceso	Relé térmico
Siemens siirus 3R	2.5 A – 3.8 A	1	Movimiento transversal	retroceso	Guardamotor
Telemecanique LC1-D12	110V – 60 Hz	1	Movimiento vertical	Subida	contactor
Telemecanique LAD-N11	110V- 60Hz	1	Movimiento vertical	Subida	Bloque de accionamiento
Telemecanique LC1-D12	110V – 60 Hz	1	Movimiento vertical	bajada	contactor
CHNT F4-11	110V- 60Hz	1	Movimiento vertical	bajada	Bloque de accionamiento
PKZMO -10 SERIE n°:42	6.3 A -10 A	1	Movimiento vertical	bajada	Guardamotor
Telemecanique LC1-D12	110V – 60 Hz	1	Movimiento del coche porta disco	Para delante	contactor
SIEMENS 11E	110V – 60 Hz	1	Movimiento del coche porta disco	Para atrás	contactor
Telemecanique LC1-D12	110V – 60 Hz	1	Unidad hidráulica	encendido	contactor
Telemecanique NR2	9 A -13 A	1	Unidad hidráulica	encendido	Relé térmico
Telemecanique GV2 –M16	9 A – 14 A	1	Unidad hidráulica	encendido	Guardamotor
Telemecanique LC1-D32	110V – 60 Hz	1	Coche porta disco	Para delante	contactor
Telemecanique LA-DN11	110V – 60 Hz	1	Coche porta disco	Para delante	Bloque de accionamiento
Telemecanique A-B -10 E	110V – 60 Hz	1	Coche porta disco	Para atrás	contactor
Telemecanique LR2-D13	4 A- 6 A	1	Coche porta disco	Para atrás	Relé térmico
MULLER PKZMO SERIE N-4	4 A – 6.3 A	1	Coche porta disco	Para atrás	Guardamotor
SIMENES 10E	110V – 60Hz	1	Unidad de control eléctrica	Encender parte eléctrica de máquina	contactor
SIMENES	440 V a 24 V	1	Unidad de control eléctrica	Transforma voltaje a circuito de control	transformador

Tabla 6, Componentes eléctrico.

➤ **Circuito de fuerza eléctrico de la máquina, unidad hidráulica y movimientos.**

En las siguientes figuras se mostrarán los circuitos de fuerzas de toda la máquina.

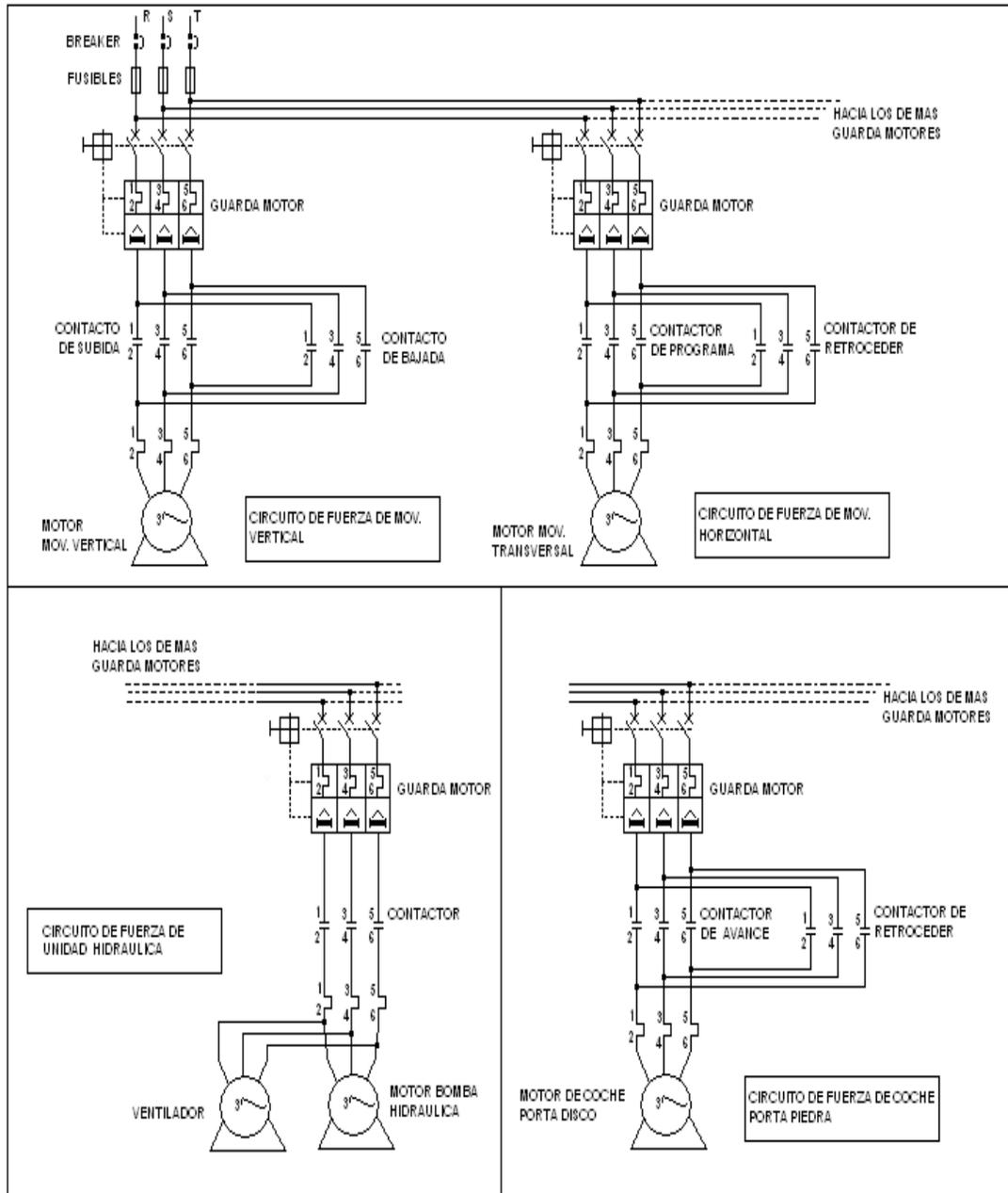


Figura 5, Esquema de fuerza de los movimientos de la máquina.

➤ **Circuito de fuerza eléctrica de motores de los discos en la máquina.**

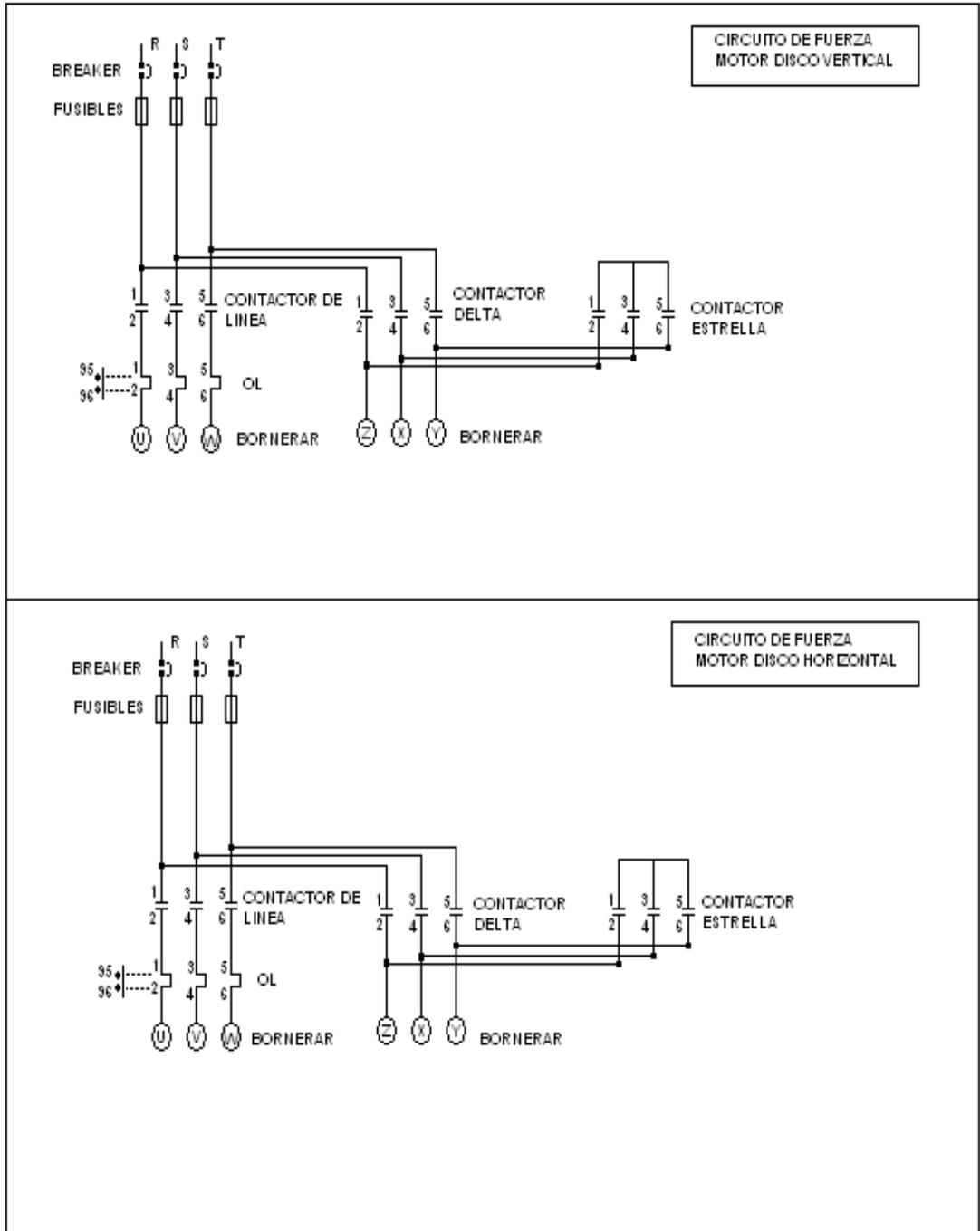


Figura 6, Esquema de fuerza eléctrica de motores de la máquina.

- Lista de los motores eléctricos de la máquina. (ver tabla N°7).

Motor	Capacidad "H.P" O "Kw"	Frecuencia	Voltaje
Moví. Vertical	0.75 Kw	50 - 60 HZ	220 - 440 V
Moví. Transversal	¼ Hp	50 - 60 Hz	120 - 220 V
Disco vertical	135 Kw	50 - 60 Hz	380 - 440 V
Disco horizontal	30 Kw	50 - 60 Hz	380 - 440 V
Unidad hidráulica	5.5 Kw	50 - 60 Hz	120 - 220 V
Ventilador	4.5 Kw	50 - 60 Hz	120 - 220 v

Tabla 7, Motores de máquina

- Lista de componentes eléctricos de circuito de fuerza. (Ver tabla N°8).

MARCA	CARACTERÍSTICA	CANTIDAD	SISTEMA	MOVIMIENTO	MECANISMO
SIEMENS 3+B46	440V – 60 Hz	1	Disco horizontal	Encender	Contactador
SIEMENS 3+B46	440V – 60 Hz	1	Disco horizontal	Encender	Contador Δ delta
SIEMENS 3+B46	440V – 60 Hz	1	Disco horizontal	Encender	Contador Y o estrella
Telmecanique LR2 – D33	3.7 A – 5 A	1	Disco horizontal	Encender	Relé térmico
CET K3 -77	0- 12 seg	1	Disco horizontal	Encender	Temporizador de inicio
ETI	100 A	3	Disco horizontal	Encender	Fusibles
SIEMENS 3+B50	440V – 60 Hz	1	Disco vertical	Encender	Contactador
SIEMENS 3+B50	440V – 60 Hz	1	Disco vertical	Encender	Contactador Δ delta a
SIEMENS 3+B48	440V – 60 Hz	1	Disco vertical	Encender	Contador Y o estrella
CET K3 -71	0- 30 seg	1	Disco vertical	Encender	Temporizador de inicio
SIEMENS 3NAL -328	300 A	3	Fuente de alimentación	Encender	Fusibles
PALAZZOLI	220 A- 550 A	1	Fuente de alimentación	Encender	Breaker

Tabla 8, Componentes del circuito de fuerza de la máquina

7.2 Contenido de la unidad hidráulica de talladora de bloque # 3

Después de haber descrito con claridad todo lo relacionado con la parte eléctrica de la máquina, se explicará con más detalles el funcionamiento de la unidad hidráulica de la talladora de bloque y cómo está conformada. Para esto se presentarán algunos puntos claves que serán de gran importancia en la descripción del funcionamiento de la unidad hidráulica, estos son:

- Diagrama hidráulico.
 - Lista de componentes.
 - Modo de trabajado de la máquina.
 - Diagrama de estado.
 - Diagrama eléctrico.
- **Diagrama hidráulico de la máquina:**

En el siguiente esquema se mostrará por medio de un plano el funcionamiento hidráulico de la máquina en estudio, el comportamiento de cada uno de estos, cuándo deben actuar, la posición que tomarán estos en el momento de su activación y los pasos que esta tiene en la ejecución de un corte. (Ver figura N°7)

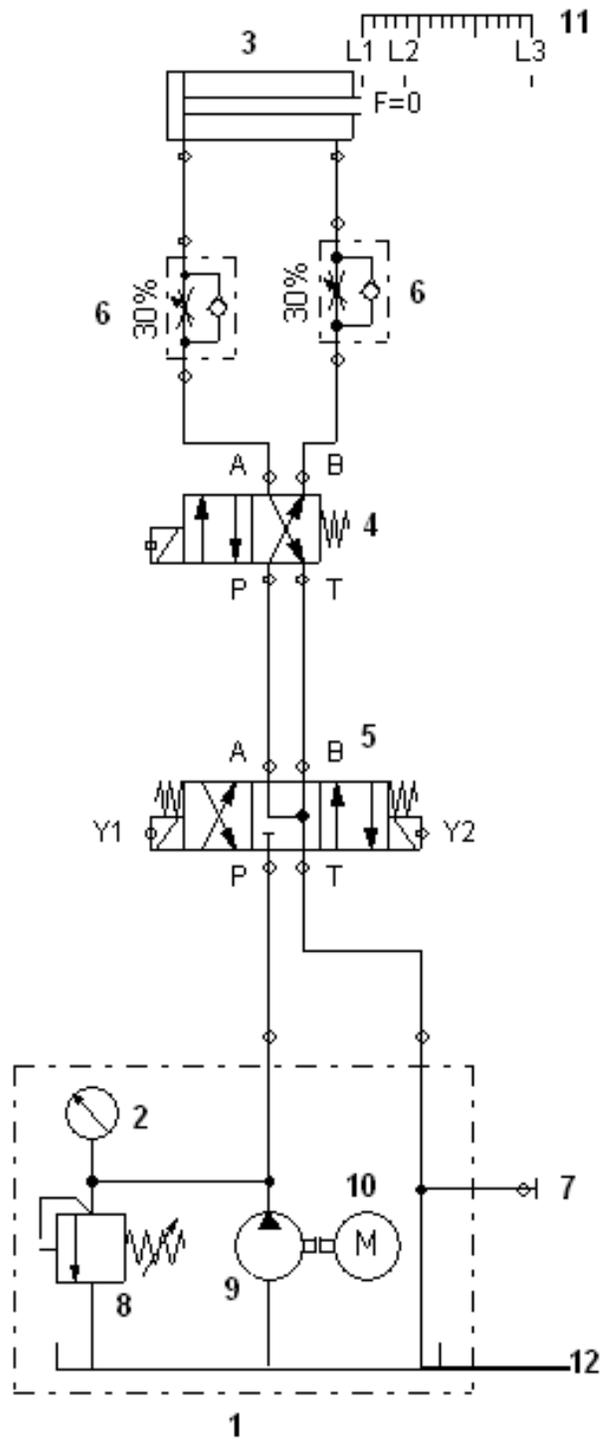


Figura 7, Esquema hidráulico de máquina talladora de bloque.

- **Listas de componentes.** (Ver tabla N° 9).

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	1	Grupo motriz
2	1	Medidores de presión (manómetros 0 -200 bar)
3	1	Cilindro doble efecto (multi-posicional). Ø pistón: 80 mm. Ø vástago: 40 mm. Carrera 1: 118". Carrera 2 : 196"
4	1	Válvula de cuádruple de 2 vías solenoide con retorno de muelle.
5	1	Válvula de cuádruple de 3 vías solenoides con posición de silla y retorno de muelle en ambos extremos.
6	2	Válvula anti retorno estranguladora.
7	1	Tapón ciego
8	1	Válvula limitadora de presión
9	1	Bomba hidráulica tipo pistón BOSH serie: 0513600101
10	1	Motor eléctrico.5.5 kw, 220V, 50HZ
11	1	Medidor de carrera del cilindro.
12	1	Tanque de aceite de 75 galones.

Tabla 9, Componentes de sistema hidráulico.

- **Modo de trabajo de la máquina**

Después de haber detallado todo los componentes y dar la ubicación de cada uno de estos se describirán los pasos de cómo funciona la máquina para hacer un corte en la piedra.

- **Primer paso:**

En el primer paso la máquina se encuentra en reposo, lo cual indica que todo el cilindro en sus dos posiciones estará dentro del mismo. Esperando la orden de inicio de este. En la "figura N°8" se muestra cómo se encuentra el sistema en este primer paso y cuándo se acciona.

Vemos que con el gráfico anterior del esquema de la unidad hidráulica, las válvulas se encuentran en sus posiciones iniciales e impiden la circulación del aceite por medio de los ductos o mangueras. Notamos que la válvula principal, que es la misma cuádruple de tres

vías solenoide con posición de silla con retorno, no ha sido activada, ya que esta es la que dirige los movimientos de avance del coche porta disco en la máquina.

Al poner en funcionamiento esta válvula, se activa el movimiento rectilíneo del coche porta disco de la máquina, para que esta pueda ejecutar el corte de la piedra. También permite que durante el recorrido la máquina pueda detenerse en cualquier parte de su trayectoria por si esta presenta mal corte en la piedra, como cuando se cruza (cuando en el movimiento transversal de la máquina es medido desde una columna hacia el soporte del carro porta disco y la bancada no coincide, a esto se le llama "CRUZADA"). Y como cuando se embala (cuando el carro porta disco aumenta su velocidad de avance se le llama "EMBALAR"), o cuando alguno de los dos discos tanto el horizontal como el vertical presentan indicio de quemadura en la piedra.

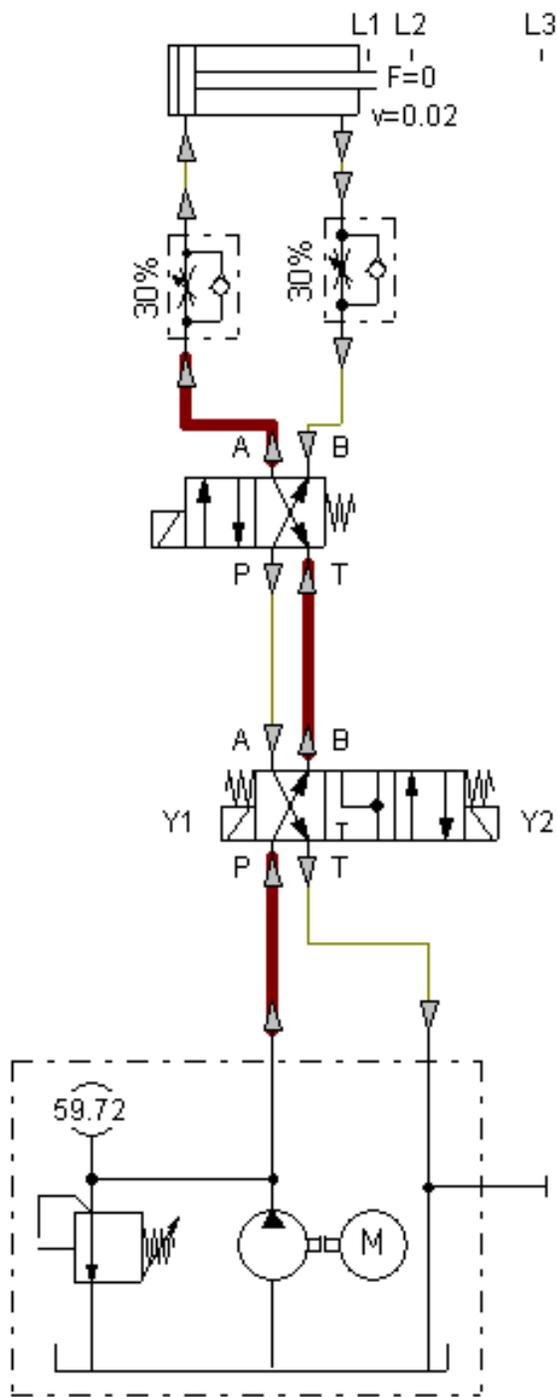


Figura 8, Diagrama del primer paso.

- **Segundo paso de trabajo de la máquina:**

En este segundo paso mostrará la manera como avanza la máquina después de que es accionado el dispositivo de control, la trayectoria del aceite en todo el proceso y los dos estados que tiene por estar conformada por un cilindro de doble efecto.

Con la anterior figura pudo notarse de forma más clara cómo es la trayectoria del aceite por medio de los ductos y mangueras de la máquina, por consiguiente a continuación mencionaremos paso a paso como circula el aceite en el sistema hidráulico.

Primero el aceite se encuentra almacenado en el taque o deposito de aceite, segundo se prende el motor para que la bomba ponga en circulación el aceite por la mangueras, tercero se acciona la válvula cuádruple de tres vía con posición de inicio de silla para que permita el paso del aceite hacia el cilindro, y por ultimo este se pueda desplazar.

Después que el aceite pasa por la válvula cuádruple de 3 vías, llega a la válvula estranguladora antiretornó, que es la encargada de regular o estrangular el fluido y darle el caudal que se desea, y así lograr la velocidad apetecida para el corte de la piedra.

Hay que tener en cuenta que no todas las piedras son de la misma consistencia así que la velocidad varía en el transcurso del corte de la piedra, como en este caso hablamos de la piedra coralina.

Como esta no proviene de una misma cantera, su dureza varía, en este caso las canteras con que se trabaja son Cimaco, Bonanza, Canteco.

La piedra de Cimaco es la más dura de las coralinas, las demás tienen la misma consistencia. En la empresa no se tiene la maquinaria necesaria para determinar la dureza de la piedra, se basan en las condiciones en que llega la piedra. Los supervisores de producción son los encargados de determinar las características de la piedra.

Después de haber dicho todo esto se continuará con el proceso de la máquina.

Al activar la válvula cuádruple de 3 vías, esta pasa a la segunda posición haciendo así que circule el aceite por medio de la misma y que este llegue hasta el cilindro dando así el movimiento del coche porta disco.

En “la figura N°9” se muestra de color café la trayectoria del aceite, las flechas se encargan de mostrar la dirección y cómo circula este dentro de todo el sistema, las líneas de color verde indican la otra trayectoria del aceite para llegar al tanque y retomar el proceso de circulación.

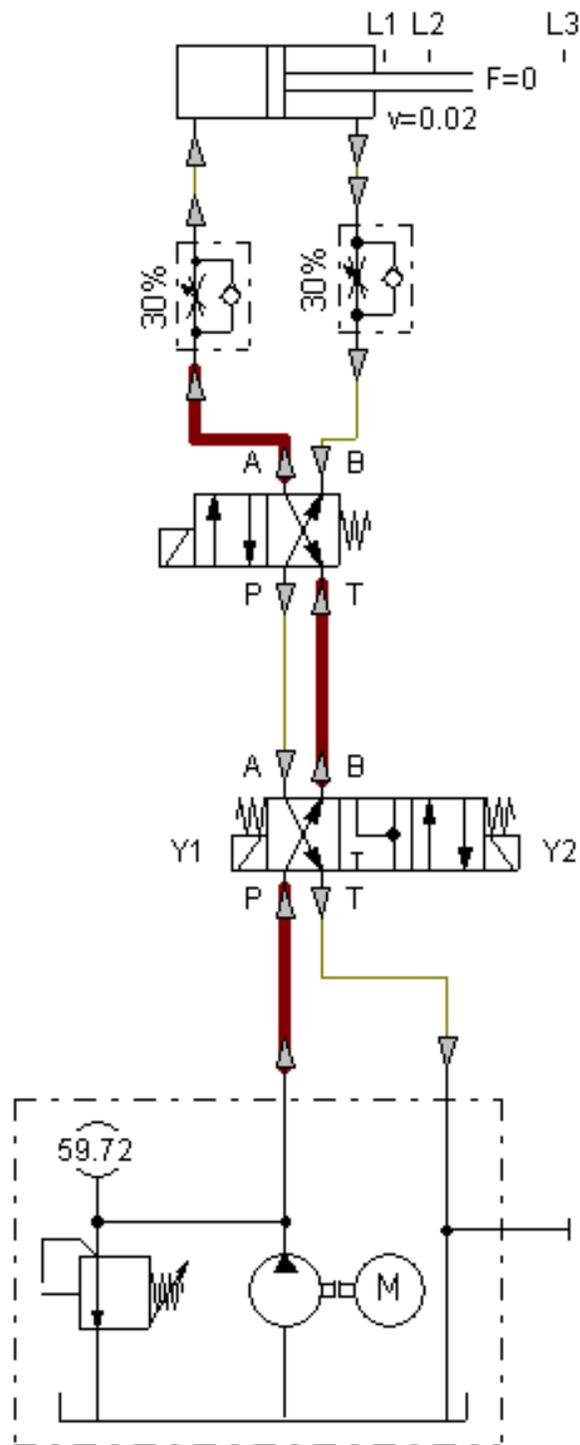


Figura 9, Diagrama de segundo paso.

- **Tercer paso de trabajo de la máquina:**

En este tercer paso se mostrará cómo es el otro proceso de la máquina cuando esta retrocede después de haber finalizado el corte de la piedra.

En la “figura N° 10” se ve el funcionamiento de la máquina en retroceso. Después de que la máquina termina el corte, el operador acciona el botón de retroceso para que así esta pueda retroceder “volver a la posición inicial”.

El proceso de este consta en accionar el botón de parar y después el de retroceso, para que la válvula cuádruple de 3 vías solenoide se active y ocupe la otra posición y haga circular el aceite en el otro sentido de trabajo. Después que el aceite pasa por esta válvula llega a otra que es la válvula cuádruple de 2 vías solenoide con retroceso de muelle para que esta conduzca el fluido, esta estará conectada con la válvula anti retorno estranguladora, para dirigirla al cilindro y poder cumplir con el proceso de trabajo de la máquina.

Y así cumple la máquina al proceso de corte de la piedra.

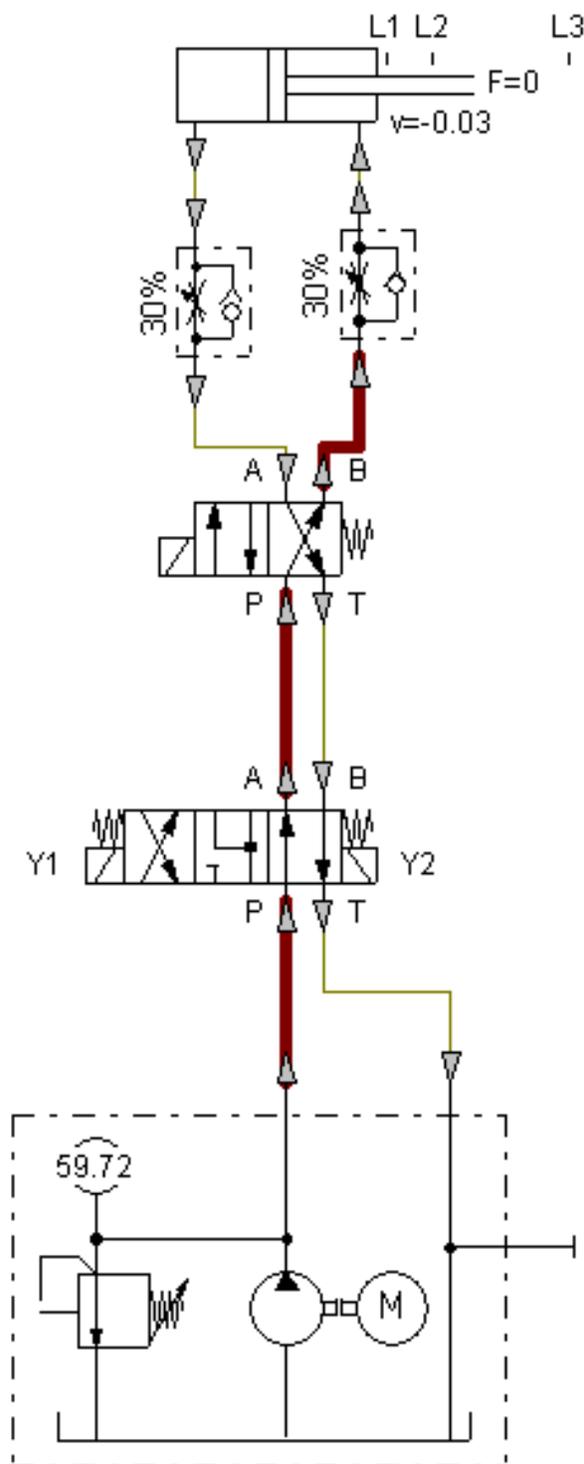


Figura 10, Esquema del tercer paso.

➤ **Diagrama de estado del cilindro y componentes de la máquina.**

En la "figura N°11" se indicará el estado en que se encuentran los componentes de la unidad hidráulica de la máquina y su comportamiento. Así mismo, se pasará a describir el estado de cada uno de estos.

A continuación se mostrará de forma detallada cada uno de los componentes de la máquina:

- **Válvula cuádruple de 3 vías a solenoide con posición de silla y retorno de muelle en ambos extremos:**

Esta válvula puede ser accionada de izquierda/derecha, también se puede seleccionar el tipo de accionamiento, entre estos están; "fuerza muscular", "mecánica", "hidráulico/eléctrico", entre otros.

El tipo de accionamiento que tiene esta válvula es eléctrico, en el cual se hace uso de contactores y pulsadores.

Accionamiento inicial: En esta válvula la posición inicial es "0" como se muestra en la "figura N°12", primer recuadro. Accionando la válvula hace que el cilindro tenga un desplazamiento horizontal o avance el choche porta disco, la válvula cambia su posición a "a" y esta deja circular el fluido para que el cilindro avance. Después de haber terminado este proceso, la válvula cambia su posición a la posición inicial he instantáneamente, pasa de la posición inicial a la posición "b" que es que da el movimiento de retroceso del cilindro, para así después ser consecutivo con este movimiento.

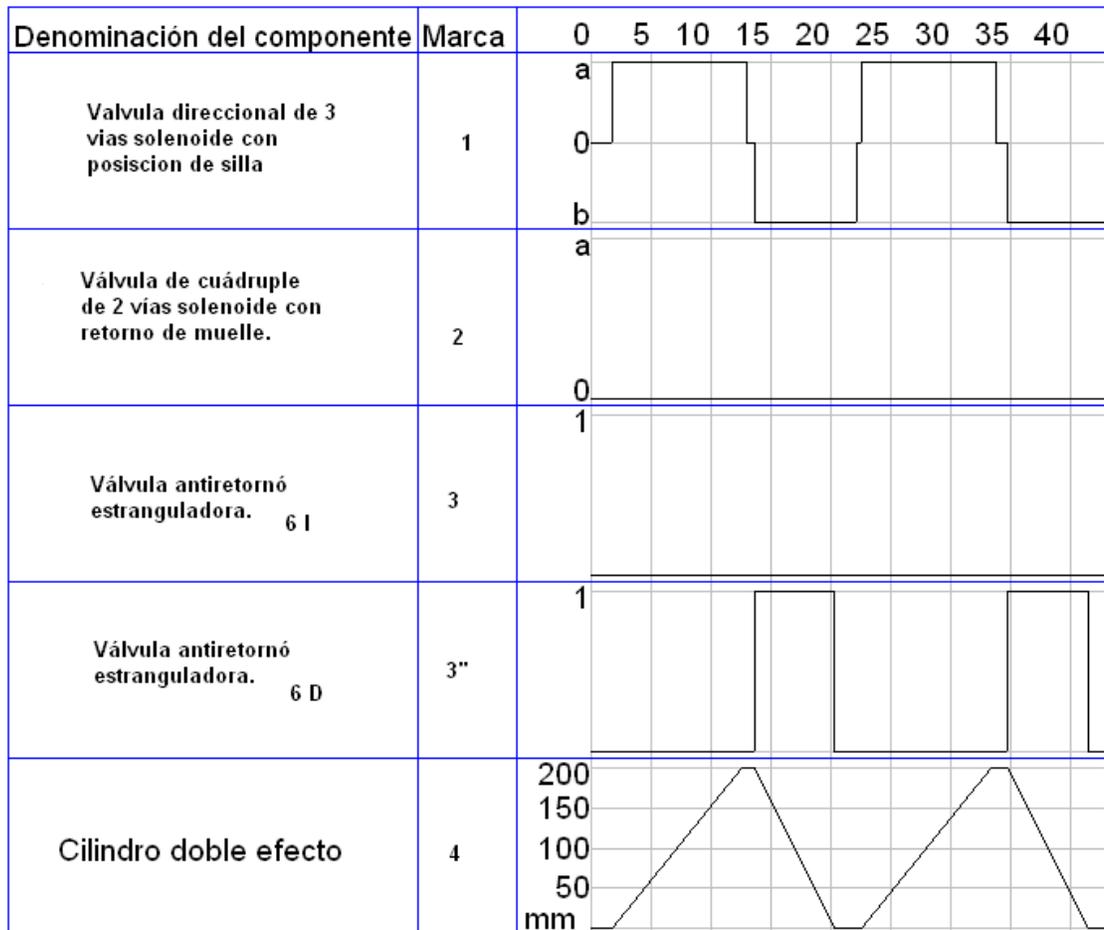


Figura 11, Diagrama de estado del cilindro y accesorio del sistema hidráulico.

- **Válvula de cuádruple de 2 vías solenoide con retorno de muelle:**

Accionamiento inicial: Esta válvula es la encargada de mantener el sistema de trabajo de la unidad hidráulica en un estado constante, porque solo permite el flujo por ella para que pueda retornar el aceite de forma más fácil hacia el tanque, y también es la encargada de distribuir el fluido cuando este está en retroceso o el cilindro hidráulico devuelve el coche porta disco de la máquina. Esta nunca cambia de posición siempre se queda en la posición inicial de trabajo.

- **Cilindro de doble efecto multi-posicional:**

Los actuadores multi-posicionales son una buena opción en aquellos casos en los que se requiera alcanzar grandes distancias y cantidades de fuerza para el movimiento de estructuras pesadas sin mayor esfuerzo. Como en este caso la distancia es bastante larga y por diseños de la máquina esta utiliza este tipo de cilindro de doble efecto multi posicional.

Después de lo anterior, se puede concluir el trabajo y las ventajas del cilindro: en este caso el cilindro será accionado cada vez que se activen las válvulas mencionadas con anterioridad y cumpla con los parámetros establecidos que ya se han venido explicando.

Algunas de las ventajas de estos cilindros son:

- Se tiene la posibilidad de realizar trabajo en ambos sentidos (carreras de avance y retroceso).
- No se pierde fuerza en el accionamiento.
- La fuerza es la misma para los dos cilindros.

- **Válvula anti retorno estranguladora 6 l o 3 (“l”: izquierdo del plano):**

Para poder dar acciones de apertura de la válvula estranguladora se introduce con la ayuda de un mando giratorio. Con el mando giratorio no se puede introducir ningún valor de resistencia absoluto, lo que significa que con diferentes válvulas estranguladoras puede formar diferentes valores de resistencia las que permanecen constantes en toda la trayectoria, ya que siempre está en una sola posición porque persiste abierta.

- **Válvula anti retorno estranguladora 6 D o 3'' ("D": derecho del plano):**

Para poder dar acciones de apertura de la válvula estranguladora se introduce con la ayuda de un mando giratorio. Con el mando giratorio no se puede introducir ningún valor de resistencia absoluto, lo que significa que con diferentes válvulas estranguladoras puede formar diferentes valores de resistencia. Encontrándose está en la trayectoria de retroceso, cambiando de posición por ser regulable para dar la velocidad del movimiento de avance el coche porta disco y permanecen constantes en toda la trayectoria.

- **Fotos de dispositivos reales de la máquina:**

A continuación, se muestran algunas fotos de los dispositivos "1" según tabla de estado, válvula limitadora de presión con la válvula anti retorno, que está conectado al grupo motriz que es el encargado de suministrar constantemente el flujo volumétrico preestablecido. Una superación de la presión de servicio es impedida a través de la válvula limitadora de presión interna. (Ver figura N°12).



Figura 12, Fotos de dispositivos 1 válvula



Figura 13, Fotos de dispositivos 4, 6 y 6”.

- **Fotos de cilindro doble efecto multi-posicional**

En las siguientes fotos se muestra el cilindro o actuador de la máquina. (Ver figuras N° 16, 17, 18,19)



Figuras 16, 17, Gato hidráulico de talladora de bloque.



18



19

Figuras 18,19, Gato hidráulico de talladora de bloque.

