

Meriles, Roberto Joaquín

Automatismo para temple de asiento de válvulas

Licenciatura en Automatización y Robótica

Fecha: 16/05/2025

Obra bajo Licencia:



[Deed - Attribution 4.0 International - Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Cita recomendada: Meriles, R.J. (2025). *Automatismo para temples de asiento de válvulas* [Trabajo final de grado]. Universidad Nacional de Rafaela. Licenciatura en Automatización y Robótica

2025

AUTOMATISMO PARA TEMPLE DE ASIENTO DE VÁLVULAS.

Proyecto Final.

Lugar: Rafaela- Santa Fe

Establecimiento: UNRAF.

Carrera: Licenciatura en Automatización y Robótica.

Profesor: Fernando Ferrer.

Alumno: Roberto Meriles.

12/05/2025



Contenido

SECCIÓN PRELIMINAR.....	4
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO	4
INTRODUCCIÓN	5
PRESENTACIÓN DEL TEMA.....	5
PRODUCTO	5
PROCESO	6
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
OBJETIVO	7
ALCANCE Y LIMITACIONES	8
JUSTIFICACIÓN	8
MARCO TEORICO	9
AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL	9
Autómata programable o PLC	9
Tipos de máquinas	10
Grados de automatización	12
La pirámide de la automatización	13
SISTEMAS NEUMATICOS EN AUTOMATIZACIÓN	16
Funcionamiento de la Neumática Industrial	16
Sistema de Control Neumático	17
Componentes de un Sistema Neumático Industrial	17
Aplicaciones Industriales de la Neumática	18
Ventajas de los Sistemas Neumáticos	18
Limitaciones de los Sistemas Neumáticos	19
TEMPLE POR INDUCCIÓN	20
Fundamentos y componentes básicos en el calentamiento inductivo	21
Componentes fundamentales de un equipo para templar por inducción	24
Equipos de baja frecuencia (50/60 Hz)	25
TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE LOS ACEROS	27
INTRODUCCIÓN	27
ESTUDIO DEL ARTE.....	34
Brazo robótico	34

Controlador	35
Actuadores	35
Manipulador	36
Articulaciones	36
Muñeca	36
Actuador final o gripper	37
Dispositivos de entrada y salida	37
Lenguaje de programación	38
Grados de Libertad y Movimiento	38
Tipos de Brazos Robóticos	39
▮ Ventosas de vacío industriales:	40
Funcionamiento de un Sistema de Sujeción con Ventosas de Vacío	41
Componentes de un Sistema de Vacío con Ventosas	41
Tipos de Ventosas de Vacío	42
Aplicaciones Industriales	44
▮ Sistema de transporte con cadena:	45
Componentes principales	47
Transmisión de potencia	47
Tipos de transportadores de cadena y sus aplicaciones	47
MARCO METODOLOGICO	48
TIPO DE INVESTIGACIÓN	48
TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	49
DESARROLLO	51
SELECCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AUTOMATIZADO	51
SELECCION DE MATERIALES Y COMPONENTES CRITICOS DEL SISTEMA	52
Selección del módulo de inducción electromagnética RDO	53
Selección de componentes neumáticos FESTO	55
Selección del controlador lógico programable Schneider TM221C40R (Modicon M221)	56
Estructura tipo Bosch	58
Placas de grilon	59
Motorreductor	60
TEORIA DEL PROCESO ELEGIDO PARA EL SISTEMA	61
DISEÑO PRELIMINAR	62

DESARROLLO.....	63
ESTRUCTURA.....	64
Disposición de sensores.....	65
.....	65
FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.....	66
Cargador de válvulas y selección inicial	66
Manipulación de la válvula con el brazo rotativo	67
Movimientos cartesianos y sujeción de la válvula	68
Desplazamiento y posicionamiento en Estación 2	70
Proceso de temple por inducción- Estación 2	71
Enfriamiento Controlado en Estación 3	72
Descarga Operación en Estación 4	73
PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO SENSOR INDUCTIVO Y SELECTOR	75
COMPONENTES TABLERO DE MANDO	76
SEGURIDAD DEL EQUIPO	77
CONTENIDO QUE VA A TENER EL PROYECTO	77
CONCLUSIONES ESPERADAS	78
BIBLIOGRAFIA:	79
Bibliografía	79
Bibliografía	79
Bibliografía	79
Bibliografía	79
ANEXO:	83
Selección de componentes eléctricos.....	83
Selección de componentes mecanicos	86
Programa PLC SoMachine.....	98
Diagramas neumáticos/ eléctrico	109
Símbolos del programa.....	110
Plan de Mantenimiento	111
Planos constructivos.	113

SECCIÓN PRELIMINAR

DEDICATORIA

Dedico esta tesis, principalmente, a mi familia, que ha sido un pilar fundamental en mi formación como profesional. Gracias por brindarme su confianza, sus consejos, por las oportunidades y recursos, y por contribuir incondicionalmente a lograr mis metas y objetivos.

AGRADECIMIENTO

En primera instancia, quiero agradecer a los profesores por transmitirme sus conocimientos, brindarme su apoyo y demostrar siempre una gran predisposición conmigo a lo largo de estos años

También agradezco a mis compañeros, con quienes compartí clases, y muchos momentos que hicieron más llevadero el recorrido de la carrera.

Finalmente, agradezco a mi entorno laboral, que me brindó su apoyo para llevar a cabo este proyecto.

INTRODUCCIÓN.

PRESENTACIÓN DEL TEMA

El presente proyecto se denomina “AUTOMATISMO PARA TEMPLE DE ASIENTO DE VÁLVULAS”. Es una propuesta para mejorar el sistema actual de una empresa autopartista que se dedica exclusivamente a fabricar válvulas para motores de combustión interna.

El lugar elegido es la empresa BASSO S.A., ubicada en la ciudad de Rafaela. Que tiene sus comienzos en el año 1963. Cuenta con una superficie de 21528 m², donde tiene diversos tipos de máquinas herramientas y procesos de automatización.

PRODUCTO.

La misma ofrece gran variedad de tipos de válvulas:

- ▮ Válvulas bimetálicas: La cabeza y el vástago están contruidos de diferentes metales. Se utilizan en válvulas de escape debido a la diferencia de temperaturas.
- ▮ Válvulas con plaquita martensítica: llevan una plaquita de acero templable soldada en el extremo del vástago, donde se requiere mayor dureza para evitar deformación y aplastamiento.
- ▮ Válvulas con aporte de stellite en el asiento: aleaciones de cobalto muy resistente al desgaste y a las altas temperaturas, aportado en el asiento de las válvulas de escape.
- ▮ Válvulas cromadas: llevan en la zona del vástago una capa de cromo duro de un espesor del orden de micrones. Esta capa le brinda dureza superficial, resistencia a la corrosión y al desgaste.
- ▮ Válvulas nitruradas: Mayor resistencia al desgaste y a la fatiga de los materiales.

- ▮ Válvulas de aleación de titanio: poseen un peso de hasta un 40% menos que el acero y una mayor resistencia mecánica. Son utilizadas en motores de competición y alta performance.
- ▮ Válvulas rellenas con sodio: Se rellena el vástago de la válvula con sodio metálico a fin de que transfiera el calor desde la cabeza hacia la parte superior. Utilizadas en motores de alta performance.

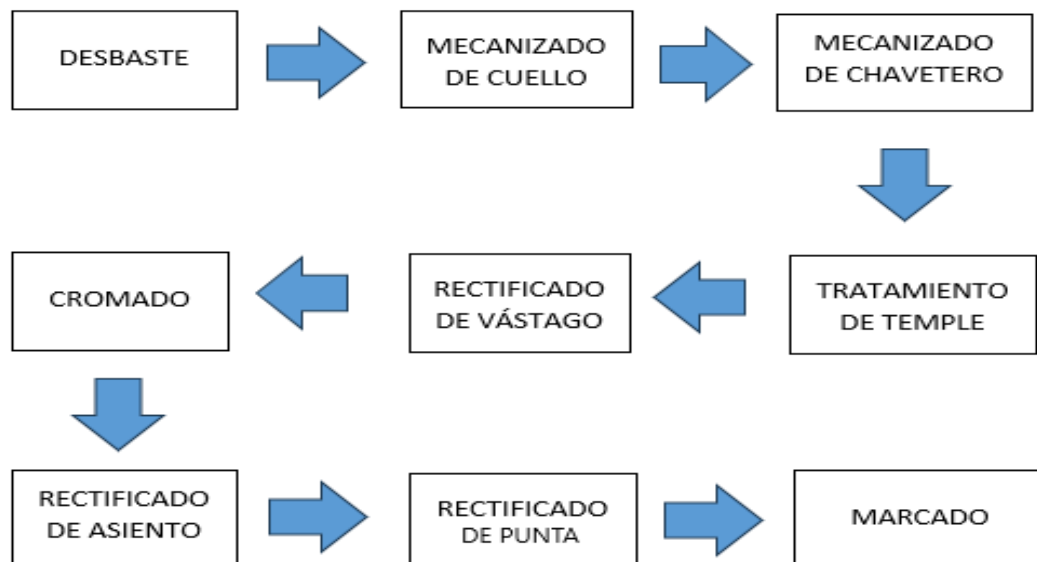
PROCESO.

Basso S.A. realiza sobre el acero, principal materia prima sobre la que se trabaja, una extensa serie de procesos que concluyen con la fabricación de la válvula.

La planta se divide en los siguientes sectores:

- ▮ Sector de forja.
- ▮ Sector de corte.
- ▮ Sector de mecanizado.
- ▮ Sector de tratamiento térmico.

La serie de procesos a la que se somete la válvula, una vez ya forjada, inicia con:



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente, el proceso de temple de asiento de válvulas se realiza de manera manual, lo que representa una serie de limitaciones importantes en términos de eficiencia, precisión, seguridad y capacidad productiva. El operario debe tomar un canasto con válvulas provenientes de la operación anterior y colocarlo en un caballete a su izquierda. Luego, debe tomar cada pieza individualmente, posicionarla en una "V" de apoyo, introducirla manualmente en la bobina de inducción hasta que haga tope con la porcelana y accionar un pedal para iniciar el ciclo térmico. Durante este proceso, debe controlar visualmente el tiempo de exposición al calor, guiado por una luz testigo, y hacer girar la válvula mientras dura la inducción. Una vez completado el ciclo, el operario retira manualmente la válvula de la bobina y debe proceder al enfriado inmediato, repitiendo el ciclo de forma continua.

Esta metodología manual no solo implica una elevada carga física para el operario, sino que también lo expone a condiciones peligrosas, como el contacto con componentes calientes y sustancias como el aceite. Además, al depender completamente de la intervención humana, se generan inconsistencias en el tiempo de calentamiento y enfriamiento, afectando directamente la calidad, uniformidad y repetibilidad del tratamiento térmico. Estas variaciones limitan la capacidad de producción y dificultan el cumplimiento de los estándares internacionales de calidad.

OBJETIVO

El presente proyecto propone la automatización del proceso mediante un sistema que reemplaza las acciones manuales del operario por movimientos controlados y secuenciados, utilizando actuadores neumáticos, mecanismos cartesianos, sensores y estaciones de tratamiento térmico. Con esta solución, el operario dejará de realizar de forma manual una gran cantidad de ciclos

diarios de colocación y retiro de válvulas sobre la bobina de inducción, limitando su intervención únicamente a la carga de un alimentador con capacidad para múltiples válvulas. Esta mejora no solo optimiza el rendimiento del sistema productivo al eliminar paradas imprevistas y errores humanos, lo que conllevaría una reducción de costos por defectos de calidad, también ofrece beneficios ergonómicos, reduciendo la fatiga y el riesgo de lesiones laborales.

ALCANCE Y LIMITACIONES

Este proyecto se desarrollará exclusivamente a nivel teórico, incluyendo el diseño, planos y programas, debido a la significativa inversión económica que requiere su implementación. Asimismo, quedará a disposición de la empresa, en caso de que esta defina la viabilidad de la automatización del proceso mencionado.

JUSTIFICACIÓN

En el contexto de la industria y la automatización, los procesos manuales que implican manipulación repetitiva de piezas no solo afectan la productividad, sino que también comprometen la salud física de los operarios y la uniformidad del producto final. En la empresa Basso S.A. Esta situación genera un cuello de botella que ralentiza el flujo productivo, incrementa los tiempos de ciclo, y expone al operario a tareas repetitivas y a riesgos térmicos.

MARCO TEORICO.

AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

La automatización industrial se define como la aplicación automática a un proceso o a un dispositivo industrial. Aquello que se quiere automatizar recibe el nombre de planta.

La automatización se aplica tanto a los procesos de fabricación continua (industria química, petroquímica, cemento, etc.) como de piezas discretas (automóviles, electrodomésticos, muebles, etc.). Si bien en muchas ocasiones ambos tipos de procesos se dan de forma simultánea en la misma fábrica, es conveniente tratarlos por separado. En inglés se utilizan términos diferenciados para cada tipo de fabricación: la palabra “procesos” se utiliza para definir la fabricación continua, mientras que el término “manufacturing” se utiliza para definir la fabricación de piezas discretas (Barrientos et al., 2014).

- Los objetivos de la automatización son:
- Incrementar la productividad y flexibilizar las herramientas
- Producir con calidad constante
- Dedicar a los humanos a las tareas creativas

El gran auge de la automatización industrial se debe a la aparición del autómata programable (PLC), que sustituyó a los sistemas de control basados en lógica cableada y permitió incrementar la productividad y flexibilizar las herramientas y la programación.

Autómata programable o PLC

Un autómata programable o controlador lógico programable, más conocido por sus siglas en inglés PLC (Programmable Logic Controller), es una computadora utilizada en la ingeniería automática o

automatización industrial, para automatizar procesos (electromecánicos, electroneumáticos, electrohidráulicos), tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje u otros procesos de producción, así como atracciones mecánicas. Los PLC son utilizados en muchas industrias y máquinas.

Los PLCs vinieron a sustituir a las computadoras de propósito general porque presentaban los siguientes inconvenientes:

- Eran poco aptas para el entorno industrial
- Necesitaban personal especializado para programarlos y mantenerlos
- Tenían un elevado coste del equipo y de su mantenimiento

A diferencia de las computadoras de propósito general, el PLC:

- Está adaptado al entorno industrial: está diseñado para múltiples señales de entrada y de salida, rangos de temperatura ampliados, inmunidad al ruido eléctrico y resistencia a la vibración y al impacto. Por tanto, es más fácil mantenerlo.
- Es programable por el personal de operación
- Es fácilmente reutilizable

Un PLC es un ejemplo de un sistema de tiempo real, donde los resultados de salida deben ser producidos en respuesta a las condiciones de entrada dentro de un tiempo limitado, de lo contrario no producirá el resultado deseado.

Tipos de máquinas

En la automatización industrial se utilizan principalmente tres tipos de máquinas (ver Fig. 1.15):

máquina herramienta, máquina transfer y robots (ver Fig. 1.15)



Máquinas herramientas



Robots



Máquinas transfer

La máquina herramienta es un tipo de máquina que se utiliza para dar forma a piezas sólidas, principalmente metales. Su característica principal es su falta de movilidad, ya que suelen ser máquinas estacionarias.

Una máquina transfer es una máquina especialmente construida para fabricar una pieza determinada, con una alta velocidad de producción. Consta de varias estaciones de mecanizado sucesivas, en donde las piezas van siendo mecanizadas, de manera que los tiempos de mecanizado de cada estación se superponen (varias piezas en distintas etapas son mecanizadas simultáneamente): También hay una estación de carga y de descarga, cuya operación se llevan a cabo al mismo tiempo que las operaciones de mecanizado.

El robot industrial es un manipulador programable en tres o más ejes con varios propósitos, controlado automáticamente y re-programable. Permite utilizar varias herramientas de forma secuencial.

La mayoría de estas máquinas están gobernadas por un PLC.

La distribución en planta (Lay-out en inglés) es la ordenación de los equipos industriales y de espacios necesarios para que un sistema productivo alcance sus objetivos con la eficiencia adecuada.

Grados de automatización

La automatización de la producción puede realizarse con un mayor o menor grado de flexibilidad. De forma que se habla de automatización rígida y automatización flexible. En general, el grado de flexibilidad de un sistema de producción está fuertemente ligado al volumen de la producción, y este, a su vez, a la variedad de productos.

La automatización rígida es aquella en la que la secuencia de las operaciones está fijada por la configuración de los equipos utilizados. La automatización rígida suele ser rentable en la producción de grandes series de productos iguales (normalmente productos de gran demanda). Se suele asociar a una distribución basada en el producto.

La automatización rígida opera con series altas o muy altas de piezas con altos valores de productividad y relativa inflexibilidad a cambios en el proceso de producción.

La automatización flexible, también denominada programable, permite cambiar el producto fabricado mediante un cambio en las órdenes de control del sistema, pero con alteraciones mínimas o nulas en el sistema de fabricación en sí. Por tanto, los equipos se adaptan a la fabricación de productos diferentes modificando la secuencia de operaciones mediante el cambio de un programa. Se suele asociar a una distribución basada en procesos.

Normalmente la automatización flexible opera con series medias de productos en las que la fabricación es organizada por lotes de productos (batch producción) que se procesan del mismo modo.

Información obtenida de (Barrientos et al., 2014).

La pirámide de la automatización

La pirámide de automatización es una representación pictórica de los diferentes niveles de automatización de una fábrica (Fig. 1.16). Es una gran manera de dar sentido a toda la complejidad de una fábrica. En la imagen se muestran los niveles frente a los dispositivos más característicos y los tiempos de respuesta aproximados que se manejan en cada nivel.

Nivel 1

Se trata del nivel más bajo en la jerarquía de la automatización. Incluye los actuadores, sensores y otros elementos hardware que forman una máquina. En este nivel se adquieren los datos del proceso mediante los sensores situados en el y se actúa mediante los actuadores. Estos sensores y actuadores que interaccionan directamente con el proceso productivo suelen recibir el nombre de dispositivos de campo (field devices).

Nivel 2

Este nivel está formado por las máquinas individuales que intervienen en el proceso productivo. Por tanto, desde el punto de vista de control, en este nivel se sitúan los autómatas programables (PLCs), los sistemas de control numérico de las máquinas, los robots industriales, los computadores industriales, etc. Todos estos dispositivos se conocen de forma genérica como controladores de máquinas.

Nivel 3

El nivel 3 es donde se encuentran los sistemas de control de supervisión y adquisición de datos (SCADA), así como las interfaces hombre-máquina (HMI). En esta capa, los datos de proceso se supervisan a través de interfaces de usuario, y se almacenan en bases de datos. El SCADA se utiliza típicamente para controlar múltiples máquinas en procesos complejos, incluyendo procesos que involucran múltiples sitios.

Una diferencia entre el nivel 2 y el 3 es que el SCADA se usa a menudo para refinar o restablecer valores en el nivel de control⁷.

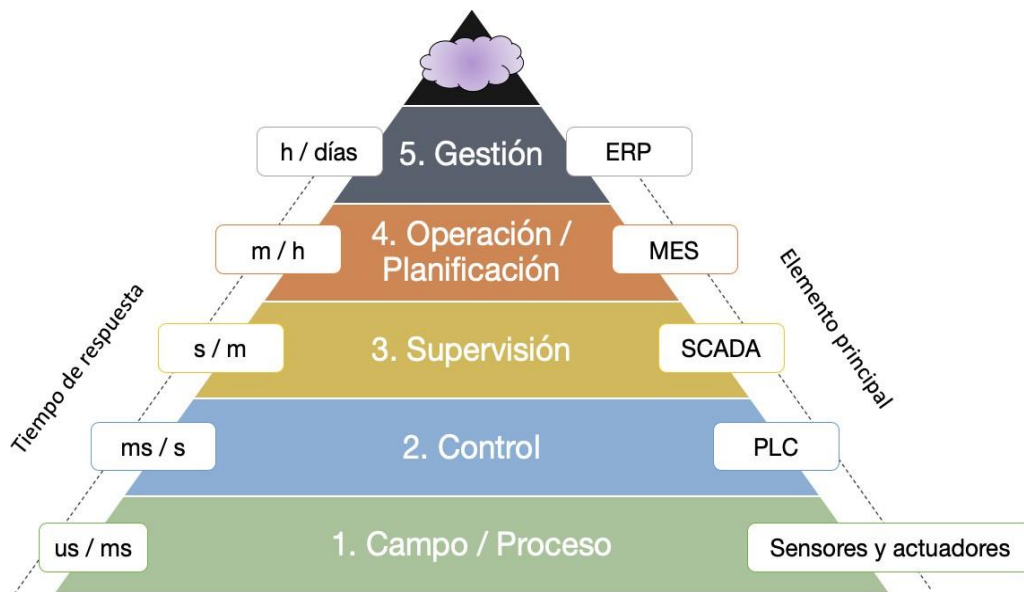
Nivel 4

El cuarto nivel de la pirámide de automatización se llama nivel de operación o de planificación. En este nivel se monitoriza todo el proceso de fabricación en una planta o fábrica desde las materias primas hasta el producto acabado. Esto permite a la gerencia ver exactamente lo que está sucediendo y les permite tomar decisiones basadas en esa información. Pueden ajustar los pedidos de materias primas o los planes de envío basándose en datos reales recibidos de los sistemas. Este nivel suele utilizar un sistema de gestión informática conocido como MES (Manufacturing Execution System)⁸.

Nivel 5

La cima de la pirámide es lo que se llama el nivel de gestión. Este nivel utiliza el sistema de gestión integrado de las empresas que se conoce como ERP (Enterprise Resource Planning) o planificación de recursos empresariales. Aquí es donde la alta dirección de una empresa puede ver y controlar sus operaciones. El ERP suele ser un conjunto de aplicaciones informáticas que pueden ver todo lo que sucede dentro de una empresa. Utiliza toda la tecnología de los niveles anteriores más algunos programas más para lograr este nivel de integración. Esto permite a la empresa ser capaz de monitorizar todos los niveles del negocio desde la fabricación, las ventas, las compras, las

finanzas y la nómina, entre muchos otros. Mientras que el MES supervisa y controla una sola planta, ERP proporciona supervisión, informes y control para corporaciones enteras.



Actualmente se podría señalar otro nivel por encima del nivel cinco: la nube. La nube es lo que forma la parte de transformación digital de la fábrica donde los datos de cualquiera de los niveles anteriores pueden ser directamente alimentados en un pool de datos u otras aplicaciones. Aquí es donde se alcanza el siguiente nivel de eficiencia y excelencia operativa, lo que se denomina Industria 4.0. (Barrientos, 2014)

SISTEMAS NEUMATICOS EN AUTOMATIZACIÓN

La neumática industrial es una tecnología que utiliza aire comprimido para generar y transmitir energía, siendo ampliamente empleada en fábricas y entornos industriales para accionar herramientas, equipos y sistemas automatizados. En instalaciones fijas como plantas de producción, el aire comprimido se distribuye a través de redes de tuberías que alimentan maquinaria de ensamblaje, herramientas neumáticas, sistemas de limpieza, entre otros.

A diferencia de la hidráulica, que utiliza fluidos como el aceite, la neumática es más limpia y segura. Si ocurre una fuga, el aire no representa riesgos para la salud ni contamina el medio ambiente. Además, el aire es un recurso natural, gratuito y sostenible, lo que lo convierte en una opción accesible para la industria.

