



**Implementación del diagrama de fuerza y control para controlar una prensa
hidráulica de 1000 toneladas en la empresa Ecuamatrix.**

Llambo Rivera, Anthony David

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación.

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en
Automatización e Instrumentación

Ing. Proaño Cañizares, Zahira Alexandra

15 de febrero del 2022

Latacunga



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN AUTOMATIZACIÓN E
INSTRUMENTACIÓN

Certificación

Certifico que la monografía, “**Implementación del diagrama de fuerza y control para controlar una prensa hidráulica de 1000 toneladas en la empresa Ecuamatriz**” fue realizado por el señor **Llambo Rivera, Anthony David** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 15 de febrero 2022



Firmado electrónicamente por:
ZAHIRA ALEXANDRA
PROAÑO CAÑIZARES

Ing. Proaño Cañizares, Zahira Alexandra
C.C.: 0502272131



Llambo Anthony revision_2.docx

Scanned on: 13:57 February 15, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



Total Words in Text

Identical Words	617
Words with Minor Changes	0
Paraphrased Words	215
Ommited Words	14



Website | Education | Businesses



Firmado electrónicamente por:
ZAHIRA ALEXANDRA
PROANO CAÑIZARES

Proaño Cañizares, Zahira Alexandra
C.C.: 0502272131



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN AUTOMATIZACIÓN E
INSTRUMENTACIÓN

Responsabilidad de autoría

Yo, **Llambo Rivera, Anthony David**, con cédula de ciudadanía N°1805406111 declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **"Implementación del diagrama de fuerza y control para controlar una prensa hidráulica de 1000 toneladas en la empresa Ecuamatriz."** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, práctico, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 15 de febrero 2022

Llambo Rivera, Anthony David

C.C.:1805406111



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN AUTOMATIZACIÓN E
INSTRUMENTACIÓN

Autorización de publicación

Yo, **Llambo Rivera, Anthony David**, con cédula de ciudadanía N° 1805406111, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **Implementación del diagrama de fuerza y control para controlar una prensa hidráulica de 1000 toneladas en la empresa Ecuamatrix** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 15 de febrero 2022

Llambo Rivera, Anthony David

C.C.:1805406111

Dedicatoria

Este trabajo lo conseguí en base al esfuerzo y persistencia, superando varios obstáculos y poniendo en práctica cada uno de los valores que mi familia me ha inculcado. Por eso quiero dedicar este trabajo con todo el cariño y el amor sincero que puede haber hacia mi abuelita Mónica Patricia Rivera, mi tío Roberto Rivera y mi hermana Madeleine Llambo que siempre me han ayudado y motivado a seguir adelante a pesar de los momentos en los que he querido tirar la toalla, sé que ellos fueron el pilar fundamental de apoyo para que este proyecto se haga realidad.

A mis amigos, con los cuales he compartido varios momentos de alegría y de tristeza quienes estuvieron en los momentos de caídas y glorias dándome apoyo para seguir adelante día a día a pesar de las dificultades, porque todo se puede y todo se logra si se cuenta con persistencia y constancia.

Agradecimiento

A mi familia, por haberme guiado en todos estos años de vida, por enseñarme a no rendirme y persistir hasta llegar a la meta deseada; a mis amigos y conocidos que me han ayudado a crecer como persona y ser humano.

De igual manera, gracias a los maestros que tuvieron la paciencia y la vocación de enseñar con la única finalidad de compartir sus conocimientos, gracias a todos aquellos que tuvieron fé en mí, quienes siempre estuvieron presentes dándome su apoyo moral.

A la empresa Ecuamatrix, por brindarme los recursos y herramientas para llevar a cabo el proyecto. A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por los conocimiento y herramientas compartidos a lo largo de la carrera.

Tabla de contenido

Carátula.....	1
Certificación.....	2
Reporte de verificación de contenido	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento	7
Tabla de contenido.....	8
Índice de figuras.....	11
Índice de Tablas.....	13
Resumen.....	14
Abstract.....	15
Introducción	16
Tema.....	16
Antecedentes.....	16
Planteamiento del problema.....	16
Justificación.....	17
Objetivos	17
<i>Objetivo general.....</i>	17
<i>Objetivos específicos.....</i>	17
Alcance.....	18

Marco teórico	19
Prensa Hidráulica	19
Ventajas de utilizar una prensa hidráulica.....	19
Aplicaciones de la prensa hidráulica	19
Sistema hidráulico y neumático	20
<i>Neumática</i>	<i>20</i>
<i>Ventajas de la neumática.....</i>	<i>20</i>
<i>Desventajas de la neumática.....</i>	<i>21</i>
<i>Hidráulica.....</i>	<i>21</i>
<i>Ventajas.....</i>	<i>21</i>
<i>Desventajas.....</i>	<i>21</i>
Sistema de control.....	21
<i>Tipos de sistemas de control</i>	<i>22</i>
<i>Sistemas de control automático.....</i>	<i>22</i>
<i>Sistemas de control manual.....</i>	<i>22</i>
<i>Componentes de un sistema Hidráulico.....</i>	<i>23</i>
<i>Sensores, transductores y transmisores.....</i>	<i>24</i>
<i>Clasificación de los sensores.....</i>	<i>25</i>
<i>Controladores.....</i>	<i>26</i>
<i>Actuadores.....</i>	<i>27</i>
<i>Válvula mantenedora de presión.....</i>	<i>31</i>
<i>Motor</i>	<i>32</i>
Automatización.....	35

	10
<i>Automatismos cableados</i>	36
<i>Automatismos programados</i>	37
<i>Elementos de maniobra</i>	38
Protecciones.....	42
<i>Tipos de protecciones</i>	42
Centro de control de motores.....	45
Esquemas eléctricos.....	48
<i>Esquema o diagrama unifilar</i>	52
<i>Esquema desarrollado</i>	53
Desarrollo del tema propuesto.....	53
Operación del proceso.....	54
Diseño del tablero de control.....	56
Dimensionamiento de los elementos para la conexión del motor.....	57
<i>Cálculo de la protección (C)</i>	57
<i>Cálculo del alimentador (D)</i>	57
Diseños del circuito de control	58
<i>Lista de dispositivos</i>	59
Implementación.....	60
Conclusiones y Recomendaciones.....	64
<i>Conclusiones</i>	64
<i>Recomendaciones</i>	64
Bibliografía.....	65
Anexos.....	68

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Sistema de control en lazo abierto.</i>	23
Figura 2 <i>Clasificación de los sensores.</i>	25
Figura 3 <i>Final de carrera.</i>	26
Figura 4 <i>Cilindro de simple efecto.</i>	28
Figura 5 <i>Cilindro de doble efecto.</i>	28
Figura 6 <i>Válvula mantenedora de presión.</i>	31
Figura 7 <i>Bornera de conexión de motor trifásico de "Jaula de Ardilla" (Plata).</i>	33
Figura 8 <i>Conexión estrella – triangulo (Plata).</i>	33
Figura 9 <i>Datos de placa de un motor eléctrico.</i>	34
Figura 10 <i>Estructura de un sistema automatizado</i>	36
Figura 11 <i>Pulsadores.</i>	38
Figura 12 <i>Paro de emergencia.</i>	39
Figura 13 <i>Contactores.</i>	40
Figura 14 <i>Contactores auxiliares.</i>	41
Figura 15 <i>Relés electromagnéticos.</i>	41
Figura 16 <i>Breaker o disyuntor electromagnético.</i>	43
Figura 17 <i>Partes del relé térmico</i>	43
Figura 18 <i>Fusible.</i>	45
Figura 19 <i>Diagrama unifilar de un CCM</i>	46
Figura 20 <i>Plano del circuito de fuerza.</i>	51
Figura 21 <i>Plano del circuito de control.</i>	52

Figura 22 <i>Diseño del tablero de control</i>	56
Figura 23 <i>Diseño del circuito de control</i>	59
Figura 24 <i>Gabinete metálico</i>	60
Figura 25 <i>Colocación de regletas</i>	60
Figura 26 <i>Circuito de control de la maquinaria</i>	61
Figura 27 <i>Tablero de control</i>	62
Figura 28 <i>Conexión eh identificación de los elementos de control del tablero</i>	62
Figura 29 <i>Vista frontal del tablero de control</i>	63

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Partes de la placa de un motor.</i>	34
Tabla 2 <i>De los dispositivos de protección de circuitos de motores</i>	47
Tabla 3 <i>Letras identificación de dispositivos</i>	49
Tabla 4 <i>Entrada de válvulas y contactores con la acción que producen.</i>	55
Tabla 5 <i>Dispositivos instalados.</i>	59

Resumen

El presente trabajo consiste en el diseño del circuito de control y de fuerza incluido el dimensionamiento de los dispositivos para armar un tablero de control que controlará el funcionamiento de una prensa de 1000 toneladas, utilizado para fabricar gabinetes metálicos en la industria Ecuamatrix Cía. Ltda. Para realizar la implementación, primero se identificó los datos de placa del motor para seleccionar las protecciones y conductores. Una vez seleccionadas las protecciones pasamos a realizar los planos de fuerza y de control de la prensa. Para diseñar los planos de fuerza y de control se trabajó en conjunto con el equipo de mecánicos de la empresa debido a que son los que conocen la secuencia correcta de operación de los cilindros neumáticos que comandan dicha prensa. Una vez comprobado, utilizando un software de simulación, que el circuito de control funcionan de la manera deseada se procedió a ensamblar el tablero de control utilizando selectores, pulsadores, paro de emergencia donde la posición en la tapa del tablero fue decidida una vez se aprobó el diseño del tablero. Internamente, se colocó canaletas para dirigir los cables de forma ordenada. Además, los elementos están identificados y marcados según se muestra en el plano del circuito de control. El funcionamiento fue comprobado con el ingeniero de mantenimiento que aprobó la construcción.

Palabras clave:

- **TABLEROS ELÉCTRICOS**
- **DISEÑO DE PROTECCIONES ELECTRICAS**
- **DISEÑO DE PLANOS DE FUERZA Y DE CONTROL**
- **PRENSA HIDRÁULICA DE 1000 TONELADAS**

Abstract

The present work consists of the design of the control and force circuit, including the sizing of the devices to build a control panel that will control the operation of a 1000 ton press, used to manufacture metal cabinets in the industry Ecuamatrix Cía. Ltda. To carry out the implementation, first the data of the motor plate to select the protections and contactors. Once you have selected the protections we went on to make plans of force and control of the press. To design the force and control plans were worked on together with the company's team of mechanics because they are the ones who know the correct sequence of operation of pneumatic cylinders who command said press. Once verified, using simulation software, that the control circuit work as desired proceeded to assemble the control board using selectors, pushbuttons, emergency stop where the position on the board cover it was decided once the board design was approved. Internally, gutters were placed to direct cables neatly. In addition, the elements are identified and marked as shown on the control circuit plane. The operation was verified with the engineering of maintenance approved construction.

Keyword:

- **ELECTRICAL PANELS**
- **DESIGN OF ELECTRICAL PROTECTIONS**
- **DESIGN OF FORCE AND CONTROL PLANS**
- **1000 TONS HYDRAULIC PRESS**

Capítulo I

1. Introducción

1.1. Tema

Implementación del diagrama de fuerza y control para controlar una prensa hidráulica en la empresa Ecuamatrix.

1.2. Antecedentes

Ecuamatrix Cía. Ltda. es una empresa que se desarrolla en el sector metalmeccánico que se especializa en el diseño, fabricación y comercialización de productos de metal y plástico.

