

## Diseño y simulación de dispositivo automatizado para extender rollos de tela en el proceso de corte, área automotriz (JCI)

Eustorgio Velázquez<sup>[1]</sup>, Sergio Carballo<sup>[2]</sup>, Israel Barragan<sup>[3]</sup>

[1] Alumno de posgrado CIATEQ sede Estado de México, (Tel: 7221703953; e-mail: eustorgio.velazquezvazquez@jci.com)

[2] Gerente de planta Johnson Controls Planta Lerma, Estado de México

[3] CIATEQ sede Querétaro Av. Manantiales 23-A, Parque Industrial Bernardo Quintana

---

**Resumen:** En la industria de autopartes, específicamente empresas fabricantes de vestiduras para asientos de autos, los procesos de tendido de materiales, que es un eslabón del sistema de corte de las materias primas, se realiza de forma manual por dos operadores. El objetivo de Johnson Controls planta Lerma es realizar el diseño de un dispositivo automatizado extendedor de telas y materiales utilizados en la fabricación de vestiduras que ayude a mejorar los Sistemas de Manufactura de Johnson Controls (JCMS), impactando directamente a tres conceptos claves: Cero tolerancia al desperdicio, Entorno estable de producción y Demanda del cliente "Justo a tiempo". Se presenta un análisis del impacto de automatizar el proceso con el diseño propuesto, eliminando 2 % de desperdicio de materia prima, 50 % costo de operación y mejorando 10 % la productividad de la operación.

---

**Palabras Clave:** *Diseño, automatización, mejora (JCMS)*

### 1. INTRODUCCIÓN

En Johnson Controls planta Lerma JIT\* cuenta con proceso de corte y costura para vestiduras de asientos que son ensamblados en la misma planta. Dos armadoras son nuestros principales clientes, Chrysler planta Toluca y Ford planta Cuautitlán, el volumen para la plataforma Chrysler es de 700 autos diarios en promedio y 600 autos para la plataforma de Ford, esto significa que en nuestro proceso de corte se extienden sobre mesas 6151 capas diarias de material en dos turnos, para posteriormente pasar a corte en maquinas CNC.

Las 6151 capas que se extienden diario sobre las mesas de tendido son diferentes materiales utilizados para la fabricación de vestiduras, tela, vinyl, uretanos, alfombras, cavityliner\* y duon, con diferentes espesores de bondeo\* que van desde 1mm hasta 12mm de espesor, y diferentes densidades de peso que van desde 1.3lb hasta 1.9lb, propiedades que dan un comportamiento diferente a cada material al momento de extenderlos sobre las mesas de tendido.

Por la variedad de versiones en asientos que ofrecen las armadoras a sus clientes, en nuestro proceso se cortan 60 versiones diferentes y 8 colores diferentes de material en total por las dos

plataformas, la variedad de materiales, diferentes largos, espesores, colores y versiones nos lleva a realizar alrededor de 259 cambios diarios de rollos de material en el proceso considerando rollos de 60 yardas como estándar. Todo el proceso de extender los materiales y colocarlos sobre la mesa de tendido se realiza de forma manual por dos operadores colocados en cada extremo de una mesa, se observo que existe área de oportunidad con la variación de proceso en el largo de las capas y en la velocidad de tendido.

Por la complejidad y la oportunidad de mejorar un proceso manual, Johnson Controls planta Lerma decidió diseñar y simular un dispositivo automatizado extendedor de rollos de tela que ayude a controlar y disminuir la variación en los largos de cada capa tendida en las mesas de corte y analizar el impacto que tendría en el Sistema de Manufactura de Johnson Controls (JCMS).

Utilizando las herramientas CAD para el diseño del dispositivo extendedor de rollos se hace uso de SolidWorks\* software de diseño en 3D que permite modelar conjuntos de piezas y extraer de ellos tanto planos técnicos como otro tipo de información necesaria para la producción.

## 2. FUNDAMENTOS

El objetivo de este artículo es mostrar como impacta el diseño del dispositivo automatizado para extender rollos de tela a tres conceptos clave del Sistema de Manufactura de Johnson Controls (JCMS).