➤ **Diagrama eléctrico del funcionamiento de la unidad hidráulica de la máquina.**

En la figura N°20 está representado el esquema eléctrico de la unidad hidráulica.

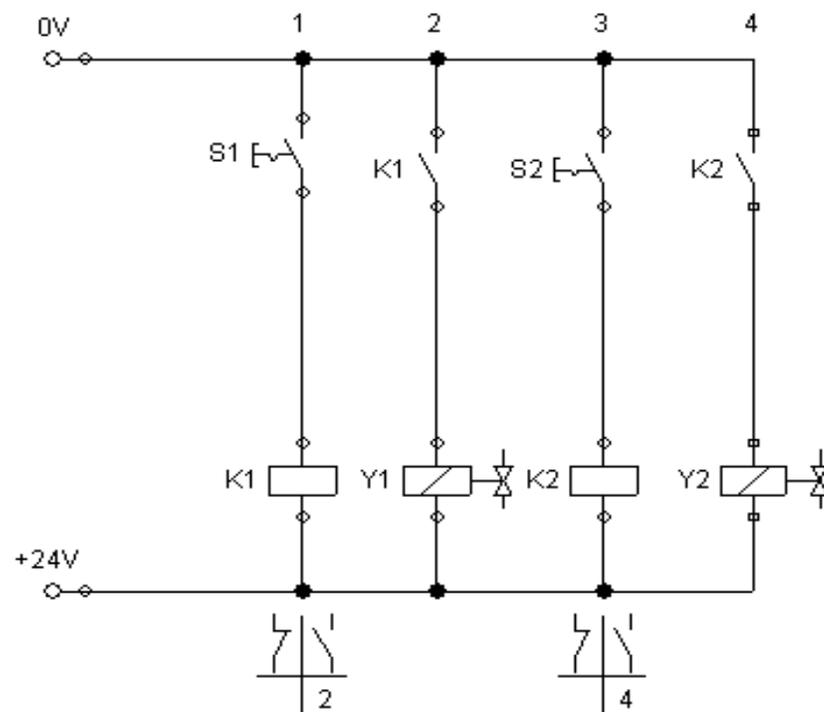


Figura 20, Gráfica de circuito eléctrico de sistema hidráulico.

Ahora bien, en la siguiente tabla se muestra cada uno de los componentes que tiene el sistema eléctrico de la unidad hidráulica, para determinar así cómo son los interruptores que activan cada movimiento del cilindro. (Ver tabla N°10)

MARCA	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN DEL COMPONTE
S1	Pulsador (Obturador)	Interruptor que se cierra durante el accionamiento y se abre de nuevo inmediatamente si se suelta.
K1	Relé	Un relé, relais o relevador que es un interruptor que está accionado mediante un electroimán.
Y1	Válvula solenoide	Las válvulas de solenoide permiten un control on-off mediante variaciones de corriente eléctrica en su bobina.
K1	Obturador o contactor	Interruptor que se cierra al ser accionado y se abre cuando termina el proceso o si es interrumpido.
S2	Pulsador (Obturador)	Interruptor que se cierra durante el accionamiento y se abre de nuevo inmediatamente si se suelta.
K2	Relé	Un relé, relais o relevador es un interruptor que está accionado mediante un electroimán.
Y2	Válvula solenoide	Las válvulas de solenoide permiten un control on-off mediante variaciones de corriente eléctrica en su bobina.
K2	Obturador o contactor	Interruptor que se cierra al ser accionado y se abre cuando termina el proceso o si es interrumpido.

Tabla 10, Componentes eléctricos de unidad hidráulica.

- **Descripción paso a paso del plano eléctrico de unidad hidráulica.**

Primer paso: Se acciona el pulsador “S1” para que este active la válvula solenoide “Y1” y esta active la válvula cuádruple de tres vías solenoide con retorno de muelle en ambos lados con posición inicial en reposo para que finalmente deje circular el fluido.

Segundo paso: Se acciona el pulsador “S2” que está ubicado en el nodo 3 para que se encienda el contactor en nodo 4 “K2”, este a su vez activa la válvula solenoide “Y2” y la válvula cuádruple de tres vías solenoide de posición inicial de silla para así pase el aceite y avance el coche porta disco y de el corte de la piedra.

En este paso del circuito se encuentra una regla que determina la distancia del cilindro, para determinar las dos posiciones del mismo. En este caso la máquina trabaja como si fuese un solo cilindro en todo el recorrido, se simula así en el diagrama y de la misma forma ocurre realmente.

Esta, también es utilizada para determinar la carrera del cilindro que son las distancia de cuánto mide cada cilindro y dejar seguir el paso del fluido hacia el otro cilindro para que siga su recorrido y así mismo actúa en el retroceso de la máquina.

7.3 Automatización de la máquina.

Unas de las principales características para el desarrollo de la automatización por medio de un PLC, es la búsqueda de un funcionamiento más auto suficiente de la máquina, durante todo el proceso de producción, para esto hay de dejar claro tres factores fundamentales que son:

- Regularidad de los procesos de producción de la máquina.
- Velocidad de producción de la máquina.
- Contratación de la mano de obra para hacer el montaje.

En la primera fase de automatización se busca con el uso individual y combinado de los accionamientos mecánicos, eléctricos e hidráulicos, optimizar el desempeño de la máquina agregando características que beneficien el proceso y la seguridad de los operadores.

Antes de automatizar se describirán los pasos de trabajo del operador, el tiempo que tarda este en cada corte de la piedra, para después así compararlos con el sistema de automatización de la máquina e identificar que mejoras se obtuvieron.

7.3.1 Funciones de operación de talladora de bloque simple sin automatización:

Características de operación: la máquina cuenta actualmente con dos personas, estas son, el operador de la máquina y el auxiliar.

1. *Operador:* Verificar el estado de la máquina.
2. *Operador:* Encender la máquina, puesta en marcha.
3. *Operador:* Colocar la piedra y alinearla con el coche porta disco.
4. *Operador:* Programar la máquina para dar el espesor deseado.
5. *Operador:* Accionar los movimiento de avance del coche porta disco “adelante y atrás”
6. *Auxiliar:* Después de cortada la tesela esperar que el auxiliar la retire, tiempo del proceso de 20 a 30 segundos.
7. *Operador:* Después accionar retroceso del coche porta disco.
8. *Operador:* Repetir el paso número 4 hasta terminar el plano de la máquina.
9. *Operador:* Retroceder la máquina y volver a alinear.
10. *Operador:* Bajar la máquina al siguiente plano y verificar la medida exacta de la altura de la tesela si es 30 o 15 centímetros.
11. *Operador:* Volver a realizar el paso 4 y si terminó el plano realizar el paso 10, hasta terminar la piedra.

7.3.2 Funciones de operación de talladora de bloque con automatización:

Características de operación: La máquina contará con una persona que se encargará de su correcto funcionamiento y desarrollo de las distintas tareas pendientes.

1. *Operador:* Verificar el estado de la máquina.
2. *Operador:* Encender la máquina, puesta en marcha.
3. *Operador:* Encender proceso de automatización.
4. *Máquina:* Alinear el coche porta disco con respecto al coche porta piedra.
5. *Máquina:* Accionar los movimientos de avance del coche porta disco “adelante y atrás”
6. *Operador:* Después de cortada la tesela, retirarla. Tiempo del proceso de 1 minuto.
7. *Máquina:* Repetir el paso número 4 hasta terminar el plano de la máquina.
8. *Máquina:* Retroceder la máquina y alinearla nuevamente.
9. *Máquina:* Bajar la máquina al siguiente plano y verificar la medida exacta de la altura de la tesela si es 30 o 15 centímetro.
10. *Máquina:* volver a realizar el paso 4 y si terminó el plano realizar el paso 10, hasta terminar la piedra.

Con esto se busca disminuir el riesgo del operador cuando este está en contacto con la máquina y mejorar las condiciones de trabajo tanto de la máquina como del operador. Después de tener claro cuáles son las principales funciones operacionales de la máquina se prosigue a evaluar de forma más clara cuál será el dispositivo más favorable para estas condiciones de trabajo. Además se plantearán una serie de parámetros o características que deben tenerse en cuenta a la hora de hacer la selección del PLC.

7.4 Criterios de selección de un PLC¹⁶.

Un PLC es un sistema de control de procesos industriales diseñado para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real. Para la selección de un PLC, se debe tener en cuenta muchas variables, las cuales dependerán directamente de las necesidades que tiene los ciclos de producción que serán automatizados. Además, tener presente algunas consideraciones importantes como:

- Buscar que el PLC sea de una marca reconocida.
- Determinar la cantidad de entradas/salidas digitales o análogas, y las condiciones de operación, para que se pueda escoger entre micro PLC, PLC compactos o PLC para usos industriales y empresariales.
- Tensiones de alimentación.
- Capacidad de conexión con otros dispositivos en red.
- Que el software esté incluido al momento de comprar el PLC, porque muchos de los proveedores no facilitan el software sino que los dan por aparte y lo venden demasiado costoso.
- Posibilidad de capacitación gratuita para programación y configuración a operadores, técnicos e ingenieros.
- Simplicidad para la programación del mismo, distintos tipos de programación.

¹⁶ RICARDO Mayo Bayón, Universidad de Oviedo, Dpto. de electrónica, Artículo de Autómata Programable Visión General, pdf.1999.

- Manuales con información y manual de programación de simple lectura y que ayude a reducir tiempo a la hora de realizar la programación.
- Precio de acuerdo a su función (barato – caro, inseguro – seguro, desprotegido – protegido, incompleto – completo).
- Cantidad de programas que puede manejar.
- Cantidad de programas que puede ejecutar al mismo tiempo (multitarea).
- Lenguajes de programación.
- Software especializado para cada modelo de PLC y su facilidad de manejo.
- Literatura en nuestro idioma.

Basándonos en algunos de estos criterios mencionados anteriormente se hará la selección del PLC para la automatización de la máquina talladora de bloque, pero antes compararemos algunos modelos de PLC para así hacer la selección más apropiada para la máquina.

A continuación se dará la descripción de algunos de los modelos de PLC, las características, sus ventajas y desventajas:

- **Micro PLC SIMATIC S7-200 Siemens¹⁷.**

Este micro-PLC cuenta con una alta escala de integración, aplicable tanto para los controles más simples como para tareas complejas de automatización. Puede implementarse aislado, interconectado en red o en configuraciones descentralizadas.

¹⁷ ELIZONDO Ana, PIEDRA Luis, NÚÑEZ Mauricio. Introducción a los Controladores Lógicos Programables (PLC), Escuela de Ingeniería Eléctrica. Departamento de Automática Facultad de Ingeniería, 2º Semestre de 2003.

La familia SIMATIC S7-200 está compuesta de los siguientes módulos:

- 4 equipos básicos diferentes en diversas variantes.
- 14 módulos de ampliación digitales y analógicos.
- 2 módulos de comunicaciones para la conexión a PROFIBUS e Interfaz-AS.

Ofrece diferentes posibilidades de comunicación:

La interfaz punto a punto PPI, MPI (esclavo) y en modo interfaz libremente programable.

- Acoplamiento a Interfaz AS, actuando como maestro a través del módulo de comunicaciones CO 243-2.
- Acoplamiento a PROFIBUS-DP como esclavo; a través del módulo PROFIBUS-DP EM 277.

Módulos CPU

CPU 221: Cuenta con 10 entradas/salidas, no expandible. (Ver figura N° 19)

CPU 222: Cuenta con 14 entradas/salidas, expandible con máximo 2 módulos de ampliación externos. (Ver figura N° 20)

CPU 224: Cuenta con 24 entradas/salidas, expandible con máximo 7 módulos de ampliación externos.

CPU 226: Cuenta con puerto de comunicación adicional, con 40 entradas/salidas, expandible con máximo 7 módulos de ampliación externos.



Figura 19, Módulo 221



Figura 20, Módulo 222

En general estos módulos cuentan con:

- Una fuente de alimentación de 24 V para sensores y carga, posibilitando la conexión directa de sensores y actuadores.
- Entradas y salidas digitales.
- Puertos de comunicación.
- Bus de ampliación para la conexión de módulos de ampliación.
- Entradas de alarma.
- Contadores rápidos.
- Expansión sencilla, gracias a los módulos de ampliación digitales y analógicos (EM)
- Simulador.
- Potenciómetro analógico.
- Salidas de impulsos de alta frecuencia (máx. 20kHz) para resolver tareas de posicionamiento y mando de motores regulados por frecuencia y motores paso a paso mediante etapas de potencia adecuadas.
- Reloj de tiempo real.
- Cartucho de memoria EEPROM que permite cambiar rápidamente de programa y almacenar adicionalmente el programa.
- Módulo de pila para respaldar los datos durante mucho tiempo (valor típico de 20 días).

Programación

Las CPU del S7-200 se programan con el software de programación STEP 7- Micro/WIN 32. También se puede programar desde los SIMATIC CP, así como a través del puerto MPI de la PG. En este caso, las velocidades de comunicación pueden ser hasta de 187.5 kbits/s.

➤ **Plataforma de automatización Quantum¹⁸.**

La Plataforma de Automatización Quantum es de arquitectura modular de tal forma que puede ser configurado para adecuarse a los diferentes requerimientos de los sistemas de control. El sistema es simple de instalar y configurar, cubriendo una amplia gama de aplicaciones. (Ver figura N°21)

Algunas características más importantes son:

- Salidas de alta velocidad de búsqueda por medio de CPU basados en procesadores 486 y 586.
- Tecnología de automatización integrada que incluye movimiento, ASCII, comunicación y control de procesos.
- Capacidad de espera “en caliente” que permite la continuidad del sistema en aplicaciones críticas.
- Salidas de estados de falla configurables para un comportamiento del sistema más predecible en aplicaciones críticas.
- Altos niveles de aislamiento en sistemas expuestos a perturbaciones eléctricas.
- Entradas y salidas (I/O) análogas de alta precisión para un mejor control del sistema.
- “Hot swapping”: La capacidad de insertar módulos sin apagar el sistema y sin provocar distorsiones en los otros elementos de operación.

¹⁸ Ibid.

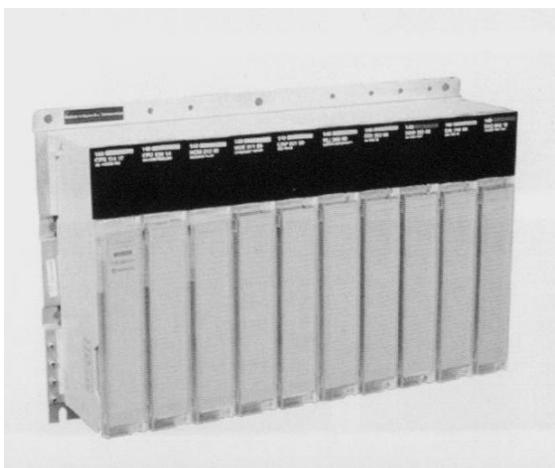


Figura 21, Plataforma de automatización quantum

Software de programación.

Con la plataforma de automatización Quantum se puede usar dos tipos de software:

- Concept
- Modsoft

Concept, es un software basado en Windows de Microsoft el cual es compatible con los cinco lenguajes de programación detallados en el estándar internacional 1131- 3 especificados en la EIC. Concept provee un ambiente donde se pueden crear estructuras de códigos reusables.

Modsoft, es un software basado en programación DOS para el lenguaje 984 de escalera lógica (984 ladder logic language). Este software permite un uso eficiente en este tipo de lenguaje de programación.

➤ **PLC LOGO Siemens**¹⁹.

Es una solución más compacta, de fácil uso y bajo costo, para realizar tareas y trabajos simples de control de maquinarias. Puede ser utilizado sin accesorios, es un todo en uno, integrado con pantalla y panel de operador. Pueden conectarse 34 funciones diferentes con presionar un botón o con el software incorporado, que facilita la programación de los procesos. (Ver figura N°22)



Figura 22, PLC, *Programmable Logic Controller* o Controlador Lógico Programable. SIEMENS. LOGO.

Diseño:

Este diseño de siemens LOGO semi-modular está disponible en diferentes versiones para distintos voltajes de suministro (12 V DC, 24 V DC; 24 V AC, 115/230 V DC, 115/230 V AC).

Siemens LOGO ofrece una gran flexibilidad y puede ser implementado universalmente. Los módulos de expansión pueden ser conectados para adaptarse a la aplicación. Cuenta con opciones flexibles para efectuar cambios mediante re combinaciones de funciones utilizando un simple botón.

¹⁹ *Ibid.*

Funciones:

- Funciones básicas incorporadas (ej. AND, OR) y funciones especiales (ej. contador, relé de latch) para ingeniería eléctrica.
- Se puede escribir el programa simplemente combinando funciones incorporadas.
- Duplicación simple y amistosa al usuario del programa de control mediante el uso de un módulo de programa opcional.
- Operación opcional en el PC; escritura, simulación, pruebas en línea y respaldo de archivo del programa de control en el PC, incluyendo opciones de documentación.

Puede ser implementado en:

- Sectores de edificios/instalaciones (luces, cobertores, compuertas, puntos de acceso de control, barreras, sistemas de ventilación, etc.)
- Diseño de gabinete de control.
- Construcción de maquinaria y aparatos (bombas, presas pequeñas, compresores, plataformas de lifting, etc.)
- Controles especiales para jardines de invierno e invernaderos.
- Procesamiento de señales para otros controladores.

Modelo “LOGO”.



Figura 23, Vista frontal del PLC, *Programmable Logic Controller*. SIEMENS. LOGO.

Después de apreciar tres distintos PLC se prosigue a realizar una tabla comparativa para los PLC. En la “tabla N°11” se determina de forma lógica y racional alguno de los parámetros más importantes para la selección del PLC.

Estos parámetros serán comparados con cada uno de los modelos mencionados con anterioridad para así dar la selección adecuada del dispositivo. Para esto se dará un valor numérico que irá, de 1 como forma de adquisición más difícil o que no cumpla con las condiciones de trabajo, y de 5 como mayor número de importancia a la hora de la selección. Esto con el fin de determinar cuál es el PLC que cumple con los requisitos y condiciones de trabajo para la máquina.

Al final se sumarán todo los valores dados a cada departamento, de esta manera y realizando el análisis de los resultados se podrá elegir el que mayor puntaje obtenga. Además cada columna de la tabla da una especificación técnica de los PLC como son; los tipos de entradas ya sean análogas o digitales, es decir que si estos cumplen con esos parámetros; la programación, si son de fácil manejo y su software de fácil manipulación y acceso; la flexibilidad de aplicación, es la manera como puede adaptarse a otros

dispositivos; costo y facilidad de adquisición, que tan caro es y si es o no fácil de conseguir; tipos de alimentación, si son de corriente directa o alterna (DC,AC); condiciones medioambientales, si soporta o no las condiciones a las que se va a someter.

Después de tener claro todo esto se hará la valoración del PLC y se escogerá el de mayor puntuación después de hacer la sumatoria de todas las características.

PLC modelo	Tipos de entrada analógica y digital	Programación	Flexibilidad de aplicación	Costo y facilidad de adquisición en el mercado	Tipo de alimentación (DC,AC)	Condiciones de trabajo (ambientales)	Total
Micro PLC SIMATIC S7-200 Siemens	5	5	4	3	5	3	25
Plataforma de automatización Quantum	5	5	5	2	5	2	24
PLC LOGO Siemens	5	5	5	5	5	5	30

Tabla 11, Selección del PLC.

Después de hacer la valoración de los distintos PLC, puede notarse en la tabla comparativa anterior que el de mayor puntuación fue el **PLC LOGO Siemens** con un total de 30, lo que indica que es el más apropiado para este trabajo.

A continuación se hará presentación de las características del PLC seleccionado.

7.5 PLC LOGO Siemens²⁰.

Características principales:

- Posee un dispositivo de control.
- Lo conforma una unidad de operación donde se programa para poder controlar los parámetros deseados con el PLC y una display LCD para la visualización de la programación del mismo.
- Fuente de alimentación es de 110 V (en nuestro caso) o en caso tal de un menor de 12 /24 V o mayor como 220 V.
- Tiene un puerto por el cual se puede programar un sistema o subsistema a otro y también consta de un BUS que es una conexión para crear un enlace con el PLC - PC y así poder programar desde el PC sin ningún problema.
- Funciones básicas, para activación/desactivación, retardada, entre otras.
- Consta de un temporizador.
- Marcas binarias, son las señales con las que trabaja el PLC. Para activarlo se da el valor de "1" y desactivarlo el valor de "0".
- Determinadas entradas y salidas según el tipo del equipo.

7.5.1 Estructura del PLC LOGO Siemens²¹.

A continuación se mostrará cómo está conformado el PLC, sus dimensiones como el ancho, alto y espesor, además la ubicación de las partes importantes como las entradas y salidas (Ver figura N°24).

²⁰ SIEMENS, Manual PLC's LOGO estandar.1990

²¹ Ibid.

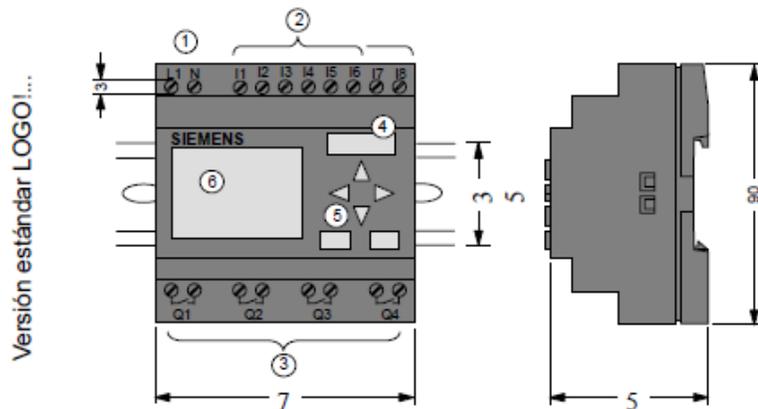


Figura 24, Estructura del PLC, *Programmable Logic Controller* .SIEMENS. LOGO.²²

Forma fundamental del PLC con 8 entradas y 4 salidas, integrada con dimensiones de Ancho (72) x Alto (90) x Espesor (55) mm.

1. Alimentación de tensión.
2. Entradas.
3. Salidas.
4. Conexión de un bus de datos para computadoras.
5. Panel de manejo.
6. Display LCD.

7.5.2 Montaje - Cableado de PLC²³.

Para hacer el montaje y cableado del PLC debe tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones para evitar daños en este, se mencionarán algunas de las reglas más importantes a la hora de hacer el montaje y cableado del PLC:

- No apretar demasiado la conexión de los bornes de entrada y salida.
- Al ser conectado el cableado de C.A o el de C.C, en alta tensión deberá separarse y señalizarlo para la conexión baja tensión.

²² Ibid.

²³ Ibid.

- Disponga de un dispositivo de protección contra sobre cargas.
- No conectar la fuente de alimentación a una carga de salida en paralelo en C.C (corriente continua).

➤ **Conexión de la fuente de alimentación.**

Las variantes del PLC son adecuadas para tensiones con valor nominal de 110 V y 220 V. En la figura N°25, se puede observar que para L1 (línea principal) se conecta la fuente de alimentación del PLC, en este caso el valor nominal de la corriente es de 110 V y N es el neutro de la fuente de alimentación de la máquina.

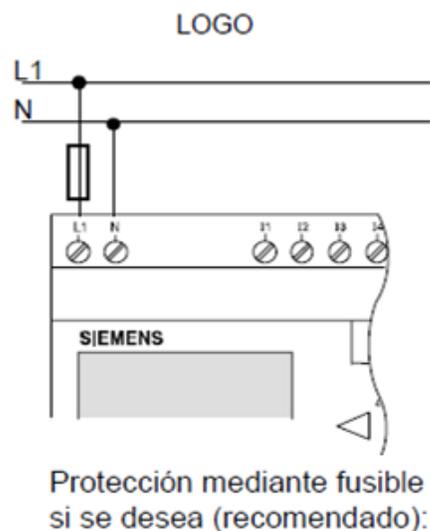


Figura 25, Conexión de líneas del PLC, Programmable Logic Controller SIEMENS .LOGO.²⁴

➤ **Entradas “analógicas o digitales”²⁵.**

Para este PLC, las entradas pueden ser utilizadas como entradas analógicas o digitales. Las entradas analógicas son aquellas que varían continuamente y las digitales no varían continuamente, además las entradas I7 / I8 no sólo se usan como entradas digitales, sino

²⁴ SIEMENS, Manual PLC's LOGO estandar.1990.

²⁵ Ibid.

también como entradas analógicas y estas a su vez cumplen con una serie de parámetros con funciones incorporadas dentro del PLC. Para la conexión hay que tener en cuenta también, su aplicación y cómo se emplearán las entradas. (Ver figuras N° 26, 27).

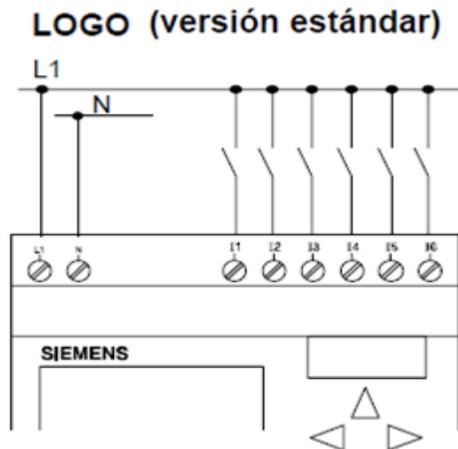


Figura 26, Conexión de una línea.²⁶

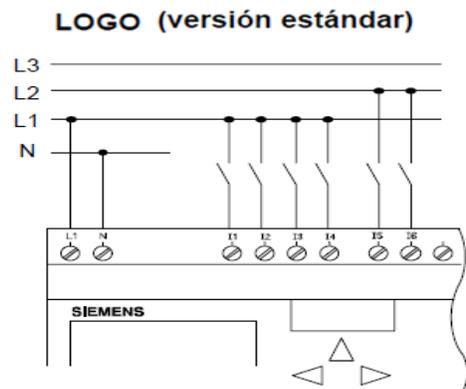


Figura 27, Conexión de varias líneas.²⁷

Como vemos, este modelo de PLC puede conectarse con una o varias líneas dependiendo de los parámetros que se deseen controlar.

➤ **Conectar las salidas²⁸.**

Para la conexión de las salidas del PLC se debe tener en cuenta que son por relés, porque ayuda a controlar los diferentes tipos de dispositivos tales como los motores, contactores, entre otros.

Para hacer la conexión de la fuente de alimentación al PLC, este debe poseer una serie de propiedades fundamentales que se mencionarán a continuación:

- La máxima carga de corriente depende de la cantidad de movimientos y secuencias que se desean controlar con el PLC.

²⁶ SIEMENS, Manual PLC's LOGO estandar.1990.

²⁷ SIEMENS, Manual PLC's LOGO estandar.1990.

²⁸ Ibíd.

- La conexión de la salida del PLC puede ser de dos o tres posiciones, para la conexión de dos posiciones puede controlarse un solo dispositivo, para la de tres posiciones, dos dispositivos. En este caso, se utilizará la conexión de dos posiciones, donde (Q =1-1) circula la línea neutro, en (Q =1-2) donde estará conectada a la línea principal L1. (Ver figura N°28).

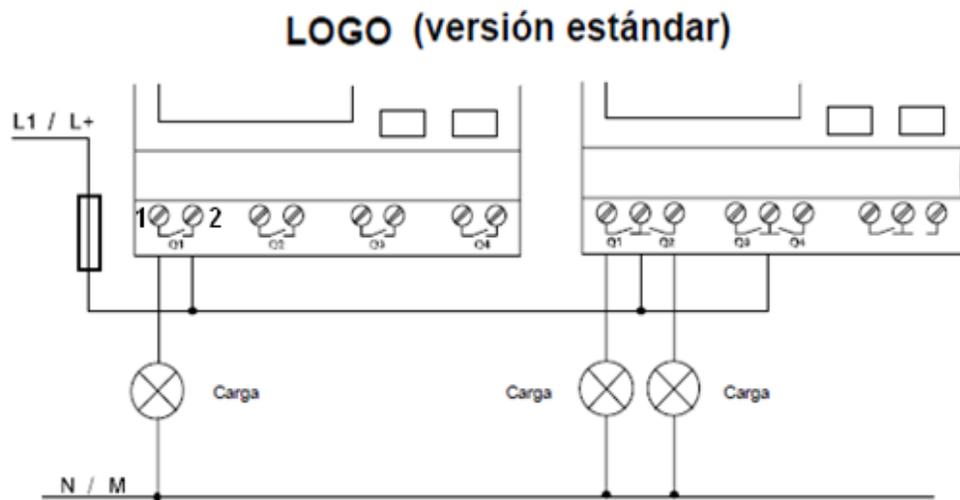


Figura 28, Conexión de salida de PLC, Programmable Logic Controller. SIEMENS. LOGO.²⁹

➤ Programación del PLC³⁰.

Este PLC consta de una distribución en sus dispositivos con diferentes elementos para ejecutar la programación y llevarla a cabo de una manera más sencilla. Por ello el PLC lleva incorporado la distribución de cada uno de los dispositivos y también la organización de ellos en grupos, para que facilite la búsqueda de estos dependiendo de la función y los tipos de tarea que este quiera realizar.

²⁹ SIEMENS, Manual PLC's LOGO estándar.1990.

³⁰ *Ibid.*

A continuación se nombrarán cómo están conformados los grupos del PLC:

- **Co**: Cuadro de bornes (**C**onector).
- **GF**: Cuadro de funciones básicas AND, OR, entra otras.
- **SF**: Cuadro de funciones especiales.
- **Cuadro de bornes – Co.**

Se denominan constantes y bornes (inglés Connectors = Conectores = **Co**, tomando como referencia las dos primeras letras de la palabra) a todos los grupos de entradas y salidas que hacen parte del PLC y facilitan el cumplimiento de los parámetros de trabajo.

Entradas

Las entradas de este PLC están señalizadas por medio de la letra “**I**” y enumeradas para determinar el número de las entradas por ej.: I1, I2,...I8 que corresponden a los números de los bornes de conexión de las entradas en el PLC.

Salidas

Las salidas de este PLC están señalizadas por medio de la letra “**Q**” y enumeradas para determinar el número de las entradas por ej.: Q1, Q2,...Q4 que corresponden a los números de los bornes de conexión de las entradas en el PLC.

Niveles de tensión

Los niveles de tensión son identificados mediante las siglas “**hi**” de (**high**) y “**lo**” de (**low**). Pero a niveles de bloques funcionales estas siglas representan las constantes en el estado “1” = hi o el estado “0” = lo, al hacer el cableado las entradas deben tener el valor constante hi o lo, esto quiere decir que deben estar definidos los estados, si es “1”o “0”.

- **Cuadro de funciones básicas – GF.**

El cuadro de funciones básicas es el que está conformado por las compuertas lógicas básicas del álgebra de Boole. En este grupo se caracterizan los bloques de funciones básicas para la introducción de un circuito. Para esto se mostrarán algunas de las funciones utilizadas en este grupo para la realización de un circuito de control por medio de este PLC. (Ver tabla N°12)

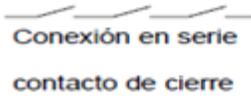
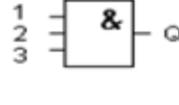
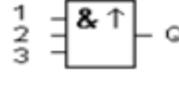
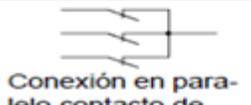
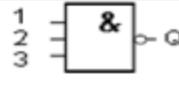
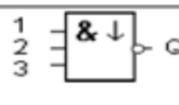
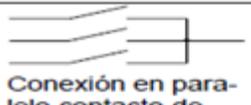
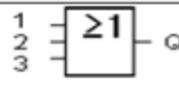
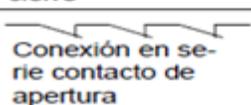
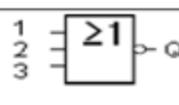
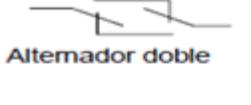
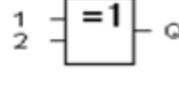
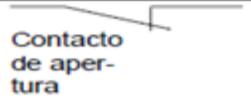
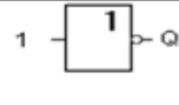
Representación en el esquema	Representación en LOGO!	Designación de la función básica
 <p>Conexión en serie contacto de cierre</p>		Y (AND)
		Y con evaluación de flanco
 <p>Conexión en paralelo contacto de</p>		Y-NEGADA (NAND)
		Y-NEGADA con evaluación de flanco
 <p>Conexión en paralelo contacto de cierre</p>		O (OR)
 <p>Conexión en serie contacto de apertura</p>		O-NEGADA (NOR)
 <p>Alternador doble</p>		O-EXCLUSIVA (XOR)
 <p>Contacto de apertura</p>		INVERSOR (NOT)

Tabla 12, Tabla de funciones básicas incorporadas en el PLC.³¹

³¹ SIEMENS, Manual PLC's LOGO estandar.1990.

- **Cuadro de funciones especiales – SF.**

Este grupo está conformado por una serie de bloques funcionales especiales que facilitan la programación de este y también la reducción de ciertos circuitos en el PLC. La “tabla N°13” contiene alguna de estas funciones.

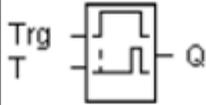
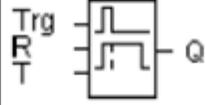
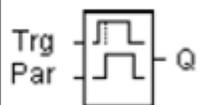
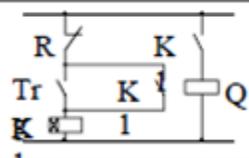
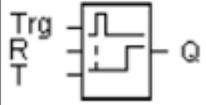
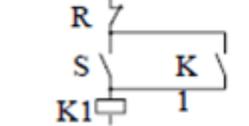
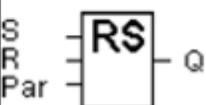
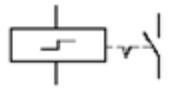
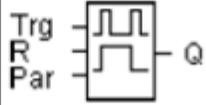
Representación en el esquema	Representación en LOGO!	Designación de la función especial	Re
	Trg T 	Retardo de activación	
	Trg R T 	Retardo de desactivación	
	Trg Par 	Retardo de activación/ desactivación	
	Trg R T 	Retardo de activación memorizable	
	S R Par 	Relé de parada automática	Re
	Trg R Par 	Relé de impulsos	Re

Tabla 13, Representación de funciones especiales del PLC. ³²

³²SIEMENS, Manual PLC's LOGO estandar.1990.

- **Como se programa en el PLC.**

Para este PLC la programación es la introducción de un circuito con funciones lógicas para la realización de una tarea determinada, esto equivale a un esquema sencillo, pero representado de manera diferente ya que este es programando de manera directa con el PLC y no por medio de una computadora.

Bloques y número de bloques.

En este apartado se indica cómo puede hacer el programador para generar un circuito sencillo o complejo mediante los distintos dispositivos que están incorporados en el PLC, cómo vincular los bloques entre sí y del mismo modo con las entradas y salidas.

Bloques de trabajo.

Un bloque de trabajo es una función que toma la información de entrada y la transforma en información de salida. Pero con este PLC se facilita el enlace de los bornes con los bloques funcionales, a tal punto que solo basta con elegir la conexión deseada en el menú **Co** con el bloque funcional seleccionado.

Vinculaciones lógicas.

Los bloques funcionales son vinculaciones lógicas representadas de la siguiente manera, gráficamente en el PLC toman la siguiente forma (ver figura N°29):

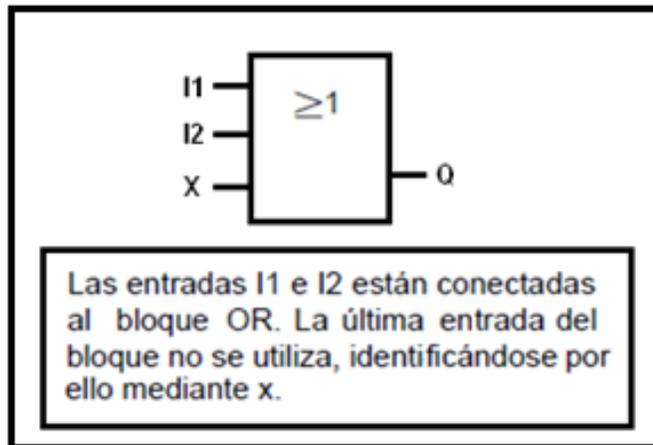


Figura 29, Representación gráfica de los bloques funcionales en el PLC. ³³

Representación de un bloque de trabajo en el display del PLC.

