



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

ACTUALIZACIÓN DE MÁQUINA DE LOGO

**TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA
PROFESIONAL**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA MECATRÓNICA**

PRESENTA: URIEL NUÑEZ MONTIEL

**NOMBRE DEL ASESOR: CARLOS ALBERTO MORA
SANTOS**

APIZACO, TLAX., JULIO DE 2026



Instituto Tecnológico de Apizaco
Departamento de Metal Mecánica

Tzompantepec, Tlaxcala, 12/enero/2025

Oficio No. MM-029/2026

Asunto: Liberación de Proyecto para Titulación Integral.

LIC. CECILIA YARELLY ARREGUIN LARA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para Titulación integral:

Alumno (a):	URIEL NUÑEZ MONTIEL
Carrera:	INGENIERÍA MECATRÓNICA
No. De Control:	21370693
Nombre del Proyecto:	"ACTUALIZACIÓN DE MÁQUINA DE LOGO".
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL.

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®

MTRO. JORGE AGUILAR VÁZQUEZ
JEFE DEL DEPTO. DE METAL-MECÁNICA
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE
METAL MECÁNICA

DR. CARLOS ALBERTO MORA SANTOS
ASESOR

c.p.- Archivo.
JAV*petry.



2026
año de
Margarita
Maza





Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Tzompantepec, Tlaxcala, **21/abril/2026**

URIEL NUÑEZ MONTIEL
EGRESADO(A) DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
CON NÚMERO DE CONTROL 21370693.
P R E S E N T E.

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** y cuyo tema es: **"ACTUALIZACIÓN DE MÁQUINA DE LOGO"**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

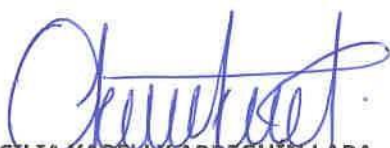
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar **1 USB** del mismo, apropiadamente empastados, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepción Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®



CECILIA YARELY ARREGUÍN LARA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



ccp. Archivo
CYAL/gvm*



I. AGRADECIMIENTOS

Al redactar este documento, culminación de años de esfuerzo, reconozco que, si bien es cierto que concluye una etapa importante en la vida individual, no es un logro exclusivamente de esta índole. Este proyecto es el resultado tangible de un viaje complejo, y de ese camino que nunca fue solitario. Las páginas que siguen son técnicas, pero los cimientos sobre los que se construyeron son puramente humanos. Son la suma del apoyo, el aliento y la fe de personas que fueron una gran fortaleza en los momentos de duda.

Quiero expresar mi más profunda gratitud a mis padres, David Nuñez y Verónica F. Montiel. Han sido mi pilar incondicional, la fuente de mi resiliencia y el ejemplo vivo de la perseverancia. Cada sacrificio que hicieron, cada palabra de aliento en mis días más difíciles y su fe ciega en mi potencial, fueron la razón fundamental por la cual nunca desistí de este camino que he tomado, incluso cuando el cansancio o el desafío parecían insuperables. Este triunfo en gran parte es el fruto de su amor y la unión de su esfuerzo.

A mi hermano, Rafael Nuñez, mi cómplice y mi referente. Gracias por ser el compañero vida y mi mejor amigo desde que tengo memoria, siempre detectando mis errores e impulsándome a ser mejor; por tu paciencia infinita y por recordarme, con tu propio ejemplo, la importancia de la vida y el momento.

A mis amigos y compañeros de carrera. A Aldair Díaz y Karen Meneses, quienes fueron las dos primeras personas que elegí, y quizá, las dos que primero me eligieron, las cuales hicieron de mi camino por esta etapa siempre más colorida. Ustedes fueron mi familia en la universidad, mis cómplices en todo, la red de apoyo que hizo que todo se sintiera en calma. Gracias por las noches estudiando para finales, por los cafés que nos mantuvieron despiertos, por las risas que aligeraron la carga y por el compañerismo y amistad genuina que me otorgaron. Ir a la universidad cada día era más sencillo sabiendo que contaría con ustedes para enfrentar el día a día.

A mis grandes amigos de la preparatoria, César Tlapalamatl y Renata Vela. Aunque los kilómetros y los estudios en distintas ciudades nos mantuvieron alejados físicamente, su presencia en cada reunión fue vital para mi equilibrio emocional. Gracias por demostrarme que la verdadera amistad no entiende de distancias y por seguir siendo los mismos compañeros de vida con los que compartí mis primeros sueños.

Finalmente, en un plano más personal, deseo extender un agradecimiento a mi pareja de vida, María Conchita Altamirano. De ella recibí una influencia determinante durante etapas cruciales de esta carrera. Su apoyo, su cariño, su capacidad para inspirarme y la convicción que me transmitió en momentos clave, fueron un motor vital que me ayudó a encontrarme a mí mismo en días grises. Cada momento que compartimos a lo largo de los años en la universidad, cada sonrisa, cada lagrima, todo se queda guardado en un lugar especial dentro de mí. El valor de ese impulso es innegable y forma parte de mi ser, y de este logro. Te agradezco, Shelly.

A todos ustedes que, de maneras distintas, pero con igual profundidad me dieron la fuerza para comenzar, continuar y terminar mis estudios profesionales, gracias. Este proyecto es tan suyo como mío.

II. INDICE

I. AGRADECIMIENTOS.....	4
II. INDICE.....	6
III. RESUMEN	8
IV. INTRODUCCION.....	9
V. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
VI. OBJETIVOS	13
VII. JUSTIFICACION.....	14
VIII. MARCO TEORICO.....	16
VIII.I Contexto laboral	16
VIII.II Antecedentes	17
VIII.III Línea de producción de prendas.....	19
VIII.IV Marco Normativo.....	21
VIII.V Análisis de técnicas de aplicación de logotipos.....	24
VIII.VI Fundamentos de ingeniería aplicada.....	25
VIII.VII Metodología y diseño de ingeniería	25
IX. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCION	29
IX.I Documentación y seguimiento del proyecto	29
IX.II Análisis de estructural.....	31
IX.III Análisis eléctrico	33
IX.IV Análisis electrónico	35
IX.VI Formulación y creación de planos específicos	37
IX.VII Perforación y barrenado estructural	40
IX.VIII Armado de gabinetes de control.....	42
IX.IX Cableado estructural	43

IX.X Montaje y cableado final	44
X. RESULTADOS	46
XI. CONCLUSIONES	49
XII. COMPETENCIAS DESARROLLADAS/APLICADAS	52
XIII. FUENTES DE INFORMACION	56
XIV. ANEXOS	58

III. RESUMEN

El presente proyecto documenta el diseño, implementación y validación de un sistema de conteo automático para una máquina de aplicación de logotipos semiautomática (plancha de calor neumática).

La solución implementada consiste en un contador digital LED genérico de 8-24V, disparado por un sensor final de carrera industrial, modelo ME-8108, con palanca de rodillo ajustable. Este sensor se montó en el bastidor fijo de la máquina y se activa mecánicamente por la placa móvil que desciende, garantizando que solo se contabilicen los ciclos de trabajo completados.

El proceso actual de conteo de piezas terminadas se realiza manualmente, generando errores humanos y falta de datos fiables de producción. La actualización de este sistema elimina el error humano en el conteo, optimizando el control del proceso y proporcionando una métrica de producción precisa, todo enmarcado en las buenas prácticas de manufactura y normas de seguridad industrial (NOM-STPS).

Se detalla el análisis del problema, la selección de componentes de bajo costo, el diseño mecánico del soporte, el diagrama de conexión físico y electrónico, la instalación física en la máquina y las pruebas de validación.

IV.INTRODUCCION

En el panorama competitivo de la industria textil moderna, la optimización de procesos y la eficiencia productiva no son meras ventajas estratégicas, sino pilares fundamentales para la subsistencia y el crecimiento. La manufactura global de prendas de vestir exige ciclos de producción cada vez más rápidos, costos más bajos y un control de calidad infalible. Dentro de esta compleja cadena de valor, las etapas finales de acabado y personalización son particularmente críticas. Es en esta fase donde la prenda adquiere su valor de marca final y su identidad distintiva; por lo tanto, cualquier error, merma o ineficiencia impacta de manera desproporcionada en la rentabilidad y la confianza del cliente.

El enfoque se centra en una de estas máquinas clave en la línea de producción: la plancha de calor semiautomática para la transferencia de calor en logotipos. Si bien esta máquina, accionada por un cilindro neumático es eficiente en su operación mecánica de estampado, adolece de la falta de un sistema automatizado para el control y registro de la producción. Actualmente, el conteo de piezas terminadas recae enteramente en la responsabilidad del operador, quien debe llevar un registro manual al finalizar su turno.

El presente proyecto titulado "**Actualización de máquina de logo**", propone y documenta una solución de ingeniería robusta, de muy bajo costo y alta fiabilidad para erradicar este problema. La solución opta por una alternativa universal y mecánicamente infalible: la instalación de un sensor final de carrera (limit switch) industrial, modelo ME-8108.

El método de conteo manual actualmente utilizado por las máquinas de logotipo es la fuente de numerosos problemas operativos. Es un proceso intrínsecamente susceptible al error humano, ya sea por distracciones, fatiga, interrupciones o simples olvidos. Al final de la jornada, estas discrepancias se manifiestan en descuadres de inventario, órdenes de producción que no coinciden con las piezas físicas y una frustrante pérdida de tiempo en recuentos por parte de la supervisión. Más grave aún, esta falta de precisión impide a la gerencia obtener métricas fiables sobre la productividad real (piezas por hora-hombre) y la eficiencia del equipo, volviendo imposible la optimización de procesos basada en datos.

La metodología de implementada consiste en el diseño y fabricación de un soporte mecánico que fija el sensor al bastidor fijo de la máquina. Su palanca de rodillo

ajustable se calibra para ser accionada físicamente por el cabezal móvil únicamente al final de su recorrido descendente, es decir, cuando un ciclo de estampado se ha completado. Este pulso mecánico se traduce en una señal eléctrica que alimenta un contador digital LED genérico de 8-24V (visible para el operador). Esta solución garantiza la medición de "ciclos completados" reales, en lugar de "intentos de inicio", eliminando la ambigüedad y el error humano del proceso.

A lo largo de este documento, se detallará el análisis del problema, el marco teórico que contextualiza la industria textil y los fundamentos de automatización, el marco normativo (ISO y NOM) que rige la seguridad de la implementación, y la metodología de diseño, instalación y calibración. Finalmente, se presentarán los resultados, incluyendo un análisis de costo-beneficio que demuestra el altísimo retorno de inversión del proyecto y la validación en campo de un sistema de conteo con 100% de precisión. Esta actualización representa un paso fundamental hacia la manufactura basada en datos y la optimización real de la productividad en la planta.

V. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El proceso de manufactura actual en la máquina de aplicación de logotipos, si bien es funcional desde una perspectiva mecánica, opera bajo un paradigma de control de producción obsoleto que representa el núcleo de la problemática a resolver. El sistema de conteo de piezas terminadas depende exclusivamente del registro manual y la memoria del operador asignado a la máquina. Esta dependencia total en un factor humano introduce una serie de ineficiencias críticas y errores operativos que impactan directamente en la productividad y la rentabilidad.

Los problemas específicos por resolver, derivados de este método de conteo manual, son los siguientes:

- Falta de fiabilidad y precisión en los datos de producción: El conteo manual es intrínsecamente susceptible al error humano. Factores como la fatiga del operador al final del turno, las distracciones inevitables del entorno de producción, las interrupciones para resolver problemas de calidad (ej. un logo mal aplicado) o la simple omisión de registro, generan datos de producción que no son fiables. No existe un método objetivo para verificar que el número de piezas reportadas en la bitácora manual coincida con la producción física real sin incurrir en un recuento.
- Errores operativos y logísticos: Esta falta de fiabilidad genera discrepancias directas entre las órdenes de producción y el inventario de producto terminado. Un conteo erróneo (ya sea por exceso o por defecto) provoca que los lotes se envíen incompletos al siguiente proceso o al cliente, o bien, que se genere un excedente no planificado. Esto deriva en retrasos, necesidad de retrabajos urgentes para completar pedidos y una pérdida de confianza en la planificación de la producción.
- Imposibilidad de medición real del desempeño: Sin datos precisos sobre el número de ciclos completados por turno, es imposible calcular métricas de eficiencia fundamentales. Se vuelve inviable determinar con certeza la productividad real de la máquina o calcular indicadores clave de rendimiento como la eficiencia general de los equipos. La gerencia no puede identificar cuellos de botella, medir el impacto de las mejoras o establecer metas de producción realistas y medibles.
- Costos ocultos por pérdida de tiempo: Los descuadres de inventario obligan al personal de supervisión y control de calidad a invertir tiempo valioso en la

verificación y recuento de lotes. Este tiempo podría dedicarse a tareas de mejora continua, capacitación o gestión de calidad, pero en su lugar se consume en la corrección de errores administrativos básicos que el sistema actual propicia.