Funcionamiento de la Neumática Industrial

El funcionamiento de un sistema neumático comienza con un compresor, que reduce el volumen del aire y aumenta su presión. Este aire comprimido se transporta mediante tuberías y mangueras, y su flujo es regulado por válvulas neumáticas hasta llegar a los actuadores, los cuales transforman la energía del aire en movimiento mecánico.

El aire, al ser un gas compresible, permite absorber impactos y vibraciones, una característica útil en múltiples aplicaciones. Aunque los sistemas neumáticos operan generalmente a unos 100 psi (mucho menos que los 3000 a 5000 psi de los sistemas hidráulicos), son ideales para tareas de automatización que requieren el movimiento de cargas ligeras.

Para garantizar su eficiencia, el aire comprimido debe ser filtrado y monitoreado continuamente.

Un mantenimiento adecuado previene impurezas, protege los componentes y prolonga la vida útil

del sistema. Gracias a los avances en electrónica y control automático, la neumática ha mejorado en precisión, eficiencia y versatilidad, integrándose hoy con sensores y sistemas inteligentes.

Sistema de Control Neumático

Un sistema de control neumático industrial utiliza dispositivos mecánicos accionados por aire comprimido para ejecutar tareas específicas. Estos sistemas pueden variar desde configuraciones simples hasta estructuras complejas, según el nivel de automatización requerido. Algunos dispositivos funcionan con gases comprimidos almacenados en cilindros, como el nitrógeno libre de oxígeno (OFN). En estos casos, es crucial contar con una ventilación adecuada para evitar riesgos.

- Ventajas del uso de aire comprimido

El aire es seguro, abundante y no contaminante. Los sistemas neumáticos son económicos de fabricar y mantener, y convierten eficazmente la energía almacenada en movimiento útil para múltiples aplicaciones.

Componentes de un Sistema Neumático Industrial

A pesar de su diversidad, todos los sistemas neumáticos comparten ciertos elementos esenciales:

- Compresor: Comprime el aire y eleva su presión.
- Válvula de retención: Permite el flujo en una sola dirección y evita pérdidas de presión.
- Acumulador: Almacena aire comprimido y regula la presión.
- Válvula direccional: Controla el flujo de aire hacia los diferentes componentes.
- Actuador: Transforma el aire en movimiento mecánico (puede ser lineal, rotativo o de expansión).

Aplicaciones Industriales de la Neumática

Durante décadas, los sistemas neumáticos han sido fundamentales en la automatización industrial. Se usan tanto para generar movimiento como para controlar procesos de forma eficiente y segura. Hoy en día, esta tecnología se aplica incluso en robótica avanzada, con el desarrollo de músculos neumáticos que imitan la contracción muscular humana.

- Usos comunes
 - Automatización de maquinaria
 - Control de puertas automáticas
 - Equipos de ensayo en laboratorios
 - Procesos de moldeo plástico
 - Control de válvulas en estaciones petrolíferas
 - Refrigeración industrial
 - Equipos de manipulación y transporte
 - Herramientas en talleres
 - Maquinaria de corte y conformado de metales
 - Sistemas de frenos y prensas de impresión

Ventajas de los Sistemas Neumáticos

- Alta efectividad:
El aire es fácil de almacenar, transportar y liberar sin tratamiento adicional.
- Durabilidad y fiabilidad:
Los componentes son resistentes y de bajo mantenimiento.

- **Diseño simple y versátil:**
Permiten movimientos lineales y rotativos con estructuras compactas.
- **Adaptabilidad a entornos agresivos:**
Resisten polvo, calor y sustancias corrosivas.
- **Seguridad:**
No generan chispas y no presentan riesgos en entornos explosivos.
- **Control sencillo:**
Fácil ajuste de velocidad y presión con reguladores.
- **Respeto ambiental:**
No generan residuos contaminantes, ideales para industrias con exigencias de limpieza.
- **Costo reducido:**
Sus componentes son económicos y accesibles.

Limitaciones de los Sistemas Neumáticos

- **Menor precisión:**
La compresibilidad del aire afecta la exactitud del sistema.
- **Capacidad de carga limitada:**
No son aptos para mover cargas muy pesadas.
- **Velocidad variable:**
El movimiento puede ser irregular.
- **Ruido:**
La liberación del aire comprimido puede generar ruidos elevados sin silenciadores.

TEMPLE POR INDUCCIÓN

El calentamiento por inducción eléctrica se aplica a materiales conductores de la energía eléctrica, esencialmente metálicos, en muchos procesos industriales. Si se hace atravesar un material conductor por un campo magnético variable se genera en el seno del mismo una fuerza electromotriz, que crea una corriente cuyas características (tensión o intensidad) dependerán de las propiedades eléctricas de la pieza como también de la fuerza y frecuencia del campo magnético actuante.

Se trata de corrientes parásitas (Corrientes de Foucault) que, al fluir por el conductor en contra de la resistencia eléctrica de éste, disipan energía en forma de calor. Esta generación de calor es aprovechada en variadas operaciones de procesamiento de metales tales como: fusión, soldadura, brazing (soldadura con bronce, latón u otras aleaciones de base cobre), tratamientos térmicos, distensionado, calentamiento previo al trabajado mecánico, etc., y en otras operaciones no precisamente metálicas como secados o curados. Entre todas estas aplicaciones, predomina el uso en el tratamiento térmico y especialmente el temple de superficies de acero y fundición.

Comparándolo con la utilización de hornos, el calentamiento por inducción ofrece ahorros de energía y mayores velocidades de trabajo que la producción de calor por los sistemas convencionales de transmisión por convección, radiación, etc. Estas mismas consideraciones se extienden al temple superficial por la acción de llamas producidas por la combustión de gases tales como acetileno, metano, etc.

Además de lo dicho existen otras ventajas de mucha importancia:

- a) Facilidad de automación y control.

- b) Reducidos requerimientos de espacio.
- c) Limpieza en las condiciones de trabajo.
- d) Facilidad para integrarse en una línea de producción debido a la eliminación de calentamientos secundarios por radiación.

Fundamentos y componentes básicos en el **calentamiento** inductivo

El campo magnético variable a que se aludió anteriormente es producido por una corriente eléctrica alterna de intensidad y frecuencia adecuadas para el trabajo a efectuar, que recorre una bobina de forma especialmente adaptada a la zona de la pieza a calentar. Ese campo magnético depende, además de la intensidad de la corriente eléctrica que recorre la bobina y de su frecuencia, del número de vueltas que la integra.

Si una pieza se coloca dentro de una bobina de **N** vueltas por la que circula una corriente alterna de intensidad **J**, capaz de producir un campo de intensidad de flujo Φ se generará una fuerza electromotriz **e** que se puede expresar como:

$$e = -N \cdot \frac{d\Phi}{dt} \quad (1)$$

El sistema bobina inductora-pieza de trabajo funciona como un transformador en donde la bobina inductora es el primario, y el secundario una bobina de una sola espira en cortocircuito que es la pieza de trabajo.

Las corrientes inducidas en la pieza de trabajo generan su propio campo magnético de sentido contrario al generado por el inductor, siendo éste el motivo por el cual las corrientes inducidas se debilitan hacia el interior provocando el llamado "skin effect" o efecto pelicular.

La disminución de la intensidad de la corriente inducida desde la periferia hacia el interior

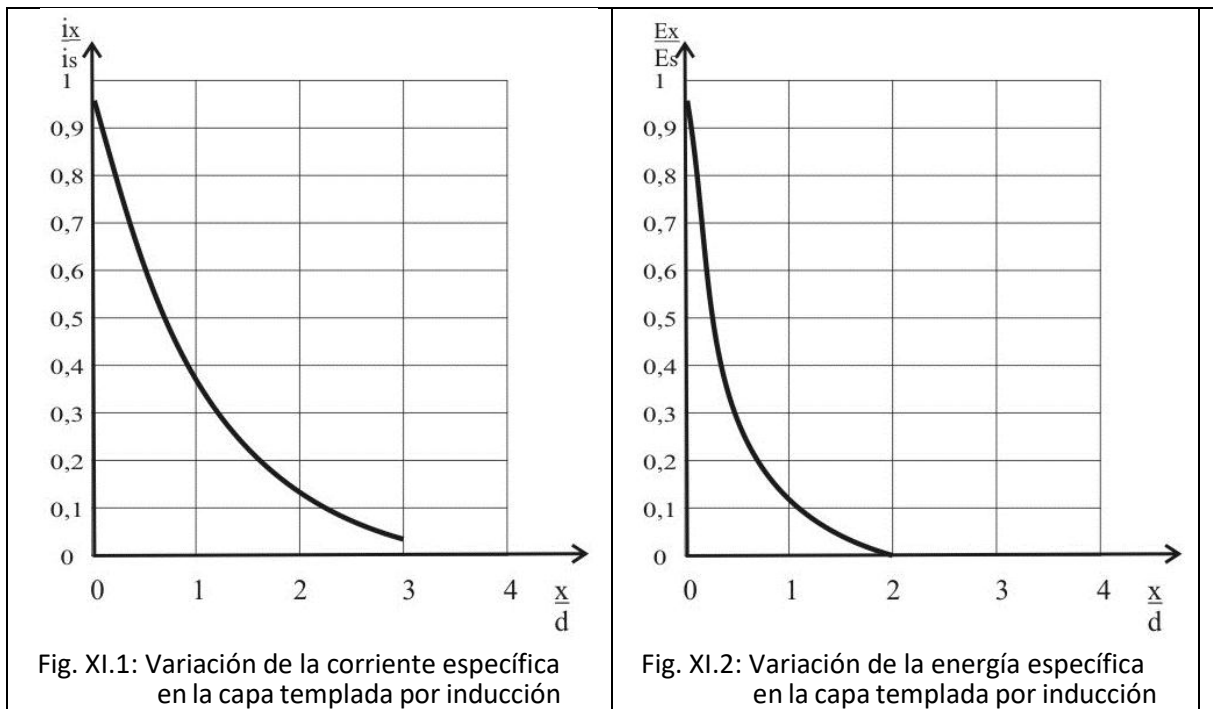
está expresada por una ley exponencial:

$$i_x = i_s \cdot e^{-\frac{x}{d}} \quad (2)$$

en donde i_x indica la densidad de corriente a la distancia x de la superficie calentada; i_s indica la densidad de corriente en la superficie calentada y d es la "Profundidad de penetración" que determina la efectiva profundidad de las corrientes parásitas en su generación de calor. El valor de d está dado por la siguiente expresión:

$$d = \sqrt{\frac{\rho}{\pi \cdot \mu_0 \cdot \mu_r \cdot f}} \quad (3)$$

donde μ_0 es la permeabilidad magnética del vacío; μ_r es la permeabilidad magnética relativa de la pieza que se calienta (disminuye cuando aumenta la temperatura); ρ es la resistividad de la pieza de trabajo (aumenta con la temperatura); f es la frecuencia del campo magnético actuante producido por la corriente que recorre la bobina inductora. En las figuras XI.1 y XI.2 se muestra, respectivamente, la variación de i_x/i_s y de la energía específica generadora de calor (elevando al cuadrado la densidad de corriente), en función de la relación x/d .



De lo que se podrá deducir que, para idénticas condiciones de resistividad y permeabilidad relativa, la "Profundidad de penetración" d , depende fundamentalmente de la frecuencia alimentadora de la bobina inductora. Además, cuando la profundidad x iguala a d , es decir la relación x/d es igual a 1, la relación de densidades de corriente es aproximadamente 0,37 (Fig. XI.1) y la relación de energías específicas es aproximadamente 0,13 (Fig. XI.2) siendo esta última la causante de las temperaturas generadas en la pieza de trabajo y por consiguiente, este valor de 0,13 es totalmente inadecuado para los fines del temple.

Además de la influencia de la frecuencia en la definición de d , cumple un rol importante la permeabilidad magnética relativa μ_r la cual depende de la temperatura a que se encuentra el material; en el acero desde valores elevados a temperatura ambiente, llega prácticamente a 1 a 768° C, incrementándose fuertemente la Penetración " d ". Esto puede producirse por valores demasiado elevados de la densidad de energía puesta en juego, que podría volver al

acero magnéticamente saturado.

Para que el temple por inducción sea efectivo, es decir que el calentamiento de la zona a tratar llegue en profundidad hasta el espesor deseado, es necesario que el diámetro del redondo o el espesor de la placa a tratar tenga una relación de D/d o $A/d > 3$ siendo **D** el diámetro de la pieza y **A** el espesor de la placa (según los casos); si esas relaciones son menores se pierde eficiencia ya que empiezan a tener influencia las corrientes generadas, que son de signo opuesto, contrabalanceando las originadas en una cara (si se trata de una placa) o de un extremo del diámetro (si se trata de un redondo).

Las variables que afectan a la velocidad de calentamiento son las siguientes:

- a) Intensidad o fuerza del campo magnético generado por la corriente que recorre la bobina de trabajo con sus características fundamentales: intensidad y tensión. De los Amper-vueltas de la bobina de trabajo surge la fuerza magnética en forma de líneas de fuerza (flujo magnético)
- b) Frecuencia de la corriente que recorre la bobina de trabajo; ya se vio su influencia en el valor de **d**; a mayores frecuencias existe mayor acercamiento de las líneas de fuerza.
- c) Separación entre la pieza de trabajo y la bobina inductora.
- d) Características magnéticas y eléctricas del material a tratar: resistividad y permeabilidad magnética.

Componentes fundamentales de un equipo para templar por inducción

Fundamentalmente comprenden: a) fuente de energía de determinada frecuencia y potencia de salida; b) capacitores, interruptores; c) Sistema de enfriamiento para el templado

propiamente dicho; d) bobina inductora de forma determinada de acuerdo al trabajo a realizar, etc.

Normalmente el equipo debe estar preparado para recibir energía eléctrica de frecuencia de la red (50 ó 60 Hz) y transformarla a una frecuencia mucho mayor (en la mayoría de los casos) al igual que la tensión eléctrica de ingreso al lugar de trabajo. En muchos casos se utiliza frecuencia de red especialmente cuando se deben obtener capas templadas por inducción gruesas.

Las principales fuentes de potencia son las siguientes:

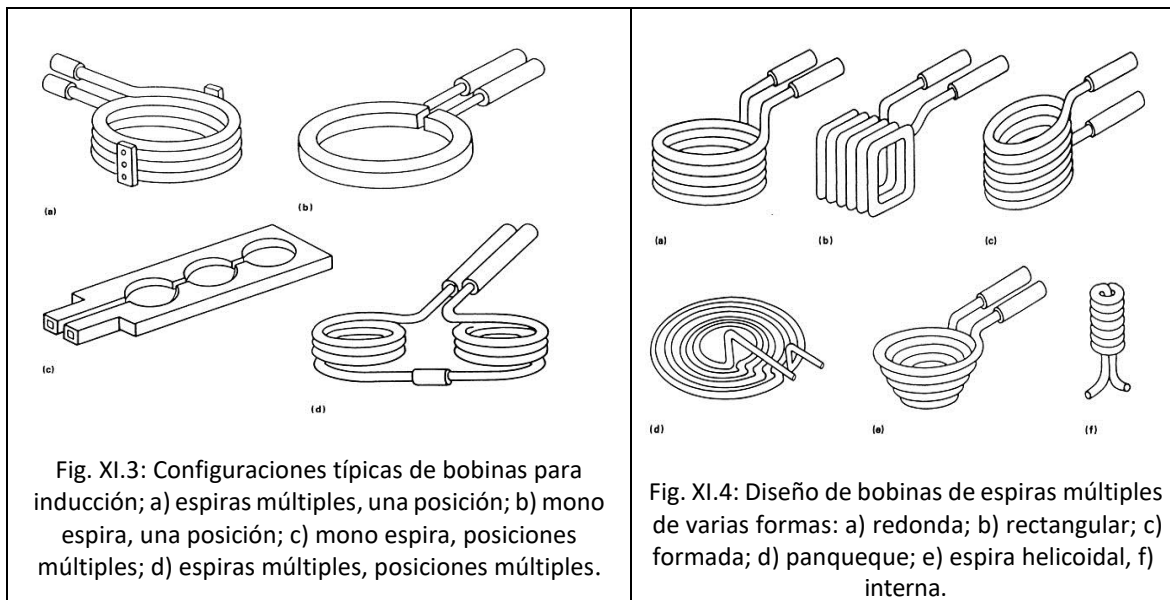
- 1- Frecuencia de línea: 50 Hz.; Rango de potencia: 100 KW a 100 MW;
Eficiencia: 90/95 %; Penetración de corriente profunda; Costo bajo.
- 2- Moto-Generador: 500 Hz a 10 kHz.; 10 kW a 1MW; Eficiencia: 75/85 %.
- 3- Estado sólido: 180 Hz a 50 KHz; Rango de potencia: 1 KW a 2 MW; Eficiencia: 75/95 %.
- 4- Equipos de tubos de vacío: 50 kHz a 10 MHz; Rango de potencia: 1 KW a 500 KW; Eficiencia: 50/75 %.

La elección de la fuente de energía depende primariamente de la frecuencia deseada, si bien hay solapamiento entre los distintos sistemas; por otra parte, la frecuencia deseada depende del tipo de trabajo a realizar: si se trata de templar la superficie, la capa podrá ser de poco espesor o profunda; si se trata de calentar toda la masa para efectuar un tratamiento integral, habrá de estimarse el volumen total a tratar. En general el costo del equipo se incrementa con la frecuencia.

Equipos de baja frecuencia (50/60 Hz)

Tienen la ventaja de no necesitar la convergencia a alta frecuencia; su uso está primariamente

afectado a obtener capas de calentamiento profundas o calentamiento de la masa total de la pieza a tratar. Para potencias de alrededor de 300 kW se aceptan tensiones de hasta 440 V en la línea de alimentación. Desde luego, para mayores potencias, 20 MW, se usan hasta 6 kV o más. Estos equipos pueden funcionar con sistemas trifásicos (para altos niveles de potencia) en los cuales se puede operar con tres bobinas alimentadas cada una con una fase para el balance necesario.



TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE LOS ACEROS

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se tratarán sobre los tratamientos térmicos efectuados a materiales ferrosos como aceros y fundiciones. Los tratamientos térmicos se pueden definir como aquellos procesos por medio de los cuales se pueden obtener las propiedades deseadas (y estas dependen a la vez de la microestructura y del tipo de material), en una pieza con ayuda de la temperatura y de una velocidad de enfriamiento adecuada de las piezas.

Los tratamientos térmicos se pueden clasificar en: a) convencionales y b) termoquímicos, los primeros a la vez se pueden clasificar (en dependencia de la forma como se obtiene las diferentes microestructuras durante el enfriamiento), en: tratamientos con enfriamiento continuo o con enfriamiento isotérmico. Los tratamientos termoquímicos en general son llamados tratamientos térmicos superficiales. Otro tipo de tratamiento, el cual busca la precipitación de partículas duras en el acero es conocido como envejecimiento.

Para el entendimiento de los tratamientos térmicos, es indispensable comprender una serie de conceptos como: fases, microestructuras, transformaciones de fase, termodinámica de las transformaciones, cinética, variables de control, medios de enfriamiento, poder templante, severidad de temple, templabilidad, temperatura de austenización, etc. Algunos de estos conceptos serán tratados brevemente a continuación.

TRANSFORMACIONES DE FASE

Los principios básicos acerca de las transformaciones de fase que ocurren en los aceros, se pueden aplicar para describir transformaciones específicas de importancia industrial. No es realista describir la vasta cantidad de materiales y tratamientos térmicos que se usan

actualmente en la industria. Sin embargo, si se escoge con cuidado una cantidad limitada de ejemplos en los que existan muchos datos que relacionen el efecto del tratamiento térmico sobre la microestructura, se puede desarrollar una idea y una confianza en la aplicación de los principios básicos de esta técnica.

El acero es uno de los materiales estructurales más importantes que se usan hoy día. También es un sistema de aleación muy estudiado, por la diversidad de microestructuras que se desarrollan cuando se tratan térmicamente estas aleaciones. Este sistema muestra la mayor parte de los tipos principales de transformaciones de fase. La tabla 1 resume la terminología asociada con las distintas microestructuras que se presentan con frecuencia. Los ejemplos aquí se concentrarán en aceros al carbono simple, esto es, aceros en el que el carbono es el único elemento de aleación.

La figura 1 muestra una parte del diagrama de fases Fe-Fe₃C (o Fe-C), en la cercanía de la reacción eutectoide. Como se sabe, la reacción eutectoide es invariante, y en ella una única fase sólida se transforma al enfriarse, en dos fases sólidas distintas que tienen composiciones diferentes a las de la fase original. Escrita simbólicamente, la reacción eutectoide para el acero al carbono simple es $\text{Fe-}\gamma \rightarrow \text{Fe-}\alpha + \text{Fe}_3\text{C}$. Así, al enfriar la fase única Fe- γ (austenita), se descompone Fe- γ (ferrita) y Fe₃C (cementita). La solubilidad del carbono en la fase γ FCC es mayor que en la fase α BCC, pero menor que en la fase Fe₃C. La rapidez de crecimiento y morfología de las fases γ y Fe₃C se controlan por la difusión del hierro y el carbono. Cuando se enfría justo debajo de la temperatura eutectoide, una aleación que contiene 0.77% de C en peso disuelto en el Fe-

γ , que era la única fase, se transforma en una mezcla de dos fases con morfología laminar de placas alternadas de Fe- α y Fe₃C. Este material laminar se llama perlita.

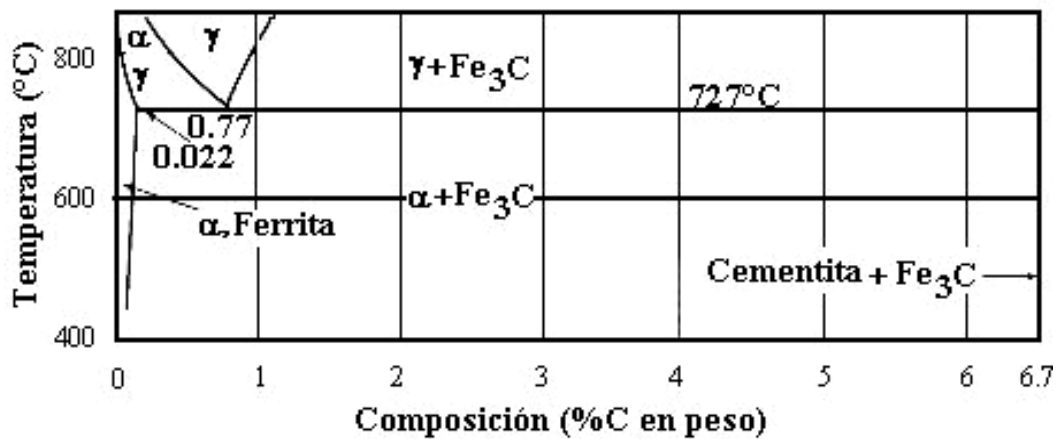


Figura 1. Parte del diagrama de fases Fe-Fe₃C en la cercanía de la reacción eutectoide [1]

Al aumentar la cantidad de subenfriamiento hay una morfología alterna a la de la perlita que se vuelve más favorable desde el punto de vista de la energía. Esta mezcla de dos fases, de Fe₃C, se llama bainita y se presenta en un acero eutectoide transformado a temperaturas constantes menores entre 400 y 550°C aproximadamente. Al igual que la perlita, la bainita es el resultado de la descomposición de la austenita. Todavía no se ha identificado un mecanismo exacto que describa todas las observaciones y, hasta hoy, sigue la controversia entre los mecanismos propuestos que intentan describir la formación de bainita a partir de la austenita. Sin embargo, hay algunas observaciones que parecen universales acerca de la bainita. La bainita no tiene morfología laminar como la perlita. La fase de ferrita puede tener la forma de listones o placas, y su microestructura contiene grandes densidades de dislocaciones. La cementita se forma entre las placas de ferrita, donde el carbono fue rechazado durante el crecimiento de la fase α . Al disminuir la temperatura de transformación, el tamaño de los carburos es menor y más difícil de identificar con el microscopio óptico. La

figura 5 muestra micrografías ópticas de la bainita en el acero.