Actualmente la empresa necesita implementar una prensa hidráulica con la finalidad de poder incrementar la producción de su producto más vendido que son las cajas protectoras de medidores de luz. Pero no se dispone del circuito de control y de fuerza de esta maquinaria.

Para la resolución de este problema se propone la creación e implementación de un tablero de mando que pueda abarcar con el circuito de control y fuerza de esta maquinaria. Para ello se utilizará elementos de maniobra y accionamiento como son los interruptores termo magnéticos, borneras, regletas, pulsadores, etc.

1.3. Planteamiento del problema

La empresa Ecuamatrix Cía. Ltda. presenta el problema de no poder solventar el nivel necesario de producción debido a que recibe una gran cantidad de pedidos los sobrepasan en gran cantidad su nivel de producción.

1.4. Justificación

Al realizar este proyecto se va a incrementar la capacidad productiva de la empresa Ecuamatrix Cía. Ltda. a través de la creación e implementación de un tablero de control mediante planos de fuerza y de control que accionan y controlan una prensa utilizada para la creación de moldes metálicos. El impacto a corto plazo será de incrementar notablemente la producción de las cajas metálicas de los medidores de luz para posteriormente poder solventar toda la cantidad de pedidos que la empresa tiene anualmente. El tablero de control cuenta con una estructura metálica resistente adecuada para el trabajo pesado que se realiza en la empresa, así mismo este tablero contará con todas las medidas de protección para la maquinaria y para el operador de la misma. Como resultados podemos mencionar que se van a incrementar la producción anual de la empresa facilitando y mejorando el tiempo de producción de cada caja eléctrica.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Implementar el diagrama de fuerza y de control para controlar la prensa hidráulica de 1000 toneladas utilizando elementos de maniobra y contactores en la empresa Ecuamatrix.

1.5.2. Objetivos específicos

- Investigar la operación del proceso donde la prensa hidráulica se instalará para diseñar el diagrama de fuerza y de control.
- Determinar las características eléctricas de la prensa hidráulica para dimensionar los dispositivos a utilizarse.

- Armar el tablero de control y de fuerza para determinar el correcto funcionamiento.

1.6. Alcance

En el presente trabajo se va a realizar creando primero un plano de fuerza y de control acorde con las necesidades de la prensa. Posteriormente con esos planos se va a construir un panel eléctrico y luego se comprobará su funcionamiento y si realmente realiza las operaciones esperadas. Este tablero está destinado a ser propiedad de la empresa Ecuamatrix Cía. Ltda.

Capítulo II

2. Marco teórico

2.1. Prensa Hidráulica

Las prensas hidráulicas funcionan con el principio de Pascal. Esta maquinaria es una herramienta muy en el desarrollo de la industria tiene como finalidad dar una forma deseada de forma permanente o incluso cortar un determinado material, mediante la aplicación de una carga. Consiste de un bastidor que sostiene una bancada y un pistón, una fuente de potencia, y un mecanismo para mover el pistón linealmente y en ángulos rectos con relación a la bancada (Barba Muños, 2011).

2.2. Ventajas de utilizar una prensa hidráulica

Estas máquinas son capaces de una producción rápida, ya que el tiempo de funcionamiento necesario para una sola carrera del pistón, además del tiempo necesario para la alimentación de el material, hay prensas que pueden producir 600 piezas por minuto o más. Por lo tanto, se puede obtener costos bajos al momento de producción, esta característica la hace ideal para la producción en masa. Son ampliamente utilizadas en la manufactura de piezas para automóviles, en donde es notable observar el trabajo de una prensa de gran tamaño que de un solo golpe produce el techo de un automóvil cuya forma puede ser no tan sencilla y que sale de la prensa sin una falla (Shugulí Paredes, 2006).

2.3. Aplicaciones de la prensa hidráulica

La función de esta máquina, en la industria Ecuamatrix, es realizar cajas metálicas para contener los medidores de energía eléctrica. Primero, los operadores cortan una plancha grande de acero en varios pedazos pequeños de acuerdo al tamaño de la caja metálica que se va a construir.

Segundo, estas planchas pasan a la prensa donde el operador coloca la plancha de acero en la cavidad de la prensa, acciona la prensa para que el pistón baje y aplaste la plancha metálica para que esta obtenga la forma y el tamaño deseado de la caja a construir. Tercero, el pistón regresa a su posición original y el operador retira la caja metálica de la prensa. Cuarto, colocamos la caja metálica en otra prensa para cortar los bordes sobrantes de la caja metálica. Finalmente, la caja metálica pasa por un proceso de pintado y ensamblado de piezas faltantes en la caja para después ser almacenada y distribuida.

2.4. Sistema hidráulico y neumático

2.4.1. Neumática

El aire comprimido se refiere al estudio del movimiento del aire. Los sistemas neumáticos proporcionan un cilindro accionado neumáticamente y un movimiento accionado por motor y se utilizan en herramientas, válvulas de control, posicionadores, martillos neumáticos, pistolas para pintar, motores neumáticos, sistemas de empaquetado, elevadores, herramientas de impacto, prensas neumáticas, robots industriales, vibradores, frenos neumáticos, etc (Solé Creus, 2007).

2.4.2. Ventajas de la neumática

Posee facilidad de almacenamiento, es abundante, es fácil de transportar, soporta diferentes tipos de temperaturas, posee una alta velocidad de trabajo (hasta 60m/min), aprueba de sobrecarga en los actuadores (Fernandez, 2013).

2.4.3. Desventajas de la neumática

Requiere preparación, fuerza limitada, presión de trabajo máxima 7 bar, produce ruido en el escape, es compresible no soporta velocidades bajas, tiene costos asociados (Instalación, operación y mantenimiento) (Fernandez, 2013).

2.4.4. Hidráulica

La hidráulica utiliza principalmente fluido hidráulico como presión para mover los pistones dentro del cilindro. Los sistemas hidráulicos se aplican comúnmente en equipos móviles como maquinaria de construcción, excavadoras, elevadores, equipos de elevación y transporte, maquinaria agrícola y simuladores de vuelo. (Solé Creus, 2007).

2.4.5. Ventajas

Alto ahorro de energía con componentes pequeños, posicionamiento preciso, arranque con cargas pesadas, movimiento lineal independiente de la carga de fluidos casi incompresibles y control de fluidos, se pueden usar, controlar y ajustar válvulas operables y reversibles, y disipación de calor adecuada (Solé Creus, 2007).

2.4.6. Desventajas

Contaminación, peligro de incendio, explosión y accidente en caso de derrame de aceite, sensibilidad a la suciedad, peligro de sobrepresión, la temperatura depende del cambio de viscosidad (Solé Creus, 2007).

2.5. Sistema de control

Es un sistema formado por un conjunto de elementos que intentan controlar otros sistemas. Su objetivo es completar de manera eficiente las tareas y tareas asignadas. Para ello, deben actuar constantemente contra los errores. Estos sistemas son muy

útiles en la vida moderna debido a su capacidad para procesar información de forma automática. (Sasir, 2021).

2.5.1. Tipos de sistemas de control

Existen dos tipos de sistemas de control, el sistema de control manual y el sistema de control automático. Los sistemas de control pueden desarrollarse de la siguiente manera, no obstante, a medida que se realicen nuevos descubrimientos, es posible que la lista crezca (Sasir, 2021).

2.5.2. Sistema de control automático

Son robots que realizan operaciones precisas, rápidas e independientes. Miden los datos y los comparan con la salida. Se enmarcan en sistemas de lazo cerrado donde la salida controlada la proporciona la entrada y se pueden realizar comparaciones. (Sasir, 2021).

- **Sistema de lazo cerrado**

El sistema de control de retroalimentación también se conoce como sistema de control de bucle cerrado. En la práctica, los términos control de retroalimentación y control de lazo cerrado se usan indistintamente. En un sistema de control de circuito cerrado, la señal de error de disparo, que es la diferencia entre la señal de entrada y la señal de retroalimentación, se envía a la unidad de control. El control de circuito cerrado siempre se refiere al uso de un procedimiento de control de retroalimentación para reducir las fallas del sistema (Ogata, 2010).

2.5.3. Sistema de control manual

Este tipo de prueba se realiza manualmente en el mismo lugar donde se encuentra la máquina. Este es el comando más simple y conocido y se usa comúnmente para arrancar motores pequeños con voltaje nominal. Este tipo de control generalmente se

usa con el fin de arrancar y detener el motor. El control manual se caracteriza por el hecho de que el operador debe mover un interruptor o presionar un botón para realizar cualquier cambio en las condiciones de funcionamiento de la máquina o dispositivo en cuestión (Callapiña).

- **Sistema de control lazo abierto**

El sistema en el que la salida no afecta el proceso de control se denomina sistema de control de bucle abierto. En otras palabras, en un sistema de control de bucle abierto, la salida no se mide ni se devuelve para compararla con la entrada.

Figura 1

Sistema de control en lazo abierto.



Nota. En la figura 1 podemos observar un ejemplo de un sistema de control en lazo abierto.

2.5.4. Componentes de un sistema Hidráulico

De forma general, un sistema neumático, hidráulico o eléctrico se compone básicamente de: Elementos primarios de control, elementos finales de control y de un controlador. Dentro de los elementos primarios de control se puede mencionar los sensores, transmisores. Los elementos finales de control son conocidos también como actuadores estos pueden ser bombas, válvulas (de corredera o de asiento) y los actuadores ya sean lineales (pistón) o de rotación (motor hidráulico, actuador de giro o pinzas) (Castañeda, 2013).

2.5.5. Sensores, transductores y transmisores

- **Sensores**

Un sensor se define como un dispositivo de entrada que provee una salida manipulable de la variable física medida (Ramírez, Abarca, & Carreño, 2014).

- **Transductores**

Un transductor se define como un dispositivo capaz de convertir una variable física en otra variable en otro dominio. Por esta definición, se puede decir que el transductor es parte de un sensor o actuador. Por lo tanto, en general, se dice que el transductor cambia la variable física medida en una señal eléctrica (Ramírez, Abarca, & Carreño, 2014).

- **Transmisores**

Los transmisores, también conocidos como transductores, se utilizan para convertir cantidades físicas ordinarias en señales eléctricas. Es decir, los sensores se utilizan principalmente en instrumentos de medición electrónicos. Sin embargo, existen varios tipos, como transmisores de temperatura o transmisores de presión. La conversión produce señales normales, como 4-20 mA. (Testo Be sure, s.f.).

2.5.6. Clasificación de los sensores

Figura 2

Clasificación de los sensores.



Nota. En la imagen 2 podemos apreciar la clasificación de los sensores y entre todos estos podemos resaltar los sensores que vamos a ocupar que son los de todo o nada.

2.5.7. Sensor todo o nada (ON/FFO)

Este tipo de controlador, también conocido como todo o nada, utiliza un algoritmo simple para verificar solo si una variable de proceso está por encima o por debajo de un determinado punto de ajuste. En la práctica, la variable manipulada o la señal de control en el controlador cambia entre "totalmente encendido" o completamente apagado, sin ningún estado intermedio. Este tipo de estimulación provoca un control incorrecto de la variable de proceso, siendo un ejemplo muy común el control de

temperatura mediante termostatos en acondicionadores de aire. El termostato activa el aire frío si la temperatura está (ON) por encima de la referencia o punto de consigna y lo apaga (OFF) cuando la temperatura es inferior (o igual) al punto de consigna (Villajulca, s.f.).

- **Finales de carrera:** Elementos de control utilizados para activar o desactivar los actuadores.

Figura 3

Final de carrera.



