



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA INTERFAZ HOMBRE - MÁQUINA PARA
LA PRESA HIDRÁULICA DE 5 Tn DEL LABORATORIO DE CONFORMADO
MECÁNICO DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

Ingeniero Mecánico

AUTOR: DANIEL EDUARDO FONSECA LEÓN

TUTOR: JAIME ROLANDO HEREDIA VELASTEGUÍ

Quito – Ecuador

2025

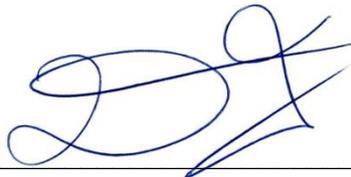
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Daniel Eduardo Fonseca León con documento de identificación No. 1723557987 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana puede usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 05 de febrero de 2025

Atentamente,



Daniel Eduardo Fonseca León

1723557987

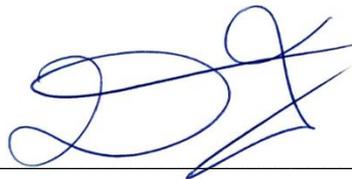
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Yo, Daniel Eduardo Fonseca León con documento de identidad No. 1723557987, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy el autor del artículo académico: “Diseño e implementación de una interfaz hombre - máquina para la prensa hidráulica de 5 tn del laboratorio de conformado mecánico de la Universidad Politécnica Salesiana”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Mecánico en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 05 de febrero de 2025

Atentamente,



Daniel Eduardo Fonseca León

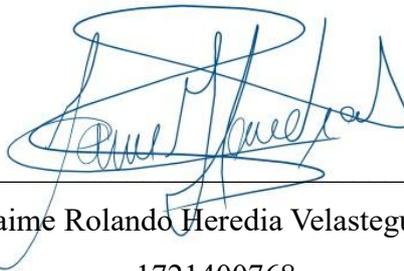
1723557987

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Jaime Rolando Heredia Velasteguí con documento de identidad No. 1721400768, docente de la Universidad, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA INTERFAZ HOMBRE - MÁQUINA PARA LA PRENSA HIDRÁULICA DE 5 TN DEL LABORATORIO DE CONFORMADO MECÁNICO DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, realizado por Daniel Eduardo Fonseca León con documento de identificación No. 1723557987, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de artículo académico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 05 de febrero de 2025

Atentamente,



Ing. Jaime Rolando Heredia Velasteguí M.Sc.

1721400768

INDICE GENERAL

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	ii
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	iii
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iv
INDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE TABLAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
1. Introducción	1
2. Objetivos	2
2.1. Objetivo general.....	2
2.2. Objetivos específicos	2
3. Marco teórico	2
3.1. Prensa hidráulica.....	2
3.2. Sistema de funcionamiento prensa hidráulica laboratorio	3
3.3. Válvula solenoide.....	3
4. Metodología	6
4.1. Cómo seleccionar una válvula solenoide.....	6
4.2. Instalación de la válvula solenoide	6
4.3. Mantenimiento	7
4.4. ¿Cómo se controla una válvula solenoide?	7
5. Resultados	8
5.1. Selección de válvula solenoide acorde a la necesidad de mejora	8
5.2. Modificación del sistema hidráulico de la prensa.....	8
5.3. Conexión eléctrica de la válvula solenoide al sistema de control de la prensa hidráulica.....	9
5.4. Instalación de la válvula solenoide en la prensa hidráulica	11
5.5. Beneficios de la instalación de la válvula solenoide.....	13
6. Análisis de costos	14
7. Conclusiones	14
8. Referencias	15

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sistema de funcionamiento de la prensa hidráulica	3
Tabla 3. Tipos de válvulas solenoides	5
Tabla 4. Costos de los materiales que se utilizó en la prensa hidráulica	14

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Prensa Hidráulica.....	2
Figura 2. Partes de la válvula solenoide	4
Figura 3. Principio de funcionamiento de una válvula solenoide	4
Figura 4. Válvula solenoide normalmente cerrada y abierta.....	5
Figura 5. Características principales de la Prensa Hidráulica	8
Figura 6. Simbología de la válvula solenoide utilizada en la prensa hidráulica	8
Figura 7. Diagrama hidráulico modificado con la nueva válvula solenoide y el diagrama anterior.....	9
Figura 8. esquema de conexión de la válvula solenoide	9
Figura 9. Esquema eléctrico del control de la conexión a la válvula solenoide.....	10
Figura 10. Programación del PLC con el retorno al tanque Q6	10
Figura 11. PLC, módulo de expansión y el transformador de voltaje de 110 V a 24 VDC	11
Figura 12. Diagrama de instalación de la válvula solenoide.....	11
Figura 13. Válvula solenoide instalada en la prensa hidráulica	12
Figura 14. Temperatura de trabajo vs tiempo de encendido del aceite en la prensa	13

RESUMEN

Actualmente, el laboratorio de ingeniería mecánica cuenta con una prensa hidráulica de 5 toneladas que sufre un sobrecalentamiento en la bomba de aceite. Por ello, en este artículo académico se presentará los beneficios de instalar una válvula solenoide para evitar el sobrecalentamiento, ya que es una medida eficaz para obtener mejor rendimiento y una mayor vida del sistema. Este artículo académico se centra en los beneficios de esta instalación, como el control de temperatura, la eficiencia energética y la confiabilidad del equipo. La metodología de instalación implica investigar y seleccionar la válvula solenoide adecuada, desconectar la línea de suministro de aceite, instalar correctamente la válvula y realizar la verificación final. Los resultados obtenidos demuestran un control eficaz de la temperatura, una mayor eficiencia energética, una vida útil extendida del sistema y un rendimiento más confiable. Esto justifica la importancia de esta instalación en la prensa hidráulica, aportando una solución eficaz para evitar el sobrecalentamiento y sus efectos negativos en la máquina.