VI.OBJETIVOS

Objetivo General

Actualizar una máquina de logo a través de un sistema de conteo electrónico automático en la máquina de logotipo neumática, utilizando un sensor final de carrera (limit switch) y un contador digital genérico, para optimizar la fiabilidad del control de piezas terminadas del proceso de producción.

Objetivos Específicos

- Analizar la cinemática y estructura de la máquina de logotipo neumática para determinar el punto de montaje óptimo (en el bastidor fijo) que permita la activación mecánica del sensor final de carrera al completarse el ciclo.
- Seleccionar los componentes de hardware que cumplan con los requisitos de compatibilidad eléctrica, robustez industrial, facilidad de visualización y bajo costo, para asegurar la viabilidad del proyecto.
- Diseñar el soporte mecánico en forma de "L" necesario para fijar el sensor al bastidor de la máquina, asegurando la rigidez y la posición exacta para la activación.
- Elaborar el diagrama de conexión eléctrica detallado para la integración del sensor final de carrera con las entradas de pulso del contador de panel genérico.
- Instalar y calibrar el sistema completo en la máquina, ajustando la palanca del sensor para garantizar que el conteo se registre únicamente al final del recorrido del cabezal, cumpliendo a su vez con las normas de seguridad industrial durante el montaje.
- Validar la precisión y efectividad del sistema implementado mediante pruebas en lotes de producción real, comparando el conteo automático registrado contra un conteo manual verificado, para cuantificar la eliminación del error humano.

VII. JUSTIFICACION

La viabilidad y relevancia de este proyecto de actualización de máquina de logo se sustentan en argumentos económicos, técnicos y operativos, destinados a corregir las deficiencias detectadas y promover una mejora significativa en el proceso de producción.

La solución propuesta basada en un sensor final de carrera acoplado a un contador digital es técnicamente superior al método de conteo actual por su robustez y universalidad. A diferencia de soluciones alternativas, como los sensores magnéticos que dependen de un tipo específico de pistón con imán, el final de carrera es una solución mecánica confiable con un rango de falla mínimo. Sin importa la marca, la antigüedad o el tipo de cilindro neumático; su única función es detectar el contacto físico del cabezal al final de su recorrido.

Esto lo convierte en un diseño de ingeniería preciso y universal, capaz de ser replicado en otras máquinas de la planta sin importar sus componentes internos. El sensor, con su palanca de rodillo ajustable, garantiza una calibración milimétrica, asegurando que solo los ciclos de trabajo 100% completados sean registrados.

Por otra parte, la inversión en la actualización del sistema de conteo está directamente relacionada con la maximización de rendimiento de la máquina. La actual falta de precisión en el registro de lotes genera costos ocultos significativos que deben ser eliminados.

Además, la principal justificación económica es la eliminación del costo marginal vinculado a la sobreproducción o subproducción. La sobreproducción implica desperdicio de tiempo de máquina, energía y, de manera crucial, de materiales textiles y consumibles del logotipo, afectando negativamente el margen de ganancia. La subproducción obliga a realizar ajustes operacionales de emergencia, aumentando los costos logísticos y de mano de obra. La precisión del nuevo contador LED, así como del sensor final de carrera asegura que el ciclo de producción se detenga en el objetivo exacto, consolidando la integridad del costeo por unidad.

La precisión del conteo es clave para la trazabilidad en el control de lotes. Al automatizar la visualización con un dispositivo industrial dedicado, se garantiza que el dato de producción es confiable desde su origen. Este alto nivel de integridad de los datos es indispensable para cumplir con los estándares de calidad internos y con las

regulaciones de la industria textil, facilitando auditorías y la conciliación entre producción física y sistemas de planificación.

El diseño del proyecto resuelve un problema ergonómico esencial. Al instalar el contador LED en una posición óptima y visible, se permite al operador obtener la información crítica del progreso del lote sin desviar la atención hacia pantallas secundarias o realizar registros manuales. Además, con la correcta instalación del sensor de final de carrera el operador no se verá afectado ni entorpecerá el proceso de aplicación de logo. Esto permite que el personal mantenga su enfoque principal en la inspección visual de la calidad de la aplicación del logotipo (alineación, adhesión, defectos), que es la tarea de mayor valor agregado y la que requiere control humano y maximiza la seguridad contra accidentes riesgosos.

Esta actualización beneficia a todos los niveles:

- Para el operador: Elimina la carga de la responsabilidad del conteo manual, permitiéndole centrarse en la calidad de la aplicación del logo y su ritmo de trabajo.
- Para el supervisor: Le proporciona una herramienta de gestión real. Puede verificar la producción del turno de un vistazo, sin necesidad de recuentos.
- Para la gerencia: Permite establecer metas de producción realistas, medir la eficiencia (OEE), calcular la productividad real (piezas/hora) y tomar decisiones estratégicas basadas en datos certeros, en lugar de estimaciones.

VIII. MARCO TEORICO

VIII.I Contexto laboral

Zentrix Industrial México (ZIM) opera como la división textil y de confección de Grupo Industrial Assa. Aunque los orígenes del grupo datan de la década de 1960, la entidad legal ZIM se constituyó formalmente en noviembre de 1993, estableciendo su sede corporativa en Atizapán de Zaragoza, Estado de México.

El modelo de negocio de ZIM se fundamenta en la integración vertical. Esta estrategia de ingeniería industrial le otorga a la compañía un control casi total sobre su cadena de suministro. Dicho control abarca desde la fase primaria de producción textil (fabricación de tejidos de punto, teñido y acabados especializados) hasta la fase secundaria de confección (ensamblaje de la prenda final). Esta integración permite a ZIM funcionar como un fabricante de servicio completo para marcas internacionales de renombre, especializándose en ropa deportiva, lencería y textiles de alto rendimiento.

Las máquinas de transferencia de calor para el área de logotipo en la empresa Zentrix industrial México se han realizado desde hace 15 años, los modelos se han ido modificando a lo largo de ese tiempo con base en las necesidades que cada cliente establece para el cuidado de calidad de cada prenda fabricada (Diex Mexico, s.f.). Las modificaciones tienen que ver con las medidas generales de la estructura metálica y la actualización de distintos componentes de esta, como pueden ser versiones más actuales de pistones neumáticos o pirómetros.

De igual manera, los diseños de las máquinas han cambiado significativamente conforme el proceso y mejora continua lo ha requerido; al inicio eran de uso individual, siendo solo conformadas por una placa de transferencia de calor, un pistón y un solo gabinete el cual controlaba toda la máquina. La versión más reciente utiliza doble plancha de calor, doble gabinete y sistema de accionado, agilizando la colocación del logotipo y reduciendo el tiempo requerido entre una pieza terminada y otra.

Este proyecto fue realizado en la planta localizada en ciudad Industrial Xicohtencatl II, Huamantla, Tlaxcala, en la cual principalmente se trabaja confección y exportación, especializada en ropa deportiva. En dicha planta se realizan los procesos de relajado de tela, corte, aplicación de logos, costura, estampado, sublimado y empaque.

VIII.II Antecedentes

Antecedentes tecnológicos recientes en la aplicación de gráficos por transferencia de calor

La industria de la personalización y el acabado textil ha experimentado una profunda transformación en la última década. Si bien el principio fundamental de la transferencia de calor (la aplicación de un gráfico a un sustrato mediante calor y presión) permanece inalterado, los avances se han centrado en dos áreas sinérgicas: la ciencia de los materiales de los consumibles y la digitalización y automatización de la maquinaria de aplicación. (Kadolph, S. J. 2010)

Estos avances han sido impulsados por las demandas del mercado, principalmente el auge del denominado “fast fashion”, la personalización masiva y las exigencias técnicas de la ropa deportiva, que requiere gráficos con alta elasticidad, durabilidad y un tacto suave.

Evolución de los consumibles termotransferibles

La innovación más disruptiva de este período no ha sido en la prensa misma, sino en la química y la ingeniería de los materiales que esta aplica. La máquina se ha visto forzada a evolucionar para manejar con precisión estos nuevos sustratos.

El paradigma del DTF

El avance más significativo de la última década es la consolidación de la tecnología DTF (Direct-to-Film). Este proceso híbrido combina la impresión por inyección de tinta digital con la tecnología de transferencia de calor, solucionando las limitaciones históricas de la sublimación y del vinilo de corte. (Uddin, 2018)

El proceso DTF consiste en:

- **Impresión:** Se utiliza una impresora de inyección de tinta especializada para imprimir un diseño digital (con tintas pigmentadas base agua) sobre una película de PET tratada. Crucialmente, el sistema puede depositar una base de tinta blanca, permitiendo la aplicación sobre sustratos de cualquier color.
- **Adhesión:** Inmediatamente después de la impresión, la tinta húmeda se recubre con un polvo adhesivo termofusible (generalmente un polímero de poliuretano).

- Curado: La película pasa por una unidad de calor (horno o plancha) que "gela" o semifunde el polvo adhesivo, adhiriéndolo únicamente a la tinta impresa y creando un "transfer" listo para su aplicación y almacenamiento.
- Aplicación: Esta transferencia finalizada se aplica a la prenda mediante una prensa de calor tradicional.

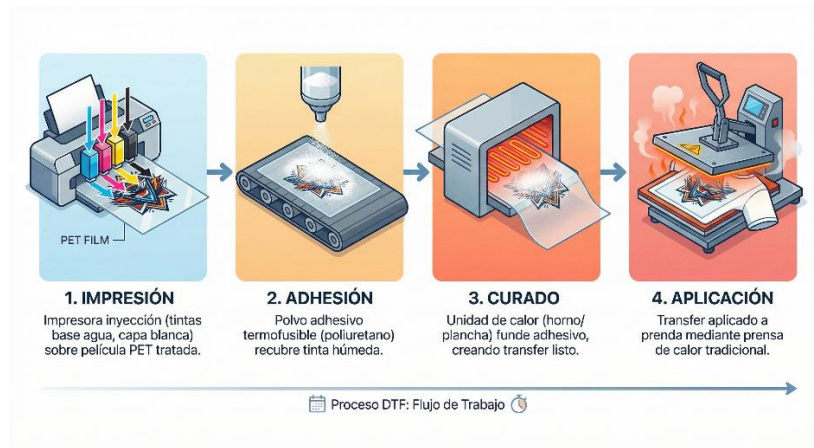


Figura I: Diagrama gráfico del proceso DTF.

El impacto del DTF es profundo, ya que ofrece una versatilidad de sustrato casi universal (algodón, poliéster, mezclas, piel) y permite la reproducción de gráficos a todo color, con degradados y detalles finos, con una excelente elasticidad. Esto convierte a la prensa de calor en un dispositivo de acabado universal, pero a su vez, exige un control de parámetros (temperatura, tiempo y, sobre todo, presión) mucho más preciso para asegurar la correcta fusión del adhesivo sin dañar la tinta ni la prenda. (Uddin, 2018)

La hiper-especialización del vinilo termotransferible

Paralelamente al DTF, el vinilo termotransferible (HTV) no ha desaparecido, sino que se ha hiper-especializado para satisfacer nichos de mercado de alto rendimiento, especialmente en la ropa deportiva.