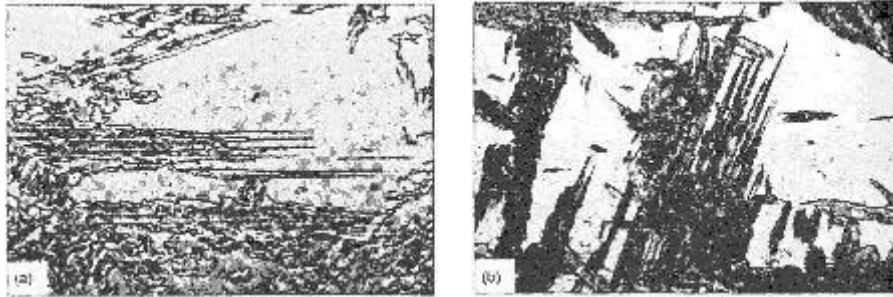


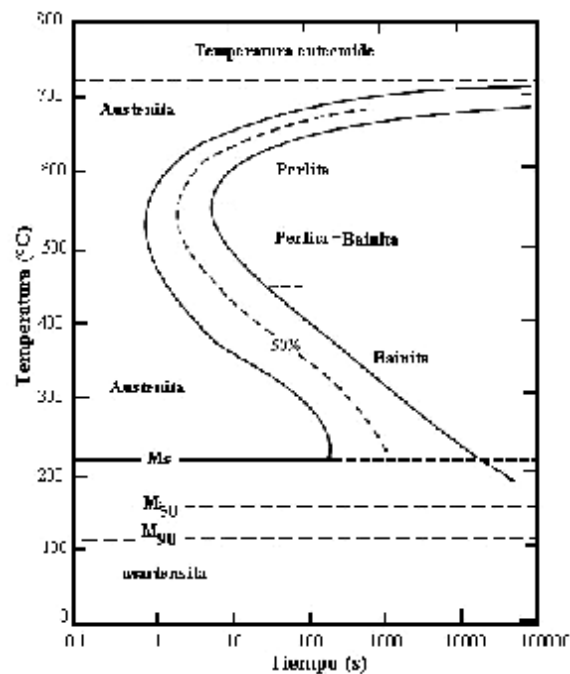
Figura 5. Microestructura de la bainita transformada isotérmicamente. [3] [7]

Hasta ahora hemos indicado que la austenita se puede descomponer y formar dos microestructuras diferentes, perlita y bainita, que dependen de la temperatura de transformación y de la cinética de nucleación y crecimiento correspondientes. Sin embargo, si la austenita, de composición 0.77% de C en peso, se enfría rápidamente a $\sim 200^{\circ}\text{C}$, no forma una mezcla de dos fases, de Fe y Fe_3C por difusión. En su lugar se lleva a cabo una clase distinta de cambio de fase, llamada atérmica o sin difusión. Esas reacciones no son activadas térmicamente y suceden con mucha rapidez y continuamente durante el enfriamiento. Así, la cantidad de fase transformada depende sólo de la temperatura, y no del tiempo. En los aceros, la fase resultante se llama martensita.

La transformación a martensita tiene gran importancia, porque por lo general el primer paso en el tratamiento térmico de los aceros es la formación de la fase de martensita, de estructura tetragonal centrada en el cuerpo (TCC). El tratamiento térmico de los aceros tiene mucha importancia para un gran sector de la industria que depende de esta actividad.

También se pueden presentar reacciones atérmicas en sistemas no ferrosos, como el de Cu-Al y Au-Cd, así como en óxidos, como la transformación de BaTiO_3 de cúbico a tetragonal, y de la

En un diagrama de transformación isotérmica en forma de C, un cambio martensítico de fase se traza como una recta horizontal. La figura 6 es un diagrama en C de un acero eutectoide que muestra una curva en C característica de una transformación difusional a altas temperaturas, y la reacción martensítica atérmica a bajas temperaturas. La temperatura a la



pág. 31

más subenfriamiento para inducir la transformación de fase martensítica.

Figura 6. Diagrama de transformación isotérmicos TTT (o curva en C), para un acero eutectoide.

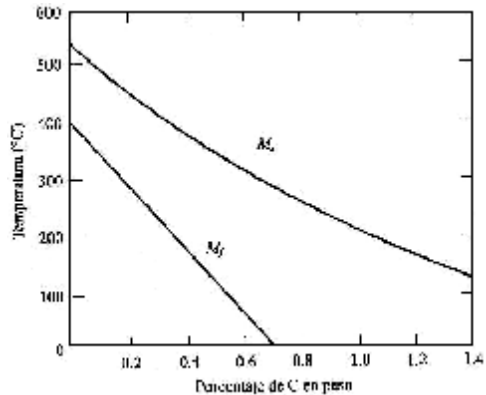


Figura 7. Efecto del carbono sobre las temperaturas M_s y M_f en un acero al carbono. [22]

La transformación martensítica de fase es adifusional y la martensita tiene la misma composición que la fase primitiva (austerita). Debido a que la transformación es adifusional, los átomos de carbono no pueden salir de sus posiciones intersticiales en la red de Fe [22] como lo hacen durante la formación de la perlita o la bainita. Estos átomos de carbono atrapados, y sus campos de deformación asociados son obstáculos muy eficaces al movimiento de las dislocaciones; en consecuencia, la martensita es la fase más resistente de las que se presentan en los aceros.

En la figura 8 se observa la microestructura de la martensita. Esta fase acicular (en forma de agujas) tiene relaciones específicas de orientación con la austenita primitiva. Esto es, ciertos planos y direcciones en la martensita están alineados con planos específicos en la fase de austenita. Los planos correspondientes se llaman planos de hábito, y las

direcciones correspondientes, direcciones de hábito. La estructura cristalina de la martensita se puede formar de la austenita con tres operaciones:

1. Una transformación CFC a TCC.
2. Distorsión de los parámetros de la red BCC para coincidir con los de la martensita. Esto se conoce como distorsión de Bain, por quien la propuso por primera vez.
3. Rotación para producir los planos y direcciones adecuados de hábito, entre la martensita y la austenita primitiva.

(academia.edu, 2025)

ESTUDIO DEL ARTE

Brazo robótico:



Es un sistema mecánico compuesto por una serie de eslabones rígidos unidos mediante articulaciones controladas por actuadores, que permiten ejecutar movimientos en uno o varios ejes. Su objetivo principal es manipular objetos o herramientas, replicando —total o parcialmente— las funciones de un brazo humano. La estructura del brazo puede ser simple o compleja, dependiendo del número de grados de libertad (DOF) que posea, la configuración de sus articulaciones y el tipo de tareas para las que fue diseñado.

Los brazos robóticos no son simplemente mecanismos que se mueven. En realidad, son el resultado de una compleja integración de disciplinas como la mecánica, la electrónica, la

informática, la automatización industrial, y en casos más avanzados, de la inteligencia artificial.

Gracias a esta sinergia, pueden realizar movimientos programados con alta precisión, seguir trayectorias tridimensionales, adaptarse a cambios en su entorno y trabajar de forma autónoma o colaborativa.

Componentes Principales:

Controlador

Si hacemos una analogía con el cuerpo humano, el controlador vendría siendo el cerebro del robot, pues es la parte que regula todas las funciones, movimientos, cálculos y procesamiento de información, a través de un microordenador.

Este microordenador, a su vez, tiene una unidad central, memoria, dispositivos de alimentación e interfaces que le permiten el contacto con los comandos externos.

Por otro lado, los controladores pueden variar en su función, derivado de los parámetros que controlan, aunque esencialmente pueden ser de posición, cinemático (incluyendo posición y velocidad), dinámico (además de lo anterior controla las propiedades del manipulador y los elementos asociados) o adaptativo (incluyendo variaciones). Todo dependiendo de su funcionamiento y especialización.

Actuadores

Siguiendo con las analogías, los actuadores vendrían siendo los corazones de los robots industriales, pues son los motores encargados de dar la fuerza para los movimientos del dispositivo.

Igualmente hay muchos tipos de actuadores, aunque en este caso, usted encontrará que es un poco más sencillo, pues también existen los de tipo genérico, los cuales son compatibles con los controladores de prácticamente cualquier robot.

Manipulador

Pasemos ahora a la parte mecánica más importante del robot, es decir, el manipulador, el cual es el componente mecánico principal pues es la parte estructural en sí misma, compuesta por elementos sólidos o por eslabones unidos mediante articulaciones que le permiten el movimiento. A estas subpartes, también analógicamente, se le llaman cuerpo, brazo, muñeca y actuador final.

Articulaciones

Una de las subpartes esenciales del manipulador son las articulaciones, pues como vimos en el punto anterior, son las que dotan de movimiento a todas las demás partes de un robot industrial, o, en otras palabras, de grado de libertad al robot industrial.

Por lo tanto, estas tienen diferentes tipos de movimientos, clasificados principalmente en:

- Lineales: Movimientos horizontales o verticales.
- Angulares: Movimientos diferentes por articulación.

Los cuales pueden dotar a la estructura completa de diferentes movimientos de acuerdo con la función en su proceso.

Muñeca

Otro elemento de movilidad del manipulador es precisamente la muñeca, pues esta tendrá también diferentes movimientos o grados de libertad, entre los cuales usted encontrará:

- Elevación
- Desviación

- Giro

Aunque es importante que usted considere que muchos de los modelos de robot industrial pueden incorporar diferentes tipos de movimiento, para darle un mayor grado de especialización de acuerdo con sus funciones.

Actuador final o gripper

También llamada pinza, esta es la parte final del manipulador, misma que se conecta a la muñeca del brazo del robot industrial para la consecución de la tarea mecánica final.

Para lo cual, también podemos dividirlos en 2 grandes grupos:

- Pinzas: Las cuales se utilizan mayormente para sujeción y trayectoria.
- Herramientas: Las cuales pueden ser de diferente tipo, de acuerdo con su función final.

Dispositivos de entrada y salida

Pasando a las partes del robot industrial que tienen una naturaleza no mecánica, podemos comenzar con los dispositivos de entrada y salida, los cuales comúnmente pueden ser:

- Monitores Teclados
- Cajas de comandos

Estos le permitirán introducir y extraer datos, instrucciones e información del controlador. Es decir, estos elementos serán los puentes de comunicación entre los usuarios, el sistema y el robot en sí mismo.

Sensores

Esta parte es esencial en otro de los objetivos de la automatización: detectar las condiciones del ambiente de forma automática, relacionándose con su entorno de forma natural y constante.

Por lo tanto, los sensores dotarán al robot industrial de la capacidad de dar respuestas ante cambios inesperados en las condiciones de trabajo, como es el caso, de los paros frente a obstáculos.

Lenguaje de programación

Por último, pero no menos importante, se encuentra el lenguaje de programación, el cual, en pocas palabras, es el programa o sistema mediante el cual el robot funcionará.

Es decir, el lenguaje de programación será el “mapa” sobre el cual el robot actuará o se moverá, en tiempos y condiciones predeterminadas.

Grados de Libertad y Movimiento

El concepto de grados de libertad (DOF) es fundamental en robótica. Cada grado de libertad representa una forma independiente de movimiento. Un brazo robótico con seis grados de libertad, por ejemplo, puede mover su efector final a cualquier posición en el espacio tridimensional y orientarlo en cualquier dirección. Esta capacidad es esencial para tareas complejas como soldadura, pintura o ensamblaje de precisión.

Los movimientos pueden ser:

- Puntuales: desplazamiento de un punto a otro sin necesidad de seguir una trayectoria definida.
- Interpolados: movimientos suaves y continuos entre dos o más puntos, siguiendo una trayectoria en línea recta o curva.
- Continuos: en operaciones como pulido o soldadura, donde se debe mantener un movimiento fluido constante.

El cálculo de trayectorias y la ejecución de movimientos precisos se logra mediante el uso de algoritmos de cinemática directa e inversa, dinámica, y planificación de trayectorias, implementados en el sistema de control.

Tipos de Brazos Robóticos:

Los brazos robóticos pueden clasificarse según la configuración de su estructura mecánica:

- Cartesiano: se mueve en ejes X, Y, Z. Alta precisión, usado en impresoras 3D y máquinas CNC.
- Cilíndrico: mezcla movimientos lineales con rotación alrededor del eje vertical.
- Polar o esférico: permite manipulación en coordenadas polares.
- SCARA: diseñado para operaciones de alta velocidad en el plano horizontal.
- Articulado (tipo antropomórfico): simula la estructura del brazo humano; es el más común en la industria.
- Delta: estructura liviana de alta velocidad, utilizado en industrias de empaque y selección.
- Colaborativo (Cobot): diseñado para interactuar de forma segura con humanos.

▮ Ventosas de vacío industriales:



Las ventosas de vacío se han consolidado como un componente fundamental en la automatización industrial moderna. Su capacidad para manipular objetos de forma segura, rápida y eficiente las convierte en una herramienta esencial en entornos productivos de alta demanda. Se utilizan ampliamente en procesos como transporte, carga y descarga, picking, paletizado, enfardado y redistribución, especialmente dentro de las líneas de fabricación continua.

Estas ventosas actúan como el vínculo entre el producto y los sistemas automatizados, permitiendo una sujeción fiable que se adapta a distintos tipos de superficies, pesos y condiciones de operación. Gracias a su diseño y principios de funcionamiento, las ventosas de vacío ofrecen una solución limpia, económica y versátil para una gran variedad de industrias.

Las ventosas de vacío, también conocidas como ventosas de sujeción por vacío, son dispositivos que permiten adherirse a superficies mediante la creación de una presión negativa en su interior.

Este vacío se genera extrayendo aire mediante un sistema de inyección o una bomba de vacío. La diferencia de presión entre el interior de la ventosa (donde hay menos aire) y el exterior (presión atmosférica) crea una fuerza de succión que permite mantener adherido un objeto a la ventosa mientras persista esa diferencia.

Debido a que no requieren elementos mecánicos complejos para sujetar los objetos, las ventosas ofrecen una solución silenciosa, segura, de bajo costo operativo y fácil mantenimiento. Son ideales para industrias con estándares de limpieza y eficiencia muy estrictos, como el sector alimentario o farmacéutico.

Funcionamiento de un Sistema de Sujeción con Ventosas de Vacío

El principio físico que rige el funcionamiento de las ventosas de vacío es el del vacío parcial. Al succionar el aire del interior de la ventosa, se genera una presión interna menor que la presión atmosférica. Esta diferencia de presiones crea una fuerza neta dirigida hacia el interior de la ventosa, permitiendo la sujeción del objeto.

Sin embargo, para que esta adherencia sea eficaz, es fundamental que la superficie sea poco porosa. En superficies con porosidad elevada, el aire puede colarse dentro de la ventosa, disminuyendo el vacío y reduciendo la fuerza de sujeción.

Componentes de un Sistema de Vacío con Ventosas

Aunque existen diversas configuraciones según la aplicación, un sistema de sujeción por vacío suele estar compuesto por los siguientes elementos:

- Ventosas (componente de caucho): Son la parte visible y de contacto directo con el objeto.
Se fabrican con materiales como caucho, silicona o poliuretano, y su forma y tamaño varían según el tipo de superficie a manipular.
- Eyector o bomba de vacío: Es el dispositivo encargado de extraer el aire de la ventosa.
Algunas bombas también permiten controlar la presión interna para liberar o ajustar el agarre.
- Articulaciones: Permiten posicionar la ventosa en el ángulo adecuado para cada superficie.
Son fundamentales para mantener estabilidad y adaptabilidad durante el movimiento.
- Válvulas de presión: Controlan la cantidad de vacío dentro de cada ventosa y los tiempos de sujeción.

Tipos de Ventosas de Vacío

Existen numerosos tipos de ventosas, cada una diseñada para aplicaciones específicas. La elección adecuada del tipo dependerá de factores como el peso del objeto, su forma, superficie, porosidad y el entorno de trabajo. A continuación, se describen las más comunes:

1. Ventosas planas.

Son las más utilizadas en la industria. Se adaptan bien a superficies planas o ligeramente curvas. Su diseño permite una sujeción potente sin dañar materiales delicados como cartón o papel.

2. Ventosas de fuelle.

Tienen un diseño en forma de acordeón que les permite adaptarse a superficies irregulares, curvas o abombadas. Su flexibilidad las hace ideales para objetos con variaciones topográficas.

3. Ventosas metálicas.

Están diseñadas para cargas pesadas y superficies difíciles, como chapas metálicas porosas. Su agarre firme evita deslizamientos y deformaciones durante el traslado.

4. Ventosas de campana.

Tienen labios hermetizantes que se ajustan bien a superficies complejas o irregulares, como bordes o esquinas. Se utilizan mucho en la industria alimentaria por su capacidad de adaptarse a superficies semiaceitosas o acolchadas.

5. Ventosas delgadas o rectangulares

Pensadas para espacios estrechos y objetos alargados, como sacos o bolsas. Su diseño permite aprovechar al máximo superficies pequeñas.

6. Ventosas para manipulación de chapa

Especialmente útiles en la industria automotriz, están diseñadas para sujetar superficies metálicas aceitosas o rugosas. Suelen incorporar materiales antiderrapantes que aumentan la fricción.

7. Ventosas flotantes.

Aplicables a piezas delicadas o deformables como paneles fotovoltaicos o láminas muy delgadas.

Su sistema de contacto mínimo evita daños o marcas en los materiales.

8. Cajones modulares.

Son soluciones flexibles para líneas de producción mixtas. Su diseño permite incorporar múltiples ventosas distintas en un solo sistema, adaptándose dinámicamente a diferentes productos.

9. Ventosas especiales

Incluyen modelos diseñados específicamente para una necesidad puntual. Ejemplos incluyen ventosas con espuma o esponjas de vacío, muy utilizadas para objetos irregulares o de formas inusuales.

Aplicaciones Industriales

Las ventosas de vacío tienen presencia en una amplia variedad de industrias. Entre las principales aplicaciones destacan:

- Automoción y aeronáutica: Transporte de componentes metálicos grandes y pesados, como puertas, capós o fuselajes.
- Industria alimentaria: Manipulación de productos delicados, empaquetado, transporte de bandejas o botellas.
- Farmacéutica: Carga de frascos, tubos, blísters o cajas, con alta exigencia higiénica.
- Electrónica e informática: Movimiento de componentes delicados como pantallas LCD o placas base.
- Industria del vidrio y plástico: Transporte de láminas, paneles o productos moldeados.
- Cartón y embalaje: Sujeción y traslado de cajas, planchas de cartón o productos empaquetados.
- Paletizado y enfardado: Final de línea de producción, preparación de cargas para almacenamiento o envío.
- Reciclaje y logística: Clasificación de objetos, reubicación de productos, cargas mixtas.

▮ Sistema de transporte con cadena:



En el entorno industrial actual, la manipulación eficiente de materiales es clave en la cadena de producción. Los transportadores de cadena son fundamentales en este proceso, permitiendo mover materiales a través de centros logísticos, almacenes y líneas de producción, tanto en distancias cortas como largas. Estos sistemas están formados por una red de cadenas interconectadas que facilitan el traslado de productos de manera efectiva.

Son especialmente utilizados en industrias como la manufactura, logística, procesamiento de alimentos y automotriz debido a su alta capacidad de carga y versatilidad para adaptarse a

diversas aplicaciones. Su construcción robusta los hace ideales para sectores que requieren un flujo continuo de materiales. A continuación, se presentan los principios de funcionamiento, componentes y tipos de transportadores de cadena, así como sus ventajas y aplicaciones en la industria moderna.

Un transportador de cadena es un sistema que mueve materiales a lo largo de un trayecto determinado mediante cadenas continuas. A diferencia de los transportadores de banda, que utilizan bandas de goma, los transportadores de cadena emplean cadenas metálicas interconectadas sobre ruedas dentadas que arrastran los materiales de un lugar a otro. Son adecuados para materiales pesados, abrasivos o procesos industriales complejos.

Estos transportadores son ideales para mover materiales de forma eficiente, como:

- Productos a granel, como minerales, carbón y granos.
- Bienes industriales pesados, como componentes de automóviles.
- Artículos frágiles en entornos controlados, como en líneas de embalaje.
- Materiales de alta temperatura o reactivos, que no pueden ser transportados por correas de caucho.

Además, permiten la automatización de procesos, reduciendo la intervención humana y garantizando un flujo continuo de materiales, lo que aumenta la eficiencia y reduce costos.

Principio de funcionamiento básico.

El funcionamiento de un transportador de cadena se basa en el movimiento continuo de la cadena sobre ruedas dentadas. Un motor eléctrico transmite la potencia a las ruedas, impulsando la cadena y transportando la carga. Dependiendo del diseño, los materiales pueden ser arrastrados directamente sobre la cadena o montados sobre palets o ganchos.

Componentes principales:

- La cadena: Hecha de metal o plástico, transporta los materiales.
- Las ruedas dentadas: Son responsables de mover la cadena.
- El sistema de guía: Guías o rieles aseguran que la cadena se deslice suavemente.

Transmisión de potencia

La potencia se transmite desde un motor eléctrico a las ruedas dentadas, ajustando la capacidad del motor según la carga, la longitud del transportador y la velocidad operativa. Los sistemas suelen incluir variadores de velocidad y lubricación adecuada para maximizar el rendimiento y la durabilidad.

Tipos de transportadores de cadena y sus aplicaciones

Transportadores de cadena de arrastre

Ideales para mover materiales a granel como biomasa, cenizas, carbón y cemento. Funcionan en sistemas cerrados, evitando fugas y polvo, y son perfectos para manejar materiales peligrosos.

Aplicaciones: Agricultura, minería, centrales eléctricas, industria química.

Transportadores de cadena de listones

Tienen listones suspendidos de una cadena, proporcionando una plataforma estable para productos pesados o de formas irregulares. Son versátiles y pueden operar en rutas niveladas, inclinadas o arqueadas.

Aplicaciones: Industria del embalaje, automotriz, procesamiento de alimentos, aeropuertos

MARCO METODOLOGICO.

TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación es de tipo aplicada y cuantitativa, ya que busca resolver una problemática real en el ámbito industrial: la automatización del proceso manual de temple de asientos de válvula. Actualmente, este proceso depende de la manipulación directa del operario, lo que introduce variabilidad en la calidad del tratamiento térmico debido a diferencias en tiempo, posición, rotación y enfriamiento.