### 2.1 Cero tolerancia al desperdicio

En JCMS existen dos categorías de desperdicio: Desperdicio categoría 1, es un desperdicio necesario que no añade valor agregado pero debe realizarse para acercar el producto al cliente. Desperdicio categoría 2, es un desperdicio Innecesario que no añade valor pero que podemos combinar, reducir o eliminar. Para el Sistema de Manufactura de Johnson Controls cero tolerancia al desperdicio significa convertir el desperdicio de categoría 1 en desperdicio de categoría 2 para que se pueda combinar, reducir o eliminar. El sistema JCMS considera siete tipos principales de desperdicio: sobreproducción, inventario, transportación, espera, movimiento, sobreproceso, y corrección.

Realizando el análisis de información arrojada por el proceso de corte, al medir el largo de cada capa tendida de material se concluyo que en promedio existe una variación de 1cm por cada capa extendida en la mesa de tendido, derivado del proceso manual, esto significa que si en promedio se tienden 6151 capas diarias de material existe la oportunidad de eliminar 61.51m de material que se canalizan diario al scrap.

Este tipo de desperdicio sería catalogado como corrección y eliminar la variación de 1cm por capa tendida en el proceso significa dejar de utilizar 14756m de materia prima al año, impactando positivamente al métrico costo de producto, costo de material y en calidad al métrico de scrap, métricos reportados en el documento nombrado "Plant Operations Scorecard" donde se reportar todos lo métricos que determinan la productividad de la planta comparados contra un benchmark\*.

Johnson Controls planta Lerma canaliza en promedio 66971kg de merma mensual por materiales procesados en el área de corte, esto significa que si el objetivo es reducir el 2 % de scrap, se tendría que dejar de canalizar 1339.42 kg de merma al mes. Por la variedad de espesores y densidades sabemos que en promedio 1m de material pesa 1.19kg, podemos deducir que si eliminamos 61.51m diario de materia prima en peso estaríamos eliminando 73.19kg, que al mes

representa el 2.6 % del scrap total mensual y con este resultado el objetivo se cumple.

### 2.2 Entorno estable de producción

Un producto de óptima calidad sólo puede fabricarse en un entorno estable. Los problemas son inestabilidades que deben afrontarse con rapidez y solucionarse permanentemente. Los objetivos son la estandarización, la consistencia, la predictibilidad y la repetibilidad.

Cuando en Johnson Controls se usa el término "resolución de problemas" nos referimos a un proceso estructurado de solución de problema. Johnson Controls utiliza una metodología estándar basada en el enfoque ya probado de solución de problemas 8D. Este proceso de resolución de problemas puede aplicarse a cualquier problema en plantas que requieran una respuesta estructurada y formal, el primer paso (D0), es el conocimiento del problema, definir el problema en términos específicos. Para nuestro caso de estudio nuestro problema es la variación de 1 cm promedio en los largos de capas de tendido. El siguiente paso (D1), es formar un equipo con integrantes que desempeñen funciones diferentes para conseguir una buena perspectiva del problema, para este punto nos reunimos el Ingeniero de procesos del área, el responsable de mantenimiento, el supervisor de corte y el responsable líder del proyecto. El paso 3 (D2), es Definir y graficar el problema, mostrar lo que está ocurriendo en una gráfica.

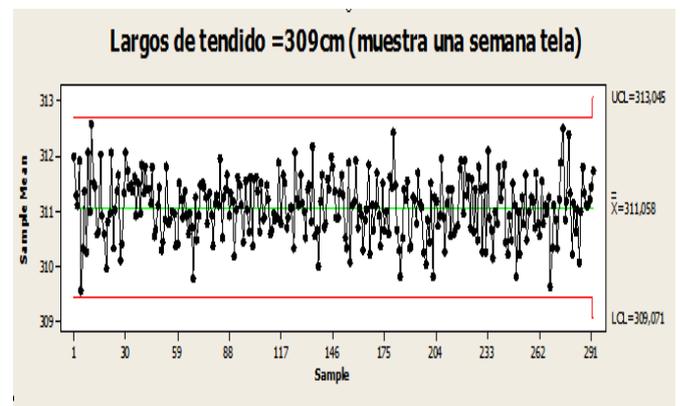


Figura 1, en la foto se puede observar la variación que existe en el proceso entre capa y capa.