- Barreras de migración de Tinta (Sub-Block): La ropa deportiva utiliza predominantemente poliéster teñido por sublimación. Un problema común ocurre cuando el calor de la prensa reactiva el tinte del poliéster (ej. una camiseta roja), haciendo que este migre y "tiña" el logo blanco aplicado, volviéndolo rosado. Los vinilos modernos con tecnología "Sub-Block" incorporan una capa intermedia opaca (a menudo a base de carbón o formulaciones químicas específicas) que actúa como

una barrera física, bloqueando la migración del tinte y garantizando la pureza del color del logo. (Uddin, 2018)

- Elasticidad y textura: Para prendas de alta elasticidad (como leggings o ropa de compresión hechas con Lycra® o Spandex), se han desarrollado vinilos de poliuretano "stretch" ultradelgados. Estos materiales poseen un alto módulo de elasticidad que les permite estirarse y recuperarse junto con la tela sin agrietarse. Además, han surgido materiales con acabados especiales que buscan un valor táctil y visual premium, como los vinilos "Silicone 3D" o de alta densidad, que crean un logo con relieve tridimensional y un tacto suave similar al caucho, ofreciendo una alternativa moderna al bordado.

VIII.III Línea de producción de prendas

La industria de la confección, un subsector fundamental de la industria textil se define como el conjunto de actividades económicas dedicadas a la transformación de tejidos (telas) en prendas de vestir y otros artículos manufacturados (Kadolph, S. J. 2010). A diferencia de la industria textil, que se enfoca en la producción de fibras, hilos y telas, la confección se concentra en el diseño, corte, ensamblaje y acabado del producto final.

En cuanto a las máquinas de logo, el proceso es el siguiente:

Diagrama de flujo del área de Logotipo

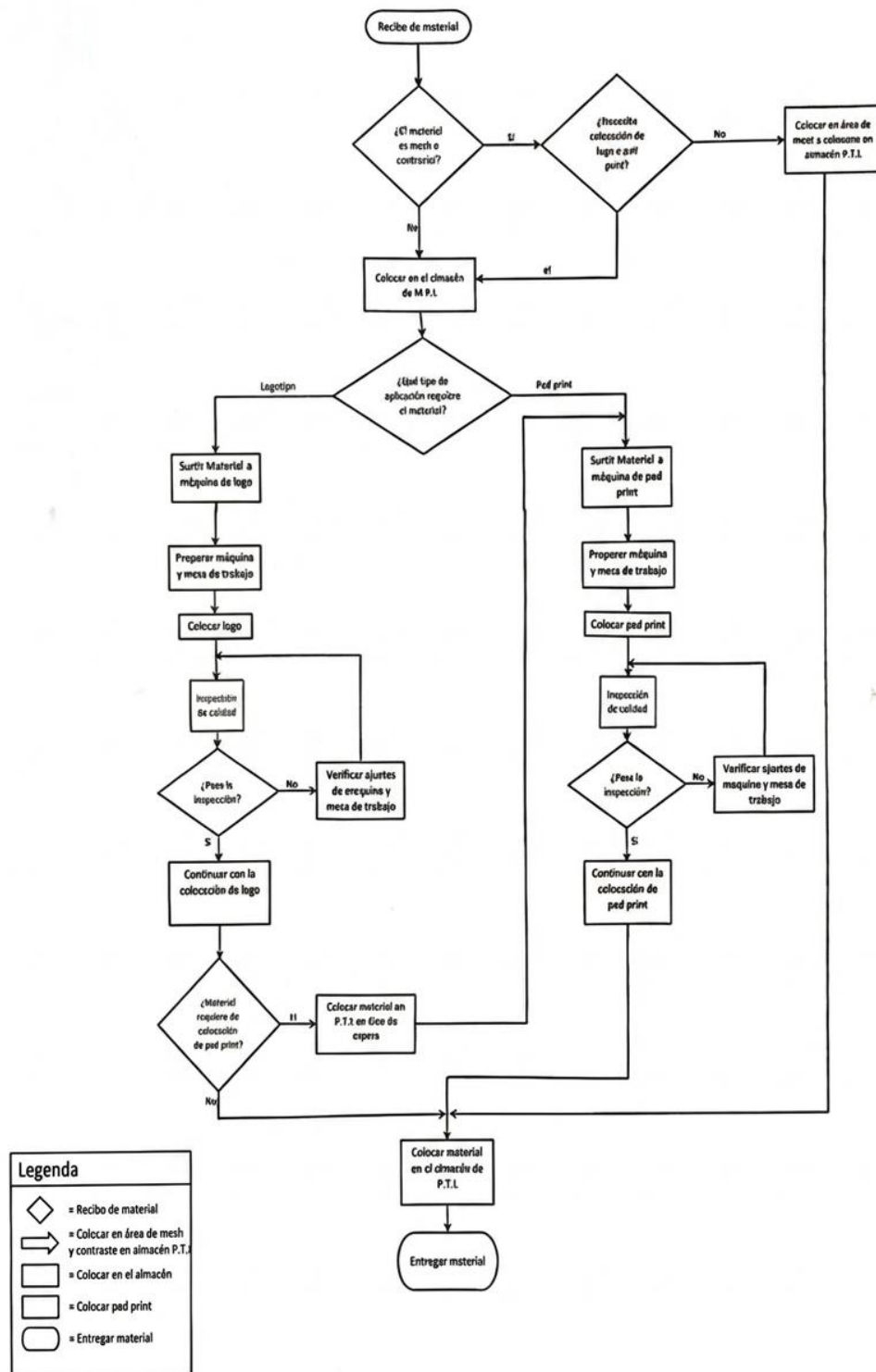


Figura II: Proceso de producción del área de logotipo.

VIII.IV Marco Normativo

La implementación de cualquier proyecto de ingeniería y la operación de una planta industrial en territorio mexicano no son actos aislados. Están rigurosamente regulados por un conjunto de normativas nacionales e internacionales. Para una entidad de la magnitud de Zentrix Industrial México, un fabricante verticalmente integrado en el sector textil que produce para mercados globales, el cumplimiento es un pilar fundamental de su operación.

Este marco normativo asegura tres objetivos principales:

- Calidad y consistencia: Garantizar que los sistemas de gestión producen resultados predecibles y de alta calidad (Normas ISO).
- Cumplimiento comercial: Asegurar que el producto cumple con los requisitos legales para su comercialización (Normas NOM-SE).
- Seguridad e integridad: Proteger la salud de los trabajadores y la integridad de las instalaciones (Normas NOM-STPS).

Normas de gestión de calidad

El mercado global y la competencia en la industria textil las han convertido en un estándar de facto para empresas de clase mundial como Zentrix.

ISO 9001:2015 – Sistemas de gestión de la calidad

Esta norma internacional es el referente global para los Sistemas de Gestión de Calidad (SGC). No certifica un producto, sino el proceso mediante el cual se gestiona la organización. Su enfoque se basa en el ciclo PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar) y el principio de mejora continua. (Organización Internacional de Normalización [ISO], 2015)

Normas de producto y etiquetado

Este conjunto de Normas Oficiales Mexicanas (NOM), emitidas por la Secretaría de Economía (SE), son de cumplimiento obligatorio para que los productos textiles puedan ser comercializados en el país.

NOM-004-SE-2021 – Información comercial y etiquetado

Esta es la norma regulatoria más crítica para el producto final de Zentrix. Sustituye a la NOM-004-SCFI-2006 y establece los requisitos de información que debe portar toda prenda de vestir. (SE, 2006)

Exige etiquetas permanentes que detallen la composición de fibras (ej. 95% algodón), las instrucciones de cuidado (símbolos estandarizados), el país de origen y los datos del fabricante o importador.

El proceso de aplicación de logotipos es un "acabado" que añade identidad de marca. El control de este proceso (mediante el conteo de ciclos) es vital para asegurar la trazabilidad y calidad. Más importante aún, el proceso (ej. plancha térmica) no debe alterar o dañar la prenda de forma que la información de la etiqueta (especialmente las instrucciones de cuidado o la composición de la fibra) se vea comprometida.

NOM-008-SCFI-2002 – Sistema general de unidades de medida

Esta norma establece el uso obligatorio del Sistema Internacional de Unidades (SI) en México. (SE, 2006)

Asegura la estandarización en toda la industria. En el contexto de Zentrix, esto aplica directamente a las especificaciones de tallas de las prendas, las dimensiones de los rollos de tela y las especificaciones técnicas de la maquinaria.

Normas de seguridad y salud en el trabajo

Este es el marco normativo más crítico para la implementación de ingeniería del proyecto. Como un centro de trabajo industrial con múltiples plantas, Zentrix está legalmente obligada por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) a cumplir con las siguientes normas para garantizar un entorno laboral seguro.

NOM-004-STPS-1999 – Sistemas de protección en maquinaria

Esta es la norma central para la modificación de equipo. Exige que toda maquinaria y equipo posea guardas de seguridad y dispositivos de protección para prevenir que el operador entre en contacto con puntos de riesgo (atrapamiento, corte, pellizco). (STPS, 1999)

NOM-001-SEDE-2012 – Instalaciones eléctricas

Esta norma (basada en el NEC) regula la seguridad de todas las instalaciones eléctricas para prevenir incendios y riesgos de choque eléctrico. (STPS, 1999)

La integración de la fuente de alimentación, el contador y el sensor constituye una nueva instalación eléctrica. Esta debe cumplir con la norma, utilizando el calibre de cable adecuado, protecciones contra sobre corriente, canalizaciones apropiadas y una correcta puesta a tierra del chasis de los nuevos componentes.

NOM-017-STPS-2008 – Equipo de protección personal (EPP)

Establece la obligación del patrón de analizar los riesgos de cada puesto de trabajo y proporcionar el EPP adecuado a los trabajadores. (STPS, 1999)

Su relevancia es doble. Primero, el personal de mantenimiento que realice la instalación debe usar EPP (gafas, guantes, calzado de seguridad). Segundo, la modificación no debe interferir con el EPP que el operador de la máquina usa habitualmente (ej. si usa guantes térmicos por el calor de la plancha, el nuevo sensor no debe obstaculizar su uso).

NOM-018-STPS-2015 – Sistema armonizado para la identificación de peligros (GHS)

Exige la comunicación de peligros de sustancias químicas mediante Hojas de Datos de Seguridad (HDS) y etiquetado estandarizado. (STPS, 1999)

Aplica directamente al proceso de Zentrix si la aplicación de logotipos involucra tintas, solventes o adhesivos químicos. La empresa debe tener las HDS de esos productos disponibles y capacitar al personal sobre su manejo.

NOM-006-STPS-2014 – Manejo y almacenamiento de materiales

Regula las condiciones de seguridad para el manejo de cargas, ya sea manual o mediante maquinaria (montacargas, patines). (STPS, 1999)

Aplica contextualmente a la estación de trabajo. Define cómo el operador debe recibir y manejar los lotes de prendas (material en proceso) y cómo debe almacenar el producto terminado (cajas) de manera segura en la estación de la máquina de logotipos.

VIII.V Análisis de técnicas de aplicación de logotipos

La aplicación de logotipos es un proceso de acabado que define la identidad de marca de la prenda. La elección de la técnica depende del costo, volumen de producción, tipo de tejido y durabilidad deseada. Las técnicas primarias incluyen:

- **Serigrafía:** Utiliza una malla tensada (pantalla) para transferir tinta a la tela, bloqueando las áreas donde no se desea color. Es altamente rentable para grandes volúmenes, pero la configuración inicial es laboriosa y cada color requiere una pantalla separada.
- **Bordado:** Aplicación de logotipos mediante hilo y aguja, controlada por máquinas computarizadas. Ofrece una alta percepción de calidad y durabilidad extrema. Su costo es mayor y está limitado por la complejidad y el tamaño del diseño.
- **Transferencia de calor:** El diseño se imprime en un sustrato especial (como el vinilo textil o el DTF - Direct to Film) y luego se transfiere a la prenda mediante una plancha de calor industrial (prensa térmica). Es excelente para diseños a todo color, tiradas cortas y personalización, aunque su durabilidad puede ser menor que la serigrafía o el bordado.



Figura III: Diagrama de las técnicas de aplicación de logotipos

VIII.VI Fundamentos de ingeniería aplicada

La solución a los problemas de control de producción identificados radica en la automatización y control. La automatización industrial es el uso de sistemas de control (como sensores, actuadores, contadores y PLCs) para operar equipos con mínima intervención humana. (Bolton, 2015)

El nivel de automatización propuesto en este proyecto es un sistema de control de lazo abierto. El sistema opera bajo un modelo matemático regido por la ecuación:

$$Y(s) = G(s) \cdot C(s) \cdot R(s) + D(s)$$

- $Y(s)$: Variable de salida (Temperatura / Presión aplicada).
- $G(s)$: Función de transferencia de la planta (Dinámica térmica y neumática).
- $C(s)$: Función de transferencia del controlador (Lógica de tiempo).
- $R(s)$: Señal de referencia (Set-point).
- $D(s)$: Perturbaciones externas (ej. caída de presión de aire, fluctuación de voltaje).