Se propone desarrollar un sistema automatizado basado en actuadores neumáticos, mecanismos cartesianos, sensores y PLC, que reemplace estas tareas manuales, mejorando la uniformidad, eficiencia y seguridad del proceso. Para ello, se medirán variables como tiempo de ciclo, productividad, consistencia de dureza y errores humanos, utilizando instrumentos de medición industrial.

El diseño metodológico es experimental, con la construcción de un prototipo funcional que será validado en un entorno controlado, evaluando su desempeño bajo distintas condiciones operativas. Los resultados permitirán comparar el nuevo sistema con el proceso manual y determinar su viabilidad para implementación industrial.

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Para validar la hipótesis planteada sobre la viabilidad y eficiencia de un sistema automatizado de temple para asientos de válvula, se aplicaron técnicas de recolección de datos en campo y análisis técnico comparativo:

Cronometría directa: Se tomaron tiempos reales de ejecución del proceso manual de temple mediante cronómetro digital. Esto incluyó las etapas de colocación de la válvula, giro manual en la bobina de inducción, y enfriamiento en aceite.

Observación estructurada: Se registraron las condiciones de trabajo del operario, incluyendo la frecuencia de manipulación de válvulas y pausas por fatiga o distracción. También se observaron estaciones automatizadas en la planta que realizan otras tareas, como mecanizado o alimentación de piezas, para estimar tiempos y rutinas de trabajo comparables.

Estimación comparativa de productividad: Se registró que un operario realiza aproximadamente 1000 ciclos por jornada en condiciones manuales. Se proyectó que el sistema automatizado podría alcanzar esa misma cifra, pero con la ventaja operativa de permitir al trabajador supervisar dos máquinas en simultáneo, gracias a la independencia operativa de cada estación.

Evaluación de homogeneidad del proceso: Se identificó que el sistema automatizado permitiría un control preciso de parámetros críticos como el tiempo de exposición y la temperatura de temple (prevista entre 850 °C y 950 °C), eliminando variaciones derivadas del factor humano.

Tiempos de ciclo y mejora de productividad

En el proceso manual, el tiempo por válvula de 20 mm de diámetro es:

$$t_{\text{manual}} = 36 \text{ seg} \Rightarrow P_{\text{manual}} = \frac{3600}{36} = 100 \text{ válvulas/hora}$$

Con el sistema automatizado, el tiempo se reduce a:

$$t_{\text{automático}} = 32 \text{ seg} \Rightarrow P_{\text{automático}} = \frac{3600}{32} = 112 \text{ válvulas/hora}$$

La mejora es de:

$$\Delta P = 112 - 100 = 12 \text{ válvulas/hora}$$

Además del aumento de productividad, el automatismo permite que el operario pueda atender otra máquina simultáneamente, mejorando la eficiencia general del área.

Instrumentos empleados:

- Cronómetro digital.
- Fichas de recolección de datos de producción.
- Pirómetro infrarrojo .
- Manuales técnicos de sistemas similares.
- Entrevistas informales con operarios y técnicos de mantenimiento.

DESARROLLO.

SELECCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AUTOMATIZADO

Para el diseño del sistema de automatización del proceso de temple de asientos de válvula, se optó por implementar un sistema cartesiano con actuadores neumáticos en lugar de un brazo robótico articulado. Esta decisión se fundamenta en un análisis técnico y contextual basado en el entorno industrial real de la planta, la infraestructura disponible, y la naturaleza específica del proceso a automatizar.

Uno de los factores determinantes fue la baja incidencia del proceso dentro del total de la producción: las válvulas que requieren temple de asiento representan únicamente el 1,5% del volumen total fabricado. Esto implica que el sistema no estará en uso continuo, sino que se activará solo cuando se fabrique ese modelo específico de válvula. Debido a esa intermitencia operativa, una inversión en un robot de seis ejes u otro sistema complejo de automatización no se considera justificada, ya que no aportaría un retorno proporcional al costo inicial ni a los gastos de mantenimiento que implicaría.

Por el contrario, el sistema cartesiano neumático propuesto permite una solución técnica eficiente, económica y funcionalmente adecuada, con capacidad de cumplir con los requerimientos del proceso sin sobredimensionamiento ni dependencia de tecnologías innecesariamente complejas. Además, al estar alineado con el parque de maquinaria existente en la empresa, se facilita la integración con los sistemas actuales y se asegura una alta disponibilidad de repuestos, dado que los componentes (cilindros, válvulas, sensores) ya se encuentran dentro de los inventarios del pañol.

Otro aspecto clave fue considerar la capacidad del personal de mantenimiento, que ya posee experiencia en sistemas neumáticos y cartesianos, lo que reduce tiempos de puesta en marcha, facilita los ajustes en planta y evita la necesidad de capacitación adicional en sistemas de programación avanzada, como los que requieren los robots industriales.

En conjunto, la elección de este sistema responde a una visión estratégica ajustada a la realidad operativa, que busca resolver cuellos de botella puntuales del proceso sin comprometer recursos ni generar estructuras innecesariamente complejas para una operación que no es continua en el flujo de producción general.

SELECCION DE MATERIALES Y COMPONENTES CRITICOS DEL SISTEMA

Uno de los elementos clave del sistema automatizado de temple es la base de apoyo donde se posiciona la cabeza de la válvula durante el ciclo de inducción. Esta pieza cumple una doble función: no solo sostiene mecánicamente la válvula, sino que también está solidariamente acoplada al eje del motorreductor, el cual se encarga de hacerla girar de forma constante. Este giro controlado permite una distribución homogénea del campo magnético generado por la bobina de inducción, asegurando que el calentamiento sea uniforme en todo el perímetro del asiento de válvula.

En la práctica actual, esta base está fabricada en porcelana, material que, si bien presenta aislamiento eléctrico, no ofrece la resistencia térmica ni la estabilidad mecánica óptima para procesos cíclicos intensivos de inducción. Por ello, se propuso y seleccionó un nuevo material: nitruro de boro (BN).

El nitruro de boro es un material cerámico avanzado con una combinación de propiedades que lo hacen altamente adecuado para este tipo de aplicación:

- Alta resistencia térmica: soporta temperaturas de hasta 1400 °C sin problemas, lo que garantiza estabilidad incluso bajo ciclos prolongados de calentamiento.
- Aislante eléctrico: al no ser conductor, no interfiere con el campo electromagnético generado por la bobina de inducción.
- Inercia química: no reacciona con aceros ni otros metales calientes, lo que preserva la integridad superficial del componente tratado.
- Buena conductividad térmica (en su forma hexagonal), permitiendo disipar el calor residual sin concentración en puntos críticos.
- Alta resistencia al choque térmico, permitiendo su uso en ciclos repetitivos de calentamiento y enfriamiento sin fracturas ni deformaciones.

Durante el proceso de temple, la válvula permanece apoyada sobre esta base entre 15 y 20 segundos, tiempo en el cual alcanza temperaturas elevadas de forma localizada. El BN actúa como soporte térmicamente neutro, manteniendo su forma, sin deformarse ni transmitir calor hacia otros elementos del sistema.

El uso de nitruro de boro no solo mejora la durabilidad y confiabilidad del componente de apoyo, sino que también aumenta la seguridad del proceso, evita interferencias en la inducción y asegura condiciones óptimas para la transformación estructural del acero en la zona del asiento de válvula.

Selección del módulo de inducción electromagnética RDO

Para el tratamiento térmico del asiento de válvula mediante temple por inducción, se seleccionó un módulo compacto de inducción electromagnética marca RDO, modelo de 12,5 kW. Este equipo

fue elegido debido a una combinación de criterios técnicos, operativos y de experiencia previa dentro del entorno industrial donde será implementado.

El módulo RDO cumple la función de generar el campo electromagnético de alta frecuencia, el cual, al interactuar con un conductor metálico como la válvula, induce corrientes parásitas (corrientes de Foucault) en su superficie. Estas corrientes generan calor por efecto Joule, lo que permite calentar selectivamente la zona del asiento de válvula hasta temperaturas de austenización (entre 850 °C y 950 °C), necesarias para lograr el temple superficial al contacto con un medio de enfriamiento posterior (en este caso, aceite).

Características técnicas destacadas del módulo:

- Potencia nominal: 12,5 kW.
- Frecuencia de trabajo: ajustable entre 100 y 400 kHz, adecuada para tratamientos superficiales en piezas pequeñas o medianas.
- Diseño compacto: facilita la integración en sistemas automatizados de bajo volumen
- Control de potencia digital: permite adaptar la intensidad del campo según el tipo de válvula.
- Interfaz de regulación mecánica: el módulo se monta sobre una base con regulación en altura mediante un tornillo sin fin, que permite ajustar la posición de la bobina inductiva con respecto al plano de apoyo de la válvula.

Integración solidaria con la bobina de inducción: garantiza precisión en la alineación geométrica, lo que resulta esencial para la homogeneidad del calentamiento alrededor de toda la circunferencia del asiento

Además, este tipo de módulo ya se ha utilizado previamente en otros sistemas de la planta, lo que aporta ventajas en cuanto a familiaridad del personal técnico, disponibilidad de repuestos y rapidez en tareas de mantenimiento.

La regulación en altura del módulo, junto con la bobina inductiva solidaria, permite adaptar la distancia crítica entre la bobina y la válvula, lo que es fundamental para asegurar una densidad de flujo magnético óptima y un calentamiento uniforme en cada ciclo.

Selección de componentes neumáticos FESTO

Una de las principales razones que justifica esta elección es la homogeneidad del parque industrial. En la empresa se utiliza ampliamente equipamiento neumático Festo, lo cual permite una rápida disponibilidad de repuestos, intercambiabilidad de piezas y menores tiempos de inactividad ante fallas o tareas de mantenimiento. En el pañol de la planta ya se cuenta con un stock permanente de:

- Cilindros neumáticos.
- Actuadores giratorios.
- Gripper.
- Sellos y kits de mantenimiento.
- Sensores de proximidad compatibles.
- Conectores estándar.
- Mangueras.
- Electroválvulas y picos de conexión.
- Válvulas reguladoras de caudal (FDRL).

Este nivel de estandarización facilita la integración del sistema con las demás automatizaciones existentes y permite, en caso de emergencia, reutilizar componentes de otras máquinas sin necesidad de adaptar medidas ni interfaces.

Desde el punto de vista técnico, los cilindros Festo se destacan por:

- Alta confiabilidad y durabilidad en ciclos repetitivos.
- Disponibilidad en medidas normalizadas ISO, lo que simplifica el diseño mecánico.
- Compatibilidad con sensores magnéticos integrables para control de posición.
- Facilidad de montaje y ajuste.
- Compatibilidad con sistemas de control automatizado mediante PLC o autómatas industriales.

Adicionalmente, el uso de tecnología neumática se adapta perfectamente al tipo de automatización requerido para este proceso. La acción rápida, precisa y repetitiva de los cilindros permite manipular válvulas con seguridad, sin necesidad de complejas programaciones ni elementos de alto costo como servomecanismos. Todo el sistema puede ser gestionado por un autómata programable (PLC) de uso estándar en la planta, lo cual simplifica el diseño eléctrico y el mantenimiento.

Selección del controlador lógico programable Schneider TM221C40R (Modicon M221)

Para la gestión del sistema de automatización en el proceso de temple de asiento de válvulas, se seleccionó un controlador lógico programable (PLC) Schneider Electric TM221C40R, perteneciente a la serie Modicon M221. La elección de este equipo se basa en una combinación de criterios técnicos, de integración industrial y operativos, que hacen que este PLC sea una opción sólida, confiable y eficiente para este tipo de aplicaciones.

Razones técnicas y operativas de la selección:

- **Flexibilidad y escalabilidad:** El Modicon M221 permite controlar desde aplicaciones simples hasta sistemas automatizados de mediana complejidad, y su arquitectura modular permite añadir módulos de expansión (entradas/salidas digitales o analógicas) en función del crecimiento o la adaptación del sistema.
- **Facilidad de programación:** Utiliza el entorno de desarrollo SoMachine Basic (actualmente EcoStruxure Machine Basic), que es intuitivo, permite programación en lenguaje ladder (LD), bloques de funciones (FBD), entre otros, y reduce significativamente los tiempos de desarrollo, pruebas y puesta en marcha.
- **Conectividad avanzada:** Incluye puertos Ethernet, USB, y serie (RS-485), permitiendo comunicación con dispositivos HMI, variadores de frecuencia, sensores, módulos de expansión o incluso integración con redes industriales mediante protocolos como Modbus RTU/TCP, ampliamente utilizados en entornos industriales.
- **Compatibilidad con otros equipos Schneider:** El ecosistema de Schneider Electric facilita una integración fluida con otros elementos de automatización como contactores, variadores, HMI y relés inteligentes, lo que mejora la eficiencia del montaje y la estandarización en el mantenimiento.
- **Robustez y confiabilidad industrial:** El PLC está diseñado para trabajar en condiciones exigentes, con rangos de temperatura y tensión compatibles con ambientes industriales, asegurando confiabilidad en ciclos prolongados de operación.
- **Costo-efectividad:** En comparación con otros PLC de su gama, ofrece una excelente relación entre prestaciones y costo, lo que lo hace una opción viable económicamente

para proyectos con requerimientos de automatización precisos, pero sin sobreinversión en hardware.

- Soporte técnico y disponibilidad: Schneider Electric ofrece amplio soporte técnico local e internacional, documentación actualizada y comunidad activa. Además, al ser una marca ampliamente distribuida, garantiza disponibilidad de repuestos, capacitación y continuidad de suministro.

Por todas estas razones, el TM221C40R resulta ser la mejor opción para controlar secuencias neumáticas, monitorear sensores, accionar electroválvulas, gestionar tiempos de calentamiento y enfriamiento, y operar todo el sistema automatizado con precisión y seguridad, dentro de un entorno de producción industrial como el de Basso S.A.

Estructura tipo Bosch

Al momento de diseñar la estructura de soporte para el sistema automatizado de temple de asiento de válvulas, opté por utilizar perfiles tipo Bosch 45x45 debido a sus múltiples ventajas en términos de resistencia, funcionalidad y adaptación al entorno industrial. Una de las principales razones de esta elección es su ligereza, ya que, al estar fabricados en aluminio extruido, permiten construir una base sólida, pero al mismo tiempo fácil de manipular, trasladar e instalar, lo cual resulta fundamental en entornos donde la flexibilidad y la eficiencia son clave.

Además, este tipo de estructura es ampliamente utilizada en la industria, especialmente en sistemas de automatización, lo que garantiza su compatibilidad con una gran variedad de componentes como sensores, actuadores, guías, grippers y módulos de control. Esto facilita tanto

el diseño como la integración del sistema, asegurando que todos los elementos se puedan montar con precisión y sin necesidad de realizar modificaciones complejas.

Otro aspecto importante es su carácter modular. Los perfiles Bosch permiten el armado mediante uniones mecánicas sin soldadura, lo cual no solo acelera el montaje, sino que también hace posible realizar ajustes o ampliaciones futuras de manera sencilla. Esta versatilidad es ideal en proyectos donde se anticipan mejoras o adaptaciones, como suele suceder en procesos industriales en constante evolución.

Placas de grilon

Se selecciona grilón , porque se coloca en la zona de apoyo de la válvula para evitar el contacto directo metal con metal y proteger la pieza de posibles golpes. Este material se elige por sus propiedades mecánicas y su durabilidad. Algunas de sus principales características son:

- Buena absorción de impactos.
- Resistencia a aceites y temperaturas moderadas.
- No envejece fácilmente ni se deforma con el tiempo.
- Tiene buena elasticidad y capacidad de recuperación.
- Aislante térmico y resistente al desgaste.

Motorreductor

Seleccionamos este componente con esta relación de movimiento para obtener una salida de 28 RPM, lo cual garantiza que, en caso de que la válvula no esté perfectamente concéntrica respecto a la bobina, el movimiento permita que el proceso de temple sea homogéneo en todo el asiento.

Marca: M.E.C.

Modelo: NMTR 50.

Relación: 1:50.

Potencia motor: 0,25 HP.

RPM motor: 1400 rpm.

RPM motorreductor: 28 rpm.

Cuerpo: 63

Material: Aluminio.

TEORIA DEL PROCESO ELEGIDO PARA EL SISTEMA

En el diseño e implementación de un sistema automatizado para el templado de asiento de válvulas, se optó por un conjunto de actuadores neumáticos compuesto por cilindros con vástagos, cilindros radiales y pinzas radiales (grippers). Esta decisión se basó principalmente en las ventajas que ofrece la tecnología neumática frente a otros sistemas de automatización, destacándose por su simplicidad estructural, bajo costo de adquisición e instalación, facilidad de mantenimiento y amplia disponibilidad de repuestos en el mercado, lo cual resulta fundamental para garantizar la continuidad operativa y minimizar tiempos de parada ante eventuales fallas.

El sistema desarrollado permite realizar una secuencia programada de movimientos lineales en las direcciones arriba, abajo, derecha e izquierda, lo que responde a la necesidad de manipulación precisa y repetitiva de válvulas durante las diferentes etapas del proceso. Esta secuencia asegura que cada válvula sea transportada de forma automatizada y controlada, desde su entrada en el sistema hasta la etapa final de almacenamiento, pasando por el calentamiento mediante inducción y el enfriamiento en aceite.

La base de funcionamiento del sistema está definida por movimientos cartesianos específicos, ejecutados por los distintos actuadores neumáticos que operan de manera sincronizada. Esta arquitectura cartesiana permite una gran precisión en la manipulación de las piezas, lo cual es crucial en procesos térmicos como el templado, donde cualquier desalineación puede afectar la calidad del tratamiento.

Un componente fundamental del sistema es la unidad de calentamiento por inducción, integrada por una bobina y un temporizador. Esta fuente de calor localizada permite calentar únicamente la zona deseada de la válvula, optimizando el consumo energético y asegurando la efectividad del

proceso térmico. El temporizador regula el tiempo de exposición al campo electromagnético, asegurando la repetitividad del proceso y evitando sobrecalentamientos.

Además de su eficiencia operativa, este sistema ofrece importantes mejoras en términos de seguridad laboral. Gracias a la automatización del transporte y manipulación de las válvulas, se elimina la necesidad de intervención manual durante el proceso, especialmente en etapas donde las piezas alcanzan temperaturas elevadas. Esto reduce significativamente el riesgo de accidentes por quemaduras o exposición al calor, cumpliendo con los estándares de seguridad industrial y mejorando las condiciones de trabajo del personal.

DISEÑO PRELIMINAR



DESARROLLO

Tras realizar el estudio del estado del arte de los sistemas de transporte de válvulas, se procedió a la selección del mecanismo más adecuado para el proyecto. En base al análisis de diferentes alternativas y considerando los requerimientos funcionales del proceso, se optó por emplear un sistema compuesto por cilindros neumáticos con movimiento cartesiano y radial, acompañado de un gripper como elemento de sujeción y manipulación de las válvulas.

La elección de este tipo de mecanismo responde tanto a su eficiencia en aplicaciones industriales como a su capacidad de adaptarse a trayectorias específicas y precisas, facilitando el traslado de piezas entre distintas etapas del proceso de manufactura. En este caso particular, el sistema fue diseñado para transportar válvulas desde la operación de chavetero hasta la operación de rectificado de vástago, garantizando un movimiento seguro, estable y sincronizado.

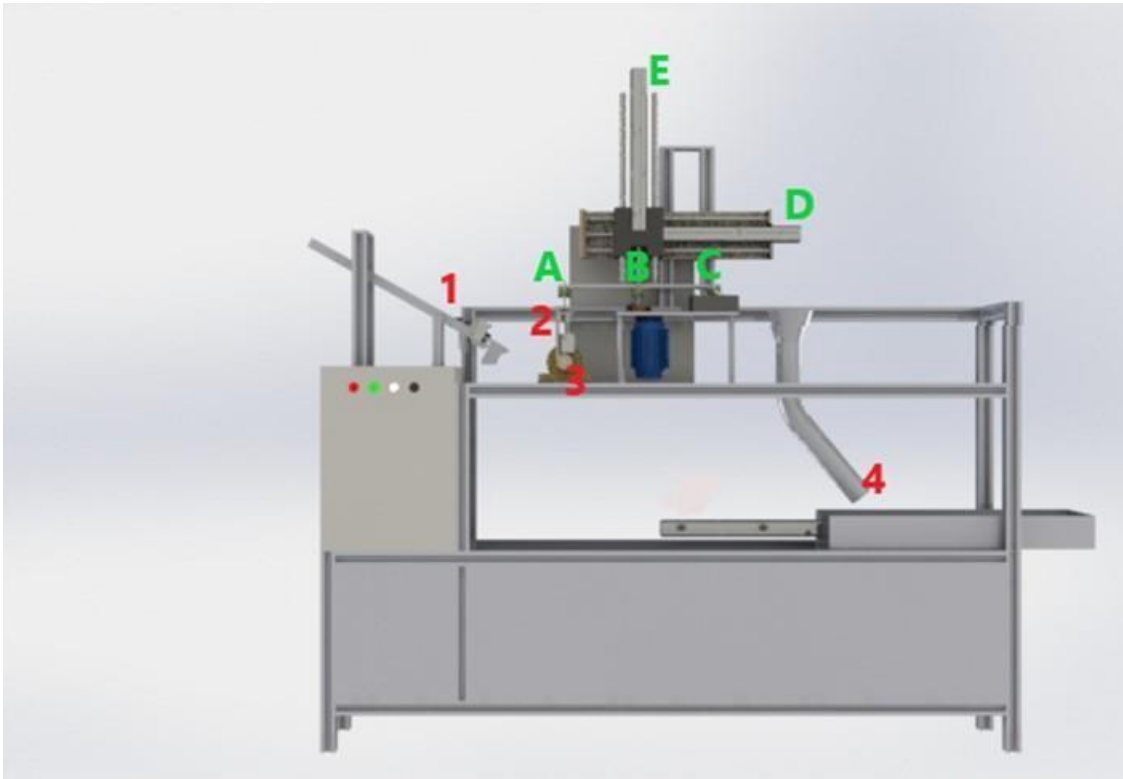
Para llevar a cabo el diseño de este mecanismo, se tomaron en cuenta diversos factores clave.

Entre ellos, se evaluaron las dimensiones necesarias para que el sistema pudiera cubrir la distancia entre ambas estaciones de trabajo, así como las características físicas de las válvulas (peso, forma, tamaño) y los requerimientos específicos para su correcta sujeción y posicionamiento durante el transporte. También se consideraron aspectos relacionados con el montaje e integración del mecanismo al entorno existente, asegurando su compatibilidad estructural y operativa con el resto de los equipos de la línea de producción.

ESTRUCTURA

Para el diseño de la estructura se consideraron cuidadosamente las dimensiones de largo y alto, teniendo en cuenta el entorno en el cual operará el automatismo. Esta consideración fue fundamental para asegurar una adecuada integración con el espacio disponible y garantizar un funcionamiento. Además, se evaluó el espesor de los caños estructurales tipo Bosch y los espesores de chapa utilizados, con el objetivo de asegurar la rigidez, estabilidad y resistencia necesarias para soportar las cargas del sistema y las condiciones del entorno operativo.