Figura 2, muestra datos de tela sedoso con un largo de 309(+/- 1.5cm) la media de los datos es 311cm, variación de proceso manual que repite en todos los materiales.

Paso 4 (D3), Contener el problema, tomar medidas para asegurar que el problema no se extienda. Actualmente para contener la variación en el largo de los materiales se agrego un sistema semi automatizado donde el operador escanea el nombre de la tela a cortar y un dispositivo prensa tela se coloca de forma automática a la distancia correcta y una regleta que sirve como tope en el mismo dispositivo ayuda al operador disminuir la variación de los largos al cortar la capa de material.



Figura 3. Sistema mesa de tendido y prénsatela que ayuda al operador a disminuir la variación en el largo de las capas tendidas pero no lo elimina.

Paso 5 (D4), Utilizar herramientas de resolución de problemas para diagnosticar la causa raíz probable, como ejemplos de herramientas se pueden utilizar paretos, gráficas de tendencia, diagrama de espina de pescado, los 5 ¿por qué?, lluvia de ideas. Para nuestro proyecto utilizamos el diagrama de pescado y analizamos el problema.

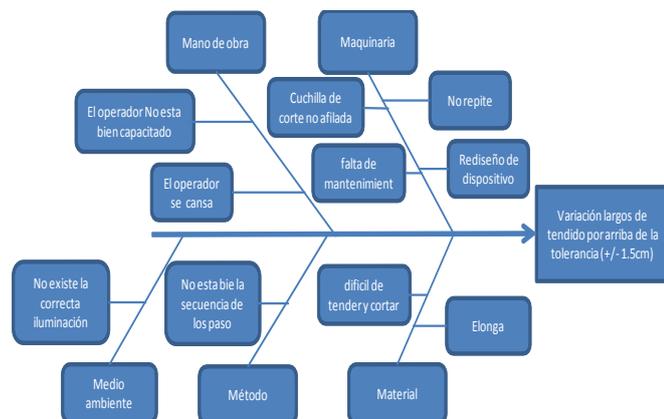


Figura 4. Muestra la diagrama de pescado donde se anotan la lluvia de ideas de las posibles causas que esta originando el problema de la variación.

Del diagrama se eligen las tres causas más probables que salieron de la lluvia de ideas, la variación se atribuye al factor maquina y mano de obra, en el factor mano de obra se atribuye a la dependencia del personal, un operador no puede ser igual su desempeño a las 7am que a las 3pm después de realizar más de 500 tendidos al turno, y para el factor máquina se concluye que el proceso requiere un dispositivo o máquina autónomo que extienda los materiales y que tenga el diseño adecuado para que el proceso repita y no depender del un proceso manual.

El siguiente paso 6 de la metodología de solución de problemas es (D5), Tomar acciones para implementar la contramedida, establecer una solución permanente. Para que el diseño del dispositivo cumpla como una solución permanente debe cumplir con los siguientes retos tecnológicos:

Precisión de posicionamiento  $\pm 2\text{mm}$ , Velocidad mínima de desplazamiento requerida 80 m/min, tendidos uniformes del material eliminando arrugas y ondulaciones entre capas, controlar extendido de telas sin tensión que la deforme, alineación entre capas controlando desplazamiento hacia los lo largo de la mesa con tolerancias de 1.5 cm por lado, Dispositivo levanta rollo adaptable para anchos de rollo de 140 a 180 cm, capaz de detectar y alertar la presencia de defectos textiles, calcular tamaños de empalmes una vez que ya se corto el defecto textil, capaz de poder ser operado por un solo operador, capacidad para operar con diferentes espesores de materiales de 1mm hasta 12 mm, que tenga capacidad de tender hasta 30 capas de 3 y 5mm de espesor.

Las restricciones del proceso a las que se tiene que adaptar el diseño son:

1. El diseño del dispositivo se tiene que adaptar al diseño actual de la mesa de tendido.
2. No modificar las dimensiones a lo largo y ancho de la mesa con el objetivo de no utilizar más área de la asignada en el lay out actual.