Este modelo implica que la precisión del proceso depende exclusivamente de la calibración inicial de los componentes (temporizador y regulador de presión) (Ogata, K. 2010). La adición del sistema de conteo introduce una variable discreta N , modelada como una función acumulativa de flancos de subida generados por la señal binaria $S(t)$ del sensor de posición, permitiendo la cuantificación determinista de los ciclos de producción sin alterar la dinámica de control original.

No es un sistema complejo que se autorregula, sino un sistema de monitoreo fiable que:

- Detecta: Un sensor detecta una acción física que representa un ciclo de producción (ej. el descenso de la plancha térmica).
- Señaliza: El sensor convierte la acción física en una señal eléctrica.
- Registra: Un contador recibe la señal eléctrica, incrementa su valor y lo despliega.

VIII.VII Metodología y diseño de ingeniería

Metodología actual

Al observar la configuración estructural y los componentes visibles, se identificó la maquinaria como una prensa térmica neumática de doble estación, diseñada específicamente para procesos de transferencia de calor de alto volumen.

A diferencia de las prensas manuales, que dependen de la fuerza física del operador y sistemas de palanca, este tipo de maquinaria representa un nivel de automatización intermedio (semi-automático) que garantiza la repetibilidad del proceso. A continuación, se describen sus principios de funcionamiento y subsistemas característicos:

Principio de funcionamiento termodinámico

El objetivo fundamental de este equipo es activar los polímeros adhesivos y las tintas de una hoja de transferencia para fijarlos permanentemente al sustrato textil. Para ello, la máquina debe controlar tres variables críticas de proceso, conocidas en la industria como TTP (Tiempo, Temperatura y Presión):

- Temperatura: Generada por resistencias eléctricas blindadas alojadas en una placa de aluminio masiva (cabezal superior) para asegurar una inercia térmica alta y una distribución uniforme del calor.
- Presión: Generada por fuerza neumática, necesaria para que el adhesivo penetre en las fibras del tejido.
- Tiempo: Controlado por temporizadores electrónicos que dictan la duración del contacto entre las placas.

Arquitectura estructural

Estructuralmente, estos equipos se construyen sobre un bastidor rígido de acero, típicamente en configuración de pórtico, diseñado para soportar las fuerzas de reacción generadas por los cilindros neumáticos sin sufrir deformaciones elásticas que afecten la planitud del prensado. La característica distintiva de la "Doble Estación" permite un flujo de trabajo continuo: el equipo posee dos bases de trabajo inferiores independientes (Glock & Kunz, 2005). Esta configuración optimiza la eficiencia operativa, permitiendo que el operador realice la carga y descarga de prendas en la estación A mientras la estación B se encuentra en ciclo activo de prensado, reduciendo significativamente los tiempos muertos del proceso.

Sistema de actuación neumática

La cinemática de la máquina es impulsada por aire comprimido. Generalmente, se utilizan cilindros neumáticos de doble efecto montados verticalmente sobre la estructura superior.

- **Ventaja Técnica:** El uso de actuadores neumáticos elimina la variabilidad de la fuerza humana. La presión de prensado es constante y regulable mediante unidades de mantenimiento (FRL) externas, lo que garantiza que cada ciclo, desde el primero hasta el último del turno, se ejecute con la misma fuerza un factor crítico para la calidad de la adhesión.

Sistemas de control convencionales

En su versión estándar industrial, estas máquinas operan bajo una lógica de control descentralizada y analógica o digital básica.

- **Control térmico:** Utilizan controladores PID (Proporcional-Integral-Derivativo) que leen la temperatura mediante termopares (Tipo J o K) y modulan la energía hacia las resistencias.
- **Lógica de ciclo:** La secuencia de operación (bajada - espera - subida) es gestionada por temporizadores industriales y relevadores.
- **Limitación tecnológica:** Es importante destacar que, en la configuración estándar de estos equipos, no suelen existir sistemas integrados de adquisición de datos. Los controladores se limitan a ejecutar la variable de proceso (mantener X temperatura por Y segundos), pero carecen de módulos para contabilizar la producción, almacenar históricos o comunicarse con sistemas de gestión superiores (MES/ERP), operando efectivamente como "islas de automatización".

Normativa y seguridad operativa

Debido al riesgo de atrapamiento inherente a una prensa de fuerza neumática, el diseño general de estos equipos debe cumplir con normas de seguridad industrial (como la NOM-004-STPS en México). El estándar de la industria es la implementación de sistemas de mando bimanual, los cuales obligan al operador a mantener ambas manos ocupadas en botones separados durante la fase peligrosa del ciclo, garantizando su integridad física.

Requerimientos generales

La máquina de aplicación de logotipos en su estado actual carece de un sistema de monitoreo de producción automatizado. El conteo de ciclos (piezas producidas) se realiza de manera manual por el operador. Este método es intrínsecamente poco fiable, propenso a errores humanos (olvidos, distracciones, errores de registro) y consume tiempo del operador que podría dedicarse a tareas de valor (Glock & Kunz, 2005). La ausencia de datos fiables impide el cálculo preciso del rendimiento de la máquina, dificulta la planificación de la producción y enmascara cuellos de botella.

Para solventar esta problemática, se establecen los siguientes requerimientos de diseño:

- Automatización del conteo: El sistema debe registrar cada ciclo de la máquina de forma automática.
- Fiabilidad: El conteo debe ser preciso y robusto, insensible a las condiciones del entorno industrial (polvo, vibración).
- Visibilidad: El conteo debe ser claramente visible para el operador y el supervisor de línea.
- Seguridad: La implementación debe cumplir con las normas de seguridad (NOM-004-STPS, NOM-001-SEDE).
- Bajo costo y simplicidad: La solución debe ser económicamente viable y de fácil implementación y mantenimiento.

IX.PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCION

A continuación, se describirán a detalle cada uno de los pasos y procedimientos empleados en la realización del proyecto. Es imperativo resaltar que al ser este proyecto una actualización a un sistema ya establecido se trabajó con ayuda de este facilitando los trabajos y optimizando el tiempo requerido. Los planos antiguos de las maquinas, así como el acceso a su proceso de construcción ayudó en gran medida a la comprensión del sistema y a su vez, del problema generado a partir de la contabilización manual de piezas terminadas.

IX.I Documentación y seguimiento del proyecto

Se realizó la debida documentación requerida por parte de la institución para poder ser acreedor a cursar el periodo de residencias profesionales. Con estos documentos se logró dar forma a la idea y la propuesta en la que se basa este proyecto.

Se estableció un cronograma de actividades con apoyo de los asesores interno y externo para otorgar un procedimiento acorde a la naturaleza del proyecto. Dicho cronograma dictó una forma de trabajo seria y ordenada, lo cual fomentó el trabajo constante y la mejora continua. El cronograma se muestra a continuación:

Tabla I: Cronograma de actividades del proyecto.

ACTIVIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Documentación y seguimiento del proyecto.	P																		
	R																		
Visita con asesor interno.	P																		
	R																		
Análisis de estructural	P																		
	R																		
Análisis eléctrico	P																		
	R																		
Análisis electrónico	P																		
	R																		
Formulación y creación de planos específicos	P																		
	R																		
Perforación y barrenado estructural	P																		
	R																		
Armado de gabinetes de control	P																		
	R																		

Entrega de reportes	Asesor interno: Dr. Carlos Alberto Mora Santos			
	Estudiante: Uriel Nuñez Montiel			
	Jefe de Dpto.: Jorge Aguilar Vázquez			

máquinas de logotipo, si no una fácil de adecuar y a su vez barata de adquirir y dar mantenimiento.

Una vez decidido el procedimiento a seguir para llevar a cabo este proyecto, se realizó el siguiente diagrama de flujo con todas las actividades a realizar:

Actualización de máquina de logo

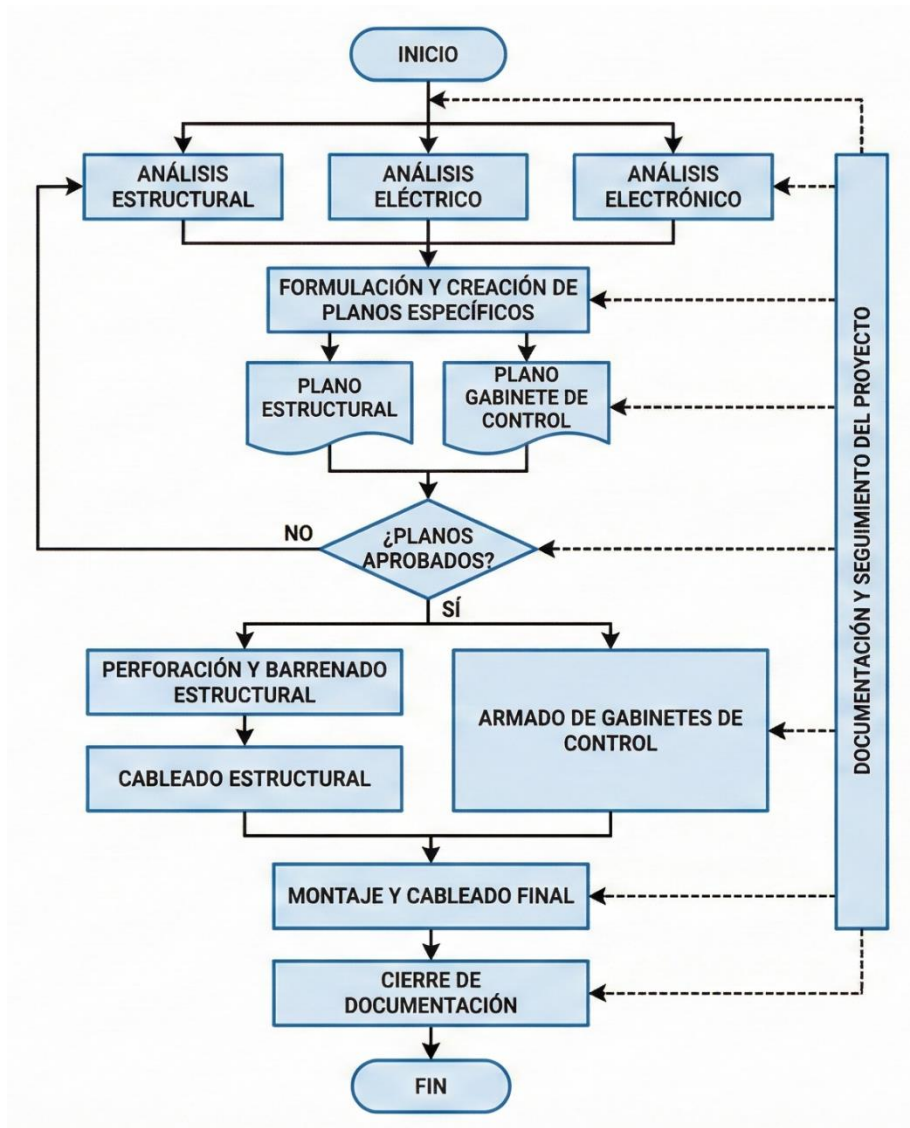


Figura IV: Actividades del proyecto.

IX.II Análisis de estructural

La maquinaria objeto de esta intervención de ingeniería es un equipo industrial especializado en el proceso de acabado textil mediante transferencia térmica. Se trata de una prensa térmica neumática de doble estación independiente, diseñada para

operaciones de alto volumen y precisión. A continuación, se detalla su análisis estructural y funcional desglosado por subsistemas:

1.-Estructura y bastidor

El equipo se sustenta sobre un bastidor estructural tipo pórtico fabricado en perfiles de acero de alto calibre, con un acabado en pintura electrostática (epóxica) de color blanco, lo que garantiza resistencia a la corrosión y facilidad de limpieza en un entorno de manufactura textil.

- Configuración de puente: La estructura presenta una viga transversal superior que soporta los actuadores neumáticos, permitiendo un área de trabajo despejada en la parte inferior.
- Estaciones de trabajo: La máquina cuenta con dos estaciones de prensado simétricas y paralelas. Cada estación consta de un cabezal térmico superior móvil (plancha caliente) y una base de sacrificio inferior fija (plancha fría). El cabezal superior incorpora un mecanismo de guías lineales y resortes de compresión visibles, diseñados para auto nivelar la placa al momento del contacto, asegurando una distribución uniforme de la presión sobre la prenda.