Disposición de sensores



Referencias:

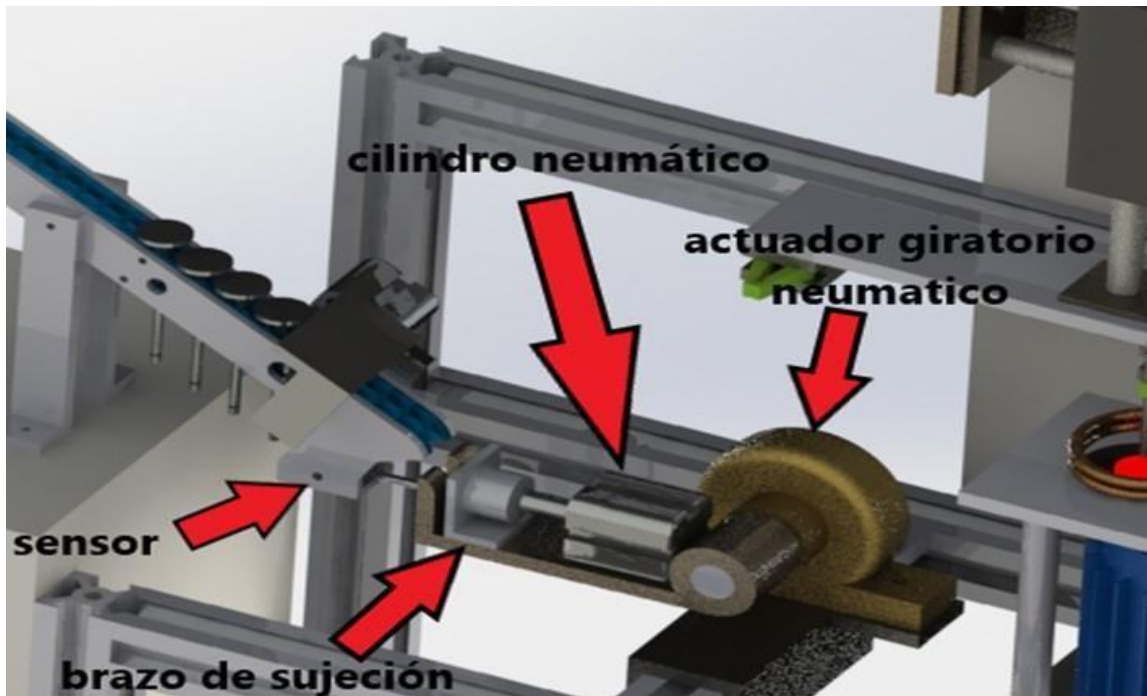
- 1) Sensor inductivo (presencia de válvula).
- 2) Sensor inductivo (presencia de válvula en pinza rotatoria).
- 3) Sensor inductivo (giro de rotación 90°).
- 4) Sensor inductivo (bandera).
- A) Sensores magnéticos gripper (cierre y apertura de pinzas).
- B) Sensores magnéticos gripper (cierre y apertura de pinzas).
- C) Sensores magnéticos gripper (cierre y apertura de pinzas).
- D) Sensores magnéticos cilindro neumático (posición derecha- izquierda).
- E) Sensores magnéticos cilindro neumático (posición superior- inferior).

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

El proceso de automatización para el temple de asiento de válvula está diseñado para optimizar la eficiencia y la precisión en la manipulación y tratamiento térmico de las válvulas dentro de la línea de producción. Este proceso se compone de varias etapas automatizadas, cada una con una función específica, desde la carga inicial hasta el enfriamiento y la preparación de la válvula para la siguiente fase. A continuación, se describen los pasos que integran el ciclo de automatización.

Cargador de válvulas y selección inicial

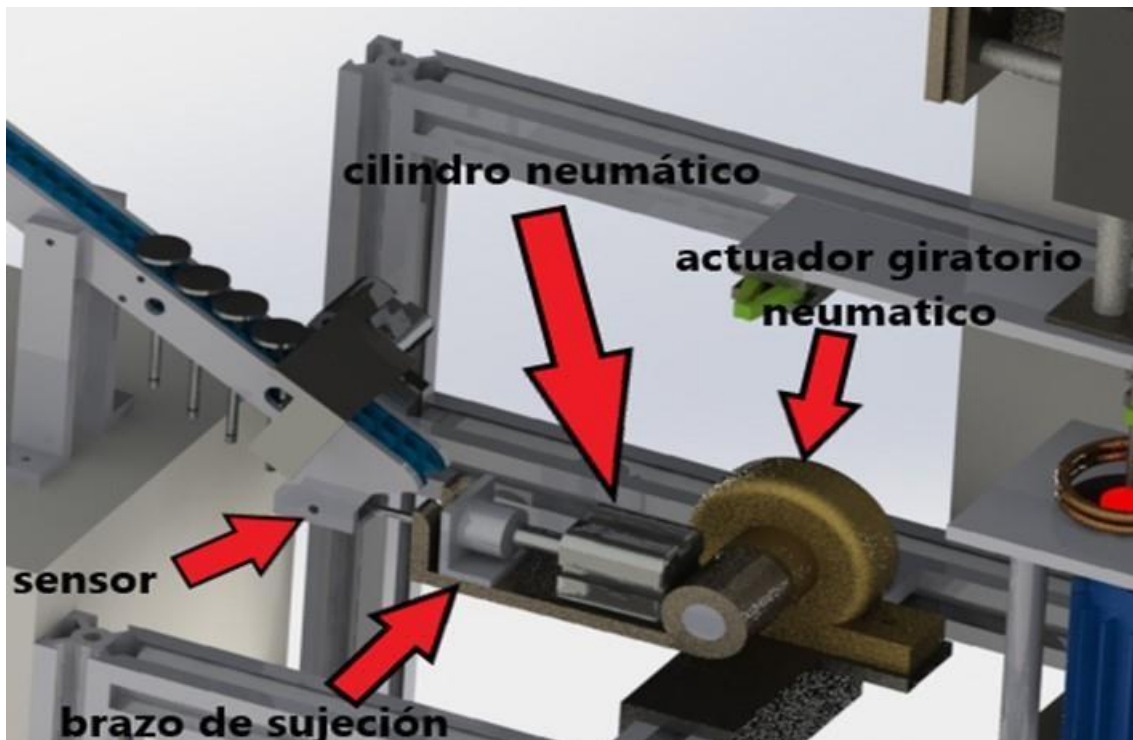
El proceso comienza con la carga de las válvulas en un cargador especialmente diseñado. Este cargador consta de dos paredes paralelas dispuestas con una ligera inclinación, lo que permite que las válvulas se deslicen por gravedad hacia un selector transversal ubicado al final del cargador.



A unos 100 milímetros antes del selector se encuentra un sensor inductivo, cuya función es detectar la presencia de válvulas. Este sensor actúa como punto de control para habilitar el

movimiento del selector, siempre que se cumplan las demás condiciones requeridas por el PLC. El selector, accionado por un cilindro neumático de funcionamiento alterno, libera una válvula a la vez, asegurando un flujo ordenado hacia la siguiente etapa del proceso.

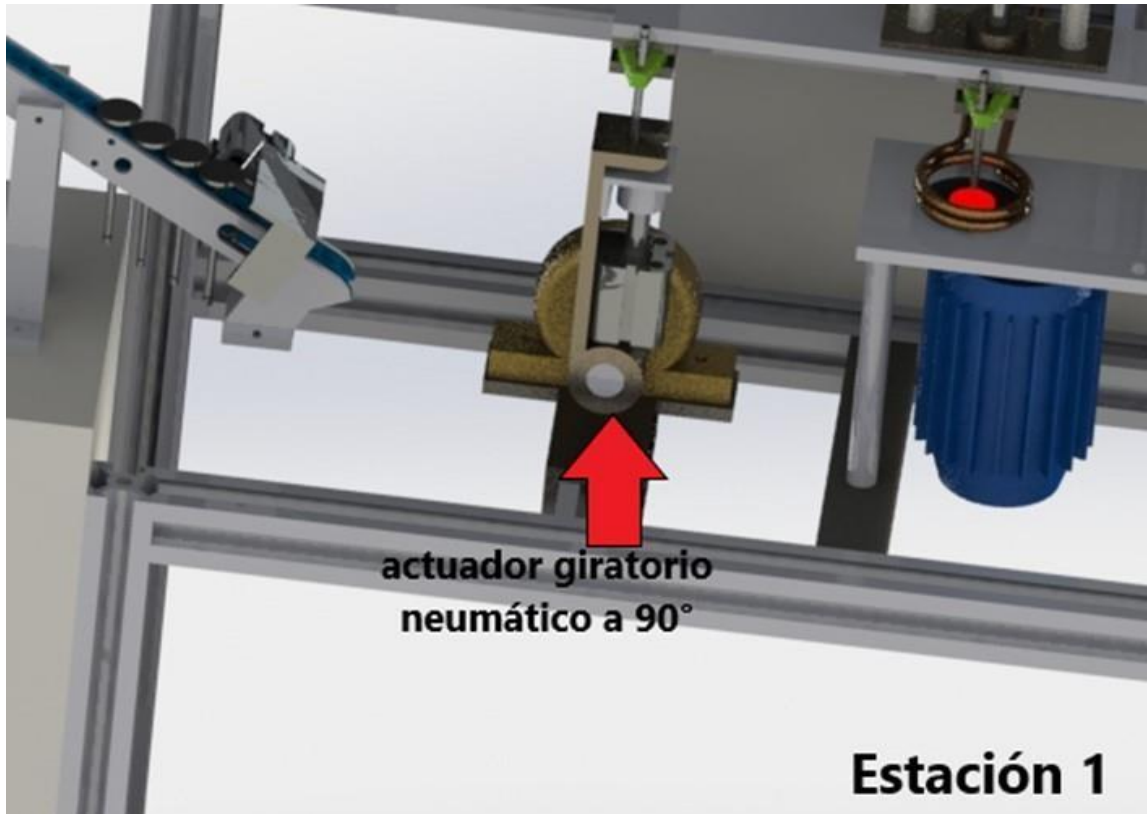
Una de las condiciones esenciales de este sistema es que el sensor confirme la presencia de válvulas en el cargador. Si esta condición se cumple, el PLC puede enviar la señal de pulso correspondiente y accionar el selector cuando se cumplan también las demás condiciones lógicas del sistema.



Manipulación de la válvula con el brazo rotativo

Una vez que el selector libera una válvula, esta cae en posición horizontal sobre un brazo mecánico llamado roting, accionado por un actuador rotativo neumático. Este brazo parte desde la posición 0° (horizontal) y posee un cilindro neumático en su extremo. En el vástago del cilindro

hay una planchuela equipada con un dispositivo que sujeta firmemente la cabeza de la válvula al momento de su caída sobre el brazo.

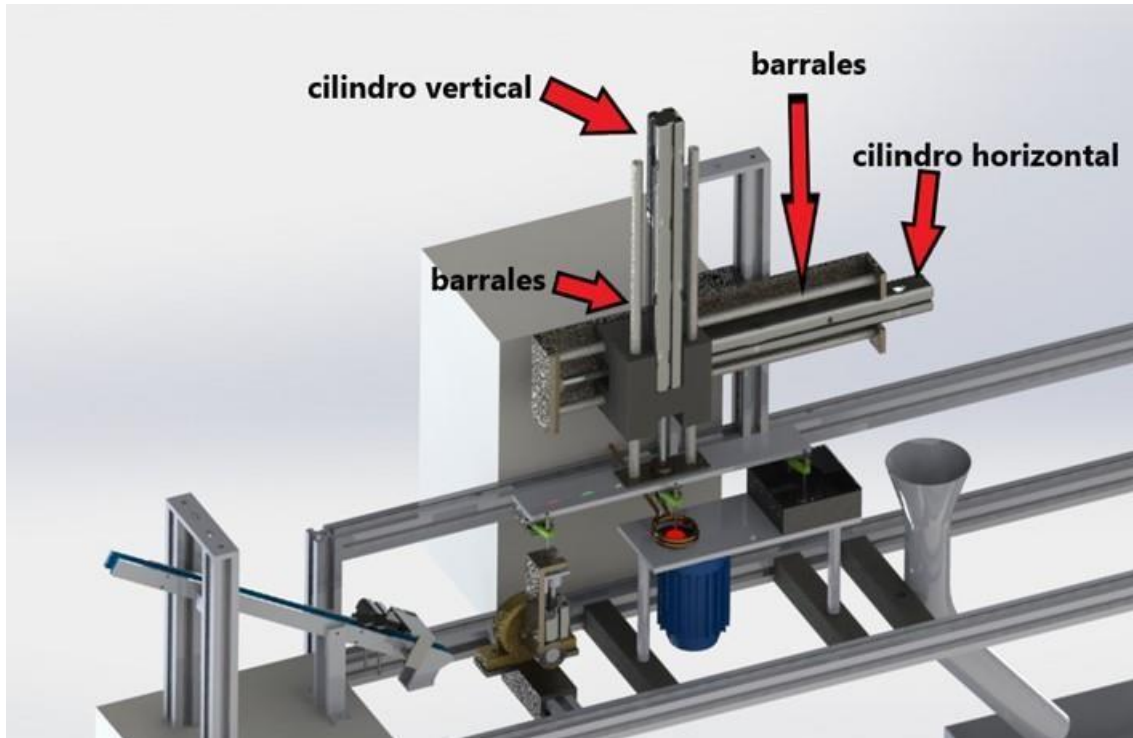


Un sensor inductivo adicional verifica la correcta presencia y posición de la válvula sobre la planchuela. Una vez confirmada su ubicación, el brazo rotativo gira 90 grados, colocando la válvula en posición vertical. Esta nueva orientación se denomina Estación 1, y marca el comienzo de la siguiente etapa del proceso automatizado.

Movimientos cartesianos y sujeción de la válvula

En la Estación 1, la válvula es manipulada por un sistema de movimientos cartesianos accionado mediante cilindros neumáticos y barrales, que permiten desplazamientos precisos en los ejes horizontal (izquierda–derecha) y vertical (arriba–abajo). En el extremo inferior de este sistema se

encuentra una base equipada con tres grippers (o pinzas neumáticas), dispuestos radialmente en posición abierta.



Estos grippers están diseñados para sujetar la válvula una vez que se encuentra correctamente posicionada. Cuando el brazo rotativo coloca la válvula en posición vertical, el cilindro vertical del sistema cartesiano desciende, llevando consigo la base con los grippers. La altura de descenso es ajustable mediante un tornillo sin fin, lo que permite calibrar con precisión la posición de sujeción en función de la altura de la válvula.

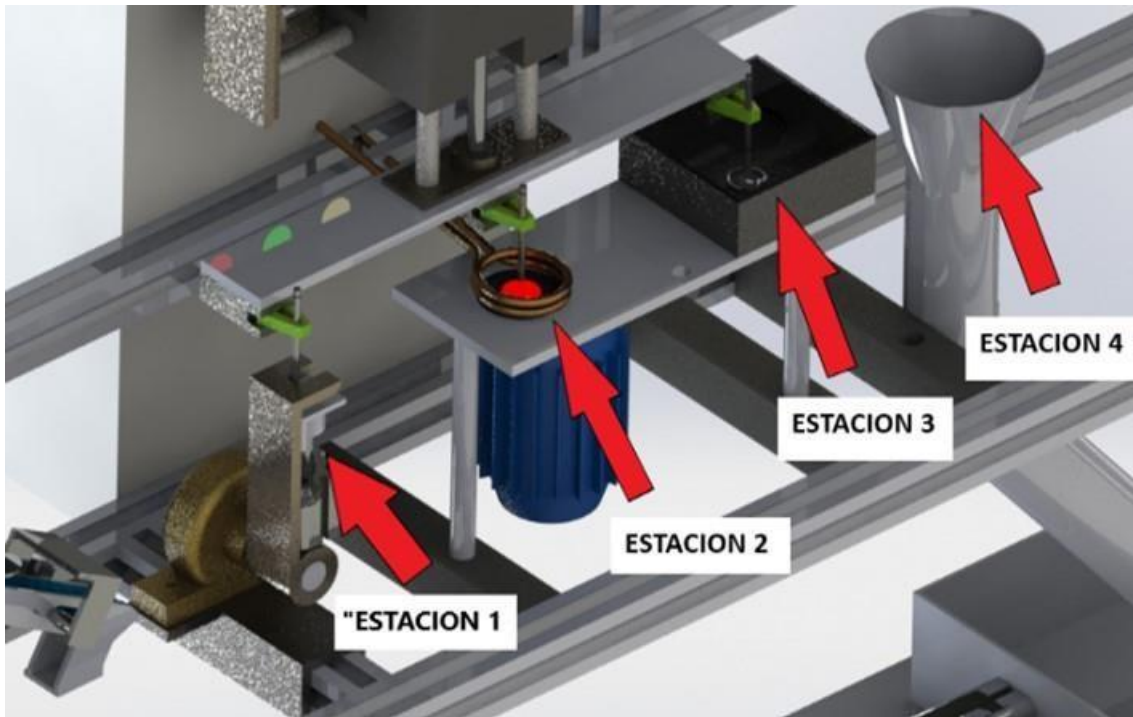
Una vez que los grippers alcanzan la válvula, se cierran automáticamente, asegurando una sujeción firme. En simultáneo, se activa un temporizador que define el tiempo exacto de sujeción. Mientras este temporizador está en curso, el cilindro neumático del brazo rotativo —que aún sostenía la válvula— la libera mediante el accionamiento de una electroválvula 5/2.

Posteriormente, el brazo rotativo (roting) retorna a su posición inicial horizontal, es decir, a 0°.

Desplazamiento y posicionamiento en Estación 2

Este sistema consta de múltiples grippers (en este caso, tres grippers espaciados a 130 mm uno del otro), que permite mover varias piezas simultáneamente en una secuencia sincronizada de estaciones.

Una vez que los grippers han sujetado correctamente la válvula, el sistema verifica su posición mediante un sensor magnético ubicado en el cilindro vertical. Cuando este sensor detecta que la válvula ha alcanzado su punto más bajo, el cilindro vertical asciende hasta que un segundo sensor magnético confirma que ha llegado a la posición superior.

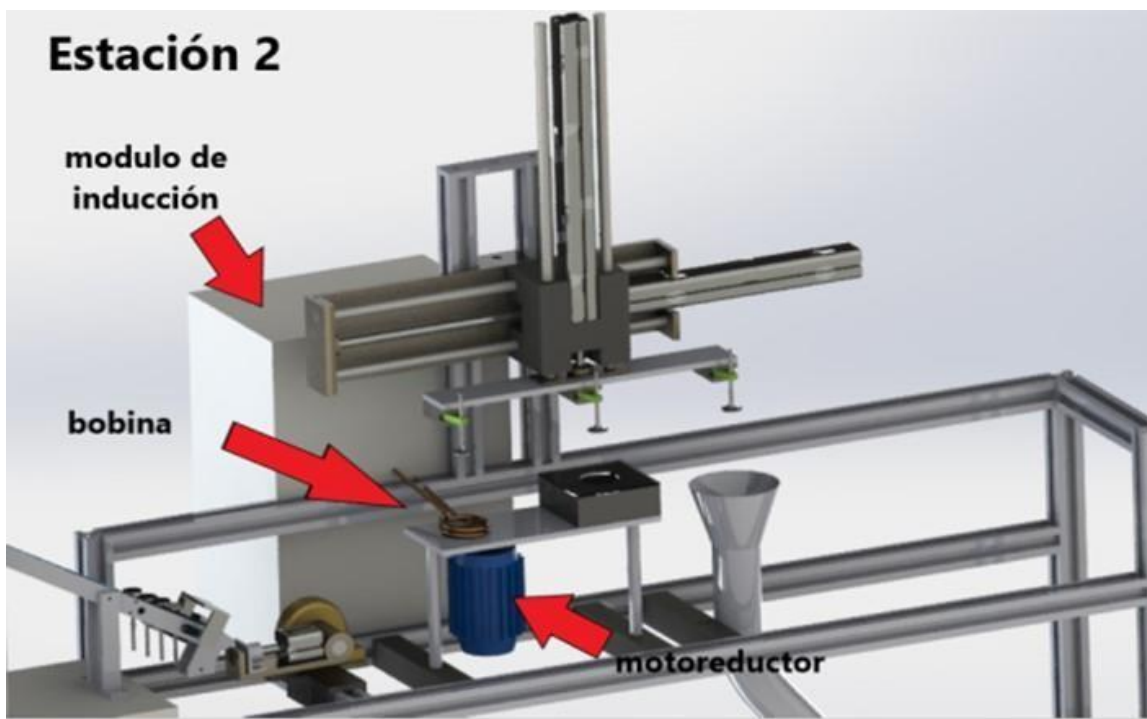


En ese momento, se acciona el cilindro horizontal, que desplaza la válvula hacia la derecha.

Cuando un sensor magnético ubicado en esa dirección detecta que se ha alcanzado la posición deseada, el cilindro vertical vuelve a descender, depositando la válvula en la Estación 2, donde se realiza el tratamiento térmico.

Proceso de temple por inducción- Estación 2

En la Estación 2, donde se realiza el proceso de temple, la válvula es colocada sobre una base giratoria solidaria a un motorreductor. Esta base está construida con piezas de porcelana o nitruro de boro, materiales que actúan como aislantes frente al campo magnético. Su función principal es contener y sostener la válvula durante la inducción, sin verse afectada por el campo magnético que genera el proceso.



Gracias a sus propiedades térmicas, estos materiales resisten altas temperaturas sin degradarse, lo que es fundamental dado el calor conducido desde el asiento de la válvula durante el temple.

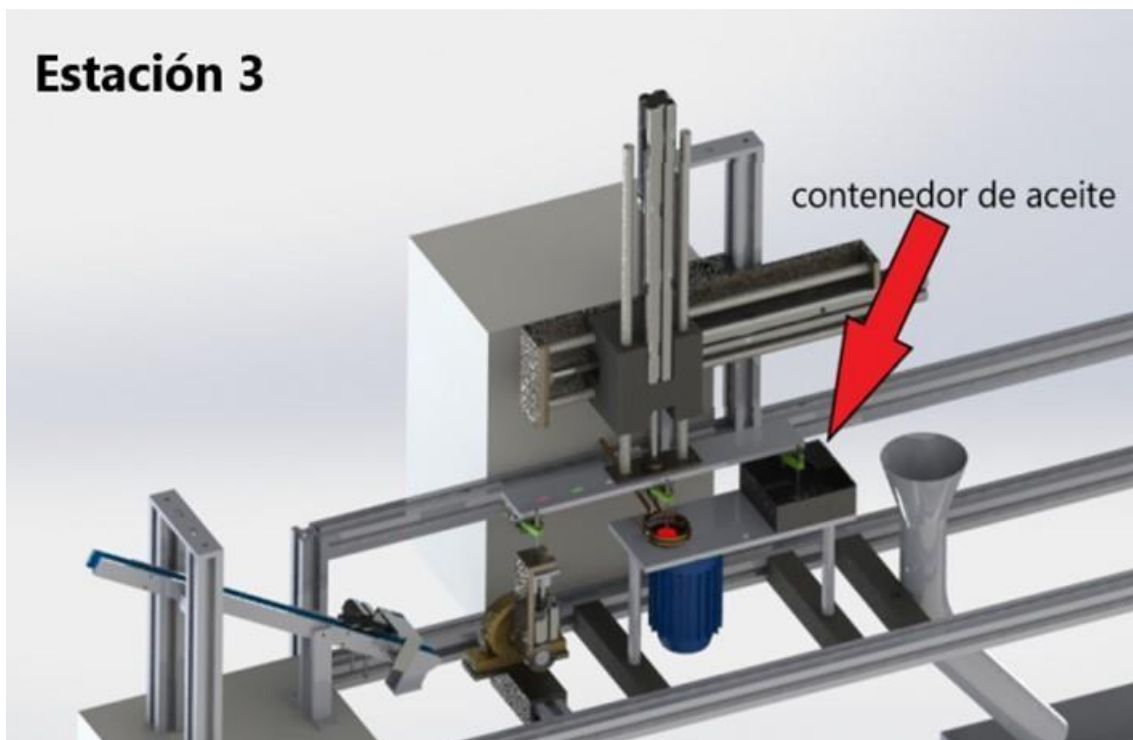
Además, no presentan reacciones químicas adversas con los aceros empleados en la fabricación de las válvulas, lo que asegura la integridad del proceso y del producto final.

