



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



**TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO**



**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO REGIÓN
CARBONÍFERA
DEPARTAMENTO DE POSGRADO**

**“SISTEMA POKA-YOKE ELECTRICO PARA LA VALIDACIÓN DE
COSTURA EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ”**

TESIS PROFESIONAL

**PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PRESENTA:
JOSUÉ ANTONIO PÉREZ HUERTA**

**DIRECTOR DE TESIS:
HUGO ALFREDO CARRILLO SERRANO**

SABINAS, COAHUILA, MÉXICO, JUNIO 2026

**DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD DE LA TESIS PRESENTADA PARA
OBTENER EL GRADO DE MAESTRIA**

Ing. Josué Antonio Pérez Huerta

Estudiante del programa de **Maestría en Ingeniería Industrial** del **Tecnológico Nacional de México Región Carbonífera**, autor de la Tesis, presentada para la obtención de grado de **Maestro(a) en Ingeniería Industrial**:

**“Sistema poka-yoke electrónico para la validación de costura en la industria
automotriz”**

Realizada bajo la dirección del Dr. Hugo Alfredo Carrillo Serrano

Declaro que:

La tesis presentada es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros. Igualmente asumo, ante el Tecnológico Nacional de México y ante cualquier otra instancia, la responsabilidad que pudiera derivarse en caso de plagio de contenidos en la tesis presentada, conforme al ordenamiento jurídico vigente.

Agujita Coahuila, a 26 de mayo de 2026



Josué Antonio Pérez Huerta



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

TECNM CAMPUS REGIÓN CARBONÍFERA

CARTA DE AUTORIZACIÓN Y ORIGINALIDAD



Agujita, Coah., a 26 de Mayo de 2026

M.I ABELARDO BUENTELLO DUQUES
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE POSGRADO

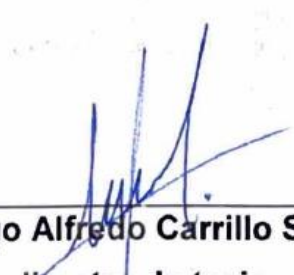
La presente es para informarle que el (la) C. Josué Antonio Pérez Huerta con número de control 241DM009 alumno(a) del Programa de Maestría en ingeniería Industrial ha concluido la redacción de su trabajo de **Tesis** titulado:

“sistema poka-yoke electrónico para la validación de costura en la industria automotriz”

La cual personalmente he revisado su originalidad, por lo que, autorizo su liberación y pido a usted sea tan amable de asignar los miembros del jurado revisor.

Sin otro particular por el momento, quedo de usted.

ATENTAMENTE



DR. Hugo Alfredo Carrillo Serrano
director de tesis

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS.....	2
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
<i>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN Y FUNDAMENTOS</i>	5
1. Introducción	5
1.2 Planteamiento del problema	6
1.3 justificación	7
1.4 objetivos.....	8
1.5 Hipótesis	8
1.6 Alcances y limitaciones	9
<i>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO</i>	10
<i>CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA Y DESARROLLO TÉCNICO</i>	13
3.1 Metodología de la investigación	13
3.2 Desarrollo del proyecto / diseño del sistema.....	13
<i>CAPÍTULO 4. IMPLEMENTACIÓN Y RESULTADOS</i>	15
4.1 Implementación y pruebas	15
4.2 Resultados y análisis.....	16
<i>CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES</i>	18
ANEXOS	19
CRONOLOGÍA DE ACTIVIDADES.....	23
ETAPA LOCAL	24
ETAPA REGIONAL	29
ETAPA NACIONAL	36
BIBLIOGRAFIA	43

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Prototipo del sistema de validación de costura (poka-yoke)	15
Figura 2. Indicación de falla en el proceso de costura	16
Figura 3. Gestión de desbloqueo y trazabilidad	17
Figura 4. Oficio de acreditación para la etapa nacional	19
Figura 5. Credencial de participante oficial	20
Figura 6, Póster Oficial del sistema poka-yoke electrónico	21
Figura 7. Presentación frente al jurado en el evento nacional	22
Figura 9. integrantes del equipo de posgrado, durante la presentación	24
Figura 10. Estudiantes de posgrado junto a sus asesores	24
Figura 11. Presentación virtual del proyecto 'Poka-yoke de ensamble'	29
Figura 12. Exposición frente a los jurados en el stand	37
Figura 13. Foto oficial de la delegación de posgrado en el evento nacional ..	37

DEDICATORIA

A Dios, por concederme la vida, la salud y la fortaleza necesaria para culminar este proyecto. Por iluminar mi mente, sostenerme en los momentos difíciles y permitirme llegar hasta este punto.

A mis padres Juan y Elizabeth, por su apoyo incondicional en cada etapa de mi formación, por su esfuerzo constante, sus sacrificios y su confianza en mí. Gracias por creer en mis capacidades incluso cuando yo mismo dudé; este logro es reflejo de todo lo que me han enseñado.

A mi hermana Sonia, por su acompañamiento, ayuda y palabras de ánimo, que fueron fundamentales durante este proceso.

A mi sobrina Génesis Sarahí, por llenar mi vida de alegría y ser una motivación constante para seguir adelante.

A mis abuelos Félix y Mercedes, quienes, aunque ya no están físicamente, permanecen presentes en mi vida a través de sus enseñanzas, valores y amor. Este trabajo es también un homenaje a su memoria y legado.

AGRADECIMIENTOS

La elaboración del presente trabajo de investigación fue posible gracias al apoyo y acompañamiento de diversas personas e instituciones que contribuyeron de manera significativa a su desarrollo académico. Expreso mi reconocimiento al Dr. Hugo Carrillo, director de esta tesis, por la orientación brindada, su rigor metodológico y sus valiosas observaciones, las cuales permitieron encauzar adecuadamente el desarrollo del estudio. De igual forma, agradezco al Mtro. Juan Francisco Luna Murillo, codirector de tesis, por su apoyo académico y técnico, así como por su disposición y aportaciones oportunas durante el proceso de investigación.

Asimismo, manifiesto mi agradecimiento a mis padres, por el respaldo constante, la comprensión y el apoyo brindado a lo largo de mi formación profesional, factores que resultaron determinantes para la culminación de esta etapa académica.

De manera institucional, se agradece al CECyTEC Piedras Negras Militarizado por las facilidades administrativas otorgadas para el desarrollo del presente trabajo, las cuales permitieron el cumplimiento de las actividades académicas y administrativas requeridas durante el proceso de investigación.

Finalmente, expreso mi agradecimiento al Tecnológico Nacional de México, Región Carbonífera, mi alma máter, así como a los docentes de licenciatura y posgrado, por la formación académica recibida y la transmisión de conocimientos que han contribuido de manera decisiva a mi desarrollo profesional.

RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo el desarrollo de un sistema poka-yoke electrónico orientado a la validación del proceso de costura en la industria textil automotriz, específicamente en la instalación de retenedores para cubiertas de asientos. El sistema propuesto se integra a maquinaria de costura industrial existente y permite la detección de fallas en tiempo real mediante el monitoreo de variables críticas del proceso, comparando la secuencia de operación ejecutada con una secuencia previamente definida. Ante la detección de desviaciones u omisiones, el sistema genera el bloqueo automático de la maquinaria, evitando que productos no conformes avancen a etapas posteriores del proceso productivo.

La metodología empleada se basa en un enfoque de ingeniería aplicada, que incluye el análisis de señales eléctricas de la maquinaria, el diseño de hardware programable, la integración de sensores industriales y el desarrollo de un algoritmo de validación configurable. Los resultados obtenidos demuestran una reducción significativa en la propagación de defectos, una mejora en la trazabilidad del proceso y un fortalecimiento del aseguramiento de la calidad, contribuyendo al cumplimiento de estándares como la IATF 16949. Finalmente, se concluye que el sistema desarrollado es técnica y operativamente viable, representando una alternativa efectiva para la prevención de errores en procesos de costura industrial dentro de la industria textil automotriz.

Palabras Clave: Poka-yoke, calidad, retenedor, costura, industria automotriz,

ABSTRACT

The objective of this thesis is the development of an electronic poka-yoke system aimed at validating the sewing process in the automotive textile industry, specifically in the installation of retainers for seat covers. The proposed system is integrated into existing industrial sewing machinery and enables real-time fault detection by monitoring critical process variables and comparing the executed operation sequence with a previously defined sequence. Upon the detection of deviations or omissions, the system automatically locks the machinery, preventing nonconforming products from advancing to subsequent stages of the production process.

The methodology employed is based on an applied engineering approach, which includes the analysis of electrical signals from the machinery, the design of programmable hardware, the integration of industrial sensors, and the development of a configurable validation algorithm. The results obtained demonstrate a significant reduction in the propagation of defects, an improvement in process traceability, and a strengthening of quality assurance, contributing to compliance with standards such as IATF 16949. Finally, it is concluded that the developed system is technically and operationally viable, representing an effective alternative for error prevention in industrial sewing processes within the automotive textile industry.