2.-Sistema neumático de actuación

La fuerza motriz del proceso es 100% neumática, eliminando la variabilidad de la presión manual.

- Neumática: El aire neumático utilizado se suministra directamente de la red de tubería neumática general de la planta, dirigido a tomas especializadas para las máquinas de logotipo. Este aire se dirige a una válvula neumática 5/2, la cual se conecta directamente al cilindro neumático.
- Actuadores: Se identifican dos cilindros neumáticos de doble efecto montados verticalmente sobre la viga transversal. El vástago de cada cilindro está acoplado directamente al cabezal térmico.
- Cinemática: El movimiento es lineal vertical. Al activarse, el cilindro desplaza el cabezal hacia abajo hasta hacer contacto con la base; al finalizar el tiempo de ciclo, el retorno es automático mediante la inyección de aire en la cámara inferior del cilindro.

3.-Sistemas de seguridad y ergonomía

En cumplimiento con la NOM-004-STPS-1999, la máquina incorpora dispositivos de seguridad activa:

- Mando bimanual: Se observan cajas amarillas con botones rojos ubicadas estratégicamente debajo de la viga transversal. Este sistema obliga al operador a utilizar ambas manos simultáneamente para iniciar el ciclo de bajada, impidiendo que las manos estén en la zona de prensado durante la actuación del cilindro.
- Paro de emergencia: Botones tipo hongo de enclavamiento mecánico (color rojo sobre fondo amarillo) están presentes tanto en los paneles principales, dichos botones que cortan toda corriente de sus respectivos gabinetes.

4.-Sistema de aseguramiento de calidad

El equipo cuenta con generadores de línea láser. Estos dispositivos son auxiliares críticos para la estandarización del proceso, permitiendo al operador alinear el centro del logotipo con la prenda de manera repetible, reduciendo las mermas por desalineación.

A continuación, se muestra una imagen del modelo actual de máquina de logotipo empleado en la empresa con el propósito de servir como antecedente a la actualización posteriormente realizada:



Figura V: Modelo de máquina de logotipo previo a la actualización.

IX.III Análisis eléctrico

El sistema eléctrico de la máquina de aplicación de logotipos representa una arquitectura híbrida de grado industrial, diseñada para gestionar simultáneamente altas

demandas de carga térmica y precisión en la lógica de control. A diferencia de equipos domésticos o de laboratorio, esta maquinaria opera bajo un esquema de alimentación trifásica, necesario para suministrar la potencia requerida por las resistencias de calefacción y garantizar la estabilidad térmica durante ciclos de producción continua. continuación, se desglosa el sistema en sus etapas fundamentales:

1.-Acometida y distribución de potencia

La máquina opera mediante un suministro de energía trifásico (220 VAC), lo cual es imperativo debido a la alta demanda de corriente requerida para calentar las planchas de transferencia de manera rápida y uniforme.

- **Balanceo de cargas:** La alimentación trifásica se distribuye internamente para balancear el consumo. Las resistencias de calefacción de alta potencia (ubicadas en los cabezales móviles) están conectadas a las fases principales (L1, L2, L3) mediante una configuración en Delta o Estrella para minimizar el desequilibrio de fases en la red de la planta.
- **Protección general:** La entrada de energía es gestionada por un interruptor termomagnético principal que protege el equipo contra sobre corrientes y cortocircuitos generales, actuando como medio de desconexión principal según la NOM-001-SEDE-2012.

2.-Calefacción y conmutación

Esta etapa es la responsable del consumo energético mayoritario y del funcionamiento térmico del proceso.

- **Cargas resistivas:** Los cabezales superiores alojan resistencias eléctricas blindadas encargadas de alcanzar y mantener temperaturas operativas que suelen oscilar entre 150°C y 200°C.
- **Conmutación de estado sólido:** Dada la necesidad de un control de temperatura preciso (PID) mostrado en los pirómetros digitales, la conmutación de estas resistencias no se realiza por contactores mecánicos (que sufrirían desgaste prematuro), sino a través de relés de estado sólido (SSR). Estos dispositivos permiten un cambio de alta velocidad sin arco eléctrico, modulando la energía entregada a las resistencias para mantener la temperatura estable.

3.-Conversión y etapa de control

Para la lógica de operación, la seguridad y la activación neumática, la máquina realiza una conversión interna de voltaje.

- Fuente de alimentación conmutada: Se identifica la presencia de una fuente de voltaje interna (como la mostrada en el análisis de componentes) que rectifica y reduce una de las fases de corriente alterna (AC) a corriente directa (DC), típicamente a 24 VDC o 12 VDC.
- Aislamiento de circuitos: Esta conversión cumple una doble función: proveer el voltaje adecuado para los componentes electrónicos y proporcionar aislamiento galvánico entre la etapa de alta potencia (trifásica) y la etapa de mando, protegiendo al operador y a los componentes sensibles.

4.-Cargas de control y periféricos

El circuito de DC alimenta los componentes críticos de automatización:

- Electroválvulas neumáticas: Las válvulas solenoides que dirigen el aire comprimido hacia los cilindros operan con bajo voltaje DC, controladas por los temporizadores y los botones de mando bimanual.
- Instrumentación: Los pirómetros digitales, los temporizadores, los láseres de posicionamiento y, ahora, los nuevos contadores electrónicos implementados, se alimentan de este bus de corriente directa.
- Lógica de seguridad: El circuito de los botones de paro de emergencia y los pulsadores bimanuales opera en este voltaje seguro (DC), garantizando que no haya riesgo de electrocución para el operador en los puntos de contacto manual.

5.-Gestión del cableado interno

Una característica distintiva de este equipo de grado industrial es la ausencia de cableado expuesto "al aire" (con excepción de las modificaciones externas menores).

- Ruteo interno: Todo el cableado de potencia y control viaja a través de la estructura hueca del bastidor (vigas de acero) o mediante canaletas ranuradas dentro de los gabinetes. Esto protege los conductores contra daños mecánicos, aceites, calor y polvo textil.
- Conexiones móviles: Para la alimentación de los cabezales móviles, se utilizan bucles de cable flexible de uso rudo, diseñados para soportar la fatiga mecánica por flexión repetitiva.

IX.IV Análisis electrónico

El análisis técnico de los gabinetes de control de la maquinaria revela una arquitectura electromecánica robusta y bien organizada, diseñada bajo principios de segregación de potencia y control. El sistema opera mediante una lógica basada en

componentes modulares y relevadores, lo que facilita el diagnóstico y el mantenimiento. Las principales áreas que conforman este sistema se desglosarán a continuación:

1.-Etapa de rectificación y regulación de voltaje (SMPS)

El núcleo energético del sistema electrónico reside en la conversión de la corriente alterna de la red industrial a corriente directa utilizable por los componentes lógicos.

- Fuente de alimentación conmutada: Se identifica una unidad electrónica de potencia encargada de la rectificación y regulación. A diferencia de los transformadores lineales antiguos, este dispositivo utiliza transistores de conmutación de alta frecuencia para reducir el voltaje de línea a un nivel de seguridad con alta eficiencia y baja disipación térmica.
- Función electrónica: Esta etapa provee un bus de voltaje constante y filtrado, libre de rizado, esencial para alimentar los microprocesadores internos de los temporizadores y las bobinas de los relevadores de interfaz sin causar errores lógicos.

2.-Lógica de Control y Temporización Digital

El control del ciclo de la máquina no es mecánico, sino que depende de circuitos electrónicos de conteo y tiempo.

- Temporizadores electrónicos: Los módulos instalados en los zócalos son dispositivos basados en microcontroladores o circuitos integrados específicos de tiempo. Estos procesan la señal de entrada y ejecutan una cuenta regresiva precisa visualizada en displays digitales, activando una salida de transistor o relé interno al finalizar el periodo programado.

3.-Instrumentación y acondicionamiento de señales

El sistema procesa señales analógicas de muy bajo voltaje para el control de procesos.

- Termometría electrónica: La medición de temperatura se realiza mediante termopares. Estos sensores generan una diferencia de potencial del orden de los milivoltios proporcional al calor.
- Procesamiento de señal: El controlador de temperatura recibe esta señal analógica débil, la amplifica, la filtra digitalmente para eliminar ruido eléctrico y la digitaliza para compararla con el punto de ajuste y ejecutar el algoritmo de control que decide cuándo activar el SSR.

IX.VI Formulación y creación de planos específicos

Selección de Componentes

Para poder generar los planos para comenzar el proceso real de modificación para la máquina de logo, primero se necesitó investigar y seleccionar los diferentes componentes que conformarían todo el sistema de actualización. En conjunto con el estudiante y los asesores se determinó que la solución de ingeniería se basaría en la integración de tres componentes principales:

Contador

- Componente seleccionado: Contador digital LED tipo panel, con alimentación de 8-24 VDC.
- Justificación: Se selecciona este tipo de contador por su bajo voltaje de operación (8-24 VDC), lo cual es inherentemente más seguro para la lógica de control que trabajar con voltajes de línea (110 VAC). La tecnología LED garantiza una alta visibilidad en entornos de planta con iluminación variable (Ogata, 2010). Su formato "tipo panel" permite un montaje empotrado en un gabinete de control, ofreciendo una instalación limpia y profesional, protegiéndolo del ambiente. Este contador recibirá un pulso de entrada por cada ciclo detectado.

Sensor

- Componente Seleccionado: Interruptor de límite (Limit Switch) modelo ME-8108.
- Descripción: El ME-8108 es un sensor de tipo electromecánico de contacto físico. Se caracteriza por tener un actuador de palanca larga con roldana (rodillo) ajustable. Posee una carcasa metálica robusta y un alto grado de protección (usualmente IP65), lo que lo hace resistente al polvo, aceite y humedad del entorno industrial.
- Justificación: Se selecciona el ME-8108 por su extrema robustez y fiabilidad para la detección de posición en maquinaria. A diferencia de sensores de proximidad (inductivos, ópticos) que pueden verse afectados por el polvo textil o cambios en el material, el ME-8108 requiere una acción física directa. (Yusheng, s.f.)
- Aplicación: La palanca con roldana será instalada en una posición estratégica donde una parte móvil de la máquina (ej. el cabezal de la plancha, el brazo de la bordadora) la presione una sola vez por cada ciclo completado. Al ser presionado, el interruptor cierra su contacto Normalmente Abierto (NO), enviando el pulso eléctrico necesario al contador.

Alimentación

- Componente seleccionado: Fuente de alimentación conmutada (Switching Power Supply) 110/220 VAC a 12 VDC (o 24 VDC).
- Justificación: Se requiere este componente para convertir el voltaje de línea de la máquina (regulado por NOM-001-SEDE-2012) al voltaje de operación seguro (12 o 24 VDC) requerido por el contador digital y el circuito de señal del sensor. Se opta por una fuente de grado industrial, preferentemente de montaje en riel DIN, para una integración limpia dentro del gabinete de control.

Una vez la idea de la propuesta fue clara y confirmada por todas las partes involucradas, se procedió a revisar los planos tanto de la estructura general como los específicos de la distribución de componentes y el gabinete de control.

El estudiante realizó planos en el software especializado AutoCAD de cada aspecto necesario para la realización del proyecto, siendo estos:

- Plano de estructural.
- Plano de gabinete de control.

Plano estructural

Para el plano de estructura se tomaron medidas de forma manual por el estudiante del modelo de máquina de logotipo más reciente, resaltando que dichas medidas también pueden ser utilizadas en las versiones más antiguas de las máquinas. De la misma forma, se plasmaron todos y cada uno de los componentes exteriores que conforman la máquina.