La base giratoria está dispuesta de forma concéntrica respecto a una bobina inductora, la cual genera el campo magnético variable necesario para el tratamiento térmico localizado. Esta bobina

forma parte de un módulo de inducción marca RDO, el cual está montado sobre una estructura con ajuste de altura mediante un tornillo sin fin con contratuerca. Esta regulación permite ajustar con precisión la altura de la bobina respecto al asiento de la válvula, optimizando la eficiencia del proceso de temple.

Enfriamiento Controlado en Estación 3

Una vez que la válvula ha alcanzado la temperatura de temple, es trasladada a la **Estación 3**, donde se somete a un enfriamiento controlado. En esta estación, la válvula es sumergida en un depósito de aceite especialmente diseñado para este proceso.



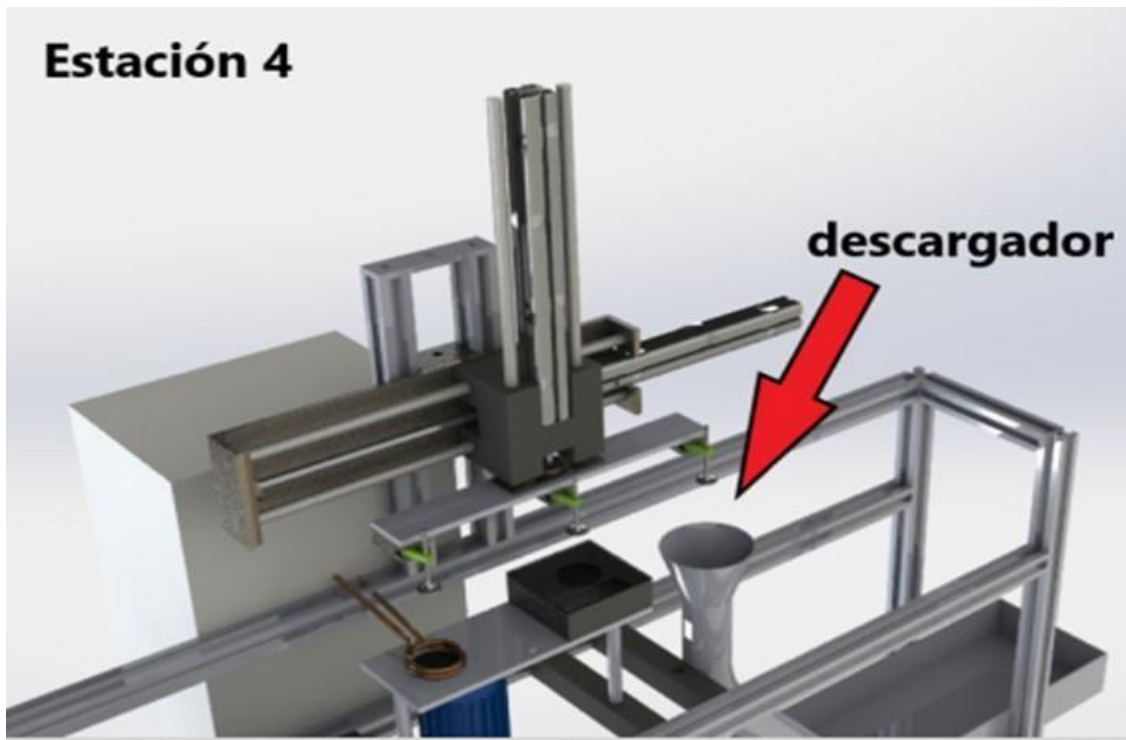
El depósito de aceite está equipado con una bomba de recirculación que mantiene el aceite en constante movimiento, asegurando un enfriamiento uniforme. Además, cuenta con un intercambiador de calor (chiller) que regula la temperatura del aceite, garantizando que se mantenga dentro de los parámetros ideales para el proceso de enfriamiento.

El control térmico del aceite es fundamental para asegurar que el temple de la válvula se realice de manera uniforme, lo que resulta en un tratamiento térmico efectivo y la obtención de las propiedades mecánicas deseadas en el asiento de la válvula.

Descarga Operación en Estación 4

Finalmente, después de que la válvula ha sido enfriada en la Estación 3, se traslada a la **Estación 4**.

En esta estación, un descargador en forma de embudo permite que la válvula caiga de manera controlada. Cuando la válvula cae, un banderín colocado dentro del embudo se mueve, activando un sensor inductivo.



La activación del sensor inductivo dispara un cilindro neumático que barre todas las válvulas hacia una posición específica, dejando las válvulas listas para la siguiente operación dentro de la línea de producción. Este sistema de descarga es eficiente y garantiza que las válvulas estén correctamente posicionadas para continuar con el proceso de fabricación o ensamblaje.

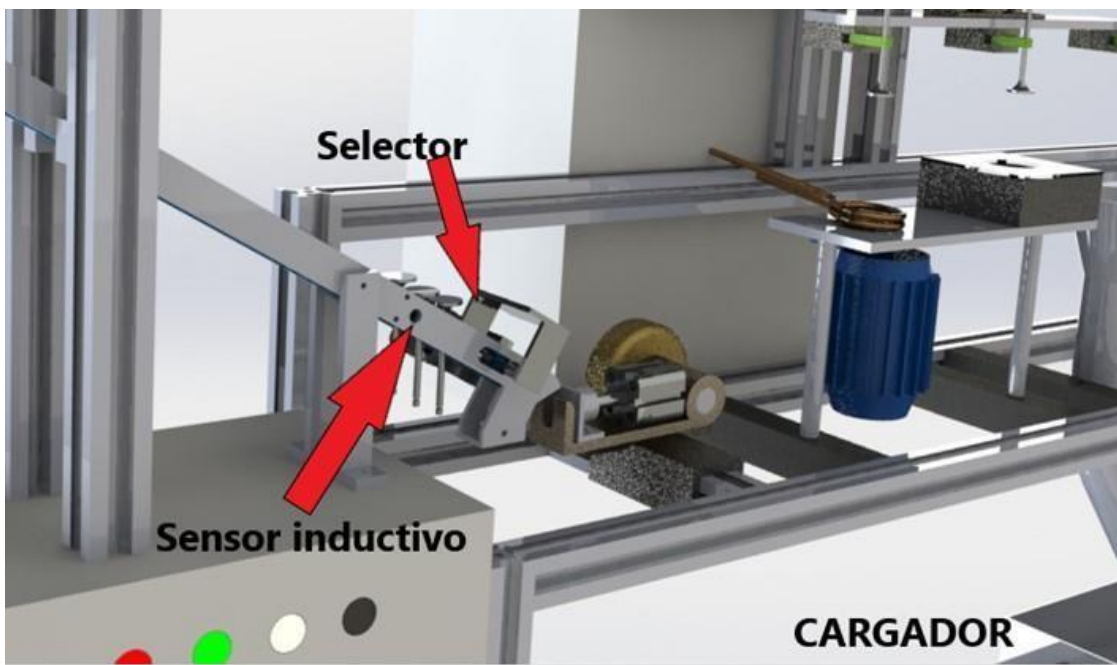
Ciclo Continuo del Sistema

El ciclo se repite constantemente, asegurando que cada válvula pase por El sistema está diseñado para operar de manera continua y cíclica. A medida que una válvula pasa de una estación a otra, las válvulas en las distintas estaciones se desplazan y se procesan simultáneamente, lo que optimiza el tiempo de producción y aumenta la productividad del sistema. todas las etapas necesarias, desde el calentamiento en Estación 2 hasta el enfriamiento en Estación 3, y luego su descarga en la Estación 4.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO SENSOR INDUCTIVO Y SELECTOR.

Al pasar la válvula, la misma acciona el sensor inductivo (proximidad) detectando la variación de distancia, por ende, manda la señal.

El cilindro neumático selector, una vez que se detectó presencia de válvula, recibe una señal para accionar la cantidad de veces que se programe, dejando pasar las válvulas deseadas.



COMPONENTES TABLERO DE MANDO:

1. Pulsador de emergencia.
2. Pulsador inicio de ciclo.
3. Selectora de manual/automática.
4. Pulsador selector.
5. Selectora apriete de pinza.
6. Selectora giro roting.
7. Selectora cilindro Vertical.
8. Selectora cilindro horizontal.
9. Selectora gripper
10. Selectora giro husillo.
11. Selectora descargador.
12. Pulsador,reset contador
13. PLC.
14. Interruptor termomagnético.
15. Interruptor diferencial.
16. Fuente.

SEGURIDAD DEL EQUIPO

- El equipo consta con los siguientes elementos de seguridad:
- Interruptor diferencial tetrapolar de 25A, 30mA.
- Interruptor diferencial tetrapolar de 25A, 30mA.
- Termomagnética trifásica, curva C (10 A).
- Termomagnética bifásica, curva C (4 A).
- Termomagnética bifásica, curva C (2 A)
- Termomagnética monofásica, curva C (2A)
- Termomagnética monofásica, curva C (4A)

CONTENIDO QUE VA A TENER EL PROYECTO:

- Diseño preliminar.
- Selección de componentes.
- Calculo/ verificación de componentes.
- Diseño final:
 - ◆ Listado de componentes comerciales.
 - ◆ Planos constructivos de piezas especiales.
 - ◆ Sistema de control.
 - ◆ Esquema Eléctrico- tablero.
 - ◆ Esquema neumático.

- ◆ Programa PLC.
- Plan de Mantenimiento.

CONCLUSIONES ESPERADAS:

Con los conocimientos adquiridos durante la carrera, esperamos poder desarrollar este sistema de automatización de la mejor manera posible, aplicando de forma adecuada los principios teóricos y prácticos que hemos aprendido a lo largo de nuestra formación académica.

A lo largo de la carrera, hemos adquirido una base en áreas fundamentales como la electrónica, la programación, el diseño de sistemas, la instrumentación y el control automático. Estos conocimientos nos permiten comprender tanto el funcionamiento interno de los dispositivos involucrados como la lógica necesaria para su operación automatizada, Aplicando y haciendo uso de:

- Programa de diseño: SolidWorks.
- Programa de programación: SoMachine.
- Plan de mantenimiento para la automatización.
- Selección de componentes para: Sistema eléctrico, sistema neumático, sistema mecánico, sistema lubricación, sistema de control.
- Costo aproximado del proyecto.

BIBLIOGRAFIA:

Bibliografía

Barrientos, A. Y. (2014). *SISTEMA AUTOMATIZADO*. Obtenido de SISTEMA AUTOMATIZADO.

Bibliografía

maqboxsl.com/blog/neumatica-industrial-que-es-ventajas-y-aplicaciones/. (2025). Obtenido de maqboxsl.com/blog/neumatica-industrial-que-es-ventajas-y-aplicaciones/.

Bibliografía

(4 de MAYO de 2025). Obtenido de hvhindustrial.com:

<https://hvhindustrial.com/es/blog/principios-de-calentamiento-por-inducci%C3%B3n?srsId=AfmBOoofilH0NW3IEcWCimkJkw41hCZOXulFp6HzP4-0O0nFQowWNsmg>

Bibliografía

https://www.academia.edu/29824438/Tratamientos_termicos_de_los_aceros.

- https://escuelaing.s3.amazonaws.com/staging/documents/1537_tratamientostermicosr2.pdf
- <https://www.fceia.unr.edu.ar/materialescivil/presentaciones/10.%20Tratamientos%20T%C3%A9rmicos.pdf>
- https://blog.utp.edu.co/metalografia/files/2010/10/Tratamientos-t%C3%A9rmicos_1.pdf
- <https://bygsl.com.ar/novedades/que-es-el-temple-por-induccion/>
- <https://leadrp.net/es/blog/a-complete-guide-of-induction-hardening/>

- <https://grupottt.com/tratamientos/tratamientos-termicos/temple-por-induccion/>
- <https://core.ac.uk/download/pdf/61392918.pdf>
- https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/18432/1/Tema%201_Introduccion.pdf
- [file:///C:/Users/User/Downloads/Apuntes%20de%20neum%C3%A1tica%20b%C3%A1sica%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/Apuntes%20de%20neum%C3%A1tica%20b%C3%A1sica%20(2).pdf)
- [file:///C:/Users/User/Downloads/Dialnet-UnaIntroduccionALaRoboticaIndustrial-5313913%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/Dialnet-UnaIntroduccionALaRoboticaIndustrial-5313913%20(1).pdf)
- https://vpc-pneumatic.mx/product-category/cilindros-neumaticos/pinzas-neumaticas/?gad_source=1&gclid=EAlaIQobChMI2LuQy_uUjAMV9SNECB3AVQ7IEAAYASA AEglAWvD_BwE
- https://www.festo.com/ar/es/c/productos/pinzas-id_pim227/
- https://www.festo.com/ar/es/p/pinza-radial-id_DHRS/
- https://www.festo.com/ar/es/c/productos/actuadores/cilindros-neumaticos/actuadores-rotatorios-id_pim217/
- https://www.festo.com/ar/es/c/productos/actuadores/cilindros-neumaticos/cilindros-con-vastago-id_pim215/
- <https://www.festo.com/ar/es/a/11912/>
- https://ftp.festo.com/Public/PNEUMATIC/SOFTWARE_SERVICE/Documentation/2018/ES/ESG_ES.PDF
- <https://www.edsrobotics.com/blog/ventosas-de-vacio-para-aplicaciones-industriales/>
- <https://rdoinduction.com/>
- <https://tameson.es/pages/actuador-neumatico-rotativo-como-funciona>
- <https://rdoinduction.com/model-lfi-hfi.html>

- <https://www.youtube.com/watch?v=N4AUiZuurrw>
- <https://www.directindustry.com/prod/zimmer-group/product-14534-1496463.html>
- <https://www.smc-pneumatics.com/MRHQ25C-180S-M9NV.html>
- <https://www.youtube.com/watch?v=b0-Y0znTOCQ>
- <https://www.ebay.com/itm/334607345468?chn=ps&norover=1&mkevt=1&mkrid=711-171749-051991-1&mkcid=2&itemid=334607345468&targetid=458029>
- <https://www.qbprofe.com/automatizacion-instrumentacion-industrial/sensores-inductivos/>
- <https://www.chumillastechnology.com/productos/transporte-neumatico-vacio/#:~:text=El%20transporte%20neum%C3%A1tico%20por%20vac%C3%ADo%20utiliza%20el%20m%C3%A9todo,para%20hacerlo%20llegar%20hasta%20su%20punto%20de%20destino.>
- <https://www.sick.com/mx/es/catalog/productos/sensores-de-deteccion/sensores-de-proximidad-inductivos/imb/imb18-12npsvc0s/p/p396567>
- <https://cl.rsdelivers.com/product/festo/dsr-32-180-p/actuador-giratorio-neumatico-festo-dsr-32-180-p/1754502>
- <http://electric-sc.com.br/produto/view/035-sensores-magneticos>
- https://www.weg.net/catalog/weg/ES/es/Reductores-e-Motorreductores/c/GLOBAL_GEARBOXES
- <https://mec-argentina.com.ar/producto/reductores/>
- <https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-602407016-perfil-de-aluminio-45x45-ranura-10mm-tipo-bosch-metro-lineal- JM>
- <https://perfilesbosch.com.mx/app/producto/perfil-45x45/>

- <https://www.se.com/ar/es/product-range/62128-modicon-m221/#products>
- <https://il.rsdelivers.com/product/schneider-electric/tm221ce40r/schneider-electric-modicon-m221-series-logic-100-v/8066803>
- <https://rdoinduction.com/>
- https://www.festo.com/ar/es/c/productos/preparacion-del-aire-comprimido/filtros-reguladores-y-lubricadores-id_pim143/
- <https://www.electricity-magnetism.org/es/cuales-son-los-diferentes-tipos-de-sensores-magneticos-y-sus-aplicaciones/#:~:text=Explora%20los%20diferentes%20tipos%20de%20sensores%20magn%C3%A9ticos%2C%20desde,que%20detectan%20cambios%20y%20perturbaciones%20en%20campos%20magn%C3%A9ticos.>
- <https://www.sicma21.com/robots-industriales-tecnologia-y-aplicaciones/>
- <https://www.drivencapitalef.com/blog/robots-industriales/>
- <https://bfmx.com/automatizacion-industrial/partes-de-un-robot-industrial/>
- <https://www.hairiseconveyor.com/es/blog-what-is-the-principle-of-chain-conveyor>
- <https://www.laindustrialeventos.com/sensores-inductivos-aplicaciones-industriales/>

ANEXO:

Selección de componentes eléctricos:

PEDIDO DE PRESUPUESTO MATERIALES ELECTRICOS					
Ítem	Descripción	Marca	Referencia	Cantidad	Observaciones por unidad
1	Schneider TM221C40R	Schneider	TM 221C40R	1,00	
2	Terminal de dialogo monogromatica 2x20 caracteres XBTN200	Schneider	XBTN200	1,00	
3	Caja de Comando condenable VARIO 10A.	Schneider	VCF02 GE	1,00	
4	Relé doble inversor bobina 24 Vcc	Omron	MY2N DC24 S	8,00	
5	Zocalo p/relé doble inversor	Omron	PYF08A-E	8,00	
6	Interruptor diferencial tetrapolar de 25A, 30mA	Schneider	16251	1,00	
7	Interruptor diferencial bipolar de 25A, 30mA	Schneider	16201	1,00	
8	Termomagnética trifásica, curva C (10 A)	Schneider	24349	1,00	
9	Termomagnética bifásica, curva C (4 A)	Schneider	24334	1,00	
10	Termomagnética bifásica, curva C (2 A)	Schneider	24332	2,00	
11	Termomagnética monofásica, curva C (2A)	Schneider	24396	3,00	
12	Termomagnética monofásica, curva C (4A)	Schneider	24398	2,00	
13	Gabinete metalico estanco. Med. 300x450x150 mm (AnchoxAlt.xProf.)	Gen - Rod	99154	1,00	
14	Gabinete metalico estanco. Med. 450x600x300 mm (AnchoxAlt.xProf.)	Gen - Rod	99394	1,00	
15	Portalampara con tapa de vidrio tipo tortuga			1,00	

16	Lámpara bajo consumo 20 W			1,00	
17	Toma monofásico para montaje en riel DIN			1,00	
18	Fuente de alimentación 220Vca/24Vcc - 5 A	Schneider	ABL8REM 24050	1,00	
19	Guardamotor Reg. 0,63 - 1 A	Schneider	GV2-ME05	2,00	
20	Contactador tripolar Bobina 24 Vcc	Schneider	LC1D09-BD	2,00	
21	Auxiliar frontal p/ contactor 2NA	Schneider	LAD N20	2,00	
22	Selectora de 2 posiciones fijas maneta corta 1NA	Schneider	XB4-BD21	8,00	
23	Pulsador luminoso doble M/P	Schneider	XB4-BW84B5	2,00	
24	Pulsador rasante negro	Schneider	XB4-BA21	1,00	
25					
26	Pulsador de emergencia tipo golpe de puño	Schneider	XB4-BS542	1,00	
27	Terminales p/ cable 0,5 mm ²	Schneider	AZ5 - CE005	200,00	
28	Terminales p/ cable 0,75 mm ²	Schneider	AZ5 - CE007	500,00	
29	Terminales p/ cable 1 mm ²	Schneider	AZ5 - CE010	100,00	
30	Terminales p/ cable 1,5 mm ²	Schneider	AZ5 - CE015	100,00	
31	Terminales p/ cable 2,5 mm ²	Schneider	AZ5 - CE025	100,00	
32	Piloto luminoso color rojo	Schneider	XB4-BVB4	1,00	
33	Piloto luminoso color verde	Schneider	XB4-BVB3	1,00	
34	Piloto luminoso color ambar	Schneider	XB4-BVB5	2,00	
35	Sensor inductivo metrico 12mm - Conector M12	Omron	E2A-M12KS04-M1-B1	4,00	
36	Conector hembra M12 - 5 mts.	IFM	EVT004	4,00	
37	Cable unipolar color azul 0,75 mm ²			300,00	

38	Cable unipolar color negro 1,5 mm ²			50,00	
39	Cable unipolar color negro 2,5 mm ²			30,00	
40	Cable TPR 2x1 mm ²			25,00	
41	Cable TPR 3x1,5 mm ²			15,00	
42	Cable TPR 2x0,75 mm ²			15,00	
43	Cable multifilar 18x1 mm ² + TIERRA - tipo TPR			20,00	
44	Tira de cablecanal ranurado 40x50 mm - 2 mts	Zoloda		2,00	
45	Tira de cablecanal rasurado 30x50 mm - 2 mts.	Zoloda		1,00	
46	Tira de riel DIN 35 mm Galvanizado	Zoloda		3,00	
47	Bornera p/cable 2,5 mm ²	Zoloda	BPN-2,5	100,00	
48	Bornera p/cable 4 mm ²	Zoloda	BPN- 4	30,00	
49	Tapa de bornera	Zoloda	D-BPN-2,5/10	15,00	
50	Extremo de bornera	Zoloda	EK1	5,00	
51	Puente de Bornera 2,5mm ²	Zoloda	JSSB-10-05/BPN	10,00	
52	Puente de Bornera 4mm ²	Zoloda	JSSB-10-06/BPN	4,00	
53	Prensacable de 1/2"	Conextube		10,00	
54	Prensacable de 5/8"	Conextube		15,00	
55	Prensacable de 3/4"	Conextube		10,00	
56	Caño flexible 1 1/2"	Zoloda		10,00	
57	Caño flexible 1"	Zoloda		8,00	
58	Conector recto p/caño flexible 1 1/2" con tuerca y arandela plastica	Zoloda		10,00	
59	Conector recto p/caño flexible 1" con tuerca y arandela plastica	Zoloda		6,00	

60	TERMOCONTRAIBLE 2mm----- ----- (2mts.)			1,00	
61	TERMOCONTRAIBLE 4mm----- ----- (2mts.)			1,00	
62	TERMOCONTRAIBLE 6mm----- ----- (2mts.)			1,00	
63	TERMOCONTRAIBLE 8mm----- ----- (2mts.)			1,00	
64	Sensor Magnetico según el cilintro neumatico vertical			2,00	
65	Sensor Magnetico según el cilintro neumatico horizontal			2,00	
66	Sensor Magnetico según cilindro neumatic pinza cerrada			1,00	
				total	0

Selección de componentes mecanicos:

Item	Descripción	Cod MP	Cdad	Prec. Unit. \$	Total \$
Materiales Mecanicos					
	ESTRUCTURA 100				
1	Perfil de Aluminio BOSCH de 45x45L – Cant.:36mts. (6 barras)	101	6	0,00	0,0