Palabras clave: Prensa hidráulica - Válvula - Solenoide - Instalación – Eficiencia

ABSTRACT

Currently, the mechanical engineering laboratory has a 5-ton hydraulic press that is experiencing overheating in the oil pump. Therefore, in this academic article, we will present the benefits of installing a solenoid valve to prevent overheating, as it is an effective measure to improve system performance and lifespan. This academic article focuses on the benefits of this installation, such as temperature control, energy efficiency, and equipment reliability. The installation methodology involves researching and selecting the appropriate solenoid valve, disconnecting the oil supply line, properly installing the valve, and conducting final verification. The obtained results demonstrate effective temperature control, increased energy efficiency, extended system lifespan, and more reliable performance. This substantiates the importance of this installation in the hydraulic press, providing an effective solution to prevent overheating and its negative effects on the machine.

Keywords: Hydraulic press - Valve - Solenoid - Installation – Efficiency

1. Introducción

La prensa hidráulica de 5 Tn del laboratorio de conformado mecánico de la Universidad Politécnica Salesiana se usa para la demostración de varios lubricantes en distintos materiales para el prensado, actualmente se utiliza para chapas metálicas de aluminio, acero galvanizado y acero inoxidable con un espesor de 0.5 mm y se determina cual es el mejor lubricante para cada material.

La instalación de una válvula solenoide para evitar el calentamiento de la bomba de aceite en la prensa hidráulica de 5 Tn del laboratorio de conformado metálico es un paso importante para mejorar el rendimiento y la confiabilidad del sistema. El calentamiento excesivo del aceite puede tener efectos negativos en el funcionamiento del equipo y acortar su vida útil. Por eso, la instalación de una válvula solenoide ofrece una solución eficaz al regular el flujo de aceite y mantener una temperatura adecuada de funcionamiento.

En esta instalación, se busca controlar y prevenir el sobrecalentamiento de la bomba de aceite, lo cual puede ocasionar daños en los componentes y reducir la eficiencia del sistema hidráulico. La válvula solenoide actúa como un regulador de flujo, permitiendo una distribución adecuada del aceite hacia la bomba y evitando que el calor se incremente en el sistema hidráulico.

En este artículo académico, se explora los beneficios y consideraciones clave relacionadas con la instalación de una válvula solenoide en la prensa hidráulica del laboratorio de conformado. Se analizará cómo esta medida puede mejorar la eficiencia energética, extender la vida útil del sistema y garantizar un rendimiento más confiable. Además, se destacará la importancia de seleccionar la válvula solenoide adecuada y seguir las recomendaciones del fabricante para una instalación segura y efectiva.

Al tomar medidas proactivas para evitar el calentamiento de la bomba de aceite, se pueden maximizar los beneficios de la prensa hidráulica, reducir los costos de mantenimiento y garantizar una operación más eficiente y duradera [1].

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

- Diseñar e implementar una interfaz hombre – máquina para la prensa hidráulica de 5 Tn del laboratorio de conformado mecánico de la Universidad Politécnica Salesiana.

2.2. Objetivos específicos

- Analizar el estado actual del sistema hidráulico de la máquina de conformado.
- Determinar la compatibilidad entre PCL y HMI en el mercado para la factibilidad del diseño e implementación.
- Diseñar la interfaz de usuario para el control digital mediante el sistema HMI enfocado en el ámbito académico.
- Implementar los componentes del sistema HMI para el control digital de la máquina.

3. Marco teórico

3.1. Prensa hidráulica

Es un principio de Pascal, es una máquina herramienta con el propósito de deformar permanente o cortar un determinado material de acuerdo al requerimiento que se necesite, esto se logra aplicando una carga controlada. Se utiliza en trabajos en frío y en caliente. Consiste en un bastidor que sostiene una bancada y un ariete, una fuente de potencia, y un mecanismo para mover el ariete linealmente y en ángulos rectos con relación a la bancada [2].

El siguiente esquema muestra las partes principales de la prensa hidráulica [3].

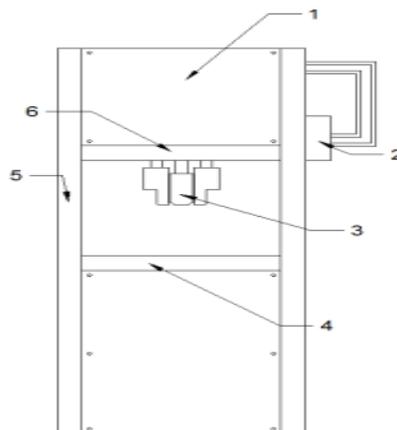


Figura 1. Prensa Hidráulica

- | | |
|-------------------------|-----------------------------------|
| 1) Central hidráulica | 4) Bancada o soporte de matrices |
| 2) Potencia hidráulica | 5) Bastidor |
| 3) Pistones hidráulicos | 6) Soporte de pistones hidráulica |

3.2. Sistema de funcionamiento prensa hidráulica laboratorio

Los sistemas de funcionamiento de la prensa hidráulica van de acuerdo con la necesidad y características del trabajo a realizar y se basa en una unidad hidráulica de cierta capacidad y longitud, accionado por un sistema de control que actúa en los cilindros de doble o simple efecto conforme la resistencia y tipo de proceso que desempeña la máquina, en la siguiente figura se detalla los sistemas de funcionamiento y lo que conlleva cada uno de ellos.