Nota. Se aprecia un fin de carrera, este es utilizado como contactos abiertos o cerrados, en este trabajo se lo utiliza como controlador de un ciclo de funcionamiento de la prensa y como accionado del relé de tiempo que se utiliza como medida de protección para que el pistón no baje de inmediato protegiendo al operador en caso de haber doble golpe.

2.5.8. Controladores

En un sistema de control el controlador se encarga de modificar las variables de salida (actuadores) en función de las variables de entrada (sensores, elementos de maniobra). Esta acción puede realizarse de forma cableada o utilizando dispositivos denominados controladores. Los motores eléctricos pueden ser controlados para que trabajen a sus valores de velocidad normal directamente por contactores magnéticos o también por intermedio de circuitos electrónicos complejos que pueden permitir en

ciclos cerrados o abiertos la regulación de su velocidad. En la actualidad se utiliza con mucha frecuencia los convertidores o variadores de frecuencia.

2.5.9. Actuadores

Un disparador es un dispositivo que combina un motor eléctrico y un reductor que le permite operar cualquier dispositivo para realizar un movimiento o acción específica. Por ejemplo, se utilizan en la industria para accionar válvulas de compuerta, válvulas y, en general, diversos elementos que transfieren un estado de proceso a proceso o de proceso a proceso. El actuador eléctrico es la parte que almacena los datos de la válvula y la carrera y luego esta información es procesada por la unidad de control, que es precisamente la parte encargada de conectarlos y desconectarlos según sea necesario (Rubio, s.f.).

2.5.10. Actuadores Hidráulicos

Los actuadores hidráulicos son dispositivos automáticos que funcionan directamente con aceite o agua, de baja presión (250-500 psi) y alta presión (600-5000 psi), utilizan agua de plantas de tratamiento, aceites hidráulicos industriales y aceites biodegradables, utilizados para la automatización de puertas, bolas, válvulas macho y mariposa. (Intesista, s.f.).

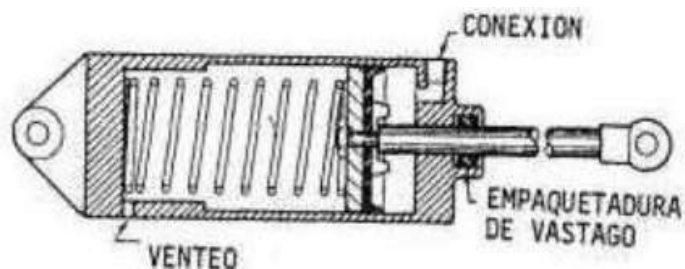
Los actuadores son cilindros en línea. Por lineal queremos decir que el producto de un cilindro es movimiento o fuerza o ambos en línea recta. Los actuadores hidráulicos se usan a menudo cuando se necesita energía y son fáciles de instalar con neumáticos. Sin embargo, la plomería requiere mucho equipo en términos de energía, así como mantenimiento de rutina (Barba Muños, 2011).

De manera general, los actuadores se pueden clasificar en 2 tipos: cilindro hidráulico de simple y de doble acción (Barba Muños, 2011).

Cilindros de Simple efecto. Cuando es necesaria la aplicación de fuerza en un solo sentido. El fluido es aplicado en la cara delantera del cilindro y la opuesta conectada a la atmosfera como en la figura 4 (Barba Muños, 2011).

Figura 4

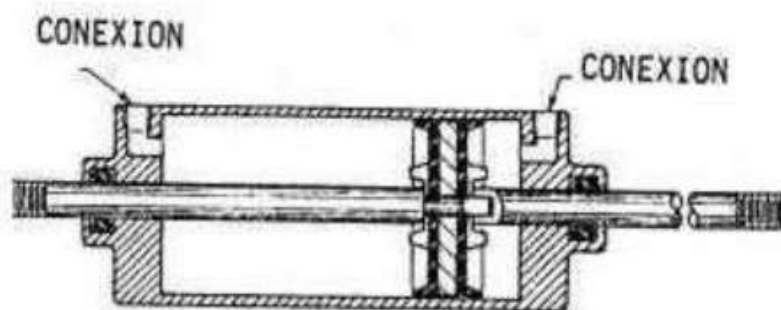
Cilindro de simple efecto.



Nota. El cilindro de doble efecto. Esta configuración es deseable cuando se necesita que el desplazamiento volumétrico o la fuerza sean iguales en ambos sentidos.

Figura 5

Cilindro de doble efecto.



Nota. En la figura 5 podemos apreciar cómo está compuesto un cilindro de doble efecto.

2.5.11. Actuadores Eléctricos

Un disparador es un dispositivo que combina un motor eléctrico y un reductor que le permite operar cualquier dispositivo para realizar un movimiento o acción específica. Por ejemplo, se utilizan en la industria para accionar válvulas de compuerta, válvulas

y, en general, diversos elementos que transfieren un estado de proceso a proceso o de proceso a proceso. El actuador eléctrico es la parte que almacena los datos de la válvula y la carrera y luego esta información es procesada por la unidad de control, que es precisamente la parte encargada de conectarlos y desconectarlos según sea necesario. Por lo tanto, un actuador es generalmente un dispositivo capaz de convertir una forma de energía en un proceso que se activa como resultado. Aquí es donde se originó su nombre. Su objetivo es lograr este efecto en un proceso automatizado. La consola recibe comandos del operador y genera una respuesta desde la consola para activar el último elemento como la puerta (Instrumentacion digital, s.f.).

- **Bombas**

Las bombas hidrostáticas o de desplazamiento positivo son los elementos destinados a transformar la energía mecánica en hidráulica, suministrando un caudal al sistema hidráulico. Se destaca la palabra caudal porque la bomba hidráulica produce movimiento de líquido o caudal (en nuestro caso aceite) pero no genera presión. Es decir, si la bomba no está conectada a un circuito, una vez activada proporcionará un caudal a presión real de cero, pero al estar conectada a un circuito donde el caudal debe superar la presión generada por la tubería, válvulas y actuadores, su misión sigue siendo la de suministrar caudal, independientemente de la presión que el líquido tenga que vencer (Castañeda, 2013).

- **Válvulas**

Las válvulas son elementos que se utilizan en las redes presurizadas para regular ya sea presión, caudal, o simplemente el paso de agua o aire, existen válvulas de diferentes tipos y accionadas en forma manual, hidráulica y eléctricas (Varas, 2000).

Son de tres tipos principalmente:

- Válvulas direccionales clásicas.
- Válvulas de regulación, control y bloqueo.
- Válvulas insertables o válvulas lógicas.

Las válvulas direccionales son los elementos que se encargan de abrir o cerrar paso al fluido hidráulico además de poder producir un cambio de dirección y sentido del mismo (Castañeda, 2013).

Para la válvula de cierre, la más utilizada es la clásica válvula unidireccional. Lo único que hace este tipo de válvula es permitir que el aceite fluya en una dirección y bloquearlo en la dirección opuesta. (Castañeda, 2013).

Las válvulas de regulación son de dos tipos:

- De regulación de flujo.
- De regulación de presión.

Las primeras regulan el flujo de aceite permitiendo, por ejemplo, es lo más habitual, ajustar la velocidad de los actuadores ya que la velocidad de avance o retroceso del pistón depende del caudal que entre y salga de sus cámaras (Castañeda, 2013).

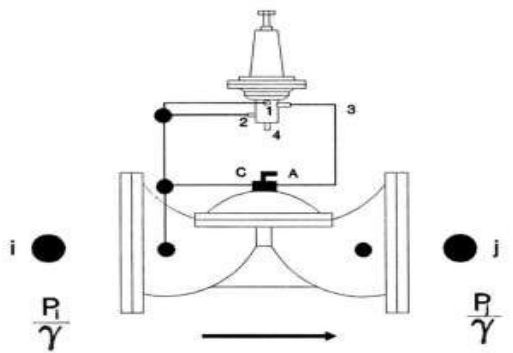
La válvula de control de presión se utiliza para controlar la presión de funcionamiento. En todos los sistemas hidráulicos siempre hay una válvula reguladora de presión a la salida de la bomba que, además de poder controlar la presión máxima de trabajo requerida, protege la bomba de presiones potencialmente altas que pueden dañarla (Castañeda, 2013).

2.5.12. *Válvula mantenedora de presión*

La función de la válvula de mantenimiento de presión es "mantener" la presión actual de la válvula durante períodos de tiempo aproximadamente constantes, independientemente de los cambios de presión que se produzcan aguas abajo. Se seleccionan en función de los parámetros establecidos del reductor de presión. La posición de las válvulas mantenedoras de presión debe comprobarse previo estudio del funcionamiento de todo el elemento de la red, para diferentes condiciones de funcionamiento, utilizando técnicas de análisis hidráulico de la red a presión. Se utilizan en redes de riego para asegurar el suministro en las zonas más difíciles de la red (Varas, 2000).

Figura 6

Válvula mantenedora de presión.



Nota. En la imagen numero 6 podemos ver una válvula mantenedora de presión esta válvula como su nombre lo dice nos permite mantener la presión en un conducto para que la fuerza inicial ejercida no se pierda.

2.5.13. Motor

El motor a utilizar es un motor trifásico de 75 HP. Por su velocidad de giro, los motores de corriente alterna se clasifican en sincrónicos y asincrónicos.

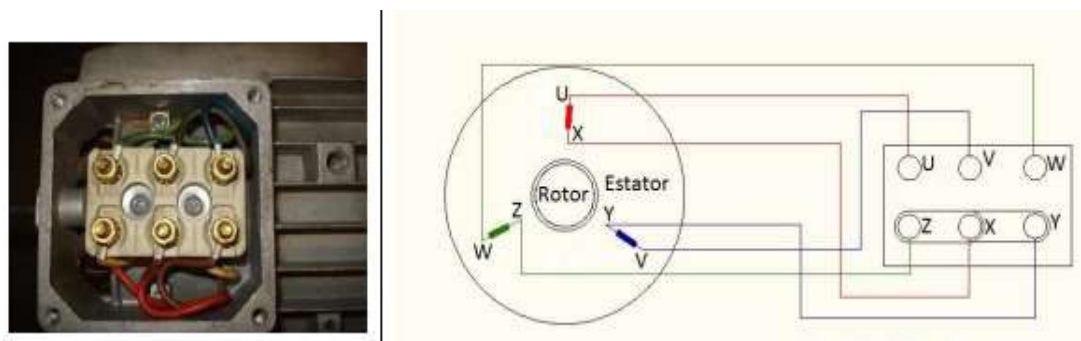
- Un motor síncrono se caracteriza por el hecho de que la velocidad de rotación del campo magnético del estator es igual a la velocidad de rotación del campo magnético inducido en el rotor (la velocidad del rotor). Se llama síncrono porque los dos campos magnéticos funcionan de forma síncrona, siempre que la carga no sea excesiva y asíncrona. Este motor tiene la ventaja de que su velocidad de giro es proporcional a la frecuencia de la red de corriente alterna que lo alimenta. (50 o 60 Hz) (Plata).

- En los motores Asincrónicos la velocidad del campo magnético giratorio producido por el estator es mayor que la velocidad de giro del rotor. No están sincronizadas.

Son los más usados a nivel industrial. Motor asincrónico trifásico: posee 3 grupos de bobinas en el estator, que permiten 2 tipos de conexiones en sistemas trifásicos: conexión triángulo y conexión estrella. El rotor está conformado por un bobinado fijo en cortocircuito (rotor jaula de ardilla), es decir, sin bornes de conexión, en el cual se induce la corriente provocada por el campo rotante del estator (Plata).