Keywords: Poka-yoke, quality, retainer, sewing, automotive industry.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN Y FUNDAMENTOS

1. Introducción

La industria automotriz se caracteriza por operar bajo estándares de calidad sumamente estrictos, derivados de la responsabilidad que implica la fabricación de componentes que forman parte directa de la seguridad, funcionalidad y apariencia de los vehículos. Dentro de este sector, la industria textil automotriz desempeña un papel esencial, ya que produce componentes interiores como cubiertas de asientos, retenedores y otros elementos textiles que deben cumplir con especificaciones técnicas rigurosas establecidas por los fabricantes de equipo original y por normativas internacionales. La presencia de defectos en estos componentes puede generar rechazos de producto, penalizaciones económicas y afectaciones significativas a la reputación del proveedor dentro de la cadena de suministro, lo que convierte a la calidad en un factor crítico para la competitividad de las empresas del sector.

Los procesos de costura industrial representan una de las etapas más sensibles dentro de la manufactura de componentes textiles automotrices, debido a que de su correcta ejecución depende la integridad funcional y estética del producto final. A pesar de los avances tecnológicos en maquinaria industrial, estos procesos continúan dependiendo en gran medida de la intervención humana, tanto para la operación como para la validación del cumplimiento de las especificaciones, lo que los hace vulnerables a errores derivados de la repetitividad de las tareas, la fatiga del operario y la presión por cumplir con altos volúmenes de producción. Tradicionalmente, la detección de defectos se realiza mediante inspecciones visuales posteriores a la operación, lo que implica que el error ya ocurrió y que el producto defectuoso ha avanzado dentro del proceso productivo, generando reprocesos, desperdicio de materiales y pérdida de eficiencia.

Ante este contexto, la presente investigación aborda el desarrollo de un sistema poka-yoke electrónico como una solución tecnológica orientada a la prevención de errores desde el origen del proceso de costura. El sistema propuesto está diseñado para integrarse directamente a la maquinaria de costura industrial existente, sin requerir su sustitución, permitiendo la detección de fallas en tiempo real y evitando que los defectos continúen hacia etapas posteriores de la producción. Con ello, se busca fortalecer el aseguramiento de la calidad, reducir los costos asociados a reprocesos y penalizaciones, y contribuir de manera directa a la mejora continua de los procesos productivos en la industria textil automotriz.

1.2 Planteamiento del problema

En los procesos de costura industrial utilizados en la industria textil automotriz, el control de calidad continúa realizándose de manera predominantemente manual, a través de inspecciones visuales efectuadas por operarios o personal especializado. Aunque este enfoque ha sido empleado durante años, presenta limitaciones importantes cuando se aplica en entornos de producción de alto volumen, donde la consistencia, la repetitividad y la precisión son factores determinantes para cumplir con los requerimientos del cliente y las normativas del sector.

El control manual es altamente susceptible al error humano, especialmente en operaciones repetitivas que requieren atención constante y precisión en cada ciclo de costura. La omisión de una puntada, una variación en el patrón establecido o una falla en la secuencia de operación pueden pasar desapercibidas durante la inspección inicial, lo que da lugar a retrabajos, desperdicio de material y pérdida de tiempo productivo. Estas situaciones incrementan los costos operativos y afectan negativamente la eficiencia y el flujo continuo de la línea de producción.

Adicionalmente, la ausencia de un sistema automatizado de validación incrementa de manera significativa el riesgo de que productos no conformes lleguen al cliente

final. En el sector automotriz, este tipo de fallas puede generar penalizaciones económicas severas, particularmente en componentes críticos como los retenedores de asientos, donde los errores de costura pueden ser sancionados con montos que oscilan entre los 1,000 y 5,000 dólares por evento. Esta problemática evidencia la necesidad de implementar soluciones tecnológicas que permitan prevenir los errores en el momento en que ocurren, antes de que se conviertan en defectos con impacto económico y operativo para la empresa.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La implementación de un sistema poka-yoke electrónico automatizado se justifica plenamente desde los puntos de vista técnico, operativo y económico, ya que la filosofía poka-yoke se basa en la prevención de errores desde el origen del proceso, reduciendo la dependencia exclusiva del factor humano para la detección de fallas. Al integrar un sistema electrónico directamente en el proceso de costura, se disminuye de manera significativa la variabilidad asociada a la operación manual y se incrementa la confiabilidad del proceso productivo, lo que resulta fundamental en un sector donde la calidad es un requisito indispensable.

Desde una perspectiva operativa, la automatización de la validación de costura permite reducir de forma considerable los reprocesos, el desperdicio de materiales y los tiempos improductivos, lo que se traduce en una mejora directa de la eficiencia de la línea de producción. En términos económicos, la reducción de defectos y penalizaciones representa un retorno de inversión favorable, especialmente en la industria automotriz, donde los costos asociados a fallas de calidad pueden ser elevados y afectar de manera directa la rentabilidad y continuidad de los contratos con los clientes.

Asimismo, este proyecto representa una oportunidad de innovación tecnológica dentro de la industria textil automotriz, al proponer una solución adaptable a

maquinaria existente, evitando inversiones significativas en la sustitución de equipos. Desde el ámbito académico, la investigación contribuye al desarrollo de soluciones aplicadas de ingeniería industrial, integrando principios de automatización, aseguramiento de la calidad y mejora continua en un entorno industrial real.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General: Desarrollar un sistema electrónico de validación para procesos de costura de retenedores que garantice la detección de fallas en tiempo real.

1.4.2 Objetivos Específicos:

- Diseñar un algoritmo configurable que se adapte a diferentes secuencias de operación.
- Integrar sensores para el monitoreo del proceso.
- Implementar un mecanismo de control de fallas mediante una llave física para asegurar la trazabilidad.

1.5 Hipótesis

La implementación de un sistema de validación electrónica en el proceso de costura automatizada permite detectar oportunamente desviaciones en la secuencia de ensamble de los retenedores, generando el bloqueo automático de la maquinaria ante la presencia de omisiones y asegurando que únicamente las cubiertas de asientos conformes a los parámetros de calidad establecidos avancen a la siguiente etapa del proceso productivo.

1.6 Alcances y limitaciones

El sistema desarrollado es compatible con máquinas de coser industriales convencionales que operan con señales eléctricas en un rango de 10 V a 40 V en corriente directa, lo que permite su integración en entornos productivos ya establecidos sin necesidad de realizar modificaciones estructurales a la maquinaria existente. Su diseño modular facilita la adaptación a distintos modelos de máquinas de costura y permite la escalabilidad del sistema a diversos procesos dentro de la industria textil automotriz, ampliando su aplicabilidad y utilidad industrial.

Como limitación, el sistema depende de que las señales de entrada y salida de la maquinaria correspondan a los estándares industriales considerados en el diseño. Asimismo, el sistema no sustituye las actividades de mantenimiento preventivo o correctivo de las máquinas de costura, sino que actúa como un complemento enfocado exclusivamente en la validación del proceso y la prevención de errores de costura.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

La creciente exigencia de calidad en los procesos productivos de la industria automotriz ha impulsado la adopción de metodologías orientadas a la prevención de errores y a la mejora continua desde el origen del proceso. En particular, los procesos de costura dentro de la industria textil automotriz representan un punto crítico, ya que combinan operaciones manuales con altos volúmenes de producción, lo que incrementa la probabilidad de variaciones y fallas que pueden afectar el desempeño del producto final. Ante este escenario, resulta necesario recurrir a enfoques teóricos que permitan comprender y diseñar sistemas capaces de reducir la incidencia de errores humanos y fortalecer el aseguramiento de la calidad.

Dentro de estos enfoques, la filosofía poka-yoke se ha consolidado como una de las herramientas más efectivas para la prevención de defectos en entornos industriales. Su aplicación se basa en el diseño de dispositivos o mecanismos que impidan la ejecución incorrecta de una operación o que permitan identificar de manera inmediata cualquier desviación respecto a la secuencia establecida. Este principio parte del reconocimiento de que el error humano es inherente a los procesos manuales y repetitivos, por lo que el objetivo no es eliminar la intervención del operador, sino crear condiciones de trabajo que reduzcan la probabilidad de fallo y minimicen su impacto en el sistema productivo. En el ámbito del aseguramiento de la calidad, el poka-yoke contribuye a desplazar el enfoque de la inspección correctiva hacia la prevención, alineándose con los principios de calidad en la fuente y producción esbelta.