Tabla 1. Sistema de funcionamiento de la prensa hidráulica

Capacidad	<ul style="list-style-type: none">• Depende el tipo de trabajo a realizar.
Longitud de carrera	<ul style="list-style-type: none">• Distancia o espacio útil entre la mesa fija y la mesa móvil para que los pistones pasen y realicen el trabajo de llenado.
Sistema de Control	<ul style="list-style-type: none">• Operación o controlabilidad del sistema hidráulico, eléctrico y sus diversas medidas de seguridad.
Función de Desempeño	<ul style="list-style-type: none">• Compatibilidad de la máquina con el proceso que realiza, en este caso la máquina debe trabajar con un sistema de doble efecto, para fijar y dar forma a las placas.
Rigidez	<ul style="list-style-type: none">• Depende de la resistencia requerida y del tipo de proceso de formación a realizar.
Confiabilidad	<ul style="list-style-type: none">• Capacidad de la máquina para lograr el buen desempeño requerido bajo ciertas condiciones de operación (temperatura, fricción, presión, vibración) durante un período de tiempo.

3.3. Válvula solenoide

Es un dispositivo que controlar el flujo de líquidos o gases y es accionado eléctricamente y puede ser controlado a distancia e instalado en lugares de difícil acceso también se adapta a todas las condiciones ambientales de trabajo. Las válvulas pueden ser controladas por varios dispositivos como los interruptores eléctricos, sensores termostáticos, controles de nivel, medidores de presión ya sea baja presión o de alta presión, por temporizadores, o un elemento que abra o cierre un circuito eléctrico. En resumen, podríamos asemejar la función de una válvula solenoide a la de una llave de paso: controlar el suministro de gases y líquidos al abrir o cerrar un conducto de alimentación [5].

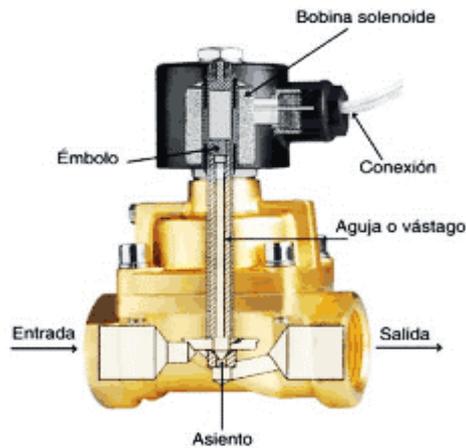


Figura 2. Partes de la válvula solenoide

3.3.1 Principio de funcionamiento

Una válvula solenoide es una válvula que utiliza la fuerza electromagnética para funcionar. Cuando se acciona la bobina solenoide eléctricamente, se genera un campo magnético y mueve una varilla ferrosa. Este es el proceso básico que abre la válvula y trabaja directa o indirectamente en el aire [6].

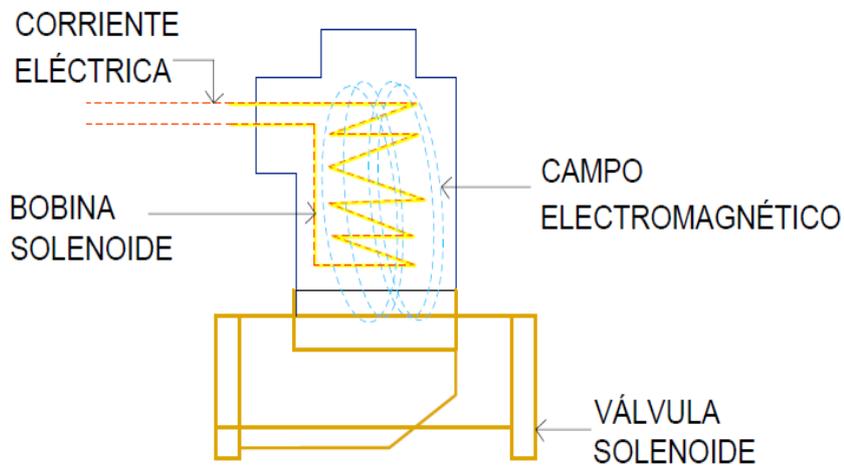


Figura 3. Principio de funcionamiento de una válvula solenoide

Las válvulas solenoides se utilizan normalmente abiertas o cerradas de acuerdo a cada requerimiento:

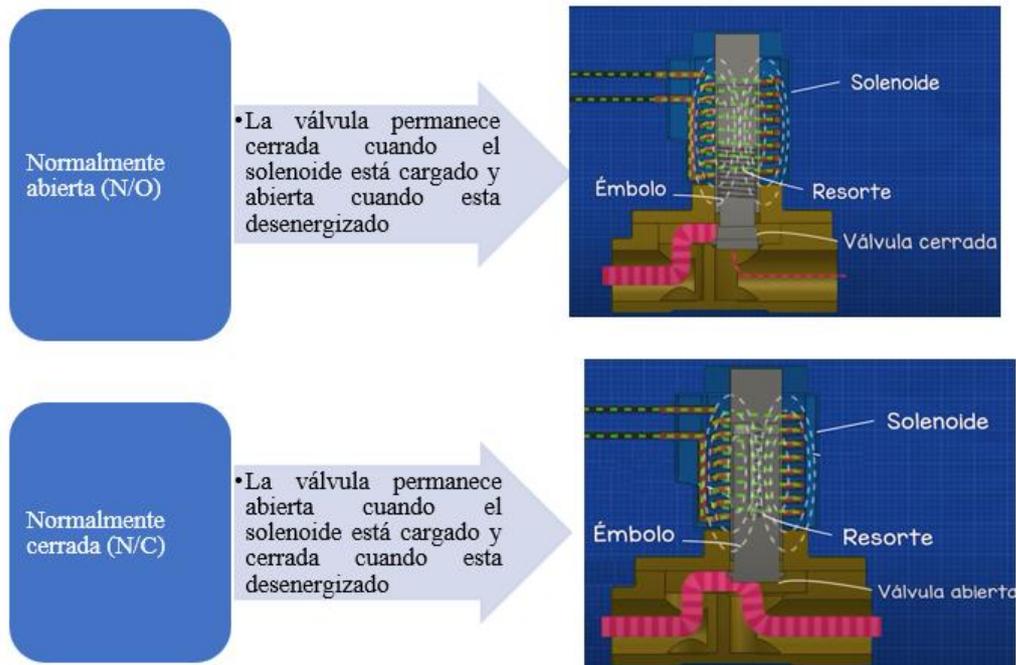
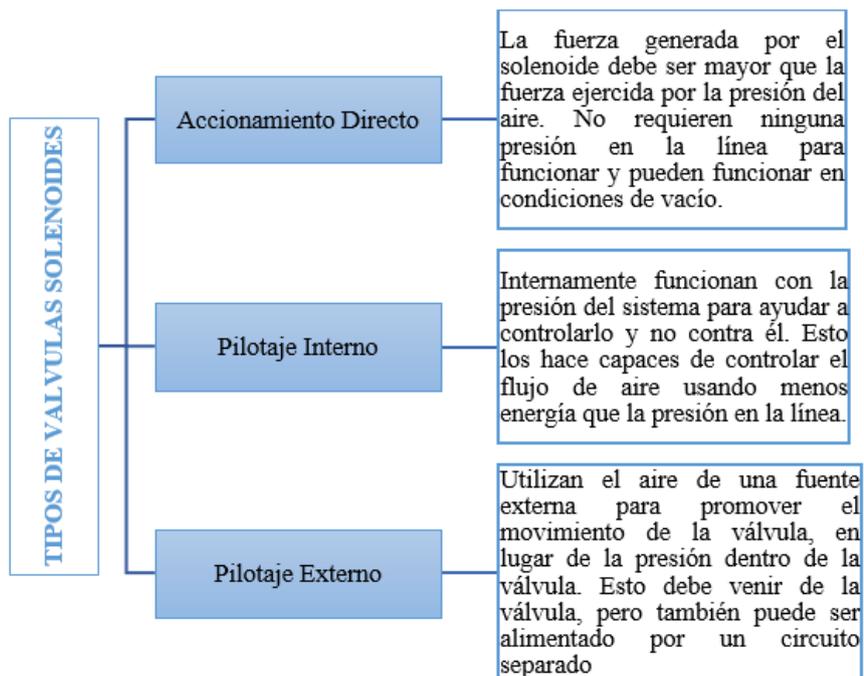


Figura 4. Válvula solenoide normalmente cerrada y abierta

3.3.2 Tipos de válvulas solenoides

Hay una amplia gama de válvulas solenoides, para distintas aplicaciones de la industria, Por la diversidad de válvulas, existen también diferentes formas de clasificarlas.

Tabla 2. Tipos de válvulas solenoides



4. Metodología

4.1. Cómo seleccionar una válvula solenoide

Esto depende de varios factores, entre ellos:

Presión de la línea, esto determinará la potencia requerida. También Se analizará si necesita una válvula de control interna o externa de acción directa. ¿Qué tan rápido debe abrirse y cerrarse la válvula? Las válvulas operadas por piloto requieren tiempos de tránsito más largos que las válvulas de acción directa y requieren menos potencia [8]. ¿Qué necesidad se requiere de la válvula, N/A o N/C? La válvula debe ser adecuada para el uso que se desee. El aspecto importante a tomar en cuenta es el impacto de un corte de energía o falla de una válvula. En este caso, ¿es seguro detener el flujo o continuarlo? Si no hay problemas de seguridad, considere si el flujo está abierto o cerrado la mayor parte del tiempo. Si la línea fluye predominantemente, se requiere una válvula normalmente abierta. En el caso contrario, se requiere una válvula normalmente cerrada. Los costos de energía pueden aumentar y la válvula solenoide puede desgastarse. ¿Cuál es el caudal requerido, el tamaño de la conexión y el número de puertos? Como con cualquier válvula, estos factores dependen completamente de la función de la válvula y del sistema en el que está instalada [4].

4.2. Instalación de la válvula solenoide

Antes de ensamblar una válvula solenoide, es importante asegurarse el modelo de solenoide, el voltaje (voltios) y la frecuencia (Hz) de la válvula cumplan con las características requeridas.

- Piezas mecánicas

La ubicación de la válvula solenoide debe coincidir con la dirección de flujo indicada por el cuerpo de la válvula y las condiciones de trabajo. Si la válvula se suministra con tapas de protección de puertos, asegúrese de retirar estas tapas antes del montaje. Se debe tener cuidado para evitar que entren objetos extraños en la válvula durante la etapa de montaje. La válvula se puede usar en cualquier posición, pero no se recomienda la posición invertida ya que la suciedad puede obstruir la manguera y provocar fallas. Al instalar la válvula, asegúrese de colocar y dejar espacio suficiente alrededor de la válvula para permitir el mantenimiento futuro o el reemplazo de la bobina. Nunca utilice parte del tubo o la propia bobina como palanca durante la etapa de ajuste mecánico. Puede causar daños irreparables a la válvula.

- Conexión eléctrica

Antes de conectar la bobina a la red, asegúrese de que las características coincidan con la tensión de alimentación. Conecte el terminal de tierra si es necesario. No energice la bobina antes de instalarla en la válvula, ya que podría quemarse. Gire el carrete a la posición óptima aflojando o apretando la tuerca superior [9].