Figura 7

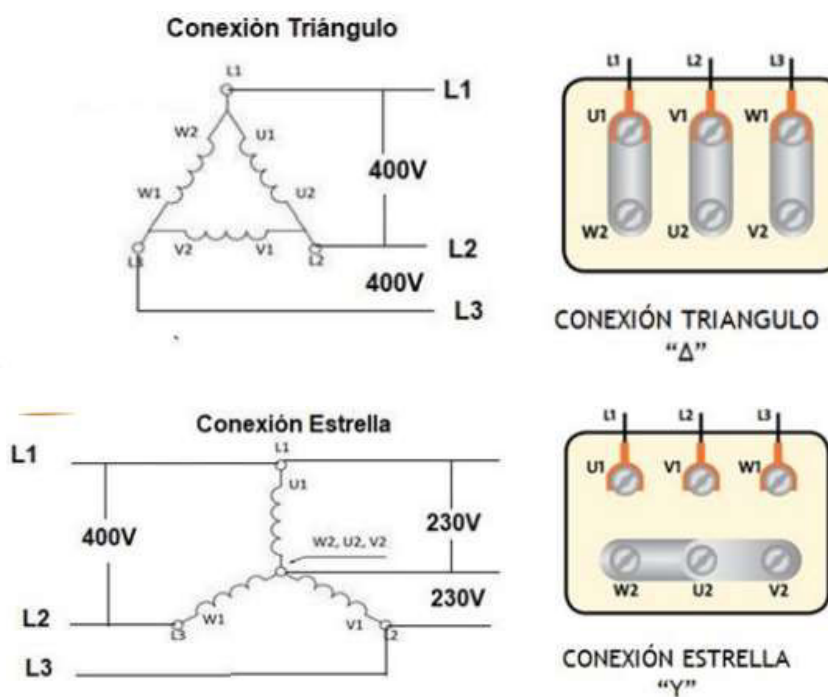
Bornera de conexión de motor trifásico de "Jaula de Ardilla" (Plata).



Nota. En la imagen superior podemos apreciar la conexión de un motor de "Jaula de Ardilla"

Figura 8

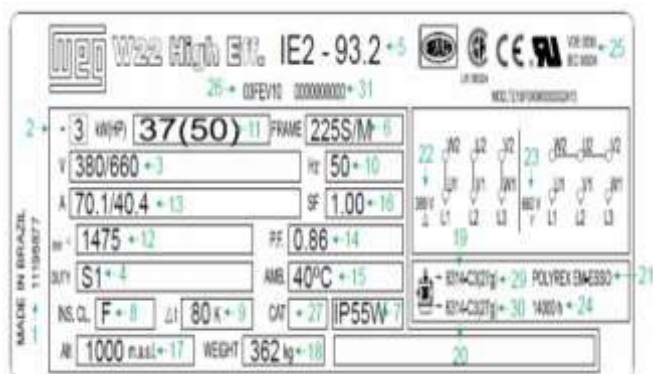
Conexión estrella – triángulo (Plata).



Nota. En figura 8 podemos apreciar las 2 conexiones mas comunes para los arranques de motores.

Figura 9

Datos de placa de un motor eléctrico



Nota. El dato de placa de un motor, como se muestra en la figura, contiene los valores nominales de trabajo del motor.

Tabla 1

Partes de la placa de un motor.

Partes de la placa de un motor			
1	Código de motor	2	Número de fases
3	Tensión nominal de operación	4	Régimen de servicio
5	Eficacia	6	Tamaño de la carcasa
7	Grado de protección	8	Clase de aislamiento
9	Temperatura de la clase de aislamiento	10	Frecuencia
11	Potencia nominal del motor	12	Velocidad nominal del motor en RPM
13	Corriente nominal de operación	14	Factor de potencia
15	Temperatura ambiente máxima	16	Factor de servicio
17	Altitud	18	Peso del motor

Partes de la placa de un motor			
19	Especificación del rodamiento delantero	21	Tipos de cargas de los rodamientos
20	Especificaciones del rodamiento trasero	24	Intervalo de lubricación en horas
23	Diagrama de conexión para tensión de arranque	22	Diagrama de conexión para tensión nominal
25	Certificaciones	26	Fecha de fabricación
27	Categoría de par	28	Número de serie
29	Cantidad de grasa en el rodamiento delantero	30	Cantidad de grasa en el rodamiento trasero

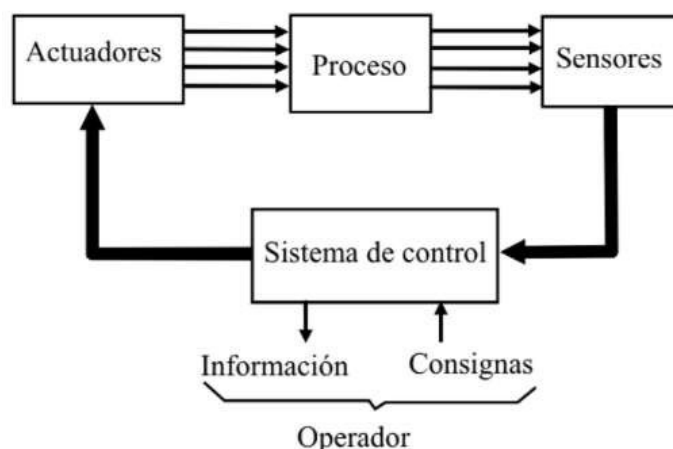
Nota. En la tabla superior podemos ver todas las partes por las que están compuestas una placa de motor.

2.6. Automatización

Por sistema automático (máquina o proceso) entendemos un sistema que es capaz de responder automáticamente (sin intervención del operador) a los cambios que se producen en él, y de realizar la acción adecuada para realizar la función para la que fue diseñado. (Sanchis Llopis Roberto, 2010).

Figura 10

Estructura de un sistema automatizado



Nota. En la figura 10, se observa la estructura de un sistema automatizado.

En función de la tecnología empleada para la implementación de sistemas de control, se puede distinguir entre automatismos cableados y automatismos programados (Sanchis Llopis Roberto, 2010).

2.6.1. Automatismos cableados.

Según Llopis (2010), los automatismos cableados se implementan por medio de uniones físicas entre los elementos que forman el sistema de control (por ejemplo, contactores y relés unidos entre sí por cables eléctricos y elementos de maniobra). La estructura de conexionado entre los distintos elementos da lugar a la función lógica que determina las señales de salida en función de las señales de entrada. Se pueden distinguir tres tecnologías diferentes:

- Fluídica (neumática o hidráulica).
- Eléctrica (relés o contactores).
- Electrónica estática (puertas lógicas y biestables).

Los inconvenientes fundamentales de los automatismos cableados son:

- Ocupan mucho espacio.
- Son muy poco flexibles. La modificación o ampliación es difícil.
- Solo permiten funciones lógicas simples.
- No sirven para implementar funciones de control o de comunicación complejas.

Las ventajas de los automatismos cableados son:

- Pueden ser muy robustos.
- Bajo coste para sistemas muy sencillos.
- Es una tecnología muy fácil de entender por cualquier operario.

En general se puede afirmar que los automatismos cableados solo tienen utilidad para resolver problemas muy sencillos (por ejemplo, un arranque estrella triángulo de un motor de inducción) (Sanchis Llopis Roberto, 2010).

2.6.2. Automatismos programados.

Se implementan por medio de un programa que se ejecuta en un microprocesador.

Las instrucciones de este programa determinan la función lógica que relaciona las entradas y las salidas (Sanchis Llopis Roberto, 2010). Se pueden distinguir 3 formas de implementación:

Autómata programable industrial. Es un equipo electrónico programable en un lenguaje específico, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial procesos secuenciales (Sanchis Llopis Roberto, 2010).

Ordenador (PC industrial). Son ordenadores compatibles con los PC de sobremesa en cuanto a software, pero cuyo hardware está especialmente diseñado para ser robusto en entornos industriales (Sanchis Llopis Roberto, 2010).

Microcontrolador. Son circuitos integrados programables ("chips"), que consisten en un microprocesador, memoria y los periféricos necesarios. Para utilizarlo se suele diseñar una placa electrónica específica de la aplicación, que incluye el propio microcontrolador y los circuitos electrónicos de interfaz necesarios para poder conectar los sensores y actuadores. (Sanchis Llopis Roberto, 2010).

2.6.3. Elementos de maniobra

Son dispositivos que nos permiten abrir o cerrar circuitos cuando sea. Son:

Pulsadores: Elementos eléctricos utilizados para accionar y desactivar los movimientos de la máquina, estos tienen unos bloques con contactos que son normalmente abiertos (NO) o normalmente cerrados (NC) (Ramírez, 2017).

Figura 11

Pulsadores.



Nota. Los pulsadores son comúnmente usados en la elaboración de tableros de control para activar o desactivar secuencias actuadores (Ramírez, 2017).

- **Paro de emergencia o interruptor tipo “seta”**

La máquina debe estar parada para evitar cualquier peligro para las personas o para la propia máquina. El movimiento de marcha atrás o el frenado no deben ser obstruidos. Además de lo especificado para el interruptor de desconexión, debe proporcionar:

Poder de corte suficiente para poder desconectar con la intensidad del motor de mayor potencia en estado (AC-3) bloqueado, más la carga de todos los demás receptores en servicio normal (AC-3 6 In) - Apertura forzosa de los contactos (IEC 204).

Figura 12

Paro de emergencia.



Nota. Los paros de emergencia son ocupados por norma en la entrada de los circuitos para cortar de forma rápida la alimentación.

2.6.4. Contactores

Dispositivo energizado por interacción electromagnética, por medio de una bobina de alambre, que permite que la corriente fluya a través de él, creando un campo magnético que cierra los contactos. (Ramírez, 2017).

Figura 13

Contactores.



Nota. Los contactores son muy ocupados en control industrial, pero para ello se debe poner el tamaño adecuado y para hacer una correcta selección hay que tener en cuenta factores como:

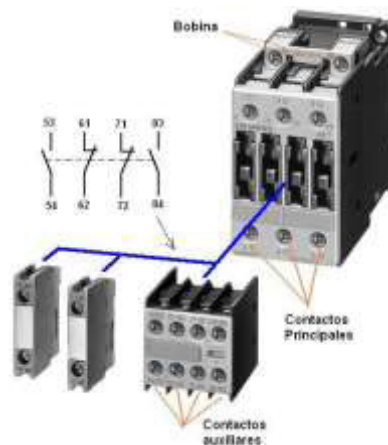
- Tensión y corriente del motor
- Cantidad de accionamientos
- Tipo de conexión y arranque del motor
- Tipo de accionamiento de la bobina (PLC o pulsadores)
- Si va hacer utilizado solo para potencia o control o para ambos casos.

2.6.5. Contacto auxiliar

Estos son los bloques que se suelen instalar en el conector a la hora de utilizar sus contactos, para poder activar más dispositivos dentro de la centralita. (Ramírez, 2017).

Figura 14

Contactores auxiliares.



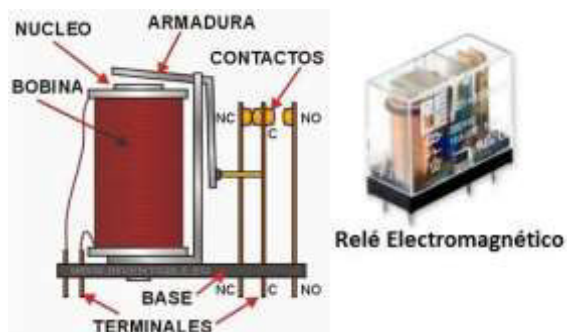
Nota. Se ilustra un bloque auxiliar con 1 contacto NC y NO, pero estos también vienen en presentación de 2 contactos NC y NO, en caso de que sea necesario accionar más dispositivos de manera simultánea cuando se accione el contactor (Ramírez, 2017).