La incorporación de sistemas poka-yoke en procesos industriales ha demostrado beneficios significativos en la reducción de reprocesos, desperdicios y tiempos improductivos, especialmente en sectores donde los defectos generan consecuencias económicas y operativas relevantes. En la industria automotriz,

estas prácticas se encuentran estrechamente vinculadas al cumplimiento de estándares internacionales como la IATF 16949, los cuales enfatizan la necesidad de contar con mecanismos efectivos para el control del proceso y la prevención de errores. En este sentido, la evolución de los dispositivos poka-yoke hacia soluciones electrónicas ha permitido ampliar sus capacidades, al integrar sensores, sistemas de control y algoritmos que posibilitan la validación del proceso en tiempo real.

Desde una perspectiva tecnológica, los sistemas electrónicos de validación de procesos se apoyan en principios de automatización industrial, instrumentación y control. Mediante el uso de sensores de grado industrial, es posible monitorear variables críticas asociadas al proceso de costura, tales como la presencia y continuidad de las puntadas, la posición del material y la activación de determinados mecanismos de la máquina. Estas señales son procesadas por un sistema de control que compara la secuencia real de operación con un patrón previamente definido, permitiendo identificar desviaciones de forma inmediata y generar acciones correctivas, como alertas visuales, sonoras o la detención automática de la máquina.

En relación con el estado del arte, se han desarrollado diversas soluciones orientadas a la detección automatizada de errores en procesos de costura, las cuales se reflejan en patentes registradas a nivel internacional. Entre ellas se encuentran la patente estadounidense US 11,666,325, enfocada en la verificación automatizada de puntadas, y la patente US 8,635,964, orientada a la detección de saltos de costura durante la operación. Si bien estas propuestas evidencian avances relevantes en la automatización del aseguramiento de la calidad, su aplicación suele estar limitada a modelos específicos de maquinaria, lo que restringe su adopción en plantas que operan con equipos ya instalados y de distintas configuraciones.

El sistema propuesto en la presente investigación se distingue de las soluciones existentes por su enfoque en la flexibilidad y el modularidad, permitiendo su

integración a maquinaria de costura industrial convencional sin necesidad de reemplazo. Esta característica resulta particularmente relevante para la industria textil automotriz, donde la modernización de procesos debe equilibrarse con la viabilidad económica. De este modo, el marco teórico que sustenta este trabajo no solo respalda el uso de la filosofía poka-yoke como herramienta de prevención de errores, sino que también establece las bases conceptuales para el desarrollo de un sistema electrónico adaptable, orientado a fortalecer la confiabilidad del proceso de costura y a contribuir de manera efectiva a la mejora continua.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA Y DESARROLLO TÉCNICO

3.1 Metodología de la investigación

La investigación se desarrolló bajo un enfoque de ingeniería aplicada, orientado al diseño y desarrollo de una solución tecnológica funcional que pudiera implementarse en un entorno industrial real. En una primera etapa, se realizó el análisis de las señales eléctricas presentes en las máquinas de costura industriales, tales como la señal de puntada, el corte de hilo y los paros de emergencia, con el propósito de identificar las variables críticas del proceso que pueden ser utilizadas como criterios de validación. Posteriormente, se llevó a cabo el diseño del hardware programable del sistema y la selección de sensores industriales adecuados para operar de manera confiable en ambientes de producción. Finalmente, se desarrolló la lógica algorítmica del sistema, basada en secuencias de operación configurables por el usuario, lo que permitió establecer criterios específicos de validación para cada proceso de costura.

3.2 Desarrollo del proyecto / diseño del sistema

El sistema poka-yoke electrónico desarrollado se instala directamente en la caja de control de la máquina de costura industrial, funcionando como un módulo de supervisión y control que interactúa con la lógica operativa del equipo sin modificar su arquitectura principal. Su función consiste en monitorear en tiempo real las señales eléctricas generadas durante el proceso de costura, así como las provenientes de sensores externos, particularmente el sensor encargado de validar la correcta selección e instalación del retenedor. A partir de esta información, el sistema ejecuta un proceso de análisis continuo mediante un algoritmo de validación previamente programado, el cual compara la secuencia real de operación con una secuencia patrón definida como correcta dentro del proceso productivo. Durante la

ejecución del proceso, el sistema verifica que cada evento ocurra en el orden y condiciones esperadas, incluyendo la presencia del retenedor adecuado. En el momento en que se detecta una anomalía, específicamente la identificación de un retenedor incorrecto, el sistema genera de manera inmediata una señal de salida hacia el circuito de control de la máquina, provocando su bloqueo total e impidiendo la continuidad de la operación. Este bloqueo no puede ser revertido por el operador, ya que el diseño del sistema contempla un mecanismo de seguridad que restringe el restablecimiento del equipo únicamente al personal autorizado del área de calidad.

Para reanudar la operación, es necesaria la intervención de dicho personal, quien mediante el uso de una llave física accede al sistema de desbloqueo. Este mecanismo asegura que el evento sea revisado, validado y corregido antes de permitir nuevamente la operación de la máquina, eliminando la posibilidad de que el operador continúe el proceso sin atender la causa raíz del error. De esta manera, el sistema no solo actúa como un dispositivo de detección, sino como un elemento de control robusto que fuerza la implementación de acciones correctivas, fortaleciendo el aseguramiento de la calidad, evitando la liberación de productos no conformes y garantizando la integridad del proceso productivo dentro del entorno de la industria automotriz.

CAPÍTULO 4. IMPLEMENTACIÓN Y RESULTADOS

4.1 Implementación y pruebas

Se diseñó un prototipo funcional del sistema poka-yoke electrónico, el cual se conectó eléctricamente a una máquina de costura industrial. Las pruebas realizadas se enfocaron en validar la correcta comunicación entre el dispositivo, los sensores y la máquina, así como en verificar la respuesta del algoritmo ante variaciones intencionales en los patrones de costura, con el fin de comprobar su capacidad de detección y respuesta en tiempo real bajo condiciones controladas de operación.

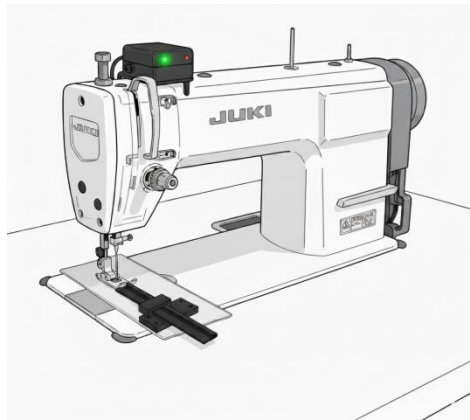


Figura 1. Prototipo del sistema de validación de costura (poka-yoke) integrado en máquina industrial JUKI

4.2 Resultados y análisis

La implementación del sistema permitió reducir de manera significativa la cantidad de productos defectuosos que avanzan hacia etapas posteriores del proceso productivo, al detectar y detener las fallas en el momento en que ocurren. La incorporación de una llave física de desbloqueo contribuyó a mejorar la trazabilidad del proceso, al garantizar que únicamente personal autorizado pueda intervenir ante la detección de una falla, fortaleciendo el control operativo y la disciplina en la línea de producción. Asimismo, el sistema contribuye al cumplimiento de los requisitos establecidos por la norma IATF 16949, al integrar mecanismos efectivos de prevención de errores y aseguramiento de la calidad dentro del proceso de costura industrial.



Figura 2. Indicación de falla en el proceso de costura

"Representación del estado de falla del sistema". Al detectar una desviación en la secuencia lógica como la omisión de un retenedor o una anomalía en la posición, el algoritmo activa el indicador LED rojo. En este estado, el dispositivo puede detener automáticamente la máquina para evitar que el defecto avance en la línea de producción, mitigando riesgos de penalizaciones económicas.