Además, se plasmó en el plano la adición del sensor límite de carrera y los paneles que contendrán los contadores digitales. (Ver figura VI)

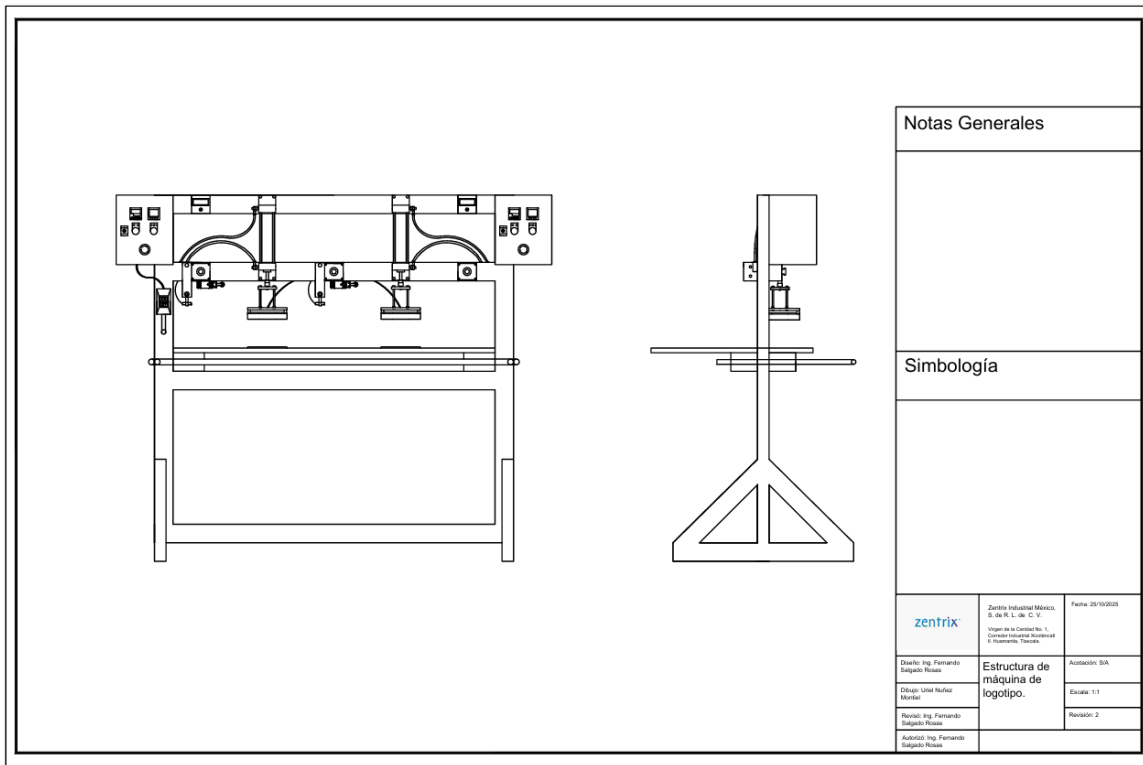


Figura VI: Plano estructural de máquina de logotipo.

Plano de gabinete de control

El plano de gabinete de control fue realizado en base a una versión anterior del plano otorgado al estudiante por el asesor externo, esto resultó de gran ayuda para la simbología necesaria para dicho plano, además de que se añadió la actualización en la cual se enfoca el presente proyecto, derivada de las aportaciones de todos los involucrados.

Se resalta la actualización del mismo mediante la adición del sensor límite de carrera y el contador digital, así como su respectivo cableado anexo al circuito ya establecido. (Ver figura VII)

Los planos realizados son de autoría del estudiante y la empresa Zentrix Industrial México se reserva los derechos de propiedad.

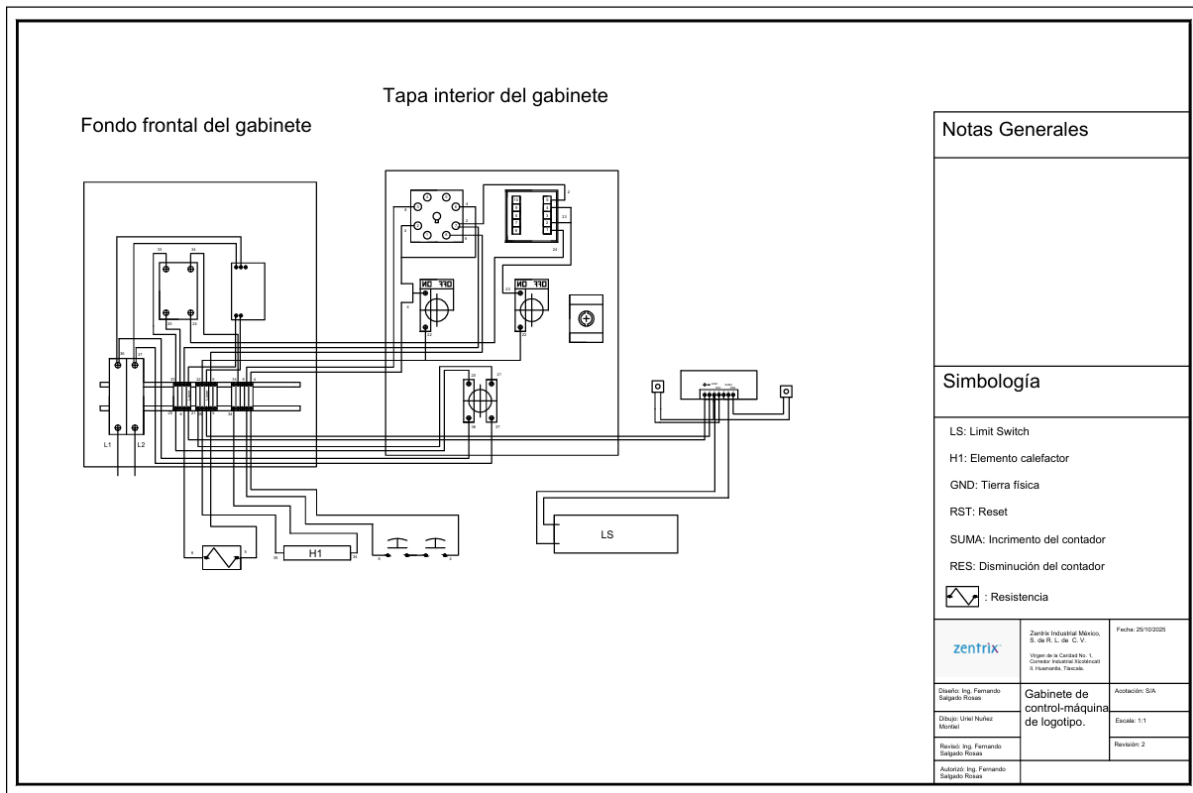


Figura VII: Plano de gabinete de control.

IX.VII Perforación y barrenado estructural

Este paso es el cimiento del proyecto y uno de los más críticos ya que, de llevarse de manera incorrecta, puede afectar o inutilizar las siguientes actividades a realizar para la construcción de la máquina y la realización del proyecto.

En base a los planos generados, se realizaron las respectivas perforaciones en la estructura metálica para su barrenado. La broca utilizada en la mayoría de las perforaciones fue la de 1/2 pulgada, con excepción de los soportes para los botones de seguro y accionamiento que en cuyo caso fue de 1/4 pulgada.

Primero se hizo un mapa sobre la estructura marcando cada punto de perforación en base a los datos recibidos por el asesor externo, cuidando la distancia entre cada uno de ellos debido a que de estos estar incorrectos, ya no se podría colocar los elementos correspondientes, teniendo que volver a perforar y barrenar costando tiempo para la realización del proyecto.

Después se procedió a perforar cada orificio con una broca de 1/8 de pulgada para poder después perforar con la broca indicada para cada tornillo, ya que de esta manera es más fácil hacer perforaciones más grandes y se evita el desgaste o fractura

de la broca, además de utilizar lubricante para perforaciones en metal para evitar el desgaste por el calor generado en la broca.

Se realizaron un total de 28 perforaciones para todos los componentes, además de la implementación de tornillos perforadores para la colocación de las bases en las cuales se postrarían los laser guías. (Ver figura VIII)



Figura VIII: Ejemplo de máquina perforada y barrenada.

La duración de este proceso varía en la cantidad de adecuaciones que se necesitan para cada máquina, ya que en ocasiones se utilizan más orificios de referencia en caso de necesitar el movimiento de algún componente, de igual forma es en este proceso donde se colocan todos los cables en la estructura de manera interna, lo que puede variar en tiempo dependiendo de la experiencia de la persona que lo realice, siendo en este caso casi nula.

Para reducir la complejidad del proceso de barrenado y reducir el deterioro de los barrenos utilizados se emplea grasa vegetal o manteca, la cual actúa como lubricante para facilitar las vueltas requeridas del barreno, y evitar que la cuerda creada para el tornillo se “barra”, causando dificultades posteriores.

Las placas de aluminio que funcionan como soporte y las cuales ejercen la transferencia de calor son barrenadas de igual forma, ensambladas con tornillos tipo esparrago y puestas en espera para su colocación debajo del cilindro neumático.

Una adición a las perforaciones fue que contendrá los cables para los sensores limit switch y el contador. La perforación de los sensores se realizó por debajo de la viga

inferior de la estructura de la máquina, y la del contador en la viga superior tomando como referencia la posición del botón de inicio de cada pistón correspondiente, además se realizaron las perforaciones para la fijación de este último.

IX.VIII Armado de gabinetes de control

En base a los planos realizados se realizaron perforaciones a los gabinetes designados previamente fabricados por el área de mantenimiento al igual que a la placa de aluminio requerida para la fijación de los componentes electrónicos.

Es importante resaltar que el proceso de armado del gabinete de control se realiza con el gabinete desmontado de la estructura general, esto para hacer del proceso uno más cómodo y prevenir errores en el cableado o en la perforación.

Para comenzar se realizaron las perforaciones pertinentes en cada gabinete para la próxima colocación de los elementos externos como los son el timer y el pirómetro, así como los switches y el botón de paro de emergencia. De igual manera se perforó de las cuatro esquinas el fondo del gabinete con la misma medida que las perforaciones realizadas en la estructura general para así colocar los tornillos con los que se fijará el gabinete a la máquina. (Ver figura IV)



Figura IV: Perforación del gabinete.

Posteriormente, se perfora, coloca y fija la placa de aluminio al fondo del gabinete, utilizando tornillos con tuercas de seguridad para minimizar algún posible

accidente futuro. Una vez colocada la placa se alinean el riel y los componentes Relé de estado sólido y la fuente de voltaje en DC para marcar los puntos de perforación en la placa y fijarlos a la misma.

Con el riel y los componentes antes mencionados fijados a la placa, se colocan en el riel los dos brackers y las clemas requeridas con base al plano generado. Las placas son fijadas con ayuda de una clema fijadora a cada extremo del riel de clemas.

Seguido de lo anterior se colocan los componentes ubicados en la tapa del gabinete, siendo fijados con soportes dedicados a cada uno, y fijando también los switch NC en su lugar al igual que el botón de paro de emergencia.

Una vez todo en su respectivo lugar, se procede a realizar el cableado de manera minuciosa con respecto al plano generado, es importante no cometer un error ya que, de ser así, todo el circuito no funcionaría y generaría pérdidas de tiempo afectando la producción general del área de logotipo.

Cada cable es señalizado con su marcador de numero para facilitar el mantenimiento futuro y las posibles modificaciones que se puedan realizar. (Ver figura X)

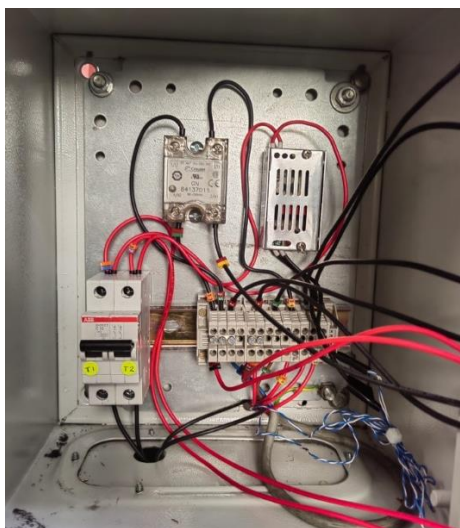


Figura X: Conexiones en gabinete de control.

IX.IX Cableado estructural

Esta actividad representó el mayor tiempo empleado en toda la construcción de la máquina, ya que se tiene cablear cada una de las entradas propuestas en el plano de gabinete de control (ver imagen III) de manera manual, lo cual se dificulta debido a la poca visión que se tiene del interior de la máquina y el cuidado que se le tiene que dar

al cable para no exponer el filamento del mismo al existir un roce con la superficie interior de la máquina.