- Temperatura de funcionamiento

Es normal que la temperatura de la bobina aumente durante el funcionamiento. El sobrecalentamiento irregular produce humo y olor a quemado. En este caso, la energía debe ser cortada inmediatamente. Tenga cuidado de no instalar la válvula cerca de fuentes de calor o en un entorno en el que el calor generado por la batería no pueda disiparse [10].

4.3. Mantenimiento

- Apague el voltaje de suministro, libere la presión e inspeccione la válvula.
- Limpie e inspeccione todas las piezas internas y, si es necesario, reemplácelas con repuestos originales disponibles enumerados en el catálogo del fabricante.
- Vuelva a montar todas las piezas y monte con cuidado la válvula, prestando especial atención a la correcta colocación de cada pieza y la protección de las superficies de sellado.
- Compruebe el funcionamiento y la estanqueidad correctos.
- Estas instrucciones generales brindan una visión amplia del uso correcto de las válvulas solenoides, pero de ninguna manera pretenden reemplazar el catálogo del fabricante que enumera todas las características de cada electroválvula [11].

4.4. ¿Cómo se controla una válvula solenoide?

El control más simple para las válvulas puede ser interruptor manual de encendido o apagado, que satisface la aplicación. Sin embargo, en la mayoría de las aplicaciones se requiere un control complejo mediante señales digitales o análogas. Las señales de control se configuran de acuerdo a las válvulas para su apertura o cierre como sea programado y que cumplan su función, por ejemplo, cuando hay una señal de un presostato. Las válvulas solenoides pueden ser controladas por un ordenador, lo que facilita su integración en los sistemas de la Industria [7].

5. Resultados

Mediante los análisis realizados y de acuerdo con las características de la prensa hidráulica que se muestran a continuación se selecciona la válvula adecuada.

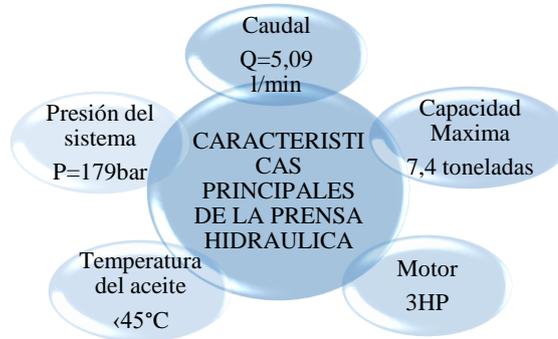


Figura 5. Características principales de la Prensa Hidráulica

5.1. Selección de válvula solenoide acorde a la necesidad de mejora

La electroválvula seleccionada es una válvula solenoide con bobina a 24 V, se seleccionó a ese voltaje para unificar todo el sistema ya que todas las bobinas de las electroválvulas funcionan a ese voltaje.

La válvula seleccionada es una de 2/2, cambia de posición cuando se acciona la prensa hidráulica y se abre cuando la maquina está en espera o parada.

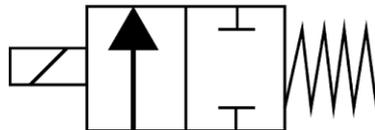


Figura 6. Simbología de la válvula solenoide utilizada en la prensa hidráulica

5.2. Modificación del sistema hidráulico de la prensa

Al esquema hidráulico que ya está establecido y funcionando en la prensa se realiza la modificación de la nueva válvula solenoide, se realiza las prueba en software para confirmar su correcta ubicación y funcionamiento.

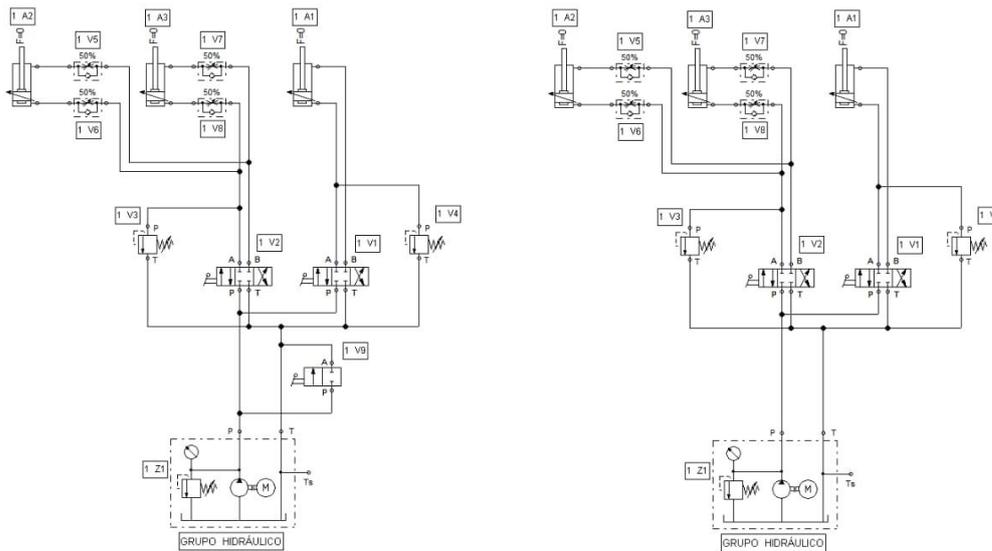


Figura 7. Diagrama hidráulico modificado con la nueva válvula solenoide y el diagrama anterior.

5.3. Conexión eléctrica de la válvula solenoide al sistema de control de la prensa hidráulica

El sistema de control o interfaz hombre maquina (HMI) de la prensa hidráulica funciona por un PLC el cual da las señales a las electroválvulas para su accionamiento, además se instaló un módulo de expansión para que controle la señal de la nueva válvula instalada.