2	Disco SAE 1010 de Ø4" Esp.:1¼" – Cant.:6 cortes.	109	6	0,00	0,0
3	Electrobomba ADAS RG63 – Cant.:2.		2	0,00	0,0
4	Bisagras Plásticas BOSCH de 45x45 – Cant.:4.		4	0,00	0,0
5	Manija Plástica BOSCH Cód.:3842525480 – Cant.:2.		2	0,00	0,0
6	Enclavamiento de Bola BOSCH – Cant.:2.		2	0,00	0,0
7	Tornillo BOSCH S12X30-T50 – Cant.:75.		75	0,00	0,0
8	Tapa Plástica p/ Perfil de 45x45L – Cant.:20.		20	0,00	0,0
9	Tuercas Martillo M6R10 – Cant.:75.		75	0,00	0,0
10	Escuadra con Kit de Fijación BOSCH Cód.:3842523561 – Cant.:15.		15	0,00	0,0
11	Tapa Cobertora p/ Escuadra BOSCH Cód.:3842523563 – Cant.:15.		15	0,00	0,0
12	Plancha de PVC gris de 2x1mts. Esp.:5mm.		1	0,00	0,0
13	Plancha de policarbonato o acrílico de 2x1mts. Esp.:5mm.		1	0,00	0,0
	SOPORTE PRINCIPAL 200				
14	Chapa SAE 1010 s/ croquis de Esp.:½" – Cant.:1 corte. (Soporte Principal)	201	1	0,00	0,0
15	Chapa SAE 1010 s/ croquis de Esp.:½" – Cant.:2 cortes. (201)	201	2	0,00	0,0
16	Chapa Ac. Inox. AISI 304 s/ croquis de Esp.:½" – Cant.:2 cortes. (202)	202	2	0,00	0,0
17	Chapa Ac. Inox. AISI 304 s/ croquis de Esp.:3/8" – Cant.:2 cortes. (203)	203	2	0,00	0,0
18	Planchuela SAE 1010 de 97x97mm Esp.:5/8" – Cant.:1 corte.	201	1	0,00	0,0
19	Planchuela SAE 1010 de 1¼"x5/8" – Cant.:50mm.	201	1	0,00	0,0
20	Planchuela Ac. Inox. AISI 304 de 175x154mm Esp.:½" – Cant.:1 corte.	202	1	0,00	0,0
21	Planchuela Ac. Inox. AISI 304 de 102x90mm Esp.:¼" – Cant.:2 cortes.	203	2	0,00	0,0
22	Planchuela Ac. Inox. AISI 304 de 1¼"x3/8" – Cant.:250mm.	203	1	0,00	0,0

23	Planchuela Ac. Inox. AISI 304 de 1½"x5/16" – Cant.:120mm.	208	1	0,00	0,0
24	Planchuela SAE 1010 de 172x92mm Esp.:7/16" – Cant.:1 corte.	204	1	0,00	0,0
25	Planchuela SAE 1010 de 2"x½" – Cant.:260mm.	205/206	1	0,00	0,0
26	Trafilado Hexagonal de ¾" – Cant.:150mm.	207	1	0,00	0,0
27	Cuadrado SAE 1010 de 1¼" – Cant.:25mm.	204	1	0,00	0,0
28	Cuadrado Delrin de 5/8" – Cant.:60mm.	209	1	0,00	0,0
29	Motoreductor IGNIS MR19-1/8-120 con brida		1	0,00	0,0
30	Polea GEARVEL 17L Paso L050 – Cant.:1.		1	0,00	0,0
GUIAS VERTICALES 300					
31	Chapa SAE 1010 s/ croquis de Esp.:3/8" – Cant.:2 cortes. (301)	301	2	0,0	0,0
32	Planchuela SAE 1010 de 82x67mm Esp.:2½" – Cant.:4 cortes.	302/303	4	0,0	0,0
33	Planchuela SAE 1010 de 82x72mm Esp.:2½" – Cant.:2 cortes.	305	2	0,0	0,0
34	Planchuela SAE 1010 de 2"x½" – Cant.:310mm.	301	1	0,0	0,0
35	Barra Cromada Ø30mm – Cant.:750mm.	304	1	0,0	0,0
36	Buje Bronce SAE 64 de Øext.45mm x Øint.25mm – Cant.:150mm.	306	1	0,0	0,0
REGULACION EN ALTURA 400					
37	Planchuela SAE 1010 de 150x150mm Esp.:2½" – Cant.:2 cortes.		2	0,00	0,0
38	Barra SAE 1010 de Ø1 1/8" – Cant.:1,20mts.		1	0,00	0,0
39	Barra SAE 1010 de Ø3/4" – Cant.:1,0mts.		1	0,00	0,0
40	Corona p/ reductor de 1HP Relación 1:20		2	0,00	0,0
41	Sinfín p/ reductor de 1HP Relación 1:20		2	0,00	0,0
42	Volante de Plástico con Manija Cilíndrica IMI Ø120mm – Cant.:1.		1	0,00	0,0

43	Varios (materiales mecánicos)		1	0,00	0,0
	HUSILLO 500				
44	Chapa Ac. Inox. AISI 304 s/ croquis de Esp.:1½" – Cant.:1 corte. (501)	501	1	0,00	0,0
45	Barra Ac. Inox. AISI 304 de Ø4" – Cant.:70mm.	502	1	0,00	0,0
46	Barra Ac. Inox. AISI 304 de Ø3" – Cant.:500mm.	503	1	0,00	0,0
47	Disco Ac. Inox. AISI 304 de Øext.90mm x Øint.70mm Esp.:¼" – Cant.:1 corte	505	1	0,00	0,0
48	Disco Ac. Inox. AISI 304 Øext.80mm x Øint.55mm Esp.:3/8" – Cant.:1 corte	506	1	0,00	0,0
49	Disco Ac. Inox. AISI 304 Øext.95mm x Øint.70mm Esp.:3/8" – Cant.:1 corte	507	1	0,00	0,0
50	Rodamiento Rígido de Bolas SKF 61813-2RS1 – Cant.:2.		2	0,00	0,0
51	Polea GEARVEL 36L Paso L050 – Cant.:1.		1	0,00	0,0
52	Correa GEARVEL 240L Paso L050 – Cant.:1		1	0,00	0,0
53	Varios (materiales mecánicos)		1	0,00	0,0
	CUERPO SOPORTE DE VALVULA 550				
54	Cuadrado de Aluminio de 4" – Cant.:110mm.	551	1	0,00	0,0
55	Barra de Delrin de Ø3¼" – Cant.:60mm.	552	1	0,00	0,0
56	Varios (materiales mecánicos)		1	0,00	0,0
				0,0	
	MANIPULADOR 600				
57	Planchuela SAE 1010 de 331x138mm Esp.:5/8" – Cant.:1 corte.	601	1	0,00	0,0
58	Planchuela SAE 1010 de 138x65mm Esp.:3/4" – Cant.:1 corte.	603	1	0,00	0,0
59	Planchuela SAE 1010 de 143x61mm Esp.:3/8" – Cant.:4 cortes.	604	4	0,00	0,0
60	Planchuela SAE 1010 de 1¼"x7/16" – Cant.:105mm.	606	1	0,00	0,0
61	Planchuela SAE 1010 de 2¼"x3/4" – Cant.:155mm.	607	1	0,00	0,0
62	Planchuela SAE 1010 de 331x80mm Esp.:5/16" – Cant.:2 cortes.	609	2	0,00	0,0

63	Chapa SAE 1010 s/ croquis de Esp.:3/4" – Cant.:1 corte. (602)	602	1	0,00	0,0
64	Chapa SAE 1010 s/ croquis de Esp.:5/8" – Cant.:1 corte. (605)	605	1	0,00	0,0
65	Trafilado Hexagonal de 5/8" – Cant.:100mm	608	1	0,00	0,0
	CUBA DE TEMPLE 700				
66	Planchuela Acero Inoxidable AISI 304 de 3¼"x5/8" – Cant.:170mm.	701	1	0,00	0,0
67	Planchuela Ac. Inoxidable AISI 304 de 115x105mm Esp.:¼" – Cant.:1 corte.	702	1	0,00	0,0
68	Barra SAE 1010 de Ø4" – Cant.:50mm.	703	1	0,00	0,0
69	Codo 90º Acero Inoxidable de 1" c/ Rosca BSPT – Cant.:1.		1	0,00	0,0
70	Codo 90º Acero Inoxidable de ¾" c/ Rosca BSPT – Cant.:1.		1	0,00	0,0
71	"Tee" Acero Inoxidable de ¾" c/ Rosca BSPT – Cant.:1.		1	0,00	0,0
72	Espiga Roscada Acero Inoxidable de ½" p/ manguera de ½" – Cant.:1.		1	0,00	0,0
73	Espiga Roscada Acero Inoxidable de 3/8" p/ manguera de ½" – Cant.:1.		1	0,00	0,0
74	Espiga Roscada Acero Inoxidable de 1" p/ manguera de 1" – Cant.:1.		1	0,00	0,0
75	Niple Roscado Acero Inoxidable de ¾" – Cant.:5.		5	0,00	0,0
76	Codo 90º Acero Inoxidable Hembra-Hembra de ¾" – Cant.:3.		3	0,00	0,0
77	Unión Doble Acero Inoxidable Hembra-Hembra de ¾" – Cant.:1.		1	0,00	0,0
78	Llave Esférica Acero Inoxidable de ¾" – Cant.:1.		1	0,00	0,0
79	Manguera Goma Tela de 1" – Cant.:2mts.		2	0,00	0,0
80	Manguera Goma Tela de ½" – Cant.:2mts.		2	0,00	0,0
81	Enfriador de Aceite Compacto TERNAMIC Mod.: 57-230		1	0,00	0,0
82	Varios (materiales mecánicos)		1	0,00	0,0
	CARGADOR 800				

83	Planchuela SAE 1010 de 2"x5/16" – Cant.:2mts.	801/802	1	0,00	0,0
84	Planchuela SAE 1010 de 2"x1" – Cant.:400mm.	805	1	0,00	0,0
85	Planchuela SAE 1010 de 7/8"x1/4" – Cant.:220mm.	810	1	0,00	0,0
86	Planchuela SAE 1010 de 1¼"x3/16" – Cant.:2,1mts.	812	1	0,00	0,0
87	Barra SAE 1010 de Ø2" – Cant.:300mm.	805/806	1	0,00	0,0
88	Barra SAE 1010 de Ø½" – Cant.:150mm.	811	1	0,00	0,0
89	Barra SAE 1045 de Ø1" – Cant.:420mm.	808	1	0,00	0,0
90	Chapa SAE 1010 s/ croquis de Esp.:2" – Cant.:1 corte. (809)	809	1	0,00	0,0
91	Chapa SAE 1010 s/ croquis de Esp.:¼" – Cant.:2 cortes. (810)	810	2	0,00	0,0
92	Chapa Acerada de 20x2mm – Cant.:2,5mts.	807	1	0,00	0,0
93	Chapa Acerada de 55x3,2mm - Cant. 2mts	803/804	1	0,00	0,0
	DESCARGADOR 900				
94	Chapa SAE 1010 s/ croquis de Esp.:2" – Cant.:2 cortes. (909)		2	0,00	0,0
95	Planchuela SAE 1010 de 2"x5/16" – Cant.:1,4mts.	901	1	0,00	0,0
96	Planchuela SAE 1010 de 2"x1" – Cant.:400mm.	903	1	0,00	0,0
97	Planchuela SAE 1010 de 1¼"x3/16" – Cant.:1,5mts.	907	1	0,00	0,0
98	Barra SAE 1010 de Ø2" – Cant.:300mm.	903/904	1	0,00	0,0
99	Barra SAE 1010 de Ø½" – Cant.:150mm.		1	0,00	0,0
##	Barra SAE 1045 de Ø1" – Cant.:400mm.	906	1	0,00	0,0
	SOPORTE TABLERO COMANDO 1100				
101	Chapa SAE 1010 s/ croquis de Esp.:¼" – Cant.:2 cortes. (1101)	1101	2	0,00	0,0
102	Chapa SAE 1010 s/ croquis de Esp.:¼" – Cant.:1 corte. (1103)	1103	1	0,00	0,0

103	Chapa SAE 1010 s/ croquis de Esp.: $\frac{1}{4}$ " – Cant.:1 corte. (1104)	1104	1	0,00	0,0
104	Chapa SAE 1010 s/ croquis de Esp.: $\frac{1}{4}$ " – Cant.:2 cortes. (1105)	1105	2	0,00	0,0
105	Planchuela SAE 1010 de 246x110mm Esp.: $\frac{1}{4}$ " – Cant.:1 corte.	1101	1	0,00	0,0
106	Planchuela SAE 1010 de 155x100mm Esp.: $\frac{1}{4}$ " – Cant.:2 cortes.	1101/1105	2	0,00	0,0
##	Planchuela SAE 1010 de 100x45mm Esp.: $\frac{1}{4}$ " – Cant.:1 corte.	1101	1	0,00	0,0
108	Planchuela SAE 1010 de 220x110mm Esp.: $\frac{1}{4}$ " – Cant.:1 corte.	1105	1	0,00	0,0
109	Disco SAE 1010 de $\varnothing$ ext.95mm x $\varnothing$ int.70mm Esp.: $2\frac{1}{2}$ " – Cant.:1 corte.	1101	1	0,00	0,0
110	Disco SAE 1010 de $\varnothing$ ext.115mm x $\varnothing$ int.85mm Esp.: $5\frac{1}{8}$ " – Cant.:1 corte.	1101	1	0,00	0,0
111	Disco SAE 1010 de $\varnothing$ ext.115mm x $\varnothing$ int.70mm Esp.: $3\frac{1}{4}$ " – Cant.:1 corte.	1103	1	0,00	0,0
112	Disco SAE 1010 de $\varnothing$ ext.95mm x $\varnothing$ int.70mm Esp.: $1\frac{1}{4}$ " – Cant.:1 corte.	1105	1	0,00	0,0
113	Barra Bronce SAE 64 de $\varnothing$ 115mm (mínimo) – Cant.:10mm.	1102	1	0,00	0,0
114	Caño Negro de $\varnothing$ ext.76,2mm x $\varnothing$ int.67,2mm – Cant.:160mm.	1103/1104	1	0,00	0,0
	TORNILLERIA				
115	Tornillo Allen Cabeza Cilíndrica M5x0,80x10mm		10	0,00	0,0
116	Tornillo Allen Cabeza Cilíndrica M5x0,80x20mm		15	0,00	0,0
117	Tornillo Allen Cabeza Cilíndrica M6x1,00x10mm		120	0,00	0,0
118	Tornillo Allen Cabeza Cilíndrica M6x1,00x15mm		20	0,00	0,0
119	Tornillo Allen Cabeza Cilíndrica M6x1,00x20mm		80	0,00	0,0
120	Tornillo Allen Cabeza Cilíndrica M6x1,00x25mm		30	0,00	0,0
121	Tornillo Allen Cabeza Cilíndrica M6x1,00x30mm		20	0,00	0,0
122	Tornillo Allen Cabeza Cilíndrica M6x1,00x35mm		10	0,00	0,0
123	Tornillo Allen Cabeza Cilíndrica M6x1,00x45mm		25	0,00	0,0

124	Tornillo Allen Cabeza Cilíndrica M8x1,25x10mm		25	0,00	0,0
125	Tornillo Allen Cabeza Cilíndrica M8x1,25x25mm		10	0,00	0,0
126	Tornillo Allen Cabeza Cilíndrica M8x1,25x30mm		30	0,00	0,0
127	Tornillo Allen Cabeza Cilíndrica M8x1,25x35mm		15	0,00	0,0
128	Tornillo Allen Cabeza Cilíndrica M8x1,25x60mm		25	0,00	0,0
129	Tornillo Allen Cabeza Cilíndrica M10x1,50x20mm		15	0,00	0,0
130	Tornillo Allen Cabeza Cilíndrica M10x1,50x25mm		10	0,00	0,0
131	Tornillo Allen Cabeza Cilíndrica M10x1,50x35mm		15	0,00	0,0
132	Tornillo Allen Cabeza Cilíndrica M10x1,50x40mm		10	0,00	0,0
133	Tornillo Allen Cabeza Cilíndrica M10x1,50x100mm		10	0,00	0,0
134	Tornillo Allen Cabeza Frezada M4x0,70x30mm		10	0,00	0,0
135	Tornillo Allen Cabeza Frezada M5x0,80x10mm		10	0,00	0,0
136	Tornillo Allen Cabeza Cilíndrica Ac. Inoxidable M4x0,70x15mm		50	0,00	0,0
137	Tornillo Allen Cabeza Cilíndrica Ac. Inoxidable M6x1,00x15mm		45	0,00	0,0
138	Tornillo Allen Cabeza Cilíndrica Ac. Inoxidable M6x1,00x20mm		15	0,00	0,0
139	Tornillo Allen Cabeza de Gota Ac. Inoxidable M4x0,70x20mm		25	0,00	0,0
140	Tuerca M5x0,80.		25	0,00	0,0
141	Tuerca M6x1,00.		25	0,00	0,0
142	Tuerca M8x1,25		20	0,00	0,0
143	Tuerca M10x1,50		20	0,00	0,0
144	Tuerca M12x1,75		20	0,00	0,0
145	Tuerca M27x3,00		5	0,00	0,0
146	Tuerca Autofrenante M10x1,50		25	0,00	0,0
147	Tuerca Autofrenante M16x2,00		10	0,00	0,0
148	Tuerca Ciega M5x0,80		25	0,00	0,0
149	Tuerca Ciega M6x1,00		25	0,00	0,0
150	Arandela Biselada M4		25	0,00	0,0
151	Arandela Biselada M5		35	0,00	0,0

152	Arandela Biselada M6		45	0,00	0,0
153	Arandela Biselada M8		25	0,00	0,0
154	Arandela Biselada M10		25	0,00	0,0
155	Arandela Biselada M12		15	0,00	0,0
156	Arandela Biselada M16		15	0,00	0,0
157	Varilla Roscada M12x1,75 – Cant.:1mts.		1	0,00	0,0
158	Aro Segger DIN 472 para agujero Ø62mm.		4	0,00	0,0
	NEUMATICA FESTO				
159	Unidad de Guía FESTO FENG-40-130-KF		1	0,00	0,00
160	Unidad de Guía FESTO FENG-40-200-KF		1	0,00	0,00
161	Cilindro Neumático Normalizado Ø40, carrera 400mm, amortiguación regulable en ambos lados y detección de posiciones DNC-40-400-PPV-A		2	0,00	0,00
162	Actuador giratorio Festo DSR-40-180P		1	0,00	0,00
##	Kit de fijación SMBR-8-20		2	0,00	0,00
##	Cilindro Neumático Compacto Ø32, carrera 30mm, rosca del vástago interior, amortiguación con anillos y discos elásticos en ambos lados y detección de posiciones ADN-32-30-I-P-A		3	0,00	0,00
##	Sensor de proximidad magnético Reed, para ranura en T con montaje desde parte superior, salida trifilar, tensión 24VDC, cable estándar, largo 2,5mts. y extremo abierto SME-8M-DS-24V-K-2.5-OE.		12	0,00	0,00
##	Gripper DHRS-32-A-NC 1310165 MD		3	0,00	0,00
##	Válvula Reguladora de Caudal, estrangulación de escape; rosca G¾, conexión para tubo de 6mm y tuerca de ajuste moleteada GRLA-1/4-QS-6-RS-B.		10	0,00	0,00
##	Válvula Reguladora de Caudal, estrangulación de escape; rosca G¾, conexión para tubo de 6mm y tuerca		2	0,00	0,00

	de ajuste moleteada GRLA-1/8-QS-6-RS-B.				
##	Electroválvula VUVB-S-M42-AZD-Q6-1C1		4	0,00	0,00
##	Electroválvula VUVB-S-B42-ZD-Q6-1C1		3	0,00	0,00
##	Cable de conexión con conector, 24 VDC, longitud 2,5mts. e indicación de la posición con LED KMEB-1-24-2.5-LED.		7	0,00	0,00
##	Placa Ciega para tapar puntos de conexión libres VABB-B6-E		3	0,00	0,00
##	Perfil Distribuidor para conexión eléctrica individual, rosca G $\frac{1}{4}$, 10 posiciones de válvulas VABM-B6-E-G14-10.		1	0,00	0,00
##	Tapón Ciego, accionamiento manual, diámetro a obturar 6mm, longitud 33mm QSC-6H.		3	0,00	0,00
##	Válvula de Cierre, rosca G $\frac{1}{4}$, tamaño 40mm HE-D-MINI.		1	0,00	0,00
##	Unidad de Filtro y Regulador, rosca G $\frac{1}{4}$, grado de filtración 5 μ m, con manómetro, tamaño 40mm LFR-1/4-D-5M-MINI.		1	0,00	0,00
##	Filtro Submicrónico con graduación de 0,01 μ m, rosca G $\frac{1}{4}$, tamaño 40mm LFMA-D-MINI.		1	0,00	0,00
##	Regulador de Presión, rosca G $\frac{1}{4}$, 0,5-7Bar, con manómetro, tamaño 40mm		1	0,00	0,00
##	Tubo plástico de poliuretano, color azul, Ø6mm PUN-6X1 BL. (20 metros)		1	0,00	0,00
	NEUMATICA MICRO				
	Dispositivo Antigiro Serie CN 10 Guías H Tipo JB cód.:0.048.990.130		1	0,00	
	Dispositivo Antigiro Serie CN 10 Guías H Tipo JB cód.:0.048.990.200		1	0,00	
	Cilindro Neumático Normalizado Ø40, carrera 130mm, amortiguación		1	0,00	

	regulable en ambos lados y detección de posiciones				
	Cilindro Neumático Normalizado Ø40, carrera 200mm, amortiguación regulable en ambos lados y detección de posiciones		1	0,00	
	Cilindro Neumático Redondo Ø20, carrera 20mm, rosca del vástago exterior, amortiguación con anillos y discos elásticos en ambos lados y detección de posiciones. Agregar horquilla correspondiente y soportes para sensores		1	0,00	
	Cilindro Neumático Compacto Ø32, carrera 20mm, rosca del vástago interior, amortiguación con anillos y discos elásticos en ambos lados y detección de posiciones		3	0,00	
	Sensor de proximidad magnético Reed, para ranura en T con montaje desde parte superior, salida trifilar, tensión 24VDC, cable estándar, largo 2,5mts. y extremo abierto		12	0,00	
	Válvula Reguladora de Caudal, estrangulación de escape; rosca G $\frac{1}{4}$, conexión para tubo de 6mm y tuerca de ajuste moleteada		10	0,00	
	Válvula Reguladora de Caudal, estrangulación de escape; rosca G $\frac{1}{8}$, conexión para tubo de 6mm y tuerca de ajuste moleteada		2	0,00	
	Amortiguador Hidráulico con muelle recuperador autoregulable, de simple efecto, ejecución a compresión, tamaño 16, carrera 20mm		2	0,00	
	Electroválvula, semi en-línea, monoestable 5/2,		5	0,00	
	Cable de conexión con conector, 24 VDC, longitud 2,5mts. e indicación de la posición con LED		7	0,00	

	Placa Ciega para tapar puntos de conexión libres		1	0,00	
	Perfil Distribuidor para conexión eléctrica individual, rosca G¼, 8 posiciones de válvulas		1	0,00	
	Tapón Ciego, accionamiento manual, diámetro a obturar 6mm, longitud 33mm		3	0,00	
	Válvula de Cierre, rosca G¼, tamaño 40mm		1	0,00	
	Unidad de Filtro y Regulador, rosca G¼, grado de filtración 5µm, con manómetro, tamaño 40mm		1	0,00	
	Filtro Submicrónico con graduación de 0,01µm, rosca G¼, tamaño 40mm		1	0,00	
	Regulador de Presión, rosca G¼, 0,5-7Bar, con manómetro, tamaño 40mm		1	0,00	
	Tubo plástico de poliuretano, color azul, Ø6mm (20 metros)		1	0,00	
	CHAPAS (Trabajo de Terceros)				
##	Protecciones Laterales y Superiores - Chapa Ac. Inox. Calibre 16 (en total 9 chapas)		1	0,0	0,0
##	Bandeja Antigoteo - Chapa Ac. Inox. Calibre 16		1	0,0	0,0
##	Bandeja Cuba/Descarga - Chapa Ac. Inox. Calibre 16		1	0,0	0,0
##	Cuba Recirculación de Aceite - Chapa Ac. Inox. Calibre 10		1	0,0	0,0
##	Cuba y Tapa - Chapa Negra Calibre 14		1	0,0	0,0
##	Cubre Correas - Chapa Negra Calibre 16		1	0,0	0,0
##	Descargador Neumático Modelo Nuevo Según planos		1	0,0	0,0
##	Cilindro Neumático Cód:CP96SDB32-320	0809596	1	0,0	0,0
##	Regulador caudal Cód.: AS2201F-U01-06	0809408	12	0,0	0,0
##	Electroválvula 5/2 Cód.: SY5120-5LZ-01 (con bobina)	0809459	1	0,0	0,0

##	Regulador de presión con manómetro Cód.: AR20-02G	0809704	1	0,0	0,0
##	Soporte Cód.: AR20P-270AS	0809471	1	0,0	0,0
##	Conector rápido Cód.: KQ2H06-01S	0809657	1	0,0	0,0
	Pintura				
##	Pintura		1	0,00	0,0
##	THINNER		5	0,00	0,0
##	Varios		1	0,00	0
	Tornilleria				
##	Varios	ensamble	1	0,00	0,0
	Parte Electrica				
1	Cotizacion general		1		0,0
Horas					
##	Horas Mecánicas			1.211,4	848.008,0
##	Horas Eléctricas			1.211,4	205.944,8
			Total		1.053.952,8

Programa PLC SoMachine.