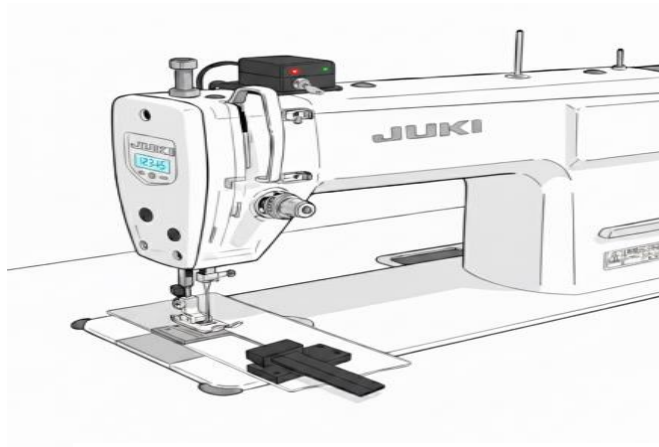


Figura 3. Gestión de desbloqueo y trazabilidad

"Mecanismo de control mediante interruptor de llave única diseñado para la gestión de fallas detectadas". Esta característica asegura que únicamente el personal autorizado (Calidad) intervenga para desbloquear el sistema tras un error

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES

El desarrollo del sistema de validación electrónica permite constatar que la incorporación de un enfoque poka-yoke de tipo modular en la maquinaria de costura industrial atiende de forma efectiva las debilidades del control manual presentes en el ensamble de componentes automotrices. A partir de los resultados obtenidos, se observa que el dispositivo presenta un comportamiento técnicamente confiable, al interpretar y procesar señales eléctricas industriales en tiempo real y compararlas con secuencias previamente definidas, lo que posibilita la detención automática de la operación ante la detección de anomalías u omisiones en el proceso. Asimismo, la solución propuesta contribuye al cumplimiento de los estándares de calidad exigidos por la industria automotriz, particularmente los establecidos en la norma IATF 16949, y representa una alternativa funcional al integrarse a equipos existentes sin necesidad de sustitución. Finalmente, el uso de un mecanismo de bloqueo físico fortalece la trazabilidad del proceso y reduce la probabilidad de que productos no conformes avancen hacia etapas posteriores o lleguen al cliente final

ANEXOS

Figura 4. Oficio de acreditación para la etapa nacional



Oficio de acreditación oficial emitido para la participación en la etapa nacional del certamen, con sede en la ciudad de Pachuca, Hidalgo.

Figura 5. Credencial de participante oficial



Credencial de acreditación como participante oficial, en representación del Instituto Tecnológico Superior de la Región Carbonífera, utilizada durante el evento académico nacional.

Figura 6, Póster Oficial del sistema poka-yoke electrónico

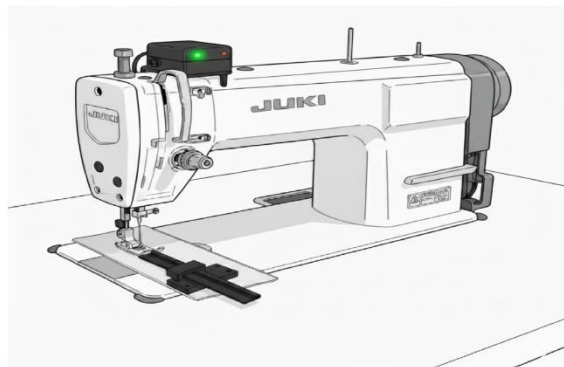


INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE LA REGIÓN CARBONÍFERA

“Cumbre Nacional de Desarrollo Tecnológico, Emprendimiento e Innovación, InnovaTecNM 2025”

“POKAYOKE DE ENSAMBLE”

Categoría: Industria Eléctrica y Electrónica



DESCRIPCIÓN

Este módulo electrónico de detección de errores se integra directamente a máquinas de costura industriales sin requerir modificaciones. Emplea sensores de presencia conectados a un controlador programable que ejecuta un algoritmo configurable por el usuario, permitiendo validar en tiempo real cada etapa del proceso de costura. Su arquitectura modular registra señales críticas, puntada, corte de hilo y paros y las compara con una secuencia lógica predefinida. Ante cualquier desviación, el sistema activa una alerta o detiene la máquina, operando como un poka-yoke autónomo. Además, incorpora una llave física de desbloqueo para asegurar intervenciones controladas, fortaleciendo la trazabilidad y la confiabilidad operativa.



Figura 7. Presentación frente al jurado en el evento nacional del InnovaTecnm 2025



Presentación y defensa técnica del proyecto ante el jurado calificador, realizada durante el certamen nacional, en la cual se expusieron los fundamentos técnicos, resultados y alcances del sistema desarrollado.

Figura 8. Constancia de participación



Constancia de participación emitida por el Tecnológico Nacional de México, como reconocimiento a la presentación y desempeño del proyecto durante el certamen académico.

ETAPA LOCAL

La Etapa local del InnovaTecNM 2025 fue llevada a cabo el 28 de mayo de 2025 en el Tecnológico de Estudios Superiores de la Región Carbonífera, donde se presentó y evaluó el proyecto “Poka-yoke de ensamble”, correspondiente a la categoría de maestría. El proceso inició con el registro oficial del proyecto mediante la apertura del folio 59436-16, quedando clasificado en la categoría de Industria Eléctrica y Electrónica, dentro del área de dispositivos y componentes electrónicos. Posteriormente, se elaboró y entregó la memoria técnica del Sistema de Validación de Costura de Retenedores en Cubiertas de Asientos Automotrices, documento avalado por los asesores académicos M.I Juan Francisco Luna Murillo y D.R Hugo Alfredo Carrillo Serrano. La delegación participante estuvo integrada por Josué Antonio Pérez Huerta y Cristian Alexis Hernández Guerrero, estudiantes de la Maestría en Ingeniería Industrial, así como por Katherine Elizabeth Menchaca Espinoza, estudiante de la Maestría en Administración. En la fase previa al evento se llevaron a cabo actividades de integración del equipo, ensamble del prototipo y verificación funcional del sistema. Durante la jornada de evaluación, el prototipo fue instalado en el área asignada y expuesto ante el jurado, describiendo su funcionamiento, alcance técnico y factibilidad de implementación. Finalmente, tras el proceso de dictaminación, se determinó el avance del proyecto a la etapa regional del InnovaTecNM, a celebrarse en la ciudad de Durango



Figura 9. integrantes del equipo de posgrado, durante la presentación del proyecto Poka-yoke de ensamble en la Etapa Local InnovaTecNM 2025, celebrada en el TecNM Región Carbonífera."



Figura 10. Estudiantes de posgrado junto a sus asesores durante la ceremonia de premiación de la Etapa Local en mayo



Cumbre Nacional de Desarrollo Tecnológico, Emprendimiento e Innovación, InnovaTecNM 2025
Tecnológico de Estudios Superiores de La Región Carbonífera
Certamen de Proyectos
Etaa Local. Región 2

MEMORIA DEL PROYECTO

Folio:	59436-16	Nombre corto:	Pokayoke de ensamble
Nombre descriptivo:	Sistema de Validación de costura de retenedores en cubiertas de asientos automotrices		
Categoría:	Industria Eléctrica y Electrónica		
Área de aplicación:	Dispositivos y Componentes Electrónicos		
Naturaleza técnica:	Ciencias de Ingeniería Industriales		

Autores		
JOSUÉ ANTONIO PÉREZ HUERTA	Maestría en Ingeniería Industrial	2
CRISTIAN ALEXIS HERNANDEZ GUERRERO	Maestría en Ingeniería Industrial	2
KATHERINE ELIZABETH MENCHACA ESPINOZA	Maestría en Administración	2

Asesores	
JUAN FRANCISCO LUNA MURILLO	1902@rcarbonifera.tecnm.mx
HUGO ALFREDO CARRILLO SERRANO	2109@rcarbonifera.tecnm.mx

EL. IEE. Descripción de la problemática u oportunidad de negocio

El proceso y control manual genera errores costosos y penalizaciones. El control manual en procesos industriales es altamente susceptible a errores humanos, especialmente en tareas repetitivas o de alta precisión. Estos errores derivaban en retrabajos, desperdicio de materiales y, en algunos casos, los productos defectuosos que no cumplían con los estándares de calidad, y se fugaban en el proceso podían acarrear penalizaciones o pérdidas de clientes.

Automatizar la verificación reduce retrabajos y mejora la calidad

la automatización de la verificación mediante dispositivos poka-yoke reduce significativamente los reprocesos y mejora la calidad del producto final. Al integrar mecanismos de control a prueba de errores en etapas críticas del proceso, se garantiza el cumplimiento de especificaciones antes de avanzar en la línea de producción. Esto elimina la variabilidad asociada a la operación manual, incrementa la confiabilidad del sistema y asegura una mayor consistencia en los estándares de calidad establecidos.

Invertir en tecnología y capacitación no solo se justifica, si no que abre una oportunidad de negocios rentables y aun poco explorada. La implementación de sistemas poka-yoke automatizados genera un retorno de inversión al reducir tiempos improductivos, minimizar desperdicios y aumentar la eficiencia operativa. Además, esta combinación abre oportunidades de negocio en sectores donde aún no se ha explotado completamente la automatización como estrategia de aseguramiento de calidad, utilizando dispositivos que previenen errores antes de que ocurran.

EL. IEE. Descripción de la propuesta de valor

El proyecto está dirigido a las industrias del sector textil automotriz, con el objetivo de mejorar la calidad y confiabilidad en procesos de costura industrial.