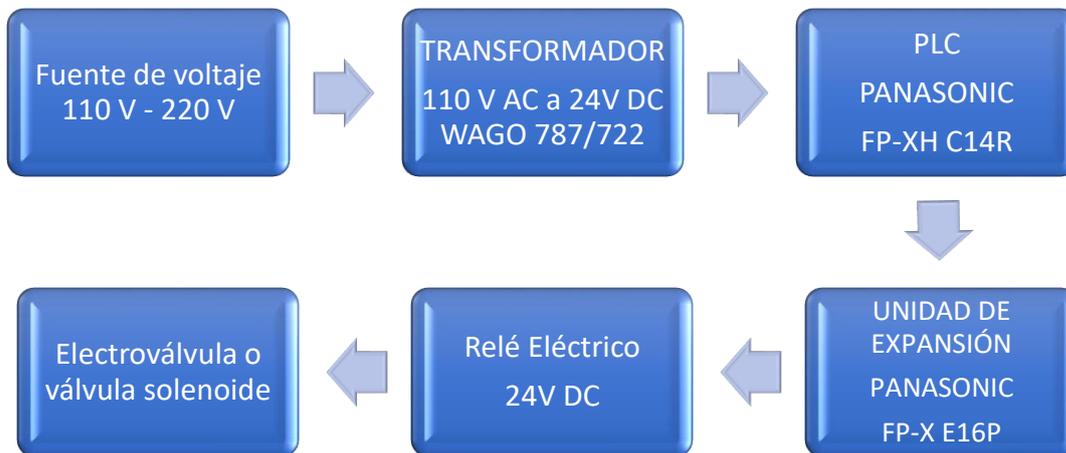


Figura 8. esquema de conexión de la válvula solenoide

A continuación, se muestra el diagrama eléctrico donde se determina la salida Q6 del módulo de expansión del PLC a la bobina del relé polarizado el cual es el que controla la válvula solenoide.

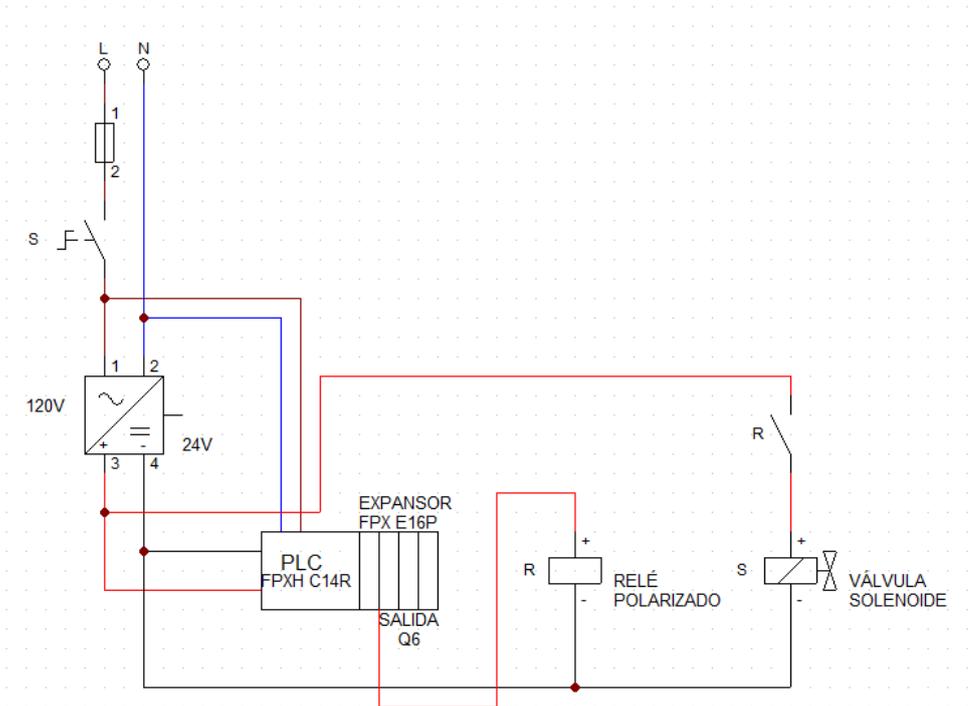


Figura 9. Esquema eléctrico del control de la conexión a la válvula solenoide

Se realiza la modificación en el programa del PLC, la cual se le nombra como “Retorno tanque” y se identifica como la “Q6”, esta Q6 trabaja en paralelo al sistema que ya se encuentra establecido en la máquina, es decir la nueva válvula se abre cuando la prensa no está en funcionamiento y se cierra cuando va a realizar el proceso de conformado mecánico. La modificación se realizó en los primeros 3 pasos como se muestra a continuación.

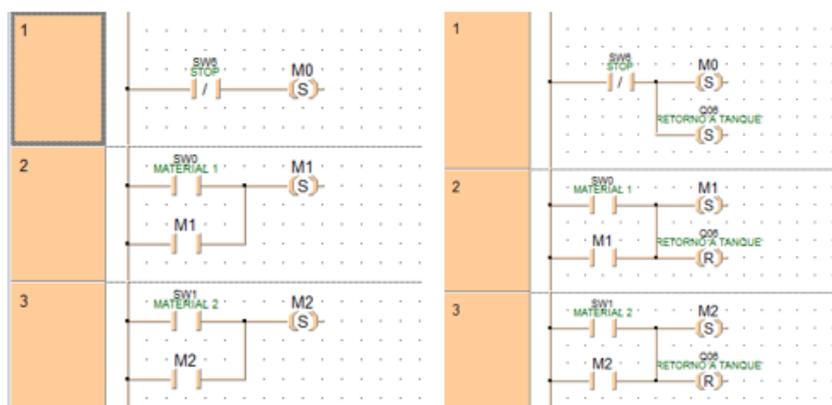


Figura 10. Programación del PLC con el retorno al tanque Q6

Los elementos electrónicos instalados ya en la maquina se ven a continuación los cuales ya se colocaron en un riel en la parte lateral la prensa hidráulica.