Tarea maestra

1 - Nuevo POU

Tarea maestra

Rung0



Variables utilizadas:

%I0.9	PUL_EMERGENCIA	PULASADOR NC
%I0.10		MAN/AUT
%S0	SB_COLDSTART	Indicates there was a cold start with loss of data
%S1	SB_WARMSTART	Indicates there was a warm start with data backup
%S21	SB_INITGRAFCET	At state 1, this bit causes GRAFCET initialization. Active steps are deactivated and initial steps are activated
%S22	SB_RESETGRAFCET	At state 1, this bit causes the active steps of the entire GRAFCET to be deactivated

Rung1 - CONTADOR DE PIEZAS

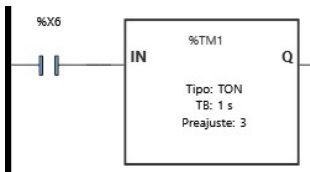


Variables utilizadas:

%C0
%I0.20
%M1

Rung2

Comentario: TIEMPO PARA REALIZAR EL PASE DE LA PIEZA ENTRE ROTIN Y GRPER



Variables utilizadas:

%TM1

%X6

Rung3

Comentario: CADA VEZ QUE PASE POR X10 SE ACTIVA M1



Variables utilizadas:

%M1

%X10

Rung4 - TEMPORIZADOR DE INDUCCIÓN

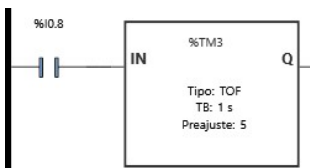


Variables utilizadas:

%M1

%TM2

Rung5 - TEMPORIZADOR DE BANDERA



Variables utilizadas:

%I0.8

%TM3

Rung6



Variables utilizadas:

%I0.0	
%I0.2	SENSOR DE PINZA CERRADA EN ROTING
%I0.3	SENSOR ROTIN 90 GRADOS
%I0.4	
%I0.7	
%M0	COND_OK

Rung7 - RESETEO DE CICLO CONTINUO

Comentario: CUANDO ACTIVO EMERGENCIA O MANUAL ,RESETEO CICLO



Variables utilizadas:

%I0.9	PUL_EMERGENCIA	PULASADOR NC
%I0.10		MAN/AUT
%M2		

Rung8 - SETEO DE CICLO CONTINUO

Comentario: CUANDO M2 ESTA ACTIVO SE PRODUCE BUCLE DE CICLO INDEFINIDO



Variables utilizadas:

%I0.10
%M1
%M2
%X11

Rung9 - PASO INICIAL GRAFSET

Etiqueta: = * = 1



Variables utilizadas:

%I0.9	PUL_EMERGENCIA	PULASADOR NC
%I0.10		MAN/AUT
%I0.11		PULSADOR INICIO CICLO
%M0	COND_OK	
%M2		
%X2		

Rung10 - PASO SELECTOR

Comentario: PASO 2 CUANDO SENS LA I0.1 (SENSOR DE CARGA ROTING) PASO AL 3

Etiqueta: - * - 2



Variables utilizadas:

%I0.1	SEN_PRES_VAL	DETECCIÓN DE PIEZA EN MANITO RONTING
%X3		

Rung11 - PASO PINZA ROTING

Comentario: PASO 3 CUANDO SENS LA I0.2 (SENSOR DE PINZA CERRADA) PASO AL 4

Etiqueta: - * - 3



Variables utilizadas:

%I0.2		SENSOR DE PINZA CERRADA EN ROTING
%X4		

Rung12 - PASO GIRO ROTING

Comentario: PASO 4 CUANDO SENS LA I0.3 (SENSOR ROTING 90°) PASO AL 5

Etiqueta: - * - 4



Variables utilizadas:

%I0.3	
%X5	

Rung13 - PASO MOVIMIENTO VERTICAL ABAJO

Comentario: PASO 5 CUANDO SENS LA I0.5 (SENSO VERTICAL BAJO) PASO AL 6

Etiqueta: -- 5



Variables utilizadas:

%I0.5

%X6

Rung14 - PASO CIERRE GRIPPER

Comentario: PASO 6 , CONFIRMO CON TEMPRIZADOR GRIPPER CERRADO. PASO AL 7

Etiqueta: -- 6



Variables utilizadas:

%TM1.Q

%X7

Rung15 - PASO MOVIMIENTO VERTICAL ARRIBA

Comentario: PASO 7 CUANDO SENS I0.4 (SENSOR VERTICAL ARRIBA) PASO AL 8

Etiqueta: -- 7



Variables utilizadas:

%I0.4

%X8

Rung16 - PASO MOVIMIENTO HOTIZONTAL DERECHO

Comentario: PASO 8 CUANDO SENS I0.6 (SENSOR HORIZONTAL DER) PASO AL 9

Etiqueta: -- 8



Variables utilizadas:

%I0.6

%X9

Rung17 - PASO MOVIMIENTO VERTICAL ABAJO

Comentario: PASO 9 SENA I0.5 (SEN VERTICAL ABAJO) ABRE GRIPPER Y PASO A 10

Etiqueta: -- 9



Variables utilizadas:

%I0.5

%X10

Rung18 - PASO MOV VERTICAL ARRIBA, INDUCCIÓN

Comentario: PASO 10 SENA I0.4 (SEN VERT ARRIBA) INDUCCIÓN PASO 11

Etiqueta: -- 10



Variables utilizadas:

%I0.4

%X11

Rung19 - PASO MOV HORIZTL IZQ

Comentario: PASO 11 SENA I0.7 (SEN HORIZTL IZQ) PASO AL PASO 1

Etiqueta: -- 11



Variables utilizadas:

%I0.7

%X1

Rung20 - DESCARGADOR

Etiqueta: =* = POST



Variables utilizadas:

%I0.9 PUL_EMERGENCIA

PULASADOR NC

%I0.10

MAN/AUT

%I0.19

SELECTORA DESCARGADOR

%Q0.7

%TM3.Q

Rung21 - HUSILLO INDUCCIÓN



Variables utilizadas:

%I0.9	PUL_EMERGENCIA	PULASADOR NC
%I0.10		MAN/AUT
%I0.18		SELECTORA HUSILLO
%M1		
%Q0.6		

Rung22 - GRIPPER



Variables utilizadas:

%I0.9
%I0.10
%I0.17
%Q0.5
%X6
%X7
%X8
%X9

Rung23 - CILINDRO HORIZONTAL



Variables utilizadas:

%I0.9	PUL_EMERGENCIA	PULASADOR NC
%I0.10		MAN/AUT
%I0.16		SELECTORA CILINDRO HORIZONTAL
%Q0.3		
%X8		
%X9		
%X10		

Rung24 - CILINDRO VERTICAL



Variables utilizadas:

%I0.9
%I0.10
%I0.15
%Q0.4
%X5
%X6
%X9

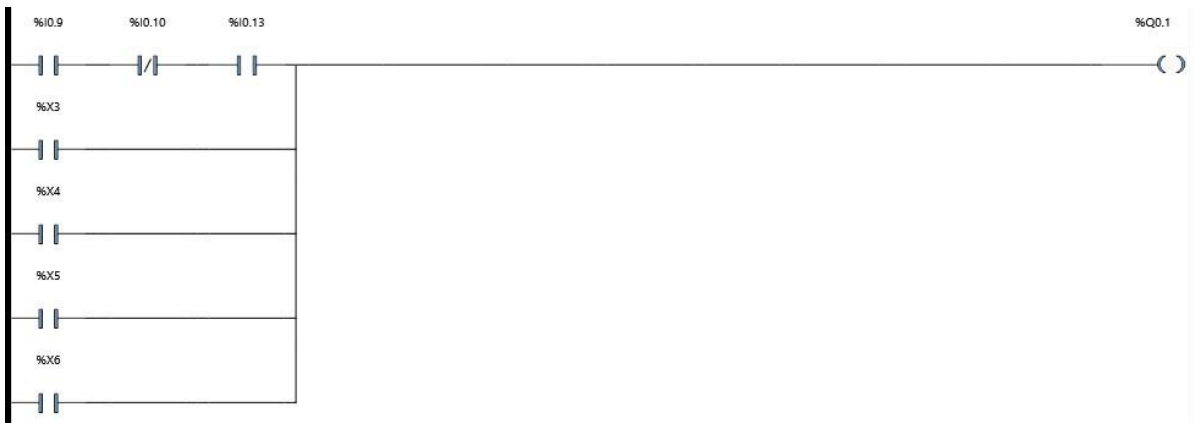
Rung25 - GIRO ROTING



Variables utilizadas:

%I0.9	PUL_EMERGENCIA	PULASADOR NC
%I0.10		MAN/AUT
%I0.14		SELECTORA ROTING
%Q0.2		
%X4		
%X5		
%X6		

Rung26 - PINZA ROTING



Variables utilizadas:

%I0.9
%I0.10
%I0.13
%Q0.1
%X3
%X4
%X5
%X6

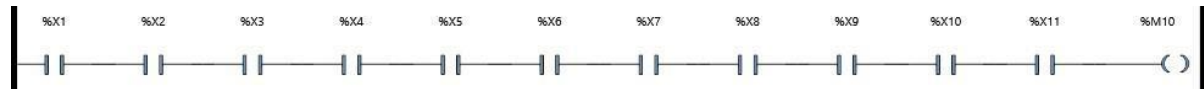
Rung27 - SELECTOR



Variables utilizadas:

%I0.9	PUL_EMERGENCIA	PULASADOR NC
%I0.10		MAN/AUT
%I0.12		PULSADOR SELECTOR
%Q0.0		
%X2		

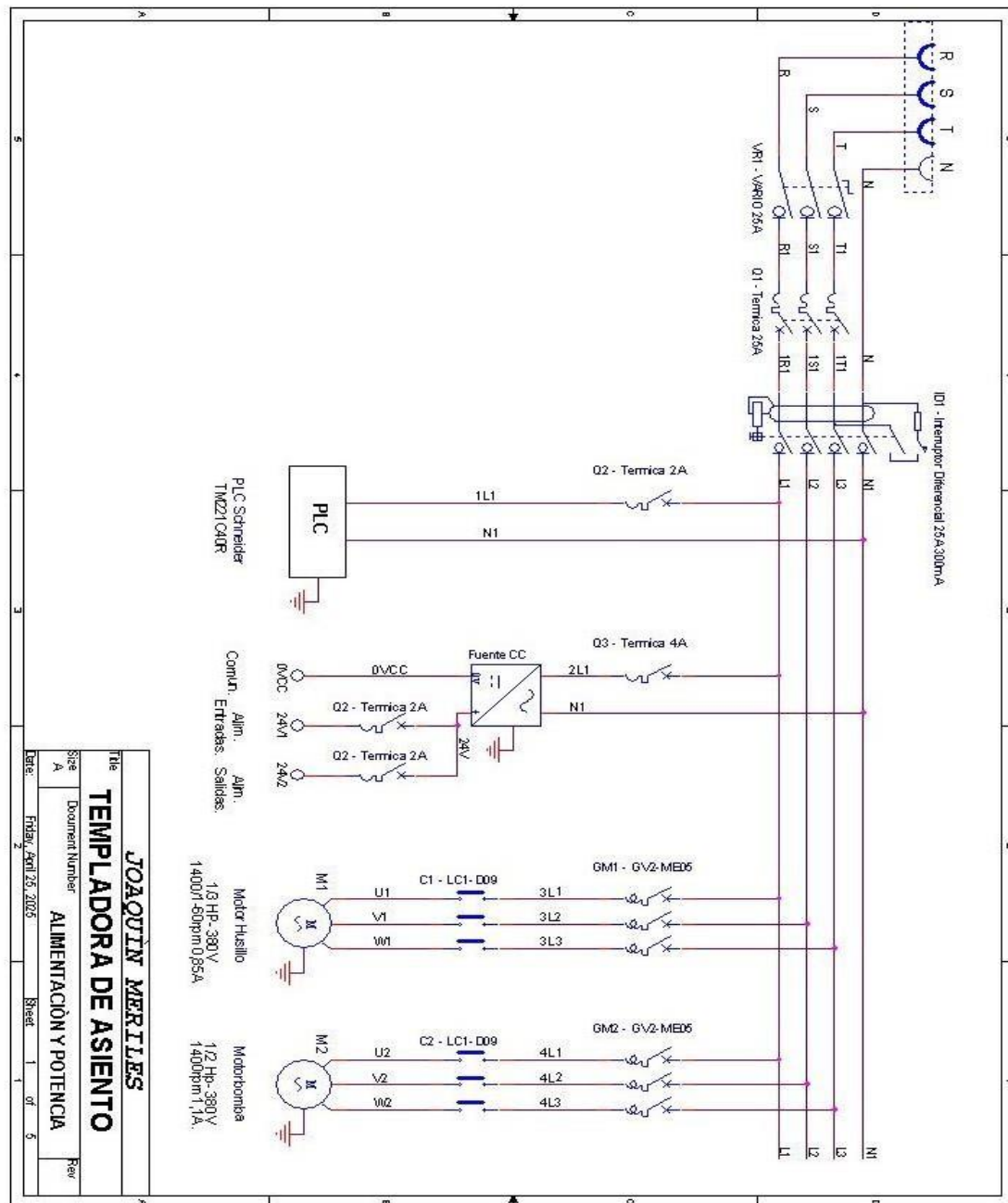
Rung28



Variables utilizadas:

%M10
%X1
%X2
%X3
%X4
%X5
%X6
%X7
%X8
%X9
%X10
%X11

Diagramas neumáticos/ eléctrico.



C:\Users\User\Documents\dispositivo para temple de válvula\diagramas

Símbolos del programa:

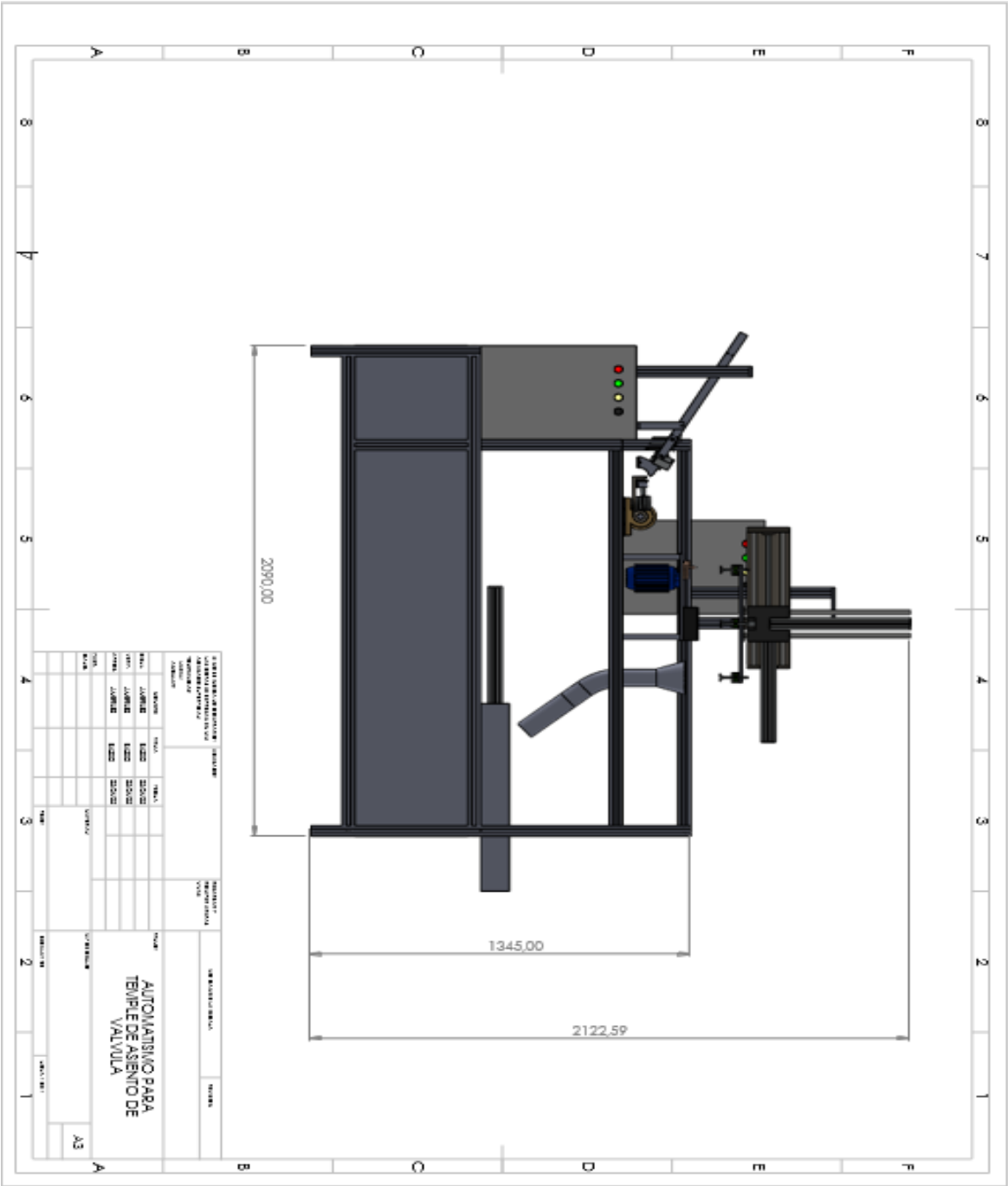
ENT/SAL	REFERENCIA
% I 0,0	sensor de presencia
% I 0,1	sensor de estación
% I 0,2	sensor pinza roting
% I 0,3	sensor 90° roting
% I 0,4	sensor cilindro vertical arriba
% I 0,5	sensor cilindro vertical abajo
% I 0,6	sensor cilindro horizontal der.
% I 0,7	sensor cilindro horizontal izq.
% I 0,8	sensor bandera
% I 0,9	pulsador emergencia
% I 0,10	selectora manual/aut
% I 0,11	selectora inicio de ciclo
% I 0,12	pulsador selector
% I 0,13	selectora apriete pinza
% I 0,14	selectora giro roting
% I 0,15	selectora cilindro vertical
% I 0,16	selectora cilindro horizontal
% I 0,17	selectora gripper
% I 0,18	selectora giro de husillo
% I 0,19	selectora descargador
% I 0,20	reset contador
%Q 0,0	selector
%Q 0,1	pinza(roting)
%Q 0,2	roting
%Q 0,3	mov horizontal
%Q 0,4	mov vertical
%Q 0,5	accionamiento gripper
%Q 0,6	activación bobina ind. Motorreductor
%Q 0,7	descargador

Plan de Mantenimiento

	Diaria Operario	Semanal Mantenimiento	Mensual Mantenimiento	Anual Mantenimie nto
Sistema eléctrico (Tablero-Sensores-motor).	Inspección visual y detección de falla.		Inspeccionar cuadro eléctrico. Comprobar que no haya elementos sueltos o en mal estado. Inspección del cableado. Verificar consumo del motor eléctrico. Verificar consumo general del equipo.	Comprobar que los sensores funcionen adecuadamente y estén bien sujetos. Limpieza de cuadro eléctrico. Limpieza de contactos. Reapriete de tornillos del cuadro. Comprobar la seguridad eléctrica. Análisis por termografía.
Sistema neumático (FRL-Mangueras-válvulas-cilindros).	Inspección visual del nivel de aceite de lubricador. Presión de trabajo. Fugas de aire. Purgar la condensación del filtro.	Puesta a nivel del vaso de la unidad de mantenimiento. Comprobar buen funcionamiento del regulador de presión.	Comprobar fijación de cilindro neumático. Reparación de fugas y cambio de juntas interiores y obturadoras.	Comprobar estado de tubos, conexiones y mangueras. Comprobar desgaste de guías y juntas rascadoras y obturadoras de cilindro. Limpiar o renovar silenciadores.

Sistema mecánico.	Comprobación de ruidos anómalos en piezas móviles indicando donde se produce. Comprobar ausencia de vibraciones extrañas en piezas móviles. Comprobar ausencias de defectos en producción. Comprobación del ciclo de funcionamiento del equipo. Limpieza del equipo.	Lubricar partes móviles	Comprobación de sujeción del motor. Comprobar ventilador de motor que no roce y este en buen estado. Comprobar estado general del equipo y limpieza. Control del estado corona. Verificar holguras y dientes dañados. Comprobar estado eje correa. Tensar o sustituir si es necesario.	Comprobar estado de correa. Ajuste o reglaje de elementos móviles. Limpieza de interior del motor. Reapriete general de todas las partes móviles. Sustitución de todos los elementos sometidos a desgaste como: bujes, rodamientos y cojinetes.
-------------------	---	-------------------------	---	--

Planos constructivos.



C:\Users\User\Documents\dispositivo para temple de válvula\planos