2.6.6. Relés

Un relé es un dispositivo electromagnético, que consiste principalmente en un electroimán (hierro dulce) llamado núcleo, rodeado por una bobina de cobre que, al inducir una corriente eléctrica, genera un campo magnético en el núcleo y esto permite conmutar una serie de circuitos abiertos o contactos cerrados (CTO) (Contreras & Sánchez, 2010).

Figura 15

Relés electromagnéticos.



Nota. El relé brinda una ventaja esencial a la hora de implementar un tablero de control, esta radica en que gracias a la separación eléctrica que existe entre la corriente que acciona la bobina y la corriente de los contactos, se puede trabajar con altas tensiones y corrientes, aunque se tenga tensiones pequeñas en la bobina (Ramírez, 2017).

2.7. Protecciones

En En ingeniería eléctrica, la protección del sistema eléctrico se utiliza para evitar que los equipos o sistemas se destruyan debido a una falla que simplemente podría comenzar y luego propagarse sin control de manera compleja. serie. El sistema de protección debe aislar la parte donde ocurre la falla, tratar de perturbar la red lo menos posible, reducir el daño al equipo defectuoso, reducir la posibilidad de incendio, reducir el peligro para las personas y reducir el riesgo de incendio.

2.7.1. Tipos de protecciones.

Las protecciones a utilizarse dentro de un circuito eléctrico están relacionadas con el dispositivo o elemento de éste, que se va a proteger. Los sistemas de protección de un sistema de potencia se componen generalmente de los siguientes elementos:

- **Transformadores de instrumentos:**

Reducen las señales de voltaje y corriente correspondientes a valores apropiados que se pueden conectar a las entradas de los relés de protección. Los transformadores de corriente y tensión entran en esta categoría. Este dispositivo es la interfaz entre el sistema eléctrico y el relé de protección.

Figura 16

Breaker o disyuntor electromagnético.



Nota. Se aprecia el breaker o disyuntor, cuando existe una corriente eléctrica que sobrepase el valor nominal de este elemento, el automáticamente se abre impidiendo el paso de corriente y protegiendo la máquina o sistema (Ramírez, 2017).

- **Relés Térmicos:** Son dispositivos que se emplean para proteger los actuadores eléctricos, tales como motores AC contra sobrecargas que generan altas temperaturas que afectan el funcionamiento de estos, de tal forma que cuando se eleva la temperatura sus contactos auxiliares se des energicen e impidan daños mayores en el sistema (Armijo & Moyolema, 2011).

Figura 17

Partes del relé térmico



Nota. En la parte superior se puede apreciar un relé térmico con sus partes, estos son elementos que poseen características singulares tales como:

- Permite prolongar la vida útil de los motores, impidiendo que estos trabajen en condiciones de calentamiento.
- Impide el paro de maquinaria por daño en las bobinas de los motores.
- Permite arrancar de forma manual el motor después de un disparo, con tan solo presionar el botón reset.
- Poseen contactos auxiliares que permiten maniobrar demás dispositivos.

En algunas partes del sistema de distribución se utilizan válvulas para medir e interrumpir la falla. Las fallas pueden ocurrir en cualquier lugar, como fallas en el sistema, conectores de la línea de alimentación que se caen o quedan expuestos, interruptores que funcionan incorrectamente o cortocircuitos y circuitos abiertos. Los dispositivos de protección se instalan con el fin de proteger la propiedad y garantizar la corriente.

- **Fusibles**

En electricidad se denomina fusible a un dispositivo que consta de un soporte especial y un fusible o placa de metal o aleación de bajo punto de fusión que se introduce en algún punto de la instalación eléctrica para que se funda (por el efecto Joule). Cuando la corriente eléctrica (por cortocircuito o sobrecarga) supera un cierto valor puede comprometer la integridad de los conductores del sistema y generar riesgo de incendio o destrucción de otros componentes.

Figura 18

Fusible.



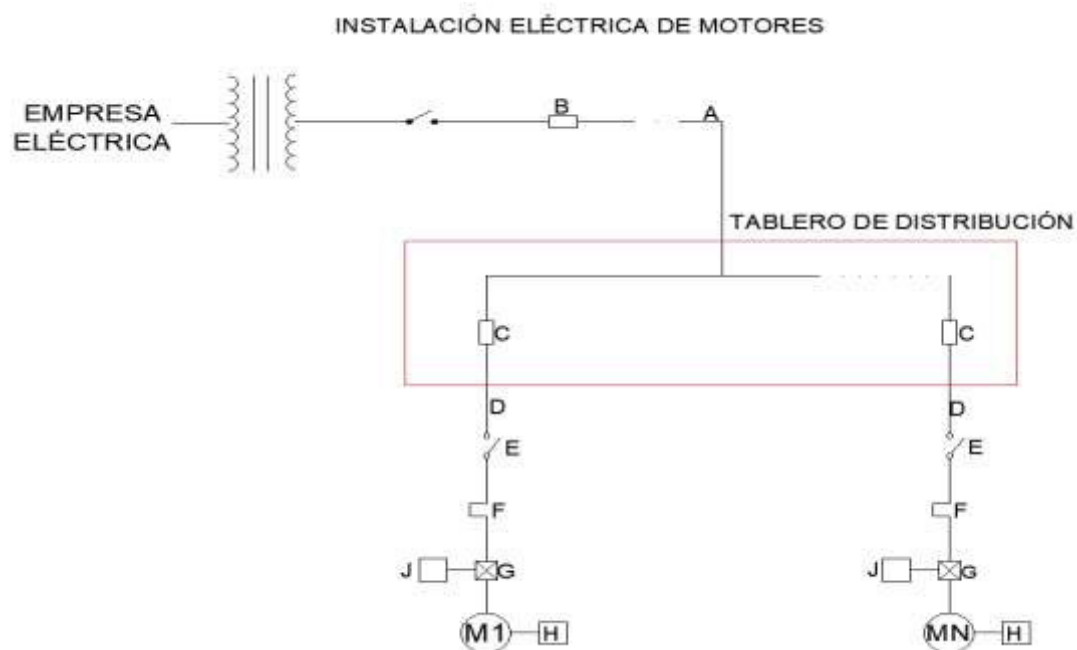
Nota. Los fusibles son muy ocupados como medidas de protección estos cuando existe un exceso de corriente se rompen internamente cortando el flujo de la corriente estos en cierto punto de los circuitos han sido reemplazados por breakers ya que los breakers nos permiten proteger el circuito y subirlo de nuevo en caso de que salte el breaker lo que no se puede hacer con el fusible que en caso de accionamiento hay que reemplazarlo por uno nuevo.

2.8. Centro de control de motores

Un centro de control de motores (MCC) es por definición un tablero que controla, controla y protege circuitos cuya carga es principalmente motores y utiliza contactores y relés como componentes de control. Consiste en un arreglo o grupo de varios arrancadores ensamblados en un gabinete autoportante o un tablero de control común, para proteger un determinado grupo de actuadores, esto también permite que la automatización realice ciertas operaciones a través del cableado interno.

Figura 19

Diagrama unifilar de un CCM



El cálculo de cada uno de los conductores o dispositivos mostrados en figura 19, se detalla a continuación:

- A: Alimentador al tablero de distribución

$$I_A = 1.25I_{pc}(\text{motor mas grande}) + \sum_{n=1}^{\infty} I_{pcn}$$

(1)

- B: Protección del alimentador

$$I_B = I_{arranque}(\text{mayor corriente de arranque}) + \sum_{n=1}^{\infty} I_{pcn}$$

(2)

- C: Protección del circuito derivado (fusible o interruptor termomagnético)

Tabla 2

Valores o ajustes máximos de los dispositivos de protección de circuitos derivados de motores no señalados con letra de código

Tipo de motor	% de la intensidad de plena carga	
	Ajuste del interruptor	
	Calibre del fusible	Tipo temporizado
Monofásico, todos los tipos	300	250
Jaula de ardilla síncronos (arranque a plena tensión, con resistencia)	300	250
Jaula de ardilla y síncronos (arranque por autotransformador)		
No más de 30 A	250	200
Mas de 30 A	200	200
Jaula de ardilla de resistencia elevada		
No más de 30 A	250	200
Mas de 30 A	200	200
Rotor bobinado	150	150
Corriente continua		
No más de 50 HP	150	150
Mas de 50 HP	150	150
Sellado (tipo hermético)		
Compresor de refrigeración 400KVA o menos con rotor bloqueado	175	175

Nota. La tabla 2, muestra las letras de identificación de los elementos y dispositivos en el circuito de control y de fuerza de acuerdo a la normalización IEC (La Norma Internacional IEC 61082).

- D: Alimentador del motor

$$I_D = 1.25I_{pc}$$
(3)
- E: Desconectador o seccionador

- F: Protección del motor (relé térmico)

$$I_F = 1.25I_{pc}$$

(4)

- J: Contactor

$$I_J = 1.25I_{pc}$$

(5)

Donde, I_{pc} es la corriente de plena carga o corriente nominal del motor.

2.9. Esquemas eléctricos

Los dibujos esquemáticos son dibujos de líneas o diseños gráficos hechos por propósitos técnicos o científicos para explicar cómo funciona o cómo debe montarse un sistema mediante la utilización de símbolos y líneas de conexión. Convirtiendo el sistema complicado en un dibujo inteligible (Gosman Gallego Rojas).

2.9.1. Nomenclatura según el IEC para cada dispositivo

Todos los equipos que componen un equipo de automatismos se identifican mediante una letra (excepcionalmente dos) que identifica su función tomadas de la siguiente tabla seguida de un número. A continuación, hablaremos de la nomenclatura que utilizaremos en el presente trabajo:

Tabla 3*Letras identificación de dispositivos*

Referencia		Ejemplos de materiales
A	Conjuntos y subconjuntos funcionales de serie	Amplificador de tubos o transistores, amplificador magnético, regulador de velocidad, autómatas programables
B	Transductores de magnitudes eléctricas	Par termoeléctrico, detector termoeléctrico, detector fotoeléctrico, dinamómetro eléctrico, transductores de presión o temperatura, detectores de proximidad.
C	Condensadores	
D	Operadores binarios, dispositivos de temporización y de puesta en memoria	Operadores combinatorios, interruptores de décadas, línea de retardo, relés biestables, relés monoestables, grabador, memoria magnética.
E	Materiales varios	Alumbrado, calefacción, elementos no incluidos en esta tabla
F	Dispositivos de protección	Cortacircuitos fusible, limitador de sobretensión, pararrayos, relé de protección de máxima corriente, relé de protección de umbral de tensión.
G	Generadores, dispositivos de alimentación	Generador, alternador, convertidor rotativo de frecuencia, batería oscilador, oscilador de cuarzo, inversores.
H	Dispositivos de señalización	Piloto luminoso, señalizador acústico, led
K	Relés de automatismos y contactores en General	Relés y contactores. (se utiliza KA y KM en los automatismos importantes)
KA	Relés de automatismos y contactores auxiliares	Contactador auxiliar de temporización, todo tipo de relés
KM	Contactores de potencia	Contactores de motores o resistencias
L	Inductancias	Bobina de inducción, bobina de bloqueo
M	Motores	
N	Subconjuntos que no sean de serie	
P	Instrumentos de medida y de prueba	Aparato indicador, aparato registrador, contador, conmutador horario
Q	Aparatos mecánicos de conexión para circuitos de potencia	Disyuntores magnetotérmicos, seccionadores, interruptores diferenciales, interruptores de potencia, guardamotores.