Figura 11. PLC, módulo de expansión y el transformador de voltaje de 110 V a 24 VDC

5.4. Instalación de la válvula solenoide en la prensa hidráulica

Para el proceso de instalación de la válvula solenoide se debe realizar los siguientes pasos:

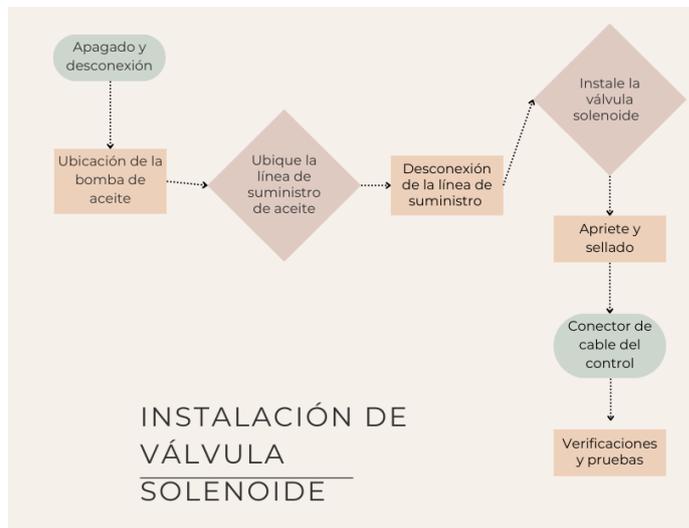


Figura 12. Diagrama de instalación de la válvula solenoide

- Apagado y desconexión: Apague y desconecte la prensa hidráulica de la alimentación para garantizar la seguridad durante la instalación.
- Ubicación de la bomba de aceite: Indica la ubicación de la bomba de aceite en la prensa hidráulica. Suele colocarse cerca del motor eléctrico o en un área dedicada del equipo.
- Ubique la línea de suministro de aceite: se identifica la línea de aceite que suministra fluido a la bomba. Esta línea suele estar conectada a un filtro de aceite o a una unidad de almacenamiento de aceite.
- Desconexión de la línea de suministro: Retire la línea de suministro de aceite de la bomba hidráulica con una herramienta adecuada. Tenga cuidado

de no derramar aceite y limpie cualquier resto de aceite con un recipiente o paño.

- Instale la válvula solenoide: conecte la válvula solenoide a la línea de suministro de aceite. Siga las instrucciones del fabricante las cuales garantizan una conexión exitosa. Utilice las conexiones apropiadas cuando corresponda. (Conexión roscada o adaptador).
- Apriete y Sellado: Asegúrese de que la válvula solenoide esté correctamente ajustada y sellada para evitar fugas de aceite. Use teflón o sellador de roscas si es necesario.
- Conector del cable de control: conecta los cables de control de la válvula solenoide a una fuente de alimentación adecuada. Siga las instrucciones del fabricante.
- Verificaciones y Pruebas: Antes de encender la prensa hidráulica, verifique visualmente que todo esté correctamente instalado y asegurado. Compruebe si hay conexiones sueltas o cables dañados. Pruebe el funcionamiento de las válvulas de solenoide para asegurarse de que abran y cierren correctamente según las necesidades del sistema.

A continuación, se observa la válvula nueva instalada en la parte superior y la inferior es una válvula reguladora de caudal.



Figura 13. Válvula solenoide instalada en la prensa hidráulica

5.5. Beneficios de la instalación de la válvula solenoide

1. Control de temperatura efectivo: La válvula solenoide baja la carga de la bomba cuando la prensa no está trabajando, evitando así el sobrecalentamiento del aceite y del motor. Esto resulta en una temperatura de funcionamiento más estable y dentro de los límites aceptables.