A continuación se muestra como se visualiza gráficamente un bloque funcional en el display del PLC. Puede notarse que por efecto de tamaño es más fácil trabajar un solo bloque a la vez. Por tal razón se ve la necesidad de enumerar los bloques de trabajo, para que así ayude a controlar el circuito de forma ordenada. (Ver figura N°30)

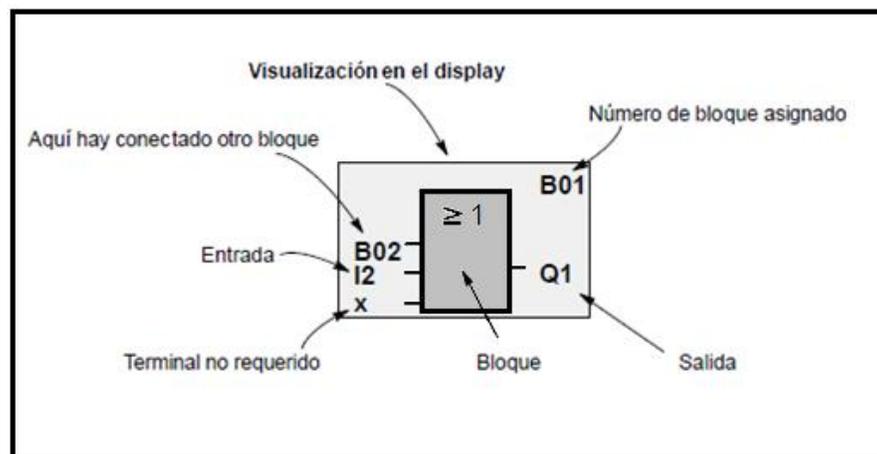


Figura 30, Representación gráfica de un bloque funcional en el display del PLC. ³⁴

³³ SIEMENS, Manual PLC's LOGO estandar.1990.

³⁴ SIEMENS, Manual PLC's LOGO estandar.1990..

Asignación de un número de bloque.

Cada vez que se crea un nuevo bloque en la programación, este de inmediato le atribuye un número a ese bloque para así determinar la posición de este y a su vez dar una organización correcta de la misma. También se puede mostrar a través del número del bloque, la relación existente entre cada uno de ellos. Es decir, los números de los bloques sirven únicamente para su alineación de trabajo en el programa.

En este diagrama se ve la representación de tres bloques entrelazados entre sí visualizados en el display del PLC que constituyen en conjunto el programa. (Ver figura N°31).

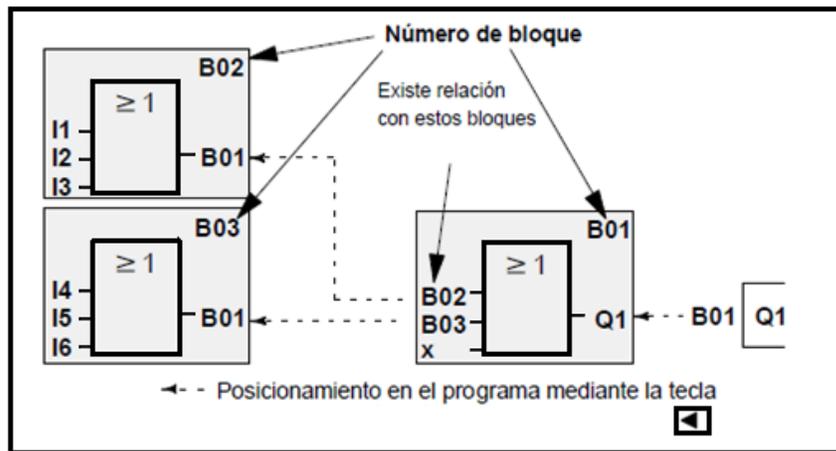


Figura 31, Numero de bloques y relación entre ellos.³⁵

7.6 Conceptos generales de la programación del PLC en la máquina talladora de bloque # 3.

Para comenzar a realizar correctamente la programación del PLC se debe tener en cuenta diferentes pasos que serán de gran importancia durante el desarrollo de esta. Estos pasos son:

³⁵ SIEMENS, Manual PLC's LOGO estandar.1990.

- *Especificaciones de control:* es determinar qué se debe hacer en el sistema de control y en qué orden se debe llevar todo el proceso a realizar. En este caso se refiere a la máquina en estudio.
- Identificar las señales de entrada / salidas de la máquina.
- Representar mediante un modelo el sistema de control, indicando todas las funciones principales que intervienen en el proceso, la secuencia de estas y la conexión o relación que tiene una con otra.
 - Modelo algebraico: Boole, Karnaugh.
 - Modelo gráfico: Ladder, Grafcet.

Después de mencionar algunas generalidades para la programación de la máquina, se explicará de manera más concreta los ciclos fundamentales que esta cumple sin ser aún automatizada, esto se hará por medio de la descripción de un diagrama secuencial.

Primer ciclo:

1. Encender la unidad hidráulica.
2. Activar el avance del gato hidráulico ubicándola en la posición de inicio.

Segundo ciclo:

1. Ubicación de la máquina en su posición.
2. Programación del espesor de la tesela.
3. Avance del coche porta disco.
4. Después de quitar la tesela esperar un tiempo, mientras retiran la tesela.
5. Retroceso del carro porta disco, se inicia la operación del ciclo en el paso 1.

Tercer ciclo:

1. Después de terminar el plano de corte, retroceder el movimiento transversal.
2. Ubicación de la máquina en su posición de inicio.
3. Bajar la máquina a la altura deseada para el formato deseado.
4. Después de ubicar la altura comenzar el segundo ciclo.

7.6.1 Diagrama del ciclo de trabajo de la máquina.

En la “figura N°32” se describe de forma secuencial de cómo trabaja la máquina y los pasos que ella sigue para su funcionamiento.

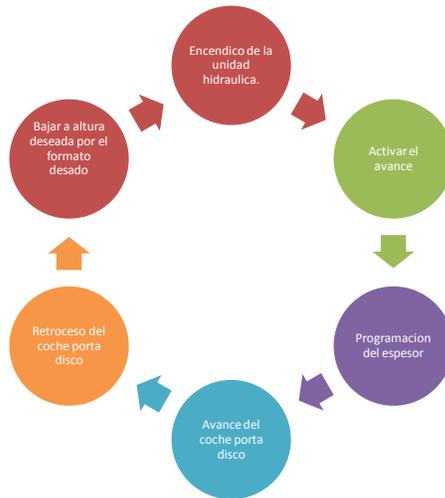


Figura 32, Ciclo secuencial de operación de la máquina.

En esta “tabla N°14” se identificarán las señales de entrada y salida que serán comandadas por el PLC.

Entradas del PLC		Comandos	Salidas del PLC		Comandos
I1	S1	Avance del gato del carro porta disco.	Q1	Q1	Avance del gato.
I2	S2	Final de carrera, retroceso del gato hidráulico.	Q2	Q2	Retroceso del gato
I3	S3	Final de carrera, avance del gato hidráulico.	Q3	Q3	Programación del movimiento transversal.
I4	S4	Final de carrera, programación de movimiento transversal.	Q4	Q4	Retroceso del movimiento transversal.
I6					
I7					
I8					
Módulo de ampliación			Módulo de ampliación		
I1	S5	Final de carrera, retroceso del movimiento transversal.	Q1	Q5	Programación de bajar.

Tabla 14, Entradas y salidas del PLC, Programmable Logic Controller. SIEMENS. LOGO.

Después de identificar los comandos y la ubicación de cada uno de estos, se utilizará el método algebraico de BOOLE para el diseño de la programación del PLC. Se aclara que esto es solo para el diseño de la programación del circuito digital que se introducirá en el PLC.

7.6.2 Descripción de operación de la programación.

En este punto, se describirá la programación después de tener claras todas las variables que van a utilizarse en este proceso. Para esta programación, se tomará el método del *algebra de boole*, que facilitará la obtención de las ecuaciones para sacar los diagramas de estado en la cual se subdivide la programación y así disminuirá el grado de complejidad.

Para describir la programación se tuvo en cuenta los procesos o ciclos de trabajo de la máquina y las etapas que esta deberá cumplir para realizar el ciclo.

Los ciclos en los que fue dividido el proceso antes de la automatización de la máquina son los siguientes:

Primero: Describe el posicionamiento de los discos de la máquina con relación a la piedra.

Segundo: Programa el espesor de la piedra.

Tercero: Avance del coche porta disco.

Cuarto: Retroceso del coche porta disco.

Quinto: Después de terminar el plano retroceder y ubicar la máquina en la posición inicial de corte, “se repite el primer paso”.

Sexto: Bajar la máquina a la altura de corte de la tesela.

En la “figura N°33” se representan los ciclos mencionados anteriormente.

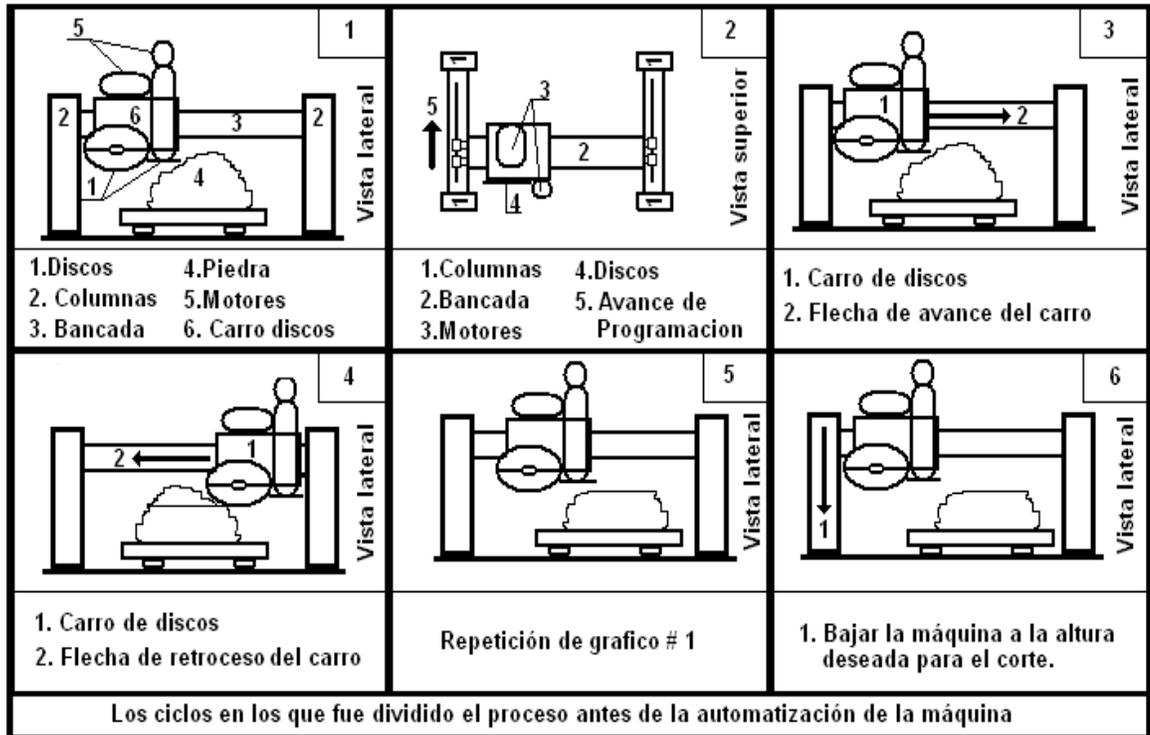


Figura 33, Ciclos de trabajo de la máquina sin automatización.

En el primer recuadro de la figura anterior se identifican las partes principales de la máquina y la ubicación de esta para iniciar el proceso de corte, que corresponden al primer ciclo de trabajo de esta. Después de haber ubicado la máquina se prosigue a la programación para dar el espesor deseado de la tesela y se sigue con el paso # 3, que es el avance de la máquina para efectuar el corte.

Después de ejecutar el corte, se prosigue a ejecutar el paso 4, hasta terminar el plano como es mostrado en el recuadro 5, por consiguiente se ejecuta el primer paso que es la ubicación de los discos con relación a la piedra, para luego acceder al último paso, que es bajar la máquina a la altura deseada de corte. Y se continúan estos mismos pasos hasta que la piedra se termine.

Ahora se describirán los ciclos de la máquina automatizada. Para la automatización de la máquina ha de necesitarse la ayuda de otros dispositivos que facilite la adquisición de señales durante el proceso de trabajo para así controlar todos los ciclos de trabajo de esta por medio del PLC. De la misma manera estos servirán como medio de protección para prevenir algún tipo de accidente, dar más precisión a los cortes, entre otros. Estos dispositivos tienen el nombre de “finales de carrera”, “encoder” y “timer”.

Ahora por medio de los siguientes gráficos se mostrará donde estarán ubicados los finales de carrera que ayudarán a emitir las señales para que el PLC las capte y pueda cumplir con el resto de los ciclos. (Ver figuras N°34,35).

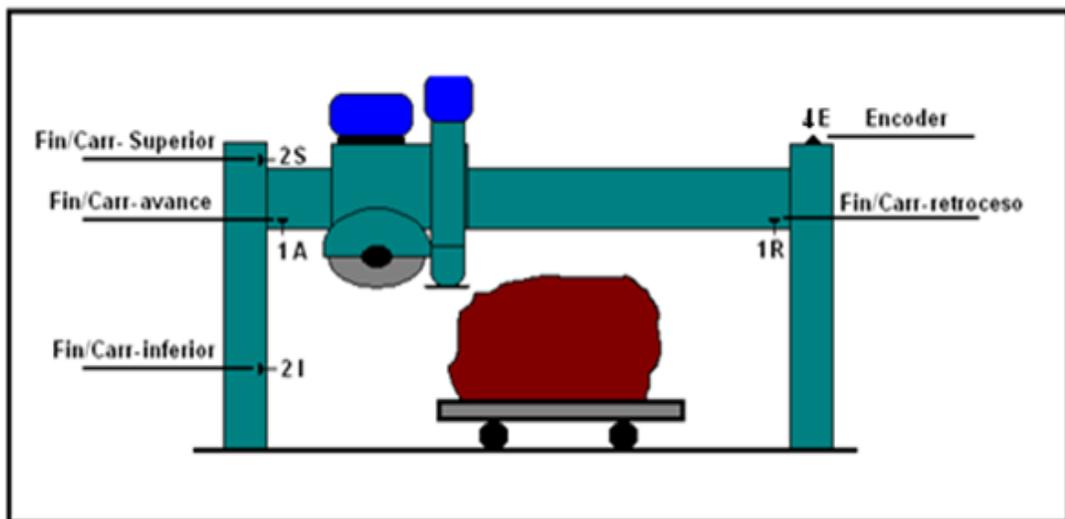


Figura 34, Vista lateral de la máquina.

En la “tabla N°15” se mencionan los dispositivos y la sigla de cada uno de ellos mostrados en la figura anterior.

DISPOSITIVOS	FUNCIÓN	SIGLA
Final de carrera retroceso	Es el encargado de detener el movimiento de avance después que la máquina termine de cortar la tesela, y a su vez esperar que el operador retire la tesela para que esta pueda retroceder y ejecutar el siguiente corte.	1 R
Final de carrera avance	Es el encargado de detener el movimiento de retroceso, para que empiece otra programación y se pueda ejecutar otro corte.	1 A
Final de carrera superior	Protegerla de no exceder la altura máxima establecida.	2 S
Final de carrera inferior	Protegerla a la máquina para que no exceda la altura mínima establecida.	2 I
Final de carrera derecho	Es el encargado de retroceder la máquina cuando esta ha terminado el plano de corte. Ubica la máquina en la posición de inicio.	D 3
Final de carrera izquierdo	Detiene la máquina en la posición de inicio para así dar inicio a un nuevo corte en el siguiente plano.	I 3
Encoder	Es el encargado de dar la altura de la tesela. Controlando las vueltas que realiza el tonillo sin fin.	4 E

Tabla 15, Dispositivo de mando de la máquina después de la automatización.

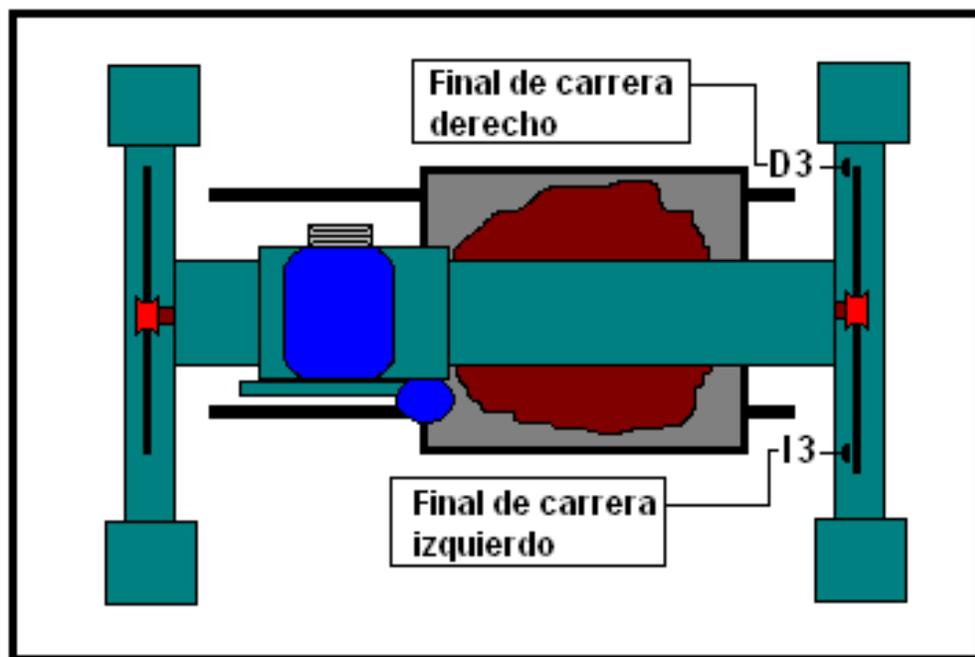


Figura 35, Vista superior de la máquina.

Como ya se ubicaron y especificaron los finales de carrera se prosigue a explicar cómo estos cumplirán con sus funciones y serán de gran ayuda para la automatización. Para los ciclos fundamentales de trabajo de la máquina.

El primero: Busca la posición de los discos de la máquina con relación a la piedra. Este proceso es activado por el final de carrera I3, que está ubicado al ancho del carro porta piedra.

El segundo: Se programa el espesor de la máquina, este será activado por un timer, después de ser activado el final de carrera 1A.

Tercero: El avance del coche porta disco, que se observa mejor en la vista lateral de la máquina.

Cuarto: Después de cumplir con el paso anterior se hará retroceso del coche porta disco gracias al final de carrera 1R.

Quinto: Después de terminar el plano de corte de la piedra, esta retrocederá gracias al final de carrera D3, para así ubicar la máquina en la posición inicial de corte, “se repite el primer paso”.

Sexto: Al llegar la máquina al costado posterior de esta se encontrará con el final de carrera I3 que es la que detiene el proceso y baja la máquina a la altura de corte de la tesela, esta será graduada por un contador o encoder.

Ya que los pasos se describieron se prosigue a desarrollar la programación por el método de álgebra booleano.

Para el primer ciclo se tienen las variables ya mencionadas en la tabla N°14, “entradas y salidas del PLC”. Pero solo tomará los valores puntuales ya descritos con anterioridad en los ciclos de trabajo de la máquina, estos se muestran en la tabla N° 16:

I1	I2	I3	Q1
1	0	0	1

Tabla 16, Primer estado de las variables de la máquina.

La ecuación booleana de la anterior tabla es:

$$Q1 = I1 * \bar{I2} * \bar{I3}$$

Para el segundo ciclo, ver tabla N°17:

I1	I2	I3	Q2
0	1	0	1

Tabla 17, Segundo estado de las variables de la máquina.

La ecuación booleana de la anterior tabla es:

$$Q2 = \bar{I1} * I2 * \bar{I3}$$

Tercer ciclo, ver tabla N°18:

I1	I2	I3	Q3
0	0	1	1

Tabla 18, Tercer estado de las variables de la máquina.

La ecuación booleana de la anterior tabla es:

$$Q3 = \bar{I1} * \bar{I2} * I3$$

Cuarto ciclo ver tabla N°19:

I3	I4	I5	Q4
0	1	0	1

Tabla 19, Cuarto estado de las variables de la máquina.

La ecuación booleana de la anterior tabla es:

$$Q4 = \bar{I}3 * \bar{I}5 * I4$$

Quinto ciclo ver tabla N°20:

I3	I4	I5	Q5
0	0	1	1

Tabla 20, Quinto estado de las variables de la máquina.

La ecuación booleana de la anterior tabla es:

$$Q4 = \bar{I}3 * \bar{I}4 * I5$$

Después de obtener todas las ecuaciones descritas por cada ciclo de trabajo puede también reagruparse todas las tablas en una sola para obtener un solo sistema de ecuaciones. Como se muestra en la siguiente tabla.

I 1	I 2	I 3	I 4	I 5	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 5
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	1

Tabla 21, Agrupación de las variables de trabajo de la máquina.

Hay que resaltar que estas no son las únicas combinaciones, porque el número de combinaciones está descrito por la ecuación 2^n , donde n es el número de variables que se desea controlar en la programación. Para este caso, sería $2^{(5)} = 32$ combinaciones diferentes, pero muchas de estas no serán utilizadas ya que solo se describen las combinaciones que cumplen con los parámetros establecidos en los ciclos de trabajo de la máquina.

Ahora se prosigue a realizar la programación teniendo en cuenta las ecuaciones descritas.

7.6.3 Programación.

Ahora se hará la descripción paso a paso de la programación directa del PLC, esta será de manera práctica y sencilla.

Primer paso: Después de tener todos los parámetros de control, hay que ubicarse en frente del PLC para introducir los parámetros.

Segundo: Visualización del menú en el display que ayudará a controlar por medio del panel de mando. (Ver figura N°36).



Figura 36, Panel de manejo.³⁶

³⁶SIEMENS, Manual PLC's LOGO estandar.1990.

En la “figura N°37” se muestra como se visualiza en el display el menú principal y como comenzará la programación; después de presionar la tecla “OK” nos muestra el menú principal y este señala tres puntos, el primero es donde se hace la programación, el segundo es para programar por medio de una computadora y el ultimo es donde se presiona después de haber programado el PLC.

Cuando se está en el menú principal hay que ubicarse en “program” y se presiona “OK” para pasar al “menú de programación”, en este aparece un recuadro que muestra un signo “>” el cual representa en dónde está ubicado en ese momento, allí en la casilla de “edit prg” (casilla donde editaremos el programa o introducción de este) después pulsar “OK”.

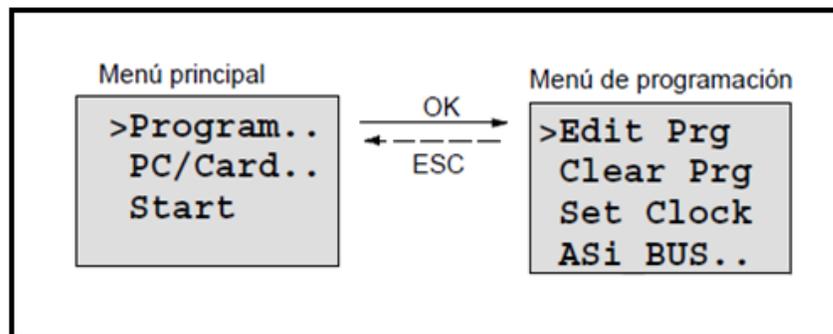


Figura 37, Menú principal y de programación³⁷

Después de pulsar “OK”, en el display del PLC, se mostrará salida. Como se ve en la siguiente figura.

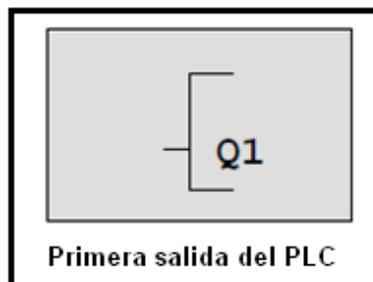


Figura 38, Salida del PLC, Programmable Logic Controller.

³⁷ SIEMENS, Manual PLC's LOGO estandar.1990.

Pulsando las teclas (arriba) - (abajo) en el panel de manejo, se puede elegir las demás salidas desde la #1 hasta la #4. Luego de todo esto se empezará la introducción del circuito.

➤ **Introducir programa para el primer ciclo de trabajo.**

Siempre que se va a realizar un circuito nuevo en el PLC, la programación debe hacerse desde la salida hacia la entrada, como se muestra en la siguiente figura:

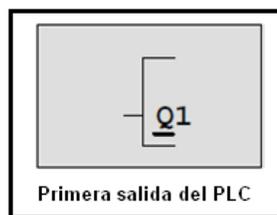


Figura 39, Salida del PLC en el primer ciclo de trabajo.

En la figura anterior la letra Q que aparece subrayada representa la salida del PLC, esto simboliza que el cursor está ubicado en la primera salida y esta a su vez puede ser variada para seleccionar otras salidas. Este cursor señala la posición actual en la programación y se puede manipular mediante el panel de mando arriba, abajo, atrás (<) y adelante (>).

Después de seleccionar la salida en la cual se desea empezar la programación, se pulsa la tecla (<) o se desplaza el cursor hacia la izquierda, para introducir el primer bloque de trabajo. (Ver figura N°40)

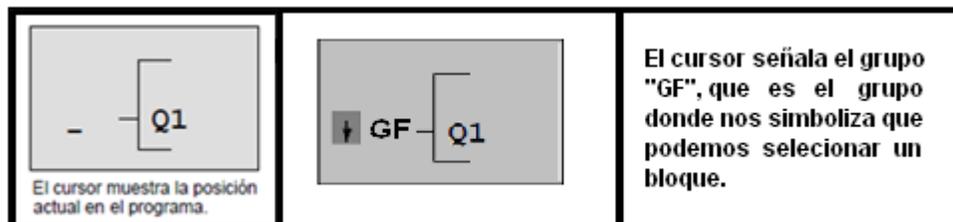


Figura 40, Ubicación del cursor para la introducción del bloque de trabajo.

Después de ubicar el cursor en los grupos en donde se encuentran los comando del PLC, se pasa a elegir el grupo GF y pulsar la tecla OK, mostrando el primer bloque de trabajo (bloque AND o &) de la lista funciones básicas (GF), para buscar los demás bloques se pulsa la tecla “arriba” o “abajo” en el display hasta ubicar el bloque que se desea utilizar. (Ver figura N°41).

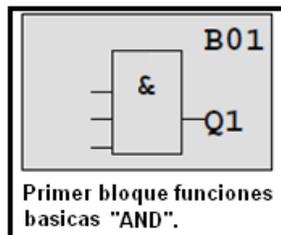


Figura 41, Bloque del PLC, Programmable Logic Controller.

Seguidamente, se manipula el panel de manejo para poder desplazarse al lado de las entradas del bloque, en donde mostrará el cursor de forma subrayada que simboliza la ubicación de esa entrada y la selección de una de las entradas de trabajo u otros bloques dependiendo del circuito a realizar. (Ver figura N°42).

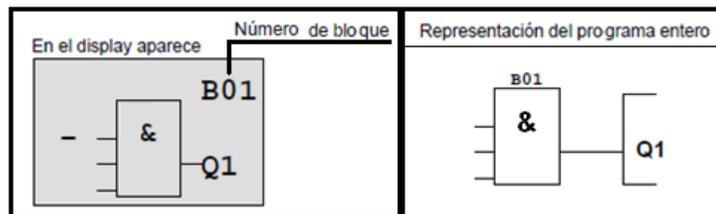


Figura 42, Entradas del bloque.

Después de haber introducido el primer bloque, en la parte superior se mostrará el número del bloque para tener una organización del circuito. Ahora se prosigue a introducir las entradas del bloque. Al ubicarse en las entradas aparecen los mismos grupos de trabajos, tal como se mostrará en la figura N°43.

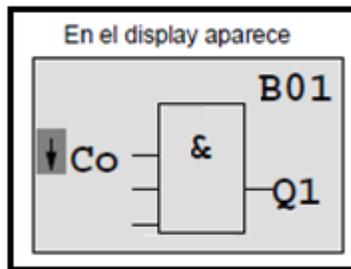


Figura 43, Entradas de bloque para introducción de comandos para controlar.

Seleccionar el grupo “Co”, luego pulsar la tecla “OK”. Después de presionar la tecla “OK” aparecen las entradas de forma opcional para ser escogidas de la I1 hasta la I7, o una “X” que representa la entrada que no se va a utilizar.

Para el segundo recuadro se tiene que la primera entrada de la compuerta lógica “AND”, equivale a I1 “pulsador que activa el avance del gato hidráulico”, y estará de forma activa, esto nos quiere decir que esta entrada no estará negada como las otras dos que faltan.

Para las dos entradas restantes de la compuerta lógica, tendrán que ir negadas ya que no estarán en funcionamiento mientras que la entrada I1 este activada. Para poder tener las dos entradas negadas se debe hacer lo siguiente; Se ubica el cursor en la segunda entrada, después de ser ubicado en la segunda entrada se prosigue a buscar el grupo de funciones básicas que en el PLC se representa con las siglas “GF” y finalmente se pulsa “OK”.

Ahora se busca dentro de las funciones básicas, una función con el nombre de “NOT”, que es la función que negará la entrada de la compuerta lógica para que no se active mientras que I1 esté en funcionamiento.

Para la última entrada se realiza el mismo paso, hasta tener las dos entradas negadas como se representa en el recuadro numero 4 de la figura N°44.

Ahora se terminará de ensamblar las dos líneas que hacen falta, que para este caso son la línea I2 “final de carrera de retroceso” y I3 “final de carrera de avance”, se realiza el mismo procedimiento que se hizo con la primera entrada. Después de realizar los pasos anteriores, la representación gráfica de las dos entradas restantes en el PLC de forma negativa son: (ver figura N°44 recuadro #5).

Ahora se explicará de manera breve lo realizado con la primera entrada.

1. Elegir los grupos de bornes o entradas y salidas “Co”, utilizando las teclas arriba y abajo.
2. Después de ubicado en el grupo “Co”, presionar la Tecla “OK”.
3. Elegir I2, después se utilizan las teclas arriba y abajo para buscar la siguiente entrada restante I3 seleccionar y pulsar la tecla **OK**, de esa manera quedan entrelazadas las entradas con el bloque representado en el recuadro numero 6.(Ver figura N°44).

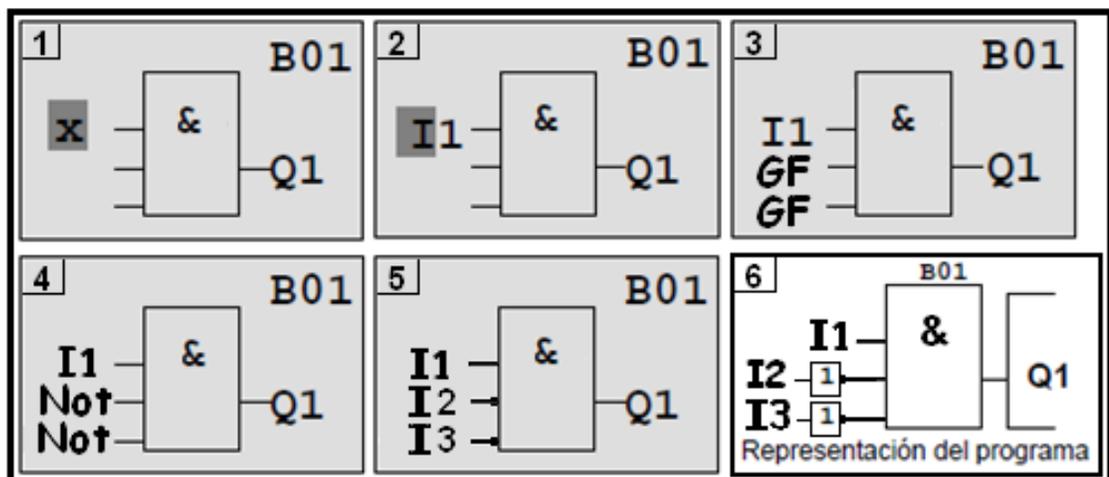


Figura 44, Secuencia de representación de la introducción de las entradas del bloque número 1

➤ **Para el segundo ciclo.**

Se realiza el mismo procedimiento, de programar desde la salida hacia la entrada. Ver figura N° 45).

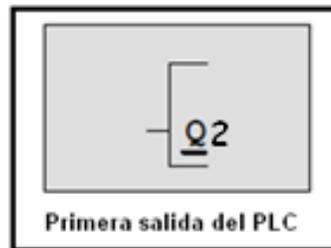


Figura 45, Salida del PLC en el segundo ciclo de trabajo..

Se selecciona la salida Q2 para ubicarnos en el segundo ciclo de trabajo de la máquina. Después de haber realizado este paso, se prosigue a ubicar en la segunda posición para escoger un temporizador que ayude a retardar el tiempo deseado para que el personal de trabajo pueda extraer la tesela antes que la máquina retroceda.

Para poder introducir un temporizador se debe ubicar en el grupo de funciones especiales, utilizando las teclas arriba y abajo, del panel de control para la manipulación de este. Después de que se está ubicado en el grupo de funciones especiales que está representado con la sigla "SF" se presiona "OK", por consiguiente aparecerán varias opciones las cuales podrá ir viendo a la medida que se pasa con el panel de control de arriba hacia abajo. (Ver figura N°46).

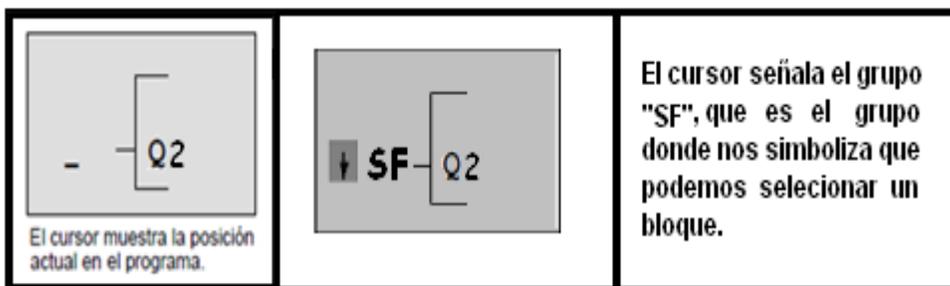


Figura 46, Ubicación de cursor para la introducción del bloque de trabajo.

Después que se ubica el cursor en los grupos donde se encuentran los comandos del PLC, y se pulsa la tecla OK, se muestra el primer bloque de funciones especiales (bloque “Trg” o temporizador de retardo de activación), luego se pulsa la tecla OK y en el display aparecerá de la siguiente manera. (Ver figura N°47).

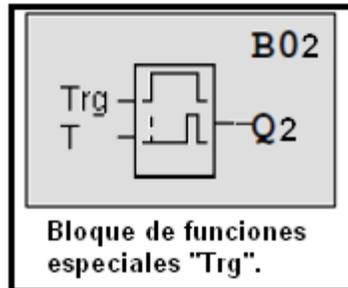


Figura 47, Bloque de funciones especiales del PLC, Programmable Logic Controller.

Después de seleccionar el bloque de trabajo, puede notarse que este trae dos entradas. La primera simbolizada por la sigla “Trg”, es aquella donde se ubicará el siguiente bloque de trabajo y la segunda que está representada por la letra “T”, se encarga de dar el tiempo de trabajo que se desea ejecutar para la otra operación.

A continuación se explicará la manera cómo se introducen los parámetros de tiempo en el temporizador.

En primera instancia se selecciona la entrada “Trg” para introducir un bloque de trabajo, en este caso otra compuerta lógica “AND”. Se realiza el mismo procedimiento para la selección de un bloque de trabajo en el grupo “GF”. Gráficamente se representa de la siguiente forma. (Ver figura N°48).

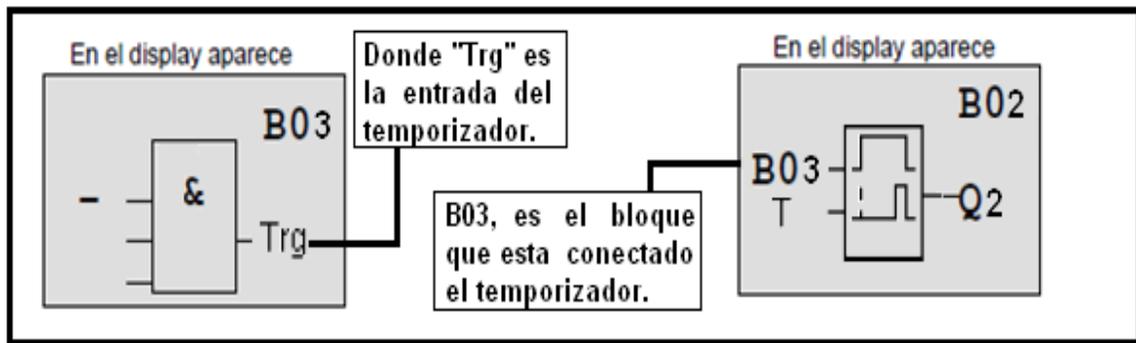


Figura 48, Entradas del bloque.

Después de haber introducido la primera entrada del temporizador, hay que ubicarse en la parte inferior de este donde señala la letra "T". Este parámetro es el encargado de ajustar la duración del tiempo de trabajo del temporizador. Para poder introducir el tiempo de trabajo de este temporizador se debe hacer lo siguiente, posicionar el cursor en parámetro "T" y pulsar la tecla "OK", luego de esto aparecerá en el display de la siguiente manera. (Ver figura N°49).