Primero se realizan las extensiones que llevará la corriente trifásica a ambos gabinetes, seguido de cada una de las líneas que llevan a los componentes externos de la máquina como lo son los botones pulsadores, las resistencias de calor o los láseres. Estos cables se dejan con los extremos expuestos para posteriormente realizar las conexiones debidas.

Por último, se realiza el cableado del enchufe trifásico que dará alimentación eléctrica a toda la máquina, así como de la manguera y válvulas neumáticas que proveerá de aire a toda la máquina.

IX.X Montaje y cableado final

Como última actividad, se colocaron ambos gabinetes en sus respectivas posiciones y fueron fijados en las columnas laterales de la estructura de la máquina. Seguido de esta acción se conectaron todos los cables faltantes, como el de la alimentación, láseres y demás componentes externos al gabinete. Además, se colocaron los pequeños paneles que contienen el contador, el botón de reset y el botón para restar en caso de ser necesario, así como los botones pulsadores que accionan la máquina y los cilindros neumáticos juntos con sus mangueras hacia su respectiva válvula.

Las placas inferior y superior que realizan la transferencia de calor fueron colocadas en la punta de cilindro, así como la adición del bracket en “L” para el correcto funcionamiento de los sensores límite de carrera. La resistencia fue previamente colocada y fijada en medio de las placas antes mencionadas, y conectada como se indica en los planos.

También se fijaron los sensores limit switch por debajo de la viga inferior de la estructura, además de realizar el cableado correspondiente que viaja internamente por la estructura desde la posición del sensor hasta la del contador en la parte superior. De igual manera se realizó el cableado de cada contador hacia la fuente de alimentación dentro de su respectivo gabinete.

Habiendo terminado de cablear todo, se realizaron pruebas de funcionamiento en cada sensor y contador, así como en sus respectivos “reset” y contador negativo para

su comprobación de buen funcionamiento. Las pruebas transcurrieron sin errores gracias a la investigación previa de cada componente. (Ver figura XI)

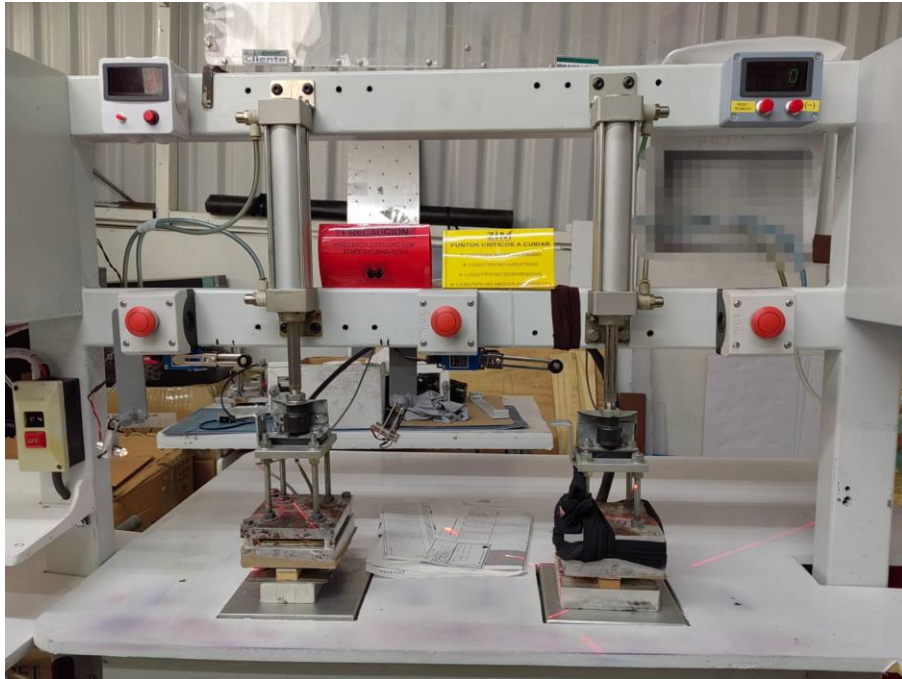


Figura XI: Máquina actualizada.

Cabe destacar la realización de cambios sobre la marcha de los botones pulsadores ubicados en el panel que contiene el contador, ya que se utilizaron diferentes modelos de botón pulsador a manera de prototipo para determinar cuál es más estético y tiene mejor rendimiento, siendo los seleccionados los que se muestran en la figura XI.

La máquina fue revisada por el asesor externo y el jefe de mecánicos del área de corte y logotipo para corroborar su funcionamiento y capacidad de conteo, para posteriormente ser instalada en el área de logotipo para su monitoreo y utilización.

X. RESULTADOS

Resultados de construcción

Para evaluar el impacto técnico del proyecto, es necesario aislar y comparar el subsistema de registro de producción. El siguiente análisis contrasta la configuración física y funcional de la máquina en su estado original (donde el conteo era un proceso externo y manual) frente a su estado actual (con la integración física del hardware de conteo).

Comparativa de características físicas y constructivas

Se analizan las modificaciones tangibles realizadas sobre el equipo para alojar el nuevo sistema.

Situación anterior

- Interfaz física: Inexistente. La máquina carecía de cualquier dispositivo dedicado al registro de ciclos. El "hardware" de conteo era externo a la máquina (lápiz, papel o contador manual de mano propiedad del operador).
- Interacción mecánica: El bastidor vertical y el bloque móvil del cabezal operaban sin contacto con elementos externos. El recorrido del pistón era libre y silencioso, limitado únicamente por el tope interno del cilindro neumático.
- Infraestructura eléctrica: El sistema de control original se utilizaba exclusivamente para la lógica de los temporizadores y válvulas. No existían derivaciones ni cableado adicional hacia la parte superior o lateral del bastidor.

Situación actual

- Nueva interfaz física: Se ha construido una interfaz visual dedicada. Se integraron dos gabinetes compactos en la viga superior, añadiendo pantallas LED y botones de Reset físicos. Esto modifica la construcción de la máquina al añadir un punto de información visual que antes no existía.
- Nueva interacción mecánica: Se modificó la física del movimiento. Ahora, existe una interacción mecánica deliberada al final del recorrido. Se instaló un soporte en "L" y un sensor final de carrera. Constructivamente, esto implica que el bloque móvil ahora tiene un punto de contacto físico que debe golpear la palanca del sensor en cada ciclo, generando una confirmación táctil y auditiva de la operación.
- Infraestructura eléctrica expandida: Se intervino la arquitectura eléctrica para crear un nuevo ramal de alimentación y señal. Se construyó un arnés de cableado

canalizado que conecta la fuente de poder interna con los nuevos sensores y contadores, integrando eléctricamente el nuevo subsistema a la energía de la máquina.

Resultados de funcionamiento

La máquina actualizada con la implementación del sensor límite de carrera y el contador no presentó ningún fallo de operación. La máquina permaneció encendida y operando en ambos turnos sin ningún inconveniente, se ajustó uno de los sensores en el cambio de turno a la par del pistón sin generar problemas en el proceso.

Los contadores no presentaron ninguna interferencia en el conteo, sin embargo, existe una bajada de corriente notable para la iluminación de este, sin afectar el funcionamiento, pero si la estética general.

Los sensores limit switch presentaron un incremento de sensibilidad a comparación de su sensibilidad inicial a consecuencia de su uso, si bien es casi imperceptible al ojo ordinario, al realizar las pruebas al final de la semana tanto el estudiante y el asesor externo, como los ingenieros a cargo del área de logotipo pudieron detectarlo. Dicho incremento no entra en conflicto con los procesos de producción.

La capacitación necesaria hacia los operadores para poder utilizar correctamente la máquina actualizada se impartió de manera breve a un grupo seleccionado de operadores por parte del asesor externo y el estudiante, la sesión transcurrió sin complicaciones y no generó contratiempos en el turno.

Se resalta que, debido a derechos de privacidad por parte de la empresa en sus procesos, como para con los trabajadores, no es posible mostrar evidencia fotográfica del proceso.

A continuación, se evalúan las implicaciones de haber añadido estos componentes específicos a la construcción de la máquina:

Tabla 1: Comparativa de la máquina pre y post actualización.

Criterio constructivo		Sistema anterior	Sistema actualizado
Precisión del Registro	del	Desventaja: Dependía 100% de la disciplina del operador. Propenso a errores por omisión o doble conteo mental.	Ventaja: El sistema cuenta si, y solo si, ocurre el contacto físico en el sensor ME-8108. Elimina la subjetividad.
Mantenimiento de Hardware	de	Ventaja: Al no haber equipo, no había nada que reparar o ajustar.	Desventaja (Menor): Requiere mantenimiento preventivo. El sensor ME-8108 es un dispositivo electromecánico que requiere inspección periódica de la palanca y apriete de tornillería por vibración.
Invasión al Espacio de Trabajo		Ventaja: El área estaba totalmente despejada.	Neutral: El diseño del soporte en "L" fue calculado para ocupar un espacio muerto en el lateral del bastidor, por lo que no invade la zona de operación ni estorba al operador.
Resiliencia de Datos		Desventaja: Volátil. Si se pierde la hoja de papel o el operador olvida la cuenta, el dato se pierde irrevocablemente.	Ventaja: Persistente. El contador digital cuenta con memoria interna (EEPROM); si la máquina se apaga o hay un corte de energía, el conteo del lote se mantiene guardado.

XI. CONCLUSIONES

Conclusión general

El presente proyecto de titulación ha demostrado exitosamente la viabilidad técnica, económica y operativa de la actualización de una máquina de aplicación de logotipos mediante la implementación de un sistema de conteo automático de bajo costo. La transición de un proceso de registro de producción manual, subjetivo y propenso a errores, a un sistema automatizado, objetivo y fiable, se ha completado satisfactoriamente, resolviendo la problemática central planteada

Se concluye que la solución de ingeniería seleccionada, consistente en un sensor de final de carrera acoplado a un contador digital, representa la estrategia óptima para el contexto de esta planta de producción. Esta solución no solo es funcionalmente precisa, sino también universal y escalable; su naturaleza mecánica y robusta la independiza de componentes específicos de la máquina (como la presencia de un pistón magnético), permitiendo que este mismo diseño pueda ser replicado en otras máquinas de la planta con mínima adaptación y una inversión económica marginal.

La implementación ha transformado un proceso analógico en un sistema de captura de datos digitales, eliminando la incertidumbre operativa y los costos ocultos asociados a los descuadres de inventario y los recuentos manuales. El proyecto valida la hipótesis de que no se requieren inversiones significativas en sistemas complejos (como PLCs o software MES) para lograr optimizaciones de alto impacto. Una solución de ingeniería simple, robusta y bien fundamentada, como la implementada, es suficiente para proporcionar los datos fiables necesarios para una gestión moderna de la producción, abriendo la puerta a futuras mediciones de eficiencia y a la toma de decisiones estratégicas basadas en información veraz.

Conclusiones específicas

Sobre el análisis de la máquina, se completó exitosamente el análisis cinemático de la máquina neumática. Se determinó que el punto de montaje óptimo para el sensor final de carrera era el bastidor vertical fijo de aluminio, posicionando el sensor para ser activado por el bloque móvil del cabezal de la plancha. Este análisis fue crucial y validó la viabilidad de la solución mecánica sobre alternativas no universales.

Sobre la selección de componentes, se concluye que la selección de hardware fue acertada. El contador digital genérico y el sensor final de carrera demostraron ser 100% compatibles eléctricamente. El costo total de los componentes validó la viabilidad económica del proyecto. Además, la elección del sensor, con su palanca de rodillo ajustable, fue fundamental para facilitar la calibración fina del sistema.

Sobre el diseño del soporte mecánico, se diseñó y fabricó un soporte en forma de "L" utilizando solera metálica estándar, cumpliendo con los requisitos de rigidez y posicionamiento. Se concluye que el diseño fue robusto, ya que la instalación final demostró soportar la vibración y los ciclos repetitivos de la máquina sin desalinearse, garantizando la activación constante del sensor.

Sobre el diseño eléctrico, se elaboró y verificó el diagrama de conexión eléctrica. La implementación del circuito, utilizando los contactos normalmente abiertos y común del sensor para enviar el pulso a las entradas del contador, funcionó de manera impecable y demostró ser un diseño simple, seguro y fácil de replicar.