Referencia	Ejemplos de materiales
R Resistencias	Resistencias regulables, potenciómetro, reóstato, shunt, termistancia
S Aparatos mecánicos de accionamiento manual para conexión de circuitos de control	Auxiliar manual de control, pulsador, interruptor de posición, selector, conmutador
T Transformadores	Transformador de tensión, transformador de intensidad
U Moduladores y convertidores	Convertidores de frecuencia, variadores de velocidad electrónicos, discriminador, demodulador, codificador, convertidor rectificador, ondulador autónomo
V Tubos electrónicos semiconductores	Tubo de vacío, tubo de gas, tubo de descarga (ej.: neón), lámparas de descarga, diodo, transistor, tiristor, rectificador.
W Vías de transmisión, guías de ondas, antenas	Tirante (conductor de reenvío), cable, juego de barras
X Regleteros de bornas, clavijas, zócalos	Clavija y toma de conexión, clips, clavija de prueba, regletero de bornas, salida de soldadura
Y Aparatos mecánicos accionados eléctricamente	Electro frenó, embrague, electroválvula, electroimán
Z Cargas correctivas, transformadores diferenciales, filtros correctores, limitadores	Equilibrador, corrector, filtro

Nota. En la tabla 3, se detalla la velocidad de desplazamiento de los vástagos de los pistones de acuerdo la activación de las válvulas y los contactores.

2.9.2. Circuito de control

El circuito de control es el componente básico de un sistema de control industrial.

Indica todas las funciones de hardware y control necesarias para ajustar

automáticamente el valor de la variable de proceso medida (PV) para que coincida con

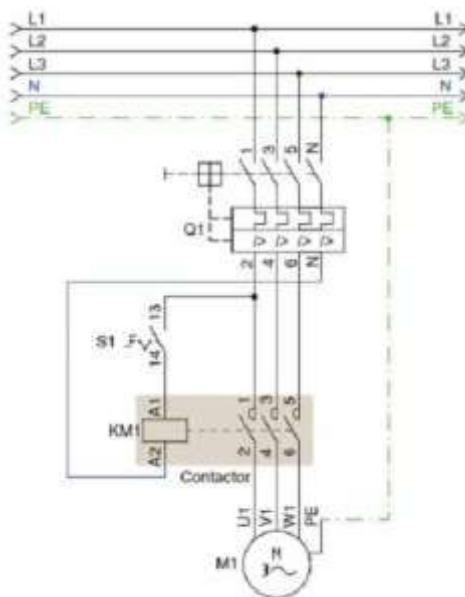
el valor del punto de referencia (SP) deseado. Incluye sensor de proceso, función de control y elemento de control final (FCE) necesarios para el control automático.

2.9.3. Circuito de fuerza

Los circuitos de potencia o circuitos de potencia son aquellos que se utilizan para suministrar energía a los actuadores de fábrica como motores, tanques de capacitores, luces, etc. Su propósito es convertirlo en un trabajo útil. Estos circuitos generalmente funcionan con un voltaje de bajo voltaje (LV), generalmente monofásico a 230 voltios o trifásico a 400 voltios. (Ribas, s.f.).

Figura 20

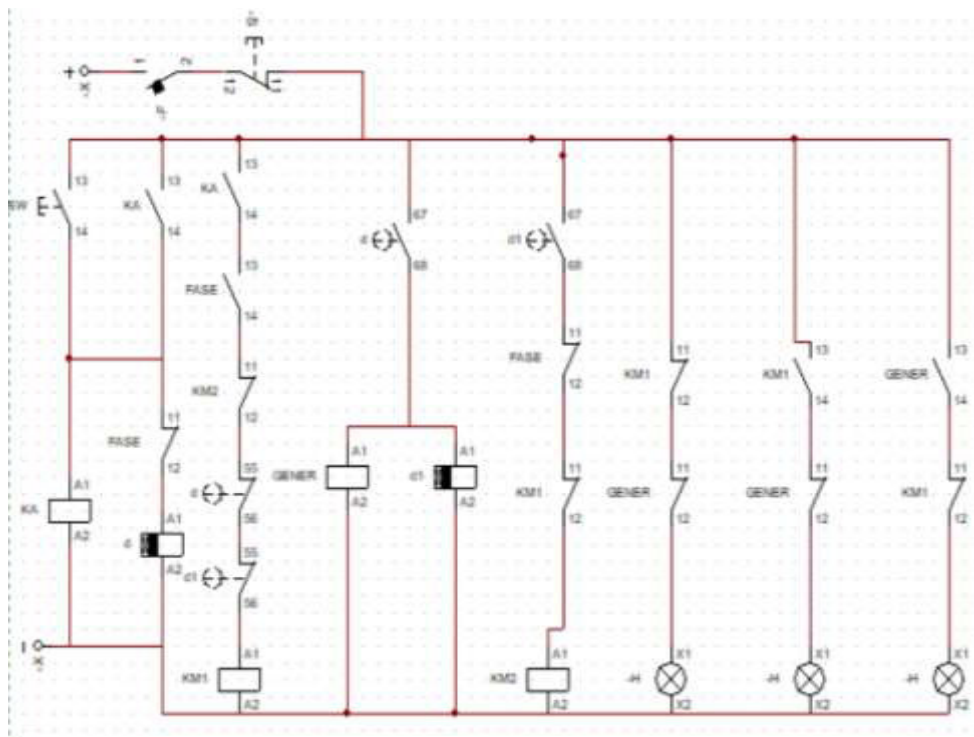
Plano del circuito de fuerza.



Nota. El circuito de fuerza es el encargado de alimentar al receptor (motor, calefacción, electrofreno, iluminación, etc). Está compuesto por el contactor (identificado con la letra K), elementos de protección (identificado con la letra F como pueden ser los fusibles, relé térmico, relés magnetotérmicos, etc) y un interruptor magnetotérmico identificado con la letra Q. Tomado de (Vaello Sancho, s.f.).

Figura 21

Plano del circuito de control.



Nota. El plano de control nos muestra como están conectados los diferentes elementos que intervienen en el control eléctrico de una maquinaria (JESUS, 2017).

2.9.4. Esquema o diagrama unifilar

Los diagramas unifilares o simples rara vez se utilizan para representar equipos eléctricos con automatización debido a la pérdida de detalle al simplificar los cables de conexión, agrupándolos por grupo de fase, consulte este tipo de diagrama solo para representación. La representación de circuitos distribuidos o con muy poca automatización en la documentación no necesita detallar las conexiones. Todos los órganos que componen el dispositivo están representados uno al lado del otro, cuando se implantan físicamente, para mejorar la visión global del equipo. El esquema unifilar no permite cableado. Le recordamos que la normativa internacional obliga a todos los fabricantes de equipos eléctricos a dotar a los equipos de todos los esquemas de

mantenimiento y reparación necesarios, con el mayor detalle posible para que no se produzcan errores o confusiones en estas operaciones, y por tanto en el uso del software desarrollado.

2.9.5. Esquema desarrollado

Este tipo de diagrama es ilustrativo y le permite comprender sin problemas el funcionamiento detallado del dispositivo, realizar su cableado y reparación. Mediante el uso de símbolos, este diagrama representa el dispositivo con sus conexiones eléctricas y otras conexiones relacionadas con su funcionamiento. (MARTINEZ BERRONES, 1991; IEC, 1999).

Los órganos que componen el dispositivo no están representados uno al lado del otro (como si estuvieran implantados físicamente), sino que están separados y colocados de tal manera que su funcionamiento es fácil de comprender. (IEC, 1999).

Con algunas excepciones, los esquemas no pueden contener conexiones entre los elementos componentes de un mismo dispositivo (para no confundirlos con conexiones eléctricas) y cuando están realmente representados. Necesario, se realizará en línea discontinua fina. . Cada elemento está indicado por un identificador de dispositivo individual, que le permite determinar el tipo de interacción. Por ejemplo, cuando se energiza el circuito de la bobina del conductor KM2, se abre el contacto abierto correspondiente 21-22, que se muestra en otro punto del diagrama y también se indica con las mismas siglas. (IEC, 1999).

Capítulo III

3. Desarrollo del tema propuesto

En este capítulo se detalla el dimensionamiento de los dispositivos para diseñar el tablero de control y de fuerza así como la selección de los elementos de maniobra.

3.1. Operación del proceso

El control de la prensa hidráulica deberá funcionar de la siguiente forma: a través de un selector de dos posiciones (S2) se escogerá entre modo Manual y modo Automático.

MODO MANUAL

- Al presionar un pulsador S2, la bomba (C1) deberá encenderse.
- Mientras el botón S5 (Bajar) esté presionado, el pistón de moldes bajará. Cuando visualmente se identifique que el pistón llegue a la posición deseada, se deberá soltar el botón.
- Para subir el pistón se deberá tener presionado el pulsador S6. Cuando el pistón esté totalmente recogido, el botón deberá soltarse.
- Adicionalmente, el sistema permitirá que de forma redundante el pistón, cualquiera de los dos, salga o retroceda ya sea al pisar un pedal o al presionar los botones S3 y S4 (al mismo tiempo). Esta redundancia deberá funcionar en modo manual o automático.

MODO AUTOMÁTICO

- Al presionar el pulsador S2, la bomba (C1) deberá encenderse. Al presionar S5 (Bajar) el vástago del pistón de moldes deberá desplazarse hacia afuera. Al llegar, el pistón, al límite de final de carrera, retornará a su posición inicial.
- Una llave S3, permitirá la activación del pistón de la prensa chapas; el vástago del pistón de la prensa moldes y del pistón del prensa chapas deberá, paralelamente, moverse en el mismo sentido.

Tabla 4

Entrada de válvulas y contactores con la acción que producen.

CONDICIÓN	FUNCIÓN DEL PISTÓN
Si el contactor 2 y la válvula 1 están activados	El vástago se desplaza hacia afuera rápidamente.
Si el contactor 3 y la válvula 2 están activados	El vástago se desplaza hacia afuera lentamente.
Si el contactor 5 y la válvula 5 están activados	El vástago se desplaza hacia afuera lentamente.
Si el contactor 4 y la válvula 1 están activados	El vástago se desplazará hacia adentro.
Si el contactor 4 y la válvula 4 están activados	El vástago se desplazará hacia adentro.
Si el contactor 5 y la válvula 5 están activados	El vástago se desplazará hacia adentro.
Si el contactor 6 y la válvula 6 están activados	El vástago se desplazará hacia su posición inicial en el tiempo de 2 segundos.
Si el contactor 4 y la válvula 7 están activados	El vástago se desplazará hacia adentro.