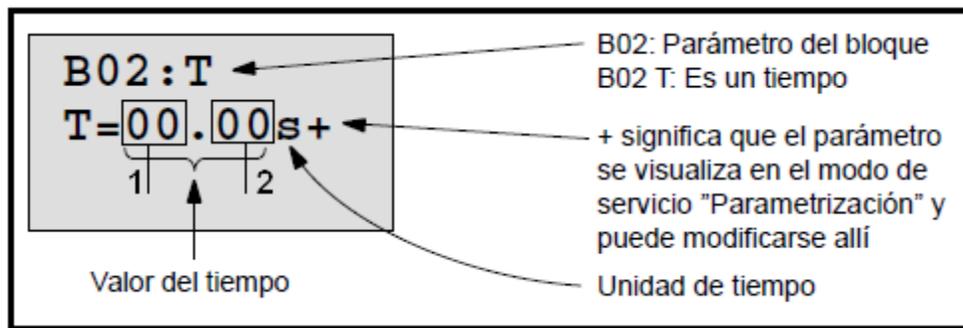


Figura 49, Esquema gráfico del parámetro "T" del temporizador en el display³⁸

Para establecer el tiempo en el parámetro del temporizador solo basta con identificar cómo está distribuido este parámetro en el PLC. Puede notarse que donde se introduce el tiempo del temporizador es en la parte donde esta "T = 00.00", en el primer par de ceros es donde se introduce la unidad de tiempo que corresponde a horas y minutos, en el

³⁸SIEMENS, Manual PLC's LOGO estandar.1990.

segundo par es donde se introducirán las unidad de tiempo restante que serian los segundos.

Ahora el cursor debe ubicarse en el primer grupo de ceros para que el operador retire la tesela de la máquina en el tiempo estipulado y se encuentre fuera de peligro, este tiempo será de un minuto.

Para modificar este valor:

- Primero hay que pulsar las teclas (<) y (>) para poder desplazar el cursor a la posición deseada.
- Por consiguiente, se pulsan las teclas (arriba) y (abajo), para modificar el valor al tiempo de establecido.
- Una vez realizada la operación debe pulsarse la tecla **OK**.

Ajustar el tiempo

Ajuste el tiempo T = 01.00 minutos:

1. Se ubica el cursor en el primer dígito con las teclas (<) y (>).
2. Se escoge la cifra "0". Con las teclas (arriba) y (abajo).
3. Se ubica el cursor en el segundo dígito con las teclas (<) y (>).
4. Se escoge la cifra '1': Con las teclas (arriba) y (abajo).
5. Se posiciona el cursor en las unidades de tiempo con las teclas (<) y (>).
6. Se elige la unidad "m" para minutos.

Para hacer más seguro este programa y conseguir que no sea modificado fácilmente, el PLC tiene una opción de protección que ayuda a que ningún ajeno a la máquina cambie su programación.

La opción de protección para este parámetro es representado por medio de dos símbolos el primero es el símbolo de mas (+) que indica que este se puede modificar y el segundo es el símbolo de menos (-) que significa que no es modificable.

Continuaremos ahora con los últimos pasos restantes para la culminación de la protección:

1. Se posiciona el cursor en el modo de servicio para realizar la protección de parámetro, con las teclas (<) y (>).
2. Luego de ubicar el cursor en el modo de servicio, se escoge la protección con el símbolo (-) y por ultimo presionar la tecla "OK".

Para más detalles de la seguridad del PLC, se mostrará cómo se visualiza en el display de este. (Ver la figura N°50).

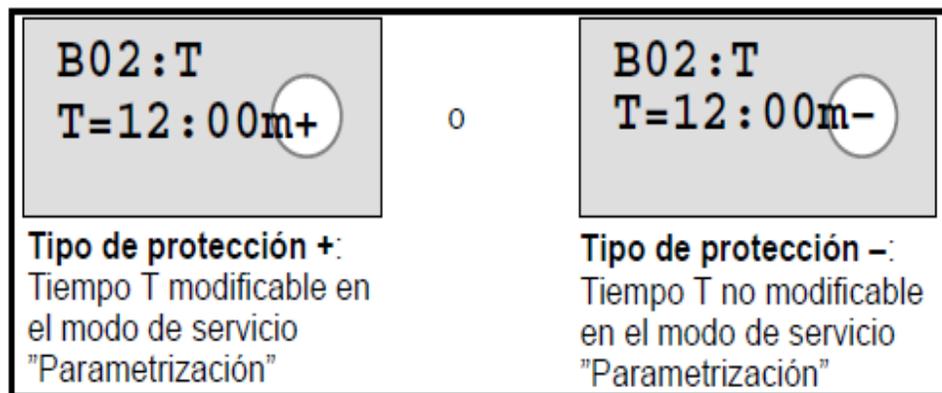


Figura 50, Protección de temporizador.³⁹

Luego de tener todos los parámetros establecidos del temporizador, se prosigue a terminar con las conexiones de la compuerta lógica, que se efectuará de la misma manera que se realizó en la primera conexión. Lo único diferente que debe tenerse en cuenta es notar si las conexiones se encuentran negadas o no. (Para las conexiones "ver tabla N°21").

³⁹ SIEMENS, Manual PLC's LOGO estandar.1990.

La representación grafica del segundo ciclo de la conexión terminada se observa de la siguiente manera. (Ver figura N°51).

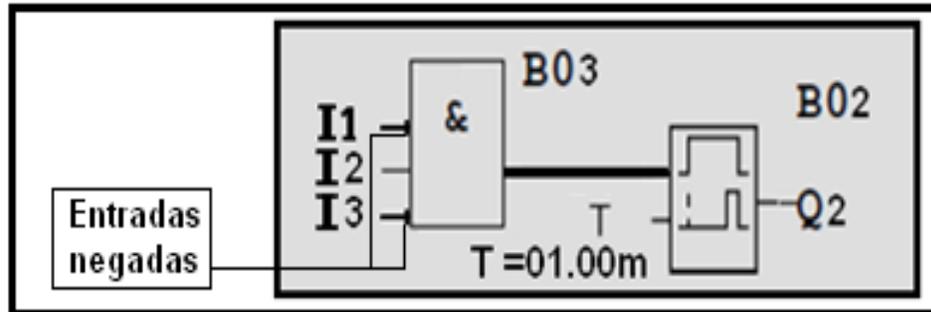


Figura 51, Esquema terminado del segundo ciclo de trabajo.

Para los últimos ciclos de trabajo se realiza el mismo procedimiento que en el segundo ciclo, ya que estos también necesitan de un temporizador para realizar el siguiente ciclo de operación, lo que varía es el tiempo de espera en cada ciclo (tiempo del temporizador) y las distintas conexiones de entrada en los bloques.

Para las entradas de los bloques en cada ciclo de trabajo se debe ver tablas 18, 19, 20 y los distintos tiempos de espera de los temporizadores en estos ciclos de trabajo estarán plasmados como lo muestra la siguiente tabla. (Ver tabla 22).

Temporizador	Ciclo	Tiempo
3	3	30 seg.
4	4	10 seg.
5	5	10 seg.

Tabla 22, Tiempo de los temporizadores en cada ciclo.

Para terminar el circuito de control del PLC, se debe expresar gráficamente los últimos ciclos de trabajo, con la diferencia que solo se presentará el esquema ya que para los siguientes ciclos se realiza la misma operación que los dos ciclos anteriores.

Para esto se ha querido representar los ciclos de forma independiente para su mayor comprensión a la hora de ser ensamblado en la programación del PLC:

- Representación gráfica terminada del tercer ciclo de trabajo, con conexiones y tiempo estipulado en el temporizador.

También, hay que tener en cuenta las entradas negadas para así realizar el mismo procedimiento que se realizó en el ciclo de trabajo N°2. Después de introducir los parámetros del temporizador y de negar las entradas que no va a estar en funcionamiento, el esquema gráfico queda de la siguiente forma. (Ver figura N°52).

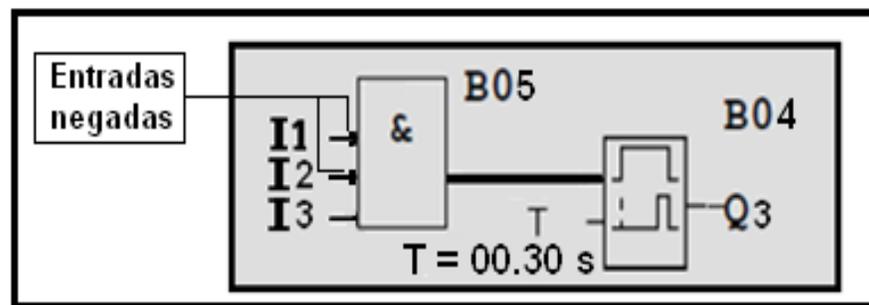


Figura 52, Representación del esquema en el tercer ciclo.

Ahora bien, después de tener el esquema del tercer ciclo se prosigue a mostrar los dos ciclos restantes ya terminados para la finalización de la programación del PLC. (Ver figuras N°53,54).

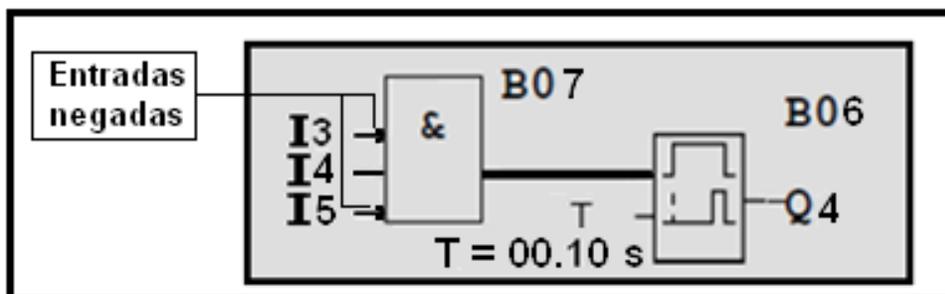


Figura 53, Representación del esquema en el cuarto ciclo.

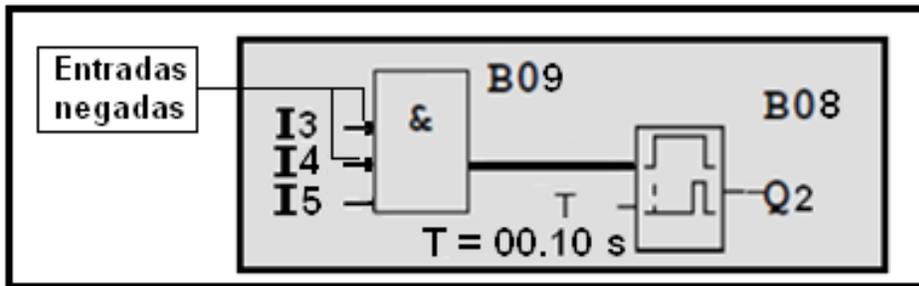


Figura 54, Representación del esquema en el quinto ciclo.

Y por último se muestra el circuito de control completo a través de bloques funcionales para este PLC. (Ver figura N°55).

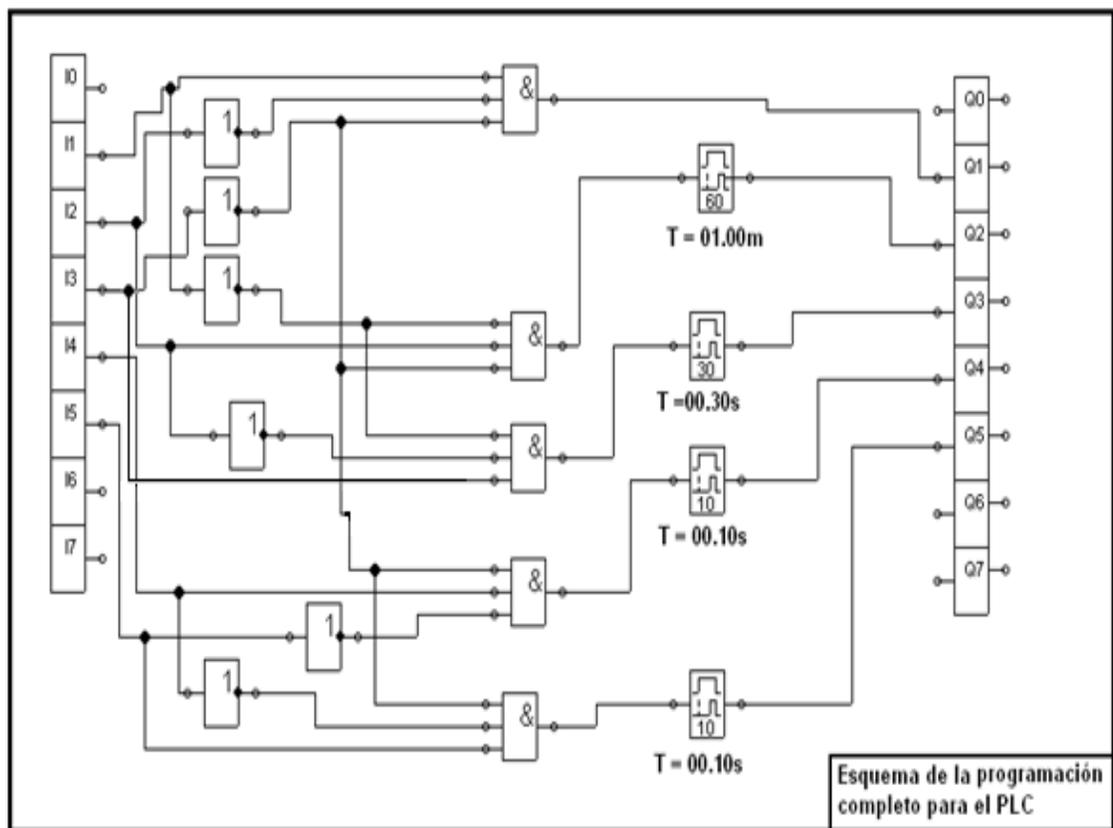


Figura 55, Esquema de programación de PLC.

7.7 Software de simulación FESTO FLUIDSIM 4.1

En la actualidad existen muchos software creados exclusivamente para la simulación, supervisión y diseño de circuitos electrónicos como; CircuitMaker2000, Soft Comfort V5.0, Electronics WorkBench Multisim 8, NI LabVIEW, entre otros. Pero la mayoría de estos software poseen muchas más herramientas de trabajos que el FESTO FLUIDSIM 4.1, ya que son más complejos y necesitan estar conectados con el PLC para su manipulación, o bien sea que su bibliografía es muy difícil de conseguir por su alto costo en el mercado.

FESTO FLUIDSIM 4.1 es una herramienta diseñada para la simulación de sistemas neumáticos e hidráulicos, circuitos eléctricos, diagramas de estado, entre otros. A su vez lleva incorporado en su biblioteca de herramientas de trabajo una opción con el nombre de “modulo digital”, para facilitar su uso o mejor aún tomarla como si fuese un PLC.

Este software también es muy didáctico, porque facilita su uso por medio de un manual incorporado, con tutoriales para el aprendizaje de este, paso a paso. Este manual va desde la aplicación más sencilla como son; la creación de un circuito neumático e hidráulico de simple efecto, hasta la manipulación de muchos parámetros controlados en todo un sistema desde los actuadores hasta la parte eléctrica en general.

Para poder saber cómo manipular el software debe detallarse cada uno de los componentes de este para la fácil comprensión y también cómo fuente de conocimiento agregado para el lector. (Ver figura N°56).

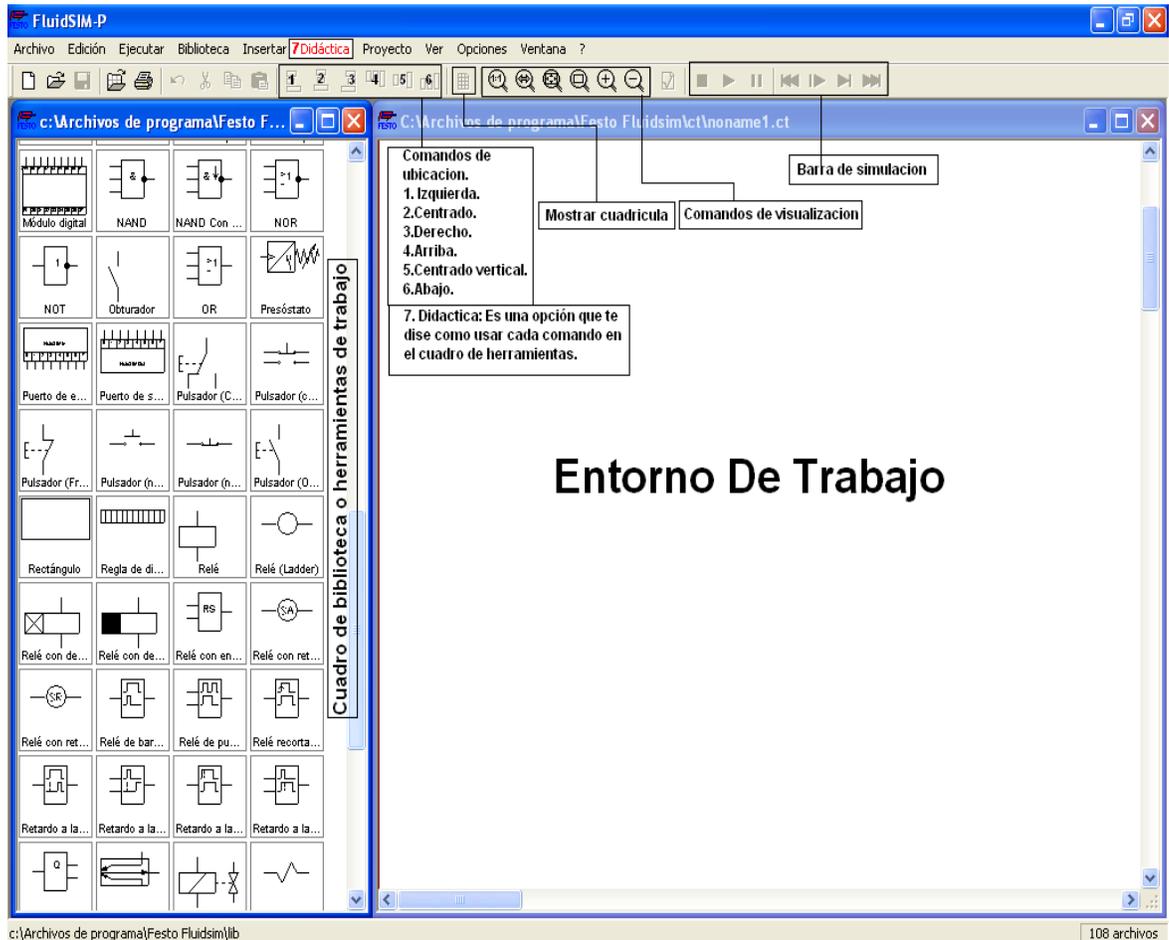


Figura 56, Diagrama de FESTO FLUIDSIM 4.1.

➤ Diseño del circuito de control en FESTO FLUIDSIM 4.1

Para la construcción del circuito de control se deben realizar los siguientes pasos:

Primero tener listo el esquema del circuito de control (descrito en la figura N°58) antes de ser creado en el software de FLUIDSIM. Después de tener el circuito se prosigue a introducirlo en el software de la siguiente forma:

Preparar archivo nuevo en entorno de trabajo. (Ver figura N°57).

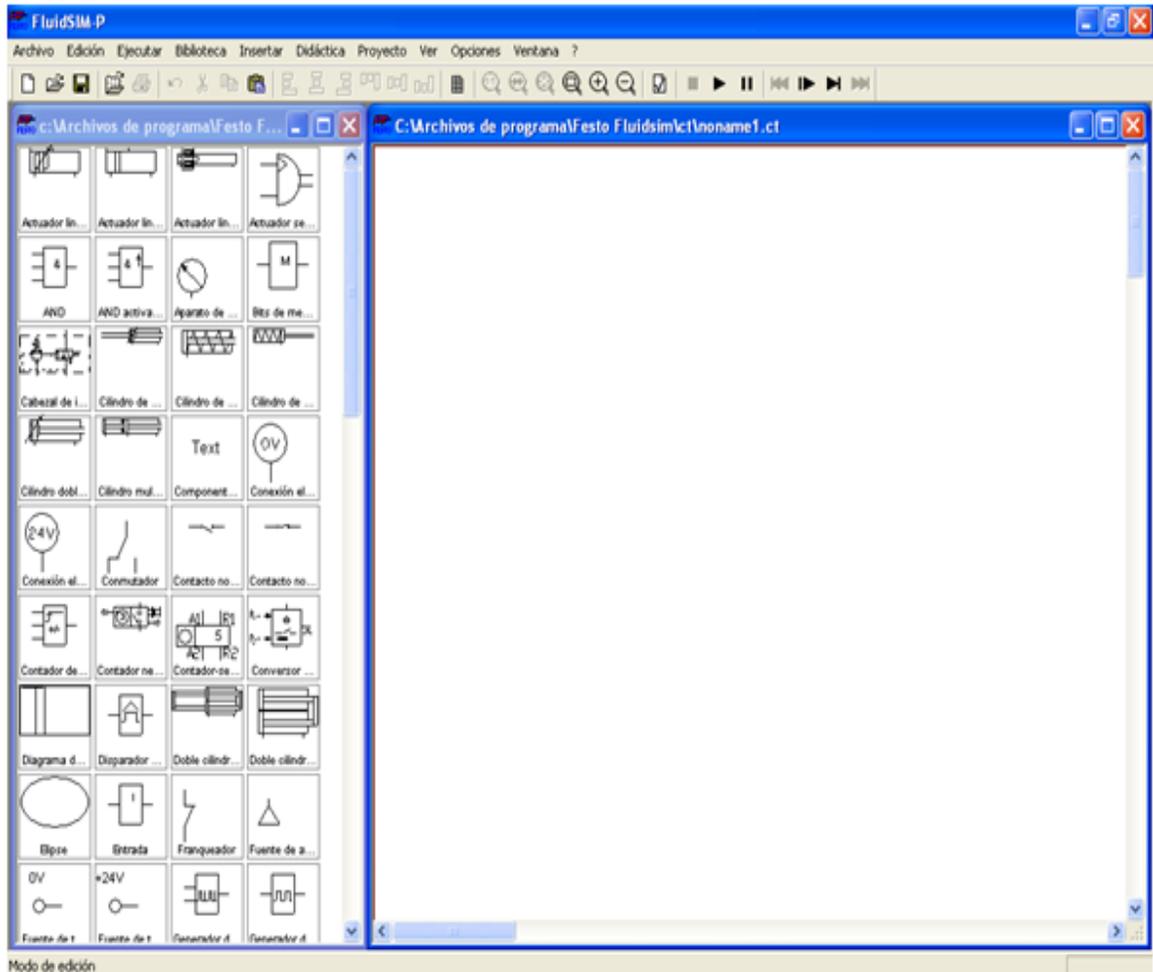


Figura 57, Nuevo proyecto de trabajo.

El segundo paso es la creación del circuito en el programa, para esto debe ubicarse en el cuadro de biblioteca o herramientas de trabajo, seleccionar el componente con el cual se va a trabajar, en este caso se busca el componente con el nombre de “MODULO DIGITAL”, luego se hace clic dejándolo presionado y se arrastra hasta llegar a “EL ENTORNO DE TRABAJO”, ahora soltamos el clic y este de inmediato quedará impreso en el “ENTORNO DE TRABAJO” listo para empezar la construcción del circuito de control. (Ver figura N°58).

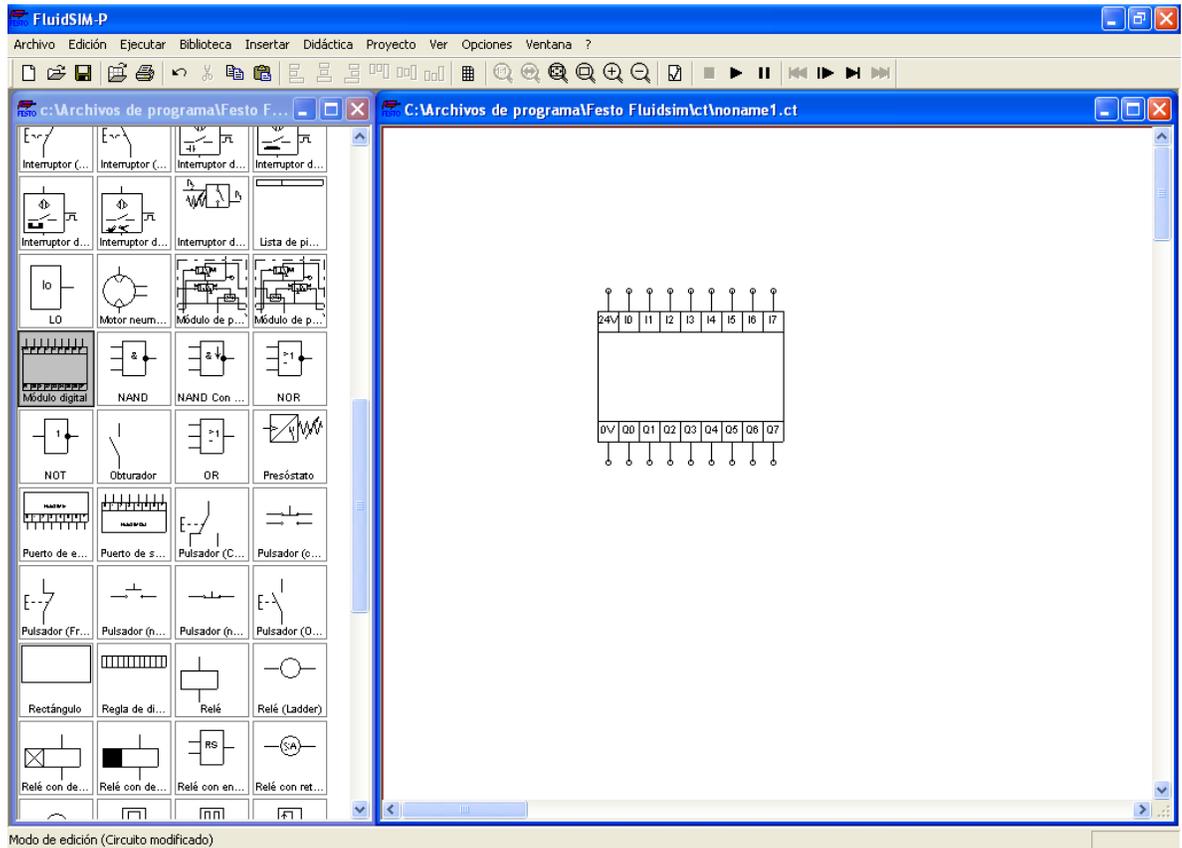


Figura 58, Módulo digital en entorno de trabajo.

Ahora se prosigue a introducir el circuito en el PLC, para este caso sería el módulo digital, se ubica el puntero del mouse encima del "MODULO DIGITAL" luego se hace clic izquierdo y aparece una lista desplegable con varias opciones. Se escoge la opción "**propiedades**" se pulsa clic, de inmediato aparece un recuadro donde se empezará con la creación del circuito de control de este. (Ver figuras N°59,60).

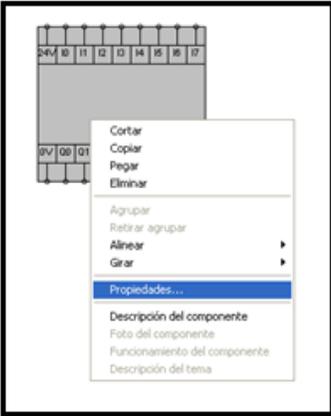


Figura 59, Modificación o implementación de circuito de control en el módulo digital.

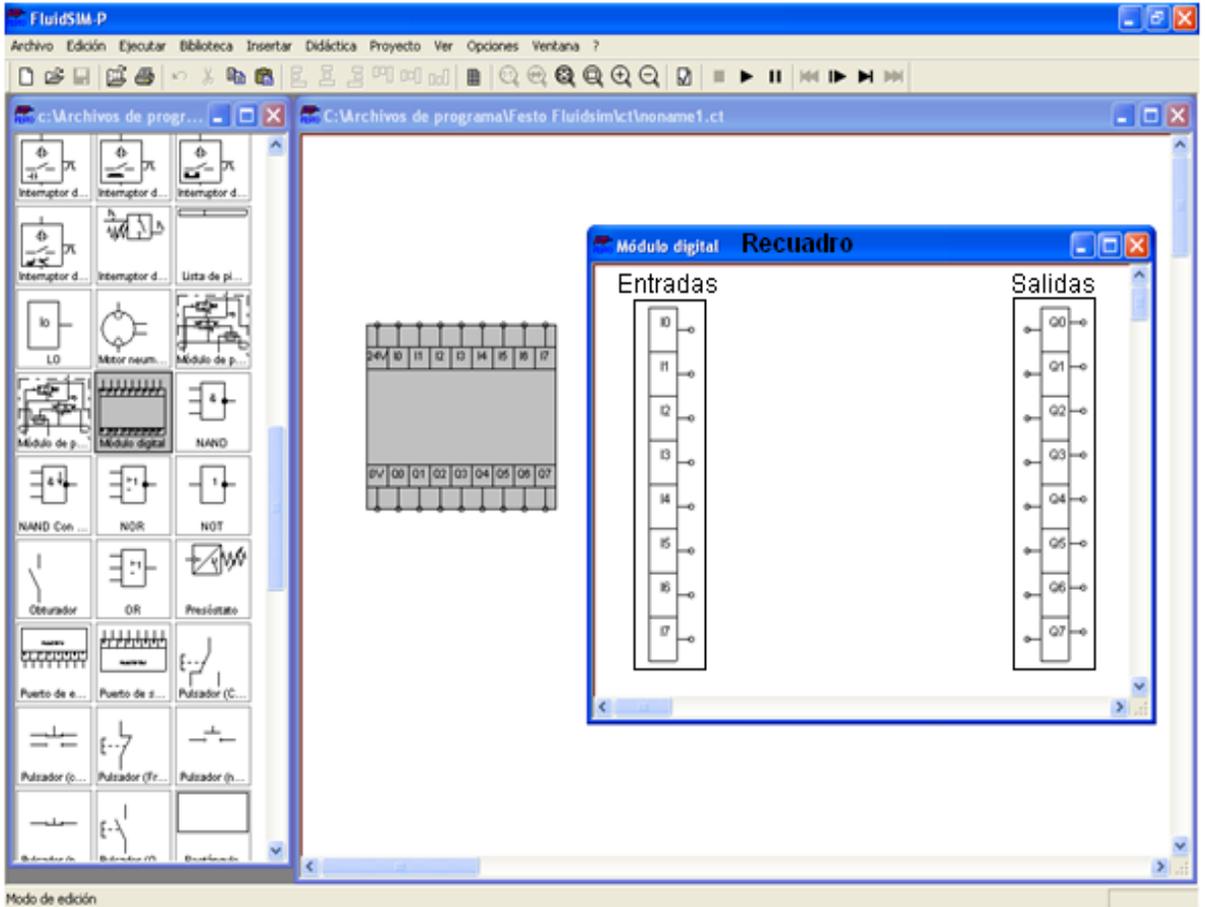


Figura 60, Módulo digital y recuadro para programar PLC.

En el recuadro del módulo digital aparece del lado izquierdo las entradas, y del derecho las salidas para luego buscar las compuertas lógicas.

A continuación se seleccionará y ubicará todas las compuertas lógicas en el orden ya descrito en el “ESQUEMA DE PROGRAMACIÓN DEL PLC”. Después que se tienen ubicadas las compuertas lógicas en las “HERRAMIENTAS DE TRABAJO”, se ubicarán en el recuadro y organizarán para ser ensambladas cada una de ellas con las líneas de entrada y salida. (Ver figura N°61).

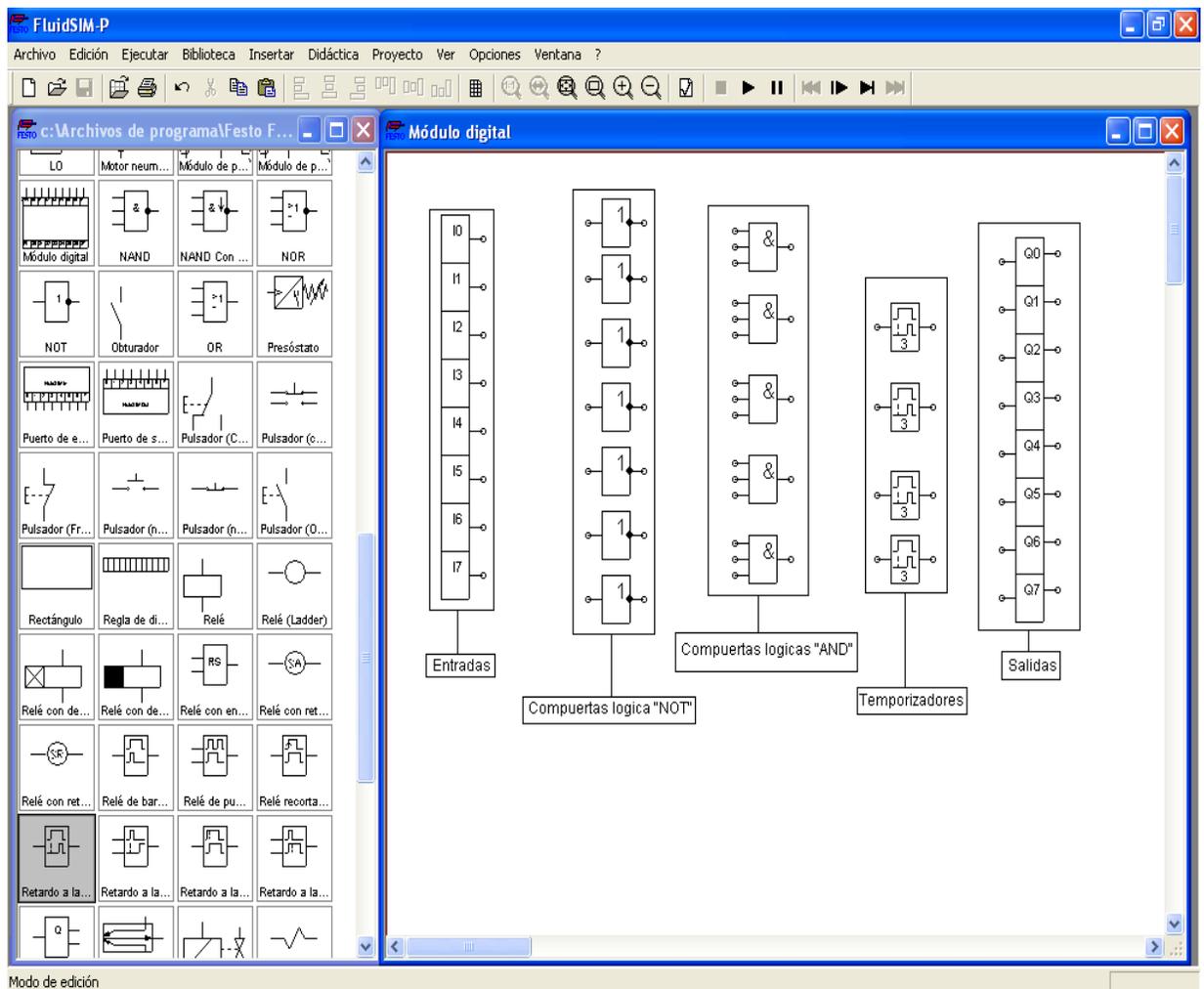


Figura 61, Funciones lógicas en el entorno de trabajo.

Luego de tener las conexiones y las compuertas lógicas ya seleccionadas y correctamente ubicadas, se prosigue a hacer las conexiones con cada una de ellas.

El siguiente paso es conectar todas las funciones lógicas en su orden. A continuación se mostrará cómo se crea la primera conexión.

Como la primera conexión del primer ciclo de trabajo está activa no lleva la función "NOT", con relación de las dos restantes que no estarán activas y por ende serán negadas con la función "NOT".

Ahora se ubica el cursor del mouse sobre la primera entrada que corresponde a "I1", damos clic y se desplaza hasta la primera función "AND", para hacer la respectiva conexión con la primera entrada de este. Para tener en cuenta cuales son las entradas ver el plan de "ESQUEMA DE PROGRAMACIÓN DEL PLC". (Ver figura N°62).