Sobre la instalación y calibración, el sistema completo fue instalado y calibrado exitosamente. Se logró el ajuste milimétrico de la palanca del sensor ME-8108 para que el contador registrara el pulso únicamente al final del recorrido del cabezal de la plancha, ignorando ciclos interrumpidos o movimientos parciales. La instalación se realizó respetando las normas de seguridad (NOM-004-STPS), asegurando que los cables y componentes no generaran nuevos riesgos operativos.

Sobre la validación del sistema, se concluye que el objetivo principal fue alcanzado. Las pruebas de validación en lotes de producción real demostraron una precisión del 100% en el conteo automático. Al comparar estos resultados con los registros manuales previos, se cuantificó la eliminación total del error humano en el conteo de piezas terminadas, resolviendo así el problema central del proyecto.

Propuestas de mejora

Si bien el sistema implementado basado en un contador genérico y un sensor final de carrera resuelve exitosamente el problema fundamental del conteo de producción, su diseño se centró deliberadamente en la simplicidad, el bajo costo y la robustez. Una vez validada esta solución, se abre la puerta a una serie de mejoras futuras que pueden aumentar significativamente el valor de la información recopilada y el nivel de automatización de la planta.

Las propuestas son las siguientes:

- Integración IoT y monitoreo en tiempo real: Se plantea reemplazar el contador genérico por un microcontrolador (ESP32) con Wifi. Este dispositivo enviaría cada pulso del sensor ME-8108 a una base de datos central. De esta forma permitiría a la gerencia monitorear la producción en tiempo real desde cualquier computadora, eliminando la necesidad de leer el contador físicamente en la máquina.
- Implementación de control de calidad: El objetivo de esta propuesta es mantener el sensor ME-8108 para "ciclos totales" y añadir un botón pulsador rojo para el operador, conectado a un microcontrolador. El operador presionaría el botón al generar una pieza defectuosa. De esta manera el sistema podría calcular la producción de piezas aprobadas y la tasa de merma en tiempo real, ofreciendo una métrica de calidad que actualmente no existe.

XII. COMPETENCIAS

DESARROLLADAS/APLICADAS

La implementación exitosa de la actualización de la máquina de logotipo no solo validó la solución técnica propuesta, sino que también sirvió como un vehículo para la aplicación y el desarrollo de un amplio espectro de competencias profesionales. Estas abarcan desde la ingeniería de diseño y el análisis crítico hasta la gestión de recursos y la aplicación de normativas.

Competencias en ingeniería y diseño

Análisis y diagnóstico de sistemas productivos

Se aplicó la capacidad de observar un proceso de manufactura e identificar con precisión su deficiencia fundamental como la causa raíz de problemas operativos (descuadres de inventario, falta de métricas).

Diseño de soluciones mecánicas

Se desarrolló la competencia de diseñar y conceptualizar componentes mecánicos auxiliares. Esto incluyó el diseño de un soporte en "L" para el sensor ME-8108, considerando la rigidez del material, los puntos de montaje en el bastidor de la máquina y la ergonomía para evitar la creación de nuevos riesgos.

Diseño de circuitos eléctricos de control

Se demostró competencia en el diseño e implementación de un circuito de control de baja tensión. Esto implicó la correcta interpretación de las hojas de datos del contador y del sensor para diseñar una conexión eléctrica funcional y segura.

Integración de sistemas electromecánicos

Se aplicó la habilidad de integrar componentes dispares (un sensor mecánico, un contador digital y una fuente de alimentación) en un sistema cohesivo y funcional, asegurando la compatibilidad eléctrica y mecánica entre ellos.

Competencias en análisis crítico y solución de problemas

Pensamiento crítico y toma de decisiones técnicas

Una de las competencias clave fue la evaluación comparativa de soluciones. Se analizó la viabilidad de múltiples sensores (magnéticos vs. mecánicos), se evaluaron las advertencias del personal técnico y se tomó una decisión fundamentada, optando por el final de carrera como la solución más robusta, económica y universal para el contexto de la planta.

Resolución de problemas de implementación

Se demostró la capacidad de anticipar y resolver desafíos prácticos, como la necesidad de fabricar un soporte a medida y la calibración precisa de la palanca ajustable del sensor para asegurar que solo los ciclos completados fueran registrados.

Competencias en gestión de proyectos y recursos

Análisis de costo-beneficio y viabilidad

Se desarrolló la competencia de justificar un proyecto de ingeniería no solo técnicamente, sino también financieramente. Esto incluyó la elaboración de un presupuesto detallado y la articulación clara del retorno de la inversión al cuantificar los ahorros en tiempo de supervisión y la eliminación de errores de producción.

Gestión de adquisiciones y cadena de suministro

Se aplicaron habilidades en la búsqueda y adquisición de componentes industriales específicos utilizando plataformas de comercio electrónico y proveedores locales, optimizando la selección en función del costo, la disponibilidad inmediata y la compatibilidad técnica.

Planificación y ejecución

Se demostró la capacidad de planificar un proyecto en fases discretas y lógicas gestionando el tiempo y los recursos de manera eficiente para cumplir con el objetivo general.

Competencias prácticas y técnicas

Habilidades de taller y fabricación básica

Se aplicaron habilidades prácticas para la fabricación del soporte mecánico, lo que implica la medición, corte, perforación y doblado de metal para lograr las especificaciones del diseño.

Instalación eléctrica y mecánica

Se demostró competencia en la instalación física del sistema en la máquina, incluyendo el montaje seguro del contador en el panel, la fijación robusta del soporte y el sensor al bastidor, y el ruteo y conexión segura del cableado de bajo voltaje.

Calibración y puesta en marcha de equipos

Se desarrolló la habilidad técnica fina de calibrar un sensor electromecánico, ajustando su posición y la longitud de su palanca para lograr la precisión de detección requerida por el proceso.

Competencias en seguridad industrial y cumplimiento normativo

Aplicación de normativa (NOM/ISO)

Se demostró una comprensión y aplicación de la normativa de seguridad industrial (como la NOM-004-STPS-1999). La instalación se ejecutó con la conciencia de no crear nuevos riesgos operativos y de asegurar que el cableado cumpliera con las normas de instalaciones eléctricas (NOM-001-SEDE-2012).

Evaluación de riesgos

Se aplicó la capacidad de evaluar los riesgos asociados con la modificación de maquinaria industrial, asegurando que la intervención fuera segura tanto para el instalador como para el operador final de la máquina.

Competencias de comunicación y documentación

Redacción técnica y académica

Se desarrolló la habilidad de documentar un proyecto de ingeniería completo en un formato de titulación, estructurando la información de manera lógica y utilizando un lenguaje técnico preciso, como se demuestra en la elaboración de este documento.

Elaboración de documentación de ingeniería

Se aplicó la capacidad de crear los entregables técnicos del proyecto, incluyendo los diagramas eléctricos del circuito de control y los planos o bocetos del soporte mecánico, comunicando de manera clara la solución diseñada.

XIII. FUENTES DE INFORMACION

Bolton, W. (2015). Mechatronics: Electronic control systems in mechanical and electrical engineering (6ª ed.). Pearson.

Cosmos Online. (s.f.). ZENTRIX, S. de R.L. de C.V. Recuperado el 10 de octubre de 2025, de <https://www.cosmos.com.mx/empresa/zentrix-c30c.html>

Diex Mexico. (s.f.). ZENTRIX, S. de R.L. de C.V. Recuperado el 13 de octubre de 2025, de <https://diexmexico.com/directories/zentrix-s-de-r-l-de-c-v/>

(Fabricante del Contador). (s.f.). Manual de usuario: Contador Digital LED JDM11-6H (o modelo similar). [Manual de producto]. Obtenido de <https://www.linguee.es/espanol-ingles/traduccion/si+aplica.html>.

Glock, R. E., & Kunz, G. I. (2005). Apparel manufacturing: Sewn product analysis (4ª ed.). Pearson/Prentice Hall.

Grupo Industrial Assa. (s.f.). ZIM. Recuperado el 13 de octubre de 2025, de <https://www.grupoindustrialassa.com/general-6>

Groover, M. P. (2016). Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing (4ª ed.). Pearson.

Kadolph, S. J. (2010). Textiles (11ª ed.). Pearson.

Nakajima, S. (1988). Introduction to TPM: Total Productive Maintenance. Productivity Press.

Ogata, K. (2010). Ingeniería de control moderna (5ª ed.). Pearson Educación.

Organización Internacional de Normalización [ISO]. (2015). ISO 9001:2015: Sistemas de gestión de la calidad — Requisitos. ISO.

Secretaría de Economía [SE]. (2006). NOM-004-SCFI-2006: Información comercial-Etiquetado de productos textiles, prendas de vestir, sus accesorios y ropa de casa. Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Energía [SENER]. (2012). NOM-001-SEDE-2012: Instalaciones Eléctricas (Utilización). Diario Oficial de la Federación.

Secretaría del Trabajo y Previsión Social [STPS]. (1999). NOM-004-STPS-1999: Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo. Diario Oficial de la Federación.

Secretaría del Trabajo y Previsión Social [STPS]. (2008). NOM-017-STPS-2008: Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo. Diario Oficial de la Federación.

SMC Corporation. (s.f.). Series MDB: Pneumatic Cylinder, Double Acting, Single Rod (Catálogo). [Hoja de datos]. Obtenido de <https://www.smcworld.com>

Uddin, M. F. (Ed.). (2018). Advances in functional and protective textiles. Woodhead Publishing.

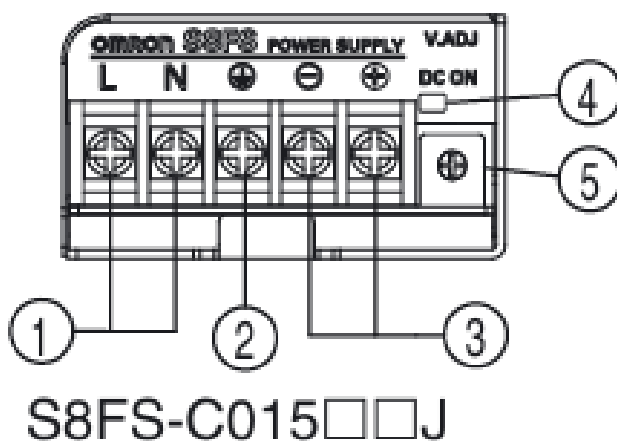
Yusheng (o fabricante genérico). (sift). ME-8108 Adjustable Roller Lever Arm Limit Switch (Datasheet). Obtenido de <https://www.ecwid.com/es/blog/supplier-manufacturer-vendor-distributor.html>.

XIV. ANEXOS

- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| ① Power supply positive | ⑤ Switch pulse signal |
| ② Power supply negative | ⑥ Plus(Blue cable) |
| ③ GND | ⑦ Minus(Black cable) |
| ④ Clearing | |



Anexo I: Especificaciones del contador digital LED



Anexo II: Construcción y nomenclatura de la fuente de alimentación conmutada

◆ Recognition(s)

- ✓ CE – EN60947
- ✓ UL – UL-508
- ✓ CCC – GB14048.5-2008
- ✓ RoHS Compliant
- ✓ Reach Unaffected



◆ Characteristics

Positive Opening	Electrical Contact	Terminal Type	Contact Form(s)	Poles & Throws	Actuation Sequence(s)
No	4 Points	Screw	Form Z	SPDT-NC-NO	Double Break(1) Double Make(2)

Operating Temp.	AC Rated	DC Rated	IP	Oil Resist	Dust Resist	Water Resist	Operating Speed
-15 to 70 Celsius	5A 250V	0.4A 115V	65	Yes	Yes	Yes	0.5mm to 50cm/sec

Operation Frequency	Contact Resistance	Insulation Resistance	Vibration
Mechanically: 120/min Electrically: 30/min	15mΩ max. (initial)	100MΩ min. (500VDC)	1.5mm amplitude at 10-55Hz

Storage Humidity	Service Life (min.)	Dielectric Strength
85% RH max	Mechanically: 10,000,000 operations Electrically: 300,000 operations	1000VAC, 50/60Hz for 1 minute between non-continuous terminals

Recommended tightening forces			Circuitry
Purpose	Screw type	Tightening	
Mounting	M4	1.18~1.37 N·m	
Enclosure cover		0.44±0.05 N·m	
Screw terminal		0.25±0.05 N·m	

Anexo III: Sensor Final de Carrera (Limit Switch) - Modelo ME-8108 datasheet