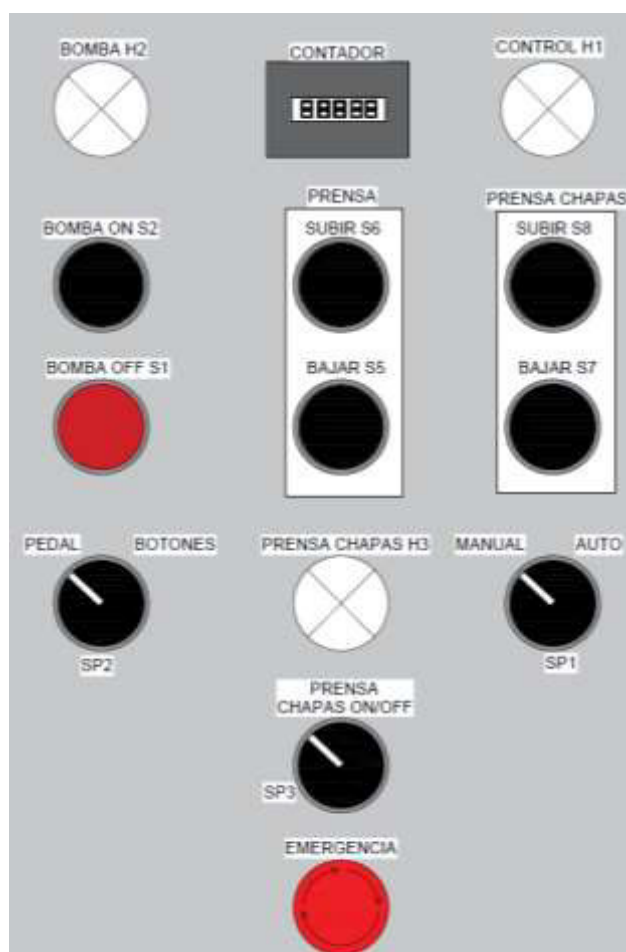
Nota. En la tabla 4 podemos observar la tabla de contactores y válvulas esta tabla nos permite saber que función realiza el pistón cuando están accionados los contactores y válvulas mencionadas.

3.2. Diseño del tablero de control.

La distribución de los elementos de maniobra del tablero de control fue diseñada de acuerdo a las necesidades de la empresa y con la tutela del jefe de mantenimiento del área eléctrica y se muestra en las figura 22.

Figura 22

Diseño del tablero de control.



Nota. Distribución de los elementos de maniobra en la tapa del tablero de control.

3.3. Dimensionamiento de los elementos para la conexión del motor

Los cálculos de las protecciones y del conductor para la conexión del motor se basan en las ecuaciones (1 a hasta 4 J) de la sección 2.8.

El motor utilizado en un motor trifásico de inducción con arranque directo de 75HP, 440V

$$P = 75 \text{ HP}$$

$$V_n = 460 \text{ V}$$

$$I_{pc} = 90 \text{ A}$$

Sistema trifásico 3 hilos

Corriente

$$I_{pc1} = 90 \text{ A segun tabla}$$

3.3.1. Cálculo de la protección (C)

$$I_{C1} = 300\% * I_{PC1}$$

$$I_{C1} = 3 * 90 \text{ A}$$

$$I_{C1} = 270 \text{ A}$$

$$3 \times 300 \text{ [A]}$$

3.3.2. Cálculo del alimentador (D)

$$I_{D1} = 1.25 I_{PC3}$$

$$I_{D1} = 1.25 * 90 \text{ A}$$

$$I_{D1} = 112.5 \text{ A}$$

$$\#1/0 \text{ AWG}$$

$$\Delta V = \frac{K1 * L * I_{pc1}}{S} * k2 [V]$$

$$\Delta V = \frac{78.74 * 3 * 90}{105600} * 0.866$$

$$\Delta V = 0.174V$$

$$\% \Delta V = \frac{0.174V}{440V} * 100$$

$$\% \Delta V = 0.039\% < 3\%$$

2(3X#4AWG)THW en tubería de 2"

F: Protección del motor 1 => relé térmico

$$I_{F2} = 1.25I_{pc2}$$

$$I_{F2} = 1.25 * 90[A]$$

$$I_{F2} = 112.5[A] => 3X125[A]$$

$$I_{F2} = 1.25I_{PC}$$

$$I_{F2} = 1.25 * 90A$$

$$I_{F2} = 227.5A$$

$$V_{RS} = 440V$$

$$V_{RN} = 254V$$

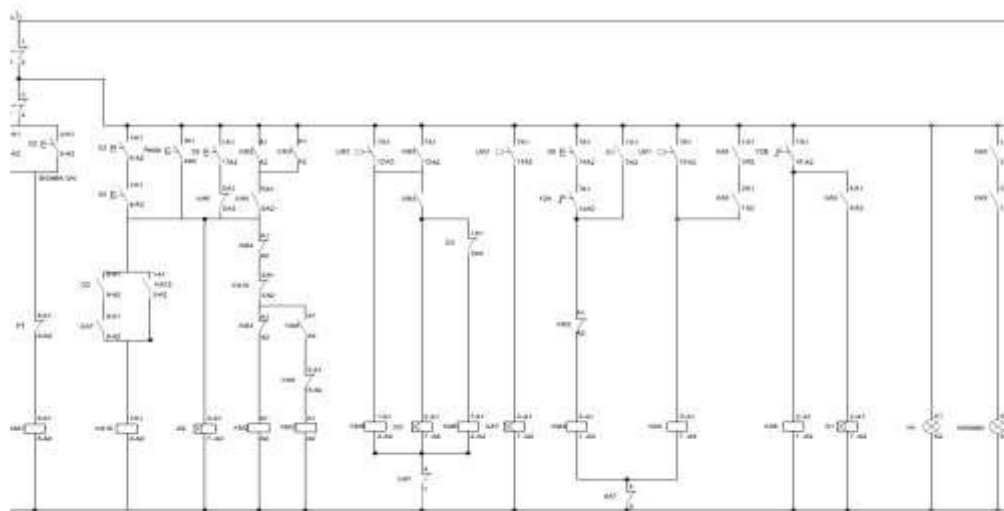
Donde, V_{RS} es el voltaje entre fases y V_{RN} es el voltaje desde la fase hasta el neutro.

3.4. Diseños del circuito de control

En la figura 23, se muestra el circuito de control y de forma más completa se detalla en el Anexo 1.

Figura 23

Diseño del circuito de control.



Nota. El circuito de control diseño del circuito de control en base a este plano se realizó las conexiones del tablero de control. Para una revisión más detallada del plano dirigirse al anexo 1 ubicado en la parte final del presente trabajo.

3.4.1. Lista de dispositivos

Una vez realizado el circuito de control y de fuerza, se detallan los dispositivos a utilizarse.

Tabla 5

Dispositivos instalados.

Ítem	Dispositivos	Cantidad
1	Pulsadores N.A.	6
2	Pulsadores N.C.	1
3	Selector de 2 posiciones	3
4	Paro de emergencia	1
5	Contactores con bobina 110V	6
6	Contactores Auxiliares, bobina 110V	3
7	Válvulas 3/2 vías	3
8	Válvula 5/2 vías	4
9	Relés de tiempo on delay	3

3.5. Implementación

La implementación está relacionada con el armado del tablero de control. Para ensamblar se realizó lo siguiente:

- a) Se seleccionó un tablero de 60cm X 40cm con una profundidad de 20cm y se realizó los agujeros de acuerdo a la sección 3.2.

Figura 24

Gabinete metálico.



- b) Se colocó las canaletas para distribuir los cables

Figura 25

Colocación de regletas.

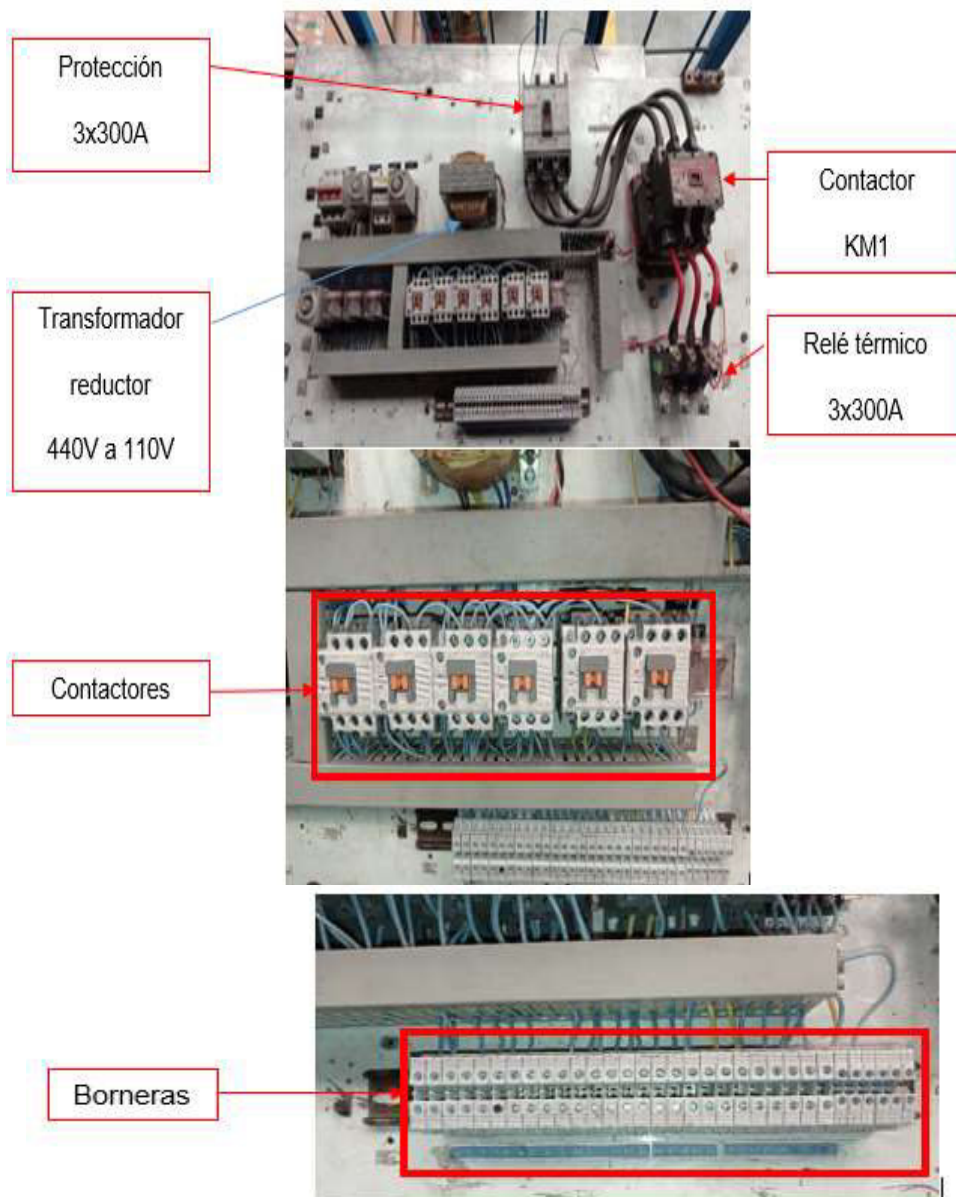


Nota. Para que dentro del tablero no exista un desorden se realizó un peinado de los cables y se los colocó dentro de las regletas para el cableado.

c) Ubicación y cableado de los contactores

Figura 26

Circuito de control de la maquinaria.



d) Cableado de los elementos de maniobra

Figura 27

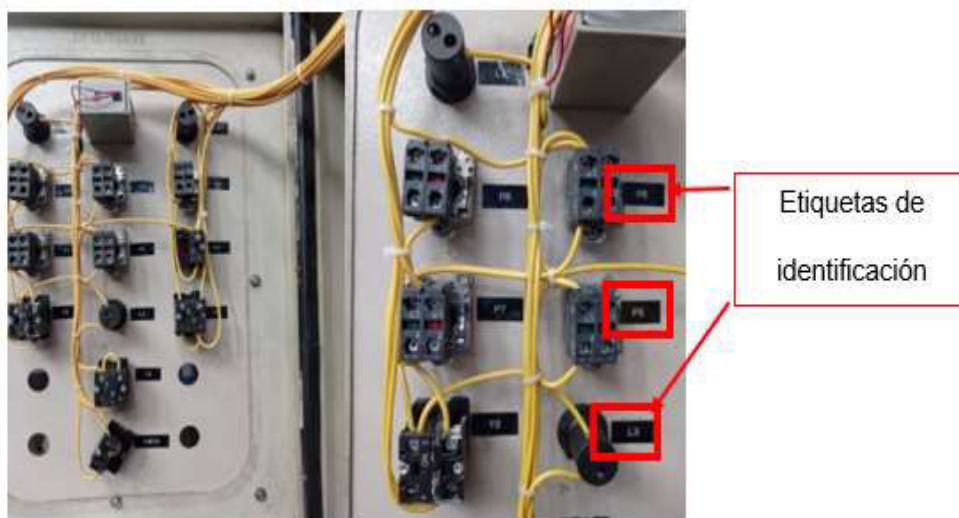
Tablero de control



Nota. Todos los pulsadores y accionadores fueron colocados en la tapa superior del tablero de control, posterior a ello se utilizó bridas para dejar los cables recogidos.