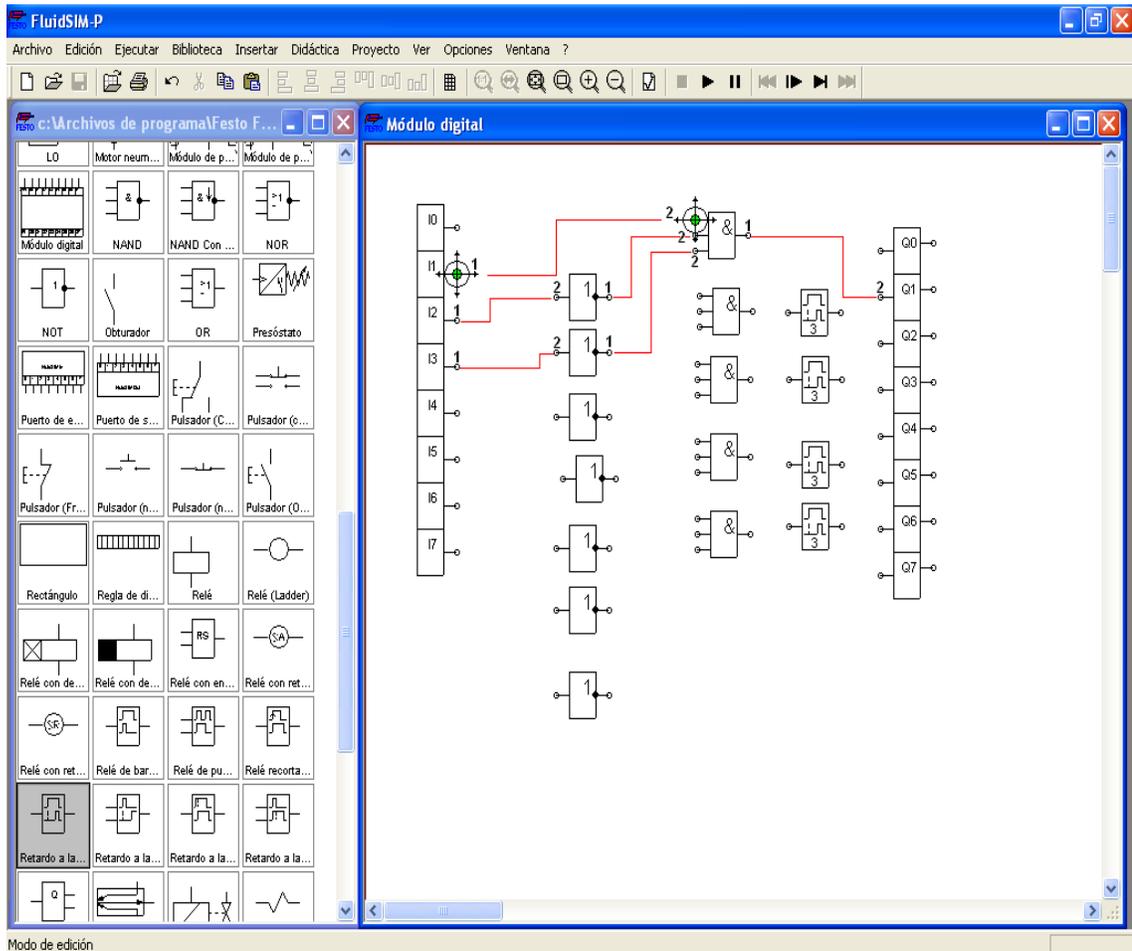


Figura 62, Conexión del primer ciclo.

Nota: Hay que resaltar que cada vez que se hace una conexión de los elementos de las “HERRAMIENTAS DE TRABAJO”, siempre hay que dirigir el cursor como se muestra en la primera conexión de “1” a “2” o viceversa.

Por último, se terminarán de conectar todas las funciones lógicas del circuito de control. Para diferenciarlas cada una de estas conexiones se le dará un color diferente.

Un aspecto para resaltar es que muchas de las conexiones se van a repetir en las distintas funciones lógicas. Lo que se debe hacer con las diferentes conexiones es crear

un nodo de la línea principal con la conexión de entrada de las funciones lógicas para lograr así la conexión deseada. (Ver figura N°63).

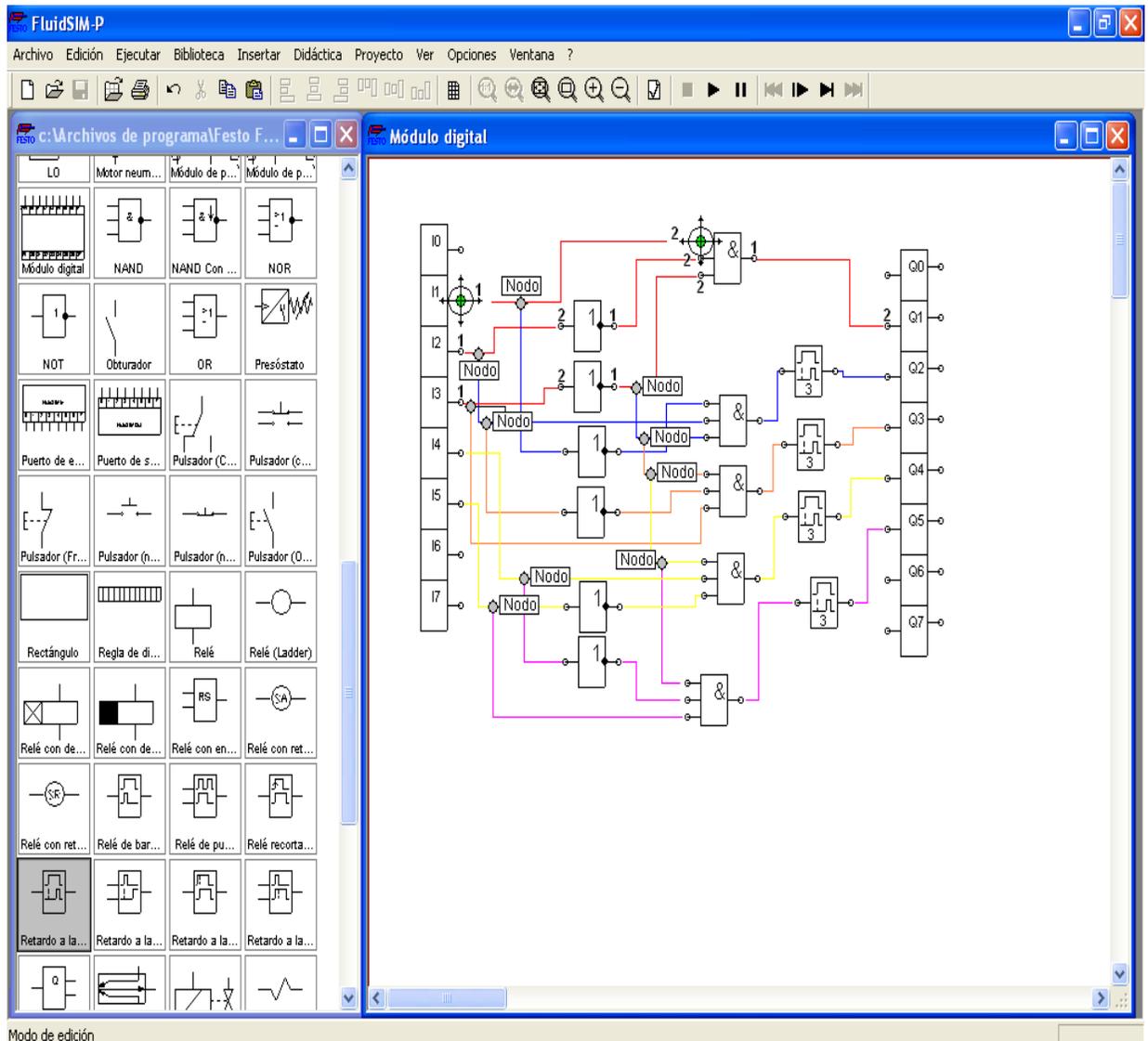
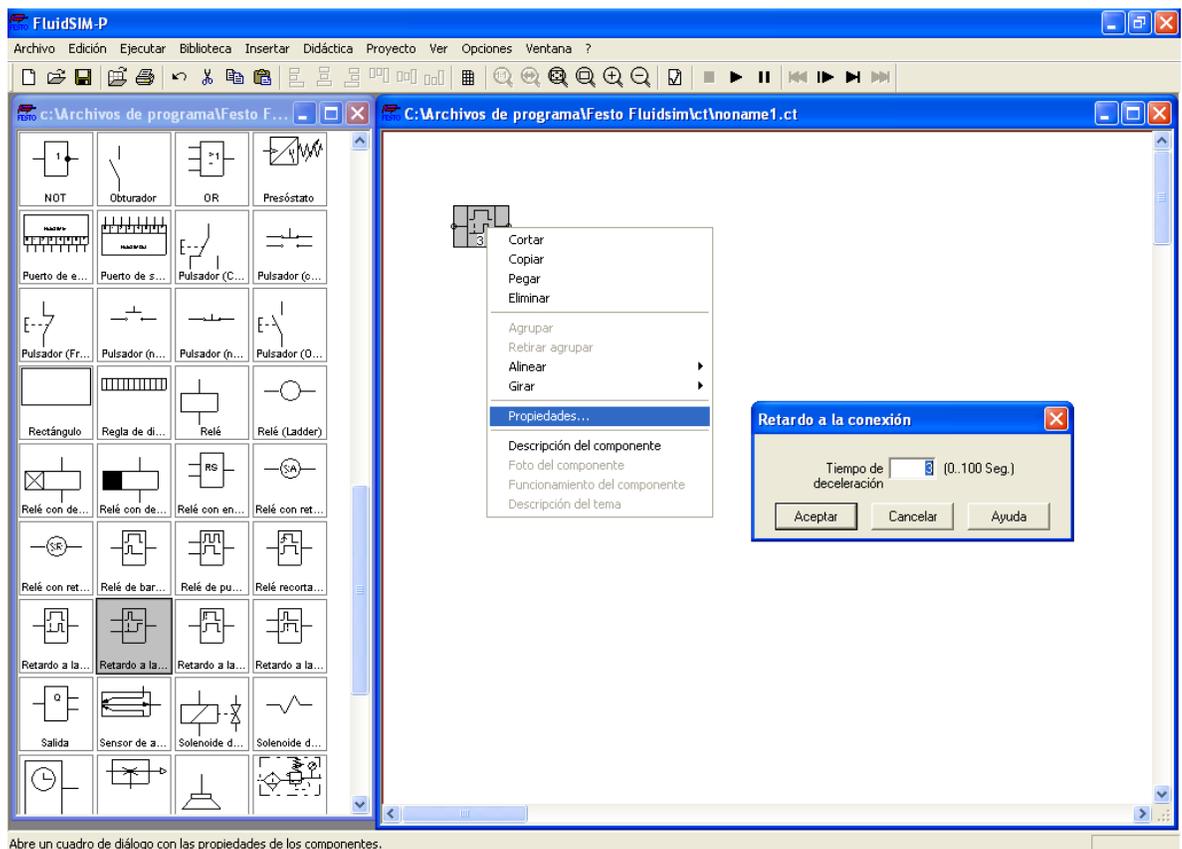


Figura 63, Circuito completo y nodos.

Después de tener el circuito terminado se prosigue a formar los parámetros de los temporizadores. Para hacer ese último paso se realiza lo siguiente:

1. Se ubica el cursor del mouse sobre el circuito, para luego dar click izquierdo.
2. Luego aparecerá un recuadro donde ubicamos la opción propiedades.
3. Y por ultimo saldrá una casilla con el nombre de “RETARDO A LA CONEXIÓN” y en este estará un recuadro con el nombre de “TIEMPO DE DESACELERACIÓN”, ahí podrás introducir el tiempo establecido por la tabla N°22. “este tiempo solo se da en segundos así que a la hora de realizar la operación hay que tener en cuenta si es minuto para hacer la transformación”. (Ver figura N°64)



Abre un cuadro de diálogo con las propiedades de los componentes.

Figura 64, Parametrización del temporizador.

Finalmente para culminar con la parametrización del circuito de control, se hará la simulación de este para entender su funcionamiento y asegurarse de no cometer errores a la hora de ponerlo en marcha con la máquina.

➤ **Simulación del circuito de control del PLC.**

Ahora se describirá la simulación del circuito de control en FLUIDSIM y se explicará detalladamente cada uno de los ciclos de trabajo de la máquina y la secuencia de entendimiento para lograr un trabajo más óptimo con la máquina.

Para poder empezar a describir la simulación del proceso, debe tenerse el circuito ya terminado y poder ver cómo se ejecuta el circuito, además ver cómo cumple cada ciclo de trabajo establecido con anterioridad. (Ver figura N°65).

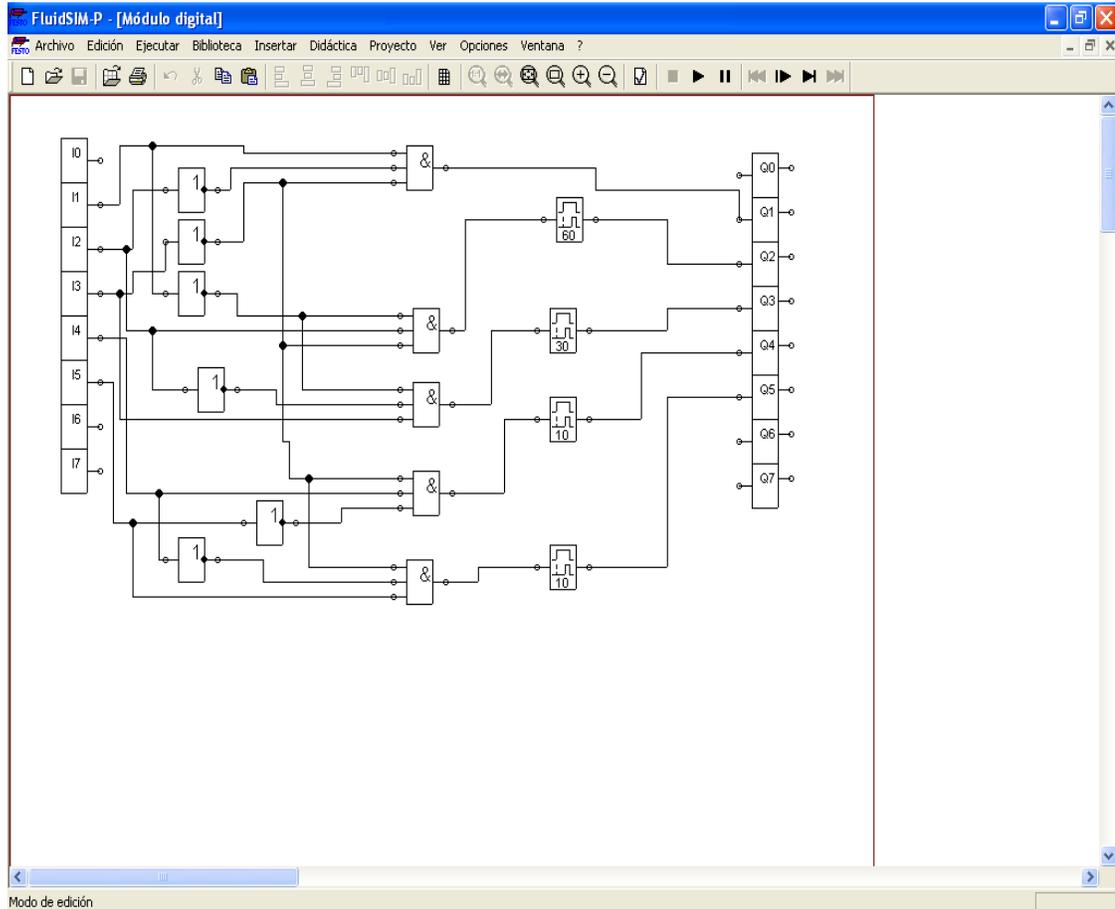


Figura 65, Circuito terminado y listo para la simulación.

Para la ejecución de la simulación hay que dirigirse a la barra de simulación y seguir los siguientes pasos:

1. Ubicarse en la parte superior derecha de la página principal del programa.
2. Desplazar el cursor del mouse hasta el botón “play” que esta simbolizando de la siguiente manera (▶). Después de presionado el botón “play” ésta queda la siguiente manera (▶) que indica que ya está activo.

3. Luego se pulsa el botón para empezar la simulación; también se puede hacer de la siguiente manera pulsando en el teclado la tecla F9, que da inicio al proceso del circuito.

Luego de realizar los pasos anteriores la representación gráfica del circuito en curso se vería de la siguiente manera. (Ver figura N°66).

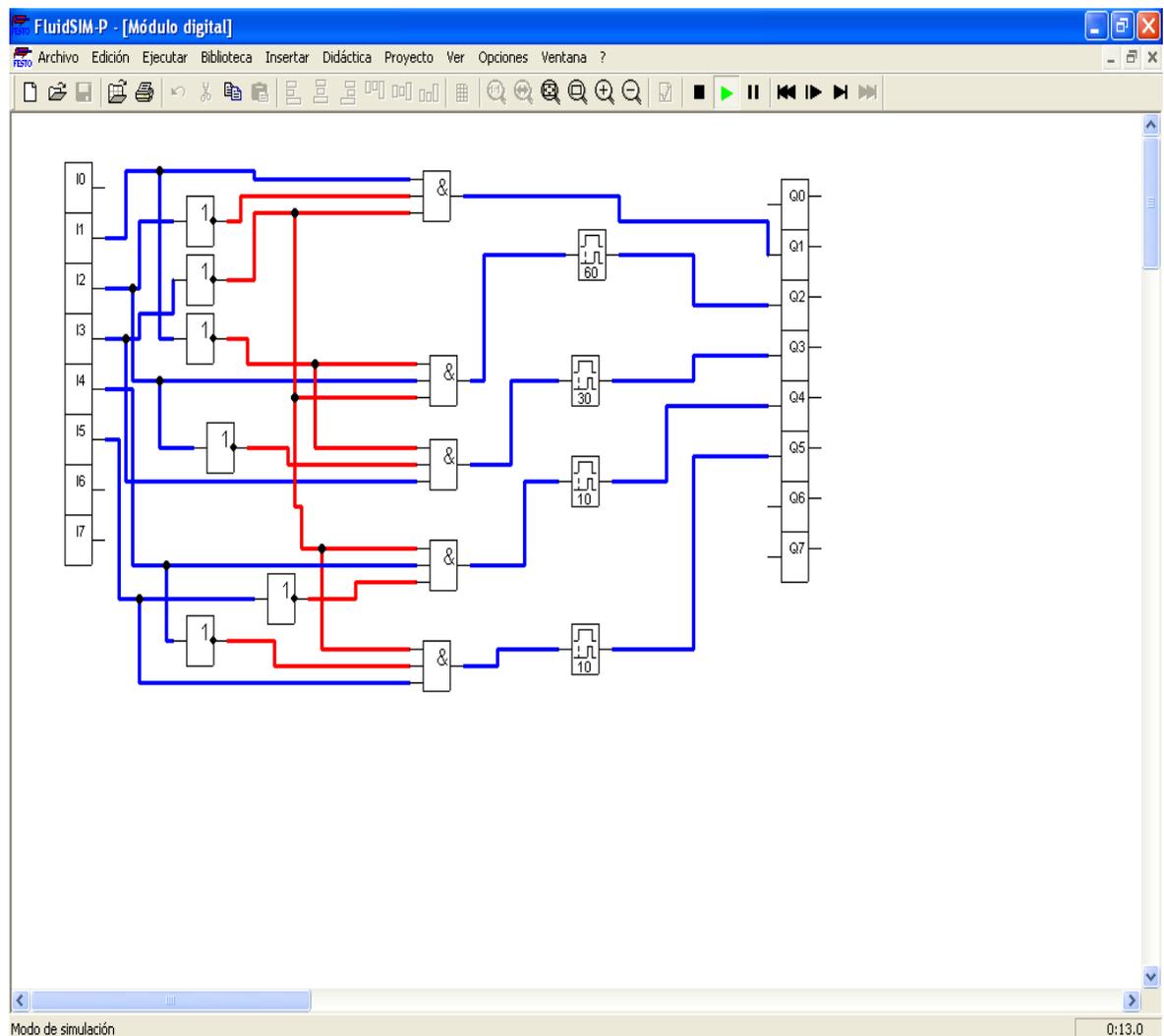


Figura 66, Simulación del proceso de la máquina.

Como se muestra en la figura anterior, el circuito de control del PLC se encuentra en funcionamiento para cumplir con cada una de las órdenes dadas en la programación. Pero antes de esto hay que dejar claro que cada vez que se pulse una entrada del “modulo digital” esta tendrá a su lado el símbolo “Π” que significa que esa entrada está activa en ese momento.

- Para el primer ciclo de trabajo la máquina ejecutará la siguiente operación de trabajo:

Pulsar el interruptor I1 “pulsador de avance del gato hidráulico” que es el encargado de activar el ciclo de trabajo de la máquina.

Como se explicó anteriormente las entradas del PLC solo se utilizan para interruptores no para accionar directamente un motor, por ello se ve que cuando es pulsado I1 este pasa a través de la compuerta lógica “AND” y llega directamente a Q1 “Avance del gato hidráulico”, que es el motor que activa la unidad hidráulica para que el cilindro sea activado.

La representación del circuito es mostrada a través del esquema por medio del color rojo que representa por donde está circulando el nivel de voltaje en ese momento y el ciclo que se está cumpliendo. Lo azul simboliza que no hay circulación de voltaje o que no está en funcionamiento. (Ver figura N°67).

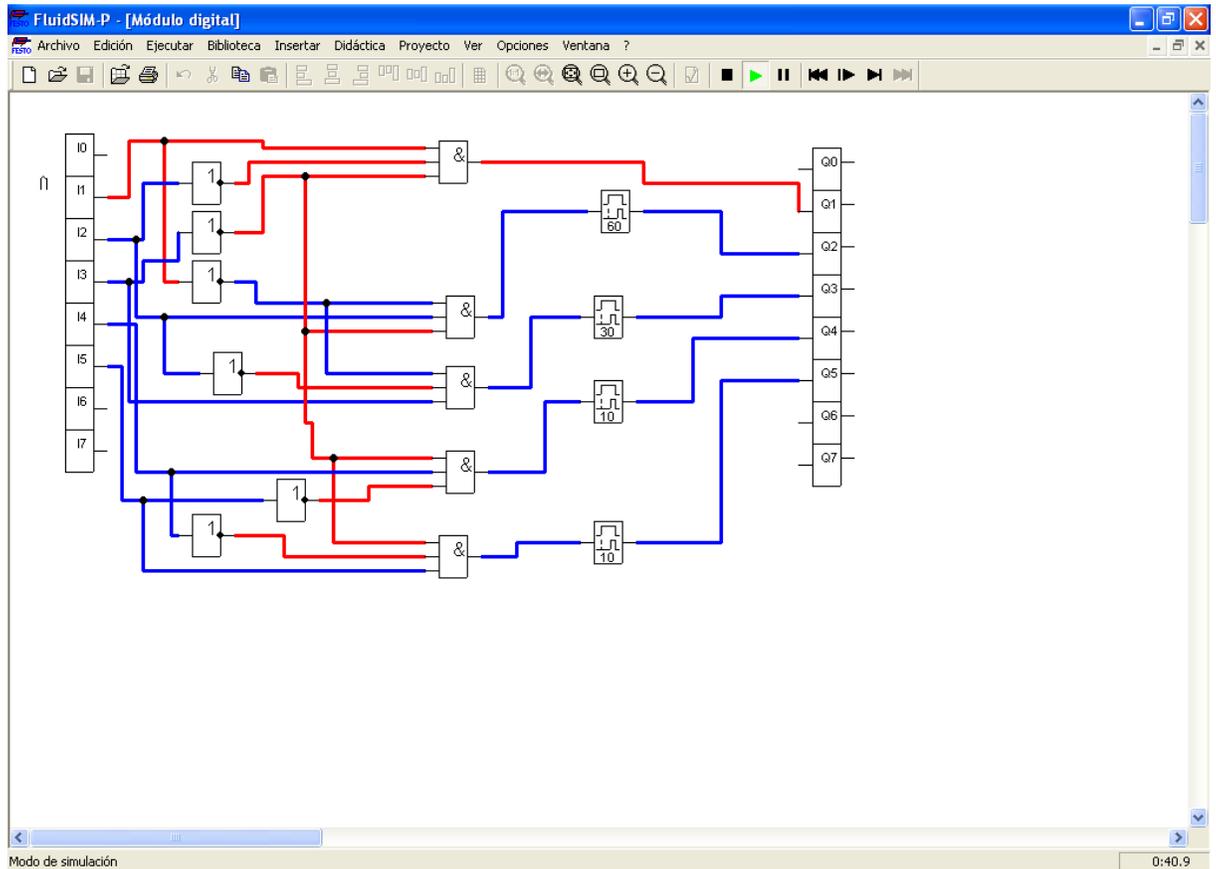


Figura 67, Primer ciclo de trabajo.

Después de ser activado este interruptor la máquina empezará a hacer el avance del coche porta disco. Este está comandado por un cilindro hidráulico multi-posicional que es el encargado de dar el movimiento lineal de la máquina con el avance y el retroceso. (Ver figura N°68).

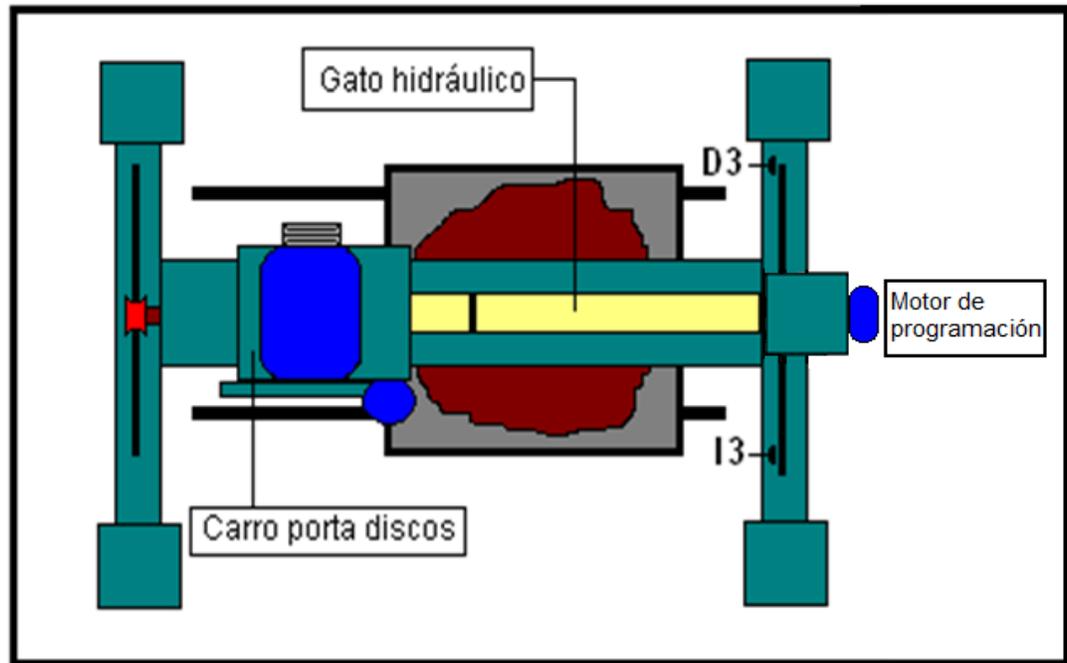


Figura 68, Ubicación del gato hidráulico.

- Para el segundo ciclo de trabajo se ejecutará lo siguiente:

Después que la máquina ejecuta la operación anterior llegará al lado opuesto de la misma, activando un interruptor que en este caso sería un final de carrera I2 “final de carrera para activar el retroceso del coche porta disco”.

Ahora bien, el proceso del circuito es realizado de la siguiente forma: al llegar la máquina al extremo opuesto de esta, se encuentra con el final de carrera I2 que también es el interruptor del circuito de control del PLC. Esta al ser activado pasó a través de todo el circuito llegando así a la compuerta lógica “AND” que a su vez está conectado a un temporizador que es el encargado de retardar la operación, para que la persona (el operador) tenga el tiempo disponible para retirar la tesela y ponerse a salvo de la máquina. Después que el operador hace su tarea de retirar la tesela el PLC está programado para que transcurra un minuto y luego pase a activar Q2 “retroceso del gato hidráulico”. (Ver figura N°69).

Nota: En el circuito de control de este ciclo no se mostrará el paso del temporizador ya que para mayor entendimiento es mejor verlo directamente en la simulación. Además el programa tiene un cronómetro durante la programación. Viendo el cronómetro en curso se nota que ya ha transcurrido el tiempo estipulado en el temporizador y este de inmediato activa a Q2.

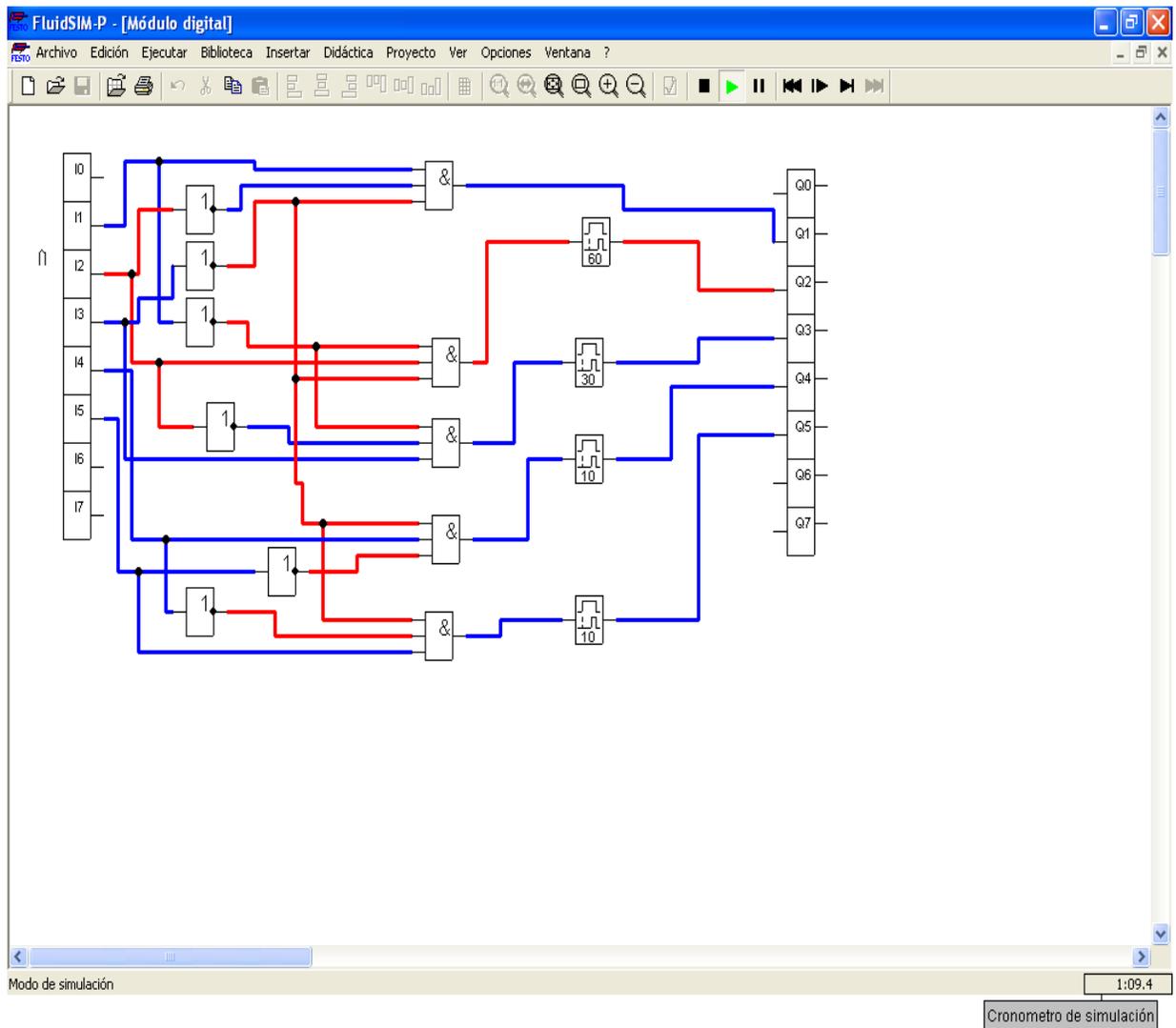


Figura 69, Segundo ciclo de trabajo.

- Para el tercer ciclo de trabajo se ejecutará lo siguiente:

Después que el temporizador ejecuta su operación y activa el retroceso de la máquina, llegará al lado opuesto de ella, activando el final de carrera I3 “final de carrera de avance que activa la programación del coche porta disco”.

Ahora el proceso del circuito es llevado a cabo de la siguiente manera: al llegar la máquina al extremo opuesto se encuentra con el final de carrera I3 que también es el interruptor del circuito de control del PLC.

Este final de carrera detendrá la máquina en su posición inicial. Después que el final de carrera es activado, pasa a través de todo el circuito llegando así a la compuerta lógica “AND” que a su vez está conectado a un temporizador cuya función es retardar la operación, para así poder darle tiempo a la máquina que detenga su movimiento y esta pueda activar Q3 “motor de programación de la máquina” que ejecuta la operación sin ningún problema. (Ver figura N°70).

Nota: La programación de la máquina está controlada por un timer o temporizador que ayudará a la programación del espesor deseado para el corte de la tesela.

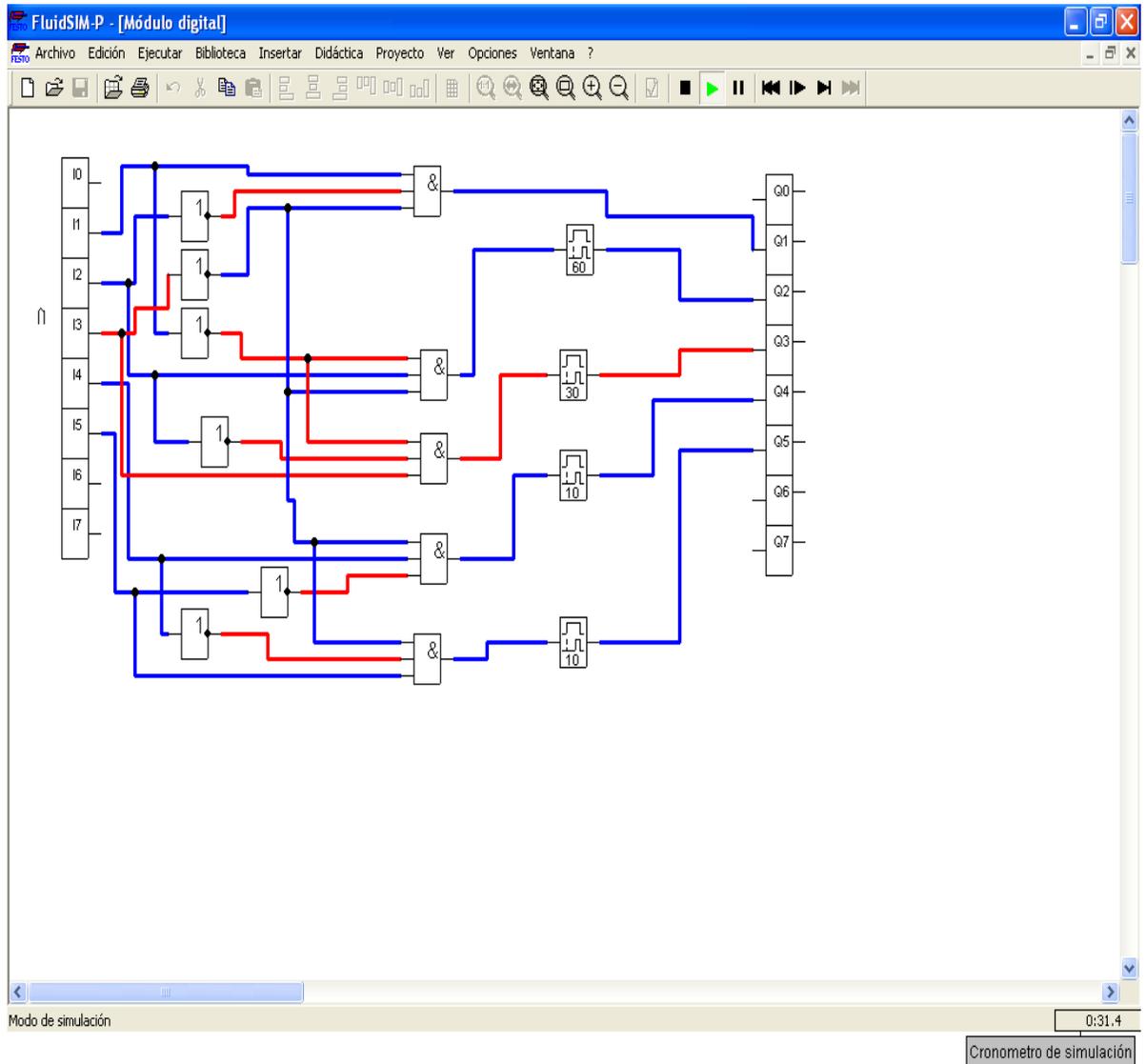


Figura 70, Tercer ciclo de trabajo.

Nota: Para poder ejecutar el cuarto paso la máquina tiene que haber cumplido con lo siguiente: después de cumplir con el tercer ciclo debe repetirse el primero, repetir este proceso lo suficiente para llegar a el otro extremo del movimiento horizontal en donde se encontrará con un final de carrera que activa el cuarto ciclo.

- Para el cuarto ciclo de trabajo se ejecutará lo siguiente:

Después de realizar la operación de la programación el número de veces necesario para llegar al lado opuesto del movimiento horizontal que activar el final de carrera I4 “final de carrera derecho del movimiento transversal” se pasa al cuarto ciclo.

El proceso del circuito es el siguiente: al llegar la máquina al extremo derecho de esta activar el final de carrera I4. Este final de carrera detendrá la máquina para después llevarla a lado izquierdo o a la posición inicial.