Nuestra solución consiste en un dispositivo electrónico inteligente que se conecta eléctricamente a las máquinas de costura industriales y permite integrar sensores de grado industrial. Este sistema puede ser programado con algoritmos personalizados, basados en secuencias establecidas por el usuario, para detectar errores de costura en tiempo real. El sistema actúa como una herramienta de prevención de defectos, ya que identifica fallas antes de que el producto avance a etapas posteriores o sea enviado al cliente. Incluye un interruptor de llave (única) la cuál puede ser utilizada para canalizar adecuadamente las fallas. Esto permite reducir los desperdicios, los reprocesos y los costos asociados a productos no conformes, mejorando así la eficiencia operativa y el cumplimiento de los estándares de calidad del sector automotriz.

A diferencia de los controles de calidad manuales o de los sistemas tradicionales de inspección visual, esta propuesta ofrece una detección automatizada y precisa, que se integra fácilmente a los equipos ya existentes en planta, sin necesidad de reemplazar maquinaria. Con este sistema, las empresas pueden garantizar una mayor confiabilidad en sus procesos productivos, fortalecer su reputación frente a los clientes y reducir significativamente las tasas de devolución o rechazo por defectos de costura.

EL. IEE. Descripción técnica de la solución

La solución propuesta consiste en un sistema electrónico de detección de errores diseñado para integrarse con máquinas de costura industriales utilizadas en la fabricación de componentes textiles del sector automotriz.

El sistema está conformado por un dispositivo electrónico programable, al cual se pueden conectar sensores de grado industrial [ópticos, de proximidad, presión, entre otros] que monitorean en tiempo real el proceso de costura. Este dispositivo se comunica eléctricamente con la máquina de coser y permite registrar eventos, posiciones, o condiciones críticas del proceso.

El núcleo del sistema es un algoritmo configurable por el usuario, que define una secuencia lógica de operación. Si se detecta una desviación respecto a esta secuencia [por ejemplo, falta de una puntada, cambio de patrón o anomalías de posición], el sistema genera una alerta o puede detener la máquina de forma automática, evitando que el error avance en la línea de producción. A esto se le puede configurar la llave que tiene integrada como llave de desbloqueo que permite al personal calificado canalizar correctamente los problemas presentados.

La arquitectura del sistema es modular, lo que permite su adaptación a diferentes tipos de máquinas o configuraciones de producción. Puede operar de manera autónoma siempre y cuando las variables de lectura y escritura sean las de una máquina de costura industrial [señal de puntada, señal de corte de hilo, señal de paro de emergencia, alimentación de 10V hasta 40V de corriente directa].

Con esta solución, se obtiene una herramienta de prevención de errores [Poka-Yoke], capaz de reducir defectos en origen, mejorar la trazabilidad del proceso y aumentar la eficiencia general de la planta, sin necesidad de grandes modificaciones en la infraestructura existente.

EL. IEE. Análisis de mercado

El proyecto se adjunta al código SCIAN 31-33: Industria Manufacturera por su principal relación a la industria textil automotriz.

En México se sabe que existen más de 700 empresas maquiladoras, sin embargo solo alrededor de 200 de ellas se basan en la industria textil automotriz. En cuanto a la industria textil, se incluyen actividades como la fabricación de insumos textiles, el acabado de textiles y la producción de productos textiles, excepto prendas de vestir, según el SCIAN.

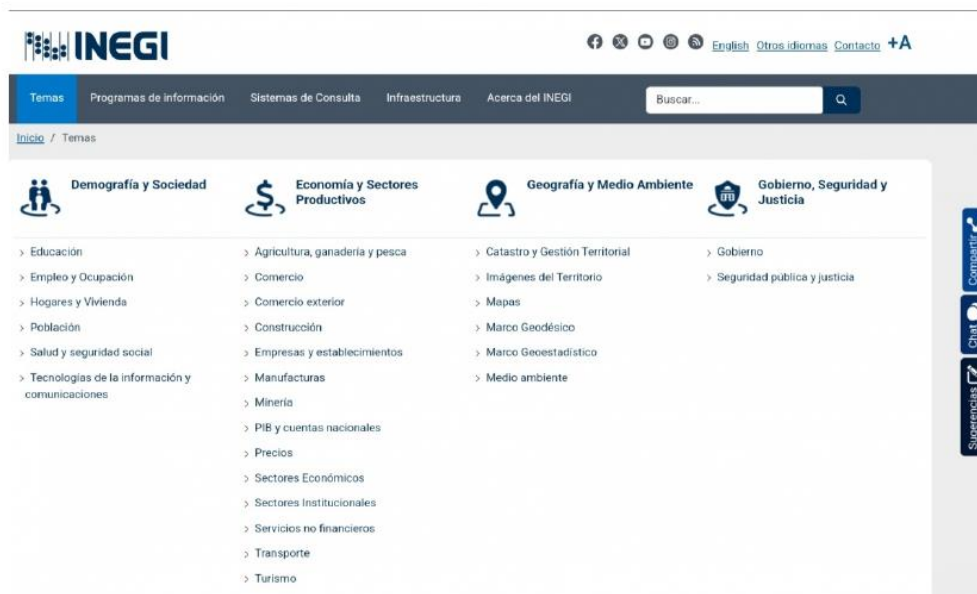
En base al impacto se espera que el mercado textil mexicano continúe creciendo a una tasa de crecimiento anual compuesta del 5,40% entre 2025 y 2034. Este crecimiento se ve potenciado por factores como la creciente demanda



de textiles en el sector automotriz y el aumento de las exportaciones. Además, la industria textil representa el 1.9% de las industrias manufactureras en México, lo que subraya su relevancia dentro del sector manufacturero. Este porcentaje destaca la importancia de la Industria Textil no solo como una fuente de productos esenciales sino también como un motor económico clave.

La industria textil automotriz en México está experimentando un crecimiento y transformación, con tendencias clave como la electrificación, la sostenibilidad y la digitalización. Se espera que la demanda de textiles para vehículos eléctricos aumente, impulsada por la sostenibilidad y la demanda global. Además, se está adoptando la tecnología para mejorar la eficiencia y la calidad de los textiles, con avances en materiales, producción y diseño. La innovación también es clave dentro del crecimiento al estar implementando nuevas funciones y herramientas que tendrían un impacto significativo en la calidad textil.

De las principales competencias se encuentran BALLUFF, IFM ELECTRONICS, KEYENCE, BANNER ENGINEERING, TURCK y CONTRINEX, algunas de ellas son fabricantes de más productos industriales, aunque los más relacionados y en común son los sensores.



EL. IEE. Propiedad intelectual

Modelo de utilidad.

Se planea registrar el dispositivo en el IMPI con la figura jurídica de Modelo de utilidad ya que existen dispositivos pokayokes implementados en la industria textil automotriz para verificar componentes.

El diferenciador de nuestra invención trata sobre...

Las patentes encontradas son...

EL. IEE. Fuentes consultadas



Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2024). *Estadística del Programa de la Industria Manufacturera, Maquiladora y de Servicios de Exportación (IMMEX)*, datos al mes de diciembre de 2023. INEGI.
<https://inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/850>

INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía]. s.f. *Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN)*.
<https://www.inegi.org.mx/scian/default.html?v=1.0>.

Alamillo Murga, A. G., Guzmán, V., García, M., & Ontiveros Martínez, R. (2023). *Diseño de un sistema poka yoke incorporando la automatización para el aseguramiento de la calidad*. Tecnológico Nacional de México, Campus Chihuahua II.

EL. IEE. Resumen

El control manual en procesos industriales, como la instalación de retenedores, suele generar errores humanos que resultan en retrabajos, desperdicio de materiales, productos defectuosos y posibles penalizaciones. La implementación de dispositivos poka-yoke automatizados permite prevenir estos errores, garantizando la calidad del producto desde etapas tempranas del proceso. Esta automatización reduce significativamente los reprocesos, mejora la eficiencia operativa y asegura la consistencia en los estándares de calidad. Además, invertir en tecnología y capacitación no solo es justificable, sino que representa una oportunidad rentable en sectores donde la automatización aún está subutilizada.

ETAPA REGIONAL

La Etapa regional del InnovaTecNM 2025 fue llevada a cabo en modalidad en línea el 17 de septiembre de 2025, dando continuidad al proceso de evaluación del proyecto “Poka-yoke de ensamble”. Esta fase se desarrolló bajo el mismo esquema metodológico aplicado en la etapa local, considerando la revisión de la documentación técnica registrada previamente y la exposición del funcionamiento del Sistema de Validación de Costura de Retenedores en Cubiertas de Asientos Automotrices. Durante la jornada de evaluación virtual, el proyecto fue presentado ante el jurado correspondiente, donde se analizaron sus características técnicas, alcance operativo, viabilidad de implementación y potencial de aplicación en procesos industriales. Como resultado del proceso de dictaminación regional, el proyecto obtuvo una evaluación favorable, lo que permitió su clasificación a la etapa nacional del InnovaTecNM 2025, celebrada en la ciudad de Pachuca, Hidalgo.