Figura 28

Conexión e identificación de los elementos de control del tablero.

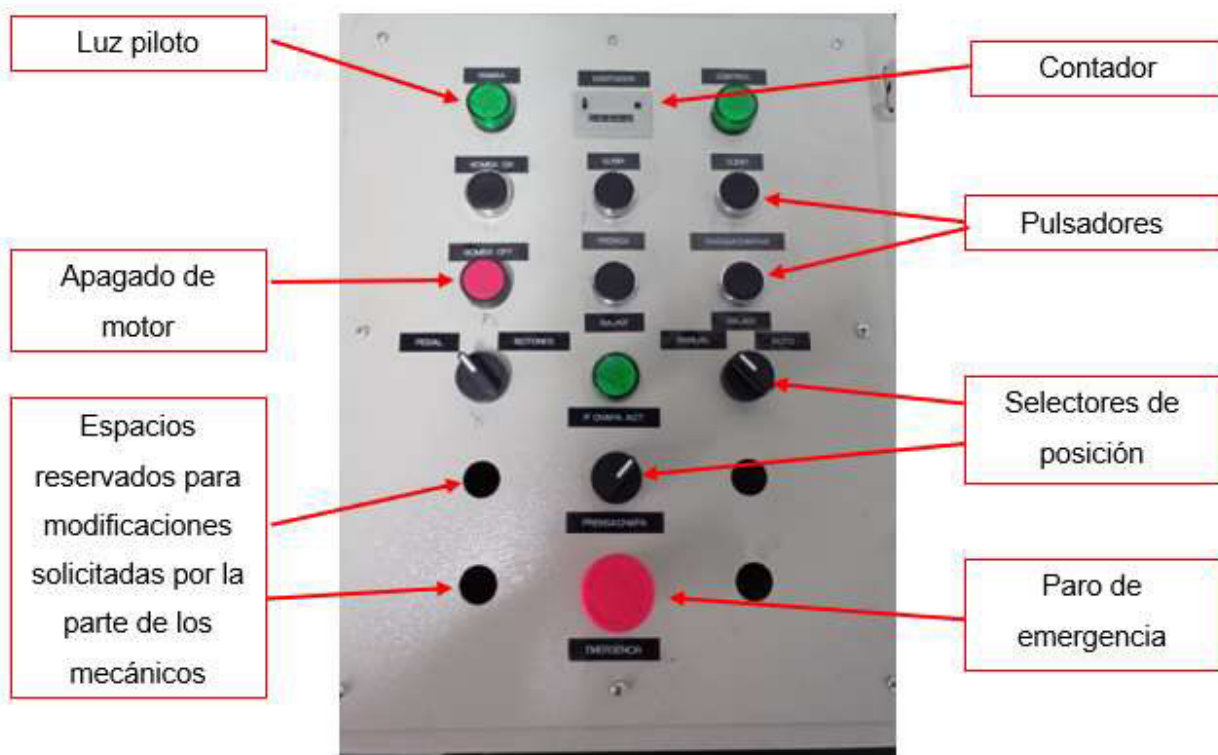


Nota. Todos los accionadores fueron identificados con sus respectivos nombre para poder diferenciarlos y poder ver su ubicación en el plano de control.

En la figura 29, se muestra el tablero completamente armado.

Figura 29

Vista frontal del tablero de control.



Nota. Finalmente, este tablero es el que controla todo el funcionamiento de la prensa de 1000 toneladas mediante este se acciona el pistón de la prensa y del presachapas también controla el movimiento de subida y de bajada de los vástagos de los pistones mediante el accionamiento de las válvulas y los contactores.

Capítulo IV

4. Conclusiones y Recomendaciones

4.1. Conclusiones

- Se investigó la operación de la prensa hidráulica donde se determinó que el motor es trifásico de inducción con arranque directo, potencia de 75HP, voltaje nominal de 440V, corriente nominal de 90 A, a una frecuencia de 60Hz.
- El contactor dimensionado para el motor de la prensa fue de 3 polos, 50A con bobina de 110V.
- La comprobación del funcionamiento del tablero de control se realizó activando los pulsadores y selectores y se revisó la secuencia de accionamiento de los contactores y de las válvulas conjuntamente con el ingeniero de mantenimiento.

4.2. Recomendaciones

- Para prevenir fallas de conexión es recomendable medir continuidad entre los puntos de conexiones según el plano diseñado
- Para la puesta en marcha de la maquinaria es importante recibir una capacitación previa del funcionamiento de la máquina para asegurar la integridad física del operador y de la maquinaria.
- Se recomienda que todo tipo de trabajo en esta maquinaria se realice con extrema precaución ya sea un trabajo de mantenimiento o de operación de la maquinaria ya que al ser de un grado industrial cualquier descuido puede provocar desde pequeños accidentes hasta amputación de las extremidades provocando la muerte de las personas que trabajan en la maquinaria.
- Se recomienda determinar los datos de placa del motor para seleccionar de una manera adecuada los componentes con los que se va a trabajar.

Bibliografía

Barba Muños, F. L. (2011). *Cálculo y Diseño de una prensa hidráulica tipo C con capacidad de 20 toneladas*. México.

californias, M. y. (s.f.). *Motores y drives electrónicos de las californias*. Obtenido de Motores y drives electrónicos de las californias:
<https://www.motoresydrives.com/controlselectricos/> Recuperdo el 16 de noviembre del 2021.

Callapiña, R. H. (s.f.). *SCRIBD* . Obtenido de SCRIBD :
<https://es.scribd.com/document/368373388/Sistemas-de-Control-Manual>.
 Recuperdo el 18 de noviembre del 2021. Recuperdo el 19 de noviembre del 2021.

Castañeda, E. M. (2013). *Diseño de un sistema de detección de averías en una prensa hidráulica*.

Dirven , B. B., Pérez, R., Cáceres, R. J., Tito, A. T., Gómez , R. K., & Ticona, A. (2018). *El desarrollo rural establecido en las áreas Vulnerables*. Lima: Colección Rascó.

Fernandez, J. M. (2013). *Neumática Básica* .

Google. (s.f.). Obtenido de Centro de control de Motores (CCM):
<https://www.ameee.com.mx/clasificaciones/CENTRO%20DE%20CONTROL%20DE%20MOTORES.pdf>. Recuperdo el 20 de noviembre del 2021.

Gosman Gallego Rojas, J. B. (s.f.). *Dibujo Técnico* . Educar Editores S. A.

Instrumentación digital. (s.f.). *Instrumentación digital*. Obtenido de Instrumentación digital:
<https://www.instrumentaciondigital.es/actuadores-electricos-y-sus-funciones/>

Intesista. (s.f.). *Intesista*. Obtenido de Intesista. Recuperdo el 22 de noviembre del 2021.
<https://www.intesista.com/productos/actuadores-hidraulicos/> Recuperdo el 22 de noviembre del 2021.

- JESUS, Á. (14 de Noviembre de 2017). *ÁNGEL DE JESUS*. Obtenido de YOUTUBE:
<https://www.youtube.com/watch?v=Lgd4PgUKTec>. Recuperado el 24 de noviembre del 2021.
- Ogata, K. (2010). Introducción a los Sistemas de Control. En K. OGATA, *Ingeniería de Control Moderna* (pág. 22). Madrid: Person: Person Educación SA.
- Plata, U. N. (s.f.). *Motores Eléctricos*. Argentina.
- Ramírez, L. G., Abarca, J. G., & Carreño, J. M. (2014). *Sensores y actuadores*. Grupo Editorial Patria.
- Ramírez, S. d. (2017). *Diseño e implementación de tablero de control eléctrico para máquina multiformadora #2*. Quito .
- Ribas, J. (s.f.). *Dissenyproducte*. Obtenido de Dissenyproducte:
<https://dissenyproducte.blogspot.com/2015/04/circuito-de-fuerza-y-circuito-de.html>. Recuperado el 25 de noviembre del 2021.
- Roydisa. (s.f.). *Roydisa*. Obtenido de Roydisa: <https://www.roydisa.es/wp-content/uploads/2015/01/Placa-de-un-motor-el%C3%A9ctrico.png>. Recuperado el 25 de noviembre del 2021.
- Rubio, A. (s.f.). *Instrumentación digital*. Obtenido de Instrumentación digital:
<https://www.instrumentaciondigital.es/actuadores-electricos-y-sus-funciones/>.
Recuperado el 25 de noviembre del 2021.
- RUÍZ, V. M. (2001). Identificación de procesos sobreamortiguados utilizando técnicas de lazo abierto. *Revista de la Universidad de Costa Rica*, 11(1-2), 11-25.
- Sanchis Llopis Roberto, J. A. (2010). *Automatización Industrial*. Castelló de la Plana: Publicacions de la Universitat Jaume I. Servei de Comunicació i Publicacions.
- Sasir, A. (9 de Junio de 2021). *GSL Industrias*. Obtenido de GSL Industrias:
<https://www.industriasgsl.com/blog/post/que-es-un-sistema-de-control>. Recuperado el 30 de noviembre del 2021.

Shugulí Paredes, J. C. (2006). *PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN PROCESOS DE PRODUCCIÓN MECÁNICA*. Quito.

Solé Creus, A. (2007). *Neumática e Hidráulica*. Gran Vía de les Corts Catalanes, 594: MARCOMBO, S.A.

Testo Be sure. (s.f.). Obtenido de Testo Be sure: <https://www.testo.com/es-ES/productos/transmisores>. Recuperado el 14 de diciembre del 2021.

Tovar, G. L. (1986). *El asentamiento y la segregación de los Blancos y Mestizos*. Bogotá: Cengage.

Vaello Sancho, J. R. (s.f.). *FORMACIÓN PARA LA INDUSTRIA 4.0*. Obtenido de FORMACIÓN PARA LA INDUSTRIA 4.0: <https://automatismoindustrial.com/curso-carnet-instalador-baja-tension/d-automatizacion/1-6-logica-cableada/esquemas-basicos/>. Recuperado el 25 de diciembre del 2021.

Varas, E. (2000). *Válvulas*. Chile.

Villajulca, J. C. (s.f.). *Instrumentación y control.net*. Obtenido de Instrumentación y control.net: <https://instrumentacionycontrol.net/control-on-off-o-todo-nada/>. Recuperado el 3 de enero del 2021.

ANEXO