Después que el final de carrera es activado, pasa a través de todo el circuito llegando así a la compuerta lógica “AND” que a su vez está conectada a un temporizador cuya función es retardar la operación, para así poder darle tiempo a la máquina que detenga su movimiento y esta pueda activar Q4 “motor de retroceso de la máquina” y esta ejecute la operación sin ningún problema. (Ver figura N°71).

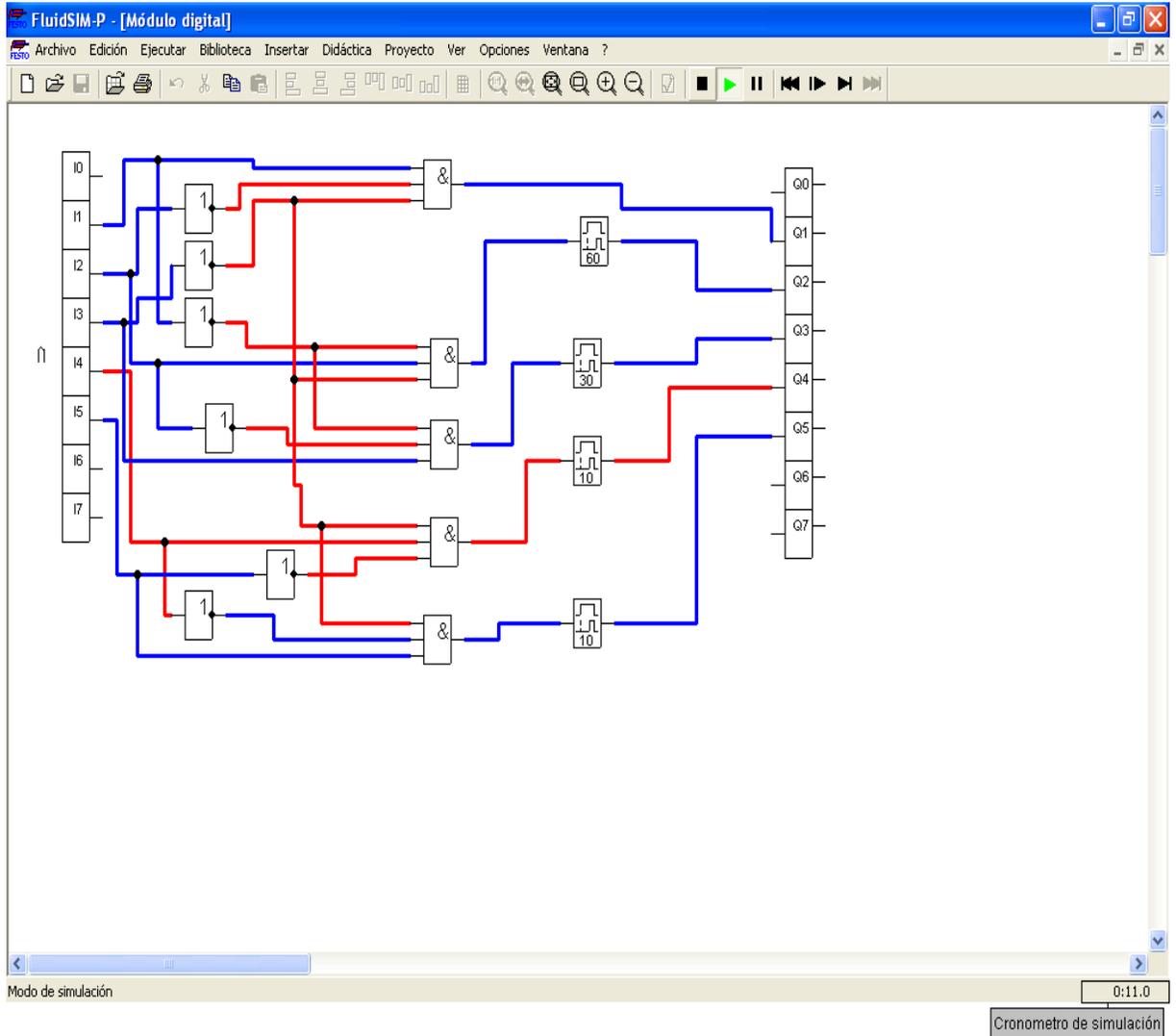


Figura 71, Cuarto ciclo de trabajo.

- Para el quinto y último ciclo de trabajo se ejecutará lo siguiente:

Luego de cumplir con todos los ciclos anteriores y llegar al cuarto ciclo que se encargará de activar el final de carrera I4, para retroceder la máquina a la posición inicial, se cumplirá el último ciclo. Después que la máquina haya llegado al lado izquierdo, activará el final de carrera I5 “final de carrera lado izquierdo”.

Ahora el proceso del circuito es el siguiente: al llegar la máquina al extremo izquierdo de esta, activa el final de carrera I5. Este final de carrera detendrá la máquina para después ejecutar el movimiento de bajada. Después que el final de carrera es activado, pasa a través de todo el circuito llegando así a la compuerta lógica “AND” que a su vez está conectado a un temporizador cuya función es retardar la operación, para así poder darle tiempo a la máquina que detenga su movimiento y pueda activar Q5 “motor de bajada de la máquina” ejecutando así la operación sin ningún problema. (Ver figura N°72).

Nota: este proceso de bajar la máquina está controlado por un encoder o contador que ayudará a programar la altura deseada para el corte de la tesela.

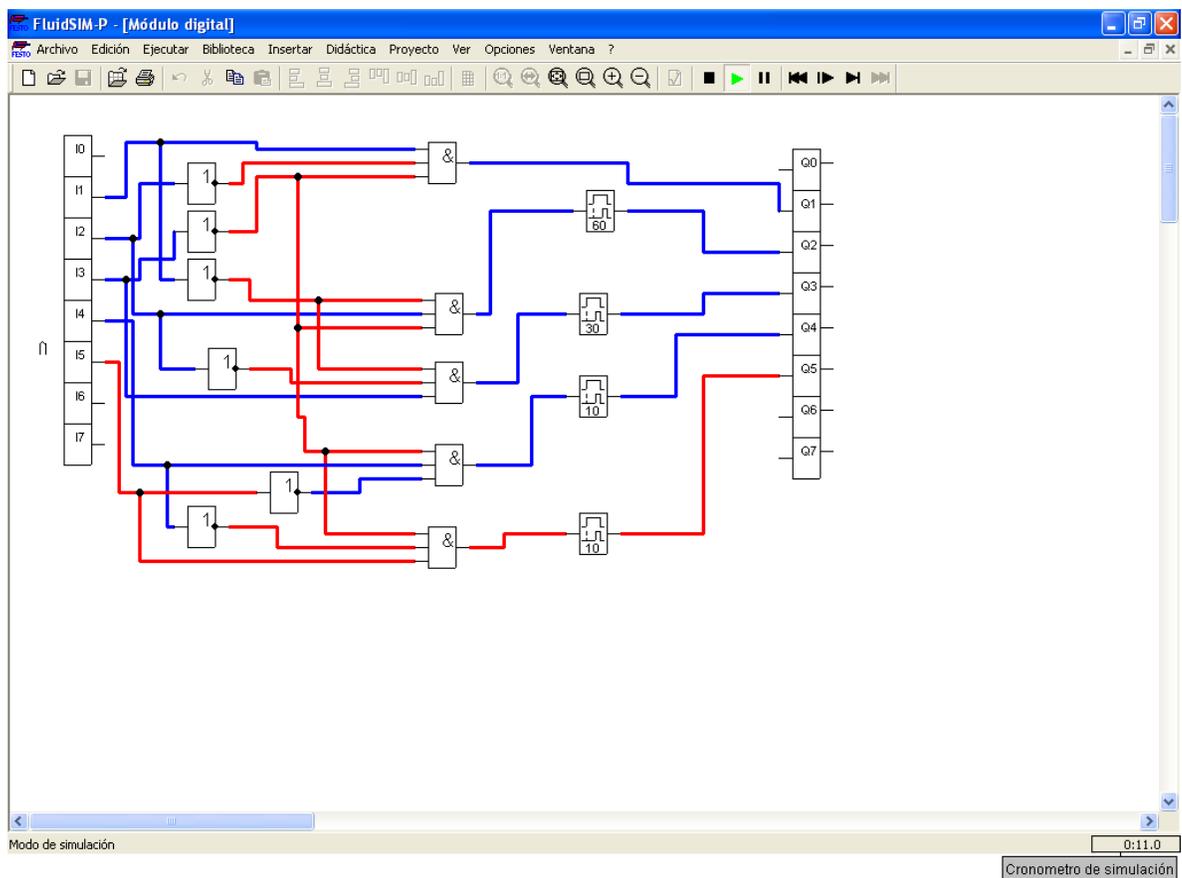


Figura 72, Quinto ciclo de trabajo.

7.8 Ubicación del PLC en la máquina y reorganización del panel de control y botoneras.

Para la instalación del PLC en la máquina hay que ubicarse en el panel de control que está cerca de la máquina y a los procesos que se van a controlar, ubicar el PLC lo más cerca del la máquina para usar las entradas y salidas para así minimizar el recorrido de las conexiones de los cables, simplificando la instalación y el mantenimiento del mismo.

En la siguiente figura se mostrará la ubicación del PLC en el panel de control la cual estará ubicada de esta forma ya que se encuentra bastante cerca de los controles o las botoneras, todo esto con el objetivo de ahorrar cableado en las conexiones y también alejarlo más del contacto con el polvo y la humedad.

A continuación se muestra la reorganización del panel de control y la ubicación del PLC en un esquema sencillo. (Ver figura N°73).

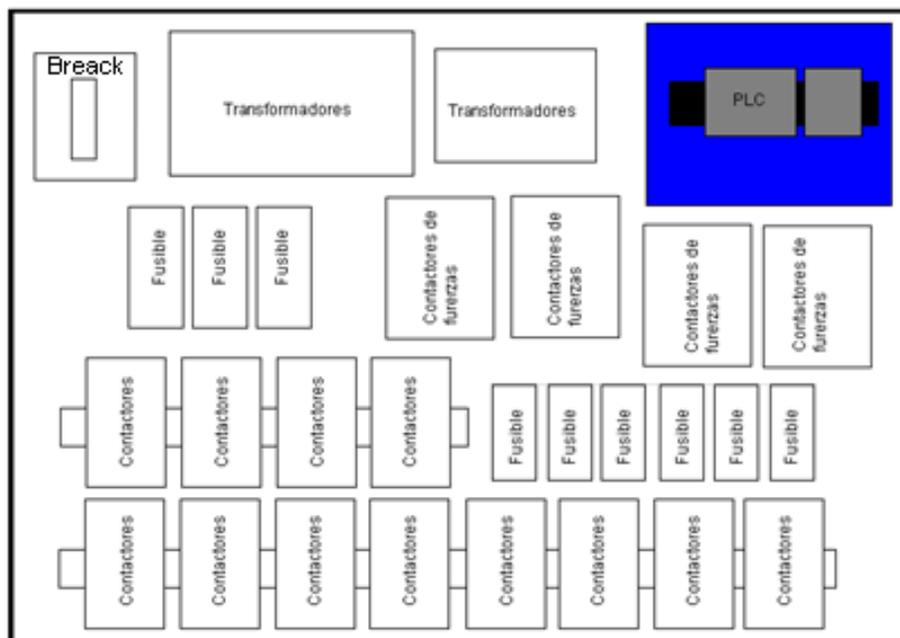


Figura 73, Reorganización del panel de control y ubicación del PLC.

Para la situación que se está tratando se ubicará el PLC dentro de un panel metálico cerrado para mantenerlo hermético y protegido de los peligros ambientales, ya que la condiciones medio ambientales en donde este trabajará son muy cambiantes.

Porque lo ideal es que PLC esté protegido del polvo, la humedad y otras sustancias corrosivas que pueden ser dañinas para el mismo. Este panel o caja también ayudará a minimizar los efectos de la radiación electromagnética que puede ser producida por componentes aledaños.

Después de reorganizar los controladores eléctricos de la máquina como son los contactores, relés y otros dispositivos, se propondrá un nuevo panel de mando para ubicar cada uno de los bonotes de la máquina. En la siguiente figura se mostrarán los controladores o botones de mando de la máquina.

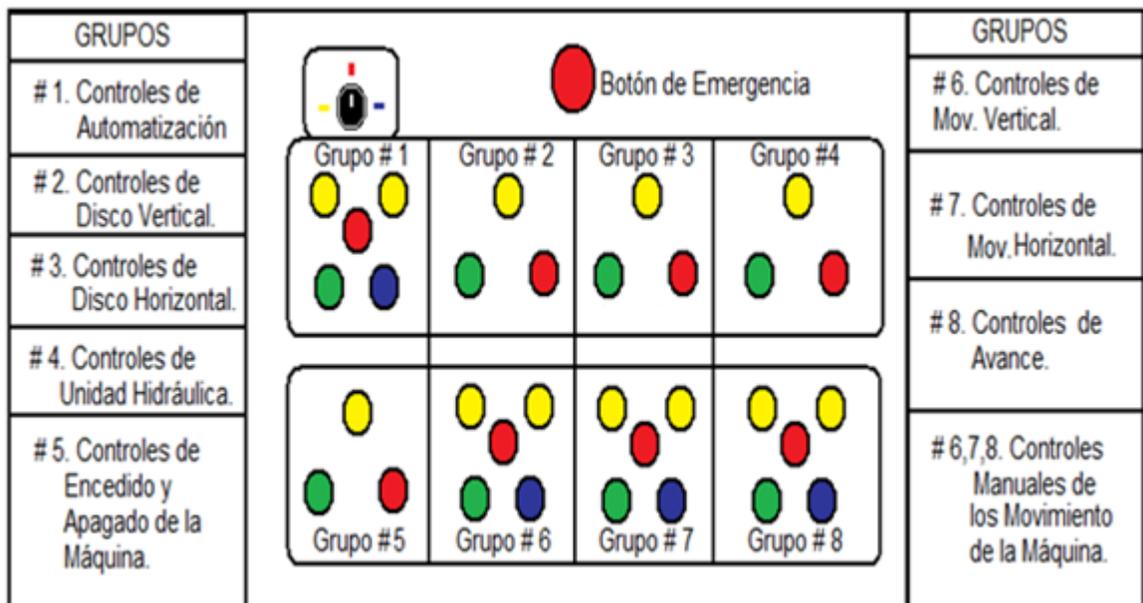


Figura 74, Reorganización del panel de control.

Nota: los colores representan cada uno de los botones del tablero, el color amarillo son indicadores luminosos, el rojo representa al botón de stop, el verde es el botón de inicio del retroceso, el azul de inicio al avance y el negro es un conmutador, que representa en la automatización el modo de trabajo de esta. Automática (color amarillo), manual (color azul) y stop (color rojo).

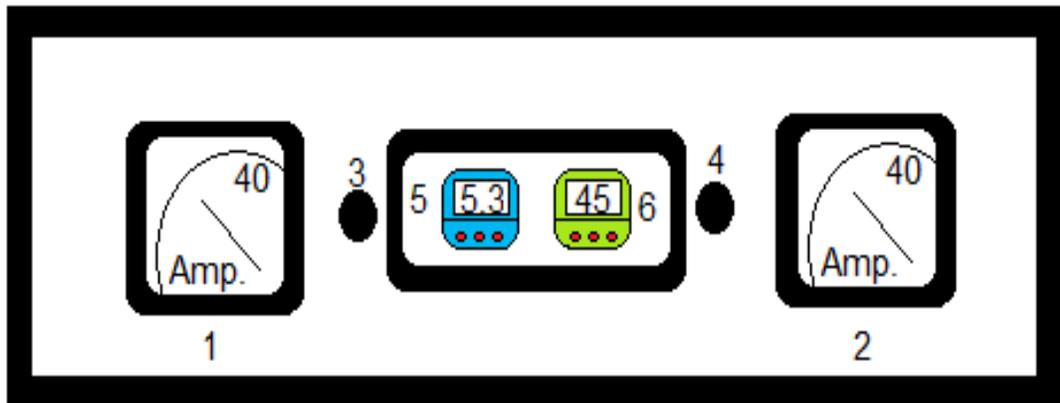


Figura 75, Panel de control frontal, ubicación de amperímetro, temporizador y contador.

Nota: los números representan cada uno de los componentes del panel frontal como son: 1-2 “amperímetros” ,3 “pulsador de resetear el timer”, 4 “pulsador de resetear el encoder”, 5 “timer o temporizador” y 6 “encoder o contador”.

7.9 Esquema eléctrico de la máquina ya automatizada.

Después de haber mencionado todo lo anterior se podrá hacer la respectiva instalación eléctrica de la máquina, teniendo en cuenta la seguridad de esta y del PLC. Para esto, se instalará unos dispositivos que serán de mucha ayuda a la hora de cumplir con los ciclos de trabajo. De la misma manera, estos protegerán la máquina de posibles accidentes cómo no finalizar su recorrido de los distintos movimiento, vertical, horizontal y transversal.

Estos dispositivos se llaman finales de carrera, en el plano de la “figura N°76” están simbolizados como si fuesen un interruptor, con un círculo en la parte superior. Además,

está un conmutador que facilita la manipulación de las diferentes formas en la que debe trabajar la máquina, como la forma automática y la manual. Este también cuenta con un contactor que ayuda a la protección de la máquina. En caso tal que se presente un fallo o un descenso en la corriente, este no dejará que la corriente alimente de manera inmediata si no que deberá ser activada para que continúe con su tarea. A continuación se presenta la “figura N°76 un plano” que muestra la representación gráfica de las conexiones del PLC con los distintos parámetros por controlar.

8. MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN MÁQUINA TALLADORA DE BLOQUE # 3.

Lo que se busca con este mantenimiento preventivo es mejorar, establecer normas, procedimientos y controlar las actividades de inspección y conservación de la máquina talladora de bloque que es la encargada de la producción de piedra coralina en sus diferentes modos de producción, ya que también es utilizada para hacer cortes de diferentes tipos de piedras como son Café Pinto, Negro Caracol, Villa de Leiva, Mármol entre otras.

Para poder garantizar las condiciones óptimas de trabajo y confort de la empresa, y facilitar el desarrollo de la producción, hay que cumplir con todos los procedimientos establecidos para poder obtener el mejor rendimiento de trabajo de la maquinaria, tanto para la parte de mantenimiento como por la parte productiva.

Además se debe establecer de forma clara y detallada qué es lo que en realidad quiere hacerse para mejorar las condiciones de trabajo de la misma, para esto se debe diseñar un sistema de mantenimiento el cual brinde con facilidad la manera de hacer correcciones a tiempo, que no afecten directamente la parte de producción de la empresa, ya que el área de mantenimiento no cuenta con una herramienta que brinde la seguridad al departamento de producción para que la máquina funcione el tiempo que se estipule.

Para esto se diseñará de forma fácil y didáctica un sistema de mantenimiento preventivo el cual contará con todas las herramientas necesarias para el desarrollo del funcionamiento de la máquina y el cuidado de la misma, haciendo de esta una máquina en la cual se pueda contar para hacer cualquier tipo de cortes.

Para diseñar un sistema de mantenimiento preventivo, se exige la estandarización de una serie de pasos y procedimientos para desarrollar o llevar a cabo las tareas operativas y administrativas, relacionadas con la conservación y mantenimiento de la infraestructura del equipo en estudio de una empresa la cual se dedica a la manufactura de la piedra coralina.

Para esto puede decirse que la empresa actualmente carece de un programa de mantenimiento preventivo que emita órdenes de trabajo, procedimientos detallados o listas de parámetros de la máquina, tampoco se retroalimenta para capturar los tiempos y materiales usados en la implementación del mantenimiento. En la empresa tampoco se encargan de hacer revisiones periódicas de su programa de mantenimiento para ver que se puede mejorar, con el fin de establecer la eficiencia y efectividad de su sistema y de optimizar el plan.

La finalidad del mantenimiento preventivo es: Encontrar y corregir los problemas menores antes de que estos provoquen fallas. El mantenimiento preventivo puede ser definido como una lista completa de actividades, todas ellas realizadas por; usuarios, operadores y mantenimiento para así asegurar el correcto funcionamiento de la planta.

El mantenimiento preventivo se diseñó con la idea de prever y anticipar los fallos de las máquinas y equipos, utilizando para ello una serie de datos sobre los distintos sistemas y sub-sistemas e inclusive de las partes de la máquina.

Bajo esa premisa se diseña el programa con frecuencias calendario o uso del equipo, para realizar cambios de sub-ensambles, cambio de partes, reparaciones, ajustes, cambios de aceite y lubricantes, seguimiento de la maquinaria, equipos e instalaciones que se consideran importantes para evitar fallos en el sistema.

Haciendo uso de los datos obtenidos, se hará la planificación del diseño del programa de mantenimiento esperando así evitar los frecuentes paros de la máquina y obtener una alta efectividad de la planta, los conceptos de este mantenimiento se agrupan en dos categorías: PREVENTIVO Y CORRECTIVO.

El mantenimiento preventivo se refiere a las acciones, tales como: reemplazos, adaptaciones, restauraciones, inspecciones, evaluaciones, etc. Hechas en períodos de tiempos por calendario o uso de los equipos⁴⁰. (Tiempos dirigidos).

Para poder determinar con facilidad los formatos que se desean tener en cuenta en el mantenimiento, debe explicarse primero cada uno de ellos para facilitar la creación de los formatos de mantenimiento, estos son los siguientes⁴¹:

- **Inventario Técnico:** Es un formato basado en la historia de los equipos de la empresa, en el cual se va a ejecutar el programa de mantenimiento, para saber cómo fueron adquiridas las diferentes partes de la máquina y la elaboración de otras actividades ejecutadas por el departamento de Mantenimiento.
El ingeniero de mantenimiento es el encargado de actualizar constantemente el inventario técnico de la maquinaria.

- **Rutinas de MP:** Es un formato en el cual se plasma las diferentes actividades para la ejecución de tareas técnicas del mantenimiento preventivo sobre la máquina a estudiar, con el objetivo de obtener la mayor eficiencia y productividad del la máquina.

Estas actividades son estipuladas por el ingeniero de mantenimiento a través del programa, distribuido de forma semanal, trimestral, mensual o anual. Además el ingeniero de mantenimiento es el único encargado de supervisar la ejecución de las actividades estipuladas por él, así como de la información descrita por los técnicos que ejecutaron la tarea del formato.

⁴⁰ S.I.M.A, (Servicio integrado de mantenimiento), Artículos de Mantenimiento planificado, Mantenimiento Preventivo, pdf.1986.

⁴¹ Para la elaboración del diseño de este formato se tomó como referencia el INMAR JOSE, Proyecto de Mantenimiento Hospitalario, Manual de Procedimientos Estandarizados para Mantenimiento, noviembre de 1998.

- **Programa Anual de MP:** Este formato de planificación de actividades rutinarias complementa a los formatos de rutinas, ya que establecen una fecha exacta para la ejecución de la actividad. Además este programa está diseñado para hacer seguimiento a las partes más críticas de la máquina. El ingeniero de mantenimiento es el encargado de autorizar las actividades, ya sea directamente o a través de los técnicos encargados de las mismas.

- **Presupuesto Operativo:** Es un documento en el que se plasma con detalle los gastos operacionales planeados para la ejecución del mantenimiento. Para así describir y detallar los recursos económicos utilizados en el mantenimiento de la empresa.
El ingeniero de mantenimiento es el encargado de realizar y planificar los formatos, basándose en los distintos programas y rutinas de mantenimiento.

- **Solicitud de Mantenimiento:** Es un formato empleado para el control de lo que se necesita para la ejecución de las actividades del departamento de Mantenimiento. El ingeniero de mantenimiento debe hacer las peticiones necesarias y diligenciar el proceso de trámites con el departamento de compra. En la elaboración de este formato el ingeniero debe hacer que el departamento de compra cumpla con las actividades planeadas dentro del tiempo estipulado.

- **Orden de Trabajo:** Es uno de los formatos más importantes del mantenimiento ya que controla todos los distintos tipos de trabajo en el área y este de igual forma contabiliza los costos generados en el trabajo realizado.

El ingeniero de mantenimiento debe velar por la seguridad del personal que en el momento tiene a su cargo, también se encargará de garantizar que las condiciones laborales sean las mejores para que se pueda realizar con toda seguridad las actividades propuestas. El ingeniero también estará encargado de hacer las revisiones pertinentes en los distintos trabajos a realizarse, para así garantizar que la orden de trabajo esté correcta.

Después de haber descrito todo los pasos necesarios para construir un buen plan de mantenimiento preventivo y de dejar en claro que el único responsable de la ejecución de estos procedimientos es el ingeniero de Mantenimiento con el apoyo de los mecánicos y operadores de la máquina, se pasará a presentar la forma en que debe diseñarse los formatos para la obtención de mejores resultados, en la implementación del sistema de mantenimiento preventivo para así llevarlos a cabo en los procesos y poder estandarizar el programa de mantenimiento.

A continuación se presentarán los distintos tipos de formatos describiendo cada uno de ellos y la manera en que serán establecidos en la máquina.

8.1 Diseño del formato para el inventario técnico de la MTB #3.

➤ **Procedimiento de implementación del formato a la máquina en estudio:**

1. Identificar el grupo o subgrupo al que pertenece la máquina.
2. Recolectar los datos necesarios para la elaboración del formato, estará plasmado en el encabezado el nombre de la empresa en la que se va a implementar dicho formato.
3. Para diligenciar este formato hay que tener en cuenta los siguientes puntos:
 - 3.1 **Nombre de la máquina.**
 - 3.2 **Marca.**
 - 3.3 **Modelo.**
 - 3.4 **Serie.**
 - 3.5 **Año de fabricación.**
 - 3.6 **Año de instalación.**
 - 3.7 **Precio.**
 - 3.8 **Servicio.**
 - 3.9 **Ambiente.**

4. Después de tener el formato diligenciado marcar en la casilla correspondiente la información técnica existente de la máquina, el resto de casillas son para futuras actualizaciones, si se cuenta con nuevos manuales o si se ha perdido la información.

5. El estado de la máquina se registrará en la casilla correspondiente a datos técnicos de la máquina, dependiendo de la situación en que se encuentre (Bien, Regular o Deficiente) en el momento de realizarse el inventario de la máquina. Las actualizaciones del formato se harán cada vez que sea necesario por ejemplo un cambio de pieza o una restauración completa de la máquina.

Por último para complementar el formato se coloca el nombre y la firma del encargado de realizar la actualización y la fecha en que se realizó.

A continuación se mostrará el formato para la máquina estudiada. (Ver tabla N°23).

INVENTARIO TÉCNICO DE MAQUINARIA DE CORALINA & PISOS CORPISOS S.A.					DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO				
Equipo: Talladora de Bloque # 3					Año de fabricación: 1942				
Marca: Pedrini.					Años de instalación: 1993				
Modelo: M 535					Servicio/ Departamento				
Serie: xxxxxxxxxxx					Técnico				
N° de inventario: x x x x x					Mantenimiento				
					xxxxxx				
					Ambiente/Ubicación				
					Húmedo.				
					xxxxxx				
					Polvoriento.				
					xxxxxx				
DATOS TÉCNICOS DE LA MÁQUINA									
Voltaje: 24/110/220/440 (V)					Parámetros Para Medir/Unidad Hidráulica				
Corriente: 10 -205 (A)					Temperatura: (40-80 °C) (T ideal: 60°C) (°C ó °F)				
Potencia: (4.5- 135 Kw) y (1/4 Hp) (W/Hp)					Presión: (2500-3000 Psi) (Pa ó Psi)				
Frecuencia: 50/60 (Hz)					Caudal: 31.78 - 51.1 (l/min)				
Ø Disco vertical: 1000/1300 (mm)					Capacidad De Máquina				
Ø Disco Hzontal: 300-600 (mm)					Altura: 4.5 (m)				
					Ancho: 7.5 (m)				
					Espesor: 5.5 (m)				
Accesorios (modificaciones a la máquina) Complementar con claves					Claves			Otros Archivos	
1. _____					Completo-----C			_____	
2. _____					Incompleto-----I			_____	
3. _____					Bien-----B			_____	
4. _____					Regular-----R			_____	
5. _____					Deficiente-----D			_____	
Fabricante: xxxxxxxx					INFORMACIÓN TÉCNICA				
Dirección: xxxxxxxx					Manuales de operación S() N(x)				
Teléfono/Fa: xxxxxxxx					Manual de instalación S() N(x)				
Email: xxxxxxxx					Manual de servicios S() N(x)				
					Manual de parte S(x) N()				
Proveedor: xxxxxxxx					Otras apoyos S() N(x)				
Dirección: xxxxxxxx					Ningún informe técnico S() N(x)				
Teléfono/Fax: xxxxxxxx									
Email: xxxxxxxx									
Nombre del contacto: xxxxxxxx					ESTADO DE LA MÁQUINA				
					Modificaciones de maquina				
					Completo: 1. () 2. () 3. () 4. () 5. ()				
Representante en el país: xxxxxxxx					Incompleto: 1. () 2. () 3. () 4. () 5. ()				
Dirección: xxxxxxxx					Bien: 1. () 2. () 3. () 4. () 5. ()				
Teléfono /Fax: xxxxxxxx					Regular: 1. () 2. () 3. () 4. () 5. ()				
Email: xxxxxxxx					Deficiente: 1. () 2. () 3. () 4. () 5. ()				
Nombre del contacto: xxxxxxxx					Observaciones:				
REGISTRO DE ELABORACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE DATOS TÉCNICO DE LA MAQUINA									
Elaborado por (primera vez)			Nombre y Firma:		Fecha:		Nombre y Firma:		Fecha:
Nombre:			2.				6.		
Cargo:			3.				7.		
Firma:			4.				8.		
Fecha:			5.				9.		
Sello o firma del departamento MTTO									

Tabla 23, Inventario de mantenimiento.

8.2. Diseño de programas de rutinas para el buen desempeño de la máquina en la empresa.

➤ Descripción del formato:

Para la elaboración de las rutinas hay que tener en cuenta el no dejar pasar por alto ningún aspecto de la máquina. Para diligenciar este formulario es muy importante que cada rutina sea estudiada con detenimiento, para que así no se descuide ningún detalle, esto contribuirá a que el M.P. sea una herramienta más efectiva. Por esta razón se ha considerado conveniente describir cada una de las partes que constituyen el formato, teniendo en cuenta las distintas actividades que se van realizar por parte del departamento de mantenimiento y la consecutividad de las actividades, para luego determinar los pasos a seguir.

➤ Procedimiento general de las rutinas de M.P.

Con estas rutinas se busca prolongar la vida útil de la máquina y a su vez mejorar el desempeño de esta, esto con el fin de que el departamento de mantenimiento cumpla con el cuidado de la máquina y así el departamento de producción cuente con una máquina en optimas condiciones para ejecutar cualquier tipo de trabajo. Para esto se han determinado unos pasos sencillos que ayudarán con el mejoramiento del ambiente de trabajo y también para que la máquina brinde la seguridad a los operadores en el momento de trabajar con ella.

Estos pasos de rutina son los que componen la base del programa para la máquina talladora de bloque #3, la construcción de este es determinada por las características específicas y condiciones de trabajo de esta máquina.

Los pasos son:

1. Analizar las condiciones ambientales de trabajo de la máquina.
2. Realizar limpieza a la máquina.*
3. Inspeccionar la máquina.
4. Lubricar y engrasar las partes de la máquina que lo necesiten.*
5. Reemplazar las partes de la máquina que se consideren necesarias.

Los pasos que están marcados a un lado con un asterisco (), significan que deben hacerse antes de encender la máquina para que trabaje correctamente.*

Para la implementación del programa de mantenimiento en esta máquina se han estipulado una serie de actividades que serán realizadas tanto por el departamento de mantenimiento como por el de producción, esto con la finalidad de complementarlo y hacer de este un buen programa de mantenimiento. Este ha de realizarse de forma anual, semestral, mensual, semanal, y diaria.

➤ **La frecuencia del M.P.**

Para que se pueda diseñar un programa de inspección en el mantenimiento preventivo, debe realizarse una subdivisión de las tareas para que estas se lleven a cabo de una forma más fácil y organizada, y poder trabajar así en el área de mantenimiento y en la conservación de la máquina.

Ahora bien, para la implementación de este formato se diseñaron dos modelos, uno para los técnicos que será de forma más técnica, y otro para los operadores que darán diagnósticos menos detallados pero que a su vez se tendrán en cuenta a la hora de hacer una revisión más minuciosa y poder programar alguna parada de mantenimiento.

Con esto se quiere llegar a disminuir el riesgo de daños no deseados al personal de la empresa, aumentar el vida útil de la máquina, evitar reparaciones excesivamente

costosas, corregir problemas menores antes que pasen a daños mayores y cumplir con los estándares establecidos por los fabricantes para tener un óptimo desempeño de la máquina.

Las observaciones van al reverso de la hoja o del formato, en cada uno de los formatos de rutinas en la parte de adelante se incluye un cuadro que debe marcarse e indica que este se encuentra diligenciado al respaldo de la hoja. Este procedimiento se hará cada vez que se ejecute la rutina y se escriban las observaciones sobre la situación de la máquina y su funcionamiento. (Ver tablas N° 24, 25, 26, 27,28).

Rutinas de M.P en Coralina & Pisos Corpisos. S.A.	Departamento de mantenimiento (Para mecánicos y eléctricos).	Logo de la empresa		
Equipo:		Servicio:		
Modelo:		Ambiente:		
Serie:				
N° inv. técnico:		Observaciones		
Anual				
Verificar la humedad interna en los cables de corriente y ver si no está sulfatado.	1			
Verificar el desgaste de la corona de los reductores.	2			
Verificar el estado del panel de control.	3			
Verificar desgaste de cremalleras.	4			
Inspeccionar perfiles y estructuras, ver estado de estos.	5			
Verificar soportes de columnas de la maquina.	6			
Inspeccionar acoples del movimiento vertical y ejes o cardanes.	7			
Inspeccionar piñones y cardan del movimiento transversal de la máquina.	8			
Verificar desgaste de volanta y piñones del movimiento vertical.	9			
Verificar guarda del disco vertical y horizontal.	10			
Verificar desgaste de poleas del motor disco vertical.	11			
Verificar desgaste de acoples del disco horizontal.	12			
Verificar funcionamiento de motores en todos los movimientos, vertical, horizontal y motor de la unidad hidráulica.	13			
Verificar sistema hidráulico bomba y mangueras.	14			
Fecha de realización	DÍA	MES	AÑO	
Nombre del mecánico:				
Firma del mecánico:				
Nombre del eléctrico:				
Firma del eléctrico:				
Tiempo de ejecución(en horas) :				
Firma del Ing. De MTTO:				

Tabla 25, Formato anual.

Rutinas de M.P en Coralina & Pisos Corpisos. S.A.	Departamento de mantenimiento (Para mecánicos y eléctricos)	Logo de la empresa		
		Servicio:		
Equipo:		Ambiente:		
Modelo:				
Serie:				
N° inv. técnico:		Observaciones		
Semestral				
Ejecutar limpieza del la parte eléctrica de la maquina como es el tablero de comando.	1			
Revisar parte eléctrica como borneras de motores si esta sulfatada o presenta otra serie de anomalías para ser cambiadas o no.	2			
Verificar aguja de amperímetros, calibrar si es necesario.	3			
Comprobar el buen estado del cables eléctricos conductores, dispositivos eléctricos, como contactores relet térmicos breaker, etc.	4			
Comprobar que tuberías y mangueras de desagüe estén en buen estado.	5			
Limpiar y verificar el medio de transporte del coche porta disco (bancada), verificar si el aceite tiene agua.	6			
Limpiar ventilador de refrigeración de unidad hidráulica y limpieza.	7			
Verificar cremallera del lado menos contaminado por el corte de la piedra. (Lado de la unidad hidráulica).	8			
Verificar rodamiento del disco vertical, determinar si tiene ruido, vibración, o un recalentamiento en la parte donde este se instala, por si necesita cambio.	9			
Verificar rodamiento del disco horizontal, determinar si tiene ruido, vibración, o un recalentamiento en la parte donde este se instala, por si necesita cambio.	10			
Verificar mangueras de unidad hidráulica en buen estado, que no tengan ningún tipo de grieta que puedan presentar fugas al respecto.	11			
Verificar funcionamiento del PLC.	12			
Fecha de realización:	DÍA	MES	AÑO	
Nombre del mecánico:				
Firma del mecánico:				
Nombre del eléctrico:				
Firma del eléctrico:				
Tiempo de ejecución(en horas) :				
Firma del Ing. De MTTO:				

Tabla 26, Formato semestral.