Una vez establecidos los requerimientos tecnológicos y las restricciones que debe cumplir el diseño, el siguiente paso es hacer uso de las herramientas CAD para iniciar el diseño.

CAD es el uso de programas computacionales para crear representaciones gráficas de objetos físicos ya sea en 2 o 3 dimensiones, CAD es utilizado principalmente para la creación de modelos de superficie o sólidos en 3D, los

beneficios que tendremos al utilizar CAD para el diseño de nuestro dispositivo automático es disminuir costos de desarrollo de productos, mejorar la visualización del producto final, los sub-ensambles parciales y los componentes en un sistema CAD agilizan el proceso de diseño. El software CAD ofrece gran exactitud de forma que se reducen errores, brinda una documentación más sencilla y robusta del diseño, incluyendo geometría y dimensiones, lista de materiales, etc. Algunos ejemplos de aplicaciones de Software tipo CAD son NX, Solid Edge, Unigraphics, SolidWorks, entre otros, para nuestro diseño se decide utilizar SolidWorks por su repunte como uno de los Software más completos de simulación y diseño.

El bosquejo de las ideas del diseño son importantes antes de iniciar el dibujo en SolidWorks para darnos una idea de cómo será el diseño del dispositivo.

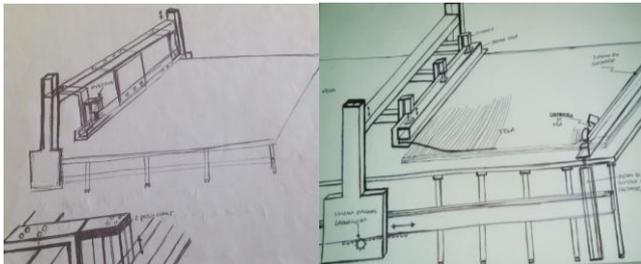


Figura 5. Muestra los bosquejos de ideas del diseño para el dispositivo extendedor de telas.

Con las ideas principales ya definidas se inicia el diseño del dispositivo en SolidWorks.

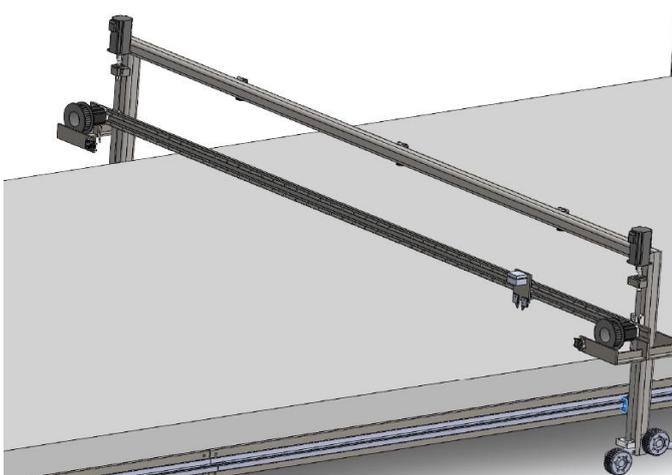


Figura 6. La idea del diseño es manejar una portería que se va transportar a lo largo de la mesa por medio de un sistema de banda y poleas y será el dispositivo que estará realizando la función de extender la tela a lo largo de la mesa

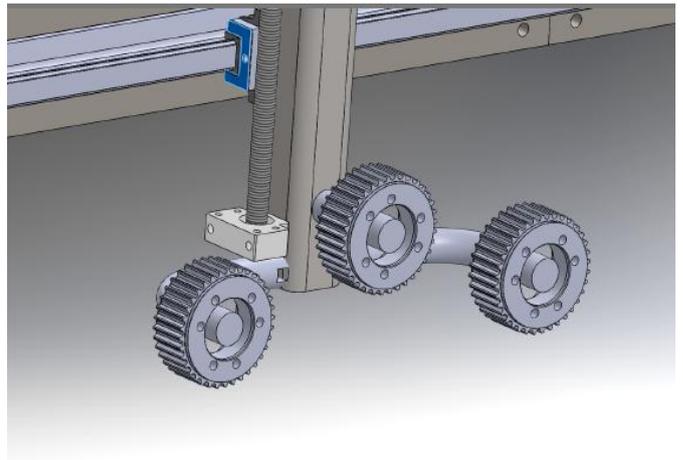


Figura 7. Detalla del sistema de poleas donde se ensamblara la banda para realizar la función de desplazamiento a lo largo de la mesa