Figura 11.Presentación virtual del proyecto 'Poka-yoke de ensamble' durante la Etapa Regional del InnovaTecNM 2025, representando con éxito al TecNM Región Carbonífera



Cumbre Nacional de Desarrollo Tecnológico, Emprendimiento e Innovación, InnovaTecNM 2025
Tecnológico de Estudios Superiores de La Región Carbonífera
Región 2
Eta Regional

MEMORIA DEL PROYECTO

Folio:	59436-16	Nombre corto:	Pokayoke de ensamble
Nombre descriptivo:	Sistema de Validación de costura de retenedores en cubiertas de asientos automotrices		
Categoría:	Industria Eléctrica y Electrónica		
Área de aplicación:	Dispositivos y Componentes Electrónicos		
Naturaleza técnica:	Ciencias de Ingeniería Industriales		

Autores		
JOSUÉ ANTONIO PÉREZ HUERTA	Maestría en Ingeniería Industrial	2
CRISTIAN ALEXIS HERNANDEZ GUERRERO	Maestría en Ingeniería Industrial	2
KATHERINE ELIZABETH MENCHACA ESPINOZA	Maestría en Administración	2

Asesores	
JUAN FRANCISCO LUNA MURILLO	1902@rcarbonifera.tecnm.mx
HUGO ALFREDO CARRILLO SERRANO	2109@rcarbonifera.tecnm.mx

ER. IEE. Descripción de la propuesta

El proceso y control manual genera errores costosos y penalizaciones

El control manual en procesos industriales es altamente susceptible a errores humanos, especialmente en tareas repetitivas o que requieren alta precisión. Estos errores derivan en retrabajos, desperdicio de materiales y, en algunos casos, en productos defectuosos que no cumplen con los estándares de calidad. Cuando estos productos se filtran en el proceso, pueden acarrear penalizaciones o la pérdida de clientes.

Automatizar la verificación reduce retrabajos y mejora la calidad

La automatización de la verificación mediante dispositivos poka-yoke reduce significativamente los reprocesos y mejora la calidad del producto final. Al integrar mecanismos de control a prueba de errores en etapas críticas del proceso, se garantiza el cumplimiento de especificaciones antes de avanzar en la línea de producción. Esto elimina la variabilidad asociada a la operación manual, incrementa la confiabilidad del sistema y asegura una mayor consistencia en los estándares de calidad establecidos.

Invertir en tecnología y capacitación: una oportunidad rentable y poco explorada

La implementación de sistemas poka-yoke automatizados genera un retorno de inversión al reducir tiempos improductivos, minimizar desperdicios y aumentar la eficiencia operativa. Además, esta combinación abre oportunidades de negocio en sectores donde aún no se ha explotado completamente la automatización como estrategia de aseguramiento de calidad, utilizando dispositivos que previenen errores antes de que ocurran.



(a) Cubierta automotriz de almohadón sin ensamblar en asiento



(b) Asiento con cubiertas ensamblado

ER. IEE. Descripción de la problemática y justificación

El presente proyecto está dirigido a las industrias del sector textil automotriz, con el objetivo de mejorar la calidad y confiabilidad en los procesos de costura industrial. Ante las altas exigencias del sector en cuanto a precisión y cumplimiento de especificaciones, se propone el desarrollo de un dispositivo electrónico inteligente que actúe como sistema de prevención de errores en tiempo real.

La solución consiste en un sistema que se conecta eléctricamente a las máquinas de costura industriales existentes y permite la integración de sensores de grado industrial. Este dispositivo es programable con algoritmos personalizados, basados en secuencias de operación definidas por el usuario, que permiten detectar errores de costura a medida que ocurren. De esta forma, se impide que los productos con defectos avancen hacia etapas posteriores del proceso o lleguen al cliente final.

Una característica clave del sistema es la incorporación de un interruptor con llave única, diseñado para canalizar y gestionar adecuadamente las fallas detectadas, facilitando la trazabilidad y la respuesta inmediata del operario o supervisor. Esto se traduce en una reducción significativa de desperdicios, reprocesos y costos asociados a productos no conformes, al tiempo que mejora la eficiencia operativa y el cumplimiento de los estándares de calidad requeridos por el sector automotriz.

A diferencia de los métodos tradicionales de control de calidad (como la inspección visual o las auditorías manuales), esta propuesta permite una detección automatizada, precisa y constante, sin depender de la intervención humana ni requerir la sustitución de maquinaria existente. Su diseño modular y adaptable facilita su integración en líneas de producción ya establecidas.

Con la implementación de este sistema, las empresas pueden elevar la confiabilidad de sus procesos, disminuir los índices de rechazo por defectos de costura y fortalecer su posición en el mercado como proveedores confiables y competitivos dentro de la cadena de suministro automotriz.



ER. IEE. Impacto de la Innovación y Propuesta de valor en el sector estratégico

La solución propuesta consiste en un sistema electrónico inteligente de detección de errores, desarrollado para integrarse con máquinas de costura industriales utilizadas en la fabricación de componentes textiles del sector automotriz. Este sistema está compuesto por un dispositivo electrónico programable, al cual pueden conectarse sensores de grado industrial—como sensores ópticos, de proximidad o de presión—que monitorean en tiempo real las condiciones del proceso de costura.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



El dispositivo se comunica eléctricamente con la máquina de coser, permitiendo registrar eventos clave como la señal de puntada, el corte de hilo, paros de emergencia y otras variables críticas. Uno de los principales diferenciadores de esta solución es su algoritmo configurable por el usuario, que permite definir una secuencia lógica de operación adaptada a los requerimientos específicos de cada componente textil. Este algoritmo actúa como el cerebro del sistema, interpretando las señales de los sensores y comparándolas con la secuencia esperada. Si se detecta una desviación —como la omisión de una puntada, un cambio de patrón o una anomalía en la posición— el sistema emite una alerta inmediata o puede detener automáticamente la máquina, evitando que el defecto avance en la línea de producción.

Adicionalmente, el dispositivo incorpora una llave física de desbloqueo, la cual permite que únicamente el personal autorizado intervenga en la resolución de fallas. Esto asegura un manejo adecuado de los errores y facilita la trazabilidad en cada intervención.

La arquitectura del sistema es modular y escalable, lo que permite su fácil adaptación a diferentes modelos de máquinas de coser y entornos productivos. El sistema puede operar de forma autónoma siempre que las variables de entrada y salida correspondan a las utilizadas en máquinas industriales convencionales, con compatibilidad para señales entre 10 V y 40 V en corriente directa.

Esta solución representa una herramienta efectiva de prevención de errores (*poka-yoke*), capaz de reducir defectos desde su origen, disminuir reprocesos y desperdicios, mejorar la trazabilidad del proceso y aumentar la confiabilidad de la operación. Su implementación permite a las empresas del sector textil automotriz optimizar sus estándares de calidad sin necesidad de sustituir maquinaria existente, fortaleciendo su competitividad y cumplimiento en un mercado altamente exigente.



ER. IEE. Factibilidad tecnológica y normatividad aplicable

En cuanto a normatividad, el proyecto se alinea con los requisitos de la norma IATF 16949, aplicable al sector automotriz, que exige métodos efectivos para la prevención de errores, aseguramiento de calidad y mejora continua. La incorporación de dispositivos *poka-yoke* automatizados responde directamente a estos lineamientos, al prevenir la generación y propagación de defectos dentro del proceso de costura.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



IMPI

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. (2021). *Guía de invenciones: Patentes y modelos de utilidad* [PDF].
Secretaría de Economía / IMPI.

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/700283/Gu_a_de_invenciones__1_.pdf

Normas

International Automotive Task Force. *IATF 16949:2016 – Quality management systems — Requirements for automotive production and relevant service parts organizations*.

Secretaría de Economía, México. *NOM-001-SCFI-2018 y NOM-019-SCFI*.

Disponible en: <https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/normas-oficiales-mexicanas>

International Organization for Standardization. *ISO 13849 – Safety of machinery – Safety-related parts of control systems*.

International Organization for Standardization. *ISO 12100 – Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction*.

ETAPA NACIONAL

La Etapa nacional del InnovaTecNM 2025 se desarrolló en la ciudad de Pachuca, Hidalgo, llevándose a cabo del 26 al 28 de noviembre de 2025, como la fase final del proceso de evaluación del proyecto “Poka-yoke de ensamble”. En esta etapa se dio continuidad a la evaluación técnica y de factibilidad del Sistema de Validación de Costura de Retenedores en Cubiertas de Asientos Automotrices, considerando los resultados obtenidos en las etapas local y regional, así como la documentación técnica previamente registrada.