Rutinas de M.P en Coralina & Pisos Corpisos. S.A.	Departamento de mantenimiento (Para mecánicos y eléctricos).	Logo de empresa		
		Servicio:		
Equipo:		Ambiente:		
Modelo:				
Serie:				
N° inv. técnico:		Observaciones		
Mensual				
Ejecutar limpieza general de la superficie externa e interna de la máquina.	1			
Revisión de accesorios sintéticos y metálicos como ruedas del cilindro hidráulico, rodamiento, etc.	2			
Revisión de condiciones eléctricas internas y externas.	3			
Revisión de estado del motor y sus componentes "lubricar".	4			
Controlar los medidores de tiempo como times.	5			
Comprobar sistemas de frenado y mecanismos de seguridad.	6			
Lubricar partes que sufren desgastes.	7			
Verificar borneras de motores, cambiar si es necesario.	8			
Inspección de filtraciones de humedad y polvo de los equipos como motores, reductores, panel de control, etc.	9			
Verificar los ciclos de trabajo de la máquina, esto implica la revisión de contactores y panel de control.	10			
Realizar pruebas eléctricas después de la inspección.	11			
Verificar estado e instalaciones eléctricas del PLC y hacer limpieza de estas.	12			
Fecha de realización:		DÍA	MES	AÑO
Nombre del mecánico:				
Firma del mecánico:				
Nombre del eléctrico:				
Firma del eléctrico:				
Tiempo de ejecución(en horas) :				
Firma del Ing. De MTTO:				

Tabla 27, Formato mensual.

Rutinas de M.P en Coralina & Pisos Corpisos. S.A.	Departamento de mantenimiento (Para mecánicos y eléctricos).	Logo de empresa		
		Servicio:		
Equipo:		Ambiente:		
Modelo:				
Serie:				
N° inv. técnico:		Observaciones		
Semanal				
Tomar medidas del amperaje de motores de la máquina.		1		
Inspeccionar las condiciones ambientales en las que se encuentra el equipo de PLC.		2		
Verificar las condiciones eléctricas de alimentación de la máquina.		3		
Inspeccionar mecanismos de seguridad como finales de carrera y encoder. Si está en buen funcionamiento.		4		
Ejecutar mediciones eléctricas de los motores y demás dispositivos de control.		5		
Verificar el comportamiento del equipo en compañía del operador.		6		
Verificar timer.		7		
Inspección de ruidos y vibraciones inusuales.		8		
Inspección externa de cables, ductos de agua, mangueras hidráulicas, válvulas ,etc.		9		
Fecha de realización:		DÍA	MES	AÑO
Nombre del mecánico:				
Firma del mecánico:				
Nombre del eléctrico:				
Firma del eléctrico:				
Tiempo de ejecución(en horas) :				
Firma del Ing. De MTTO:				

Tabla 28, Formato semanal.

Rutinas de M.P en Coralina & Pisos Corpisos. S.A.	Departamento de MTTO (Para operadores).	Logo de empresa		
		Servicio:		
Equipo:		Ambiente:		
Modelo:				
Serie:				
N° inv. técnico:		Observaciones		
Diaria				
Verificar las condiciones en las que se encuentra el disco horizontal. Que no le falte ningún calzo o diente de diamante y si es así anotar la cantidad que les hace falta de igual forma asegurarse que no presente ningún tipo de flexión en este.	1			
Verificar las condiciones en las que se encuentra el disco vertical. Que no le falte ningún calzo o diente de diamante y si es así anotar la cantidad que les hace falta de igual forma asegurarse que no presente ningún tipo de flexión en este.	2			
Lubricar tornillos sin fin del movimiento vertical de la máquina antes de empezar cada turno. Mirar si hay desgaste.	3			
Lubricar cremalleras del movimiento transversal de la máquina antes de empezar cada turno. Mirar desgaste si hay.	4			
Verificar aceite de bancada de la máquina.	5			
Limpiar la máquina después de cada turno terminado.	6			
Revisar mangueras transportadoras de agua y anotar si están en buen estado o no.	7			
Mirar que el coche porta disco no tenga ningún avance brusco (se embale) a la hora de empezar a cortar la piedra.	8			
Verificar que prenda toda la parte eléctrica del panel de mando de la máquina.	9			
Mirar que todos los medidores estén en buen estado, como el amperímetro, el programador, entre otros.	10			
Verificar que el cilindro del disco horizontal y vertical no tenga ninguna clase de ruido, ni vibración o calentamiento en este.	11			
Fecha de realización:	DÍA	MES	AÑO	
Nombre del operador:				
Firma del operador:				
Tiempo de ejecución(en horas) :				
Firma del Ing. De MTTO:				

Tabla 29, Formato diario.

➤ **Programa anual de M.P. (Mantenimiento Preventivo).**

Esta clase de programa de mantenimiento constituye la sistematización de todas las actividades y estrategias designadas a prevenir los daños ocasionados en la máquina. El objetivo principal de este es garantizar la disponibilidad de la máquina para poder realizar los cortes a la piedra y así garantizarle al departamento de producción la productividad de la máquina y de esta forma, asegurar la reducción de los costos generados por los daños no deseados.

Después de esto se hablará de un programa de mantenimiento para la máquina, en donde se incluirán diversas actividades que han de ejecutarse de manera organizada. El diligenciamiento de este formato será de forma anual y se podrán dividir las actividades por meses, lo que indica que estarán debidamente organizadas para que se cumplan los objetivos con toda seguridad.

Si dentro de las actividades programadas de la máquina ocurre un daño inesperado, lo que debe hacerse es determinar la gravedad del daño y actuar de manera rápida y segura para buscarle la solución y poner nuevamente en funcionamiento la máquina lo antes posible. Para poder implementar este programa de mantenimiento hay que seguir una serie de pasos que se mencionarán a continuación:

- **Procedimiento de uso del formato:**

1. Se deberá hacer un Programa Anual de MP, conformado por doce formatos que se llenarán uno por mes, esto llevará a determinar detalles de la máquina como: parte eléctrica, mecánicas, entorno, etc. (Esto depende de las condiciones de trabajo de la máquina y el ambiente en el que se encuentra).
2. En el formato, se deberá detallar con claridad lo siguiente:
 - 2.1 Año en el que se ejecutará el programa anual.
 - 2.2 Estipular los meses en los que se realizará el trabajo.

2.3 En la columna izquierda que corresponde a las actividades, se detallará el nombre de la tarea a realizar, la ubicación y el tipo de actividad que se programa.

2.4 En la parte central del formato, donde están ubicado los meses se subdividirán en cinco partes que representan las semanas de cada uno de estos meses. Cada una de estas subdivisiones tendrá un número que indicará el día que se programó la actividad en la máquina.

2.5 A medida que se van ejecutando las rutinas, se deberá marcar con una equis (X) o con un chulo (√) como prefiera la persona que ha de realizar el chequeo a la máquina, en la casilla de la rutina realizada ese día de la semana.

2.6 La parte inferior del formato está destinada para escribir el nombre del responsable de la revisión y la firma del mismo.

A continuación en la “tabla N°29” se mostrará el formato de mantenimiento que se empleará en la máquina, detallando todas las actividades programadas que esta ha de realizar.

“Programa de mantenimiento terminado: Dar abrir hipervínculo para mostrar programa de mantenimiento anual o pulsar control + clic izquierdo y dar abrir hipervínculo”.

Programa de mantenimiento terminado..docx

➤ Presupuesto operativo.

Para el presupuesto operativo, el ingeniero de mantenimiento deberá recibir de parte de los técnicos, la información de los materiales necesarios para la realización de las actividades de mantenimiento. Este formato estará conformado por una lista de insumos que van a ser utilizados en el momento de realizar el mantenimiento a la máquina. Después de tener la lista de los materiales, el ingeniero de mantenimiento tendrá la labor de realizar el presupuesto y enviarlo al departamento de compras, este será el encargo de evaluar y comprobar que lo solicitado sea realmente necesario.

- **Procedimiento de uso del formato:**

En la parte superior del formato, especificar el año y nombre de la empresa. Luego, Indicar el tipo de trabajo para el cual se solicitaron los insumos y continuar con el resto del formato que está conformado de la siguiente manera:

- **Descripción:** En esta columna se deben detallar todos los materiales que se necesiten para realizar las actividades de mantenimiento.
- **Unidad de medida:** Son las unidades en que se expresa los materiales solicitados. (Por ej.: m, Lbs, Lt, m³, etc.)
- **Cantidad:** Escribir la cantidad que se pretenda utilizar, no exceder más de lo necesario. Debe tenerse en cuenta la necesidad de tener un stop (reserva) en la empresa dependiendo de la prioridad del trabajo.
- **Precio unitario:** Es el costo unitario de cada material, este es determinado según la unidad de medida.
- **Costo total:** Es el resultado de multiplicar la cantidad por el precio unitario de cada insumo solicitado. (Ver tabla N°30).

Presupuesto operativo Lista de materiales por el tipo de trabajo. N° _____		Departamento de mantenimiento Empresa de Coralinas y Pisos S.A.		Corpisos S.A. Logo de la empresa	
Tipos de trabajo: MP__ MC__ OTROS__					
N°	Descripción	Cantidad	Unidades de medidas	Costo unitario \$	Costo total \$
Encargado : _____		Firma: _____		Fecha: _____	

Tabla 30, Formato de presupuesto.

➤ **Solicitud de mantenimiento.**

Este formato será diligenciado por la persona que se encuentre a cargo del departamento de mantenimiento y su función es sugerir un lugar en donde se pueda realizar el arreglo del daño reportado. Este, será entregado al departamento de compras de la empresa el cual hará la respectiva comparación de las cotizaciones en otros lugares distintos para así escoger cual será la mejor oferta tanto para la empresa a nivel económico, como para el departamento de mantenimiento a nivel técnico. Lo anterior es con el fin de mejorar la producción de la máquina, haciendo de esta un equipo seguro para los operadores y para la producción de la piedra.

El solicitante deberá detallar:

- Lugar donde se va a realizar el trabajo si se necesita de un servicio externo (fuera de la empresa).
- Número o extensión telefónica del lugar donde se va a solicitar el servicio.
- Fecha y hora de la solicitud.
- Describir el trabajo solicitado.
- Si el trabajo solicitado es para una sola máquina, deberá identificarla con el ID o número de identificación de la máquina.
- En toda solicitud debe registrarse el nombre y la firma del solicitante.

Cuando el formato es recibido por el Departamento de Mantenimiento, se deberá diligenciar de la siguiente manera:

- Nombre y firma de la persona que entrega la solicitud por parte del departamento de compras.
- Fecha y hora de entrega.
- Entregar una copia de recibido.

Una vez que la solicitud es entregada al departamento de compras, este deberá analizar o investigar si el trabajo solicitado por el departamento de mantenimiento es correcto y si es calificado dentro de los servicios establecidos en la empresa.

Si el departamento de compras autoriza la solicitud, este deberá hacer los respectivos procesos para dotar al departamento de mantenimiento de todos los materiales que necesita para realizar el trabajo y a su vez darle la prioridad que este se merece.

Si no se autoriza la solicitud, el departamento de mantenimiento deberá retomarla y hacer un nuevo proceso de inspección, esto incluye detallar con más claridad las razones por la cuales se hizo esta solicitud.

Una vez aprobado todos los procesos y de llenar la orden de trabajo, la solicitud deberá ser adjuntada junto con la orden de trabajo, a estos se le deberán sacar tres copias y archivarlo en carpetas. (Ver tablas N°31.32, 33).

Solicitud de mantenimiento Nº _____	Departamento de mantenimiento de Coralinas y Pisos S.A.		Corpisos S.A. Logo de la empresa	
Servicio:	Teléfono:	Fecha:	Hora de solicitud:	
Descripción del trabajo o falla:			Falla en un equipo:	
			Nº ID	
Departamento de compras		Uso exclusivo del departamento de mantenimiento		
Nombre:	Recibido por:			
Fecha:	Fecha:			
Hora:	Hora:			
Firma:	Firma:			

31

Solicitud de mantenimiento Nº _____	Departamento de mantenimiento de Coralinas y Pisos S.A.		Corpisos S.A. Logo de la empresa	
Servicio:	Teléfono:	Fecha:	Hora de solicitud:	
Descripción del trabajo o falla:			Falla en un equipo:	
			Nº ID	
Departamento de compras		Uso exclusivo del departamento de mantenimiento		
Nombre:	Recibido por:			
Fecha:	Fecha:			
Hora:	Hora:			
Firma:	Firma:			

32

Solicitud de mantenimiento Nº _____	Departamento de mantenimiento de Coralinas y Pisos S.A.		Corpisos S.A. Logo de la empresa	
Servicio:	Teléfono:	Fecha:	Hora de solicitud:	
Descripción del trabajo o falla:			Falla en un equipo:	
			Nº ID	
Departamento de compras		Uso exclusivo del departamento de mantenimiento		
Nombre:	Recibido por:			
Fecha:	Fecha:			
Hora:	Hora:			
Firma:	Firma:			

33

Figuras 31, 32,33, Formatos de solicitud de mantenimiento.

➤ **Orden de trabajo.**

Existen dos tipos de formatos para las órdenes de trabajo, estas son:

- Para equipos.
- Para instalaciones.

En estos formatos, se deberá detallar:

- Número de la Orden de Trabajo.
- La causa por la que fue generado él: MP, MC u otros trabajos.
- Servicio que solicita el departamento de mantenimiento para realizar un trabajo.
- Nombre de la persona que realiza la orden de trabajo.
- Fecha en que se genera la orden de trabajo.

Tipo de servicio, si es interno o externo e identificar el nombre de la empresa.

- **Orden de Trabajo dirigida para un solo equipo:**

- Completar con los datos del equipo a trabajar como es el modelo, su serie, la marca, etc.
- Identificar el equipo con el número de identificación (ID). (Ver tablas N°34,35).

- **Orden de Trabajo dirigida para las instalaciones:**

- Marcar dentro del cuadro de ítems, el tipo de trabajo a realizar, si no se encuentra dentro de ninguna de las categorías, marcar en otros y especificar de qué se trata.
- Nombre del técnico que realizara el trabajo.
- Una breve descripción del trabajo a realizarse.
- Firma del ingeniero de mantenimiento para ejecutar la orden de trabajo. (Ver tabla N°36,37).

- **Mano De Obra:**

- Fecha en que se realizó el trabajo.
- Código del técnico.
- Cantidad de horas hombre (HH).
- Costo de la hora hombre del técnico que realizó la tarea.
- En la columna del “Valor”, debe colocarse el resultado de la suma de horas hombre (HH) y el costo de estas.
- Si hubo un gasto externo, se coloca el valor en “otros costos”.
- El total es la sumatoria de “Valor” y “Otros Costos”.

- **Información Técnica:**

- Identificar en el recuadro de “fallas detectadas”, el tipo de trabajo a realizar, si no se encuentra dentro de ninguna de las categorías, marcar en otros y especificar de qué se trata.
- Identificar en el recuadro de “medidas de aplicación”, el tipo de trabajo a realizar, si no se encuentra dentro de ninguna de las categorías, marcar en otros y especificar de qué se trata.

- **Materiales:**

- Describir los materiales utilizados, la unidad de medida, la cantidad y el costo unitario del producto.
- En la casilla de “valor” se colocara la suma de la cantidad de los productos por el precio unitario.

Después de cumplir con lo anterior, el técnico procederá a anotar las observaciones hechas durante la realización de las actividades (las observaciones y lista de los

materiales se encontrará en la parte posterior de la hoja), para después firmar el informe, presentar la orden, por último deberá esperar la revisión y firma del ingeniero de mantenimiento encargado.

Orden de trabajo (para equipos)		Departamento de mantenimiento Coralinas y Pisos S.A.				Corposos S.A. Logo de la empresa	
Número de orden: MP__MC__OTROS__		EQUIPO					
Servicio solicitado:		Modelo:				Nº ID:	
Nombre del solicitante:		Serie:				Nº de inventario	
Teléfono:		Marca:					
Fecha:		Fabricante:				Técnico responsable:	
Servicio interno :							
Externo:							
Empresa:							
Descripción del trabajo a realizar:					Firma autorizada:		
MANO DE OBRA					INFORME TÉCNICO		
Fecha	Cantidad HH	Costo HH \$	Valor \$	Otros costos	Total	FALLAS DETECTADAS	MEDIDAS APLICADAS
						__ Envejecimiento.	__ Funcionamiento.
						__ Desgaste.	__ Seguridad.
						__ Operación inadecuada.	__ Reparación.
						__ Medio ambiente.	__ MP.
						__ Mala instalación.	__ Calibración.
						__ Accesorios.	__ Adiestramiento.
						__ Mal uso.	__ Protección
						__ Desconocidos.	__ Asesoría técnica.
						__ Por usuarios de DM.	__ Inspección.
						__ Sin fallas.	__ Montaje/desmonta je.
MATERIALES							
Cód.	Descripción del material			UM	Cantidad	P unitario (\$)	Valor (\$)
Para agregar más materiales ver el respaldo						Total:	
INFORMES Y OBSERVACIONES DEL TÉCNICO					RECEPCIÓN DEL TRABAJO		
					Fecha:		Hora:
					Nombre y firma del encargado:		
Firma del técnico:		Firma del jefe:					

Tabla 34, Formato de orden de trabajo para equipos.

Orden de trabajo (para instalaciones)		Departamento de mantenimiento Coralinas y Pisos S.A.				Corposos S.A. Logo de la empresa	
Número de orden: MP__MC__OTROS__						Tipos de trabajo:	
Servicio solicitado:						Carpintería:	
Nombre del solicitante:						Soldadura:	
Teléfono:						Albañilería:	
Fecha:						Pintura:	
Servicio interno:		Técnico responsable:				Eléctricos:	
Externo:		Hora:				Mecánicos:	
Empresa:						Otros:	
Descripción del trabajo a realizar:					Firma autorizada:		
MANO DE OBRA					INFORME TÉCNICO		
Fecha	Cantidad HH	Costo HH \$	Valor \$	Otros costos	Total	FALLAS DETECTADAS	MEDIDAS APLICADAS
						<input type="checkbox"/> Envejecimiento. <input type="checkbox"/> Desgaste. <input type="checkbox"/> Operación inadecuada. <input type="checkbox"/> Medio ambiente. <input type="checkbox"/> Mala instalación. <input type="checkbox"/> Accesorios. <input type="checkbox"/> Mal uso. <input type="checkbox"/> Desconocidos. <input type="checkbox"/> Por usuarios de DM. <input type="checkbox"/> Sin fallas.	<input type="checkbox"/> Funcionamiento. <input type="checkbox"/> Seguridad. <input type="checkbox"/> Reparación. <input type="checkbox"/> MP. <input type="checkbox"/> Calibración. <input type="checkbox"/> Adiestramiento. <input type="checkbox"/> Protección <input type="checkbox"/> Asesoría técnica. <input type="checkbox"/> Inspección. <input type="checkbox"/> Montaje/desmont aje.
MATERIALES							
Cód.	Descripción del material			UM	Cantidad	P unitario (\$)	Valor (\$)
Para agregar más materiales ver el respaldo						Total:	
INFORMES Y OBSERVACIONES DEL TÉCNICO					RECEPCIÓN DEL TRABAJO		
					Fecha:		Hora:
					Nombre y firma del encargado:		
Firma del técnico:		Firma del jefe:					

Tabla 36, Formato de orden de trabajo para instalaciones.

➤ **Normas de mantenimiento general.**

Con la descripción anterior de los formatos se intentó detallar todo lo relacionado con la realización de las actividades que ayudarán a hacer un buen diagnóstico de la máquina, determinar si está en buen estado y así con el historial de los archivos prevenir los fallos de la máquina. Ahora se darán una serie de recomendaciones y advertencias que teniéndolas en cuenta ayudarán al ingeniero de mantenimiento a realizar conformemente todas las actividades:

- **La lubricación:** En esta se darán a conocer los puntos clave para la lubricación de la máquina, saber cada cuanto se le debe cambiar el aceite y qué tipo de aceite se utiliza. (Ver tabla N°38).

SISTEMA	TIPO DE ACEITE	TIEMPO DE CAMBIO	CANTIDAD	HERRAMIENTA	TIEMPO DE TRABAJO
Caja de transmisión del movimiento de subida y bajada.	Aceite sae 140	Cada 2500 h.	200 c.c	Llave mixta o combinadas ¾, llave inglesa o ajustable y embudo.	30 a 50 minutos.
Movimiento vertical con transmisión de tornillos sin fin reductor.	Aceite sae 90 -140	Cada 2500 h.	250 c.c	Aceitera.	20 a 40 minutos.
Unidad hidráulica.	Aceite hidráulico – 68	Llenar cada 200 h y cambiar totalmente cada 5000 h.	Llenar lo necesario y cambio de 75 galones.	Llave mixta o combinadas 1/2, llave inglesa o ajustable.	60 a 80 minutos.
Cremallera del movimiento transversal.	Aceite sae 140	Cada 50 h.	Deseada.	Aceitera.	20 a 30 minutos.
Rodamiento de bola motor disco vertical.	Grasas multipropósito	Cada 200 h.	50 c.c	Grasera.	10 a 20 minutos.
Rodamiento de bola motor disco horizontal.	Grasas multipropósito	Cada 200 h.	50 c.c	Grasera.	10 a 20 minutos.
Sistema de movimiento longitudinal o bancada.	Aceite sae 140	Cada 100 h.	5 galones.	Aceitera.	20 a 30 minutos.
Rodillos de soporte de estructura de bancada.	Aceite sae 90 – 140	Llenar cada 100 h y cambiar 500 h.	1 galón.	Aceitera.	20 a 30 minutos.

Tabla 38, Lubricantes de la máquina.

Nota: La lubricación debe llevarse a cabo correctamente con el tiempo estipulado en la tabla y no debe ser ni excesiva ni insuficiente. Si la máquina permanece inactiva durante largos periodos de tiempo, la lubricación debe efectuarse cuidadosa y detenidamente. No dejar residuos de grasa o aceite en el suelo ya que las personas podrían resbalar y sufrir lesiones graves.

Advertencia: Durante el lavado de la máquina, evitar mojar las partes eléctricas de esta como son; motores, botones, switches, controles, válvulas, cables, etc.

- **Tensión de correas:** se explicará a continuación cómo se debe tensionar las correas del motor del disco vertical y los posibles problemas que estas causan cuando no están bien instaladas:
 - *Correas poco tensionadas:* no transmite la potencia adecuada, también puede existir deslizamiento de las correas en la polea, esto puede producir un calentamiento en el motor con la posibilidad de que pueda quemarse.
 - *Correas muy tensionadas:* esto produce el desgaste de rodamiento del motor y torcedura del eje, además que desgasta las poleas, con excesivo esfuerzo del eje hasta llegar al punto de romperse.
 - *Correas deslizándose:* esto genera recalentamiento del motor hasta llegar al punto de quemarse. Puede ser ocasionado por la caída de agua en las poleas.

Por eso es importante tener en cuenta estos pasos para la instalación de la correas ya que se necesita tener las correas lo suficientemente tensionadas para que puedan transmitir la potencia adecuada. Teniendo en cuenta la tensión y el desgaste de estas y de las poleas, para que no se presenten problemas con el motor. El cambio de las correas y rodamientos se basa en el tiempo de uso y el desgaste de las mismas. (Ver tabla N° 40).

PARTE PRINCIPAL	Componente	Referencia	Cantidad	Tiempo de lubricación	Tiempo de cambio	Tiempo de trabajo
Disco vertical.	Rodamientos.	UN -217	1	72 horas	7 a 8 meses.	3 a 4 horas.
	Correas.	Tipo-C 148	7	xxx	Ellas indican el cambio con el desgaste y la elongación.	2 a 3 horas.
	Rodamiento.	7314 B	2	72 horas	7 a 8 meses.	3 a 4 horas.
Disco horizontal.	Rodamiento superior.	32313 B	1	24 horas.	3 a 4 meses.	2 a 3 horas.
	Rodamiento inferior.	7309 B	2	24 horas.	3 a 4 meses.	2 a 3 horas.
	Acoples.	N° 190	1 conjunto.	xxx	Hasta el desgaste.	1 a 2 horas
	Retenedor	70x95x10	2	xxx	Con cada cambio de rodamiento.	1 hora.
Movimiento transversal.	Rodamiento del reductor.	6208 2RS	2	24 horas.	3 a 4 meses.	1 a 2 horas.
	Retenedores.	45x62x10	3	xxx	Con cada cambio de rodamiento.	1 horas.
Movimiento vertical.	Rodamiento de reductores.	3306	8	24 horas.	3 a 4 meses.	2 a 3 horas.
	Retenedores.	10x35x8	8	xxx	Con cada cambio de rodamiento.	1 hora.

Tabla 39, Rodamientos y correas de la máquina.

Nota: Las casillas que están marcadas con varias equis (x), simbolizan que para ese componente no se realiza la actividad asignada en esa casilla.

- **La parte hidráulica:** en esta parte se describirá detalladamente los requisitos y advertencias que nos indicarán cómo conservar la parte hidráulica de la máquina, estos son:
 - Controlar los niveles de aceite en el tanque. Si es necesario, agregar aceite.
 - Cerciorase que los componentes y conexiones del sistema hidráulico no presente fuga de aceite, con esto se refiere a mangueras válvulas y otros tipos de accesorios, de esta manera decidir si es necesario reparar o sustituir.
 - Realizar cada tres meses un análisis del contenido de partículas en el fluido. Si no cuenta con las herramienta para este procedimiento, llevar el fluido a un centro especializado para hacer el diagnostico. De los resultados de este determinar si es necesario el cambio o filtrado del aceite. De igual forma, debe verificarse el estado de la unidad de refrigeración del aceite.

- Durante el llenado, tener cuidado con el área próxima al depósito y limpiarla si es necesario, de manera que no queden residuos en el aceite. Verificar que el aceite no esté diluido con agua.
- No lave la maquina con disolventes para no dañar las cubiertas de los cables eléctricos y las mangueras hidráulicas.
- Después de realizar el cambio de aceite entregar el aceite usado a centros especializados y habilitados para la eliminación de este producto.
- *Válvula de control de presión:* para variar la presión de la válvula, primero se debe actuar sobre el tornillo de regulación, después de aflojar la contratuerca, ajustar la presión y apretar la contratuerca.
- *Electroválvulas:* verificar el voltaje, conectores eléctricos y corriente de la aplicación, conectar cables de alimentación a los dos polos y conectar tierra si es necesario.
- *Temperatura del fluido:* se recomienda una temperatura máxima de 60 °C para el aceite, pues si aumenta la temperatura se obtendrá un envejecimiento acelerado del fluido, de la misma manera el tiempo de vida de los sellos y mangueras hidráulicas. Si aumenta gradualmente de temperatura significa que hay posibles obstrucciones o desgastes del metal y de los sellos.

A la hora de hacer el cambio del aceite se debe tener en cuenta algunos aspectos como se indicará en la siguiente tabla. (Ver tabla N°40).

DEFECTOS	ELEMENTO DE CONTAMINACIÓN	POSIBLE CAUSA
Color oscuro.	Producto de oxidación.	Recalentamiento o el no cambiar el fluido afectado.
Separación de agua.	Agua.	Penetración de agua.
Burbujas de aire.	Aire.	Penetración de aire, por un canal o ducto de aspiración no hermético.
Impurezas superficiales o depositadas.	Partículas extrañas o solidas.	Material de abrasión, suciedad, productos de envejecimiento.
Olor de aceite quemado.	Producto de envejecimiento.	Recalentamiento.

Tabla 40, Defectos del aceite y los problemas que ocasiona.

- **Las reglas de oro para la parte eléctrica:**
 - *Primera regla:* Al abrir las fuentes de tensión, marcar todos los dispositivos electrónicos, con la función que cumple cada uno y los detalles del este.
 - *Segunda regla:* Enclavamiento o bloqueo. Si es posible, señalarlos.
 - *Tercera regla:* Reconocimiento de las fuentes de alta y baja tensión.
 - *Curta regla:* Puesta a tierra y en corto circuito todas las fuentes de tensión.
 - *Quinta regla:* Colocar las señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.

9. PRESUPUESTO Y FACTIBILIDAD ECONÓMICA.

A continuación se presentará un estudio del desarrollo del proyecto que da como resultado la factibilidad económica. Además, aquí se determinarán los recursos para el desarrollo de este y de las operaciones del sistema. Todo esto, valorado con una evaluación donde pone en manifiesto el balance de los costos del sistema y los beneficios que le brinda a la empresa la aplicación de este.

9.1 Análisis de costos - beneficios.

Este análisis permitirá hacer una comparación entre los costos que cubre la empresa con el sistema actual y los costos que tendría que cubrir con el nuevo sistema, conociendo los beneficios que ofrece la automatización de la máquina.

A través de tablas que se explicarán más adelante se mostrará de forma breve y concisa los costos de la aplicación del sistema en la parte administrativa y también una lista de los costos que trae consigo la implementación del sistema de automatización de la máquina. Luego a través de un análisis de valores se determinarán los beneficios que brinda la automatización de la máquina, estos serán presentados de forma monetaria o cuantificable.

En resumen, este análisis es una comparación de los costos del sistema actual, con los costos del nuevo sistema propuesto y la reacción directa con los beneficios.

9.1.1 Costos del sistema actual.

- **Costos generales:** Los gastos generales representan todos aquellos gastos realizados en accesorios y materiales de uso diario para el buen funcionamiento de las máquinas, la extracción del producto terminado y la realización del proceso. Son gastos relacionados con la piedra, la parte administrativa, los operadores, mecánicos, entre otros.

En la “tabla N°41” se mostrarán los gastos administrativos de los trabajadores como son prestaciones, cesantías, primas entre otros.

- **Parte administrativa:**

A continuación se mostrará el porcentaje de pagos y descuentos obligatorios del empleado. (Ver tabla N°41).

PRESTACIONES SOCIALES	PORCENTAJE	Empresa	Empleado
Cesantías.	8,33%		
Intereses sobre cesantías.	12% anual		
Prima semestral.	8,33%		
Vacaciones.	4,17%		
APORTES PARAFISCALES			
Caja de compensación familiar.	4,00%		
I.C.B.F.	3,00%		
Sena.	2,00%		
SEGURIDAD SOCIAL			
Salud.	12.5%	8.5%	4%
Pensión.	16%	12%	4
Medicina.	7,50%		
Riesgo profesional.	0,90%		
TOTAL	50,20%		

Tabla 41, Prestaciones y descuentos obligatorios.

- **Costos del personal de trabajo.**

En este punto es donde serán presentados los gastos que hace la empresa para la mantenibilidad del personal de trabajo, que son los responsables de velar por la operatividad y funcionamiento del proceso productivo de la empresa y de igual forma de la máquina.

Los gastos del personal de trabajo se mostrarán en la “tabla 42”, y en la “tabla 43” en estos estarán plasmados los gastos operacionales de la extracción de la materia prima (piedra) para la producción de la empresa. Explicar

Gastos salariales que se generar en la empresa por empleados para una sola máquina.
(Ver tabla N°42).

CARGO	CONCEPTO	Salario de 2010	\$ Tim (h)	Tim (h)	Cant.	Gasto total
OPERADOR	Salario básico mensual.	\$515.000	2.476	240	2	\$1.030.000
	Auxilio de transporte.	\$61.500			2	\$123.000
	Alimentación.	\$120.000			2	\$240.000
	Salario mensual.	\$659.500			2	\$1.319.000
	Salario anual.	\$8.358.000			2	\$16.716.000
	Prestaciones 33%	\$2.758.140			2	\$5.516.280
TÉCNICO	Salario básico mensual.	\$700.000	3.365	90	1	\$302.850
	Auxilio de transporte.	\$61.500			1	\$61.500
	Alimentación.	\$120.000			1	\$120.000
	Salario mensual.	\$484.350			1	\$484.350
	Salario anual.	\$5.182.200			1	\$5.182.200
	Prestaciones 33%	\$1.918.026			1	\$1.918.026
INGENIEROS	Salario básico mensual.	\$1.200.000	5.769	78	1	\$449.982
	Auxilio de transporte.	\$61.500			1	\$61.500
	Alimentación.	\$120.000			1	\$120.000
	Salario mensual.	\$631.482			1	\$631.482
	Salario anual.	\$7.577.784			1	\$7.577.784
	Prestaciones 33%	\$2.500.668			1	\$2.500.668
MANO DE OBRA	TOTAL SALARIOS MENSUALES	\$2.434.832				
	TOTAL SALARIOS ANUALES	\$29.475.984				
	TOTAL PRESTACIONES ANUAL	\$9.934.974				
	TOTAL COSTO MANO DE OBRA	\$41.845.790				

Tabla 42, Gasto la empresa por el personal de trabajo.

Nota: Debe tenerse en cuenta la columna de (**\$ Tim (h)**) que significa el valor de cada hora de trabajo por el salario devengado en la empresa, y (**Tim (h)**) que es el número de horas trabajadas al mes por el personal descrito en la tabla para una sola máquina.

Ahora bien se describirán los gastos operacionales que genera la máquina al cumplir con un turno de trabajo, que corresponde al procesamiento de la materia prima (la piedra coralina) para obtener los diferentes productos que ofrece la empresa. Por tanto se mencionarán los distintos gastos que se generan por causa de este proceso, a continuación en la “tabla N°43”.

	MENSUAL	ANUAL
SERVICIOS PÚBLICOS		
Energía.	\$1.500.000	\$18.000.000
Agua.	No gastos	No gastos
MANTENIMIENTO		
Mano de obra.	\$2.644.500	\$31.734.000
OBTENCIÓN DE MATERIA PRIMA		
Explotación.	\$16.800.000	\$201.600.000
Transporte.	\$1.575.000	\$18.900.000
GASTO TOTAL	\$22.519.500	\$251.234.000

Tabla 43, Gastos operacionales.

En la tabla N°44 se mostrarán los Ingresos de producción de la máquina en el 2008.

Mes	M ²	Total producido en el día	Promedio de producción por turno	Precio de M ² de Coralina	Ingreso total por mes
Enero	2.100	70	23	\$ 70.000	\$147.000.000
Febrero	1.985	66	22	\$ 70.000	\$138.950.000
Marzo	2.101	70	23	\$ 70.000	\$147.070.000
Abril	2.182	72	24	\$ 70.000	\$152.740.000
Mayo	2.005	66	22	\$ 70.000	\$140.350.000
Junio	2.033	67	22	\$ 70.000	\$142.310.000
Julio	1.948	64	21	\$ 70.000	\$136.360.000
Agosto	1.964	65	21	\$ 70.000	\$137.480.000
Septiembre	1.897	63	21	\$ 70.000	\$132.790.000
Octubre	1.768	58	19	\$ 70.000	\$123.760.000
Noviembre	1.664	55	18	\$ 70.000	\$116.480.000
Diciembre	1.524	50	16	\$ 70.000	\$106.680.000
Total M²	23.171	768	252		Ingreso total anual \$1.621.970.000

Tabla 44, Producción del 2008.

En la “figura N°77” se muestra el rendimiento de producción de la máquina VS cada mes correspondiente al año 2008. Puede notarse que la producción de cada mes no es constante, sino que desde el mes 8 que representa al mes de agosto la producción va decayendo a medida que transcurre el tiempo. También se ve que cada mes se estima una meta de producción establecida por la empresa para la máquina, esta es de 2.500 M² y en ninguno de los meses se alcanza.



Figura 77, producciones año 2008.

En la “tabla N°44” se muestran los Ingresos de producción de la máquina en el 2009.

Mes	M ²	Total producido en el día	Promedio de producción por turno	Precio de M ² de coralina	Ingreso total por mes
Enero	1.350	45	15	\$70.000	\$94.500.000
Febrero	1.215	40	13	\$70.000	\$85.050.000
Marzo	1.500	50	16	\$70.000	\$105.000.000
Abril	1.463	48	16	\$70.000	\$102.000.000
Mayo	1.430	47	15	\$70.000	\$102.410.000
Junio	1.380	46	15	\$70.000	\$100.100.000
Julio	1.345	44	15	\$70.000	\$94.150.000
Agosto	1.224	40	13	\$70.000	\$96.600.000
Septiembre	1.366	45	15	\$70.000	\$85.680.000
Octubre	1.478	49	16	\$70.000	\$95.620.000
Noviembre	1.240	41	13	\$70.000	\$86.800.000
Diciembre	1.335	44	14	\$70.000	\$93.450.000
Total M²	16.326	539	181		Ingreso total anual \$1.142.820.000

Tabla 44, Producción del 2009.

En la “figura N°78” se muestra el rendimiento de producción de la máquina VS cada mes correspondiente al año 2009. Como se puede ver en los dos primeros meses del año la

producción decae como se muestra en los últimos seis meses de la gráfica anterior que representa la producción del año 2008, en el tercer mes aumenta pero no supera la meta de producción cumplida por el mes anterior.

Lo anterior lleva a deducir que al transcurrir el tiempo la empresa no podrá con la carga de pedidos demandada por los distintos clientes que esta tiene. Esto conllevará a la acumulación de los pedidos que se presumirá compensar con la producción siguiente.

Es notable la gravedad de la situación presentada en esta empresa, pues la tendencia se ha ido encaminando a la disminución de la producción y llegará el punto en el que no se puedan compensar ni los pedidos más pequeños.



Figura 78, Producción año 2009.

Ahora, se pasará a ver la diferencia entre el año 2008 y el 2009 relacionados a la producción y gastos económicos. (Ver tabla N°46).