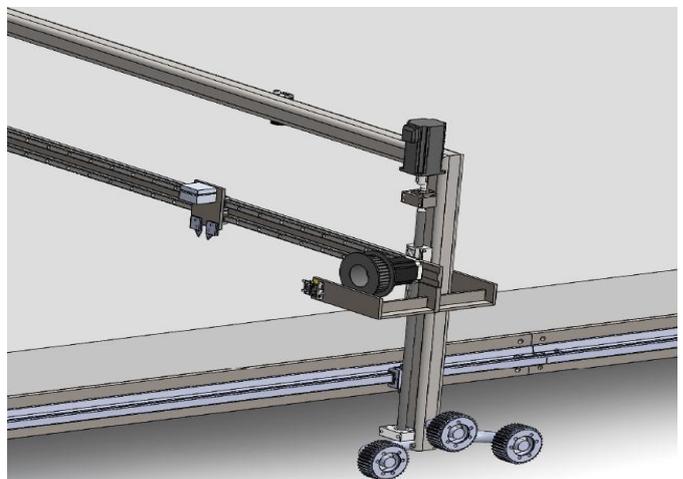


Figura 8. La portería que realizara el extendido de los materiales contara con un sistema de cortadores para realizar el corte de los defectos textiles en el material

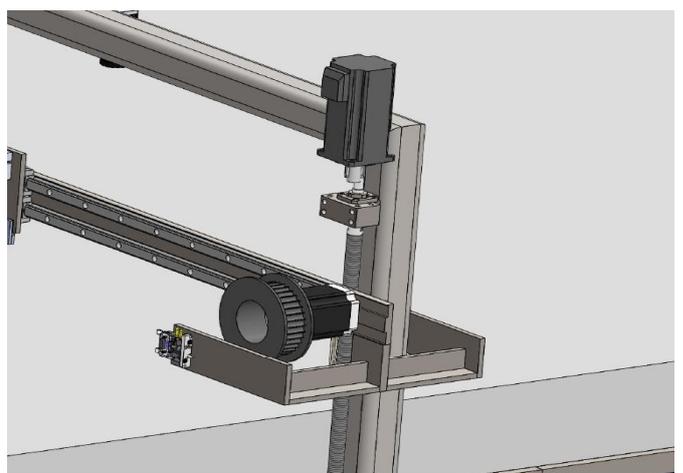


Figura 9. El dispositivo extendedor de materiales tendra la función de desplazamiento arriba abajo en el eje y para cumplir con el requerimiento de tender 30 capas de 5mm de espesor

Paso 7 (D6), Verificar que la contramedida es efectiva, asegurarse de que la solución realmente resolvió el problema permanente, para esta etapa de la solución de nuestra problemática es definitivo que solo se puede realizar una simulación de los resultados puesto que la implementación del dispositivo está considerada como una segunda etapa del proyecto.

### 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para poder verificar se requiere confirmar los resultados y el proceso de implementación, comparar los resultados finales y el proceso contra la expectativa, evaluar el plan y los resultados. Al inicio del documento se presentaron las metas establecidas, eliminar 2 % de scrap generado por el área de corte, la resolución, precisión y repetibilidad del dispositivo nos ayuda a eliminar 1cm de cada capa de corte.

El dispositivo esta diseñado para que realice el extendido y corte del material de forma automática, esto significa que será un dispositivo que podrá ser operado por una sola persona, de 2 persona que se requieren en un proceso manual con un dispositivo automático se podrá tener un ahorro de 50 % de costo operativo.

Un proceso manual para el extendido de materiales, la velocidad promedio que pueden mantener dos operadores a lo largo de un turno es de 1.33 m/s, con el diseño aquí propuesto por los mecanismos considerados es un dispositivo que pueden alcanzar velocidades de 90 m/min sin ningún problema que puedan generar un problema de tendidos no uniformes o tensiones en los materiales que lo pueda deformar, esta velocidad significa que el proceso de tendido de capas se puede incrementar un 10 %.