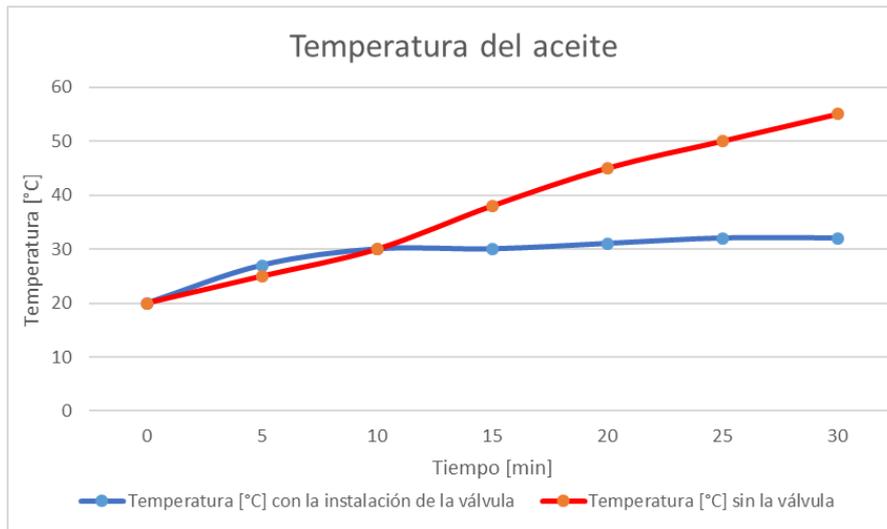


Figura 14. Temperatura de trabajo vs tiempo de encendido del aceite en la prensa

2. Mejora en la eficiencia energética: Al regular el flujo de aceite de manera más precisa, la válvula solenoide contribuye al consumo de energía de la bomba hidráulica. Esto puede resultar en ahorros energéticos significativos a largo plazo y reducir los costos de operación.
3. Mayor vida útil del sistema: Al evitar el calentamiento excesivo de la bomba de aceite, se reducen los riesgos de desgaste prematuro de los componentes y se incrementa la vida útil del sistema hidráulico en general. Esto baja los costos de mantenimiento y reemplazo de piezas.
4. Rendimiento más confiable: mediante la instalación de la válvula y con el interfaz de control hombre - máquina el rendimiento de la máquina es consistente y confiable ya que no hay alteraciones en su funcionamiento.
5. Reducción de los riesgos de daños: El control adecuado de la temperatura del aceite minimiza los riesgos de daños en los componentes de la bomba hidráulica y en otros elementos del sistema. Esto se traduce en una mayor fiabilidad operativa y una menor probabilidad de interrupciones no planificadas.

6. Análisis de costos

La implementación de la electroválvula para el desfogue de presión implementada en la máquina hidráulica necesito a más del hardware el rediseño del software de control en el PLC. Los materiales de alta calidad fueron encontrados en el mercado local. A continuación, se presenta la tabla costos y mano de obra:

Tabla 3. Costos de los materiales que se utilizó en la prensa hidráulica

Cantidad	Descripción del elemento	Valor Total
1	Unidad e expansión Panasonic FP-XE 16P	\$ 160,00
1	Válvula Hidráulica 2/2 de 1/2 pg.	\$ 240,00
1	Relé eléctrico polarizado 24V 5A	\$ 25,00
4	Cable eléctrico #16 THHN mts.	\$ 1,40
1	Manguera hidráulica para alta presión de 1/2 pg.	\$ 5,00
3	Acoples hidráulicos de 1/2 pg.	\$ 7,50
24	Terminales eléctricos para cable #16	\$ 0,48
1	Costo mano de obra	\$ 250,00
	TOTAL	\$ 689,38

7. Conclusiones

- Con la instalación de la nueva válvula solenoide se logró la protección del sobrecalentamiento de la bomba de hidráulica ya que disminuye su esfuerzo y permite alcanzar un rendimiento consistente y confiable en la operación de la prensa. Se mantiene el aceite a una temperatura no mayor a los 27°C por encima de la temperatura ambiente, por lo cual se reduce los riesgos de fallas y se mejora la productividad del equipo.
- Se instaló el módulo de expansión Panasonic modelo FP-X E16P de 8 entradas y 6 salidas compatible con el PLC Panasonic modelo FP-XH X14R, el módulo expansor permitió conectar a la nueva electroválvula además se realizó mediciones de corriente en la fuente de energía WAGO 787/722 concluyendo que el consumo de corriente aumenta en un 20% con respecto al circuito inicial , este valor de corriente está por debajo de los 5 A que puede suministrar la fuente por ende el sistema funciona adecuadamente.
- Se realizó un análisis de ingeniería inversa en el programa del PLC para la interfaz, logrando la modificación necesaria para controlar la salida “Q6”

del módulo de expansión sin alterar el funcionamiento de la prensa ya establecido.

- Se implementó tanto el software como el hardware necesario para que la prensa hidráulica mejore en consumo energético, tenga un ciclo de vida más prolongado además se presenta el manual de mantenimiento lo que permitirá un funcionamiento eficiente.

8. Referencias

- [1] J. K. Tisalema Puruncaja, «Implementación de una matriz para procesos de conformado utilizando la prensa hidráulica del laboratorio LTI de la ESFOT,» 2024.
- [2] B. M. L. Fernando y R. T. Hernan, «Cálculo y Diseño de una prensa Hidraulica tipo C con capacidad de 20 toneladas,» INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL, Mexico, 2011.
- [3] M. G. Edison Rodríguez, «DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PRENSA HIDRÁULICA PARA CONFORMADO DE CHAPA METÁLICA DE 5 TONELADAS CON COLCHÓN NEUMÁTICO,» UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, QUITO, 2015.
- [4] G. V.-O. A. & Q.-C. J. I. Guevara-Rodríguez, «Prevención del golpe de ariete mediante el control del tiempo de cierre, al usar válvulas hidráulicas automatizadas.,» *Revista Tecnología en Marcha*, 2021.
- [5] E. e. I. Electro Industria Soluciones Tecnológicas para la Minería, «¿Cómo funciona una válvula solenoide?,» 2019.
- [6] F. S. Indusco, «IndusCo.SPA Soluciones Industriales,» Rancagua.
- [7] H. GROUP, «Válvulas Solenoides,» Zaragoza, 2019.
- [8] ALTEC, «Alta Tecnología de Vanguardia S.A.,» ALTEC, [En línea]. Available: <https://altec dust.com/como-seleccionar-una-valvula-solenoide-de-uso-general/>.
- [9] J. E. & C. M. J. F. Andrango Pachacama, «Diseño y construcción de un sistema automatizado de dosificación de elementos controlado por un PLC,» 2023.
- [10] TAMESON, «<https://tameson.es/>,» [En línea]. Available: https://tameson.es/pages/disen-y-funcionamiento-de-la-electrovalvula#_oug1hw4iygfq.
- [11] TAMESON, «<https://tameson.es/>,» [En línea]. Available: <https://tameson.es/pages/mantenimiento-de-la-electrovalvula>.