Mes	Año		Diferencia	Precio de M ² de Coralina	Promedio de pérdida en producción.
	2008	2009			
Enero	2.100	1.350	750	\$70.000	\$52.500.000
Febrero	1.985	1.215	770	\$70.000	\$53.900.000
Marzo	2.101	1.500	601	\$70.000	\$42.070.000
Abril	2.182	1.463	719	\$70.000	\$50.330.000
Mayo	2.005	1.430	575	\$70.000	\$40.250.000
Junio	2.033	1.380	653	\$70.000	\$45.710.000
Julio	1.948	1.345	603	\$70.000	\$42.210.000
Agosto	1.964	1.224	740	\$70.000	\$51.800.000
Septiembre	1.897	1.366	531	\$70.000	\$37.170.000
Octubre	1.768	1.478	290	\$70.000	\$20.300.000
Noviembre	1.664	1.240	424	\$70.000	\$29.680.000
Diciembre	1.524	1.335	189	\$70.000	\$13.230.000
Total M²	23.171	16.326	6.242		\$479.150.000

Tabla 46, Diferencia de la producción del 2008 y 2009.

Con todo esto se pueden comparar las producciones de los dos años (2008/2009) y así destacar los resultados obtenidos del análisis de la producción de la empresa.

Al ver la “figura N°79”, puede percibirse claramente que el año 2008 que está representado con las barras de color azul dio una producción significativa comparada a la del año 2009 ya que a medida que pasa el tiempo la máquina se deteriora más.

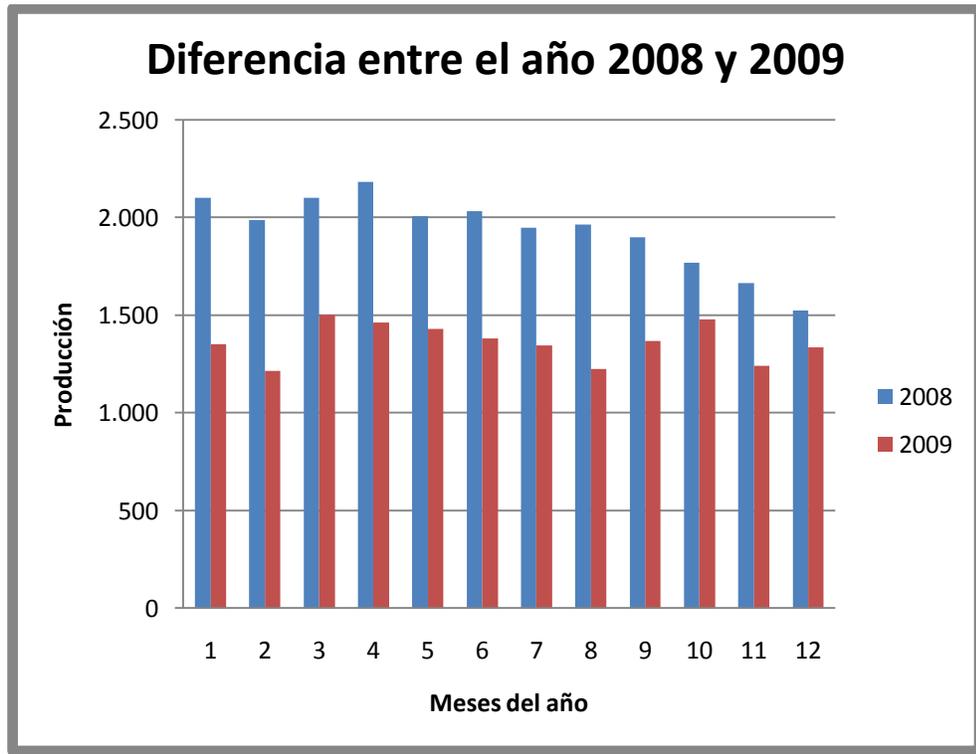


Figura 79, Diferencia de la producción de los años 2008 y 2009.

9.1.2 Costos de los materiales para la automatización de la máquina.

Como se ha mencionado anteriormente, el objetivo de este trabajo es automatizar la máquina talladora de bloque #3 que funciona dentro de la empresa Coralinas y Pisos S.A. por lo que a continuación se presentará el presupuesto de los gastos generados para la automatización. (Ver tabla N°47).

Nº	Nombre	Tipo	Cantidad	Valor unidad	Valor cantidad
1	Cable centelsa.	Número 14	50 mts	\$2.700	\$135.000
2	Finales de carrera.	Varilla flexible	8	\$65.000	\$520.000
3	Encoder eléctrico.	Rotativo 120 pulsos	1	\$380.000	\$380.000
	Contador eléctrico.	De pulso y tiempo.	1	\$650.000	\$650.000
4	Micro PLC.	Siemens logo.	1	\$420.000	\$420.000
5	Bloque de aplicación.	Siemens	1	\$180.000	\$180.000
6	Cinta aislante.	3M – N° 33	1 caja (10)	\$16.820	\$168.200
7	Pinzas o alicates con mango de goma.	Tenaza	2	\$4.000	\$8.000
8	Pinzas o alicates con mango de goma.	Con punta	2	\$6.000	\$12.000
9	Destornilladores.	Pala	2	\$13.900	\$27.800
10	Destornilladores.	Estrella	2	\$12.000	\$24.000
11	Pinza voltianperimétrica.		2	\$157.000	\$157.000
12	Felxi conduit.	5/8"	50 mts	\$3.500	\$175.000
13	Felxi conduit.	1"	50 mts	\$4.200	\$210.000
14	Felxi conduit.	1 ½ "	50 mts	\$4.600	\$230.000
15	Felxi conduit.	2"	100 mts	\$5.200	\$520.000
16	Cinta aislante.	3M –N°23	1 caja (10)	\$38.000	\$380.000
17	Varsol.	4	Litro	\$23.000	\$23.000
18	Espátulas.	2"	1	\$4.900	\$4.900
19	Espátulas.	1"	1	\$3.500	\$3.500
20	Lija.	200	2 pliego	\$1.800	\$3.600
21	Lija.	100	2 pliego	\$2.000	\$4.000
22	Caja de control.	20x30x20	1	\$100.000	\$100.000
23	Riel.	DIN	3 mts	\$5.500	\$16.500
24	Canaletas.	1"x1"	2 mts	\$7.450	\$14.900
25	Silicona.	Transparente	2	\$9.800	\$19.600
26	Cable centelsa.	2x10 AWG	15 mts	\$1.200	\$18.000
27	Pulsador.	NO	4	\$3.000	\$12.000
28	Pulsador.	NC	4	\$5.000	\$20.000
29	Selector rotativo.	3 posiciones	2	\$35.000	\$70.000
30	Mano de obra.	Técnico	3	\$ 881.500	\$ 2.644.500
31	Presupuesto de mantenimiento correctivo Talladora de Bloque N°3				\$53.929.095
				SUBTOTAL	\$ 61.080.595
				IMPREVISTOS	\$ 3.054.029
				IVA	\$ 9.772.895
				TOTAL	\$73.907.519

Tabla 47, Presupuesto para la automatización.

El principal beneficio que se obtendría después de implementar el sistema de automatización, es establecer una producción promedio de 30 a 40 metros por turno en la máquina talladora de bloque #3.

Sacando el promedio de los dos valores anteriores se obtiene que $(30+40)/2$ da un promedio de producción es 35 metros por turno. Con este valor es con el que se contará para trabajar en las condiciones ideales obtenidas por la automatización de la máquina.

Ahora bien, los gastos salariales que generaría la empresa después de automatizar la máquina serían los siguientes. (Ver tabla N°48).

CARGO	CONCEPTO	Salario de 2010	\$ Tim (h)	Tim (h)	Cant.	Gasto total
OPERADOR	Salario básico mensual.	\$515.000	2.476	104	1	\$515.000
	Auxilio de transporte.	\$61.500			1	\$61.500
	Alimentación.	\$120.000			1	\$120.000
	Salario mensual.	\$659.500			1	\$659.500
	Salario anual.	\$8.358.000			1	\$8.358.000
	Prestaciones 33%	\$2.758.140			1	\$2.758.140
TECNICO	Salario básico mensual.	\$700.000	3.365	30	1	\$100.950
	Auxilio de transporte.	\$61.500			1	\$61.500
	Alimentación.	\$120.000			1	\$120.000
	Salario mensual.	\$282.450			1	\$282.450
	Salario anual.	\$3.389.400			1	\$3.389.400
	Prestaciones 33%	\$1.118.502			1	\$1.118.502
INGENIEROS	Salario básico mensual.	\$1.200.000	5.769	26	1	\$149.994
	Auxilio de transporte.	\$61.500			1	\$61.500
	Alimentación.	\$120.000			1	\$120.000
	Salario mensual.	\$331.494			1	\$331.494
	Salario anual.	\$3.977.928			1	\$3.977.928
	Prestaciones 33%	\$1.312.716			1	\$1.312.716
MANO DE OBRA	TOTAL SALARIOS MENSUALES	\$1.273.444				
	TOTAL SALARIOS ANUALES	\$15.725.328				
	TOTAL PRESTACIONES ANUAL	\$5.189.358				
	TOTAL COSTO MANO DE OBRA	\$22.188.130				

Tabla 48, Salario de la empresa después de la automatización de la máquina.

Nota: hay que tener en cuenta la columna de (**\$ Tim (h)**) que significa el valor de cada hora de trabajo por el salario devengado en la empresa y (**Tim (h)**) que es el número de horas trabajadas al mes por el personal descrito en la tabla para una sola máquina.

Por consiguiente, se mostrarán los gastos operacionales de la máquina después de la automatización. (Ver tabla N°49).

	MENSUAL	ANUAL
SERVICIOS PÚBLICOS		
Energía.	\$1.500.000	\$18.000.000
Agua.	No gastos	No gastos
MANTENIMIENTO		
Mano de obra.	\$1.762.000	\$21.144.000
OBTENCIÓN DE MATERIA PRIMA		
Explotación.	\$16.800.000	\$201.600.000
Transporte.	\$1.575.000	\$18.900.000
GASTO TOTAL	\$21.637.000	\$259.744.000

Tabla 49, Gastos operacionales después de la automatización.

En este momento, se presentarán los ingresos de producción de la máquina con el promedio de producción proyectado “35 Mts”, en condiciones ideales (Ver tabla N°50).

Producción por mes.		Total producido en el día	Promedio de producción por turno	Precio de M ² de Coralina		Ingreso total por mes
Enero	3150	105	35	\$70.000		\$220.500.000
Febrero	3150	105	35	\$70.000		\$220.500.000
Marzo	3150	105	35	\$70.000		\$220.500.000
Abril	3150	105	35	\$70.000		\$220.500.000
Mayo	3150	105	35	\$70.000		\$220.500.000
Junio	3150	105	35	\$70.000		\$220.500.000
Julio	3150	105	35	\$70.000		\$220.500.000
Agosto	3150	105	35	\$70.000		\$220.500.000
Septiembre	3150	105	35	\$70.000		\$220.500.000
Octubre	3150	105	35	\$70.000		\$220.500.000
Noviembre	3150	105	35	\$70.000		\$220.500.000
Diciembre	3150	105	35	\$70.000		\$220.500.000
Total M²	37.800	1.260	420		Ingreso total anual	\$2.646.000.000

Tabla 50, Tabla de las condiciones ideales de la máquina.

En la “tabla N°51” se muestra la diferencia entre la producción y los gastos económicos del año 2009 y las condiciones ideales después de la automatización.

Producción en el año 2009 y de las condiciones ideales por mes.			Diferencia	Precio de M ² de Coralina	Promedio de pérdida en producción.
Año	2009	ideal			
Enero	1.350	3150	1.800	\$70.000	\$126.000.000,00
Febrero	1.215	3150	1.935	\$70.000	\$135.450.000,00
Marzo	1.500	3150	1.650	\$70.000	\$115.500.000,00
Abril	1.463	3150	1.687	\$70.000	\$118.090.000,00
Mayo	1.430	3150	1.720	\$70.000	\$120.400.000,00
Junio	1.380	3150	1.770	\$70.000	\$123.900.000,00
Julio	1.345	3150	1.805	\$70.000	\$126.350.000,00
Agosto	1.224	3150	1.926	\$70.000	\$134.820.000,00
Septiembre	1.366	3150	1.784	\$70.000	\$124.880.000,00
Octubre	1.478	3150	1.972	\$70.000	\$117.040.000,00
Noviembre	1.240	3150	1.910	\$70.000	\$133.700.000,00
Diciembre	1.335	3150	1.815	\$70.000	\$127.050.000,00
Total M²	16.326	37.800	21.474		\$1.503.180.000,00

Tabla 51, Diferencia de la producción del año 2009 VS condiciones ideales.

En la "tabla N°52" se muestra la (Δ Di) salarial antes y después de ser automatizada.

	MENSUAL			ANUAL		
	Sin A	Con A	Δ Di	Sin A	Con A	Δ Di
Gastos salariales.	2.434.832	1.273.444	1.161.388	29.475.984	15.725.328	13.750.656
Prestaciones anuales						
Sin automatización.	Con automatización.			Δ Diferencia		
9.934.974	5.189.358			4.745.616		
Total de mano de obra anuales						
Sin automatización.	Con automatización.			Δ Diferencia		
41.845.790	22.188.130			19.657.660		
	Salariales		Prestaciones anuales			
	Mensual	Anual				
GANANCIA TOTAL	1.161.388	13.750.656	4.745.616		19.657.660	
Porcentaje de la ganancia.	47.69 %	46.65 %	47.76 %			
	Ganancia	Inversión	Δ Diferencia		Porcentaje	
Δ Di de total de ganancia e inversión.		8.724.830	10.932.830		55.61 %	

Tabla 52, Diferencia salariales.

A continuación se muestra la diferencia de producción que se presenta en la comparación de los años 2008/2009 sin automatización y las metas esperadas con la automatización, que es de 35 Mts. por turno. (Ver tabla N°53).

	MENSUAL			ANUAL		
Producción 2008	Con A	Sin A	Δ Di	Con A	Sin A	Δ Di
	3150	1.930	1.219	37.800	23.171	14.629
	Mensual			Anual		
Producción 2009	Con A	Sin A	Δ Di	Con A	Sin A	Δ Di
	3150	1.360	1.790	37.800	16.326	21.474
	Mensual	Anual	Total		Total \$	
Pérdidas totales 2008	1.219	14.629	14.629			
Porcentaje de la ganancia	38.69 %	38.70 %				
	Mensual	Anual	Total		Total \$	
Pérdidas totales 2009	1.790	21.474	21.474			
Porcentaje de la ganancia	56.82 %	56.80 %				

Tabla 53, Diferencia salarial en condiciones ideales.

En la “figura N°80” se muestra la diferencia que existe entre la producción de los años anteriores y la producción que se espera obtener al automatizar la máquina, las barras azules representan la producción de la máquina en las condiciones ideales, es decir después de la automatización, las rojas representan la producción del año 2009 que es la producción más baja con respecto a la del año 2008 que se representa con las barras de color verde.

Ahora se hará una pequeña comparación de las pérdidas económicas que se generan en la empresa sin la automatización de la máquina. Puede notarse que la diferencia de producción de los dos años con respecto a las condiciones ideales es extremadamente grande y así mismo se ve afectada la parte económica de la empresa por no alcanzar las metas de producción. Los pedidos no son entregados a tiempo y esto ocasiona que los clientes no paguen o en el peor de los casos cancelen el pedido y busquen otra fuente que los dote de los que estén solicitando.

Además, lo que se busca expresar con esta gráfica es sensibilizar en que la producción debe ser constante y no con diferencia de producción tan grandes entre un mes y otro, todo esto con la finalidad de que la empresa pueda hacer proyecciones a corto y largo plazo, pueda planificar los pedidos, poder dar fechas exactas de entrega de estos y no quedar mal con sus clientes.

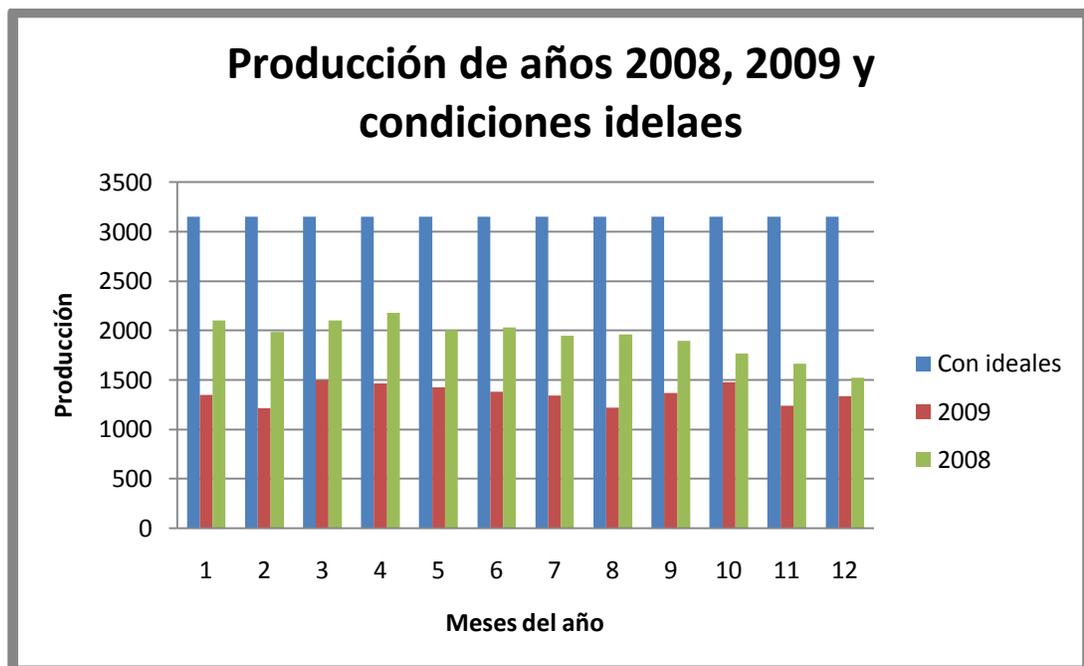


Figura 80, Producción de condiciones ideales comparadas con los años 2008 y 2009.

Por último, será presentado el presupuesto de la máquina sin condiciones ideales en caso tal que está presente daños excesivos en todo su sistema. (Ver tabla N°54).

PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO TALLADORA DE BLOQUE #3						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	VALOR CAPÍTULO
1.	Sistema Hidráulico.					
1.1	Empaquetadura del gato.	Un	1	\$550.000	\$550.000	
1.2	Instalación ruedas teflón de apoyo.	Un	8	\$205.000	\$1.640.000	
1.3	Adecuación ángulos guías.	Un	2	\$180.000	\$360.000	
1.4	Rectificación trasera alojamiento gato.	Un	1	\$750.000	\$750.000	
1.5	Mtto de Electroválvulas.	Un	3	\$345.000	\$1.035.000	
1.6	Cambio de Orings a tuercas sujeción.	Un	2	\$45.000	\$90.000	
1.7	Mtto Bomba Hidráulica.	Un	1	\$450.000	\$450.000	
1.8	Mtto válvula de control.	Un	1	\$250.000	\$250.000	
1.9	Mtto a ventilador de refrigeración.	Un	1	\$150.000	\$150.000	
						\$5.275.000
2.	Sistema De Corte Horizontal.					
2.1	Rectificación flanche superior.	Un	1	\$365.000	\$365.000	
2.2	Rectificación porta retenedor inferior.	Un	1	\$245.000	\$245.000	
2.3	Adecuación de Graseras.	Un	2	\$12.000	\$24.000	
2.4	Cambio de rodamiento y retenedores.	Un	3	\$550.000	\$1.650.000	
						\$2.284.000
3.	Sistema De Corte Vertical					
3.1	Adecuación lluvia del disco.	Un	1	\$45.000	\$45.000	
3.2	Adecuación guarda de seguridad correas.	Un	1	\$450.000	\$450.000	
3.3	Adecuación de Graseras.	Un	2	\$12.000	\$24.000	
3.4	Mtto guarda seguridad Disco.	Un	1	\$45.000	\$45.000	
3.5	Rectificación de poleas.	Un	2	\$480.000	\$960.000	
3.6	Cambio de rodamientos y retenedores.	Un	2	\$425.000	\$850.000	
						\$2.374.000
4.	Tablero Eléctrico					
4.1	Canaletas.	Un	2	\$75.000	\$150.000	
4.2	Marquilla para cables.	Un	2	\$15.000	\$30.000	
4.3	Lija 400	Un	10	\$800	\$8.000	
4.4	Varsol.	Gal	2	\$7.000	\$14.000	
4.5	Encoder movimiento vertical.	Un	1	\$350.000	\$350.000	
4.6	Contador movimiento vertical.	Un	1	\$650.000	\$650.000	
4.7	Indicadores de luces.	Un	6	\$20.000	\$120.000	
						\$1.322.000
5.	Sistema de enfriamiento					
5.1	Corregir fugas de agua.	Un	1	\$145.000	\$145.000	
						\$145.000
6.	Sistema de subida y bajada					
6.1	Instalación acoples cadena.	Un	12	\$115.000	\$1.380.000	

6,2	Cambio de rodamientos a de cardan.	Un	6	\$145.000	\$870.000	
6,3	Instalación freno de motor.	Un	1	\$750.000	\$750.000	
6,4	Mtto a motor.	Un	1	\$450.000	\$450.000	
6,5	Reforzar estructura superior.	Un	1	\$ 950.000	\$ 950.000	
6,6	Fabricación tuercas traseras.	Un	2	\$ 1.850.000	\$3.700.000	
6,7	Rectificación tornillos traseros.	Un	2	\$ 1.450.000	\$2.900.000	
6,8	Mtto a reductores.	Un	4	\$ 245.000	\$ 980.000	
6,9	Rectificación soportes de nivelación.	Un	4	\$480.000	\$1.920.000	
						\$13.900.000
7.	Coche Porta Piedra					
7,1	Mtto a rodamientos.	Un	24	\$10.000	\$240.000	
						\$240.000
8.	Sistema de avance					
8,1	Rectificación de bancada.				\$2.300.000	
8,2	Cambio de platinas anti desgaste.				\$1.500.000	
8,3	Adecuación de lubricadores.				\$1.000.000	
						\$4.800.000
9.	Movimiento Transversal					
9,1	Rectificación de columnas.	Un	4	\$2.000.000	\$8.000.000	
9,2	Fabricación de escaleras de rodillos.	Un	2	\$940.000	\$1.880.000	
9,3	Fabricación de piñones cardan.	Un	2	\$845.000	\$1.690.000	
9,4	Rectificación de cremalleras.	Mts	10	\$180.000	\$1.800.000	
9,5	Adecuación de puestos de apoyo cardan.	Un	2	\$250.000	\$500.000	
9,6	Cambio de caucho acople reductor.	Un	1	\$15.000	\$15.000	
						\$13.885.000
10.	Mtto General					
10,1	Poliamida Verde.	Gal	7	\$115.000	\$805.000	
10,2	Brochas de 3"	Un	6	\$5.000	\$30.000	
10,3	Thiner.	Gal	3	\$7.000	\$21.000	
10,4	Tornillería varia mas cableado.	Un	1	\$940.000	\$940.000	
10,5	Soldadura 6011 - 1/8	Kg	15	\$5.500	\$82.500	
10,6	Grata tipo copa de 5"	Un	3	\$55.000	\$165.000	
10,7	Waype.	Un	1	\$360.000	\$360.000	
10,8	Oxigeno.	Un	2	\$90.000	\$180.000	
10,9	Gas.	Un	1	\$45.000	\$45.000	
						\$2.628.500
SUB TOTAL						\$44.569.500
IMPREVISTOS						\$2.228.475
IMPUESTO						\$7.131.120
TOTAL						\$53.929.095

Tabla 55, Presupuesto general de la máquina sin condiciones ideales.

CONCLUSIONES

- Se obtuvo el diseño de un circuito de control para la máquina cumpliendo con los ciclos de trabajo de ella para así lograr una mayor eficiencia en la producción de la empresa y en la reducción de los costos operacionales relacionados con el incremento de los ingresos.
- También se pudo notar que la automatización no es generadora de desempleo sino que ésta elimina muchas de las tareas de alto riesgo como son; las tareas pesadas, con alto índice de peligrosidad que ponen en riesgo la integridad física del ser humano. A su vez se desarrolló un breve análisis de las principales ideas que regulan el desarrollo de las distintas actividades en la empresa, así como la tendencia a la disminución del riesgo de accidentes en la máquina con los operadores y también el desarrollo tecnológico que hace énfasis en el aumento permanente de la tasa de producción de la empresa obteniendo ganancias muy significativas.
- Además se notó que con un bajo presupuesto y poca mano de obra se pueden alcanzar mejoras significativas a nivel de productivo, económico y empresarial.
- La conclusión inicial en el área de mantenimiento es que se puede llegar fácilmente al desarrollo productivo de una empresa, a la creación de nuevos enfoques tecnológicos, visualizando diversos escenarios competitivos donde la parte administrativa y de mantenimiento tengan la necesidad de aprender novedosos métodos de trabajo.
- También se puede concluir que con la implementación del P.M.P., la máquina contará con un programa de control y supervisión de los distintos daños ocasionados durante el transcurso de sus actividades, para así dar la solución a estos y prevenir que ocasionen un daño de mayor gravedad.

- De igual forma se resaltó en el área de mantenimiento la importancia del P.M.P. como herramienta de seguridad laboral, ya que la mayoría de los accidentes ocurridos dentro de una empresa son ocasionados por imperfecciones o deterioros de los equipos en los que se pudo haber prevenido el daño. Además, cabe resaltar que dentro de las actividades de mantenimiento se debe tener las áreas y ambiente de trabajo en las mejores condiciones como son: un adecuado orden, limpieza, iluminación, etc. Esto también hace parte del mantenimiento preventivo.
- Por otro lado puede destacarse que las actividades de mantenimiento no solo pueden ser desarrolladas por el departamento de mantenimiento, sino que también por todos los trabajadores de la empresa independientemente del departamento al que pertenezcan, para así concientizar a cada uno de estos y mantener los equipos, herramientas y maquinarias en las mejores condiciones impulsando así el desarrollo de la responsabilidad y sentido de pertenencia del trabajador hacia la empresa.
- Después de hacer el análisis económico, la diferencia de producción de los años anteriores es bastante significativa, comparándola con la condición ideal. Este representa las pérdidas económicas que tiene la empresa por el mal manejo del presupuesto económico por parte del departamento administrativo, ya que este le da prioridades a otros gastos no tan necesarios y no a los que en realidad lo merecen.

RECOMENDACIONES

El sistema de automatización de la máquina TALLADORA DE BLOQUE MODELO PEDRINI M 535, ha sido diseñado exclusivamente para el control de los ciclos de trabajo de esta máquina, para la reducción de riesgos laborales con los operadores y también para disminuir los costos elevados de mantenimiento.

Pero si se busca mejorar las condiciones de trabajo de esta máquina se puede orientar la automatización a un nivel superior como es el de la supervisión de la máquina y su manipulación por computador, para así poder controlar y proteger algunos parámetros de la máquina.

Ahora podría hacerse énfasis en cada uno de esos parámetros, para llevar un control de los mismos respecto al estado en el que se encuentran. Los parámetros son: la alta presión de aceite en las mangueras de control, las válvulas de distribución del aceite, las altas temperaturas del aceite, el nivel del aceite, el desgaste de las cremalleras, tornillos sin fin, reductores y otros dispositivos de control que hacen que la máquina transmita potencia. También se busca controlar los niveles de agua que entran para hacer el corte de la piedra, la velocidad del corte de la máquina y muchos otros parámetros que hagan de esta máquina un equipo eficiente y seguro a la hora de trabajar en ella.

Esto se hará posible con la implementación de sensores que determinen el caudal de la máquina, de termocuplas para medir la temperatura, de sensores para medir el nivel del aceite y el desgaste de las partes más críticas mencionadas con anterioridad y de un sensor de velocidad. Todos estos dispositivos de control serán manipulados por medio del computador motriz que estará ubicado en una cabina desde donde se controlará absolutamente todo.

Teniendo toda esta información preliminar se podrá seleccionar el software más adecuado para la supervisión y control de este ya que el FLUID SIM solo ayudó a hacer la

simulación mas no a realizar el control y la supervisión de los ciclos de trabajo de la máquina, unos de los softwares recomendados para este tipo de trabajos son LABVIEW y WINCC 32 SIEMENS, que son los más compatibles con este tipo de PLC.

Para finalizar, es importante mencionar que lo que se quiere lograr con todo esto, es buscar los recursos para la automatización general de la empresa. Empezar con cada una de las máquinas ya que también presentan el mismo principio de trabajo, además se creará un cuarto de control llamado “bunker o cuarto de control” de máquinas para que sea una sola persona capacitada la encargada de la manipulación y control de todas las máquinas principales de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS.

- BALCELLS Josep, ROMERA José Luis. Autómatas Programables.1^{ra} Edición, 1997.
- CRANE. Flujo de fluidos en válvulas, accesorios y tuberías. División de Ingeniería México: McGraw Hill.1992.
- ACEVEDO Netto E., J.M. y ACOSTA Álvarez Guillermo. Manual de Hidráulica, México: Harla, 1975.
- ELIZONDO Ana, PIEDRA Luis, NÚÑEZ Mauricio. Introducción a los Controladores Lógicos Programables (PLC), Escuela de Ingeniería Eléctrica. Departamento de Automática Facultad de Ingeniería, 2º Semestre de 2003.
- HUGH Jack. Automating Manufacturing Systems with PLCs. Version 5.0, Mayo 4 de 2007.
- INACAP (Universidad Nacional de Chile), Manual de hidráulica y neumática, material didáctico, 2001.
- INMAR José. Proyecto de Mantenimiento Hospitalario. Manual de Procedimientos Estandarizados para Mantenimiento. Noviembre de 1998.
- GONZÁLEZ Gómez Juan. Circuitos y Sistemas Digitales. Departamento de Electrónica y Comunicaciones. Universidad Pontificia de Salamanca en Madrid Versión 0.3.7. Octubre de 2002.

- MANDADO Pérez Enrique, PÉREZ López Serafín, ACEVEDO Jorge, FERNANDEZ Silva Celso, ARMESTO Quiroga José. Autómatas Programables, Entorno y Aplicaciones. 2007.
- MC. NICKLE L.S Jr. Hidráulica Simplificada. 3ª edición. 1972.
- PIEDRAFITA Moreno Ramón. Ingeniería de la Automatización Industrial. 2ª Edición. 2000.
- RICARDO Mayo Bayón, Universidad de Oviedo, Dpto. de electrónica, Artículo de Autómata Programable Visión General, pdf.1999.
- SIFONTES Colocho Juan Francisco, Manual de mantenimiento preventivo programado. 3ª edición. 1996.
- SIEMENS, Manual PLC´s LOGO estandar.1990.
- S.I.M.A, (Servicio integrado de mantenimiento). Artículos de Mantenimiento planificado, Mantenimiento Preventivo, pdf.1986.
- WISLER Horace W., WOODBURN Chester O., G. James. Hidráulica KING. México, Trillas. 1980.

PAGINAS WEB

- Apuntes de Ingeniería. Actuadores Hidráulicos Industriales. www.elprisma.com.
- Cibernética y Robótica, www.taringa.net/posts/info/1900047
- Industria-Ingeniería. Trabajos16. www.monografias.com.
- Industrial Sistemas Inteligentes UT2 UNI3300. Pdf. www.profesores.frc.utn.edu.ar.

- Instalación y Mantenimiento de Sistemas Informáticos. Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión. www.cyfuss.com.
- Máquinas de Estirado con Cálculos Diferentes. www.rincondelvago.com.

GLOSARIO

A Interfaz AS: Son conexiones que permiten incrementar el número de entradas y salidas en el PLC, trabajando así de manera esclavas.

Adherencia: Es la capacidad de la unión de un líquido con una superficie en la cual se está deslizando o este se encuentra.

ASCII, comunicación: ASCII (American Standard Code for Information Interchange — *Código Estadounidense Estándar para el Intercambio de Información*), son códigos utilizados para el cambio de información.

Autómata programable o PLC: Un autómata programable industrial (API) o Programmable logic controller (PLC), es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales.

Automatización: La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.

Bloque: Es una piedra o un fragmento de roca mayor, que puede ser movido por procesos mecánicos naturales como las corrientes de agua, los movimientos de tierra o la fuerza de la gravedad en las laderas suficientemente inclinadas.

Bornes (Conector): Es un conector de los componentes de sujeción con forma para recibir y sujetar los cables del PLC.

Bunker o cuarto de control: Un **búnker** (plural **búnkeres**, del alemán *Bunker*) es un cuarto o lugar donde se controla a nivel tecnológico la producción de una planta o empresa.

Bus de ampliación para la conexión: Es un sistema digital que transfiere datos entre los componentes de un ordenador o entre ordenadores.

Capilaridad: Es una propiedad de los líquidos que depende de su tensión superficial (la cual a su vez, depende de la cohesión), que le confiere la capacidad de subir o bajar por un tubo capilar.

Desgaste: El desgaste es el daño de la superficie por remoción de material de una o ambas superficies sólidas en movimiento relativo. Es un proceso en el cual las capas superficiales de un sólido se rompen o se desprenden de la superficie.

Coche porta disco: Es el carro o armazón que permite el avance de los discos y también se encarga de soportar los discos vertical, horizontal y sus motores.

Cohesión: Es la fuerza de atracción entre moléculas que mantienen unidas las partículas de una sustancia.

Cremallera: Es un mecanismo aplicado a los engranajes que constituyen en una barra con dientes la cual es considerada como un engranaje de diámetro infinito y un engranaje de diente recto de menor diámetro. Sirve para transformar un movimiento de rotación del piñón en un movimiento lineal de la cremallera. Quizás la cremallera más conocida sea la que equipan los tornos para el desplazamiento del carro longitudinal.

Esclavo PROFIBUS-DP: Son conexiones unificadas con todo los componentes del sistema garantizando una simultaneidad en todo el sistema.

Estándar internacional 1131- 3 de especificados en la IEC: Norma IEC 1131-3 es el primer esfuerzo real para normalizar los lenguajes de programación usados en automatización industrial.

Fuente de alimentación: Es la encargada de Convertir la tensión alterna de la red de suministro en una o varias tensiones, prácticamente continuas, que alimentan los distintos circuitos del aparato electrónico al que se conectan todo los dispositivos que se deseen alimentar.

Hot swapping: hace referencia a la capacidad de algunos componentes hardware para sufrir su instalación o sustitución sin necesidad de detener o alterar la operación normal de la computadora donde se alojan.

La interfaz punto a punto PPI, MPI (esclavo): Son conexiones que ayudan a hacer una comunicación de manera integrada con el PLC y una CPU o computadora.

Mantenibilidad: Propiedad de un sistema que representa la cantidad de esfuerzo requerido para conservar su funcionamiento normal o para restituirlo una vez se ha presentado un evento de falla.

Mecanizar: Es un proceso de fabricación que comprende un conjunto de operaciones de conformación de piezas mediante remoción de material ya sea por arranque de viruta o por abrasión.

Microprocesador: Es el microchip más importante en una computadora, se le considera el cerebro de una computadora.

MEMORIA EEPROM: (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) Memoria de sólo lectura programable y borrable eléctricamente. Chip de memoria que retiene su contenido sin energía. Puede borrarse, tanto dentro del computador como externamente.

Optimización: Consiste en la selección de unas series de alternativas de trabajos que son empleadas para que una tarea se realice más rápidamente.

Piedra Coralina: La Piedra Coralina es una roca calcárea, de origen metamórfico. Es de apariencia rústica por la presencia de poros de diferentes tamaños y profundidades, incluso llegando a atravesar el producto de lado a lado. Es de color beige pero con tonalidades entre crema y café claro.

Piñones: Es un mecanismo utilizado para transmitir potencia de un componente a otro al interior de una máquina. Los engranajes están formados por dos ruedas dentadas, de las cuales la mayor se denomina corona y el menor piñón. Un engranaje sirve para transmitir movimiento circular mediante contacto de ruedas dentadas.

Relé de latch: El módulo de sistema LATCH es un dispositivo auxiliar diseñado para permitir fácil y fiable de armado / desarmado del componente y también es utilizado para realizar operación de control.

Simulador: Es un programa que permite la simulación de un sistema, reproduciendo así su comportamiento. Los simuladores reproducen sensaciones que en realidad no están sucediendo.

Sistema neumático: Es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos.

Talladora de bloque: Es una máquina dedicada a la fabricación y producción de piedras naturales como los mármoles, granitos, piedras areniscas, pizarras, calizas, etc.

Tensión Superficial: Es la cantidad de energía necesaria para aumentar su superficie por unidad de área. Esta definición implica que el líquido tiene una resistencia para aumentar su superficie.

Tensiones nominal: Es el voltaje indicado en el equipo o artefacto eléctrico con el cual se trabaja.

Tesela: Son piezas cortadas de forma cúbica, hechas de piedras calcáreas o materiales de vidrio o cerámicas, muy cuidadas y elaboradas, pueden ser de distintos tamaños.

Válvula: Es un dispositivo mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos o gases mediante una pieza movable que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos.

Válvula solenoide: Las válvulas de solenoide permiten un control on-off mediante variaciones de corriente eléctrica en su bobina.

Viscosidad: Propiedad de un fluido que tiende a oponerse a su flujo cuando se le aplica una fuerza. Los fluidos de alta viscosidad presentan una cierta resistencia a fluir; los fluidos de baja viscosidad fluyen con facilidad.