	SIN DISPOSITIVO	CON DISPOSITIVO	MEJORA	AHORRO ANUAL (USD)
SCRAP MENSUAL(Kg)	66971	65214	2.60%	129 K USD
OPERADORES	4	2	50%	20 K USD
CAPAS TENDIDAS	6151	6766	10%	

	AHORRO (m)	COSTO(USD)	AHORRO MEN (USD)
MERMA POR ELIMINAR 1CM	61.51	538.23	12917.52

Tabla 1, Muestra los resultados en porcentaje y en costo de las mejoras en scrap, costo de operación y productividad, consecuencia de implementar un sistema autónomo.

### 4. CONCLUSIONES

Paso 8 (D7), Prevención, Buscar otros procesos que pudieran haber originado el problema y tomar medidas para prevenir que sucedan allí. El análisis de resultados de este estudio demuestran que la automatización del sistema de extendido de materiales en el área de corte de Johnson Controls impacta de forma positiva al Sistema de Manufactura de Johnson Controls (JCMS). En planta Lerma el proceso de corte cuenta con 4 mesas para realizar el proceso de tendido de los materiales, como parte del paso 8 (D7) que es prevención, concluimos que si el diseño del dispositivo automático lo extendemos a las siguientes 4 mesas los resultados en el costo de operación podría mejorar en 80 k USD al año fiscal.

Es importante mencionar que plantas hermanas ubicadas la mayoría en el norte del país cuentan con los mismos proceso manual con 2 operadores por mesa de extendido de materiales para vestiduras de autos, esto significa que se podría incorporar como una buena práctica de negocio y potencializar los beneficio de automatizar el sistema.

Demanda de cliente "Justo a tiempo"

El método justo a tiempo es un sistema de organización de producción para las plantas armadoras y proveedores de autopartes que permite aumentar la productividad. Permite reducir el costo de la gestión y por pérdidas en almacenes debido a acciones innecesarias. De esta forma, no se produce bajo suposiciones, sino sobre pedidos reales. Una definición del objetivo del Justo a Tiempo sería producir los elementos que se necesitan, en las cantidades que se necesitan, en el momento en que se necesitan.

Para la plataforma de Chrysler, planta Lerma trabaja bajo el sistema justo a tiempo para fabricar los asientos, no existen almacenes y solo se produce lo que cliente pide, como consecuencia sus procesos que suministran al proceso de ensamble dentro de la planta se manejan bajo el mismo concepto y el suministro de vestiduras no es la excepción. El sistema justo a tiempo demanda al proceso de corte una gran versatilidad de cambios rapidos de material, hasta 259 cambios de rollo, y una velocidad de avance

por capa tendida de 80 m/min, realizando un estudio del estado del arte, hemos encontrado que las maquinas extendedoras de materiales en el mercado no se adaptan a la gran versatilidad de cambio que realizamos en la planta, no se adaptan el lay out actual ni el largo de las mesas, se pondría en riesgo la productividad de cumplir la demanda de la gran variedad de materiales que se cortan para la fabricación de las vestiduras.

En conclusión los sistemas de tendido de materiales para la fabricación de vestiduras en el área de corte para las plantas Johnson Controls se pueden mejorar la reducción de uso de material productivo, costo de operación y elevar la productividad si se adapta el diseño aquí propuesto para un dispositivo automatizado cumpliendo con los retos tecnológicos antes mencionados, el diseño aquí propuesto es un traje a la medida para los procesos de corte en Johnson Controls que pueden mejorar los Sistemas de Manufactura de Johnson Controls (JCMS). El diseño es una etapa uno del proyecto donde se demuestra en este articulo los beneficios, una etapa dos seria la implementación del diseño al proceso que se está proponiendo como un proyecto PEI del CONACYT.

El último paso 9 (D8) es el Problema resuelto, Reconocer y felicitar el equipo.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Douglas C. Montgomery. (1997) Introduction to Statiscal Quality Control, third Edition.4:130-174  
Johnson Controls Manufacturing System, sistema operativo de negocios, sistema operativo de manufactura (MOS). 5-22.

Sergio Gómez González. (2009) El gran libro de SolidWorks Office Profesional, segunda impresión.