Como actividad específica de esta fase, se elaboró un video técnico demostrativo del sistema, en el cual se documentó de manera estructurada su funcionamiento, la secuencia de validación de la costura y la interacción de los componentes del dispositivo dentro del proceso de ensamble. Dicho material fue utilizado como evidencia para la evaluación del desempeño operativo del sistema.

Como primera actividad de la etapa nacional, Katherine Elizabeth Menchaca Espinoza participó en el concurso de speech, en el cual se realizó la presentación del producto con el objetivo de su venta, destacando su propuesta de valor y su potencial de comercialización. Asimismo, la exposición técnica y la presentación del plan de negocios del proyecto fueron realizadas de manera conjunta por Katherine Elizabeth Menchaca Espinoza y Josué Antonio Pérez Huerta frente al jurado evaluador, abordando de forma integral tanto los aspectos técnicos del sistema como su viabilidad económica y proyección de implementación. Por su parte, Cristian Alexis Hernández Guerrero participó en la atención del stand del proyecto, proporcionando información técnica y operativa del sistema a los evaluadores y asistentes. Estas actividades formaron parte del proceso integral de evaluación del proyecto en la etapa nacional.

Finalmente, la participación en esta etapa nacional representó la intervención de la primera generación de estudiantes de posgrado de la institución en el InnovaTecNM a nivel nacional, lo cual constituyó un antecedente relevante para la vinculación del posgrado con actividades de innovación

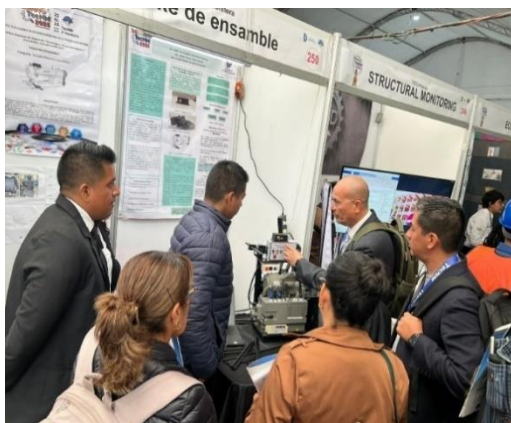


Figura 12. Exposición frente al jurado en el Stand



Figura 13. Foto oficial de la delegación de posgrado en el evento nacional



Cumbre Nacional de Desarrollo Tecnológico, Emprendimiento e Innovación, InnovaTecNM 2025
Tecnológico de Estudios Superiores de La Región Carbonífera
Región 2
Etapas Nacionales

MEMORIA DEL PROYECTO

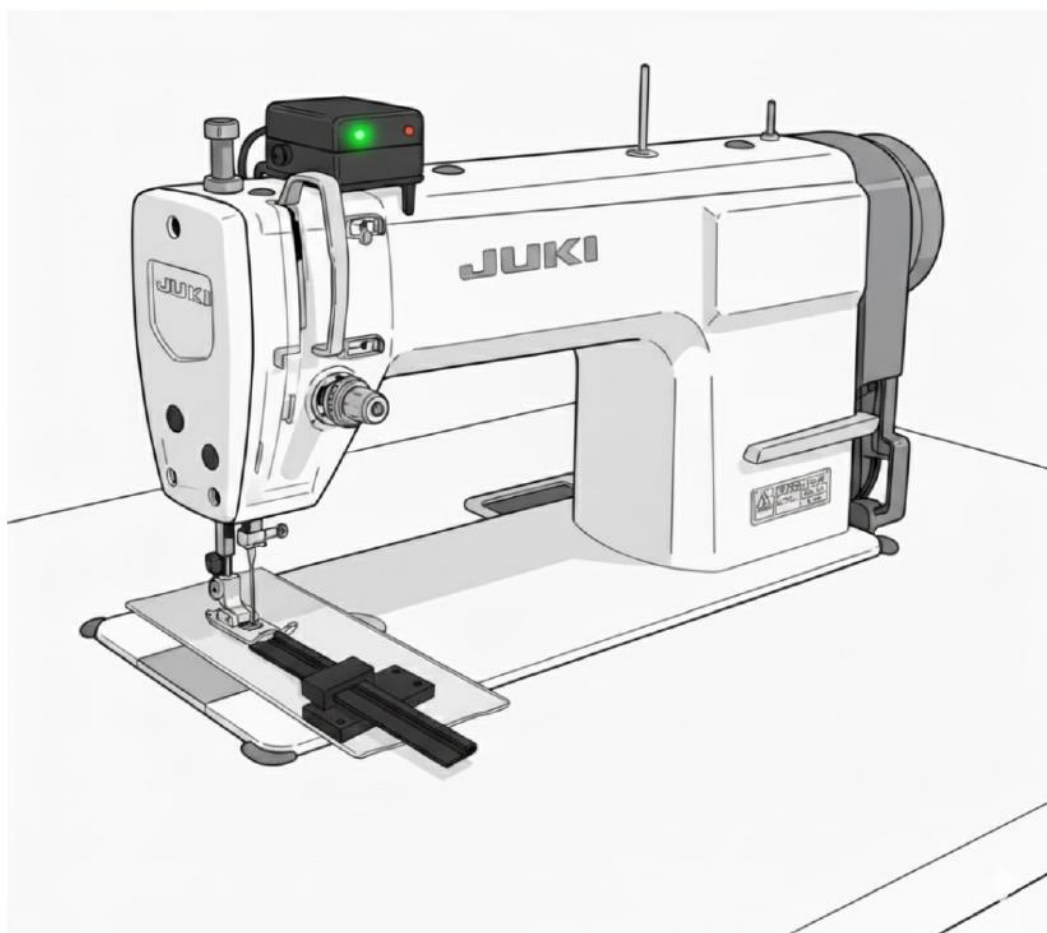
Folio:	59436-16	Nombre corto:	Pokayoke de ensamble
Nombre descriptivo:	Sistema de Validación de costura de retenedores en cubiertas de asientos automotrices		
Categoría:	Figura 12.Exposición frente a los jurados en el stand Industria Eléctrica y Co		
Área de aplicación:	Figura 13.Foto oficial de la delegación de posgrado en el evento nacional		
Naturaleza técnica:	Ciencias de Ingeniería Industriales		

Autores		
JOSUÉ ANTONIO PÉREZ HUERTA	Maestría en Ingeniería Industrial	2
CRISTIAN ALEXIS HERNANDEZ GUERRERO	Maestría en Ingeniería Industrial	2
KATHERINE ELIZABETH MENCHACA ESPINOZA	Maestría en Administración	2

Asesores	
JUAN FRANCISCO LUNA MURILLO	1902@rcarbonifera.tecnm.mx
HUGO ALFREDO CARRILLO SERRANO	2109@rcarbonifera.tecnm.mx

EN. IEE. Declaración de la propuesta

El proceso y control manual genera errores costosos y penalizaciones El control manual en procesos industriales es altamente susceptible a errores humanos, especialmente en tareas repetitivas o que requieren alta precisión. Estos errores derivan en retrabajos, desperdicio de materiales y, en algunos casos, en productos defectuosos que no cumplen con los estándares de calidad. Cuando estos productos se filtran en el proceso, pueden acarrear penalizaciones o la pérdida de clientes. Automatizar la verificación reduce retrabajos y mejora la calidad La automatización de la verificación mediante dispositivos poka-yoke reduce significativamente los reprocesos y mejora la calidad del producto final. Al integrar mecanismos de control a prueba de errores en etapas críticas del proceso, se garantiza el cumplimiento de especificaciones antes de avanzar en la línea de producción. Esto elimina la variabilidad asociada a la operación manual, incrementa la confiabilidad del sistema y asegura una mayor consistencia en los estándares de calidad establecidos. Invertir en tecnología y capacitación: una oportunidad rentable y poco explorada La implementación de sistemas poka-yoke automatizados genera un retorno de inversión al reducir tiempos improductivos, minimizar desperdicios y aumentar la eficiencia operativa. Además, esta combinación abre oportunidades de negocio en sectores donde aún no se ha explotado completamente la automatización como estrategia de aseguramiento de calidad, utilizando dispositivos que previenen errores antes de que ocurran.



EN. IEE. Justificación de la pertinencia e importancia de la propuesta

El presente proyecto está dirigido a las industrias del sector textil automotriz, con el objetivo de mejorar la calidad y



confiabilidad en los procesos de costura industrial. Ante las altas exigencias del sector en cuanto a precisión y cumplimiento de especificaciones, se propone el desarrollo de un dispositivo electrónico inteligente que actúe como sistema de prevención de errores en tiempo real. La solución consiste en un sistema que se conecta eléctricamente a las máquinas de costura industriales existentes y permite la integración de sensores de grado industrial. Este dispositivo es programable con algoritmos personalizados, basados en secuencias de operación definidas por el usuario, que permiten detectar errores de costura a medida que ocurren. De esta forma, se impide que los productos con defectos avancen hacia etapas posteriores del proceso o lleguen al cliente final. Una característica clave del sistema es la incorporación de un interruptor con llave única, diseñado para canalizar y gestionar adecuadamente las fallas detectadas, facilitando la trazabilidad y la respuesta inmediata del operario o supervisor. Esto se traduce en una reducción significativa de desperdicios, reprocesos y costos asociados a productos no conformes, al tiempo que mejora la eficiencia operativa y el cumplimiento de los estándares de calidad requeridos por el sector automotriz. A diferencia de los métodos tradicionales de control de calidad (como la inspección visual o las auditorías manuales), esta propuesta permite una detección automatizada, precisa y constante, sin depender de la intervención humana ni requerir la sustitución de maquinaria existente. Su diseño modular y adaptable facilita su integración en líneas de producción ya establecidas. Con la implementación de este sistema, las empresas pueden elevar la confiabilidad de sus procesos, disminuir los índices de rechazo por defectos de costura y fortalecer su posición en el mercado como proveedores confiables y competitivos dentro de la cadena de suministro automotriz. Se debe destacar que los errores de costura de retenedor pueden llegar a penalizarse por los clientes desde 1000 a 5000 dólares por evento.



(a) Cubierta automotriz de almohadón sin ensamblar en asiento



(b) Asiento con cubiertas ensamblado

EN. IEE. Impacto de la Innovación y Propuesta de valor en el sector estratégico

La solución propuesta consiste en un sistema electrónico inteligente de detección de errores, desarrollado para integrarse con máquinas de costura industriales utilizadas en la fabricación de componentes textiles del sector automotriz. Este sistema está compuesto por un dispositivo electrónico programable, al cual pueden conectarse sensores de grado industrial —como sensores ópticos, de proximidad o de presión— que monitorean en tiempo real las condiciones del proceso de costura. Todos somos TecNM - Página 5/12 El dispositivo se comunica eléctricamente con la máquina de coser, permitiendo registrar eventos clave como la señal de puntada, el corte de hilo, paros de emergencia y otras variables críticas. Uno de los principales diferenciadores de esta solución es su algoritmo configurable por el usuario, que permite definir una secuencia lógica de operación adaptada a los requerimientos específicos de cada componente textil. Este algoritmo actúa como el cerebro del sistema, interpretando las señales de los sensores y comparándolas con la secuencia esperada. Si se detecta una desviación —como la omisión de una puntada, un cambio de patrón o una anomalía en la posición— el sistema emite una alerta inmediata o puede detener automáticamente la máquina, evitando que el defecto avance en la línea de producción. Adicionalmente, el dispositivo incorpora una llave física de desbloqueo, la cual permite que únicamente el personal autorizado intervenga en la resolución de fallas. Esto asegura un manejo adecuado de los errores y facilita la trazabilidad en cada intervención. La arquitectura del sistema es modular y escalable, lo que permite su fácil adaptación a diferentes modelos de máquinas de coser y entornos productivos. El sistema puede operar de forma autónoma siempre que las variables de entrada y salida correspondan a las utilizadas en máquinas industriales convencionales, con compatibilidad para señales entre 10 V y 40 V en corriente directa. Esta solución representa una herramienta efectiva de prevención de errores (poka-yoke), capaz de reducir defectos desde su origen, disminuir reprocesos y desperdicios, mejorar la trazabilidad del proceso y aumentar la confiabilidad de la operación. Su implementación permite a las empresas del sector textil automotriz optimizar sus estándares de calidad sin necesidad de sustituir maquinaria existente, fortaleciendo su competitividad y cumplimiento en un mercado altamente exigente.



EN. IEE. Factibilidad tecnológica y normatividad aplicable

En cuanto a normatividad, el proyecto se alinea con los requisitos de la norma IATF 16949, aplicable al sector automotriz, que exige métodos efectivos para la prevención de errores, aseguramiento de calidad y mejora continua. La incorporación de dispositivos poka-yoke automatizados responde directamente a estos lineamientos, al prevenir la generación y propagación de defectos dentro del proceso de costura. Adicionalmente, se consideran normas técnicas

nacionales e internacionales para garantizar la seguridad y confiabilidad del sistema. Entre ellas destacan la NOM-001-SCFI-2018, que regula la seguridad en equipos electrónicos conectados a instalaciones eléctricas, y la NOM-019-SCFI, aplicable a equipos de procesamiento de datos. Asimismo, se deben considerar las normas ISO 13849 e ISO 12100, relacionadas con la seguridad funcional de los sistemas de control y el diseño seguro de maquinaria. En conjunto, el sistema propuesto es técnicamente viable, seguro, adaptable y compatible con los entornos industriales existentes. Cumple con los marcos normativos requeridos por la industria automotriz y representa una solución efectiva para incrementar la confiabilidad operativa, reducir productos no conformes y mejorar la trazabilidad en procesos críticos de costura industrial.

EN. IEE. Propiedad Intelectual

El prototipo propuesto —un sistema electrónico inteligente para la detección de errores en procesos de costura industrial— presenta un enfoque innovador al integrar sensores industriales con un algoritmo configurable, adaptable a distintas secuencias de operación, y su capacidad de interactuar directamente con maquinaria existente sin necesidad de reemplazo. Este diseño modular y flexible le otorga un carácter distintivo frente a tecnologías similares en el mercado. Se identificaron desarrollos relacionados, como el sistema automatizado de verificación de puntadas patentado en EE. UU. bajo el número 11,666,325, que utiliza sensores ópticos para detectar fallas en la costura. Sin embargo, este sistema está integrado dentro de máquinas específicas y no ofrece la flexibilidad de adaptación a diferentes equipos ni la configuración personalizada del algoritmo. Otro ejemplo es el dispositivo de verificación de saltos de puntada patentado en EE. UU. bajo el número 8,635,964, que emplea sensores ópticos para detectar omisiones en la costura. Aunque similar en funcionalidad, este dispositivo también está diseñado para máquinas específicas y carece de la modularidad y adaptabilidad propuestas. Estos antecedentes evidencian la novedad y aplicabilidad del sistema propuesto, sugiriendo la viabilidad de su protección mediante alguna figura jurídica. De acuerdo a la evidencia presentada el proyecto podrá protegerse ante el IMPI con la figura jurídica de modelo de utilidad, para lo cual ya se tienen en preparación los documentos básicos para la presentación de solicitudes.

EN. IEE. Fuentes consultadas

INEGI. [2024]. Estadística del Programa de la Industria Manufacturera, Maquiladora y de Servicios de Exportación [IMMEX], datos al mes de diciembre de 2023. INEGI. <https://inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/850> INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). s.f. Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte [SIAN]. Patentes United States Patent and Trademark Office [USPTO]. System and method for automated stitch verification in sewing machines. Disponible en: <https://patents.justia.com/patent/11666325> United States Patent and Trademark Office [USPTO]. Device for detecting skipped stitches in sewing machines. Disponible en: <https://patents.google.com/patent/US8635964B2/en> Artículo académico sobre detección automática de defectos textiles Zhang, J., et al. [2021]. Automatic Fabric Defect Detection Using Convolutional Neural Networks. arXiv preprint arXiv:2101.00703. Disponible en: <https://arxiv.org/abs/2101.00703>

IMPI Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. [2021]. Guía de invenciones: Patentes y modelos de utilidad [PDF]. Secretaría de Economía / IMPI. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/700283/Gu_a_de_invenciones__1_.pdf Normas International Automotive Task Force. IATF 16949:2016 – Quality management systems – Requirements for automotive production and relevant service parts organizations. Secretaría de Economía, México. NOM-001-SCFI-2018 y NOM-019-SCFI. Disponible en: <https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/normas-oficiales-mexicanas> International Organization for Standardization. ISO 13849 – Safety of machinery – Safety-related parts of control systems. International Organization for Standardization. ISO 12100 – Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction.

BIBLIOGRAFIA

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2024). *Estadística del Programa de la Industria Manufacturera, Maquiladora y de Servicios de Exportación (IMMEX)*. INEGI.

International Automotive Task Force. (2016). *IATF 16949:2016: Quality management systems—Requirements for automotive production and relevant service parts organizations*. International Automotive Task Force.

Secretaría de Economía. (2018). *Norma Oficial Mexicana NOM-001-SCFI-2018, Aparatos electrónicos—Requisitos de seguridad y métodos de prueba*. Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Economía. (2018). *Norma Oficial Mexicana NOM-019-SCFI, Seguridad del equipo electrónico—Requisitos generales*. Diario Oficial de la Federación.

United States Patent and Trademark Office. (s. f.). *Patent No. US 8,635,964*. USPTO.

United States Patent and Trademark Office. (s. f.). *Patent No. US 11,666,325*. USPTO.